



Intergovernmental
Oceanographic
Commission

مجموعه مقالات Proceedings

RCOWA

2nd International Conference on Oceanography for West Asia 2020

دومین کنفرانس بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا

۱۳۹۹ ۲۶ و ۲۷ شهریور 16 - 17 Sep. 2020



Volume 1



RCOWA

2nd International Conference on Oceanography for West Asia 2020

بسم الله الرحمن الرحيم

Dear colleagues, experts, and students

With the development and spread of scientific publications and documentaries, mass media, and virtual space, today's world increasingly realizes the importance of the sea and the ocean in human life. Even though the oceans play a role in all aspects of life, from the air we breathe to the food production, we know very little about the oceans, and most of our knowledge of the seas is limited to shallow waters.

For exploration in marine and oceanic sciences, we need to organize and plan, including detailed observations and documentation from biological, chemical, physical, geological, and other aspects. Therefore, research in these areas needs to provide the necessary information and database for sustainable resource management and blue economy development.

Our region West Asia, as the cradle of civilizations, enjoys a long history of maritime in the North West Indian Ocean and connected seas. The region encompasses states that many of them are emerging as marine nations.

Several marine-related associations are active in the Indian Ocean, such as IOARA, RCOWA, and ROPME. The Regional Education and Research Center on Oceanography for West Asia has been operating as a UNESCO Category II Center alongside the Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science since 2015. Its activities focused on realizing a role in line with global trends in marine and oceanic sciences and promoting oceanography in Iran and neighboring countries in the Persian Gulf, the Oman Sea, and the North Indian Ocean. Another mission of the center is to draw people and managers' attention to the marine environment and anthropogenic changes in the marine ecosystem.

The mentioned conference was an important scientific event that the RCOWA has been planning for about two years, with the Governing Board's approval. It scheduled to take place on June 8-9, 2020 coinciding with World Ocean Day. But with the COVID19 pandemic and its continuation a few weeks before the mentioned time, we postponed it, hoping for the pandemic ending in September. The situation became such that it was neither possible to hold as regular, nor to wait for it again. So we decided to have it as a web conference. Accordingly, we decided to make the conference more fruitful in scientific and educational impact by conducting four workshops on the four oceanic subjects: coral reefs, Ocean pollution and microplastics, climate change, and tsunami early warning system. As a new initiative, we uploaded the video of the presentations on the exclusive channel in the most famous Iranian video sharing system "apparat". It makes them accessible forever.

We all know the positives and negatives of web conferences: personal and face-to-face communication between experts is weaker in this situation. Internet systems fluctuate due to the heavy traffic caused by schools and universities in the current times. Some attendees may not yet be sufficiently adapted to the online presentation, and so on. The advantages of this method must be mentioned, such as the possibility of more people attending the conference from different parts of the country and the world. Also, avoiding human dangers and environmental consequences that trips create, reducing costs, and perhaps the convenience of attending the conference when we are sitting comfortably at home.

I hope that the Second Conference on Oceanography for West Asia, which was one of our initial but essential experiences in holding an online scientific meeting, achieved expected goals, and more and less fulfilled the audience's expectations. In this conference, we had more than one hundred scientific research results in different branches of oceanography. Conference attendees from more than 12 countries were online. The lectures were divided into seven thematic sections, each of which was divided into three specialized panels. Sections began with a keynote speech with presenters often from outside Iran. Each panel was managed online by a scientist inside the institute and another colleague outside.

We are at the beginning of the ocean decade realized by UNESCO/IOC. I wish the two-day conference was a step forward for learning the ocean decade goals and having a healthy ocean.

In the end, I think I have to express my respect to all pioneers of oceanography in I.R. of Iran, cherish the memory of Professors B. Mokhtayer, and H. Zomorodian, the founder and first director of our institute.

All the best

Abtahi
B. Abtahi

Prof. in Marine Ecology SBU, INIOAS



ساختار همایش

دومین همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا

دکتر بهروز ابطحی	رئیس همایش
دکتر حمید علیزاده لاهیجانی	دبیر علمی
دکتر محمدحسین کاظمی نژاد	دبیر اجرایی
دکتر غلامرضا محمدپور	مسوول دبیرخانه علمی
دکتر بابک مرادی	مسوول اطلاع رسانی



مجموعه مقالات

RCOWA

2nd International Conference on Oceanography for West Asia 2020

دومین کنفرانس بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا
۱۳۹۹ و ۲۶ و ۲۷ شهریور ۱۶ - 17 Sep. 2020

عنوان کمیته های علمی

دومین همایش بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا

کمیته هواشناسی دریا، فیزیک و اقیانوس‌شناسی ماهواره‌ای، تغییر اقلیم

دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس
سازمان هواشناسی کشور
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
دانشگاه شهرکرد
دانشگاه تهران
دانشگاه علم و صنعت
دانشگاه تهران
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
سازمان هواشناسی کشور
دانشگاه هرمزگان
سازمان هواشناسی کشور
دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
دانشگاه گیلان
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشگاه هرمزگان
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

دکتر اکبر رشیدی ابراهیم حصاری
دکتر بهزاد لایقی
دکتر پروین غفاریان
دکتر حسن خالقی زواره
دکتر سیدپیمان بدیعی
دکتر سیدمصطفی سیادت موسوی
دکتر عباسعلی علی اکبری بیدختی
دکتر کیوان کبیری
دکتر مجید آزادی
دکتر محمد مهدی زاده
دکتر محمدتقی زمانیان
دکتر مسعود صدری نسب
دکتر مسعود مرادی
دکتر میر احمدلشت نشانی
دکتر سیامک جمشیدی
دکتر نفیسه پگاه فر
دکتر صمد حمزه‌ئی
دکتر حسین فرجامی
دکتر جعفر عزیزپور
دکتر محمدرضا مابشری
دکتر محمد مهدی زاده
دکتر غلامرضا محمدپور



مجموعه مقالات

RCOWA

2nd International Conference on Oceanography for West Asia 2020

دومین کنفرانس بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا
۱۳۹۹ شهریور ۲۶ و ۲۷ 16 - 17 Sep. 2020

عنوان کمیته های علمی

دومین همایش بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا

مهندسی سواحل و آب های دور، مخاطرات دریایی

دانشگاه سپهند
دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
دانشگاه صنعتی شریف
دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
دانشگاه علم و صنعت ایران
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
دانشگاه علم و صنعت ایران
دانشگاه تهران
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
دانشگاه آلبورگ دانمارک
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

دکتر احمد رضا مصطفی قره باغی
دکتر افشین دانه کار
دکتر محمدحسین کاظمی نژاد
دکتر محمدسعید سیف
دکتر محمود نصیری
دکتر محمود رضا اکبر پور جنت
دکتر مهدی ایرانمنش
دکتر ناصر حاجی زاده ناگر
دکتر ناصر شایبختی
دکتر وحید چگینی
دکتر عباس بختیاری یگانه
دکتر مسعود منتظری نمین
دکتر علی خوش خلق
دکتر بابک بنی جمالی
دکتر مسعود محمودف



مجموعه مقالات

RCOWA

2nd International Conference on Oceanography for West Asia 2020

دومین کنفرانس بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا
۲۶ و ۲۷ شهریور ۱۳۹۹ 16 - 17 Sep. 2020

عنوان کمیته های علمی

دومین همایش بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا

اقیانوس‌شناسی زیستی و شیلات

دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
دانشگاه تهران
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشکده اکولوژی دریای خزر
سازمان تحقیقات جهاد کشاورزی
دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس
دانشگاه خوارزمی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
دانشکده زیست‌شناسی دانشگاه تهران
دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده زیست‌شناسی دانشگاه تهران
دانشگاه شهید بهشتی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی
دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه هرمزگان
دانشگاه ارومیه
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

دکتر احمد سواری
دکتر آرش جوانشیر خویی
دکتر بهروز ابطحی
دکتر حسن نصراله زاده ساروی
دکتر سید امین ا. تقوی مطلق
دکتر سید جعفر سیف آبادی مختاری
دکتر شهر بانو عریان
دکتر عبدالوهاب مقصودی
دکتر علی ندرلو
دکتر علی نصر الهی
دکتر علیرضا ساری
دکتر محمدرضا شکری
دکتر محمود بهمنی
دکتر مرتضی یوسف زادی
دکتر ناصر آق
دکتر هدی خالدی
دکتر فرزانه ممتازی
دکتر احمد منبوهی



مجموعه مقالات

RCOWA

2nd International Conference on Oceanography for West Asia 2020

دومین کنفرانس بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا
۲۶ و ۲۷ شهریور ۱۳۹۹ 16 - 17 Sep. 2020

عنوان کمیته های علمی

دومین همایش بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا

اقیانوس‌شناسی شیمیایی، بیوژئوشیمی و آلودگی

پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران
دانشکده علوم زیستی دانشگاه تربیت مدرس
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی
پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

دکتر ابو الفضل صالح
دکتر امید علیزاده چوبری
دکتر حسن زارع مایوان
دکتر حمید علیزاده لاهیجانی
دکتر علی مهدی نیا
دکتر علیرضا ریاحی بختیاری
دکتر همیر آگاه
دکتر مریم قائمی
دکتر نیما پورنگ
دکتر راضیه لک
دکتر حمید ارشادی فر
دکتر عبدالمجید نادری
دکتر هادی گریوانی
دکتر مهری سید هشترو دی



مجموعه مقالات

RCOWA

2nd International Conference on Oceanography for West Asia 2020

دومین کنفرانس بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا
۱۳۹۹ شهریور ۲۶ و ۲۷ 16 - 17 Sep. 2020

عنوان کمیته های علمی

دومین همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا

سیاست و سواد اقیانوسی

دانشگاه تهران
دانشگاه خلیج فارس
پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی
دانشگاه تهران

دکتر احمد مومنی راد
دکتر پرویز باور صاد
دکتر حمید علیزاده لاهیجانی
دکتر مهدی سلطانی



مجموعه مقالات

RCOWA

2nd International Conference on Oceanography for West Asia 2020

دومین کنفرانس بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا
۱۳۹۹ شهریور ۲۶ و ۲۷ 16 - 17 Sep. 2020

عنوان کمیته های علمی

دومین همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا

داده های بزرگ اتمسفری - اقیانوسی

دانشگاه شهید بهشتی
پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی

دکتر سید محمد صادق موحد
دکتر پروین غفاریان



اعضای خارجی

دومین همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا

فهرست اعضای خارجی کمیته علمی همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا-خارجی

Director, Indian National Centre for Ocean Information Services
Director General of Meteorology
Director General National Institute of Oceanography
IOC Regional Liaison Officer
Head - Perth Programme Office of the Intergovernmental Oceanographic
Commission of UNESCO (IOC PPO)
Former IOC Deputy Executive Secretary
Centre National de la Recherche Scientifique / French National
Centre for Scientific Research
Aix-Marseille University
Maison Mediterranenne des Sciences de l'Homme, Lampea
Quaternary Ecosystems, Aix-en-Provence, France
Heas of ICG.IOIWMS Seeretaryiat
Shirshov Institute of Oceanology
Shiloshav Institute Oceanology
Moscow Stat unit
Executive Director of INOC
Dokuz Eylul University
University of Koln
Natural History Musoum Berlin Curtor of Crustaceama

Dr. Satheesh C. Shenoi
Dr Juma Al-Maskari
Dr Nuzhat Khan
Mr Justin Ahanhanzo
Dr. Nick D'Adamo

Dr Iouri Oliouninet
Nick Mariney

Christophe Morhange
Suzanne Leroy

Srinivasa Kumar Tummala
Andrey G. Kostianoy
Andrei Ivanov
Tama Yanina
Mustafa Ergun
Gunay Cifci
Martin Kchl
Oliver Coleman



اعضای خارجی

دومین همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا

فهرست اعضای خارجی کمیته علمی همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا-خارجی

Executive Secretary of the Intergovernmental Oceanographic Commission and Assistant
Director General of UNESCO
OPENING CEREMONY

Director of Indian National Centre for Ocean Information Services, India
OPENING CEREMONY

Officer in Charge UNESCO IOC Perth Office

Environment and Life Sciences Research Center, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait

Liege University and co-chair of the IOC Expert Group on Deoxygenation GO2NE

Postdoctoral Research Fellow University of Toronto

Dr. Vladimir Ryabinin

Dr Srinivasa Kumar Tummala

Dr. Nick D Adamo

Dr. Saif Uddin

Dr. Marilaure Gregoire

Dr Marjan Barzandeh



دومین کنفرانس بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا
16 - 17 Sep. 2020 ۲۶ و ۲۷ شهریور ۱۳۹۹

دومین همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا



Regional webinar on

Marine Biogeochemical Processes in the Perspective of Climate Change

Date: 04 September 2020 **Time:** 10:00-14:00

<https://webinar.univie.ac.at/en/04-09-2020>

Topics/Questions cover a current PhD thesis or a paper

	Frequency of 3D flow and 3D events under global warming: applications of general circulation models Dr. Maria Babin Institute of Oceanography, University of Vienna	10:00-10:30 10:45-11:15
	Impacts of the results of "Isotopic records on the Ocean and Atmosphere in a Changing Climate" Dr. Barbara Schneider Institute of Oceanography, University of Vienna	11:30-12:00
	Genetic Reactiveness of the Eastern Sea (study of 2017 and Sea level) Reintroductions I Dr. Maria Babin Institute of Oceanography, University of Vienna	12:30-12:45
	Recovery of climate variability and changes in marine systems Dr. Barbara Schneider Institute of Oceanography, University of Vienna	13:00-13:30
	Marine and Atmosphere of the Mediterranean Sea: a new paradigm for the 21st Century Dr. Maria Babin Institute of Oceanography, University of Vienna	14:00-14:30



Dr. Srinivasa K Tummala
Mr. Harald Spahn
Mr. Ardito M Kodijat



اعضای کمیته اجرایی

دومین همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا

زهر انژاد قلاح
محمد مهدی پور وحید
فهیمة فروغی
فرامر ز عبادی

سید مصطفی شاداب
احمد اسدالهی

مسوول کارگاه و صدور گواهی
مسوول سایت و گرافیک
مسوول روابط بین الملل
مسوول دبیرخانه

مسوول هماهنگی سالن
همکار هماهنگی سالن

دکتر یابک مرادی
منوچهر محمدی

فرهاد حیدری
فرخ قوانینی علویان
لیلا نصرالهی
حمید زارع
ولی الله عمرانی

مسوول هماهنگی
همکار هماهنگی

مسوول فناوری اطلاعات
همکار فناوری اطلاعات
همکار فناوری اطلاعات
همکار فناوری اطلاعات
همکار فناوری اطلاعات



مجموعه مقالات

RCOWA

2nd International Conference on Oceanography for West Asia 2020

دومین کنفرانس بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا
۱۳۹۹ و ۲۶ و ۲۷ شهریور 16 - 17 Sep. 2020

ویرایش و صفحه آرایی

دومین همایش بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا

صفحه آرایی و گرافیک: محمد مهدی پوروچید



فهرست مقالات

- مروری بر تاثیر تغییرات اقلیمی و اسیدی شدن اقیانوس ها بر رشد و شکوفایی ریز جلبک های دریایی با تاکید بر گونه های شکوفایی جلبکی مضر (HABs) ۵
- آصفی، محمد علی؛ عطاران فریمان، گیلان ۵
- مطالعه تغییرات زمانی-مکانی مقادیر کلروفیل a در آب های ساحلی مکران ۱۵
- ارشادی فر، حمید؛ کر، کمال الدین؛ قاضی لو، امیر ۱۵
- بررسی نقش تولید کنندگان اولیه اکوسیستم های حرا در تغذیه بی مهرگان ۱۹
- اکبری نوقابی، نازنین؛ قدرتی شجاعی، مهدی؛ ویجت، مریم ۱۹
- شبیه سازی انرژی جریان جزر و مد در کانال قشم ۲۳
- امامی، مهدیه؛ سیوف چهارمی، مریم ۲۳
- بررسی روزنه داران کفزی به عنوان شاخص زیستی کیفیت آب در آبستگاه های مرجانی جزیره قشم ۲۸
- اولادعظیمی، نیلوفر؛ قوام مصطفوی، پرگل؛ مقصودلو، عبدالوهاب؛ مقدسی، بابک؛ ماشینچیان مرادی، علی ۲۸
- تخمین میدان باد در دریای عمان به کمک تصاویر راداری ۳۴
- باباگلی متی کلایی، جواد ۳۴
- تاثیر کوهساری بر بارش های تابستانی اقیانوس هند ۳۸
- بابائی، مرتضی؛ علیزاده چوبیری، امید؛ ایران نژاد، پرویز ۳۸
- توزیع مکانی ترکیبات هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در رسوبات فرا ساحل خلیج فارس ۴۳
- باطنی، فاطمه؛ مهدی نیا، علی؛ سید هشترودی، مهری ۴۳
- تاثیر تغییرات مکانی استقرار مزرعه ی پرورش ماهی در منطقه ی دریایی سیسنگان بر الگوی انتشار فسفات منتشره از قفس ها ۵۶
- بذرگر، نوید؛ رشیدی ابراهیم حصاری، اکبر؛ فرجامی، حسین ۵۶
- مطالعه تاثیر شوری های مختلف محیطی بر گلوکز و کورتیزول خون ماهی کپور معمولی ۶۸
- بصیر، زهرا؛ پیغان، رحیم ۶۸
- مطالعه تاثیر شوری های مختلف محیطی بر بافت کبد ماهی کپور معمولی ۷۲
- بصیر، زهرا؛ پیغان، رحیم ۷۲
- ایمونو هیستوشیمی مقایسه های روده میگو لیئوپناتوس وانامی در فصول سرد و گرم ۷۷
- بصیر، زهرا؛ پیغان، رحیم ۷۷
- استفاده از شاخص انتخاب پذیری غذائی گونه های دیمرسال به منظور مطالعه سلامت زیست بوم ماهیگیری خلیج فارس و دریای عمان (هرمزگان) ۹۶
- بهرادی، سیامک؛ دهقانی، رضا؛ درویشی، محمد؛ سالارپوری، علی؛ مومنی، محمد ۹۶
- تفکیک سیگنال از نویز در محیط دریا ۱۰۴
- پروازی، مهدی ۱۰۴
- بررسی فراوانی طولی و وزنی سیاه ماهی (capoeta capoeta gracilis) صید شده با استفاده از تور گوشگیر در فصول مختلف سال در دریاچه پشت سد بوستان استان گلستان ۱۱۳
- پیغمبری، سید یوسف؛ ملاشاهی، حسینعلی؛ زارع، پرویز ۱۱۳
- بررسی ارتباط بین شار پروتون تابش های کیهانی کهکشانی با پوشش ابر پایین و ابر کل در ایران ۱۱۷
- تاجی، بنفشه؛ معماریان، محمد حسین؛ فلامرزی، مه بانو ۱۱۷
- نقش زیست شناختی شانه داران در ایجاد مزاحمت زیستی ۱۲۲
- توتونی، محمد منصور؛ آذریان، زهرا ۱۲۲

- شناخت مکانیزم های حیات و راه حل های حفظ تراز آب در خلیج گرگان و تالاب میانکاله..... ۱۳۳
- جندقی علایی، مجید؛ نظرعلی، مصطفی؛ رضایی مقدم، پونه؛ نعمتی، محمد حسین..... ۱۳۳
- اثر تدقیق اطلاعات ورودی در نتایج شبیه‌سازی عددی باد و امواج درونواحی ساحلی و جزایر خلیج فارس..... ۱۳۶
- جندقی علایی، مجید؛ پورعلی؛ محمود؛ معینی، محمدهادی؛ حمزه‌لو، سیما؛ جعفری، ابراهیم؛ نعمتی، محمدحسین؛ باقری، محمد..... ۱۳۶
- تأثیر تغییرات دبی آبگیری در آبگیرهای عمقی..... ۱۴۰
- حاجی تبار، محمد؛ عباسی، عزیز؛ حمیدی، مهدی..... ۱۴۰
- بررسی اثر پارامترهای فیزیکی برمسیر حرکت لکه نفتی در اطراف جزیره سیری با استفاده از مدل GNOME..... ۱۶۳
- حسین‌پور کوهشاهی، وحیده؛ فرزین گهر، مهرناز..... ۱۶۳
- بررسی آلودگی ترکیبات آروماتیک حلقوی (PAHs) در آب‌های ساحلی خلیج فارس - بوشهر..... ۱۷۹
- حسین خضری، پریسا..... ۱۷۹
- روابط زی‌توده زئوپلانکتون، مقادیر سیلیکات و کلروفیل آ در لایه های آبی شمال خلیج فارس..... ۱۸۲
- حسینی جبلی، سید محمد حسام؛ ابطحی، بهروز؛ قائمی، مریم؛ کوچک‌نژاد، عماد..... ۱۸۲
- بررسی اثر کمیت‌های دما و شوری بر روی برد امواج رادار در دریا، محدوده مورد مطالعه دریای عمان و کاسپین..... ۱۸۸
- حسینی حمید، مجید؛ فرزین گهر، مهرناز..... ۱۸۸
- بررسی تاثیر بی‌نظمی جهت‌ی در محاسبات هیدرودینامیک و رسوب (مطالعه موردی ساحل رودیک)..... ۱۹۴
- حسینی، سید مهدی؛ قاسمی، علی؛ کامالیان، رضا..... ۱۹۴
- عنوان: کاربرد فناوری نانو در آبی‌پروری..... ۱۹۹
- حق پناه، عبدا...؛ حافظیه، محمود؛ قره‌وی، بهروز..... ۱۹۹
- بررسی اثر دما و جریان‌های دریایی بر پراکنش کشند قرمز گونه *Margalefidinium polykrikoides* در تنگه هرمز، خلیج فارس و دریای عمان به کمک داده‌های سنجنده MODIS..... ۲۰۳
- حمزه ثی، صمد؛ کوچک‌نژاد، عماد؛ حمزه، محمدعلی..... ۲۰۳
- صید ضمنی و دورریز تور گوشگیر صیدگاه های استان خوزستان..... ۲۱۶
- حویزآوی، شفا؛ دوست شناس، بابک؛ اسکندری، غلامرضا؛ سواری، احمد؛ قناعتیان، حامد..... ۲۱۶
- تعیین درجه حفاظت اکولوژیکی سواحل خلیج فارس (بازه اولی تا کنگان) با استفاده از شاخص های بومی سازی شده زیست محیطی..... ۲۲۱
- خالدی، هدی..... ۲۲۱
- بحران پلاستیک در دریا و اقیانوس ها بعد از انتشار جهانی ویروس کووید ۱۹..... ۲۲۶
- خدابخشی پور، مهسا؛ محمدی گلنگش، محسن..... ۲۲۶
- مدلسازی عددی اثر باد بر تبخیر در خلیجفارس..... ۲۳۱
- خلیل‌آبادی، محمدرضا؛ ماه‌پیکر، امید؛ کنارکوهی، کریم..... ۲۳۱
- حل عددی جریان زمینگرد آب‌کم‌عمق در محیط متلب..... ۲۳۶
- درس‌خوان، سمیه؛ سیوف چهارمی، مریم..... ۲۳۶
- بررسی اثر تغییر اقلیم بر ذخیره گیش ماهیان منطقه آبهای ایرانی خلیج عمان..... ۲۴۰
- ربانی ها، مهناز؛ سالارپوری، علی؛ عوفی، فریدون؛ آژنگ، بیژن..... ۲۴۰
- شبیه سازی یخ در خزر شمالی با استفاده از مدل HYCOM..... ۲۴۸
- رهنمانیا، عبدالصمد؛ علی اکبری بیدختی، عباسعلی..... ۲۴۸
- سنجش مقادیر مواد مغذی و کلروفیل آ در لایه های آبی شمال شرق خلیج فارس..... ۲۵۳
- سعادت دهقان، بهاره؛ ابطحی، بهروز؛ قائمی، مریم..... ۲۵۳
- بهینه سازی طراحی سازه جاکت سکوی فراساحلی با درنظر گرفتن اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه با استفاده از الگوریتم ژنتیک..... ۲۵۸
- شایختی، ناصر؛ یگانه بختیاری، عباس؛ قنبریان، مهدی..... ۲۵۸
- بهینه سازی طراحی سازه جاکت سکوی فراساحلی با در نظر گرفتن اتصالات اعضاء با استفاده از الگوریتم ژنتیک..... ۲۶۳
- شایختی، ناصر؛ یگانه، بختیاری عباس؛ قنبریان، محمد..... ۲۶۳
- ارزیابی فلزات سنگین رسوبات حد فاصل نزدیکترین حدود خشکی به جزیره هندورابی به عنوان مسیر توسعه..... ۲۶۸
- شادی، رامین؛ آگاه، همیرا؛ دالوند، معصومه..... ۲۶۸
- بررسی پاسخ دینامیکی جک-آپ تحت بار موج تصادفی با در نظر گرفتن مدل اندرکنشی فنرهای الاستیکی..... ۲۷۵

- شاهزیدی، مجید؛ شاپختی، ناصر..... ۲۷۵.....
- پتانسیل اثرات فعالیت های لرزه نگاری بر پستانداران دریایی..... ۲۷۹.....
- شفیعی ثابت، سعید..... ۲۷۹.....
- خلیج فارس و آلودگی های صوتی: نیاز به پایش سیمای صوتی زیستگاه های آبی..... ۲۸۴.....
- شفیعی ثابت، سعید..... ۲۸۸.....
- تغییرات رفتاری مختص به گونه در پاسخ به پخش صوت در ماهی زبرا و سیکلید دریاچه ویکتوریا..... ۲۸۸.....
- شفیعی ثابت، سعید..... ۲۸۸.....
- استفاده از بیومارک های مغز ماهی به منظور ارزیابی نوروتوکسین بودن شیرین کننده مصنوعی آسپاراتام..... ۲۹۲.....
- شیرمردانی، آيسان؛ رفیعی، ارس؛ مقدسی، بابک..... ۲۹۲.....
- تغییرات بیان بیومارک های مرتبط با سمیت سیستم عصبی (GFAP و MBP) در ماهیان کهور تیمار شده با طعم دهنده خوراکی مونوسیدیم گلوتامات..... ۲۹۸.....
- شیرمردانی، آيسان؛ رفیعی، ارس؛ مقدسی، بابک..... ۲۹۸.....
- بررسی غلظت رسوب معلق در دلتای هندیجان با استفاده از تکنیک سنجش از دور..... ۳۰۴.....
- شیرین منش، سعیده؛ صدری نسب، مسعود؛ سیادت موسوی، سید مصطفی؛ کرمی خانیکی، علی؛ اشتری لری، امیر..... ۳۰۴.....
- پتانسیل استفاده از بی مهرگان برای آزمایشات سم شناسی آبزیان..... ۳۰۸.....
- صادقی، پروین؛ بادینی، محدثه..... ۳۰۸.....
- بررسی رابطه طولی-وزنی ماهی حلواسیاه (*Parastromateus niger*) در آب های ساحلی جزیره قشم (استان هرمزگان)..... ۳۱۴.....
- صحرايي، حسن؛ ریسی، هادی؛ پیرعلی زفره ئی، احمد رضا..... ۳۱۴.....
- سنجش میزان سطح فلز سنگین کادمیوم در بافت عضله ماهی صیبتی در بندر عسلویه..... ۳۱۸.....
- ضیائیان نوربخش، هانیه؛ عبیدی، رزاق..... ۳۱۸.....
- محاسبه تبادل آب، انتقال شوری و حرارتی در تنگه هرمز..... ۳۲۷.....
- عزیزپور، جعفر..... ۳۲۷.....
- تأثیر نوسانات سطح تراز آب دریای خزر و فعالیت های انسانی در تخریب زیستگاه ها و تنوعات زیستی گونه های گیاهی مستقر در تپه های ماسه ای ساحلی..... ۳۳۲.....
- علی نژاد تبریزی، طاهره؛ تبرگان، سامره؛ خوشروان، همایون؛ نفی نژاد، علیرضا..... ۳۳۲.....
- ریخت شناسی گل فشان های جنوب ایران..... ۳۳۷.....
- فراحي قصرابونصر، صدیقه..... ۳۳۷.....
- باد سطحی بر روی دریاهای پیرامونی ایران..... ۳۴۲.....
- فرجامی، حسین..... ۳۴۲.....
- مروری بر منابع تاثیر فلز سنگین سرب بر ماهی..... ۳۴۶.....
- فیروز کوهی، یاسمن..... ۳۴۶.....
- دانشجوی ارشد دانشگاه دریانوردی و علوم دریای چابهار..... ۳۴۶.....
- ارزیابی و مدیریت منابع ساحلی با استفاده از تکنولوژی سنجش از راه دور..... ۳۵۹.....
- فیروز کوهی، یاسمن؛ لقمانی، مهران..... ۳۵۹.....
- مطالعه پارامترهای شیمی کربنات در جنگل حرای نایبند (استان بوشهر)..... ۳۷۳.....
- قائمی، مریم..... ۳۷۳.....
- مروری بر پاسخ های سازشی بوم سازگان مانگرو در برابر اثرات تغییر اقلیم..... ۳۷۸.....
- قدرتی شجاعی، مهدی..... ۳۷۸.....
- تحلیل شکلی اتولیت در دو گونه از ماهیان گل خورک جزیره قشم، خلیج فارس..... ۳۸۲.....
- قنبری فردی، مهدی؛ زارعی، رقیه؛ غلامی، زینب..... ۳۸۲.....
- ترویج علوم جنوبگان، چالش ها و فرصت ها..... ۳۸۷.....
- قیم اشرفی، محمود؛ سواری، احمد..... ۳۸۷.....
- تغییرات خصوصیات کیفی آب اطراف قفس های پرورش ماهی قزل آلاي رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در حوضه جنوبی دریای خزر: کاشهر و عباس آباد..... ۳۹۲.....
- کاظمی صیقلی، سودابه؛ بانی، علی؛ حیدری، بهروز؛ ابطحي، بهروز؛ قدرتی شجاعی، مهدی..... ۳۹۲.....
- انواع گونه های ماهی مرکب در خلیج فارس و دریای عمان..... ۳۹۷.....

- کشاورز، موسی..... ۳۹۷
- آیا ماهیان زیستگاه مرجانی خلیج چابهار از درختان حرا و جلبک‌های علفی به عنوان منطقه نوزادگاهی استفاده می‌کنند؟..... ۴۰۵
- کوچک نژاد، عماد؛ قاضی‌لو، امیر؛ کر، کمال‌الدین؛ ارشادی فر، حمید..... ۴۰۵
- شناسایی و بررسی پراکنش بربوزوئن‌ها در سواحل ایرانی خلیج فارس و دریای عمان..... ۴۰۹
- گروه زیست‌شناسی و زیست‌فناوری دریا و آبزیان، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران..... ۴۰۹
- اجتماعات بیوفولینگ آبسنگ‌های مرجانی خلیج چابهار..... ۴۱۵
- گلی‌نیا، پریرسا؛ نصراله‌هی، علی؛ قاضی‌لو، امیر..... ۴۱۵
- ساختار جوامع روی‌زی لاک‌پشت پوزه‌عقابی (*Eretmochelys imbricata*) تخم‌گذار در سواحل ایرانی خلیج فارس..... ۴۲۰
- لقمان‌نیا، جواد؛ نصراله‌هی، علی؛ حسن‌زاده کیایی، بهرام؛ رضایی عطاقلی پور، محسن..... ۴۲۰
- ارزیابی خطر سونامی در سواحل مکران..... ۴۳۳
- مجیدی نیک، مهیار، بیگلری سعدی..... ۴۳۶
- پایش تغییرات خط ساحلی جزیره فارسی..... ۴۳۶
- مجیدی نیک، مهیار؛ بیگلری، سعدی..... ۴۳۶
- بررسی اثر CDOM بر سنجش از دور غلظت ذرات معلق آب توسط سنجنده MODIS..... ۴۴۰
- محمدپور، غلامرضا..... ۴۴۰
- بررسی پتانسیل شکوفایی جلبکی در فصول مختلف در سواحل حوزه جنوبی دریای خزر (۹۸-۱۳۹۷)..... ۴۴۷
- مخلوق، آسیه؛ نصراله زاده ساروی، حسن؛ روحی، ابوالقاسم؛ کیهان ثانی، علیرضا..... ۴۵۱
- الگوی مکانی توزیع ماکروبن‌توزهای خلیج چابهار پیش از مانسون..... ۴۵۱
- مقصودلو، عبدالوهاب..... ۴۵۱
- بررسی میزان عناصر سنگین در ماهیان شیر (*Scomberomorus commerson*) و شهری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) در محیط GIS..... ۴۵۸
- مکرم، مرضیه؛ عبیدی، رزاق..... ۴۵۸
- ارزیابی جوامع دوجورپای (Crustacean: Amphipoda) خلیج چابهار با استفاده از شاخص‌های غنای گونه‌ای و تنوع تاکسونومیکی..... ۴۶۲
- ممتازی، فرزانه..... ۴۶۲
- مطالعات هیدروشیمنی نواحی ساحلی خزر جنوبی..... ۴۶۸
- منبوهی، احمد؛ مهدی‌نیا، علی؛ حمزه پور، علی..... ۴۶۸
- تشخیص مواد مغذی به کمک میکروفلوئیدیک و نرم افزار ابداعی تلفن همراه هوشمند..... ۴۷۱
- منبوهی، احمد..... ۴۷۱
- تالاب‌های حرا و اهمیت آن‌ها در صید و صیادی میگو موزی (*Penaeus merguensis*)..... ۴۷۴
- مومنی، محمد؛ بهزادی، سیامک؛ سالارپوری، علی؛ درویشی، محمد؛ آقاجری، شیوا؛ صفائی، محسن..... ۴۷۴
- روند تغییرات سطح تروفیکی و ریسک یوتریفیکاسیون در سه دهه ۷۰، ۸۰ و ۹۰ در سواحل حوزه جنوبی دریای خزر..... ۴۸۰
- نصراله زاده ساروی، حسن؛ افرازی بندپی، محمد علی؛ مخلوق، آسیه..... ۴۸۰
- مطالعه تغییرات مواد مغذی نیتروژنی و فسفوری در آب اطراف قفس‌های دریایی و مقایسه با سالهای قبل در حوزه جنوبی دریای خزر (سال‌های ۹۷-۱۳۹۶)..... ۴۸۵
- نصراله زاده ساروی، حسن؛ نصراله تبار، عبدالله؛ مخلوق، آسیه؛ واحدی، فریا..... ۴۸۵
- ارزیابی شاخص بارش-تبخیر تعرق استاندارد شده (SPEI) و مدل پرسپترون-شیب توام مقیاس (MLP-SCG) جهت پیش‌بینی خشکسالی کشاورزی (مطالعه موردی: ایستگاه قراخیل-قائم‌شهر)..... ۴۹۰
- نعمتی، روشن مهدی؛ نادی، مهدی..... ۴۹۰
- تأثیر ساختار زیستگاه‌های حرا بر پراکنش و تراکم سخت‌پوستان جنگلهای حرای منطقه حفاظت‌شده خلیج نایبند، خلیج فارس..... ۵۰۰
- نوذرپور، نجمه؛ قدرتی شجاعی، مهدی؛ ندرلو، رضا..... ۵۰۰
- تأثیر پرورش ماهی در قفس بر کیفیت باکتریایی آب در منطقه جنوبی دریای خزر (نوشهر-مازندران)..... ۵۰۴
- یعقوب زاده، زهرا؛ صفری، رضا..... ۵۰۴



مروری بر تاثیر تغییرات اقلیمی و اسیدی شدن اقیانوس‌ها بر رشد و شکوفایی ریز جلبک‌های دریایی با تاکید بر گونه‌های شکوفایی جلبکی مضر (HABs)

آصفی، محمد علی^۱؛ عطاران فریمان، گیلان^۲*

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار،
m.ali.asefi@gmail.com

۲. دانشیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار،
gilan.attaran@gmail.com

چکیده

تغییر اقلیم بواسطه فعالیت‌های انسانی (آنتروپوژنیک) و متعاقب آن افزایش گازهای گلخانه‌ای با دارا بودن پتانسیل تاثیرگذاری مستقیم بر دما، نور، شوری، تغییر الگوهای باد و بارش، تغییر در مواد آلی و pH آب و افزایش سطح دریاها؛ یکی از مباحث حائز اهمیت و چالش برانگیز در علوم اقلیم‌شناسی، زیست‌شناسی و محیط‌زیست می‌باشد که به طور مناسب درک نشده است. بنابراین بررسی اثرات تغییر اقلیم بر روی بیوشیمی دریا، موجودات آبی، گیاهان دریایی و بالاخص ریزجلبک‌ها به عنوان تولیدکنندگان اولیه در حلقه ابتدایی زنجیره غذایی اکوسیستم دریایی، کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد گرمایش زمین و بالا رفتن دمای آب دریاها از یک سو سبب تاثیرات منفی بر روی ریزجلبک‌های فتوسنتزکننده می‌شود ولی از سویی دیگر در افزایش تراکم و شکوفایی گونه‌های مضر جلبکی (HABs) عامل کشندسرخ تاثیرگذار است. در این بین، بررسی ریزجلبک‌های مضر به عنوان یک خطر بالقوه زیست‌محیطی برای موجودات آبی و حتی انسان جایگاه ویژه‌ای دارد چراکه برخی از این ریزجلبک‌ها سمی بوده و نه تنها دارای اثرات خطرناکی بر روی سلامتی انسان هستند بلکه می‌توانند تهدیدی برای زندگی موجودات دریایی باشند و خسارات بسیاری به صنعت شیلات و آبی‌پروری تحمیل کنند. پژوهش‌ها حاکی از آن است که با تغییرات قابل توجه اقلیم و گرم شدن بیشتر زمین، نرخ رشد و شکوفایی ریزجلبک‌های مضر به بالاترین حد خود در طی ۴ دهه گذشته رسیده است و الگوی تجمع، استراتژی زندگی، توزیع و پراکنش آن‌ها دستخوش تحول شده است که احتمالاً متاثر از تغییرات اقلیم می‌باشد. تحقیق پیش رو به بررسی و مرور پژوهش‌های مرتبط با این موضوع پرداخته و سعی شده با مطالعه ارتباط تغییر اقلیم بر روی محیط‌های دریایی و به طور ویژه ریزجلبک‌ها؛ چالش‌ها و پیامدهای افزایش شکوفایی جلبکی مضر، سموم جلبکی و عوامل بیماری‌زای آن را بر روی سلامت اکوسیستم و انسان ارزیابی نماید.

واژگان کلیدی: تغییرات اقلیمی، اسیدیته، فیتوپلانکتون، کشندسرخ، شکوفایی جلبکی.

۱. مقدمه

تغییرات اقلیمی که انسان عامل اصلی آن شناخته می‌شود از بزرگترین چالش‌های زیست‌محیطی است که امروزه جهان با آن روبرو است. در طی ۲۰۰ سال گذشته، فعالیت‌های انسانی منجر به افزایش چشمگیر انتشار گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسیدکربن (غلظت دی‌اکسیدکربن بیش از ۳۰ درصد افزایش یافته به طوری که از ۲۸۰ ppm در زمان پیش از انقلاب صنعتی، به سطح ۳۸۷ ppm رسیده است) در اتمسفر گردیده است. به نظر می‌رسد تغییرات اقلیمی، احتمالاً به دلیل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای (مانند دی‌اکسیدکربن CO_2 ، متان CH_4 ، هیدروفلوروکربن‌ها HFCs، فلوروکربن‌ها PFCs) طی یک قرن گذشته سرعت بیشتری داشته است [۲]. سایر گازهای گلخانه‌ای که افزایش قابل ملاحظه‌ای را تجربه کرده‌اند عبارتند از: اکسید نیتروژن و ذرات معلق در هوا مانند کلروفلوئوروکربن‌ها (CFCs) [۳]. مجموعه مدل‌های مورد استفاده توسط سازمان ملل متحد در مورد تغییرات اقلیمی [۴] تخمین می‌زند که تا پایان قرن بیست‌ویکم: (الف) غلظت دی‌اکسیدکربن در جو به اندازه ۷۳۰-۱۰۲۰ ppm افزایش یابد. (ب) میانگین دمای جهانی ۶/۴ تا ۱/۱ درجه سانتیگراد افزایش یابد. (ج) سطح دریاها با توجه به ذوب شدن یخچال‌های طبیعی ۵۹/۰ تا ۱۸/۰ متر افزایش یابد. (د) pH آب دریا ۳۵/۰ تا ۱۴/۰ واحد کاهش می‌یابد. زمین، در چند میلیون سال گذشته چنین تغییرات بزرگی را در یک بازه زمانی کوتاه هرگز تجربه نکرده است [۵].

اقیانوس‌ها یکی از اجزای اصلی سیستم اقلیم محسوب می‌شوند، به گونه‌ای که آشفتگی و تغییرات اقلیمی می‌تواند باعث ایجاد تغییرات چشمگیر در ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های دریایی شود [۶]. تغییر اقلیم باعث بالا رفتن دمای هوا و در نتیجه گرم‌تر شدن آب دریاها، افزایش اسیدیته آب اقیانوس، بالا آمدن سطح دریا و تغییر و اختلال در الگوهای باد، بارش و آب و هوا شده است [۷]. همچنین پیش‌بینی می‌شود تغییر اقلیم می‌تواند شدت طوفان‌ها و دمای آب را افزایش دهد [۸]. این تغییرات باعث تخریب زمین شده و تنوع زیستی و عملکرد اکوسیستم را کاهش خواهد داد [۹].

با توجه به اینکه رشد ریزجلبک‌های دریایی به شدت به دما، نور و در دسترس بودن مواد مغذی ارتباط دارد، جای تعجب نیست که این فعل و انفعالات اقلیم و اقیانوس منجر به تغییر در جامعه ریزجلبک‌ها می‌شود و می‌تواند بر فرآیند وقوع و یا توسعه پدیده شکوفایی گونه‌های مضر جلبکی (Harmful Algal Blooms - HABs) تأثیر بگذارد [۱۰]. تغییر در غلظت CO_2 آب دریا و اسیدیته اقیانوس به احتمال زیاد بر جمعیت گونه‌های متفاوت ریزجلبک تأثیرگذار است. تجمع CO_2 در جو به دلیل فعالیت‌های انسانی باعث افزایش غلظت CO_2 و بی‌کربنات (HCO_3^-) آب دریا می‌شود که هر دو منبع کربن معدنی محسوب شده و توسط ریزجلبک‌ها برای فتوسنتز و رشد قابل استفاده هستند [۱۱]. به طور کلی مطالعات در مورد شکوفایی جلبکی مضر در کلیه محیط‌های آبی در مقیاس جهانی؛ افزایش شدت تولید، تراکم و مدت زمان ماندگاری را نسبت به گذشته نشان می‌دهد [۱۲] که تغییرات اقلیم می‌تواند یکی از عوامل آن باشد [۱۳].

مطالعات متعددی رابطه احتمالی بین تغییرات اقلیمی بر روی رشد، پراکنش و مدت زمان شکوفایی جلبکی را مورد ارزیابی قرار داده‌اند [۱، ۱۴-۱۶]. تحقیق پیش رو تلاش می‌کند با مطالعه پژوهش‌های انجام شده در زمینه تغییر اقلیم و رابطه آن با اکوسیستم دریایی، تأثیر احتمالی بر روی ریزجلبک‌های دریایی و به طور ویژه ریزجلبک‌های مضر عامل کشندسرخ را مورد بررسی و ارزیابی قرار داده و به یک جمع‌بندی کلی و شفاف در این موضوع دست یابد.

۲. مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، اثرات ناشی از پدیده تغییر اقلیم بر فیتوپلانکتون‌های دریایی به صورت توصیفی تحلیلی، اسنادی و کتابخانه‌ای با استفاده از اطلاعات مندرج در نشریات، مطالعات پژوهشی و پایگاه‌های علمی معتبر (ScienceDirect- Elsevier- Springer) گردآوری گردید، سپس به مرور مطالعات انجام شده و نتایج کلی پرداخته شد.

۳. نتایج

فعالیت‌های انسانی طی چند دهه گذشته انتشار چندین آلاینده شیمیایی را به محیط زیست در پی داشته است که شامل مواد شیمیایی طبیعی مقاوم مانند هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای (PAHs)، فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب، روی)، مواد شیمیایی آلی مصنوعی و یا تولیداتی که به طور خاص برای استفاده‌های صنعتی، کشاورزی و یا مشتقات جانبی آن از احتراق فرآورده‌های صنعتی ایجاد می‌شود مثل: دیوکسین، تریپتیلین (TBT)، بی‌فنیل‌های پلی‌کلرینه (PCBs) است [۱۷]. افزایش CO_2 ، اسیدیته آب را افزایش داده، ممکن است کیفیت شیمیایی و بیولوژیکی آب را تغییر دهد و گاهی نیز موجب تشکیل جلبک‌های سمی می‌شود [۱۸]. تغییر اقلیم با تاثیر بر کاهش اختلاط عمودی آب‌ها، تغییر در مواد مغذی موجود در سطوح آب اقیانوس‌ها و تغییر در زمان و حجم آب‌های شیرینی که وارد اقیانوس‌ها می‌شود، می‌تواند به مقدار بسیار زیادی بر تراکم و فراوانی ریزجلبک‌ها تاثیرگذار باشد [۹]. همچنین ممکن است دوره زمانی سالانه که HABها می‌توانند رشد و توسعه پیدا کنند نیز در نتیجه تغییرات اقلیمی گسترش یابد [۲].

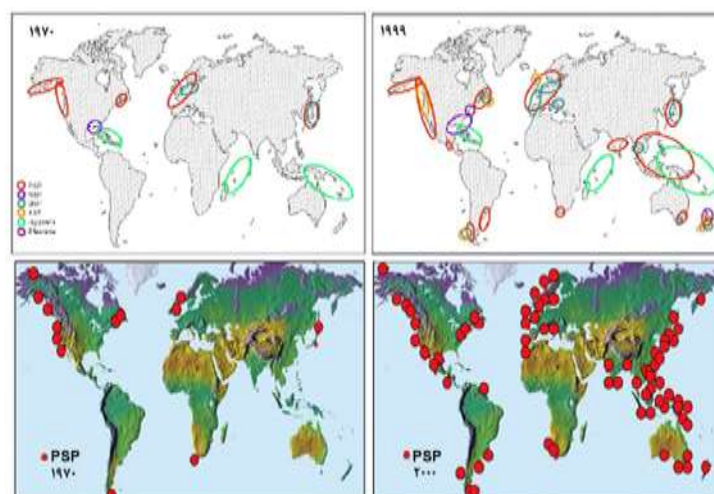
۴. نتیجه‌گیری و بحث

اصطلاح شکوفایی جلبکی مضر (HABs) برای توصیف تکثیر و تراکم سلول‌های ریزجلبک‌ها در مقیاس کلان به کار برده می‌شود که باعث ایجاد آسیب به محیط زیست شده و سلامت انسان و زندگی آبزیان را تهدید می‌کند [۱۹]. اگرچه HABs یکی از پدیده‌های طبیعی در دریاها محسوب می‌شود، لیکن افزایش جهانی آنها در دهه‌های اخیر با فعالیت‌های انسان ساخت (anthropogenic) باعث شکوفا شدن بیشتر و گسترده‌تر گونه‌های مضر جلبک (HA) شده است [۱].

بنابراین تغییرات اقلیم می‌تواند یک محیط‌دریایی مناسب برای تولید شکوفایی جلبکی مضر فراهم کند که بعضی از آنها می‌توانند هنگام شکوفایی سم نیز تولید کنند. این سموم در ماهی‌ها و یا صدف‌هایی که تغذیه فیلتری دارند مصرف شده و به ارگانسم‌هایی که در زنجیره غذایی بالاتر هستند؛ مانند پرندگان دریایی، پستانداران و همچنین انسان‌ها منتقل می‌شوند. HAهای تولید کننده سم به طور قابل توجهی ایمنی غذاهای دریایی و سلامت انسان را تهدید می‌کنند و عواقب اقتصادی قابل توجهی دارند [۱۹]. اکثر ریزجلبک‌های تولید کننده سم که جزء داینوفلاژله‌ها می‌باشند مجهز به دو تاژک شلاقی شکل هستند که به آنها در شنا کردن کمک شایانی می‌کند و این توانایی شنا برای آنها یک مزیت رقابتی در مقابل گروه‌های دیگر ریزجلبک مانند دیاتومه‌ها است [۱]. علاوه بر آلودگی غذاهای دریایی، برخی از HABها می‌توانند در از بین بردن موجودات دریایی نیز نقش داشته باشند (به عنوان مثال، شکوفایی گونه *Heterosigma akashiwo*). بنابراین، این ریزجلبک‌های سمی با کاستن از فرآیند در دسترس بودن ماهی به عنوان یک منبع غذایی، ایمنی غذاهای دریایی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند [۲۰]. سایر HAها غیر سمی هستند اما در صورت شکوفایی زیست توده بالایی تولید می‌کنند که منجر به کاهش قابل توجه تنوع زیستی در ساختار جامعه ریزجلبک‌ها شده و میزان نوری که به موجودات بتوز می‌رسد را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند [۱۹]. همچنین تجزیه ریزجلبک‌های شکوفا شده که در حال نابودی هستند می‌تواند منجر به کاهش جدی اکسیژن محلول در آب شده و خطرات بالقوه‌ای را برای زیست موجودات آبی مثل ماهی، مارماهی، عروس دریایی و غیره به وجود آورد [۲۱].

سموم تولید شده توسط گونه‌های HA معمولاً بی‌مزه و بی‌بو هستند و در حرارت و مواد اسیدی از خود پایداری نشان می‌دهند. بنابراین در حرارت پخت و پز از بین نخواهد رفت و باعث مسمومیت خواهند شد. شایع‌ترین بیماری‌های مرتبط با HABs سمی عبارتند از: مسمومیت با ماهی‌سیگواترا (CFP)، مسمومیت فلج‌کننده صدف (PSP)، مسمومیت اختلال در حافظه با مصرف صدف (ASP)، مسمومیت azaspiracid با مصرف صدف (AZP)، مسمومیت شکمی و اسهال با مصرف صدف (DSP) و مسمومیت عصبی با مصرف صدف (NSP). [۲۲، ۲۳].

مطالعات متعددی ثابت کرده که فاکتورهای محیطی مانند درجه حرارت، شوری و نور می‌توانند بطور معنی‌داری بر روی میزان رشد گونه‌های مضر جلبکی تاثیر گذاشته و همچنین نقش حیاتی را در تشکیل یا از بین رفتن شکوفایی ایفا نمایند [۲۴]. یکی از مهم‌ترین نمونه مطالعات مربوط به تغییر اقلیم و ارتباط آن با شیوع HABهایی که سموم CFP تولید می‌کنند مربوط به پژوهشی در مناطق گرمسیری اقیانوس آرام است. ریزجلبک‌های مضر که مسئول سموم تولیدی CFP می‌باشند در واقع داینوفلاژله‌های اپی‌بنتیک بنام *Gambierdiscus* هستند که به عنوان اپی‌فیت در برخی از ماکرو جلبک‌ها مشاهده می‌شوند، خصوصاً ارتباط نزدیکی با ماکرو جلبک‌هایی دارند که در اکوسیستم مرجانی زندگی می‌کنند [۲۵]. محققان دریافته‌اند که فراوانی *Gambierdiscus toxicus* و موارد CFP در جزایر اقیانوس آرام جنوبی در دوره وقوع پدیده ال‌نینو افزایش یافته است [۲۶]. وقتی بادهای شرقی در اقیانوس آرام در خط استوا تضعیف و یا معکوس شود، ال‌نینو رخ می‌دهد [۲۷]. ال‌نینو باعث می‌شود دمای آب در اقیانوس آرام به طور غیر طبیعی گرم شود. تقریباً ۱۷ تا ۱۳ ماه پس از آن، دمای آب مجدداً تغییر کرده و سه ماه پس از آن تراکم سلول‌های ریزجلبک *Gambierdiscus* به بالاترین حد خود می‌رسد. بررسی‌ها حاکی از آن است که افزایش CFP تا ۲۰ ماه بعد از تغییرات جوی ادامه خواهد داشت. فرضیه‌ای که برای توضیح این تاخیر زمانی مطرح شده این است که دمای آب گرم غیر معمول همراه با وقایع ال‌نینو باعث سفید شدن توده مرجانی می‌شود و مرجان مرده سطح جدیدی را برای رشد *G. toxicus* فراهم می‌کند [۲۶]. این نتایج نشان می‌دهد که گرم شدن اقیانوس در نتیجه تغییر اقلیم ممکن است انتشار سم CFP در جنوب اقیانوس آرام را افزایش دهد. توزیع جهانی سموم جلبکی، سمیت و جزئیات آن در افزایش شیوع بیماری PSP در شکل ۱ نشان داده شده است [۶].



شکل (۱) پراکنش جهانی انواع سموم جلبکی مضر [۶]

به نظر می‌رسد تغییرپذیری اقلیم و گرم شدن آب‌وهوا، نقش مهمی در تغییرات بلندمدت در زیست‌توده و جمعیت ریزجلبک‌ها بازی می‌کند [۲۸]. دما یک پارامتر محیطی مهم است که بسیاری از فرایندهای اساسی فیزیولوژیکی موجودات آبی را تنظیم می‌کند. اثر مستقیم گرم شدن کره زمین و افزایش دمای آب ممکن است بر ترکیب فصلی ریزجلبک‌ها تاثیرگذار باشد (به عنوان نمونه افزایش رشد گونه‌های شکوفا شونده در بهار و زمستان، با افزایش دما). گونه‌های یوری‌ترمال HA با تحمل تغییر آستانه حرارتی گسترده در موضوع تغییرات اقلیم بیشتر مورد توجه هستند، زیرا دمای گرم‌تر به آنها امکان می‌دهد پوشش جغرافیایی خود را به عرض‌های جغرافیایی بالاتر گسترش دهند [۱، ۲۹]. گرم شدن اقیانوس‌ها باعث می‌شود آستانه دما برای گونه‌های مخصوص به فصول گرم زودتر فرا برسد و بازه زمانی شکوفایی مضر جلبکی برای دوره‌های طولانی‌تر ادامه یابد [۱، ۳۰]. پراکنش جغرافیایی گونه‌های مضر نه تنها تهدیدی برای اکوسیستم‌های آبی محسوب شده بلکه می‌تواند سلامت انسان‌ها، صنعت آبی‌پروری، صنعت توریسم و کل اقتصاد هر منطقه را نیز تحت تاثیر قرار دهد [۲].

از نقطه نظر اکولوژیکی، سه ویژگی مشترک برای پدیده کشند سرخ وجود دارد. نخست افزایش اندازه جمعیت، دوم عوامل پشتیبانی‌کننده همچون پارامترهای محیطی مناسب از قبیل درجه حرارت، شوری، مواد مغذی و پارامترهای رشد و در نهایت حفظ شکوفایی و جابجایی آن بوسیله جریانات باد و آب [۳۱]. طوفان‌های حاوی ریزگرد به صورت غیرمستقیم می‌توانند باعث افزایش مواد مغذی (خصوصاً آهن) مورد مصرف ریز جلبک‌های دریایی شده و بدینوسیله، وقوع پدیده کشند سرخ در دریاها را به طور بالقوه تقویت کنند، همچنین آئروسول‌های معدنی که کاهش میزان فتولیز را در پی دارد ممکن است باعث تغییر اقلیم شوند [۳۲].

تغییرات اقلیمی، کیفیت، کمیت و ایمنی غذاهای دریایی را نیز کاهش می‌دهد و باعث اختلال در عملکرد اکوسیستم شده؛ بروز سیل، فرسایش خاک، آلودگی آب و هوا، تغییر در اکوسیستم‌آبی و ایجاد شکوفایی جلبکی را تشدید می‌کند [۱۸]. پیش‌بینی می‌شود که بر اثر تغییرات اقلیمی در سال‌های آینده دمای کره زمین بالا رفته و چرخه بارش، سرعت بیشتری پیدا کند و در مناطق استوایی و عرض‌های جغرافیایی بالا در نتیجه شرایط خشکی، خشکسالی به وجود می‌آید [۵]. همچنین در نتیجه فعالیت‌های بشر در عرض‌های جغرافیایی بالا، حجم آب به دلیل ورود آب شیرین در نتیجه ذوب شدن یخ‌ها به اقیانوس‌ها تغییر می‌کند و سطوح جدید در آب اقیانوس‌ها ایجاد شده که باعث راکد شدن آب و لایه‌بندی حرارتی می‌شود [۱۲]. این مسأله می‌تواند مانع بالا آمدن مواد مغذی از قسمت‌های عمیق به سطح آب شود و در نتیجه در رشد ریز جلبک‌ها و دیگر موجودات دریایی که در سطوح بالاتر زندگی می‌کنند، اختلال ایجاد کرده و زنجیره غذایی آن‌ها را دگرگون کند. لایه‌بندی مواد مغذی و غلظت آنها در مرز ساحلی نیز ممکن است به دلیل تغییرات آب و هوایی دچار اختلال شود [۷]. آپولینگ نیز یکی دیگر از پدیده‌هایی است که می‌تواند باعث تولید جلبک‌های مضر شود و غذاهای دریایی را آلوده کند [۲۱].

دما، تغییرات بارش و جهت جریان ممکن است سبب تشدید بسیاری از آلودگی‌های آب و رسوب شامل: پاتون‌ها، آفت‌کش‌ها و فلزات سمی شده و در مواد مغذی، کربن آلی حل شده در آب و املاح تغییراتی بوجود آورد [۳۳]. بنابراین، در نتیجه تغییر شرایط زیست‌محیطی نه تنها جذب و سم‌زدایی آلاینده‌های شیمیایی تحت تاثیر قرار می‌گیرد، بلکه قرار گرفتن در معرض آنها موجب آلودگی موجودات دریایی به مواد سمی می‌شود [۳۴]. تغییرات اقلیم ممکن است رفتار و توزیع مواد شیمیایی آلی را در اقیانوس‌ها تحت تاثیر قرار دهد و در نتیجه باعث ایجاد خسارات جدی زیست‌محیطی و نگرانی‌های بهداشتی شود [۳۵]. یکی دیگر از عوامل نگرانی، افزایش اشعه UV است که منجر به تخریب لایه ازن به علت هالوژن‌های حاوی آلاینده‌ها در جو که خاص مناطق قطبی است می‌شود [۳۶].

در برخی از مناطق، تغییرات اقلیم و گرم‌تر شدن آب‌دریاها بیشتر به نفع داینوفلاژله‌ها بوده تا دیاتومه‌ها و در نتیجه شکوفایی جلبکی مضر بیشتر افزایش پیدا کرده است [۲۳]. گرم‌تر شدن درجه حرارت آب، کاهش اختلاط عمودی آب (لایه بندی حرارتی) را به دنبال داشته و در عرضه مواد مغذی به قسمت‌های بالاتر اقیانوس اختلال ایجاد می‌کند که این امر بر روی تنوع زیستی تاثیرگذار خواهد بود [۱]. این مسئله باعث محدودیت رشد در ریز جلبک‌های مفید و مؤثر در زنجیره غذایی می‌شود در حالی که ریز جلبک‌های مضر و سمی خود را با شرایط جدید وفق می‌دهند [۵].

امکان انتقال داینوفلاژله‌ها و سیستم‌های موقت آنان که در شرایط سخت و نامناسب محیطی تولید می‌شوند، از دیگر نقاط آب‌های کره زمین به وسیله جریان‌های دریائی وجود دارد [۳۷]. تغییر محیط زیست به گروه‌های ریز جلبک محدود نمی‌شود بلکه بر زئوپلانکتون‌ها و موجودات بنتوز نیز تأثیر گذاشته است [۳۸]. مطالعات حاکی از کاهش قابل توجه در فراوانی زئوپلانکتون‌های قطب شمال و افزایش گونه‌های دیگر در دریای شمال است، که نشان دهنده تغییر در این منطقه به یک اکوسیستم گرم و معتدل است [۳۹].

اگر گرم شدن ادامه پیدا کند و دیاتومه‌ها قادر به سازگاری با شرایط محیطی نباشند، کاهش ویسکوزیته با افزایش دما می‌تواند در تقویت تسلط داینوفلاژله‌ها نقش داشته باشد، هرچند هنوز تأثیر واقعی آن نسبتاً ناشناخته است [۴۰]. در یک مطالعه توسط Edwards, Johns [۱۴] نشان داده شد که HABs در واقع در برخی مناطق شمال شرقی اقیانوس اطلس رو به افزایش است، اگرچه این افزایش از نظر مکانی یکنواخت نیست و به انواع خاص زیستگاه محدود می‌شود. سایر مطالعات طولانی مدت در مورد ریز جلبک‌ها در دریای شمال نیز

تغییرات زیست‌محیطی مشابهی را نشان داده‌اند [۴۱] بویژه افزایش نسبت داینوفلاژله‌ها در مقابل دیاتومه‌ها در جنوب دریای شمال [۴۲]. همچنین نتایج مشابه در دریای بالتیک حاکی از کاهش چشمگیر دیاتومه‌ها و تسلط داینوفلاژله‌ها در محیط دریایی است [۴۳].

چالش‌ها و راهکارها

ادامه تغییر اقلیم و در راستای آن، گسترش سلول‌های ریزجلبک و تراکم آن‌ها باعث آسیب به محیط‌زیست، تهدید سلامت انسان، زندگی آبزیان و یا تغییر در شبکه موادغذایی آن‌ها می‌شود [۲۳]. تعامل بین آب و هوای جوی، وضعیت اقیانوسی و وقوع شکوفایی مضر جلبکی و متعاقب آن بیماری‌های مرتبط با موجودات و انسان در طیف وسیعی از بازه‌های زمانی قابل بررسی است. به عنوان نمونه اگر عوامل محیطی محلی شرایط مطلوبی را برای وقوع شکوفایی جلبکی مضر ایجاد کنند می‌توان تا حدود دو هفته قبل آن را پیش‌بینی کرد [۴۴]. تغییرات جوی در بازه زمانی چند روز تا چند هفته اتفاق می‌افتد و شامل وزش بادهای محلی، بارش و تغییرات دمای هوا است. از طرف دیگر، الگوهای در مقیاس بزرگ از تغییرپذیری اقلیم (مانند: نوسانات جنوبی ال نینو ENSO و نوسانات ده ساله اقیانوس آرام PDO) را می‌توان در حدود ۱ سال پیش از وقوع پیش‌بینی کرد [۴۵] که این مورد می‌تواند کمک شایانی در پیش‌بینی خطرات شکوفایی گونه‌های خطرناکی مانند *G. toxicus* باشد، ولی در مورد تغییرات اقلیم نمی‌توانیم به طور دقیق آن را پیش‌بینی کنیم.

جهت پیش‌بینی شکوفایی جلبکی با دقت بالا، نیاز به سیستم‌هایی است که به طور خاص گونه‌های ریزجلبکی را مشاهده و شناسایی کرده و غلظت و نوع مواد مغذی آب، پروفیل‌های دما و شوری، سموم، بادهای سطحی، تابش خورشیدی و اندازه CO_2 محلول را اندازه‌گیری نماید [۴۶]. تلاش‌های تحقیقاتی آینده باید بر توسعه مدل‌های شبیه‌سازی تجربی، نظری و عددی متمرکز باشد تا مشاهدات، آزمایش و اعتبارسنجی فرضیه‌ها و پیش‌بینی خطر وقوع HAB و تأثیرات آن بر سلامت انسان تحت مجموعه تغییرات اقلیمی آینده قرن بیست‌ویکم انجام شود. چنین مدل‌هایی نیاز به اندازه‌گیری همزمان پارامترهای زیست‌محیطی، فیزیکی و بیولوژیکی دارند که از طریق نظارت هر روزه و مداوم در دسترس قرار خواهند گرفت [۴۷].

به طور کلی با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته، تغییرات اقلیم طی دهه‌های گذشته؛ فراوانی، پراکنش، الگوی زندگی، زمان وقوع شکوفایی و طول مدت شکوفایی ریزجلبک‌های دریایی را دچار تحول کرده است. بنابراین به نظر می‌رسد نه تنها می‌بایست جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای تمهیداتی اندیشیده شود بلکه استفاده از تجهیزات ویژه سنجش از دور، آزمایشات میدانی و پایش هر روزه دریاها به جهت کنترل و ارزیابی خطرات احتمالی وقوع شکوفایی جلبکی مضر کاملاً ضروری می‌نماید.

منابع

1. Dale, B., Edwards, M., & Reid, P. (2006). Climate change and harmful algal blooms *Ecology of harmful algae* (pp. 367-378): Springer.
2. Anderson, D. M. (1997). Turning back the harmful red tide. *Nature*, 388(6642), 513-514 .
3. Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Bernsten, T., Betts, R., Fahey, D. W., . . . Myhre, G. (2007). Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Chapter 2 *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*.
4. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Alley, R. B., Bernsten, T., Bindoff, N. L . . . , Hegerl, G. C. (2007). Technical summary .

5. Field, D. B., Baumgartner, T. R., Charles, C. D., Ferreira-Bartrina, V., & Ohman, M. D. (2006). Planktonic foraminifera of the California Current reflect 20th-century warming. *Science*, 311(5757), 63-66 .
6. Behrenfeld, M. J., O'Malley, R. T., Siegel, D. A., McClain, C. R., Sarmiento, J. L., Feldman, G. C., . . . Boss, E. S. (2006). Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, 444(7120), 752-755 .
7. Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L., McQuatters-Gollop, A., & Frank, J. (۲۰۱۰). Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43(7), 1745-1765 .
8. Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, T., Gregory, J. M., . . . Noda, A. (2007). Global climate projections .
9. Marques, A., Nunes, M. L., Moore, S. K., & Strom, M. S. (2010). Climate change and seafood safety: Human health implications. *Food Research International*, 43(7), 1766-1779 .
10. Maclean, J. (1989). Indo-Pacific red tides, 1985–1988. *Marine pollution bulletin*, 20(7), 304-310 .
11. Riebesell, U. (2004). Effects of CO₂ enrichment on marine phytoplankton. *Journal of Oceanography*, 60(4), 719-729 .
12. Glibert, P. M., Anderson, D. M., Gentien, P., Granéli, E., & Sellner, K. G. (2005). The global, complex phenomena of harmful algal blooms .
13. Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438(7066), 310-317 .
14. Edwards, M., Johns, D., Leterme, S., Svendsen, E., & Richardson, A. (2006). Regional climate change and harmful algal blooms in the northeast Atlantic. *Limnology and oceanography*, 51(2), 820-829 .
15. Trainer, V. L., Eberhart, B.-T. L., Wekell, J. C., Adams, N. G., Hanson, L., Cox, F., & Dowell, J. (2003). Paralytic shellfish toxins in Puget Sound, Washington state. *Journal of Shellfish Research*, 22(1), 213-223 .
16. Hayes, M. L., Bonaventura, J., Mitchell, T. P., Prospero, J. M., Shinn, E. A., Van Dolah, F., & Barber, R. T. (2001). How are climate and marine biological outbreaks functionally linked? *The Ecology and Etiology of Newly Emerging Marine Diseases* (pp. 213-220): Springer.
17. Zo, Y.-G., Chokesajjawatee, N., Arakawa, E., Watanabe, H., Huq, A., & Colwell, R. R. (2008). Covariability of *Vibrio cholerae* microdiversity and environmental parameters. *Appl. Environ. Microbiol.*, 74(9), 2915-2920 .
18. Dalla Valle, M., Codato, E., & Marcomini, A. (2007). Climate change influence on POPs distribution and fate: A case study. *Chemosphere*, 67(7), 1287-1295 .

19. Erdner, D. L., Dyble, J., Parsons, M. L., Stevens, R. C., Hubbard, K. A., Wrabel, M. L., . . . Bienfang, P. (2008). *Centers for Oceans and Human Health: a unified approach to the challenge of harmful algal blooms*. Paper presented at the Environmental Health.
20. Hoagland, P., & Scatasta, S. (2006). The economic effects of harmful algal blooms *Ecology of harmful algae* (pp. 391-402): Springer.
21. Moore, S. K., Trainer, V. L., Mantua, N. J., Parker, M. S., Laws, E. A., Backer, L. C., & Fleming, L. E. (2008). *Impacts of climate variability and future climate change on harmful algal blooms and human health*. Paper presented at the Environmental Health.
22. Backer, L., Fleming, L., Rowan, A., & Baden, D. (2003). Epidemiology, public health and human diseases associated with harmful marine algae (pp. 725-750): UNESCO Publishing: Paris, FR.
23. Miraglia, M., Marvin, H., Kleter, G., Battilani, P., Brera, C., Coni, E., . . . Dekkers, S. (2009). Climate change and food safety: an emerging issue with special focus on Europe. *Food and chemical toxicology*, 47(5), 1009-1021 .
24. Matsubara, T., Nagasoe, S., Yamasaki, Y., Shikata, T., Shimasaki, Y., Oshima, Y., & Honjo, T. (2007). Effects of temperature, salinity, and irradiance on the growth of the dinoflagellate *Akashiwo sanguinea*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342(2), 226-230 .
25. Hales, S., Weinstein, P., & Woodward, A. (۱۹۹۹) .Ciguatera (fish poisoning), El Niño, and Pacific sea surface temperatures. *Ecosystem Health*, 5(1), 20-25 .
26. Chateau-Degat, M.-L., Chinain, M., Cerf, N., Gingras, S., Hubert, B., & Dewailly, É. (2005). Seawater temperature, Gambierdiscus spp .variability and incidence of ciguatera poisoning in French Polynesia. *Harmful Algae*, 4(6), 1053-1062 .
27. Anderson, D. M., Glibert, P. M., & Burkholder, J. M. (2002). Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition, and consequences. *Estuaries*, 25 .۷۰۴-۷۲۶ ,(۴)
28. Richardson, A. J., & Schoeman, D. S. (2004). Climate impact on plankton ecosystems in the Northeast Atlantic. *Science*, 305(5690), 1609-1612 .
29. Pörtner, H. O., & Farrell, A. P. (2008). Physiology and climate change. *Science*, 322(5902), 690-692 .
30. Paerl, H. W., & Huisman, J. (2008). Blooms like it hot. *Science*, 320(5872), 57-58 .
31. Steidinger, K. A. (1975). *Basic factors influencing red tides*: Florida Department of Natural Resources Marine Research Laboratory.
32. Griffin, D. W. (2007). Atmospheric movement of microorganisms in clouds of desert dust and implications for human health. *Clinical microbiology reviews*, 20(3), 459-477 .
33. Schiedek, D., Sundelin, B., Readman, J. W., & Macdonald, R. W. (2007). Interactions between climate change and contaminants. *Marine pollution bulletin*, 54(12), 1845-1856 .

34. Baines, S. B., Fisher, N. S., & Kinney, E. L. (2006). Effects of temperature on uptake of aqueous metals by blue mussels *Mytilus edulis* from Arctic and temperate waters. *Marine Ecology Progress Series*, 308, 117-128 .
35. Noyes, P. D., McElwee, M. K., Miller, H. D., Clark, B. W., Van Tiem, L. A., Walcott, K. C., . . . Levin, E. D. (2009). The toxicology of climate change: environmental contaminants in a warming world. *Environment international*, 35(6), 971-986 .
36. Barnett, T. P., Adam, J. C., & Lettenmaier, D. P. (2005). Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. *Nature*, 438(7066), 303-309 .
37. Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M., Cembella, A. D., & Enevoldsen, H. (2004). *Manual on harmful marine microalgae*: Unesco.
38. Beaugrand, G., & Reid, P. C. (2003). Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon related to climate. *Global Change Biology*, 9(6), 801-817 .
39. Beaugrand, G., Reid, P. C., Ibanez, F., Lindley, J. A., & Edwards, M. (2002). Reorganization of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate. *Science*, 296(5573), 1692-1694 .
40. Peperzak, L. (2003). Climate change and harmful algal blooms in the North Sea. *Acta Oecologica*, 24, S139-S144 .
41. Fock, H. O. (2003). Changes in the seasonal cycles of inorganic nutrients in the coastal zone of the southeastern North Sea from 1960 to 1997: effects of eutrophication and sensitivity to meteorological factors. *Marine pollution bulletin*, 46(11), 1434-1449 .
42. Hickel, W. (1998). Temporal variability of micro-and nanoplankton in the German Bight in relation to hydrographic structure and nutrient changes. *ICES Journal of Marine Science*, 55(4), 600-609 .
43. Wasmund, N., Nausch, G., & Matthäus, W. (1998). Phytoplankton spring blooms in the southern Baltic Sea—spatio-temporal development and long-term trends. *Journal of plankton research*, 20(6), 1099-1117 .
44. ۴۴- Moore, S. K., Mantua, N. J., Hickey, B. M., & Trainer, V. L. (2009). Recent trends in paralytic shellfish toxins in Puget Sound, relationships to climate, and capacity for prediction of toxic events. *Harmful Algae*, 8(3), 463-477 .
45. Chen, D., Cane, M. A., Kaplan, A., Zebiak, S. E., & Huang, D. (2004). Predictability of El Niño over the past 148 years. *Nature*, 428(6984), 733-736 .
46. Wong, K. T., Lee, J. H., & Hodgkiss, I. (2007). A simple model for forecast of coastal algal blooms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74(1-2), 175-196 .
47. McMichael, A. J., & Haines, A. (1997). Global climate change: the potential effects on health. *Bmj*, 315(7111), 805-809

An Overview of the Impact of Climate Change and Acidification of the Oceans on the Growth and Bloom of Marine Algae with Emphasis on Harmful Algae Blooms (HABs)

Asefi, Mohammad Ali¹; Gilan Attaran, Fariman^{2*}

1. MSc. Student, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran.

2. Associate Professor, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Abstract:

Climate change resulting from anthropogenic activities and subsequent increase in greenhouse gases with the potential to directly affect temperature, light, salinity, changes in wind and precipitation patterns, changes in organic matter and water pH, and rise of sea levels is one of the most important and challenging topics in oceanography and biology. Therefore, it seems necessary to study the effects of climate change on marine aquatic organisms especially microalgae as primary producers in marine ecosystem. Research shows that global warming and rise of sea temperatures have negative effects on photosynthetic microalgae, but on the other hand increase the density and the bloom of harmful algae as the cause of the red tide. Among these, the study of harmful microalgae as a potential of environmental hazard for aquatic organisms and even humans has a special interest because some of these microalgae are toxic to the marine organisms and cause a lot of damage on the fisheries and aquaculture industry. Research shows that the rate of growth and blooms of harmful microalgae has reached its highest level in the last 4 decades as the result of significant climate change and further warming, and their pattern of accumulation, life strategy, distribution have changed under the probable influence of climate change. The present study has reviewed effect of climate change on marine environments and especially on microalgae; and has aimed to evaluate the challenges and consequences of increased blooms of harmful algae, algae toxins on marine ecosystem and human health.

Keywords: *climate change, acidification, phytoplankton, red tide, algal bloom.*



مطالعه تغییرات زمانی-مکانی مقادیر کلروفیل a در آبهای ساحلی مکران

ارشادی‌فر، حمید*^۱؛ کر، کمال‌الدین^۲؛ قاضی‌لو، امیر^۳

۱. استادیار شیمی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، hamid.ershadifar@inio.ac.ir

۲. استادیار شیمی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، kamalodin.kor@inio.ac.ir

۳. استادیار زیست دریا، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، amir.ghazilou@inio.ac.ir

واژگان کلیدی: کلروفیل a، سواحل مکران، تغییرات ماهیانه، مانسون

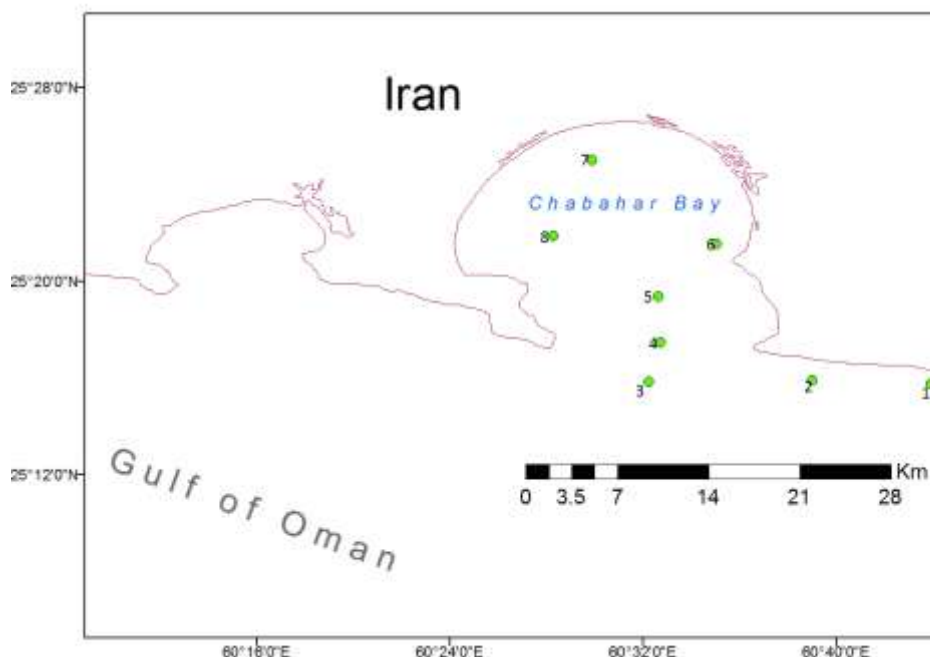
۱. مقدمه

شرایط آب و هوایی دریای عمان تحت تاثیر پدیده مانسون اقیانوس هند است (Chaichitehrani and Allahdadi, 2018). تغییرات محیطی در نتیجه مانسون ساختار و عملکرد حیات زیستی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. قسمت اعظم این تاثیر از طریق فراجوشی القا شده با بادهای مانسونی در مناطق ساحلی و جریان‌های چرخابی است که طی آن آبهای سردتر و غنی از مواد مغذی از عمق‌های زیاد به سطح می‌رسند. (Piontkovski and Al-Jufaili, 2013) اگرچه طی دو دهه اخیر استفاده از اطلاعات ماهواره ای جهت استخراج مقادیر پارامترهای فیزیکی و کلروفیل فزونی یافته است، با این حال استناد دقیق به این اندازه گیری‌ها نیاز به مقایسه نتایج با داده‌های در محل دارد. برخلاف اطلاعات ماهواره‌ای، کمبود گشت‌های تحقیقاتی و مطالعات میدانی که منطقه شمال دریای عمان را پوشش دهند تا داده‌های در محل را به صورت دوره‌های منظم ثبت کنند در این ناحیه احساس می‌شود. آبهای ساحلی تحت تاثیر پیامدهای منفی مرتبط با توسعه جوامع و صنایع و تخلیه فاضلابهای شهری و صنعتی قرار میگیرد. در آبهای ساحلی ایران نیز مانند بقیه نقاط جهان شکوفایی جلبکی مضر در طی دو دهه اخیر به وفور به وقوع پیوسته است. وقتی که تحت شرایط محیطی مناسب مانند دما و سرعت باد و و حضور مواد مغذی ساختار جمعیتی طبیعی مختل شده و گونه های دارای پتانسیل شکوفایی به سرعت زیاد شده و به طوری که جمعیت آنها به بیش از یک میلیون سلول در لیتر می‌رسد.

نتایج تحقیقات در آب‌های ساحلی (Al-Azri et al., 2010) عمان نشان داده است که بیشترین غلظت‌های کلروفیل a در مانسون جنوب غربی زمانی که فراجوشی در طول سواحل خلیج عمان فعال است، مشاهده گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که زمان و دامنه پیک سالانه کلروفیل a به طور سالانه متغیر است، که می‌تواند به تغییرات سالانه در چرخه‌های فصلی مواد مغذی که توسط فراجوشی ساحلی و یا جریان گردابی ایجاد می‌شوند، نسبت داده شود. بررسی توزیع زمانی-مکانی فیتوپلانکتونها به کمک داده های ماهواره ای کلروفیل در آبهای ساحلی ایران، هند، عمان و پاکستان غلظت بالای کلروفیل را در دو بازه اگوست-سپتامبر و فوریه-مارچ نشان می‌دهد (Khan et al., 2015).

۲. مواد و روش‌ها

نمونه برداری به صورت ماهیانه از اسفند ۱۳۹۵ تا اسفند ۱۳۹۶ و در ۱۲ نوبت انجام شد. نمونه برداری از ۸ ایستگاه و در دو عمق سطحی (۰/۵ متر) و عمقی (۱ متر از بستر) با استفاده از بطری نیسکین هرکدام در سه تکرار انجام شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل نمونه‌ها بلافاصله پس از انتقال به آزمایشگاه به کمک پمپ خلا از فیلترهای واتمن با قطر چشمه ۰/۷ میکرون عبور داده شد در فویل آلومینیومی در فریزر $^{\circ}\text{C}$ ۲۰- نگهداری شد. در لوله‌های آزمایش ۱۵ میلی لیتری ۱۰ میلی لیتر استون ۹۰٪، به فیلترها اضافه شد و توسط فویل آلومینیومی کاملاً پوشیده شدند و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. نمونه‌ها ۲۴ ساعت بعد پس از قرار دادن در حمام التراسونیک به مدت ۴ دقیقه، سانتریفیوژ شدند و جذب آنها در طول موج‌های ۶۳۰، ۶۴۵ و ۶۶۵ و ۷۵۰ نانومتر در سل ۵ سانتیمتری خوانده شد.

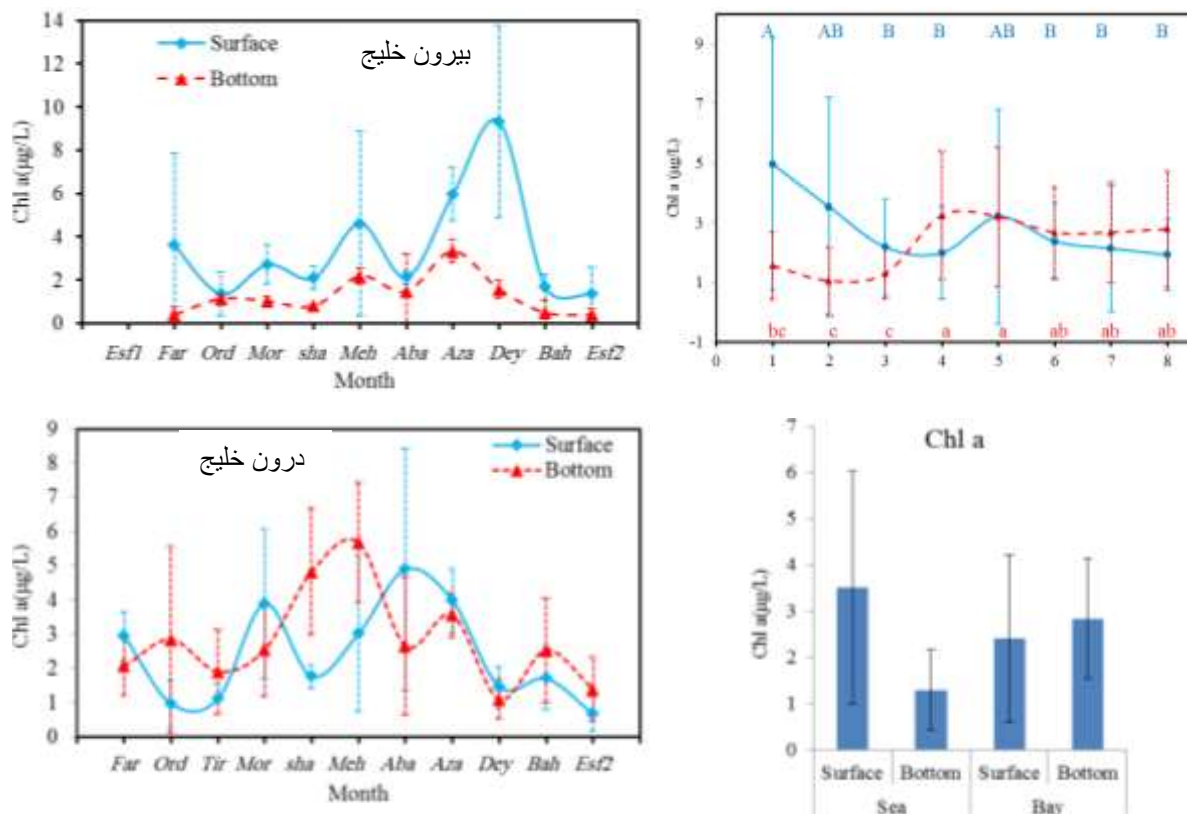


شکل ۱) موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری شده در آبهای ساحلی چابهار

۳. نتایج

به طور کلی مقادیر میانگین کلروفیل برای ایستگاه‌های بیرون خلیج همواره از مقادیر عمقی بیشتر است به استثنای اردیبهشت ماه که باهم تقریباً برابرند (شکل ۲). مقادیر کلروفیل در لایه سطحی مقادیر بیشینه‌ای را در ماه‌های فروردین، مرداد و دی نشان می‌دهد که مقدار دی ماه بیشتر و برابر $9/32 \mu\text{g/L}$ است. در خلیج به دلیل تفاوت کم عمق و سطح و تراکم بالاتر فیتوپلانکتون‌ها در ماه‌های شکوفایی اردیبهشت و شهریور-مهر در لایه عمقی، مقادیر در عمق از سطح بیشتر است. با این حال با در نظر گرفتن میانگین مقادیر سطحی و عمقی بیشینه‌هایی در فروردین، مهر و بهمن نشان می‌دهد. که مقدار بیشینه در مهر قوی‌تر است.

بیشترین مقدار کلروفیل ثبت شده در دی ماه و در ایستگاه‌های بیرون خلیج و برابر $13/17 \mu\text{g/L}$ و کمترین مقدار ثبت شده در اسفندماه و در ایستگاه‌های بیرون خلیج و برابر $0/13 \mu\text{g/L}$ است. پراکندگی داده‌ها در ماه‌های فروردین، مهر، آبان و بویژه دی بالاست که به دلیل شرایط آرام حاکم و تلاطم کمتر و در نتیجه وقوع شکوفایی‌ها به صورت لکه‌ای است همبستگی کلروفیل با جمعیت فیتوپلانکتونها ضعیف است ($R=0/268$). برای بررسی این ابهام، نتایج دوره‌هایی که به نظر می‌رسد مقادیر بالای کلروفیل بر خلاف تراکم پایین فیتوپلانکتون‌ها (آبان، آذر، دی) ناشی از تراکم نسبتاً بالای گونه *Noctiluca scintillans* با اندازه بزرگ باشد، کنار گذاشته شد. نتایج همبستگی بسیار بیشتر کلروفیل با جمعیت فیتوپلانکتون‌ها ($R=0/533$) را نشان می‌دهد.



شکل ۲) تغییرات زمانی (سمت چپ) و مکانی (پنل سمت راست) مقادیر Chl-a برای خلیج و بیرون خلیج در دولا به عمقی و سطحی. حروف ناهمسان بیانگر تفاوت معنی دار بین نتایج است.

۴. بحث و نتیجه گیری

بیومس فیتوپلانکتون ها با کلروفیل اندازه گیری می شود و تخمینی از رنگدانه های فتوسنتزی است. وضعیت تروفیکی آب های ساحلی، خورها و دریاچه ها با روش های گوناگون از جمله مقدار مواد مغذی و یا غلظت کلروفیل مورد ارزیابی قرار می گیرد. مطابق مقیاس کلروفیل سه ناحیه الیگوتروف (۰/۰-۲/۶)، مزوتروف (۲/۶-۲۰) و یوتروف (۲۰-۵۶) تقسیم بندی می شوند. مقدار سالانه میانگین کلروفیل در طی دوره برابر ۲/۵۴ µg/L می باشد که بیانگر الیگوتروف بودن این ناحیه است.

داده های ماهواره ای برای بررسی تغییرات میزان کلروفیل در غرب دریای عمان (نواحی ایران و عمان) برای دوره زمانی ۱۹۹۷-۲۰۰۸ نشان می دهد که پیک غلظت کلروفیل فوریه (بهمن) و جولای- سپتامبر (مرداد- شهریور) دیده می شوند. شدت پیک مربوط به فوریه نسبت به مانسون تابستانه کمتر است و تغییرات بین سالانه آن نیز کمتر است. بر خلاف این گزارش ها، در مطالعه حاضر پیک مربوط به مانسون زمستانه که به دلیل شکوفایی گونه *Noctiluca scintilant* شدیدتر از پیک مشاهده شده در اواخر مانسون و پس مانسون است. زمستانه محققین معتقدند پیک مربوط به مانسون تابستانه که توسط فراچوشی ساحلی القا می شود توسط جریان های گردابی نیز تحت تاثیر قرار می گیرد. در حالی که پیک زمستانه بیشتر تحت تاثیر فراچاهش در آب های ساحلی ایران است که جریانات چرخشی قابل ملاحظه ای ندارد (Piontkovski et al., 2011). مقادیر ضریب همبستگی پیرسون کلروفیل و تراکم فیتوپلانکتونها برای کل دوره برابر $R=0/۲۶۸$ ($P=0/۰۰۰$) و بدون در نظر گرفتن ماه های آبان، آذر و دی $R=0/۵۳۳$ ($P=0/۰۰۰$) است. عدم تطابق این پیک می تواند به دلیل تراکم نسبتا بالای *Noctiluca* باشد هم چنانکه شکوفایی داینوفلاژله ها معمولا باعث انحراف مقادیر کلروفیل از مقدار پایه سالانه می شود (Piontkovski et al., 2011). این گونه که یک داینوفلاژله با قابلیت میکسوتروفی است در طی دو سال گذشته تحت شرایط محیطی

گسترده‌ای از مهرماه تا اوایل بهار به صورت مداوم حضور داشته و شکوفایی های گسترده‌ای نیز داشته است. شکوفایی آن در آبهای دریای عمان به وفور گزارش شده است.

منابع

1. Al-Azri, A.R., Piontkovski, S.A., Al-Hashmi, K.A., Goes, J.I., Do Gomes, H.R., 2010. Chlorophyll a as a measure of seasonal coupling between phytoplankton and the monsoon periods in the Gulf of Oman. *Aquatic Ecology* 44, 449-461.
2. Chaichitehrani, N., Allahdadi, M.N., 2018. Overview of Wind Climatology for the Gulf of Oman and the Northern Arabian Sea. *American Journal of Fluid Dynamics* 8, 1-9.
3. Khan, I.A., Ghazal, L., Arsalan, M.H., Siddiqui, M.F., Kazmi, J.H., 2015. Assessing spatial and temporal variability in phytoplankton concentration through chlorophyll-a satellite data: A case study of northern Arabian Sea. *Pak. J. Bot* 47, 797-805.
4. Piontkovski, S., Al-Azri, A., Al-Hashmi, K., 2011. Seasonal and interannual variability of chlorophyll-a in the Gulf of Oman compared to the open Arabian Sea regions. *International journal of remote sensing* 32, 7703-7715.
5. Piontkovski, S.A., Al-Gheilani, H.M., Jupp, B.P., Al-Azri, A.R., Al-Hashmi, K.A., 2012. Interannual changes in the Sea of Oman ecosystem. *Open Mar. Biol. J* 6, 38-52.



بررسی نقش تولید کنندگان اولیه اکوسیستم‌های حرا در تغذیه بی مهرگان

اکبری نوقابی، نازنین^۱؛ قدرتی شجاعی، مهدی^{۱*}؛ ویجت، مریم^۲

۱. گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور،

marinebiologistu@gmail.com

* ۱. گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور، mshojaei@modares.ac.ir

۲. انستیتو تحقیقات قطبی گرمسیری آلفرد وگنر آلمان، maryamweigt@awi.de

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی نقش تولیدات اولیه اکوسیستم حرای در تغذیه بی مهرگان با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار کربن و نیتروژن می‌باشد. نمونه‌ها از ایستگاه‌های نمونه برداری در ذخیره‌گاه زیست کره حرا جمع‌آوری شدند. تولیدکنندگان اولیه اصلی بوم‌سامانه شامل برگ درخت حرا *Avicennia marina*، میکروفیتوبنتوز و ذرات آلی معلق در کنار ذرات آلی رسوب به عنوان منابع غذایی اولیه جمع‌آوری و مورد سنجش ایزوتوپی قرار گرفتند. میانگین نسبت ایزوتوپ کربن برگ سبز حرا ۲۸/۱۸- واحد در هزار محاسبه شد که در محدوده معرفی شده برای گیاهان مانگرو در جهان قرار دارد. به منظور بررسی مستقیم نقش تولیدات اولیه در این تحقیق گونه ای چراگر (گیاهخوار) *Platevindex tigrinus* انتخاب گردید. میانگین نسبت ایزوتوپ کربن این گونه ۹/۶۰- واحد در هزار بدست آمد. نتایج نشان داد که میزان مشارکت تولیدات اولیه گیاه حرا در تغذیه *P. tigrinus* در شبکه غذایی اکوسیستم حرا کم و حدود ۷ درصد است که نشان می‌دهد که گیاه حرا منبع اصلی غذایی این گونه نمی‌باشد. با این وجود نقش زیستگاهی و نوزادگاهی اکوسیستم حرا برای این گونه و گونه‌های دیگر بسیار حیاتی است.

واژگان کلیدی: اکوسیستم حرا، ایزوتوپ‌های پایدار، تولیدات اولیه

۱. مقدمه

شناخت ساختار شبکه‌غذایی^۱ اکوسیستم‌های دریایی پیش‌نیازی برای درک بهتر روابط بین موجودات و ارتباط آن‌ها با محیط اطراف و نیز چگونگی جریان انرژی و مواد در اکوسیستم‌ها است (Vander Zanden and Rasmussen, 1999). با مطالعه ساختار شبکه‌غذایی می‌توان پایداری و سلامت اکوسیستم‌های دریایی را سنجید و اثرات حذف گونه‌ها^۲ و یا حضور گونه‌های خارجی^۳ را ارزیابی نمود (Shojaei et al., 2015). با این وجود امروزه یکی از مهم‌ترین اهداف مطالعه ساختار شبکه‌غذایی بررسی پاسخ اجتماعات گونه‌ها به عوامل تنش‌زای انسانی^۴ و یا تغییرات آب و هوایی^۵ است (Degen et al., 2018). افزایش دمای آب دریاها و اسیدی شدن اقیانوس‌ها در کنار عوامل تنش‌زای انسانی می‌تواند فراوانی و تنوع گونه‌ها را کاهش و یا حتی افزایش داده و روابط موجودات یک شبکه‌غذایی را مختل نماید (Hoegh-Guldberg

¹ Food web structure

² Species loss

³ Alien species

⁴ Anthropogenic stressors

⁵ Climate change

(and Bruno, 2010; Shojaei et al., 2016). امروزه استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار به عنوان ردیاب‌های طبیعی در حال افزایش است. به طوریکه به عنوان یکی از اصلی‌ترین ابزارها برای سنجش ساختار و پویایی شبکه‌های غذایی به شمار می‌آیند. اکوسیستم‌های مانگرو که عمدتاً در نواحی بین جزر و مدی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری پراکنش دارند، نقش بسیار مهمی در فرآیندهای اکوسیستمی^۱ مناطق ساحلی ایفا می‌کنند (Leung and Tam, 2013). این اکوسیستم‌ها مکان‌های مهمی برای تغذیه و تخم‌ریزی موجودات آبی فراهم می‌کنند، پناهگاه ارزشمندی برای برخی از آبزیان در فصل مهاجرت هستند و محل‌های نوزادگاهی گونه‌های تجاری مانند میگوها و ماهیان سطح‌زی می‌باشند (Ellis et al., 2004). اکوسیستم‌های مانگرو می‌توانند محل تجمع میزان بالایی از تولیدات اولیه باشند (Bouillon et al., 2002). هر چند تحقیقات مختلف، نقش‌های متفاوتی برای مواد آلی تولید شده توسط گیاهان مانگرو و سایر تولیدکنندگان اکوسیستم مانگرو ذکر کرده‌اند، ولی نقطه مشترک همه این تحقیقات، تاثیر محیط و نیز عدم قطعیت روش‌های مورد استفاده بر پایین و یا بالا بودن این نقش است. شکی نیست انجام تحقیقاتی که بتواند نقش هر یک از منابع تولیدات اولیه را در اکوسیستم مانگرو نشان دهد برای شناخت بهتر این اکوسیستم‌ها دارای اهمیت است.

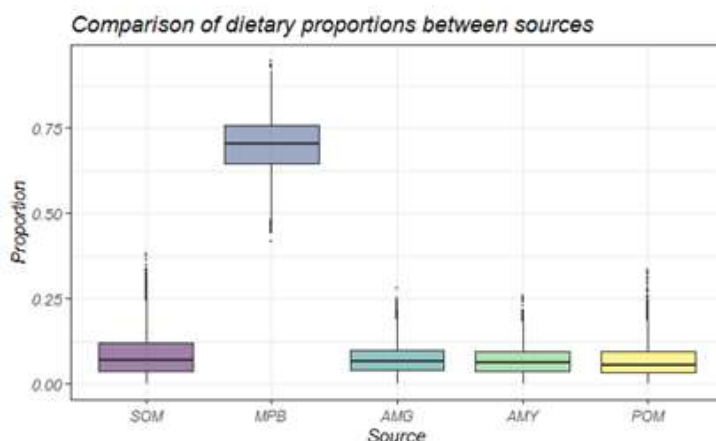
۲. مواد و روش‌ها

منطقه نمونه‌برداری در این تحقیق جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت شده خور خوران در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا (بندر خمیر) می‌باشد. در پژوهش حاضر از تولیدکنندگان اولیه در اکوسیستم حرا به همراه بی‌مهرگان نمونه برداری شد. تمامی نمونه‌ها در محل نمونه‌برداری و تا زمان فریز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد، در داخل یخدان نگهداری شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه و بلافاصله پس از خارج شدن از فریزر به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و جهت آنالیز به آزمایشگاه ارسال شدند.

۳. نتایج و بحث

در تحقیق حاضر، سه گروه از منابع تولیدکنندگان اولیه شناسایی و نمونه‌برداری شدند که شامل برگ گیاه حرا (سبز و زرد)، میکروفیتوبنتوزها و ذرات آلی معلق می‌باشند. در کنار این سه منبع اولیه، ذرات آلی رسوب نیز نمونه‌برداری و سنجش شدند. میانگین ایزوتوپ پایدار کربن منابع غذایی از ۲۸/۷۹- برای برگ سبز تا ۱۶/۱۸- برای ذرات آلی رسوب به دست آمد. همچنین میانگین ایزوتوپ پایدار کربن *Platevindex tigrinus*، ۹/۶۰- و میانگین ایزوتوپ پایدار نیتروژن آن ۴/۶۴ نیز محاسبه شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که بین ترکیب ایزوتوپی تولیدکننده‌های اولیه همبستگی معنی‌داری وجود نداشت. نتایج مدل SIMMR در تعیین سهم مشارکت تولیدکنندگان اولیه در تغذیه *Platevindex tigrinus* نشان داد که میکروفیتوبنتوز بیشترین سهم مشارکت را با مقدار ۷۰٪ در تغذیه این گونه داشتند. تولیدکننده‌های اولیه شامل برگ سبز و زرد حرا هر کدام با درصد مشارکت ۷٪، ذرات آلی رسوب ۸٪ و ذرات آلی معلق ۷٪ نیز سهم اندکی در تغذیه این گونه ایفا می‌کنند (شکل ۱). میکروفیتوبنتوز موجوداتی هستند که در سطح رسوبات در ناحیه نورگیر زندگی می‌کنند و جزء تولیدکنندگان اولیه میکروسکوپی به حساب می‌آیند. میکروفیتوبنتوز در عملکرد ساختار زیستی و غیرزیستی نقش مهمی دارند.

^۱ Ecosystem functions



شکل ۱) خروجی مدل SIMMR که سهم مشارکت هر کدام از تولیدات اولیه را در تغذیه گونه *Platevindex tigrinus* نشان می دهد (SOM= ذرات آلی رسوب، MPB= میکروفتیوتوزها، AMG= برگ سبز حرا، AMY= برگ زرد حرا، POM= ذرات آلی معلق).

منابع

1. Bouillon, S., Koedam, N., Raman, A., Dehairs, F., 2002. Primary producers sustaining macro-invertebrate communities in intertidal mangrove forests. *Oecologia* 130, 441–448.
2. Degen, R., Aune, M., Bluhm, B.A., Cassidy, C., Kędra, M., Kraan, C., Vandepitte, L., Włodarska-Kowalczyk, M., Zhulay, I., Albano, P.G., 2018. Trait-based approaches in rapidly changing ecosystems: A roadmap to the future polar oceans. *Ecol. Indic.* 91, 722–736.
3. Ellis, J., Nicholls, P., Craggs, R., Hofstra, D., Hewitt, J., 2004. Effects of terrigenous sedimentation on mangrove physiology and associated macrobenthic communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 270, 71–82.
4. Hoegh-Guldberg, O., Bruno, J.F., 2010. The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science* (80-.). 328, 1523–1528.
5. Leung, J.Y.S., Tam, N.F.Y., 2013. Influence of plantation of an exotic mangrove species, *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl., on macrobenthic infaunal community in Futian Mangrove National Nature Reserve, China. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 448, 1–9.
6. Shojaei, M.G., Gutow, L., Dannheim, J., Pehlke, H., Brey, T., 2015. Functional diversity and traits assembly patterns of benthic macrofaunal communities in the southern North Sea. In: *Towards an Interdisciplinary Approach in Earth System Science*. Springer, pp. 183–195.
7. Shojaei, M.G., Gutow, L., Dannheim, J., Rachor, E., Schröder, A., Brey, T., 2016. Common trends in German Bight benthic macrofaunal communities: Assessing temporal variability and the relative importance of environmental variables. *J. sea Res.* 107, 25–33.
8. Vander Zanden, M.J., Rasmussen, J.B., 1999. Primary consumer $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ and the trophic position of aquatic consumers. *Ecology* 1395–1404.



The role of primary producers in the diet of benthic macrofauna in a mangrove ecosystem in the Persian Gulf

Akbari Noghabi, Nazanin¹; Ghodrati Shojaei, Mehdi^{1 *}; Weigt, Maryam²

1. Marine Biology Department, Faculty of Natural Resource and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran, marinebiologystu@gmail.com
2. Marine Biology Department, Faculty of Natural Resource and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran, mshojaei@modares.ac.ir
3. Alfred Wegener Institute, Helmholtz Institute for Polar and Marine Science, Bremerhaven Germany, maryamweigt@awi.de

Abstract

We investigated the role of primary producers in the diet of benthic macrofauna in a mangrove ecosystem in the Persian Gulf using stable carbon and nitrogen isotopes. Samples were collected in the three sampling stations in the Hara Biosphere Reserve. The primary producers of the mangrove ecosystem were *Avicennia marina*, Microphytobenthos, particulate organic matters, and sediment organic matters. As a case study we present the result of the model we used to determine the contribution of primary producers in the diet of a grazer (herbivore) species i.e., *Platevindex tigrinus* in the mangrove ecosystem. The species is a key species in mangrove food web. The average stable carbon and nitrogen isotope values for *P. tigrinus* were -18.28 ‰ and -9.60 ‰, respectively. *Avicennia* green leaves contributed only minimally (7%), whereas microphytobenthos contributed most to the diet of the species.

Keywords: Mangrove, Primary production, Stable Isotopes



شبیه‌سازی انرژی جریان جزر و مد در کانال قشم

امامی، مهدیه^۱؛ سیوف جهرمی، مریم^۲*

۱. کارشناس ارشد فیزیک دریا، دانشگاه هرمزگان، mahdiehemami94@yahoo.com

۲. استادیار فیزیک دریا، دانشگاه هرمزگان، soyufjahromi@yahoo.com.au

واژگان کلیدی: کانال قشم، جزر و مد، انرژی تجدیدپذیر

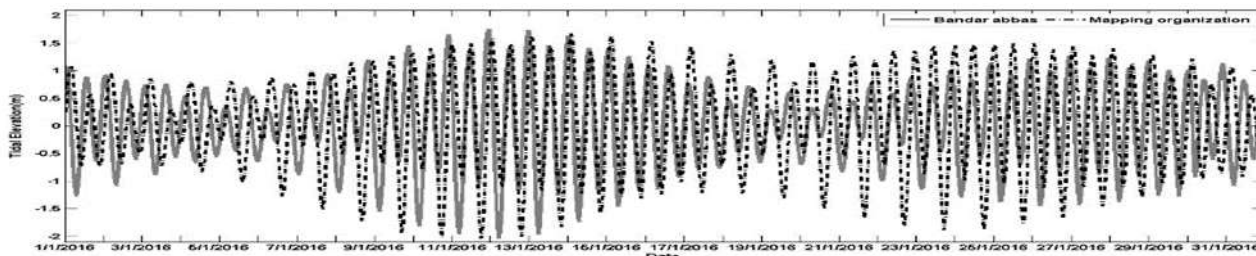
۱. مقدمه

انرژی‌های تجدیدپذیر دریایی توانایی تهیه ۷ درصد از تقاضای برق جهانی را دارد [۱]. در میان انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی جریان‌های جزرومدی، ناشی از جزر و مد حاصل از کشش گرانشی ماه و خورشید [۲، ۳] است و به علت قابل پیش‌بینی بودن، و یژگی‌های جذاب بسیاری که دارد [۴]، آن را یکی از با اعتمادترین و امیدوارکننده‌ترین منابع انرژی جهان [۵] می‌سازد و از اتکا به سوخت‌های فسیلی می‌کاهد. جریان ناشی از جزر و مد مخصوصاً در کانال‌های جزرومدی حائز اهمیت می‌شود، به ویژه در مکان‌هایی که جریان ناشی از اختلاف چگالی و بادرانده (به عنوان دو نوع دیگر از جریان‌های دریایی؛ [۶]) کم اهمیت هستند. به علاوه، الگوی جریان می‌تواند به طور محلی متاثر از شکل خط ساحلی و تغییرات عمق باشد [۷]. لذا شناسایی بهترین مکان جهت نصب توربین‌های جریان‌های جزرومدی یکی از مباحث چالش برانگیز در حوضه استحصال انرژی‌های تجدیدپذیر دریایی خواهد بود. در این راستا، کشورهایی مانند چین [۳]، اتحادیه اروپا [۸]، انگلستان [۹]، و سایر کشورهای پیشرفته، در این زمینه پژوهش‌هایی انجام داده‌اند تا بتوانند گامی در صرفه‌جویی اقتصادی این نوع از انرژی تجدیدپذیر، به ارمغان آورند. پژوهش‌های اندکی نیز در ایران صورت گرفته است [۱۰، ۱۱، ۱۲] که به این مبحث می‌پردازند. در این پژوهش، کانال جزرومدی قشم، واقع در شمال تنگه هرمز، که به شدت تحت تاثیر جزر و مد است، شبیه‌سازی شده است تا مکان سرعت جریان جزرومدی بیشینه در کانال شناسایی گردد و بهترین مکان جهت نصب توربین محاسبه شود.

۲. مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، کانال قشم (طول ۱۱۰ km و به ترتیب عرض شرقی و غربی ۱۹/۸ km و ۱۱ km) واقع در شمال تنگه هرمز، خلیج فارس، بین جزیره قشم و خط ساحلی هرمزگان قرار دارد. در این مطالعه، انرژی جزرومدی کانال قشم، با استفاده از مدل هیدرودینامیکی MIKE3، انیستیتیوی هیدرولیک دانمارک (DHI) با تعداد ۴۴۳۳ شبکه‌ی مثلثی (۳۱۳۶ گره) شبیه‌سازی شد. اطلاعات توپوگرافی، از مؤسسه NOAA NGDC گرفته شد که توسط ERDDAP Server ارائه شده است [۱۳] که براساس آن بیشینه عمق کانال برابر با ۳۰ m- بود. به منظور استخراج داده‌های تراز آب مناسب‌تر در مرزهای باز از داده‌های جزرومدی پکیج TMD (Tide Model Driver) نسخه ۲/۰۵، مربوط به Oregon State University [۱۴] استفاده گردید. این مدل قادر است با استفاده از ثابت‌های جزرومدی منابع مختلف، جزر و مد هر نقطه را با دقت یک دقیقه طول و عرض جغرافیایی پیش‌بینی کند. همچنین، سرعت باد برابر صفر در نظر گرفته شد که پیش از این در مطالعه Mahmoudov و همکاران [۱۵]، نیز همین فرض مطرح شده بود. همچنین، فرض گردید که جریان ناشی از اختلاف چگالی نیز تاثیر زیادی

بر کانال ندارد [۱۵] و الگوی جریان کانال قشم، ناشی از جزرومد است که از نوع نیمروزانه مختلط (متاثر از مولفه‌های M_2 , S_2 , N_2 , K_1 و O_1 [۱۶]) است. دو مرز خشکی (سخت) در شمال و جنوب حوضه و دو مرز باز در شرق و غرب در نظر گرفته شد تا قابلیت تغییر تراز سطح آب بر اثر جزرومد وجود داشته باشد. سپس جزرومد ورودی به مدل را با داده‌های سازمان نقشه برداری کشور (در ۴ ایستگاه واقع در مرز شرقی و ۳ ایستگاه نزدیک مرز غربی) مقایسه شد (به عنوان مثال شکل ۱).



شکل ۱) نمونه‌ای از مقایسه داده ورودی به مدل و داده سازمان نقشه‌برداری در مرز شرقی.

برای صحت‌سنجی نتایج مدل نیز، داده‌های خروجی مدل با مطالعه Khosravi و همکاران [۱۷] مقایسه شد. به علاوه، جهت اعتبارسنجی نیز از داده‌های اندازه‌گیری میدانی (دستگاه ADCP) سرعت جریان (ماه September سال ۲۰۰۵) در عمق ۱۳ m از بستر [۱۷] استفاده گردید تا ضریب بستر ۰/۰۴، مناسب‌ترین ضریب بستر با اختلاف فاز که در حدود ۱۵-۲۳ درصد به دست آمد. سپس نتایج مدل، به مدت یک ماه (January سال ۲۰۱۶)، در ۷ ایستگاه (جدول ۱) در زمان‌های دو کهکشند (دوم و هجدهم January، ۲۰۱۶) و دو مهکشند (یازدهم و بیست و ششم January، ۲۰۱۶)، مورد مطالعه قرار گرفت.

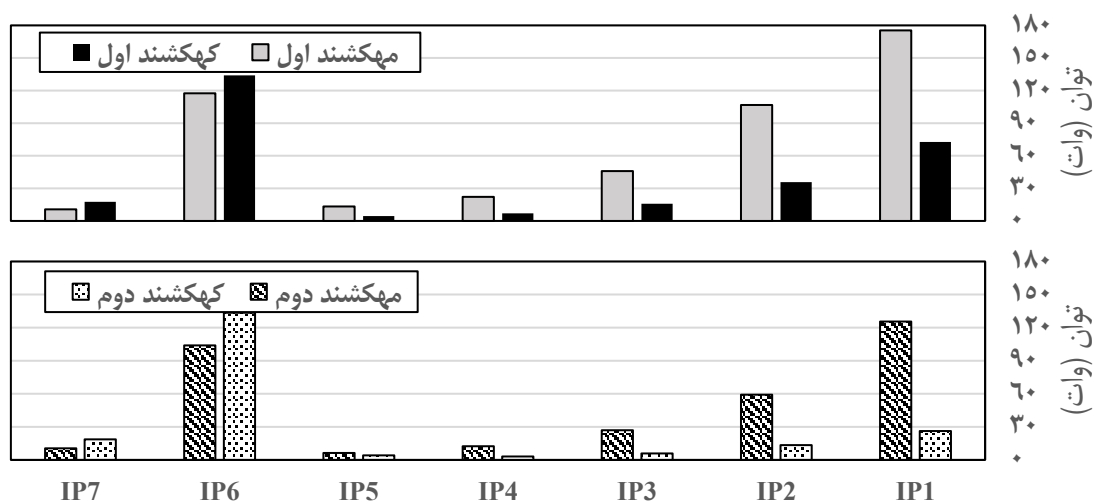
جدول ۱) موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	IP 5	IP 6	IP 7
طول جغرافیایی (°E)	۵۶.۲۳۵	۵۵.۸۴۵	۵۵.۷۵۶	۵۵.۶۲۲	۵۵.۶۰۰	۵۵.۴۵۲	۵۵.۲۷۵
عرض جغرافیایی (°N)	۲۷.۰۶۶	۲۶.۹۴۶	۲۶.۹۶۳	۲۶.۹۱۲	۲۶.۸۰۱	۲۶.۷۱۸	۲۶.۷۰۹

جهت تحلیل توان توربین انرژی جزرومدی از رابطه $P = \frac{1}{2} \rho A U^3$ [۱۸]، استفاده شد که در آن ρ چگالی جریان و برابر با $1025 \frac{Kg}{m^3}$ [۱۵]، A سطح مقطع توربین و U سرعت جریان سیال حاصل از شبیه‌سازی بود. با توجه به بستر کانال قشم و عمق‌های متفاوت در طول کانال و همچنین سرعت جریان، یک نوع توربین کوچک از نوع توربین‌های Pit از شرکت Voith انتخاب شده است. این توربین‌ها دارای قطر ۸۰ cm الی ۸۴۰ cm است [۱۹]. در این پژوهش، قطر توربین کارگذاشته در مدل، برابر با یک متر در نظر گرفته شد.

۳. نتایج

شکل ۲، متوسط توان انرژی جزرومدی را در هر دو مهکشند و کهکشند ماه January سال ۲۰۱۶ در هر ۷ ایستگاه جدول ۱ نشان می‌دهد. دیده می‌شود که بیشترین توان جزرومدی مربوط به IP1 در مهکشند اول (۱۷۵/۴ وات) و سپس در نقطه IP6 در کهکشند اول (۱۳۴ وات) است. کهکشند اول IP6 و مهکشند دوم IP1 نیز به ترتیب با مقادیر ۱۲۵/۵ و ۱۳۳ وات، در رتبه‌های بعدی قرار دارند. به طور نسبی، نقطه IP6 در هر چهار زمان، با حداکثر اختلاف ۳۰ وات نسبت به یکدیگر دارای بیشترین توان در بین ایستگاه‌ها است. ایستگاه IP5، نیز دارای کمترین میزان توان بین ایستگاه‌ها است که با توجه به موقعیت آن که بعد از خم میانه کانال است، منطقی است که دارای کمترین سرعت جریان جزرومدی و در نتیجه کمترین انرژی جزرومدی باشد. به طور کلی به جز ایستگاه IP6 و IP7 که در کهکشند توان بیشتری داریم، در باقی ایستگاه‌ها، بیشترین میزان توان تولید انرژی از توربین به روزهای مهکشند اختصاص می‌یابد.



شکل ۲) بررسی نمودار توان توربین در دو مهرکشد و کپکشد. بالا) مهرکشد و کپکشد اول؛ پایین) مهرکشد و کپکشد دوم

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مدل‌سازی انرژی جریان جزرومدی در کانال قشم نشان می‌دهد که موقعیت مکانی نصب توربین در کانال حائز اهمیت است. بررسی مکانی بیشترین میزان توان توربین تولید شده از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، به خوبی نشان داد که ایستگاه IP6، بیشترین میزان توان تولید انرژی را هم در مهرکشد و هم در کپکشد دارد که البته طبق نتایج مدل، بیشترین سرعت جریان را نیز داراست. باید خاطر نشان کرد که در این پژوهش تنها در محاسبات از یک توربین و با کمترین سطح مقطع (قطر توربین) استفاده شده است؛ که البته در مناطقی با عمق بیشتر از کانال می‌توان از توربین‌هایی با تعداد و سطح مقطع بیشتر استفاده کرد تا توان تولید انرژی بیشتر شود، که این مکان بیشترین عمق را در نزدیکی تنگ‌شدگی کانال قشم داراست.

منابع

1. Fox, C. J., Benjamins, S., Masden, E. A., & Miller, R. (2018). Challenges and opportunities in monitoring the impacts of tidal-stream energy devices on marine vertebrates. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1926-1938.
2. Sverdrup, K. A., Duxbury, A., & Duxbury, A. C. (2006). *Fundamentals of oceanography*. McGraw-Hill Higher Education.
3. Liu, H. W., Ma, S., Li, W., Gu, H. G., Lin, Y. G., & Sun, X. J. (2011). A review on the development of tidal current energy in China. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(2), 1141-1146.
4. Lee, J. H., Park, S., Kim, D. H., Rhee, S. H., & Kim, M.-C. (2012). Computational methods for performance analysis of horizontal axis tidal stream turbines. *Applied energy*, 98, 512-523.
5. Gu, Y.-j., Lin, Y.-g., Xu, Q.-k., Liu, H.-w., & Li, W. (2018). Blade-pitch system for tidal current turbines with reduced variation pitch control strategy based on tidal current velocity preview. *Renewable Energy*, 115, 149-158.
6. Talley, L. D. (2011). *Descriptive physical oceanography: an introduction*: Academic press.
7. Baker, C. (1991). Tidal power. *Energy Policy*, 19(8), 792-797.

8. Magagna, D., & Uihlein, A. (2015). Ocean energy development in Europe: Current status and future perspectives. *International Journal of Marine Energy*, 11, 84-104.
9. Xia, J., Falconer, R. A., & Lin, B. (2010). Impact of different operating modes for a Severn Barrage on the tidal power and flood inundation in the Severn Estuary, UK. *Applied Energy*, 87(7), 2374-2391.
10. Uihlein, A., & Magagna, D. (2016). Wave and tidal current energy—A review of the current state of research beyond technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 1070-1081.
11. Zabihian, F., & Fung, A. S. (2011). Review of marine renewable energies: case study of Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2461-2474.
12. Rashid, A. (2012). Status and potentials of tidal in-stream energy resources in the southern coasts of Iran: a case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(9), 6668-6677.
13. <https://erddap.marine.ie>
14. http://polaris.esr.org/ptm_index.html
15. Mahmoudov, M., Chegini, V., & Montazeri Namin, M. (2011). Three-Dimensional Simulation of Qeshm Channel Currents. *Journal of the Persian Gulf*, 2(3), 0-0.
16. Badri, M. A., Wilders, P., & Azimian, A. R. (2010). Flow estimation for the Persian Gulf using a kelvin wave expansion. *Reports of the Department of Applied Mathematical Analysis*, 10-06.
17. Khosravi, M., Siadatmousavi, S. M., Vennell, R., & Chegini, V. (2017). The transverse dynamics of flow in a tidal channel within a greater strait. *Ocean Dynamics*, 1-16.
18. Soleimani, K., Ketabdari, M. J., & Khorasani, F. (2015). Feasibility study on tidal and wave energy conversion in Iranian seas. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 11, 77-86.
19. https://voith.com/corp-en/BulbPitS-Turbines_Generators.pdf

The Simulation of Tidal Flow Energy in Qeshm Channel

Emami, Mahdieh¹; Soyuf Jahromi, Maryam^{1*}

Department of Nonliving Resources of Atmosphere and Ocean, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

Abstract:

The tidal renewable energy approach is important in the world. In this study, it is provided a 3D simulation of Qeshm Channel, in MIKE3 by constructing a hypothetical turbine with a diameter of one meter (Voith Company) near the water surface, and it has been investigated the capacity of tidal flow velocity powers in the area. By examining seven stations along the channel, it was well seen that the second curvature of the Qeshm Channel is a more suitable place to install turbines with higher efficiency in both spring and neap tides. In addition, moving from Oman Gulf towards Persian Gulf in the Qeshm Channel, the maximum tidal energy strength changes from the spring tide to the neap tide.

Keywords : *Qeshm canal, tidal, renewable energy*



بررسی روزنه‌داران کفزی به عنوان شاخص زیستی کیفیت آب در آبسنگ‌های مرجانی جزیره قشم

اولادعظیمی، نیلوفر^۱؛ قوام مصطفوی، پرگل^{۲*}؛ مقصودلو، عبدالوهاب^۳؛ مقدسی، بابک^۴؛ ماشینچیان مرادی، علی^۵

۱. دانشجوی دکتری گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تهران azimi.niloofer@gmail.com

۲. استادیار گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تهران mostafavi_pa@srbiau.ac.ir

۳. استاد یار، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی تهران wahabbio@gmail.com

۴. استادیار گروه بیولوژی دریا دانشگاه آزاد واحد سوادکوه babak_moghaddasi@yahoo.com

۵-استادیار گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تهران ali2m@yahoo.com

واژگان کلیدی: روزنه داران کفزی، جزیره قشم، آبسنگ مرجانی، *Quinqueloculina*, *Peneroplis*

۱. مقدمه

اکوسیستم آبسنگ‌های مرجانی به دلیل داشتن گونه‌های متنوع جانوری اهمیت بسزایی داشته و مصون ماندن این موجودات مستلزم حفاظت از این اکوسیستم حساس می‌باشد. روزنه داران کفزی به دلیل فراوانی بالا و حساسیت نسبت به تغییرات جزئی محیطی به عنوان شاخصی ایده آل به شمار می‌آیند. در زیستگاه‌های مرجانی تغییر ساختار جمعیتی این موجودات در برابر تنش‌های محیطی با سرعت بیشتری در مقایسه با آبسنگ‌های مرجانی رخ داده (Uthick et al., 2010). و بنابراین مطالعه ساختار و ترکیب جمعیتی این موجودات شاخصی مناسبی برای ارزیابی کیفیت محیط زیست آبسنگ‌های مرجانی می‌باشد (Hallock et al., 2003). که می‌تواند در برنامه‌های حفاظتی از این زیستگاه‌های ارزشمند مورد توجه قرار گیرد. (Hallock et al., 2003; Uthick and Nobes, 2008; Parsaian et al., 2018). طبقه بندی و شناسایی روزنه داران بر اساس ترکیب و مورفولوژی دیواره، ساختار، شکل و ترتیب حجره‌ها، دهانه و تزئینات انجام شده است (Pawlowski., 2012). اگرچه مطالعات زیادی در شناسایی روزنه داران کفزی در خلیج فارس انجام شده است (Murray, 1965; Hartman et al., 1971; Lutz et al., 1971; Lutz, 1974; Sohrabi, 2006, 2010; Saidova, 2010; Mooraki, 2012; Nabavi et al., 2014; Amao et al., 2018; Parsaian et al., 2018). اما بطور خاص زیستگاه‌های مرجانی جزیره قشم کمتر مورد توجه قرار گرفته است، موضوعی که هدف اصلی مطالعه حاضر است.

۲. مواد و روش‌ها

لکه مرجانی جزیره ناز به مختصات $26^{\circ} 48' 54'' \text{ N}$ و $56^{\circ} 07' 28'' \text{ E}$ لکه مرجانی پارک زیتون در جنوب شرق جزیره قشم با مختصات جغرافیایی $26^{\circ} 55' 32.3'' \text{ N}$ $56^{\circ} 15' 37.5'' \text{ E}$ در عمق ۵ تا ۷ متر بعنوان مناطق نمونه برداری انتخاب شده است. نمونه رسوبات با سه تکرار از هر مکان و با استفاده از سرنگ پلاستیکی به قطر ۳ سانتی متر جمع‌آوری و در اتانول ۷۰٪ تثبیت شده است. نمونه رسوب در آزمایشگاه در الک

۶۳ میکرون، در زیر شیر آب شسته شده و رسوبات باقی مانده به مدت هشت ساعت، در دمای ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد، در داخل آون، کاملاً خشک شد. نمونه خشک شده به بشر کاملاً خشک دیگری منتقل شده و تا حدود سه برابر حجم رسوب، به آن تتراکلریدکربن اضافه شد. فاز مایع روی رسوبات، توسط کاغذ صافی برای جداسازی صدف داران فیلتر و میوبنتوزهای باقی مانده، با استفاده از قلم موی نقاشی از روی کاغذ صافی به درون پتری دیش منتقل شد. برای مشاهده و شمارش روزنه داران، از استریومیکروسکوپ Nikon SMZ1500 استفاده شد و شناسایی این موجودات پس از تهیه تصاویر رنگی و الکترونی با کمک کلیدهای شناسایی Debany, 2012 و Loeblich and Tappan, 1987 همچنین سایت <http://www.foraminifera.eu> و مقالات معتبر علمی شناسایی روزنه داران انجام گرفته است.

۳. نتایج

در این بررسی ۳۰ گونه روزنه دار کفزی متعلق به ۲۵ جنس، ۲۰ خانواده و ۵ راسته بر اساس سیستم Horton و همکاران در سال ۲۰۱۷ شناسایی شد. بغیر از جنس *Peneroplis* در جزیره ناز پیدا نشد دو ایستگاه ناز و زیتون دارای فون های مشابه ای از روزنه داران بودند. فراوانی کل روزنه داران در پارک زیتون حدود سه برابر بیشتر از جزیره ناز محاسبه گردید. براساس نتایج بدست آمده، دو جنس *Quinqueloculina* و *Textularia* فراوانترین جنس ها در منطقه مورد مطالعه دو جنس *Sorites* و *Lagena* کمیابترین جنس ها بودند. خانواده *Hauerinidae* و *Textulariidae* نیز بیشترین حضور را در منطقه مورد مطالعه داشتند. خانواده های *Soritidae* و *Lagenida* نیز کمترین فراوانی را بخود اختصاص دادند.

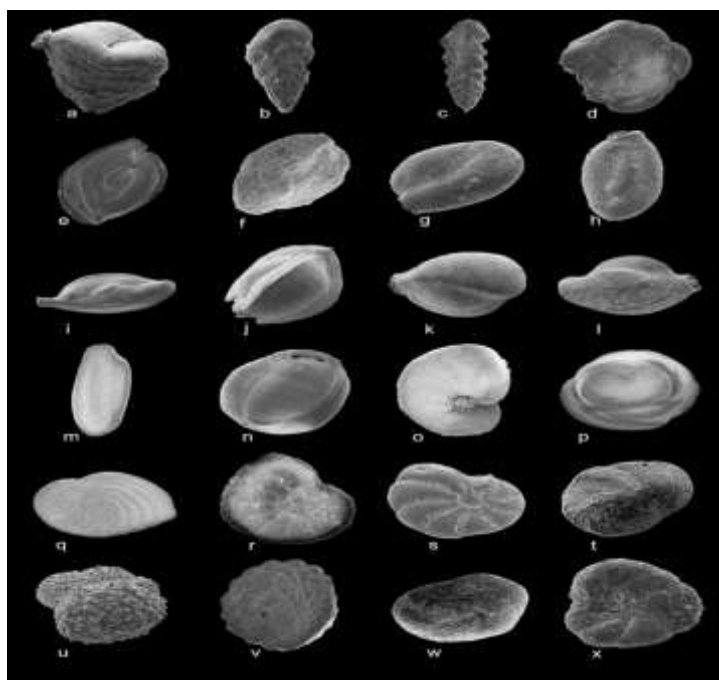


Figure 2): a. *Textularia* sp., b. *Bolivina* sp., c. *Pseudobrizalina lobata*, d. *Cymbalopretta bradyi*, e. *Spiroloculina excavata*, f. *Quinqueloculina agglutinans*, g. *Quinqueloculina* sp., h. *Quinqueloculina seminula* i. *Adolesina* sp. j. *Triloculina* sp., k-l. *Triloculina inflata* m. *Edentostomina repandus*, n. *pyrgo* sp. o. *Nonion fabum*, p. *Discorbis* sp. q. *Peneroplis planatus*, r. *Peneroplis pertusus* s. *Elphidium* sp., t. *Eponides repandus*, u. *Murrayinella murrayi*, v. *Sorites orbiculus*, w. *Rosalina bradyi*, x. *Trochammina inflata*. All scale bars are 100µm

۴. بحث

در دهه گذشته مطالعات متعددی در مورد شناسایی روزنه داران در خلیج فارس انجام شده است. در جدیدترین مطالعه جامع پیرامون آلاینده های خلیج فارس، Amao و همکاران در سال ۲۰۱۸، ۲۲۱ گونه روزنه دار کفزی را در امتداد ساحل ایران (که بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر گسترش دارد) شناسایی کرده است. Sohrabi و همکاران در سال ۲۰۰۶، ۵۴ گونه متعلق به ۲۷ جنس را در جنگلهای مانگرو جزیره قشم ثبت کرده است. براساس نتایج آنها، *Quinqueloculina* و *Ammonia* فراوان ترین و متنوع ترین جنس در این منطقه هستند. همچنین، Doustshenas و همکاران در سال ۲۰۱۶، ۴۴ گونه متعلق به ۳۱ جنس و ۲۵ خانواده را برای قسمت شرقی جزیره قشم شناسایی کرده که *Quinqueloculina*، *Ammonia* و *Spiroloculina*، *Triloculina* شایع ترین جنس بودند. نتایج مطالعه حاضر فهرست گونه ای روزنه داران جزیره قشم را بروز

رسانی کرده و لذا با احتساب داده های قبلی ، تعداد ۸۹ گونه ، ۴۳ جنس و ۳۹ خانواده برای فون های روزنه داران جزیره قشم گزارش می گردد. فراوان تر بودن روزنه داران پارک زیتون نسبت به جزیره ناز می تواند حاکی از شرایط محیطی مطلوب تر این سایت بمنظور رشد آبسنگ های مرجانی باشد اگرچه وضعیت محیطی این سایت قبلاً به دلیل مجاورت با آلاینده های شهری نامطلوب گزارش شده بود (Shirneshtan et al., 2015; Darvishnia et al., 2013). بر این اساس می توان چنین اظهار کرد که آبسنگ های مرجانی در پارک زیتون در حال ترمیم هستند ، موضوعی مشاهدات میدانی غواصان محلی نیز اذعان می دارد. جنس *Quinqueloculina* یکی از فراوانترین جنس ها در اجتماعات روزنه داران خلیج فارس است (Sohrabi et al., 2006, 2010; Saidove, 2010; Mooraki et al., 2012; Nabavi et al., 2014; Doustshenas et al., 2018; Amao et al., 2018). این جنس در مناطق غنی از مواد مغذی با شفافیت کم آب وجود دارد و احتمالاً در برابر تحمل استرس مقاوم است (Uthicke et al., 2010). پوسته پورسلانوز *Quinqueloculina* نقش مهمی در تکثیر آن داشته که نسبت به تغییرات محیطی مانند شوری و دما سازگار است (Cherif, O.H. 1973). در نتیجه بنظر می رسد ، آبهای حاشیه خلیج فارس برای تکثیر این جنس مناسب باشد ، زیرا آب فوق شور خلیج فارس اشباع از کلسیت را افزایش داده ، که این امر تشکیل پوسته پورسلانوز نیز را تسریع می بخشد (Abu-zied et al, 2016). روزنه داران کفزی دارای همزیست به طور قابل توجهی به کربناته شدن آبسنگ ها و رسوبات در فلات قاره کمک کرده و اغلب بهترین نشانگر وضعیت کیفی آب در زیستگاه های مرجانی و جلبکی هستند (Triantaphyllou and others, 2005, 2009). گونه ای از جنس *Peneroplis* در جزیره ناز مشاهد نشد اما در پارک زیتون این جنس فراوانی قابل توجهی داشت. *Peneroplis* یکی از بزرگترین روزنه داران دارای همزیست است که در محیط های الیگوتروفیک آبسنگی زندگی می کند. به نظر می رسد که زیستگاه های مرجانی جزیره ناز وضعیت سلامتی مناسبی ندارد. نتایج یک تحقیق موازی مقصودلو و همکاران (مکالمه مستقیم ۱۳۹۷) و همچنین مشاهدات غواص محلی نیز حکایت از تخریب ۸۰ درصدی آبسنگ های مرجانی جزیره ناز را بیان می دارد. نتیجه این مطالعه می تواند اطلاعات ما در مورد اجتماعات روزنه داران در زیستگاه های مرجانی در خلیج فارس را گسترش داده و به ما در تخمین سلامت زیستگاه آبسنگ های مرجانی بر اساس غنای روزنه داران دارای همزیست کمک کند.

منابع

1. Abu-Zied, R. H., Al-Dubai, T. A. M., & Bantan, R. A. (2016). Environmental conditions of shallow waters alongside the southern Corniche of Jeddah based on benthic foraminifera, physico-chemical parameters and heavy metals. *Journal of Foraminiferal Research*, 46(2), 149–170. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.46.2.149>
2. Amao, A. O., Qurban, M. A., Kaminski, M. A., Joydas, T. V., Manikandan, P. K., & Frontalini, F. (2019). A baseline investigation of benthic foraminifera in relation to marine sediments parameters in western parts of the Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 146(November 2018), 751–766. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.072>
3. Cherif, O. H. (1973). Zur Klassifizierung der Miliolinellinae (Foraminifera). On the classification of the Miliolinellinae (Foraminifera). *Neues Jahrbuch Für Geologie Und Paläontologie, Monatshefte*, 709–718. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=sourcedetails&id=337826>
4. Darvishnia, Z., Riahi Bakhtiari, A., Kamrani, E., & Sadjjadi, M. M. (2015). Bioaccumulation of heavy metals (Pb, Fe & Zn) in the tissues of skeletal coral family, faviidae and surrounding sediments in the south of Qeshm Island-the Persian Gulf. *Journal of Aquatic Ecology*, 5(1), 87-77.
5. Debany, J.-P. (2012). A Guide to 1 , 000 Foraminifera.

6. Hallock, P., Lidz, B. H., Cockey-Burkhard, E. M., & Donnelly, K. B. (2003). Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring: The foram index. *Environmental Monitoring and Assessment*, 81(1–3), 221–238. <https://doi.org/10.1023/A:1021337310386>
7. Loeblich, A. R., & Tappan, H. (1987). *Foraminiferal Genera and their Classification*. https://books.google.pt/books?id=n_BqCQAAQBAJ
8. Lutze, G. F. (1974). *Benthic foraminifera in surface sediments of the Persian Gulf*. PANGAEA. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.548420>
9. Lutze, G. F., Grabert, B., & Seibold, E. (1971). Sediment fraction analysis and population density of living larger foraminifera in the Persian Gulf (Table 1A, 1B). PANGAEA. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.112554>
10. Mooraki, N., Moghadasi, B., Manoochehri, H., & Changizy, R. (2013). Spatial distribution and assemblage structure of foraminifera in Nayband Bay and Haleh Estuary, North-West of the Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(3), 654–668.
11. Murray, J. W. (1965). *Of the persian gulf. 2. the abu dhabi. I*(1798), 307–332.
12. Nabavi, S. M. B., Moosapanah, S. G. R., Rajab Zadeh Ghatrami, E., Ghayyem Ashrafi, M., & Nabavi, S. N. (2014). Distribution, Diversity and Abundance of Benthic Foraminifera of the Northwstern Persian Gulf. *Journal of the Persian Gulf*, 5(16), 15-26.
13. Parsaian, M., Shokri, M. R., & Pazooki, J. (2018). The response of benthic foraminifera to aquaculture and industrial pollution: A case study from the Northern Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 135(July), 682–693. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.07.073>
14. Pawlowski, J., Holzmann, M., & Tyszka, J. (2013). New supraordinal classification of Foraminifera: Molecules meet morphology. *Marine Micropaleontology*, 100, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2013.04.002>
15. Saidova, K. M. (2010). Benthic foraminifer communities of the Persian Gulf. *Oceanology*, 50(1), 61–66. <https://doi.org/10.1134/S0001437010010078>
16. Shirneshan, G., Riyahi, A., Jafar, S., & Mortazavi, S. (2013). Environmental Geochemistry of Cu , Zn and Pb in Sediment from Qeshm Island Persian Gulf , Iran : a Comparison Between the Northern and Southern Coast and Ecological Risk 1. January. <https://doi.org/10.7868/S0016752513050075>
17. Sohrabi-mollayousefi, M., & Sahba, M. (2010). Environmental response of benthic foraminifera in Asalooeye coastline sediments (Persian Gulf). April, 26–28.
18. Sohrabi-Mollayousefy, M., Tehrani, K. K., & Momeni, I. (2006). Study of Benthic Foraminifera in Mangrove Ecosystem of Qeshm Island (Persian Gulf). *J. Sci. I. A. U.*, 16(61), 10–19.
19. Triantaphyllou, M. V., Dimiza, M. D., Koukousioura, O., & Hallock, P. (2012). Observations on the life cycle of the symbiont-bearing foraminifer *Amphistegina lobifera* Larsen, an invasive species in coastal ecosystems of the aegean sea (Greece, E. Mediterranean). *Journal of Foraminiferal Research*, 42(2), 143–150. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.42.2.143>

20. Uthicke, S., & Nobes, K. (2008). Benthic Foraminifera as ecological indicators for water quality on the Great Barrier Reef. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78(4), 763–773. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.02.014>
21. Uthicke, S., Thompson, A., & Schaffelke, B. (2010). Effectiveness of benthic foraminiferal and coral assemblages as water quality indicators on inshore reefs of the Great Barrier Reef, Australia. *Coral Reefs*, 29(1), 209–225. <https://doi.org/10.1007/s00338-009-0574-9>

A study of Benthic foraminifera as a biological indicator of water quality in coral reefs of Qeshm Island

Olad Azimi, Niloofar.^{1, 2}; Ghavam Mostafavi, Pargol.^{1*}; Maghsoudlou, Abdolvahab.²; Moghaddasi, Babak.³; Mashinchian Moradi, Ali.¹

1. Department of Marine Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science (INIOAS), Tehran, Iran.
3. Islamic Azad University, Savadkooh Branch, Departments of Natural Resources, Savadkooh, Iran.

Abstract

There are various strategies for getting information about the health status of coral habitats, one of them is to study the structure of the communities of benthic foraminifera. Benthic foraminifera are a good indicator of water quality and reef health. The aim of this study was to identify and study the richness of species of benthic foraminifera in sediments of coral habitat in Qeshm Island. The result of the study can be used in estimating the biological index, which relies on the correct identification of these organisms and applied in coral habitats. Foraminifera were sampled from two coral stations of Naz Island and Zeytoon Park with three replications of each station. Both of the regions are located in the southern part of Qeshm Island. Based on the results thirty species belonging to 25 genera and 20 families were identified. *Quinqueloculina* was the most abundant genus in the study area. The abundance and diversity of foraminifera species in Zeytoon Park station were higher than in Naz Island. *Peneroplis* is an important genus in coral reef habitat. The presence of *Peneroplis* in Zeytoon park and the absence of this genus in Naz stations indicates more favorable environmental conditions for the minimum growth of coral reefs at the Zeytoon Station. By introducing of 15 new records of nine genera belonging to seven families, the list of species of Qeshm Island foraminifera has been updated to 89 species belonging to 43 genera and 39 families are reported for Qeshm Island foraminifera.

Keywords: *Benthic foraminifera, Qeshm Island, Coral reefs, Quinqueloculina, Peneroplis.*



تخمین میدان باد در دریای عمان به کمک تصاویر راداری

باباگلی متی کلایی، جواد^۱*

۱. موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، javadbabagoli@ut.ac.ir

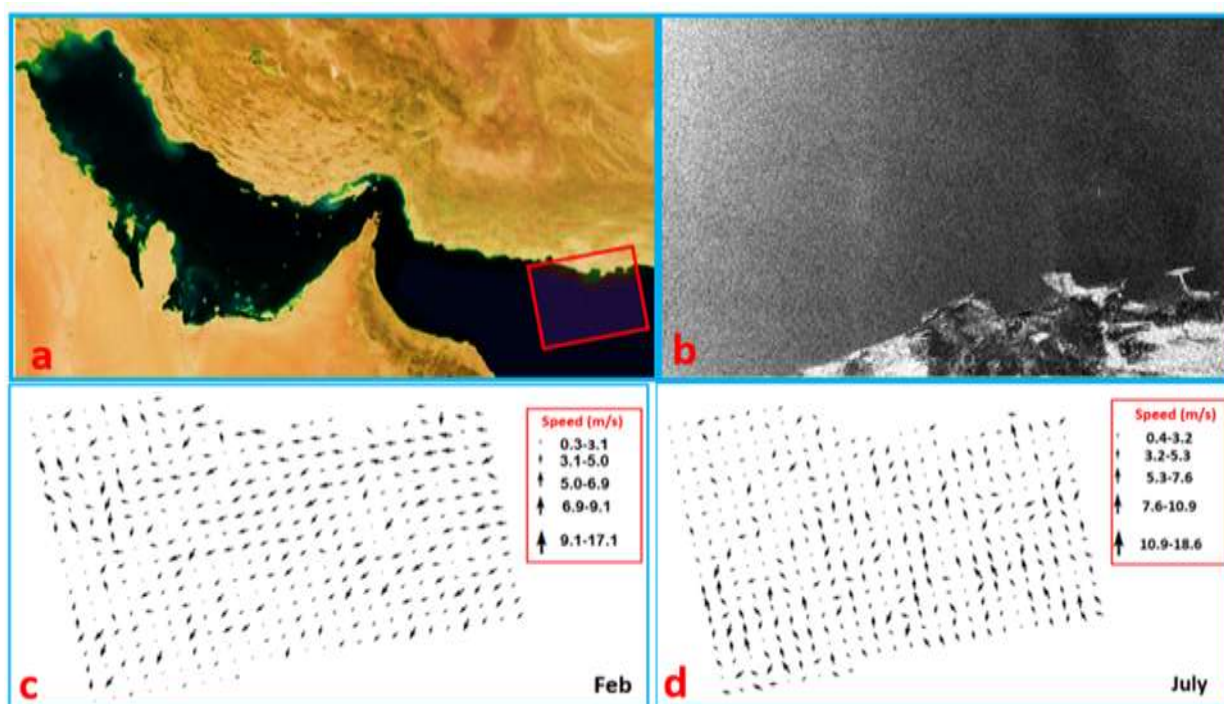
واژگان کلیدی: میدان باد، دریای عمان، داده های راداری، سنتینل ۱

۱. مقدمه

میدان باد نقش مهمی در فرآیند های اقیانوسی بازی می کند و تخمین درست آن می تواند در درک درست جریانات سطحی اقیانوس ها، انتشار آلودگی های نفتی، فرآیند های اختلاط بسیار مهم باشد. از این رو هواشناسان و اقیانوس شناسان در پی داده های معتبر و دقیق در پژوهش های علوم جوی و اقیانوس هستند تا پدیده های لایه های مرزی دو سیال را بهتر بشناسند. برای نیل به این هدف روش های مختلفی وجود دارد که روش های عددی و داده های سینوپتیکی از روش های مرسوم است که پژوهشگران از آن بهره می گیرند. در کنار این روش ها داده های ماهواره ایی یک روش مناسب است که با توجه به در مدار قرار گرفتن سنجنده های مختلف، پیش از پیش امروزه مورد توجه قرار می گیرد. از بین آژانس های فضایی، آژانس فضایی اروپا سنجنده های مختلفی طراحی و در مدار قرار داده است که در مطالعه ی پدیده های علوم جوی و اقیانوسی از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از این سنجنده های پر کاربرد سری سنجنده های سنتینل است که شامل سنسورهای راداری و اپتیکی است که در ثبت داده و رصد پدیده های جوی و اقیانوسی قابلیت های خوبی از خود نشان داده است. اگرچه سنتینل شامل سری های ۱، ۲ و ۳ است مقصود این پژوهش کاربست داده های سنتینل ۱ است. این سنجنده در سری های A و B به ترتیب در آوریل ۲۰۱۴ و ۲۰۱۶ به فضا پرتاب شده است که هدف آن اخذ داده در شرایط آب و هوایی مختلف و بدون محدودیت در طول شبانه روز است [1,2,3]. این سنجنده ها هر ۶ روز کل کره زمین را پوشش می دهند. باتوجه به طول موج و فرکانس این سنجنده که به ترتیب ۵/۵۴ سانتی متر و ۵/۴۰۵ گیگا هرتز است جز رادارهایی در محدوده ی باند C دسته بندی می شود. این سنجنده این قابلیت را دارد که در پلاریزه های تک گانه و دوگانه داده برداشت و محدوده سیگنال فرودی این سنجنده بین ۲۰ تا ۴۵ درجه است [4]. اخذ داده در این سری سنجنده ها در مدهای مختلف هستند که یکی از مهمترین آنها مد IW (Interferometric Wide Swath) با بهره گیری از تکنیک TOPSAR که در هر تصویر برداری حدود ۲۵۰ کیلومتر عرض را پوشش می دهد [5,6]. با توجه به مدهای مختلف، این سنجنده می تواند در تشخیص لکه های نفتی، مکان کشتی ها، امواج دورا و نیز تخمین میدان باد خوب عمل کند. در بین این قابلیت ها، مولف سعی دارد در پژوهش حاضر از توان این سنجنده در تشخیص میدان باد (جهت و سرعت) استفاده کند.

۲. روش تحقیق

در این پژوهش منطقه مورد مطالعه در دریای عمان در محدوده عرض جغرافیایی $23/5$ و $25/5$ درجه شمالی و طول جغرافیایی 60 و $62/5$ درجه انتخاب شده است (شکل ۱). داده‌های خام مربوط به فصول زمستان و تابستان در این ناحیه استفاده شده است که داده‌ها از نوع GRD توسط سنتینل A در مد IW، در حالت صعودی و (بطور مثال) در ماه فوریه در مسیر و مدار ۸۶ و ۳۱۳۳ داده‌ها ثبت شده است. این نوع داده، دارای باندهای شدت و دامنه که هر کدام دارای دو پلاریزاسیون VV و VH می‌باشند. در این پژوهش با توجه به هدف آن، از باند شدت در پلاریزاسیون VV استفاده شده است که برای تخمین میدان باد مناسب است. برای تخمین سرعت و جهت باد فرآیندهای پیش پردازش مختلفی روی داده‌ها انجام شده است که شامل اعمال فایل مدار مورد نظر بر روی داده‌ها، حذف نویزهای حرارتی، حذف نویزهای حاشیه‌ها در داده‌های GRD از آن جمله هستند. پس از آن با اعمال فیلتری مناسب نواحی خشکی حذف شده و سپس داده‌ها کالیبره شده و در نهایت داده‌ها به شبکه‌هایی تقسیم بندی شده‌اند و سپس به کمک مدل CMOD5 مقدار سرعت باد تخمین زده شده است که این روش به کمک روشی که توسط [7] Herespach, 2003 توسعه داده، امکان پذیر شده است. در پایان فیلتر مربوط به تصحیحات مربوط به کره زمین بر روی داده‌ها اعمال شده است تا تصاویر راداری بامکان واقعی خود در زمین تطبیق داده شوند. اگرچه با اعمال این مراحل میدان سرعت تخمین زده می‌شود ولی تخمین جهت سرعت کار کمی دشوار تر است. با کمی کد نویسی تحت نرم افزار پایتون جهت میدان باد تخمین زده شد و شکل‌های نهایی میدان باد در منطقه‌ی مورد مطالعه در دو ماه فوریه و جولای ترسیم شده است (شکل ۱).



شکل ۱ (a) منطقه‌ی مورد مطالعه در آب‌های دریای عمان (b) تصویر داده خام سنجنده سنتینل در ماه جولای در باند VV Amplitude (c) و (d) تخمین سرعت و جهت باد در ماه فوریه و جولای.

۳. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شده است که به کمک داده‌های سنتینل ۱ میدان باد در دریای عمان تخمین زده شود. برای نیل به این هدف از داده‌های نوع GRD استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که داده‌های با پلاریزه‌های VV برای این کار مناسب هستند و در این بین باند شدت این سنجنده نتایج بهتری می‌دهد. با توجه به نتایج در ماه جولای میانگین باد به طور کلی بیشتر از ماه فوریه است که بطور مثال در ماه فوریه میانگین سرعت باد حدود ۶.۵ متر بر ثانیه در مقایسه با حدود ۷ متر بر ثانیه برای ماه جولای است. بیشترین مقدار سرعت حدود

۱۸/۶ متر بر ثانیه برای ماه جولای به ثبت رسیده است. علاوه بر این، جهت باد در ماه فوریه غرب سو است ولی به نظر جهت میدان سرعت از دقت کمتری برخوردار است به این دلیل که از فرض هایی برای تخمین آن استفاده شده است که نیاز به صحت سنجی دقیق تر است. برای صحت سنجی داده ها از داده های سینوپتیکی در محدوده منطقه ی مورد مطالعه استفاده شده است که بررسی ها نشان می دهد که دقت روش تا حدی مناسب است. بطور مثال سرعت باد میدانی حدود ۵ متر بر ثانیه و به سمت جنوب غربی ولی داده های راداری حدود ۵.۵ متر بر ثانیه و جهت حدود ۲۰۰ (بین غرب و جنوب غرب) درجه را نشان می دهند که نسبتاً قابل قبول است. اگرچه مناسب بود که از داده های ECMWF برای صحت سنجی استفاده شود ولی متأسفانه این داده ها در سال ۲۰۲۰ هنوز در دسترس نیستند که می شود در پژوهش های آینده از آن برای صحت سنجی استفاده کرد. نتایج این پژوهش نشان می دهد که می شود از داده های ماهواره ای برای تخمین میدان باد در محیط های دریایی استفاده کرد. بطور کلی استفاده از روش های ماهواره ای روش مناسبی برای پژوهش های اقیانوسی است که پیشنهاد می شود از قابلیت های دیگر این سنجنده برای پایش لکه های نفتی خلیج فارس با نگاه زیست محیطی، مطالعه امواج دورا در آب های جنوبی ایران برای پژوهش های مهندسی سواحل و نیز سطح پوشش یخ در خزر شمالی برای مطالعات اقلیمی مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، سنجنده سنتینل ۳ بدلیل اخذ داده های ارتفاع سنجی می تواند در مطالعه جریان های سطحی (مخصوصاً ژئوستروفیک) با نگاه دینامیک شار ه های ژئوفیزیکی استفاده شود به دلیل این که سطح پوشش این سنجنده بیشتر است می تواند مفید تر باشد.

منابع

1. Schubert, A., Miranda, N., Geudtner, D., & Small, D. (2017). Sentinel-1A/B combined product geolocation accuracy. *Remote sensing*, 9(6), 607.
2. Potin, P., Bargellini, P., Laur, H., Rosich, B., & Schmuck, S. (2012, July). Sentinel-1 mission operations concept. In 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (pp. 1745-1748). IEEE.
3. Murashkin, D., Spreen, G., Huntemann, M., & Dierking, W. (2018). Method for detection of leads from Sentinel-1 SAR images. *Annals of Glaciology*, 59(76pt2), 124-136.
4. Chen, Y., Qiao, S., Zhang, G., Xu, Y. J., Chen, L., & Wu, L. (2020). Investigating the potential use of Sentinel-1 data for monitoring wetland water level changes in China's Momoge National Nature Reserve. *PeerJ*, 8, e8616.
5. Arslan, N. (2018). Assessment of oil spills using Sentinel 1 C-band SAR and Landsat 8 multispectral sensors. *Environmental monitoring and assessment*, 190(11), 637.
6. Wang, C., Mouche, A., Tandeo, P., Stopa, J. E., Longépé, N., Erhard, G., ... & Chapron, B. (2019). A labelled ocean SAR imagery dataset of ten geophysical phenomena from Sentinel-1 wave mode. *Geoscience Data Journal*, 6(2), 105-115.
7. Hersbach, H. 2003. "CMOD5: An Improved Geophysical Model Function for ERS C-band Scatterometry. ECMWF Tech. Memo. 395, Eur. Cent. for Medium Range Weather Forecasts, Reading, U. K.

Wind field estimation using radar images in the Oman Sea

Babagoli Matikolaei, Javad^{1*}

Graduate in Physical Oceanography, Institute of Geophysics, University of Tehran

Abstract

The present study aims to estimate wind field estimation using sentinel 1 images in the Oman Sea. To deal with this, GRD products of this sensor in the winter and summer 2020 are used. The algorithm which is applied to estimate speed and direction is based on the CMOD5 model which is very suitable for this type of research. Also, we apply some steps as pre-processing such as thermal noise removal and GRD border noise removal. The results show that the intensity VV band can be the best choice for wind field estimation. The output indicates that wind speed in July is higher than in February whereas the maximum value of wind speed reaches roughly 18 m/s in July. Furthermore, to estimate wind direction, some python codes are used since the CMOD5 model cannot calculate wind direction directly. All in all, this paper shows that radar images can be a suitable method to estimate wind field particularly in the Iranian sea due to limitation of data although we need extra studies to evaluate the wind direction of this method.

Keywords: *Wind field, Oman Sea, Radar images, Sentinel 1*



تأثیر کوهساری بر بارش‌های تابستانی اقیانوس هند

بابائی، مرتضی^۱؛ علیزاده‌چوبری، امید^۲؛ ایران‌نژاد، پرویز^۳

۱. کارشناس ارشد هواشناسی، موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران morteza_babaei@alumni.ut.ac.ir

۲. دانشیار گروه فیزیک فضا، موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران omid.alizadeh@ut.ac.ir

۳. دانشیار گروه فیزیک فضا، موسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران piran@ut.ac.ir

واژگان کلیدی: اقیانوس هند، کوهسای، بارش

۱. مقدمه

کوهساری به وسیله فرآیندهای متنوعی از قبیل سد کردن جریان سطوح پایین [۱]، تأثیر بر مسیر طوفان‌های عرض‌های میانی [۲] و تولید امواج گرانی [۳] بر گردش‌های جوی تأثیر می‌گذارد. مطالعات زیادی در زمینه تأثیر کوهساری بر موسمی جنوب آسیا صورت گرفته است. برای مثال هان و مانابه^۱ (۱۹۷۵) [۴] نقش کوهستان را در موسمی تابستانی بررسی کردند و با مقایسه شبیه‌سازی‌های با و بدون اثر کوهستان نتیجه گرفتند که حذف اثر کوهستان موجب تغییر چشمگیر در گردش موسمی جنوب آسیا می‌شود، به‌نحوی که وجود ارتفاعات فلات تبت برای گسترش شمال‌سوی گردش موسمی روی هند لازم است. زو^۲ و همکاران (۲۰۱۰) [۵] سه شبیه‌سازی متفاوت برای بررسی نقش کوهساری قاره آسیا و آفریقا بر موسمی تابستانی جنوب آسیا طراحی کردند. نتایج آنها نشان داد که حضور کوهستان‌های آفریقا و جنوب عربستان موجب تقویت جریان‌های باد متقاطع-استوایی در سطوح پایین و بالایی وردسپهر می‌شود. بعلاوه آنها دریافتند که واداشت‌های دینامیکی و حرارتی کوهساری آسیا نقش مهمی در تقویت موسمی تابستانی و زمستانی جنوب آسیا بازی می‌کنند.

بیشتر مطالعات پیشین به تأثیر کوهساری بر بارش در ناحیه جنوب آسیا و دامنه هیمالیا تمرکز کرده‌اند. هدف از این پژوهش، بررسی نقش کوهساری بر الگوی بارش در اقیانوس هند است. برای این منظور، نسخه چهارم مدل اقلیمی منطقه‌ای^۳ (RegCM4) برای بررسی تأثیر کوهساری‌های قاره‌های آسیا، آفریقا و اقیانوسیه بر بارش تابستانی در اقیانوس هند مورد استفاده قرار گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

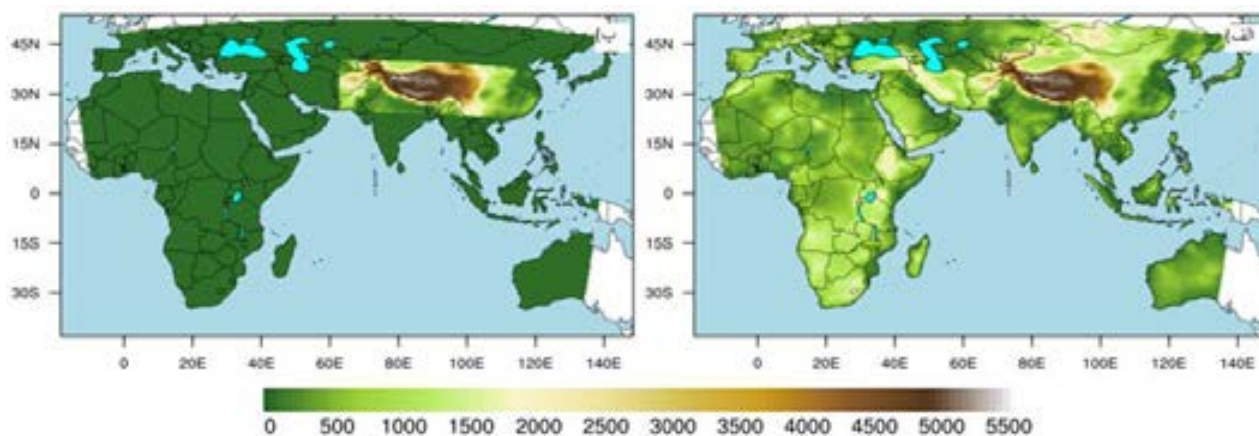
با استفاده از RegCM4، سه شبیه‌سازی انجام شده است: شبیه‌سازی کنترلی که از کوهساری واقعی مدل استفاده می‌کند، شبیه‌سازی حذف کامل کوهساری و شبیه‌سازی سوم که فقط فلات تبت در آن در نظر گرفته شده است و کوهساری سایر مناطق حذف شده است (شکل ۱). شبکه گسترده‌ای برای ناحیه شبیه‌سازی، شامل قاره‌های آفریقا، اقیانوسیه و آسیا و همچنین اقیانوس هند در نظر گرفته شده است. برای شرایط آغازین و مرزی شبیه‌سازی‌ها از داده‌های ERA-Interim استفاده شده است که از سرور ECMWF با تفکیک افقی $1/5^\circ \times 1/5^\circ$ در 37° سطح فشاری گرفته شده است. دوره شبیه‌سازی‌ها از ۱ می تا ۳۱ آگوست برای چهار سال ۲۰۰۴، ۲۰۰۵، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ در نظر گرفته

¹ Hahn and Manabe

² Xu

³ Regional Climate Model version 4

شده است. به دلیل حذف توپوگرافی از مدل، برای رسیدن به پایداری، نتایج ماه می به عنوان spin-up کنار گذاشته شد. تفکیک افقی شبیه‌سازی‌ها ۶۰ کیلومتر، با استفاده از 190×280 نقطه شبکه در ۱۸ سطح فشاری در نظر گرفته شده است. همچنین از روش تبدیل نقشه مرکاتور چرخیده با مرکزیت $8^\circ N$ و $65^\circ E$ استفاده شد.



شکل ۱) حوضه شبیه‌سازی و ارتفاع از تراز دریا برای الف) اجرای کنترلی ب) حذف تمام کوهساری ناحیه شبیه‌سازی به جزء فلات تبت

۳. نتایج

شکل ۲ (الف، ج و هـ) الگوی جریان باد تراز ۸۵۰ hPa و مجموع کل شار رطوبت بین تراز ۷۰۰-۱۰۰۰ hPa را نمایش می‌دهد. در هر سه شبیه‌سازی جریان موسمی از واچرخند جنوب آسیا سرچشمه می‌گیرد. در شبیه‌سازی کنترلی (شکل ۲-الف)، جریان باد و شار رطوبت متقاطع-استوا به طور تقریبی از روی اقیانوس هند وارد نیم‌کره شمالی شده است که در نزدیک سواحل سومالی تمرکز دارد. با حذف کوهساری (شکل ۲-ب)، این جریان ناحیه گسترده‌تری شامل قاره آفریقا و اقیانوس اطلس را در برگرفته است، به نحوی که در سراسر این ناحیه جریان باد متقاطع-استوا وجود دارد. در اجرای حذف کوهساری، شار رطوبت در سواحل سومالی، دریای عرب، جنوب آسیا، دامنه هیمالیا و خلیج بنگال کاهش چشمگیری داشته، اما در مناطق جنوبی‌تر واقع در اقیانوس هند افزایش قابل توجهی داشته است. در اجرای فلات تبت (شکل ۲-هـ)، منطقه بیشینه شار رطوبت در اقیانوس هند مطابق اجرای حذف کامل کوهساری است، اما در مناطق سواحل سومالی، دریای عرب، جنوب آسیا، دامنه هیمالیا و خلیج بنگال شار رطوبت کاهش کمتری نسبت به اجرای حذف کامل کوهساری دارد.

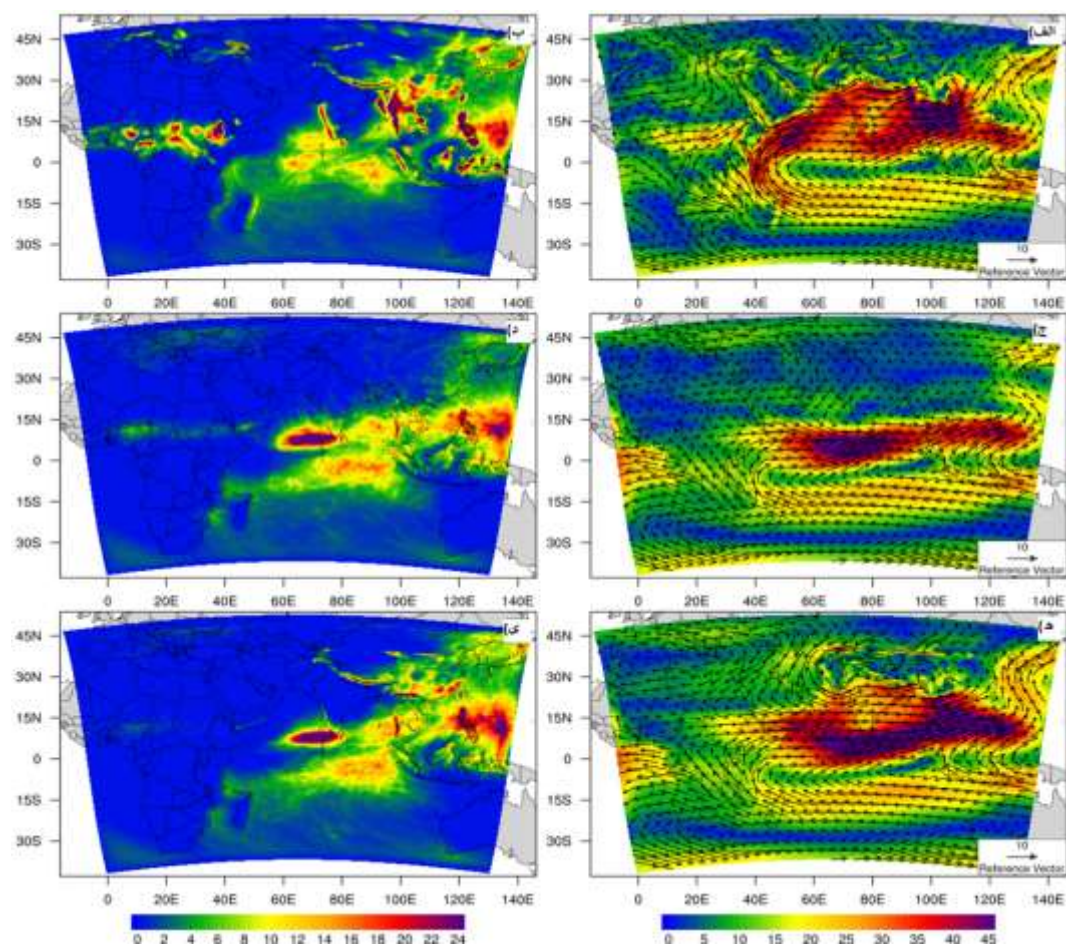
شکل ۲ (ب، د و ی) الگوی بارش را برای هر سه شبیه‌سازی نمایش می‌دهد. یکی از مشخصه‌های شناسایی مکان منطقه همگرایی درون حاره‌ای، بارش بیشینه در مناطق حاره‌ای است [۶]. در اجرای کنترلی (شکل ۲-ب)، مکان منطقه همگرایی درون حاره‌ای در نیم‌کره شمالی واقع شده است که موجب بارش‌های قابل توجه در مناطق مرکزی قاره آفریقا، دریای عرب، خلیج بنگال، هند و جنوب چین شده است. با حذف کوهساری (شکل ۲-د)، بارش خشکی‌های مناطق حاره‌ای به شدت کاهش می‌یابد، اما روی اقیانوس هند افزایش می‌یابد. در اجرای فلات تبت (شکل ۲-ی)، بارش روی اقیانوس هند تقریباً الگوی یکسانی در مقایسه با اجرای حذف کوهساری دارد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از مدل اقلیمی منطقه‌ای RegCM4 به بررسی تاثیر کوهساری بر الگوی بارش در اقیانوس هند پرداخته شده است. سه شبیه‌سازی در نظر گرفته شده است: شبیه‌سازی کنترلی که از کوهساری واقعی مدل استفاده می‌کند، شبیه‌سازی حذف کامل کوهساری و شبیه‌سازی سوم که فقط فلات تبت در آن در نظر گرفته شده و کوهساری سایر مناطق حذف شده است.

نتایج ما نشان داد که کوهساری تاثیر چشمگیری بر الگوی جریان باد متقاطع-استوایی موسمی جنوب آسیا دارد. کوهساری قاره آفریقا و جنوب عربستان موجب تمرکز این جریان در سواحل سومالی می‌شوند و از طرفی فلات تبت موجب حرکت این جریان به سمت جنوب آسیا

و دامنه هیمالیا می‌شود. این نتایج در توافق با نتایج زو و همکاران (۲۰۱۰) [۵] است. همچنین کوهساری تاثیر چشمگیری بر الگوی بارش دارد، به نحوی که حذف آن موجب کاهش قابل توجه در بارش مناطق خشکی‌های حاره‌ای و افزایش بارش روی اقیانوس هند می‌شود.



شکل ۲) میانگین همدی تابستان (ژوئن، جولای و آگوست) چهار سال ۲۰۰۴، ۲۰۰۵، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ (الف، ج و هـ) جریان باد تراز ۸۵۰hPa (بردار) و مجموع شار رطوبت بین تراز ۷۰۰-۱۰۰۰hPa (کنترهای رنگی)، (ب، د و ی) بارش. (الف و ب) اجرای کنترلی، (ج و د) اجرای حذف کوهساری و (هـ و ی) اجرای حذف تمام کوهساری به جزء فلات تبت را نشان می‌دهند.

منابع

1. Lott F, Miller M (1997) A new subgrid orographic drag parameterization: Its formulation and testing. J Clim 123(537):101-127
2. Lutsko NJ, Baldwin JW, Cronin TW (2019) The impact of large-scale orography on Northern Hemisphere winter synoptic temperature variability. J Clim 32(18):5799-5814
3. Palmer TN, Shutts GJ, Swinbank R (1986) Alleviation of a systematic westerly bias in general circulation and numerical weather prediction models through an orographic gravity wave drag parametrization. Q J R Meteorol Soc 112(474):1001-1039
4. Hahn DG, Manabe S (1975) The role of mountains in the South Asian monsoon circulation. J Atmos Sci 32(8):1515-1541
5. Xu Z, Qian Y, Fu C (2010) The role of land-sea distribution and orography in the Asian monsoon. Part II: Orography. Adv Atmos Sci 27(3):528-542



6. Keshtgar B, Alizadeh-Choobari O, Irannejad P (2020) Seasonal and interannual variations of the Intertropical Convergence Zone over the Indian ocean based on an energetic perspective. Clim Dyn in press. doi:10.1007/s00382-020-05195-5

Impacts of orography on summer precipitation over the Indian Ocean

Babaei, Morteza¹; Alizadeh-Choobari, Omid^{1*}; Irannejad, Parviz¹

Institute of Geophysics, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract:

Orography has considerable dynamic and thermodynamic impacts on the large-scale precipitation pattern. The Regional Climate Model version 4 (RegCM4) is used to investigate the impacts of orography on precipitation over the Indian Ocean. Three experiments have been conducted: a control simulation using the real orography, a simulation with the removed orography and a simulation with the removed orography throughout the region except over the Tibetan Plateau. Results indicated that orography has a significant impact on the cross-equatorial flow of the South Asian monsoon. African-Arabian mountains are channeling this stream over the coast of Somalia, and the Tibetan Plateau is pushing it to the south of Asia and the foothills of the Himalayas. Results have also shown that orography does not affect the source of moisture of the South Asian monsoon. Orography has a significant impact on the rainfall pattern, such that its removal causes a significant decrease of rainfall in the tropical lands and an increase of rainfall over the Indian Ocean.

Keywords: *Indian Ocean, orography, precipitation*



توزیع مکانی ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در رسوبات فرا ساحل خلیج فارس

باطنی، فاطمه^{۱*}؛ مهدی نیا، علی^۲؛ سید هشترودی، مهری^۳

۱. دانش آموخته دکتری پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، bateni@inio.ac.ir

۲. دانشیار پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، mehdinia@inio.ac.ir

۳. استادیار پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، hashtroudi@inio.ac.ir

واژگان کلیدی: هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای، خلیج فارس، رسوبات سطحی

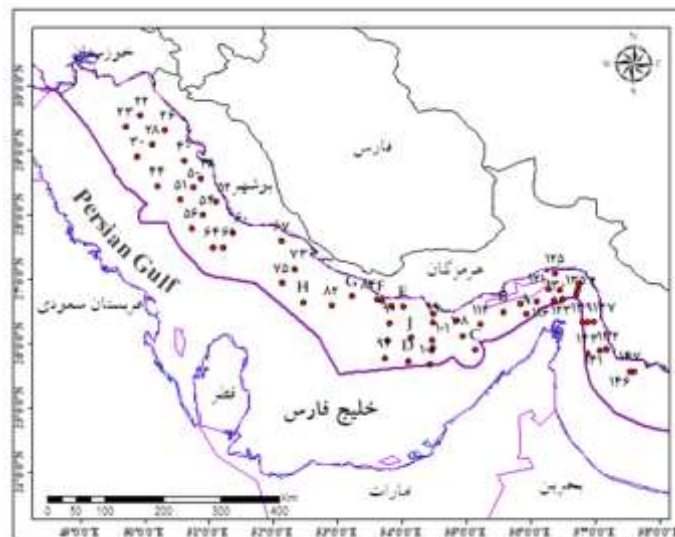
۱. مقدمه

خلیج فارس با نوسانات شوری و دمایی بالا، بوم‌سازگان دریایی منحصر به فرد همراه با مزایایی فراوان برای ایران و دیگر کشورهای حاشیه آن فراهم نموده است (Purser, 2012). با این حال، فعالیت‌های انسانی از جمله توسعه‌ی سواحل، سکونتگاه‌های انسانی، استخراج نفت و گاز و صنایع وابسته به آن و حمل‌ونقل دریایی در این حوزه باعث شده است که همواره پایش این منطقه، دغدغه اساسی برای محققان و تصمیم‌گیران محسوب گردد. هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs)، گروه مهمی از آلاینده‌های آلی نیمه‌فرار و پایدار هستند که به دلیل سمیت و تجمع در رسوبات دریایی از اهمیت به سزایی برخوردارند؛ لذا در این تحقیق به ارزیابی مقادیر ترکیبات PAH در رسوبات سطحی منطقه فراساحل خلیج فارس پرداخته شده است. مطالعات متعددی در ارتباط با ترکیبات PAH در رسوبات ساحلی خلیج فارس انجام گرفته است (Agah, Mehdinia, Bastami, & Rahmanpour, 2017; Akhbarizadeh, Moore, Keshavarzi, & Moeinpour, 2016; Bastami et al., 2013; Khazaali, Kunzmann, Bastami, & Baniamam, 2016; Mehdinia, Aghadadashi, & Fumani, 2015; Mirvakili & Hadjizadeh Zaker, 2014; RanjbarJafarabadi, Bakhtiari, & Toosi, 2017) اما رسوبات فراساحل اغلب مغفول مانده است.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی ترکیبات PAH و مشتقات آن تعداد ۶۰ نمونه رسوب سطحی از حوزه خلیج فارس در گشت اقیانوس‌شناسی خلیج فارس و دریای عمان (PG-GOOS) برداشت شد. نمونه‌گیری از رسوبات سطحی به صورت ترانسکت خطی از ساحل به سمت منطقه فراساحل توسط نمونه‌بردار رسوب گرب ون وین به کمک ابزار وینچ از اعماق مختلف (۲۳ تا ۱۰۵ متر) جمع‌آوری شدند (شکل ۱). نمونه‌های رسوب بعد از برداشت در دمای °C ۱۰- در کشتی نگهداری و بلافاصله پس از رسیدن به آزمایشگاه با استفاده از دستگاه خشک‌کن انجمادی در دمای °C ۵۰- و فشار ۱۴۷ mtorr خشک و تا زمان آنالیز در فریزر با دمای °C ۵۰- نگهداری شدند. خصوصیات رسوب شامل مقدار مواد آلی، دانه‌بندی و کربنات‌ها اندازه‌گیری شد (Sawada & Itoh, 1994). نمونه‌ها به منظور حذف ذرات بزرگ‌تر توسط الک با مش ۲۵۰ میکرومتر غربال شدند. هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای به روش استخراج مایع تحت فشار (PLE) استخراج شدند و فرآیند تمیزسازی بافت نمونه و آنالیز به ترتیب با استفاده از ستون با پایه سیلیکاژل و دستگاه کروماتوگرافی گازی-اسپکترومتری جرمی (GC-MS) انجام شد. در این مطالعه

تعداد ۱۶ ترکیب داری اولویت پایش PAH، مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و GIS تحلیل و نقشه‌سازی گردید. با بررسی الگوی توزیع ترکیبات اندازه‌گیری شده و با کمک نسبت‌های تشخیصی ترکیبات، منشأ احتمالی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی مخاطره بوم‌شناختی ترکیبات PAH در رسوبات خلیج فارس با استفاده از راهبردهای کیفیت رسوب برای بوم‌سازگان منطقه مورد مطالعه قرار گرفت.



شکل (۱) نقاط نمونه‌برداری در گشت PG-GOOS

۳. نتایج

تحلیل دانه‌بندی رسوبات نشان‌دهنده‌ی غلبه بافت سیلتی-رسی در حوزه مورد مطالعه است. میانگین کربنات‌ها و مواد آلی به ترتیب ۲۷ و ۱۱/۵ درصد به دست آمد. غلظت ۱۶ ترکیب PAH بین ۸/۴۲ تا ۱۸۷/۸۳ نانوگرم بر گرم وزن خشک با میانگین ۵۰/۱ تعیین شد. در بین ۱۶ ترکیب PAH بیشترین ترکیب مربوط به نفتالن و سپس فنانترن و پایرن بود. فلوئورانتن، فلوئورن در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. آلوده‌ترین ایستگاه‌های منطقه در دریای عمان و تنگه هرمز قرار دارند و در رده بعدی ایستگاه‌های قسمت غرب خلیج فارس و در نواحی بوشهر قرار دارند. غلظت ترکیبات در استان بوشهر از شرق به غرب روند افزایشی دارد. این روند الگوی معکوسی را در استان هرمزگان نشان داد (شکل ۲).

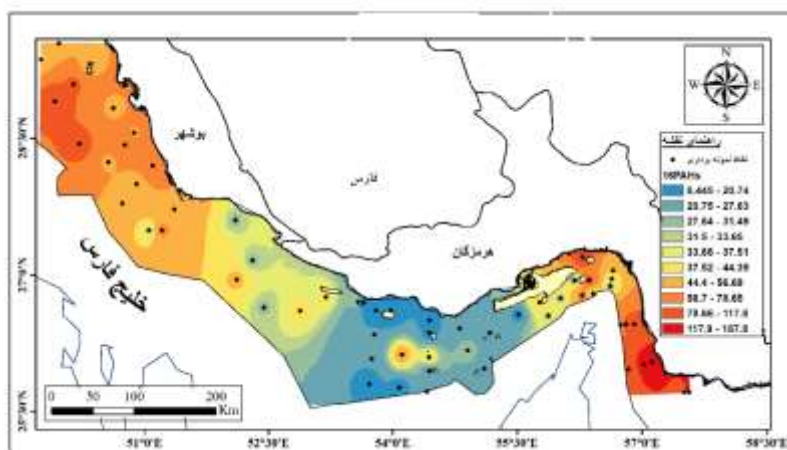
مقایسه غلظت ترکیبات PAH در رسوبات فراساحل خلیج فارس با استاندارد رسوبات آمریکا نشان داد که این ترکیبات در منطقه مقادیری کمتر از حد ERL (حدی که کمتر از ۱۰ درصد جوامع زیستی درخطر هستند) است. در نتیجه به نظر می‌رسد که غلظت این ترکیبات در این منطقه تأثیر مخرب قابل توجهی بر موجودات زنده ندارد. ارزیابی سمیت بر اساس سمیت بنزو (a) پایرن نشان داد، بیشترین سمیت مربوط به ترکیبات با وزن مولکولی بالا است.

نسبت ترکیبات LMW به HMW در صورت احتساب نفتالن در محاسبات همواره بالای یک است. نسبت بالای یک مبین منشأ نفتی است (Hayakawa, 2018) در مجموع حدود ۱۷٪ ایستگاه‌ها نسبت ترکیبات سبک وزن بیش از ترکیبات سنگین وزن بوده که مبین منشأ نفتی ترکیبات PAH در آن است. تمام این ایستگاه‌ها در نزدیکی میادین نفتی و یا در ناحیه ترانزیتی نفت و گاز واقع شده بودند.

همچنین نسبت‌های تشخیصی (ایندنو (cd) پایرن به بنزو جی پایرن، فلورانتن به پایرن، فنانترن به آنتراسن و بنزو (a) آنتراسن به کرایسن) به‌عنوان ابزاری برای شناسایی و ارزیابی منابع انتشار آلودگی به کار رفت و به طور کلی چهار منشأ برای ترکیبات شناخته شد که سه منشأ آن به طور مختلط بود (سوختی حاصل از مواد نفتی و بیومس، سوخت ناشی از مواد نفتی و منشأ نفتی) و یک منشأ تنها حاصل از سوخت ناشی

از مواد نفتی تعیین شد. طبق نمودارهای مقاطع منشأ سوختی از نوع سوخت بیومس برای برخی از ایستگاههای منطقه به دست آمد. اغلب این ایستگاهها در نزدیکی مشعلهای گازی قرار داشتند؛ بنابراین می توان اذعان داشت احتمالاً فلرهای موجود در منطقه یکی از منشأهای حضور ترکیبات PAH در منطقه است. اثر میادین گازی و فلرهای موجود در میادین نفتی بر تجمع ترکیبات PAH در رسوبات در مطالعه (Pampanin & Sydnes, 2013) نیز تبیین شده است. همچنین اغلب مطالعات در خلیج فارس منشأ ترکیبات PAH را سوختی بیان کرده اند. همچنین تعدادی از مطالعات به منشأ بایومس در رسوبات سطحی خلیج فارس اشاره کرده اند (Agah et al., 2017; Mirvakili & Hadjizadeh Zaker, 2014; Rahmanpoor, Ghafourian, Hashtroudi, & Bastami, 2014). به طور کلی سوخت ناشی از تردد کشتی ها، سوختن فلرهای میادین نفتی و گازی در منطقه، بیشترین تأثیر را در انتشار ترکیبات PAHs فراساحل منطقه داشته و به طور کلی منشأ پایروژنیک در انتشار ترکیبات PAHs در مناطق دورتر از خشکی غالب است.

تنها مطالعه ای که در رسوبات فراساحل خلیج فارس انجام گرفته است، گشت ها راپی می است. در بین گشت های انجام گرفته، تنها گشت سال ۲۰۰۶ میلادی به اندازه گیری ترکیبات PAH پرداخته است (ROPME, 2013). مقایسه غلظت ترکیبات PAH در دو گشت نشان می دهد که بیشترین تغییرات غلظت در اطراف جزیره خارک در بوشهر و دریای عمان و در نزدیکی جزیره فارور و کیش و میدان های نفتی آن دیده می شود.



شکل ۲) پهنه بندی محتوای مجموع غلظت ۱۶ ترکیب والد PAH در رسوبات فراساحل خلیج فارس (غلظت بر اساس نانوگرم بر گرم وزن خشک رسوب)

۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعه ای حاضر نشان می دهد که اثر فعالیت های نفتی و گازی و حمل و نقل بر محدوده ای مطالعه بسیار زیاد است و برای مدیریت آلودگی منطقه از نظر ترکیبات PAH باید بیشتر به مدیریت اسکله ها و تأسیسات نفتی و گازی پرداخته شود. همچنین با توجه اینکه در مطالعات مرتبط با ترکیبات PAH در کشور ما اغلب تنها ۱۶ ترکیب دارای اولویت پایش مورد بررسی قرا می گیرند، پیشنهاد می شود به منظور مدیریت بهتر بوم سازگان ها ترکیبات بیشتری مورد توجه و بررسی قرار گیرند. با توجه به اثر نشست های اتمسفری، مطالعات بر روی ترکیبات PAH گرد و غبار منطقه نیز از جمله مطالعاتی است که در شناخت بهتر منطقه کمک شایانی خواهد داشت. انجام گشت های دریایی منظم به منظور پایش خلیج فارس ضروری است؛ چرا که افزایش غلظت های ایستگاه های مشابه در گزارش راپی می نشان دهنده ای اثر روز افزون انسان بر منطقه است.

1. Agah H.,Mehdinia A.,Bastami K. D.,Rahmanpour S. Polycyclic aromatic hydrocarbon pollution in the surface water and sediments of Chabahar Bay, Oman Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 2017;115(1-2) :515-524.
2. Akhbarizadeh R.,Moore F.,Keshavarzi B.,Moeinpour A. Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons risk assessment in coastal water and sediments of Khark Island, SW Iran. *Marine Pollution Bulletin*. 2016;108(1-2) :33-45.
3. Andersson J. T.,Achten C. Time to say goodbye to the 16 EPA PAHs? Toward an up-to-date use of PACs for environmental purposes. *Polycyclic Aromatic Compounds*. 2015;35(2-4) :330-354.
4. Bastami K. D.,Afkhani M.,Ehsanpour M.,Kazaali A.,... Pourzare R. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the coastal water, surface sediment and mullet *Liza klunzingeri* from northern part of Hormuz strait (Persian Gulf). *Marine Pollution Bulletin*. 2013;76(1-2) :411-416.
5. Hayakawa K. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Springer.
6. Khazaali A.,Kunzmann A.,Bastami K. D.,Baniamam M. Baseline of polycyclic aromatic hydrocarbons in the surface sediment and sea cucumbers (*Holothuria leucospilota* and *Stichopus hermanni*) in the northern parts of Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*. 2016;110(1) :539-545.
7. Mehdinia A.,Aghadadashi V.,Fumani N. S. Origin, distribution and toxicological potential of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments from the Bushehr coast, The Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*. 2015;90(1-2) :334-338.
8. Mirvakili H. S.,Hadjizadeh Zaker N. Evaluation of PAHs in hydrocarbons pollution, biodegradation and weathering extent in surface sediments of the Kharg Island in the Persian Gulf. *International Journal of Environmental Research*. 2014;8(2) :387-394.
9. Pampanin D. M.,Sydnes M. O. Polycyclic aromatic hydrocarbons a constituent of petroleum: presence and influence in the aquatic environment. In *Hydrocarbon*. InTech.
10. Purser B. H. The Persian Gulf: Holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea. Springer Science & Business Media.
11. Rahmanpoor S.,Ghafourian H.,Hashtroudi S. M.,Bastami K. D. Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of the Hormuz strait, Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*. 2014;78(1-2) :224-229.
12. RanjbarJafarabadi A.,Bakhtiari A. R.,Toosi A. S. Comprehensive and comparative ecotoxicological and human risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in reef surface sediments and coastal seawaters of Iranian Coral Islands, Persian Gulf. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2017;145 :640-652.
13. ROPME. State of the Marine Environment Report- 2013 ROPME/GC-16 /1-ii.



14. Sawada Y., Itoh T. Laser scattering particle-size distribution analyzer with improved sample container discharge. Google Patents.



بازسازی تغییرات تراز دریای خزر در اواخر هولوسن در بخش جنوب شرقی دریای خزر

باقری، حسین

پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

چکیده:

سطح دریای خزر طی چند صد سال گذشته دچار نوسانات اساسی شده است. به منظور بازسازی این تغییرات در بخش جنوب شرقی دریای خزر، ۲ مغزه رسوبی برداشت شد و آنالیزهای دانه بندی، کربنات سنجی، ماده آلی کل، پذیرفتاری مغناطیسی و سن سنجی بر روی نمونه ها انجام گرفت. نتایج نشان داد نرخ رسوبگذاری در این بخش از ۰/۵۷ تا ۲/۹ میلی متر متغیر بود. با بررسی داده ها و نمودارهای مختلف در بازه ۲۵۰۰ ساله پنج و در بازه ۶۰۰ ساله ۳ چرخه پسروری و پیشروی مشخص گردید. آخرین چرخه در ۱۵۰ سال گذشته اتفاق افتاده است که با داده های دستگاهی همخوانی جالبی نشان داد.

واژگان کلیدی: دریای خزر، تغییر تراز، مغزه

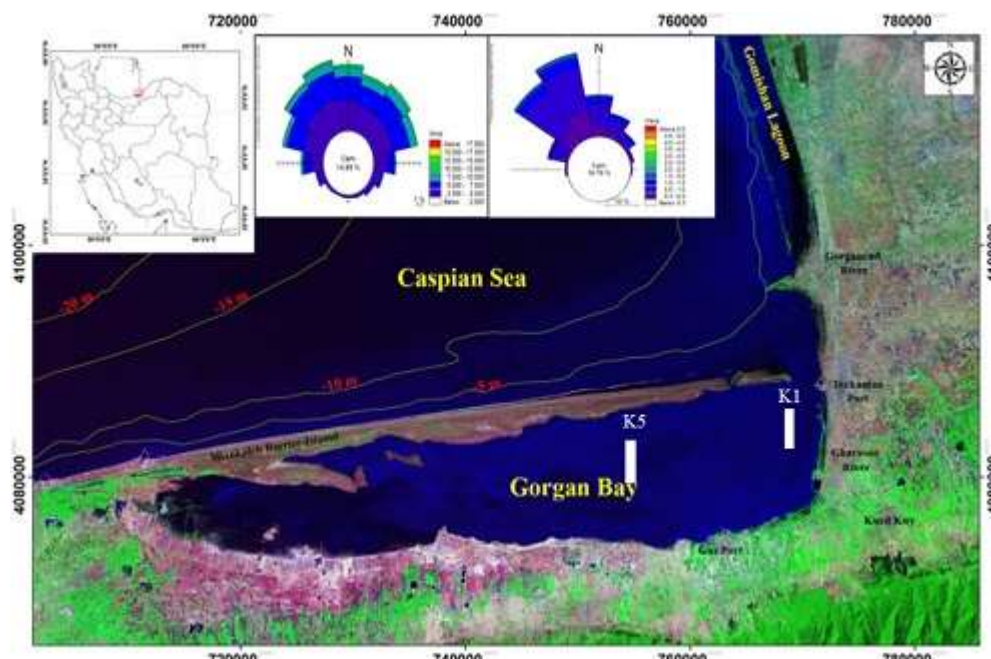
۱. مقدمه

بازسازی تغییرات تراز دریا می تواند اطلاعات ارزشمندی در رابطه با بزرگی، دلایل و زمان تغییرات اقلیمی در اختیار ما قرار دهد و ژئوشیمی عنصری نیز برای تعیین شرایط محیط دیرینه و بازسازی آن از اهمیت ویژه ای دارد و با استفاده از روابط آن می توان خصوصیات محیط های دیرینه و اقلیم آن را مورد بررسی قرار داد (Sirocko 1995; Leroy et al, 2013; Jonathan et al. 2010; Smykatz-Kloss et al. 2007; 2008; 2010; Roy et al. 2007; 2008; 2010; Hamzeh et al, 1998). در این پژوهش سعی شده است با استفاده از داده های مختلف حاصله از مغزه های رسوبی برداشت شده از بخش جنوب شرقی دریای خزر (خلیج گرگان) تغییرات تراز دریا در بازه ۲۵۰۰ ساله بررسی گردد.

۲. مواد و روش ها

نمونه برداری

به منظور بازسازی تغییرات تراز دریای خزر در اواخر هولوسن در بخش جنوب شرقی دریای خزر، ۲ مغزه رسوبی ۱/۷۸ و ۱/۳۰ متری (شکل ۱) از بخش های شرقی و مرکزی خلیج گرگان برداشت شد. جهت نمونه برداری از دستگاه مغزه گیر ثقلی (Gravity Corer) استفاده گردید. پس از برداشت نمونه ها ابتدا و انتهای نمونه ها و موقعیت برداشت نمونه بر روی آنها یادداشت شده و به آزمایشگاه انتقال داده شد.



شکل ۱) موقعیت خلیج گرگان و ایستگاه‌های برداشت نمونه‌های مغزه

آنالیزهای آزمایشگاهی

به منظور دانه بندی نمونه ها، پس از باز نمودن مغزه ها و برداشت نمونه با فواص معین، به کمک دستگاه دانه بندی لیزری (Horbia LA-950) دانه بندی نمونه ها مشخص گردید. همچنین جهت مشخص کردن محتوای کل مواد آلی (TOM) از روش سوزاندن (L.O.I) استفاده شد و درصد ماده آلی برای هر نمونه تعیین گردید. بدین منظور مقداری از هر نمونه (حدود ۳ گرم) را در داخل یک بوته چینی ریخته و به مدت ۴-۵ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه قرار داده و پس از توزین مجدد درصد ماده آلی گزارش می گردید (Abernates et al, 1999). همچنین جهت تعیین درصد کربنات نمونه ها از روش کوره الکتریکی (۱ ساعت در دمای ۹۵۰ درجه) استفاده شد و پس از تعیین تغییر وزن نمونه ها، درصد کربنات کلسیم نمونه ها مشخص گردید (Heiri et al, 2001).

بررسی رسوبات از نظر پدیزفتاری مغناطیسی (Magnetic susceptibility)، مغزه ها به صورت مرطوب به آزمایشگاه رسوب شناسی پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی ارسال گردید و جهت دقت بیشتر اندازه گیری با فواصل ۲ سانتیمتری انجام شد. به منظور بررسی سن نمونه های برداشت شده در این پژوهش، تعداد ۲ نمونه ماده آلی از مغزه K5 از اعماق ۲۵ و ۱۳۵ سانتی متری برداشت و به آزمایشگاه Poznan در کشور لهستان، ارسال گردید.

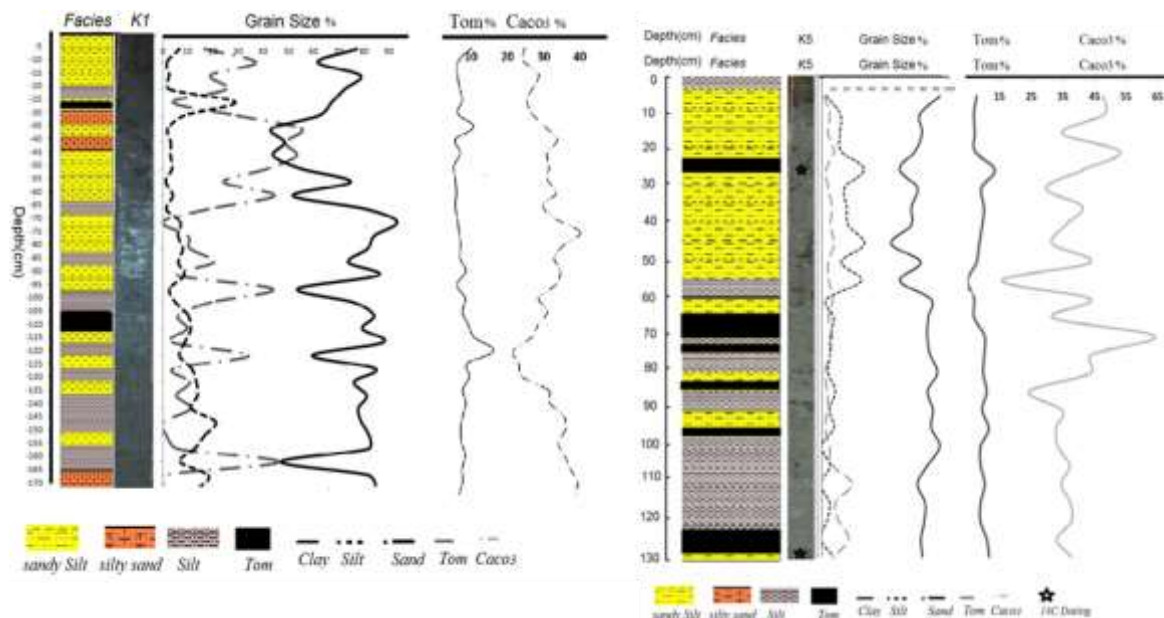
۳. نتایج

توزیع اندازه ذرات در رسوبات

مغزه K1: این مغزه به طول ۱۷۸ سانتی متر از بخش شرقی خلیج گرگان (در نزدیکی شهر بندر ترکمن) برداشت گردید.

جهت بررسی نوع رسوبات آن ۳۵ نمونه با فاصله ۵ سانتی متر در طول مغزه برداشت گردید. به طور کلی روند آن در بخش های پایینی بیشتر سیلتی و سیلت ماسه ای و به سمت بالا به سیلت ماسه ای با میان لایه هایی از ماسه سیلتی تغییر می کند (شکل ۲). براین اساس میانگین ماسه، سیلت و رس در مغزه فوق به ترتیب ۲۰/۷۰، ۷۰/۷۹ و ۸/۳۱ درصد برآورد گردید. بیشترین مقدار ماده آلی ۱۲۰ سانتی متری (۱۶/۲۵٪) و کمترین آن در ۵۰ سانتی متری (۵/۳۲٪) مشاهده گردید. میانگین ماده آلی کل در این مغزه ۷/۷۹ و میانگین کربنات در این مغزه ۳۱/۱۸٪ بدست آمد (شکل ۲).

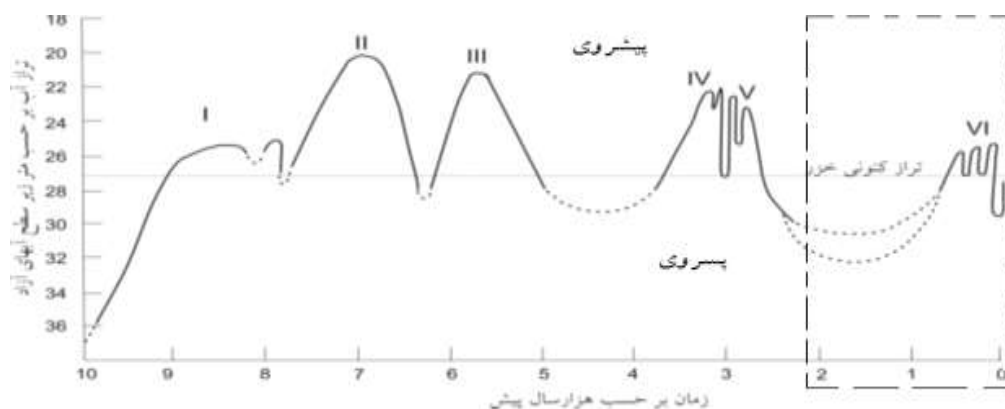
مغزه K5: به طور کلی روند آن به سمت بالا درشت شونده، در بخش‌های پایینی بیشتر رخساره‌های سیلتی و به سمت بالا به رخساره‌های سیلت ماسه‌ای تغییر می‌کند (شکل ۲). به این ترتیب و براساس طبقه‌بندی فولک ۱۴ رخساره شامل سیلت ماسه‌ای (sZ) و ۱۲ نمونه رخساره سیلتی (Z) تشکیل شده است. میانگین ماسه، سیلت و رس در مغزه فوق به ترتیب ۱۲/۴۳، ۷۸/۹۱ و ۸/۶۶ درصد برآورد گردید. بیشترین مقدار ماده آلی و کربنات در عمق ۲۵ و ۷۰ سانتی متری و کمترین آن در عمق ۵۵ سانتی متری مشاهده گردید (شکل ۲).



شکل ۲) تصویر مغزه و نمودار دانه بندی و رخساره ها در مغزه K1, K5

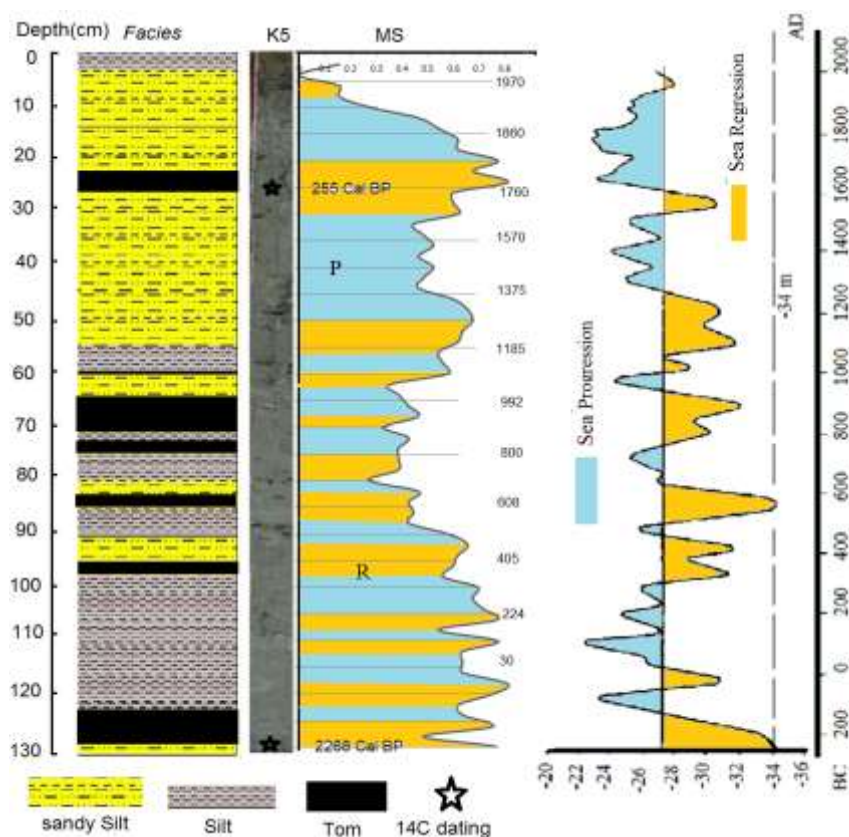
۴. بحث و نتیجه‌گیری

نمودار کلی نوسانات تراز آب خزر در طی ده هزار سال گذشته (هولوسن) که بر اساس شواهد زمین‌شناسی، تاریخی و باستان‌شناسی، توسط Rychagov (1997) ارائه گردیده است از اعتبار بسیاری نزد پژوهشگران خزرشناس برخوردار است (شکل ۳). اگرچه مقدار و نرخ نوسانات تراز آب خزر در طی ده هزار سال گذشته تا حدودی مشخص شده است ولی این تغییرات در برهه‌هایی با عدم قطعیت روبروست، همچنین ثابت شده است که از مقایسه منحنی تغییرات تراز دریا و منحنی‌های پذیرفتاری مغناطیسی می‌توان تغییرات تراز دریا را بازسازی نمود (باقری و همکاران، ۱۳۹۸). در واقع افزایش در مقدار حساسیت مغناطیسی نشانه ورود مواد آواری دانه درشت و کاهش سطح دریا و کاهش آن در ارتباط با کاهش مقادیر این مواد خصوصاً ماسه و افزایش تراز می‌باشد (Haghani and Lahigani, Wang and Zhang, 2008) (شکل ۳) نوسان تراز آب دریای خزر طی ده‌هزار سال اخیر و محدوده زمانی مورد بررسی این پژوهش (اقتباس از Rychagov, 1997).



شکل ۳) نوسان تراز آب دریای خزر طی ده‌هزار سال اخیر و محدوده زمانی مورد بررسی این پژوهش (اقتباس از Rychagov, 1997).

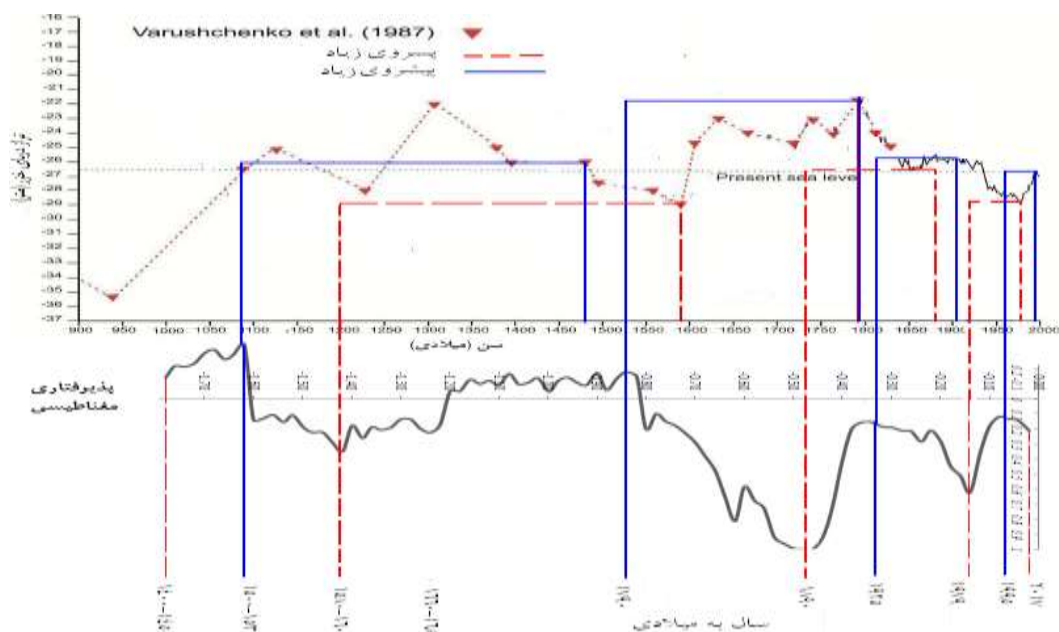
با انطباق داده‌ها در مغزه‌های K5 با دیاگرام Mamedov, 1997، تعیین نرخ رسوبگذاری با توجه به سن سنجی کربن ۱۴ در این مغزه و مقایسه داده‌های دستگاهی دهه‌های اخیر با مغزه K1 می‌توان جزئیات بیشتری از تغییرات تراز دریا در طی ۲۳۰۰ سال گذشته مشخص نمود. براین اساس سرعت رسوبگذاری در این مغزه (K5) از انتها تا عمق ۲۵ سانتی متر حدود ۰/۵۷ میلی متر در سال و از این عمق تا سطح به ۱ میلی متر در سال بدست آمد. بنابراین از انتهای مغزه K5 تا عمق ۱۰۰ سانتی متری در بازه ۵۰۰ ساله، دریا یک چرخه پشروی و پیشروی را تجربه نموده است. در بازه ۱۸۰۰ سال تا ۱۳۰۰ گذشته (عمق ۱۰۰ تا ۸۰ سانتی متری) با توجه به شکل گیری خلیج گرگان (Kakroodi et al, 2012)، تغییرات ملموس تری مشاهده می‌گردد. در این بازه با پیشروی دریا رخساره‌های دانه ریز سیلتی نهشته شده و میزان مواد آلی در این بخش از مغزه مقادیر بالایی را نشان داد. بنا بر نظر Rychagov (1997) در فاصله‌ی ۲۲۰۰ تا ۷۵۰ سال پیش سطح آب دریای خزر به طور کلی با کاهش مواجه بوده است. این دوره در نوشته‌های زمین‌شناسی خزر به پشروی دربند معروف است. با این حال، براساس نتایج این مطالعه و همچنین دیگر یافته‌ها (Kakroodi et al., 2012, Mamedov, 1997) از حدود ۱۸۰۰ تا ۱۳۰۰ سال پیش تراز آب خزر اندکی افزایش یافته است (شکل ۴). شواهد گرده‌شناسی و فسیل‌شناسی نیز نشان داده که در طی ۲۱۰۰ تا ۱۷۰۰ سال پیش، شوری دریای خزر به دلیل افزایش ورودی آب شیرین از رودهای ولگا و آمودریا (که در آن زمان به خزر می‌ریخته) کاهش یافته و در پایان این دوره با افزایش روبرو شده است (Leroy et al., 2007). با ادامه این شرایط تا حدود ۱۰۵۰ سال پیش سطح دریا در محدوده ۲۴- تا ۲۵- در نوسان بوده و از این زمان به بعد با گرم شدن نسبی هوا از عمق ۶۵ تا ۴۸ سانتی متری این مغزه، میزان ماسه و حساسیت مغناطیسی در این افق افزایش چشمگیری نشان داده و میزان ماده آلی نیز کاهش نشان می‌دهد (شکل ۴). بنابراین این بخش را می‌توان معادل عصر گرم میانه دانست (قرون ۱۰ تا ۱۴ میلادی). دانست (سطح دریا محدوده ۳۰- تا ۳۲-). در بخش بعدی از عمق ۴۸ سانتی متری تا ۳۰ سانتی متری (حدود ۳۵۰ سال) کاهش تدریجی میزان ماسه و حساسیت مغناطیسی و در مقابل افزایش تدریجی ماده آلی که نشان از افزایش تراز دریا دارد. این بخش را می‌توان معادل دوره‌ی یخبندان کوچک در اروپا در نظر گرفت و نمودارهای تاریخی و زمین‌شناسی تراز دریا را در محدوده ۲۳- تا ۲۵/۵- برای این زمان در نظر گرفته اند (Mamedov, 1997). به طوری که پیشروی آب در ابتدای قرن هفدهم و پشروی ناگهانی ابتدای قرن هجدهم اتفاق افتاده است و آخرین نوسان تراز آب دریای خزر که در قرن بیستم رخ داده و در طی کمتر از صد سال دریای خزر یک چرخه کامل پیشروی و پشروی با ارتفاع سه متر را تجربه نمود (Kroonenberg et al., 2000).



شکل ۴) تصور شماتیک از بازسازی نوسانات تراز دریای خزر در خلیج گرگان براساس نتایج حساسیت مغناطیسی در مغزه K5 و دیاگرام تراز آب (اقتباس از (Mamedov, 1997) (P بالا آمدن تراز و R پایین آمدن کلی تراز را نشان میدهد)

بازسازی تراز آب در مقیاس ۶۰۰ سال (مغزه K1)

منحنی تغییرات سطح آب دریای خزر بر اساس داده های دستگاهی ثبت شده (داده های گنج آشوراده و منحنی اندازه گیری Frolov, 2003) (با تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی در مغزه K1، انطباق تغییرات دمایی (جدول ۲) و سطح آب دریای خزر در این بخش از حوضه را به خوبی و با قابلیت اطمینان بالا نشان داد. سن این مغزه حدود ۶۰۰ سال و نرخ رسوبگذاری در این مغزه میانگین ۲/۹ میلی متر بر سال بدست آمد (باقری و همکاران، ۱۳۹۸). سه افزایش مهم در مقدار پذیرفتاری مغناطیسی شناسایی گردید که بالاترین مقدار آن نشان دهنده بیشترین پایین افتادگی و کمترین مقدار آن نشان دهنده بیشترین بالا آمدن سطح آب دریا است. بر این اساس ۳ چرخه پسروری و پیشروی مهم (مغزه K1) تشخیص داده شد. چرخه اول از عمق ۱۶۰ تا ۸۵ سانتی متری چرخه دوم از ۸۵ تا ۲۰ سانتی متری و چرخه سوم از ۲۰ تا ۵ سانتی متری مغزه را شامل می شود (شکل ۵).



شکل ۵) جرّخه های پسروی و پیشروی دریا براساس تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی در مغزه K1 (باقری و همکاران، ۱۳۹۸)

منابع

۱. باقری، ح؛ نادری، ع؛ محمودی قرایی، م؛ درویش بسطامی، ک؛ بازسازی تغییرات تراز دریا با استفاده از نوسانات پذیرفتاری

مغناطیسی در بخش جنوب شرقی دریای خزر، مجله اقیانوس شناسی، دوره ۱۰، شماره ۳۷، بهار ۱۳۹۸.

1. Abrantes, A., Pinto, F., Moreira, M., 1999. Ecology of polychaete *Nereis diversicolor*, in the Cannal de Mira (Ria de averio, Portugal). Population dynamics, production and oogenic cycle. Acta. Oceanology 20 (4), 267–283
2. Frolov, A.V., 2003. Modeling of the Long-Term Fluctuations of the Caspian Sea Level; Theory and Applications, Moscow, Geos, 172p.
3. Heiri, O., Lotter, A., Lemcke, G., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. Journal of Paleolimnology, 25:101–110.
4. Hamzeh, M.A.; Mahmudy Gharaie, M.H.; Alizadeh Ketek Lahijani, H.; Djamali, M.; Moussavi Harami, R. and Naderi Beni, A., 2015. Holocene hydrological changes in SE Iran, a key region between Indian Summer Monsoon and Mediterranean winter precipitation zones, as revealed from a lacustrine sequence from Lake Hamoun. Quaternary International: 1-15.
5. Haghani, S., Lahijani, H., Leroy, S., 2010. Application of Magnetic Susceptibility of Holocene deposits in survey on Caspian sea-level fluctuation. EGU General Assembly in Vienna, Austria, p.78-93.
6. Kakroodi, A. A., 2012. Rapid Caspian Sea-level change and its impact on Iranian coasts, PhD, Department of Geotechnology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft, Netherlands, 121 pp.

7. Kroonenberg, S. B., Badyukova, E. N., Storms, J. E. A., Ignatov, E. I., Kasimov, N. S., 2000. A full sea level cycle in 65 years: barrier dynamics along Caspian shores . *Sedimentary Geology* 134, 257-274.
8. Leroy, S. A. G., Marret, F., Gibert, E., Chalié, F., Reyss, J. L., Arpe, K., 2007. River inflow and salinity changes in the Caspian Sea during the last 5500 years .*Quaternary Science Reviews* 26 (25-28), 3359-3383.
9. Leroy, S. A. G., Kakroodi, A. A., Kroonenberg, S. B., Lahijani, H.A. K., Alimohammadian, H., Nigarov, A., 2013. Holocene vegetation history and sea level changes in the SE corner of the Caspian Sea: relevance to SW Asia climate, *Quaternary Sci. Rev.*, 70, 28–47.
10. Mamedov, A. V., 1997. The late Pleistocene-Holocene history of the CS .*Quaternary International* 41-42, 161-166.
11. Roy, P.D., Smykatz-Kloss, W., 2007. REE geochemistry of the recent playa sediments from the Thar Desert, India: an implication to playa sediment provenance
12. *Chemie der erde-geochemistry* 68 (4), 383-393.
13. Roy, P.D., Caballero, M., Lozano, R., Smykatz-Kloss, W., 2008. Geochemistry of late quaternary sediments from Tecocomulco lake, central Mexico: Implication to chemical weathering and provenance
14. *Chemie der erde-geochemistry* 68 (4), 383-393
15. Sirocko, F., 1991. Atmospheric summer circulation and coastal upwelling in the Arabian Sea during the Holocene and the last glaciation. *Quaternary. Research* 36, 72-93.
16. Rychagov, G. I., 1997. Holocene oscillations of the Caspian Sea and forecasts based on paleogeographical reconstructions, *QuaternaryInt.*, 41–42, 167–172
17. Terziev, S.F., 1992. Hydrometeorology and Hydrochemistry of Seas. *Hydrometeorological Conditions, Gidrometeoizdat, Leningrad*, 6.1.
18. Wang X Y, WU L., Zhang, G S., 2008. Characteristics and Environmental Significance of Magnetic Susceptibility and Grain Size of Lake Sediments since Holocene in Chaohu Lake, Anhui Province. *Scientia Geographica Sinica* .28(4): 548 - 552.

Reconstruction of late Holocene Caspian Sea level changes in the southeastern part of the Caspian Sea

Bagheri. Hossein

Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science (INIOAS)

Abstract:

Caspian Sea level (CSL) has undergone substantial fluctuations during the past several hundred years. To reconstruction of these changes in the southeastern part of the Caspian Sea, two sediment cores were collected. Grain size, carbonate, total organic matter, magnetic susceptibility and carbon dating were performed on the samples. The results showed that the sedimentation rate in this section varied from 0.57 to 2.9 mm. Analysis of various data in this study and corrolation with the some caspian sea level diagrams during the past 2500-year, five cycles of progression and regression were identified. The last cycle occurred in the last 150 years, which showed an interesting agreement with the Gage data

Keywords: *Caspian Sea, Sea Level, Core*



تأثیر تغییرات مکانی استقرار مزرعه‌ی پرورش ماهی در منطقه‌ی دریایی سیسنگان بر الگوی انتشار فسفات منتشره از قفس‌ها

بزرگر، نوید^{۱*}؛ رشیدی ابراهیم حصار، اکبر^۲؛ فرجامی، حسین^۳

۱. کارشناسی ارشد گروه فیزیک دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس،

b.navid@modares.ac.ir

۲. استادیار گروه فیزیک دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس،

akbar.rashidi@modares.ac.ir

۳. استادیار پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، نوشهر، h.farjami@inio.ac.ir

چکیده:

در این مطالعه به منظور بررسی اثر جابجایی مکانی قفس‌های پرورش ماهی در دریا (منطقه دریایی سیسنگان) به مناطق دورتر از ساحل و با عمق بیشتر، بر میزان گسترش و انتشار آلاینده فسفات ناشی از آبی پروری در دریا، یک مدل عددی سه بعدی هیدرودینامیک-اکولوژیکی به منظور شبیه‌سازی انتشار فسفات ناشی از قفس‌های پرورش، طراحی گردید. این مدل مبتنی بر معادلات مقدم بازنویسی شده در دستگاه مختصات کروی زمین با آرایه قائم سیگمای فشاری بوده و برای هر حوضه دریایی دیگر نیز قابل استفاده می‌باشد و با مجهز بودن یک معادله انتشار-فررفت، قابلیت بررسی انتشار سه بعدی هر آلاینده شیمیایی محلول در آب دریا را دارد. یک چشمه منتشر کننده آلاینده فسفات با غلظت 18ppb با توجه به نتایج اندازه‌گیری میدانی در نزدیکی موقعیت قرارگیری قفس‌های پرورش ماهی در نظر گرفته شد. با اعمال نیروی باد به مدل طراحی شده، شبیه‌سازی انتشار آلاینده از منبع آلودگی برای مدت ۸ ماه از ابتدای ژانویه سال ۲۰۱۹ تا انتهای ماه آگوست به منظور شبیه‌سازی انتشار فسفات، در دو شبیه‌سازی عددی مختلف، با توجه به مختصات مکانی فعلی قفس‌ها و مختصات فرضی اعمال شده به مدل، انجام گردید. بررسی نتایج در انتهای شبیه‌سازی برای مختصات فعلی قفس‌ها نشان دهنده گسترش افقی فسفات در محیط متأثر از عمق و جریانات منطقه پرورش، و غالباً به سمت جنوب قفس‌ها و تا نزدیکی خط ساحلی با غلظتی در حدود ۲ تا ۳ درصد غلظت در منبع بود، اما نتایج شبیه‌سازی با توجه به مختصات فرضی پیشنهادی حاکی از گسترش افقی کمتر فسفات در دریا و تا فواصل نزدیکتر به منبع، نسبت به مختصات فعلی قفس‌ها بود که این امر می‌تواند ناشی از انتشار بیشتر در راستای قائم با توجه به عمق بسیار بیشتر در مختصات فرضی باشد.

واژگان کلیدی: مدل عددی سه بعدی، مدل هیدرودینامیک-اکولوژیکی، پرورش ماهی در قفس، مختصات قفس‌ها، انتشار آلاینده

۱. مقدمه

امروزه با توجه به اینکه با روش‌های ماهیگیری مبتنی بر صید ماهی نمی‌توان تقاضا برای محصولات دریایی را برآورده کرد، صنعت آبی پروری دریایی در قفس بدلیل پتانسیل بالا در تولید و تامین تقاضای مصرف، در حال گسترش است. (Halwart و همکاران، ۲۰۰۷). آبی پروری یک صنعت کارآمد و در حال توسعه است و در دستیابی به امنیت غذایی، اشتغال و توسعه اقتصادی نقش بسزایی دارد. در سطح جهانی، پرورش ماهی در دریا طی سالهای اخیر رشد چشمگیری داشته و رشد بیشتری در دهه آینده پیش بینی می‌شود. در طولانی مدت این رشد شتاب آور چالش‌هایی را به همراه خواهد داشت و منجر به نگرانی‌های زیست محیطی خواهد شد (FAO، ۲۰۱۷؛ New و Csavas، ۱۹۹۵).

ورود پسماند مواد غذایی ناشی از آبی پروری به آب دریا ممکن است باعث پایین آمدن کیفیت آب در محیط آبی شود (Falconer و همکاران، ۲۰۱۸). توسعه سریع آبی پروری دریایی و افزایش تراکم و مقیاس پرورش آبزیان، باعث بروز مکرر بیماری‌ها و آلودگی محیط زیست شده است (Ren و همکاران، ۲۰۱۹). مقدار زیادی از نیتروژن و فسفر موجود در خوراک‌ها توسط ماهی‌ها در طول پرورش قابل استفاده نیست، و این باعث می‌شود تراکم مواد غذایی در نواحی اطراف منطقه پرورش نسبت به سایر نواحی بالاتر باشد (Briggs و Smith، ۱۹۹۸). بررسی‌ها نشان می‌دهد که مواد مغذی محلول ناشی از مزارع ماهی دریایی در سراسر جهان موجب تأثیر مستقیم آن بر کیفیت آب و تأثیرات ثانویه بر تولید اولیه، از جمله شکل‌گیری شکوفایی مضر جلبکی می‌شود که با به کارگیری روش‌های مدرن و پیش‌بینی اثرات آبی پروری دریایی، می‌توان تأثیرات مزارع پرورش ماهی در کیفیت آب دریا را به حداقل رساند (price، ۲۰۱۵). تأثیر پسماندها بر کیفیت آب، بستگی به تعامل بین انتشار آلاینده و توانایی تصفیه آب دارد. بنابراین، نرخ تبادل آلاینده و تصفیه طبیعی آب محیط، عامل اصلی تأثیرگذار بر کیفیت آب محیطی است. آلاینده‌ها و ذرات حل‌نشده که در زیر مزرعه پرورش تجمع می‌یابند اغلب منجر به افزایش ترکیبات شیمیایی مضر می‌شوند که در نتیجه آن موجودات بزرگ کفزی از بین می‌روند و مواد آلاینده شامل نیتروژن و فسفر نیز در محیط تولید می‌شوند که می‌توانند منجر به شیوع اپیدمی باکتری‌های بیماری‌زا شوند (Ge، ۲۰۰۶). یکی از مهم‌ترین دلایل شکست پروژه‌های آبی پروری در مناطق دریایی، احداث مزارع پرورش در مکان‌هایی نامناسب است که تحت تأثیر شرایط نامطلوب محیطی قرار دارند (Boyd و Clay، ۱۹۹۸). شناسایی و تعیین مکان‌های مناسب برای پرورش آبزیان کار بسیار پیچیده‌ای است و دانش عمیقی از محیط زیست دریایی را می‌طلبد (Valvanis، ۲۰۰۲). مکان‌یابی نامناسب و ضعیف می‌تواند علاوه بر ایجاد اختلال شدید و وارد شدن آسیب‌های جبران‌ناپذیر بر اکوسیستم‌های آبی و دریایی، موجب بروز استرس در گونه‌های پرورشی، کاهش توان تولید و نارضایتی‌های اجتماعی شود (Naylor و همکاران، ۲۰۰۰). از این رو مکان‌یابی مناسب با توجه به نیاز به جریان آب در اطراف تاسیسات مزارع پرورش، نه تنها بر کیفیت ماهی‌های تولید شده اثر گذار است، بلکه نقش مهمی در انتشار و رقیق شدن آلاینده‌ها نیز دارد. مدل‌های هیدرودینامیکی به پیش‌بینی انتشار آلاینده‌ها و ردیابی ذرات محلول در آب دریا کمک می‌کنند (Cai، ۲۰۰۷؛ Ibarra و همکاران، ۲۰۱۴؛ Bi، ۲۰۱۶). عمدتاً تحقیقات برای ارزیابی اثرات زیست محیطی آبی پروری در قفس به مشاهدات میدانی تکیه می‌کنند که این روش توانایی پیش‌بینی اثرات آبی پروری و در نتیجه‌ی آن ارائه‌ی راهکار پیشنهادی برای آینده را ندارند. در سال‌های اخیر افزایش دسترسی به سیستم عامل‌های ابر رایانه و پیشرفت در محاسبات منجر به کاربرد گسترده‌تر مدل‌های انتشار هیدرودینامیکی آلاینده‌ها، برای کمک به ارزیابی اثرات زیست محیطی شده است. بنابراین مدل‌ها ابزار مناسبی به منظور مدیریت و توسعه آبی پروری دریایی هستند (Haseeb، ۲۰۱۲؛ Château و همکاران، ۲۰۱۵؛ Srithongouthai و Tada، ۲۰۱۷). مدل‌های عددی می‌توانند تعامل محیط و آلاینده‌ها را ارزیابی و تسهیل کنند همچنین سناریوهای متفاوتی از شرایط مختلف را شبیه‌سازی کنند و موجب ارائه راهنمایی و کمک به مدیریت آبی پروری پایدار شوند. (Sun و همکاران، ۲۰۲۰). در این مطالعه به منظور بررسی اثر جابجایی مکانی قفس‌های پرورش ماهی در دریا (منطقه دریایی سیسنگان) به مناطق دورتر از ساحل و با عمق بیشتر، بر میزان گسترش و انتشار آلاینده فسفات ناشی از آبی پروری در قفس، یک مدل عددی هیدرودینامیکی-اکولوژیکی مبتنی بر معادلات مقدم بازنویسی شده در دستگاه کروی زمین با آرایه قائم سیگما طراحی گردید و شبیه‌سازی‌ها برای دو حالت مختصات استقرار فعلی قفس‌ها و مختصات جدید فرضی انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

در این پژوهش به منظور بررسی انتشار آلاینده‌های منتشر شده از قفس‌های پرورش ماهی یک مدل عددی هیدرودینامیکی-اکولوژیکی مبتنی بر معادلات مقدم بازنویسی شده در دستگاه کروی زمین با آرایه قائم سیگما طراحی گردید. این مدل توانایی پیش‌بینی میدان‌های جریان افقی و قائم، چگالی، دما، شوری، تمایل فشار کف، ژئوپتانسیل و غلظت آلاینده‌های شیمیایی محلول در آب دریا را در لایه‌های مختلف (اعماق مختلف) و توزیع مکانی افقی دلخواه دارد. معادلات حاکم در این مدل شامل معادله حرکت در راستای شرق سوی و شمال سوی، معادله پیوستگی، معادله دما، معادله شوری، معادله حالت برای آب دریا، معادله فرارفت انتشار مربوط به انتشار آلاینده‌ی شیمیایی مشخص و معادلات تکمیلی متناسب با تبدیل مختصات از دستگاه دکارتی به دستگاه کروی زمین با آرایه‌ی قائم سیگما می‌باشند (مفیدی

و همکاران، ۱۳۹۷). ابتدا جریانات بادرانده با بکار بردن معادلات مقدم و با استفاده از روش تفاضل متناهی در یک محیط ۱۰ لایه شبیه سازی شد و به طور همزمان برای آلاینده ی فسفات، یک معادله فرارفت-انتشار نیز حل گردید. شیوه حل معادله ی اخیر مشابه با حل عددی معادله شوری بود. معادله به کار رفته برای پیش بینی انتشار فسفات در محیط مشابه با معادله شوری می باشد زیرا الگوی انتشار فسفات نیز مانند انتشار شوری بوده و میتوان از این معادله جهت پیش بینی میزان انتشار فسفات در محیط در غلظت مورد نظر استفاده کرد.

در مدل های چند لایه که دارای کف ناتراز می باشند، نیاز است در تمامی پهنه اقیانوس تعداد لایه ها را یکسان در نظر گرفت. این امر توسط آرایه قائم سیگما امکان پذیر می باشد. در پژوهش حاضر این آرایه به شکل زیر در نظر گرفته شده است:

$$\sigma = \frac{P - P_A}{P_b - P_A}$$

که در آن σ آرایه قائم نرمال شده، P فشار در هر نقطه، P_A فشار جو و P_b فشار بستری می باشد. مقدار σ در سطح دریا برابر با صفر و در بستر برابر با یک می باشد. در این مطالعه، تمامی معادلات حاکم ذکر شده در دستگاه کروی زمین با آرایه قائم سیگما بازنویسی شده اند. بدین ترتیب معادلات مدل شامل مولفه ی شرق سوی سرعت افقی، مولفه ی شمال سوی سرعت افقی، معادله ی پیوستگی، معادله ی حالت برای آب دریا، معادله ی محاسبه ژئو پتانسیل، معادله ی فاصله ی شعاعی از مرکز زمین، معادله ی فشار کف، معادله ی محاسبه معرف سرعت قائم، معادله ی شوری، معادله دما و معادله ی مربوط به انتشار آلاینده های منتشر شده از قفس پرورش ماهی خواهند بود. معادلات پس از بازنویسی در دستگاه مختصات جدید به شکل زیر خواهند بود:

مولفه ی شرق سوی سرعت افقی:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{r \cos \phi} \frac{\partial u}{\partial \lambda} + \frac{v}{r} \frac{\partial u}{\partial \phi} + w \left(\frac{\rho g}{(p_b - p_A)} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) = \frac{uv \tan \phi}{r} - \frac{uw}{r} + fv - ew - \frac{\alpha}{r \cos \phi} \left[\frac{\partial p}{\partial \lambda} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial p}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) \right] \quad (2)$$

مولفه ی شمال سوی سرعت افقی:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{u}{r \cos \phi} \frac{\partial v}{\partial \lambda} + \frac{v}{r} \frac{\partial v}{\partial \phi} + \dot{\sigma} \frac{\partial v}{\partial \sigma} = - \frac{u^2 \tan \phi}{r} - \frac{vw}{r} - fu - \Omega^2 r \cos \phi \sin \phi - \frac{\alpha}{r} \left[\frac{\partial p}{\partial \phi} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial p}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \phi} \right) \right] \quad (3)$$

معادله ی پیوستگی:

$$\frac{1}{(p_b - p_A)} \frac{D}{Dt} (p_b - p_A) + \frac{1}{r \cos \phi} \frac{\partial u}{\partial \lambda} + \frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial \phi} + \frac{\partial \dot{\sigma}}{\partial \lambda} = 0 \quad (4)$$

معادله ی حالت برای آب دریا:

$$\rho(s, T, p) = \frac{\rho(s, T, 0)}{1 - p / K_T(s, T, p)} \quad (5)$$

معادله ی محاسبه ژئو پتانسیل:

$$\Phi(\lambda, \phi, \sigma) = \Phi(\lambda, \phi, 1) + \frac{(p_b - p_A)(1 - \sigma)}{\langle \rho \rangle} \quad (6)$$

معادله ی محاسبه فاصله ی شعاعی از مرکز زمین:

$$r_{(i,j,k)} = r_{(i,j,\sigma=1)} + \frac{p_b - p_A}{g} \frac{(1 - \sigma)}{\langle \rho \rangle} \quad (7)$$

معادله ی فشار کف:

$$\frac{\partial p_b}{\partial t} = - \int_0^1 \frac{1}{r \cos \phi} \frac{\partial [(p_b - p_A)u]}{\partial \lambda} d\sigma - \int_0^1 \frac{1}{r} \frac{\partial [(p_b - p_A)v]}{\partial \phi} d\sigma \quad (8)$$

معادله‌ی محاسبه معرف سرعت قائم:

$$\dot{\sigma}(\sigma) = -\frac{1}{p_b - p_A} \int_0^\sigma \frac{1}{r \cos \varphi} \frac{\partial}{\partial \lambda} [(p_b - p_A)u] d\sigma \quad (9)$$

$$- \frac{1}{p_b - p_A} \int_0^\sigma \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \varphi} [(p_b - p_A)v] d\sigma - \frac{\sigma}{p_b - p_A} \frac{\partial(p_b - p_A)}{\partial t}$$

معادله‌ی شوری:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{u}{r \cos \varphi} \frac{\partial s}{\partial \lambda} + \frac{v}{r} \frac{\partial s}{\partial \varphi} + \dot{\sigma} \frac{\partial s}{\partial \sigma} =$$

$$\frac{\alpha}{r^2 \cos \varphi} \left\{ \frac{\partial}{\partial \lambda} \left[\frac{K_{s\lambda}}{\cos \varphi} \left[\frac{\partial(\rho s)}{\partial \lambda} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial(\rho s)}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) \right] \right] \right.$$

$$\left. + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_{s\lambda}}{\cos \varphi} \left[\frac{\partial(\rho s)}{\partial \lambda} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial(\rho s)}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) \right] \right] \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) \right\}$$

$$+ \frac{\alpha}{r^2 \cos \varphi} \left\{ \frac{\partial}{\partial \varphi} \left[K_{s\varphi} \cos \varphi \left[\frac{\partial(\rho s)}{\partial \varphi} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial(\rho s)}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} \right) \right] \right] \right.$$

$$\left. + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[K_{s\varphi} \cos \varphi \left[\frac{\partial(\rho s)}{\partial \varphi} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial(\rho s)}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} \right) \right] \right] \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} \right) \right\}$$

$$+ \frac{\alpha}{r^2 \cos \varphi} \left[\frac{\rho g^2 \cos \varphi}{(p_b - p_A)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(K_{sr} r^2 \rho \frac{\partial(\rho s)}{\partial \sigma} \right) \right]$$

$$(10)$$

به عنوان نمونه معادله فرارفت-انتشار مربوط به انتشار فسفات منتشر شده از قفس پرورش ماهی پس از بازنویسی به شکل زیر خواهد بود:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{u}{r \cos \varphi} \frac{\partial N}{\partial \lambda} + \frac{v}{r} \frac{\partial N}{\partial \varphi} + \dot{\sigma} \frac{\partial N}{\partial \sigma} =$$

$$\frac{\alpha}{r^2 \cos \varphi} \left\{ \frac{\partial}{\partial \lambda} \left[\frac{K_{N\lambda}}{\cos \varphi} \left[\frac{\partial(\rho N)}{\partial \lambda} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial(\rho N)}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) \right] \right] + \right.$$

$$\left. \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_{N\lambda}}{\cos \varphi} \left[\frac{\partial(\rho N)}{\partial \lambda} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial(\rho N)}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) \right] \right] \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) \right\} +$$

$$\frac{\alpha}{r^2 \cos \varphi} \left\{ \frac{\partial}{\partial \varphi} \left[K_{N\varphi} \cos \varphi \left[\frac{\partial(\rho N)}{\partial \varphi} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial(\rho N)}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} \right) \right] \right] + \right.$$

$$\left. \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[K_{N\varphi} \cos \varphi \left[\frac{\partial(\rho N)}{\partial \varphi} + \frac{\rho}{(p_b - p_A)} \frac{\partial(\rho N)}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} \right) \right] \right] \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} \right) \right\}$$

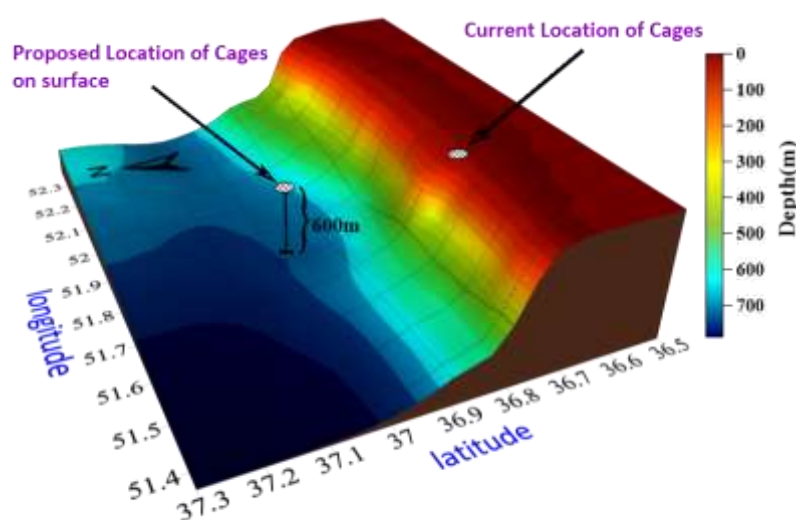
$$+ \frac{\alpha}{r^2 \cos \varphi} \left[\frac{\rho g^2 \cos \varphi}{(p_b - p_A)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[K_{N\sigma} r^2 \rho \frac{\partial(\rho N)}{\partial \sigma} \right] \right] + S_N \quad (11)$$

در این معادله، N ، معرف آلاینده‌ی دلخواه؛ جملات سمت چپ معادله معرف انتشار فرارفتی آلاینده‌ها، دوجمله داخل کروشه‌ی سمت راست انتشار تلاطمی آلاینده N در راستای افقی؛ جمله‌ی سوم انتشار تلاطمی در راستای قائم و بالاخره جمله آخر سمت راست، جمله‌ی مربوط به چشمه‌ی آلودگی دلخواه می‌باشد. همچنین پارامترهای ρ ، چگالی؛ u ، سرعت جریان در راستای شرق سوی؛ v ، سرعت جریان در راستای شمال سوی؛ $\dot{\sigma}$ ، معرف سرعت قائم؛ $K_{\lambda N}$ و $K_{\phi N}$ ، ضرایب انتشار تلاطمی آلاینده N در راستای افقی؛ $K_{\sigma N}$ ، ضرایب انتشار تلاطمی قائم آلاینده N ؛ و S_N ، جمله‌ی چشمه برای آلاینده‌ی N می‌باشند.

برای حل عددی معادلات مدل از روش تفاضل متناهی استفاده گردید. برای گسسته سازی جملات فرارفتی از طرحواره‌های عددی دوگامی لکس و ندرروف، ماتسونو، همچنین برای بخش‌های انتشاری نیز از طرح‌واره‌ی دوفورت فرانکل استفاده گردید. معادلات مدل بر روی شبکه آراکاوای C تعدیل یافته گسسته سازی شدند. گام زمانی در شبیه سازی‌های صورت گرفته ۱۵ ثانیه، گام مکانی برابر با ۳۰ ثانیه، در راستای

شرق سوی و شمال سوی در نظر گرفته شد. به منظور بررسی دقیق تر انتشار در راستای قائم و بازتولید دقیق تر فرایندهای در راستای قائم، از جمله فراجوشی و فروجوشی محیط مورد مطالعه در راستای قائم نیز به ۱۰ لایه تقسیم شده است.

ناحیه مورد مطالعه در این پژوهش مزرعه پرورش ماهی در قفس، در محدوده‌ی دریایی منطقه سیسنگان در جنوب دریای خزر می‌باشد. این منطقه در مختصات طول جغرافیایی بین ۳۶/۵۱ تا ۵۲/۳۶ درجه و عرض جغرافیایی بین ۳۶/۵۰ تا ۳۷/۳۰ واقع شده است، در سطح آب با مختصات طول ۵۱/۷۰ و عرض ۳۶/۷۷ منبع اصلی آلاینده یا همان قفس پرورش ماهی در دریا به عنوان چشمه آلودگی قرار دارد که آلاینده فسفات از این ناحیه در محیط انتشار پیدا می‌کند. مرز جنوبی در این ناحیه منطقه ساحلی و خشکی می‌باشد و سایر مرزهای شرقی، غربی و شمالی درون آب قرار دارند. شبیه سازی عددی با شرایط مرزی و اطلاعات عمق و باد مطابق با محیط واقعی انجام شد. اطلاعات مربوط به باد از تاریخ اول ژانویه سال ۲۰۱۹ تا آخر آگوست ۲۰۱۹ از بانک اطلاعاتی ECMWF اروپا و اطلاعات عمق از بانک اطلاعاتی GEBCO جهت اعمال به مدل دریافت گردید. پس از اعمال شرایط واقعی، مدل برای پیش بینی در طول هشت ماه، اجرا شد. شبیه سازی‌ها برای دو مختصات مختلف یعنی مختصات فعلی استقرار قفس‌ها و مختصات فرضی پیشنهادی جدید برای استقرار قفس‌ها انجام شد و در شکل (۱) می‌توان نقشه عمق نگاری منطقه‌ی پرورش و محل قرار گیری قفس‌ها در دو مختصات فعلی و فرضی را مشاهده نمود.



شکل (۱) بسیمتری (عمق نگاری) و مختصات فعلی (در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر و عمق کمتر) و مختصات فرضی (در عرض‌های جغرافیایی بالاتر و عمق بیشتر) استقرار قفس‌های پرورش ماهی در منطقه‌ی دریایی سیسنگان

۳. نتایج

در این بخش نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده برای هشت ماه و در انتهای ماه‌های چهارم و هشتم یعنی در وسط و انتهای دوره‌ی شبیه‌سازی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. بر اساس نمونه برداری‌های میدانی انجام شده از قفس‌های پرورش ماهی در منطقه دریایی سیسنگان و آنالیز آن‌ها میزان غلظت اولیه فسفات در منبع یا همان قفس‌ها با توجه به غلظت بسیار کم فسفات که معمولاً از مرتبه ppb در محیط‌های دریایی مشاهده می‌گردد ۱۸ ppb در نظر گرفته شد و به منظور شبیه‌سازی به مدل طراحی شده اعمال گردید. همانطور که اشاره شد شبیه‌سازی‌ها برای هشت ماه و به طور دقیق‌تر از ابتدای ژانویه سال ۲۰۱۹ تا انتهای ماه هشتم یعنی انتهای آگوست انجام شد. به منظور بررسی اثر جابجایی مکانی قفس‌های پرورش در دریا بر میزان انتشار افقی آلاینده فسفات ناشی از قفس‌ها با فرض ثابت بودن میزان تولید ماهی و ظرفیت مزرعه‌ی پرورش، دو شبیه‌سازی با دو مختصات مکانی مختلف برای استقرار قفس‌ها صورت گرفت.

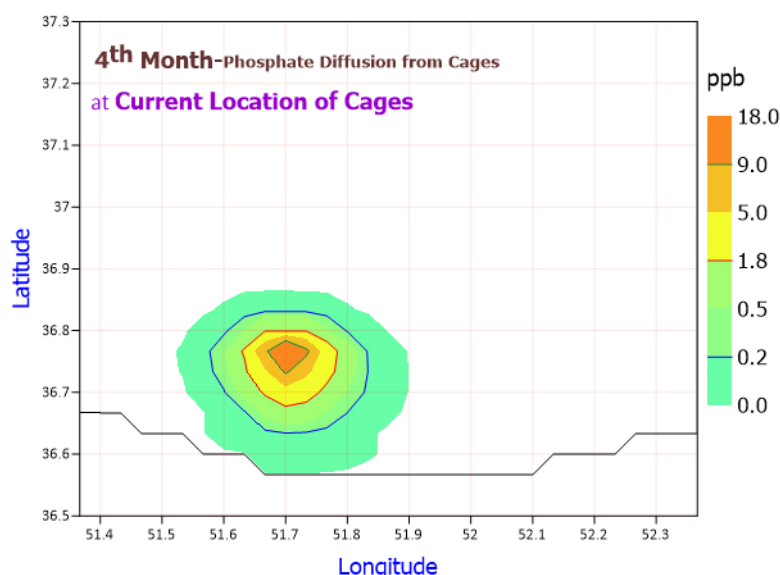
شبیه‌سازی اول با توجه به مختصات مکانی فعلی قفس‌های پرورش ماهی در منطقه‌ی دریایی سیسنگان به طول جغرافیایی ۵۱/۷۰ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶/۷۷ شمالی انجام شد و میزان گسترش و انتشار افقی فسفات در انتهای ماه چهارم و هشتم مورد بررسی قرار گرفت.

شبیه‌سازی دوم با توجه به مختصات فرضی پیشنهادی، جهت بررسی اثر جابجایی قفس‌ها به مناطق دورتر از ساحل و با عمق بیشتر، بر میزان گسترش و انتشار افقی فسفات ناشی از قفس‌های پرورش ماهی در دریا به مختصات طول جغرافیایی ۵۱/۸۲ شرقی، ۳۶/۹۸ شمالی و در حدود ۲۰ کیلومتر افزایش فاصله در راستای شمالی نسبت به مختصات فعلی و به اعماق بالاتر در حدود ۶۰۰ متر انجام شد.

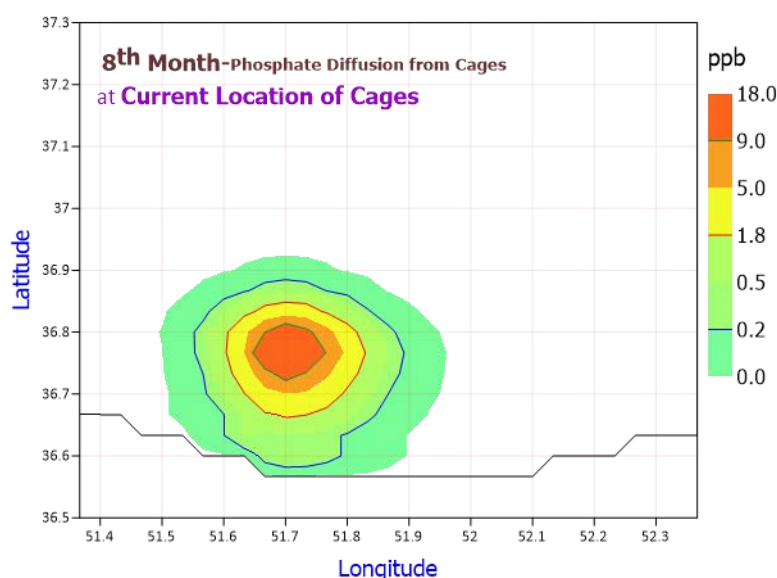
نتایج شبیه‌سازی اول

پس از اتمام شبیه‌سازی با توجه به مختصات استقرار فعلی قفس‌ها در دریا، بررسی میزان انتشار افقی فسفات ناشی از قفس‌های پرورش ماهی در انتهای ماه چهارم نشان دهنده‌ی گسترش بیشتر انتشار در راستاهای شرقی، غربی و بخصوص در راستای جنوبی قفس‌ها بود (شکل ۲). الگوی گسترش انتشار تا انتهای ماه هشتم تقریباً روندی ثابت داشته به گونه‌ای که در انتهای ماه هشتم نیز همچنان روند گسترش انتشار بیشتر در راستاهای شرقی، غربی و جنوبی صورت گرفته است که این امر می‌تواند تابع شرایط رژیم باد حاکم بر منطقه و جریان‌های ناشی از آن در طول دوره‌ی شبیه‌سازی و همچنین شرایط بسیمتری و عمق منطقه پرورش در آب دریا باشد (شکل ۱). بررسی خطوط کنتور مربوط به فسفات با غلظتی در حدود ۲ تا ۳ درصد غلظت در منبع یعنی ۰/۲ppb و ۰/۵ppb (خط کنتور آبی رنگ) و منطقه‌ی حائل بین خطوط نشان دهنده‌ی پیشروی انتشار با گذشت زمان در راستای جنوبی و بزرگتر شدن منطقه حائل تا فواصلی نزدیک به ساحل در انتهای ماه هشتم می‌باشد. با توجه به شکل (۳) می‌توان مشاهده کرد که خط کنتور مربوط به غلظت ۰/۲ppb تا نزدیکی خط ساحلی گسترش پیدا کرده است. بررسی مقدار فاصله گسترش فسفات با توجه به کمترین غلظت قابل مشاهده توسط خطوط کنتور در شکل (۳) یعنی غلظت ۲ تا ۳ درصدی در منبع، در انتهای ماه هشتم در راستای شرقی تا حدود ۱۹ کیلومتر، راستای غربی حدود ۱۵/۵ کیلومتر، راستای شمالی در حدود ۱۲ کیلومتر و در راستای جنوبی تا نزدیکی خط ساحلی یعنی حدود ۲۰ کیلومتر گسترش داشته که تایید کننده‌ی گسترش بیشتر فسفات در راستاهای شرقی و جنوبی می‌باشد (شکل ۳).

مقایسه گسترش خطوط کنتور هم غلظت انتشار فسفات به میزان ۱۰ درصد غلظت در منبع یعنی ۱/۸ppb (خط کنتور قرمز رنگ) در انتهای ماه چهارم (شکل ۲) تا انتهای ماه هشتم نیز نشان دهنده‌ی افزایش میزان انتشار فسفات در طول زمان با توجه به فاصله گرفتن خط غلظت ۱/۸ نسبت به منبع در انتهای ماه هشتم می‌باشد (شکل ۳). همچنین خط کنتور با غلظت ۹ppb یعنی حدود ۵۰ درصد غلظت فسفات در منبع (خط کنتور سبز رنگ) نیز نشان دهنده‌ی گسترش بیشتر انتشار در انتهای ماه هشتم می‌باشد. با گذر زمان و افزایش پتانسیل تولید، میزان غلظت فسفات محلول در محیط اطراف قفس‌های پرورش ماهی یا همان منبع آلاینده‌ی محیط افزایش یافته به صورتی که در انتهای ماه هشتم گسترش مرکز غلظت اولیه و بزرگتر شدن منطقه‌ی حائل مربوط به آن با رنگ نارنجی تا خط کنتور ۹ppb یا غلظت ۵۰ درصد منبع (خط کنتور سبز رنگ) نسبت به انتهای ماه چهارم را می‌توان به وضوح مشاهده کرد که طبیعتاً این افزایش و گسترش غلظت در منبع سبب گسترش بیشتر آن با غلظت‌های کمتر در فواصل دورتر، همان گونه که پیشتر بررسی گردید شده است.



شکل ۲) انتشار افقی فسفات در مختصات فعلی قفس‌ها در انتهای ماه چهارم

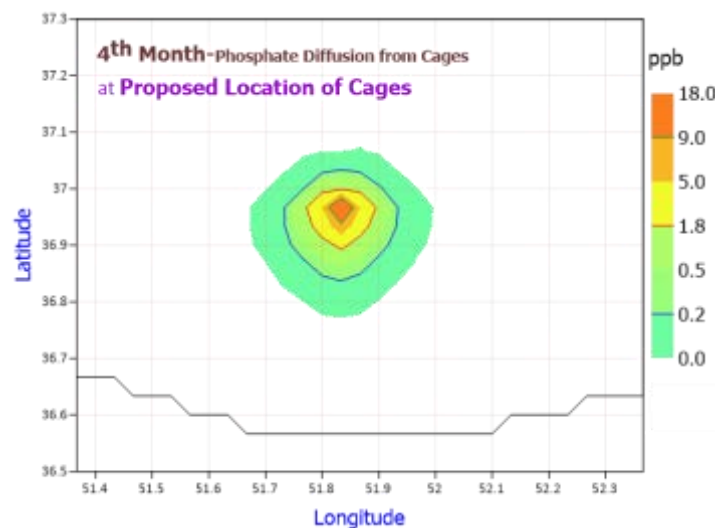


شکل ۳) انتشار افقی فسفات در مختصات فعلی قفس‌ها در انتهای ماه هشتم

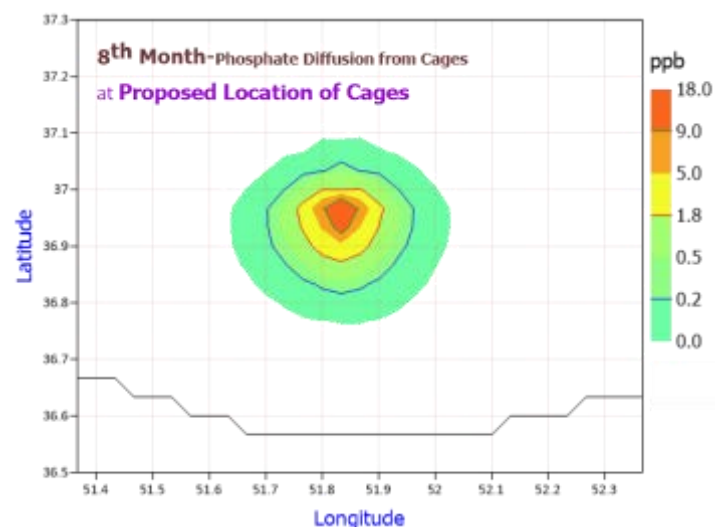
نتایج شبیه‌سازی دوم

به منظور بررسی اثر جابجایی قفس‌ها به مناطق دورتر و عمیق‌تر نسبت به نزدیکی سواحل، بر میزان گسترش و انتشار فسفات ناشی از پرورش ماهی در قفس‌ها در دریا، شبیه‌سازی دوم با توجه به مختصات جدید پیشنهادی جهت استقرار قفس‌ها در دریا انجام شد که نتایج آن بدین شرح می‌باشد. انتشار در مختصات فرضی و پیشنهادی قفس‌ها یعنی به طول جغرافیایی ۵۱/۸۲ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶/۹۸ شمالی و عمق در حدود ۶۰۰ متر، در انتهای ماه چهارم نشان دهنده‌ی گسترش فسفات به صورت متقارن در راستای شرقی - غربی قفس‌ها و انتشار در راستای شمالی - جنوبی بیشتر متمایل به سمت جنوب می‌باشد. این مسئله همان گونه که پیشتر به آن اشاره شد می‌تواند بر اثر شکل گیری جریانات ناشی از باد باشد که غالباً به سمت جنوب شکل گرفته است. الگوی گسترش فسفات در انتهای ماه هشتم مشابه با ماه چهارم بوده در نتیجه می‌توان گفت این الگو تقریباً روندی ثابت داشته و همچنان روند گسترش انتشار در راستای شرقی - غربی تقریباً متقارن و در راستای شمالی - جنوبی بیشتر متمایل به سمت جنوب می‌باشد. خطوط کنتور هم غلظت با ۲ تا ۳ درصد غلظت فسفات در منبع یعنی در حدود ۰/۲ppb و ۰/۵ppb (خط کنتور آبی رنگ) در انتهای ماه هشتم در مقایسه با انتهای ماه چهارم گسترش بیشتری داشته‌اند و همچنین مساحت منطقه حائل بین خطوط نیز در نتیجه‌ی پیشروی، افزایش پیدا کرده که غالباً متمایل به سمت راستای جنوبی قفس می‌باشد.

بررسی مقدار فاصله گسترش فسفات با توجه به کمترین غلظت نشان داده شده توسط خطوط کنتور در شکل یعنی غلظت ۲ تا ۳ درصدی در منبع، در انتهای ماه هشتم در راستای شرقی تا حدود ۱۵/۴ کیلومتر، راستای غربی حدودا ۱۳ کیلومتر، راستای شمالی در حدود ۶/۶ کیلومتر و در راستای جنوبی تقریبا ۱۷/۶ کیلومتر گسترش داشته که تایید کننده گسترش بیشتر فسفات در راستاهای شرقی و جنوبی می‌باشد شکل (۵). بررسی گسترش خطوط کنتور هم غلظت فسفات به میزان ۱۰ درصد غلظت در منبع یعنی ۱/۸ ppb (خط کنتور قرمز رنگ) در انتهای ماه چهارم شکل (۴) تا انتهای ماه هشتم نیز نشان دهنده افزایش میزان انتشار فسفات در طول زمان با توجه به فاصله گرفتن خط غلظت ۱/۸ ppb نسبت به منبع در انتهای ماه هشتم می‌باشد شکل (۵). همچنین خطوط کنتور هم غلظت ۹ ppb یعنی حدود ۵۰ درصد غلظت فسفات در منبع (خط کنتور سبز رنگ) نیز با توجه به گذر زمان و افزایش پتانسیل تولید و ایجاد پسماند غذایی و دفعی و سایر فرایندهای شیمیایی ناشی این مواد در آب دریا، میزان غلظت فسفات محلول در محیط اطراف قفس‌های پرورش ماهی یا همان منبع آلایندهی محیط افزایش یافته به صورتی که در انتهای ماه هشتم می‌توان گسترش مرکز غلظت اولیه و بزرگتر شدن منطقه‌ی حائل مربوط به آن با رنگ نارنجی تا خط کنتور ۹ ppb یا غلظت ۵۰ درصد منبع (خط کنتور سبز رنگ) نسبت به انتهای ماه چهارم را به وضوح مشاهده کرد که طبیعتا این افزایش و گسترش غلظت در منبع سبب گسترش بیشتر آن با غلظت‌های کمتر در فواصل دورتر، همان گونه که پیشتر بررسی گردید شده است. شکل (۵)



شکل (۴) انتشار افقی فسفات در مختصات فرضی قفس‌ها در انتهای ماه چهارم



شکل (۵) انتشار افقی فسفات در مختصات فرضی قفس‌ها در انتهای ماه هشتم

نتایج شبیه‌سازی‌ها در مختصات فعلی قفس‌ها و مختصات فرضی پیشنهادی و فواصل گسترش انتشار کمترین غلظت یعنی ۲ تا ۳ درصد غلظت در منبع (خط کنتور آبی رنگ در شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵) را به منظور بررسی و مقایسه‌ی دقیق‌تر میزان اثر جابجایی قفس‌ها در جدول زیر می‌توان مشاهده کرد، جدول (۱)

جدول (۱) فاصله گسترش انتشار افقی فسفات اطراف قفس‌های پرورش ماهی، در موقعیت فعلی و موقعیت فرضی پیشنهادی

فاصله فسفات با غلظت ۲ تا ۳ درصد غلظت در منبع	راستای شرق (km)	راستای غرب (km)	راستای شمال (km)	راستای جنوب (km)
فاصله در موقعیت کنونی قفس‌ها	۱۹	۱۵/۵	۱۲	۲۰
فاصله در موقعیت فرضی قفس‌ها	۱۵/۴	۱۳	۶/۶	۱۷/۶
میزان کاهش گسترش فسفات پس از جابجایی به مختصات فرضی قفس	۳/۶	۲/۵	۵/۴	۲/۴

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مقایسه‌ی نتایج شبیه‌سازی اول در مختصات فعلی قفس‌ها و نتایج شبیه‌سازی دوم در مختصات فرضی جدید جهت استقرار قفس‌ها، در موقعیت فرضی جدید، میزان انتشار به طور قابل توجهی در فواصل کمتری نسبت به قفس‌ها صورت می‌گیرد. این می‌تواند به دلیل انتشار بیشتر در راستای قائم باشد. در موقعیت فعلی قفس‌ها به دلیل عمق کم، جریانات قائم با محدودیت شکل گرفته و متناسب با این جریانات انتشار در راستای قائم نیز کمتر می‌باشد. بدین ترتیب، بیشترین سهم انتشار فسفات منتشر شده از قفس‌ها مربوط به انتشار افقی آن می‌باشد. از آنجایی که قفس‌های مزرعه‌ی پرورش ماهی سیسنگان از نوع پلی اتیلنی شناور می‌باشد، انتقال این قفس‌ها به فواصل دورتر می‌تواند اثرات سوء زیست محیطی ناشی از این مزرعه‌ی پرورش ماهی را تا حد زیادی کاهش دهد.

همچنین نتایج مطالعاتی دیگر در این زمینه توسط Stigebrandt و همکاران در سال ۲۰۰۴ و Stigebrandt و همکاران ۲۰۱۵، نشان داد که قرار گرفتن زیرساخت‌های آبی‌ری پروری در مناطق با عمق بیشتر و نه در مناطق ساحلی، یک امر مهم در توسعه آبی‌ری پروری می‌باشد. رابطه متقابل بین آبی‌ری پروری در مناطق با عمق بیشتر و کیفیت سلامت محیط زیست به یک موضوع اصلی در برنامه‌ریزی و ایجاد تاسیسات آبی‌ری پروری دریایی در مناطق عمیق‌تر تبدیل شده است. پسماندهایی که از قفس به محیط آب وارد می‌شوند در درجه اول شامل مواد غذایی باقیمانده و آلاینده‌های ناشی از دفع و متابولیسم ماهیان پرورشی هستند و بخش کمی از این پسماندها در محیط تجزیه می‌شوند اما بخش عمده‌ای از آن در رسوبات زیر مزرعه پرورش تجمع پیدا می‌کنند.

بر اساس نتایج شبیه‌سازی انجام شده در این تحقیق، بررسی الگوی انتشار آلاینده‌ها از قفس‌های پرورش ماهی، پیش از صدور مجوز از طرف سازمان محیط زیست و شیلات کشور ضروری به نظر می‌رسد. با وجود افزایش هزینه‌های حمل و نقل به فواصل دورتر، به میزان چند درصد (۱ تا ۳ درصد)، اثرات سوء زیست محیطی ناشی از قفس‌های پرورش ماهی می‌تواند در آب‌های کم عمق ساحلی به مقدار قابل توجهی کاهش یابد. مدیریت، نظارت و بررسی دقیق‌تر این موضوع از وظایف اصلی سازمان محیط زیست به شمار می‌رود. آلودگی آب‌های ساحلی، به ویژه در محیط‌های اقیانوسی محدود شده نظیر دریای خزر توجه دقیق و فوری را می‌طلبد. وجود منابع طبیعی مانند دریای خزر یک موهبت ملی است و لازم است عوامل محرک و مخرب زیست محیطی، همچنین پایش کیفیت آب، اکولوژی و زیست بوم این دریا به طور جدی مورد توجه سیستم مدیریتی کشور قرار بگیرد. مدیریتی که از یک طرف منافع اقتصادی ناشی از بهره‌برداری صحیح از این دریا را تمهید نماید، از طرفی دیگر در راستای کاهش مخاطرات زیست محیطی موجود، تلاش و اتخاذ تصمیمات مقتضی را در دستور کار قرار دهد.

۲. مفیدی، جلال، رشیدی ابراهیم حصارى، محمد مهدیزاده، ملکوتی، و حسین. (۲۰۱۸). مدل‌سازی عددی سه بعدی جریان‌ات بادرانده در دریای خزر با استفاده از معادلات مقدم در دستگاه مختصات سیگما فشاری. نشریه علمی پژوهشی اقیانوس‌شناسی، ۹(۳۴)، ۴۹-۵۸.

2. Halwart, M., Soto, D., & Arthur, J. R. (Eds.). (2007). *Cage aquaculture: regional reviews and global overview* (Vol. 498). Food & Agriculture Org..
3. FAO (2017) Report of the Forty-First, Session 41, Montenegro, 16-20 October, Rome, 171 p.
4. New, M. B., & Csavas, I. (1993). Aquafeeds in Asia—a regional overview. *by MB New, AGJ Tacon and I. Csavas, FAO Fisheries Technical Paper, 343*, 1-24.
5. Ren, C.; Wang, Z.; Zhang, Y.; Zhang, B.; Chen, L.; Xi, Y.; Xiao, X.; Doughty, R.B.; Liu, M.; Jia, M.; et al. Rapid expansion of coastal aquaculture ponds in China from Landsat observations during 1984–2016. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* **2019**, 82, 101902.
6. Falconer, L.; Telfer, T.C.; Ross, L.G. Modelling seasonal nutrient inputs from non-point sources across large catchments of importance to aquaculture. *Aquaculture* **2018**, 495, 682–692
7. Funge-Smith, S. J., & Briggs, M. R. (1998). Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability. *Aquaculture*, 164(1-4), 117-133.
8. Price, C., Black, K. D., Hargrave, B. T., & Morris Jr, J. A. (2015). Marine cage culture and the environment: effects on water quality and primary production. *Aquaculture Environment Interactions*, 6(2), 151-174.
9. Ge, C.Z., 2006. Carrying Capacity Assessment and Key Ecological Process of Cage Aquaculture in Shallow Sea. The University of Chinese Academy of Sciences (Doctoral dissertation (in Chinese, with English abstract).
10. Boyd, C. E., & Clay, J. W. (1998). Shrimp aquaculture and the environment. *Scientific American*, 278(6), 58-65.
11. Valavanis, V. D. (2002). Geographic information systems in oceanography and fisheries. CRC Press.
12. Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., & Kautsky, N. (6). others (2000) Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405, 1017-1024.
13. Bi, C., 2016. Three-dimensional Numerical Simulation of the Flow Field Inside and Around Net Cages. Dalian University of Technology (Master dissertation (in Chinese, with English abstract).
14. Ibarra, D.A., Fennel, K., Cullen, J.J., 2014. Coupling 3-D Eulerian bio-physics (ROMS) with individual-based shellfish ecophysiology (SHELL-E): a hybrid model for carrying capacity and environmental impacts of bivalve aquaculture. *Ecol. Model.* 273 (2), 63–78.

15. Cai, H., 2007. Research on coastal aquaculture environmental carrying capacity. In: Research In Jiaonan Sea Area As An Example. The Ocean University of China Doctoral dissertation (in Chinese, with English abstract).
16. Château, P.A., Huang, Y.C.A., Chen, C.A., Chang, Y.C., 2015. Integrated assessment of sustainable marine cage culture through system dynamics modeling. *Ecol. Model.* 299, 140–146.
17. Haseeb, M., 2012. Waste Distribution Modelling Based on Geographical Information Systems of Fish Farm Cages of Bahawalnagar in Punjab Province of Pakistan. 4(5).
18. Srithongouthai, S., Tada, K., 2017. Impacts of organic waste from a yellowtail cage farm on surface sediment and bottom water in Shido Bay (the Seto Inland Sea, Japan). *Aquaculture* 471, 140–145.
19. Sun, K., Zhang, J.H., Lin, F., Ren, J.S., Zhao, Y.X., Wu, W.G., Liu, Y., 2020. Evaluating the influences of integrated culture on pelagic ecosystem by a numerical approach: a case study of Sungo Bay, China. *Ecol. Model.* 415, 108860.

The Impact of spatial variation of fish farm location in the Sisangan marine area on the phosphate release pattern from the cages

Bazrgar, Navid^{1*}; Rashidi Ebrahim Hesari, Akbar¹; Farjami, Hosein²

1. Department of Marine Physics, Faculty of Natural Resources & Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran

2. Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Sciences, Nowshahr

Abstract:

In this study, a three-dimensional hydrodynamic-ecological numerical model was designed to simulate the diffusion of phosphate from fish culture cages and used to investigate the effect of spatial displacement of fish farms in the sea (Sisangan marine region) to areas far from the coast with greater depth on the rate of spread and release of agricultural phosphate contaminants. This model is based on primitive equations rewritten in the earth spherical coordinate system with a normalized by pressure sigma as vertical coordinate and can be operated for any other oceanic basin. Also by an extra advection-diffusion equation, the model applies to investigation of three-dimensional diffusion of any chemical pollution dissolved in seawater. Based on the field measurement results, a diffuser source of phosphate pollutants with a concentration of 18 ppb was considered near the location of fish farms cages. Pollutant emission simulation from the pollution source for 8 month starting from the beginning of January 2019 to the end of August was performed by applying wind force, to simulate phosphate emissions in two different numerical simulations, according to the current spatial and proposed coordinates of the fish farms. At the ends of the current coordination cages simulation, the results were showed that horizontal phosphate diffusion from the current location of the cages is affected by the depth and currents of the farm area, and frequently to the south direction of the cages and near the shoreline with a concentration of about 2 to 3% of concentration at the source. However, according to the proposed coordinates, the simulation results showed less horizontal expansion of phosphate in the sea and up to distances closer to the source, than the current location of the cages, which could be due to more diffusion in the vertical direction and much greater depth in the proposed coordinates.

Keywords *Three-dimensional numerical model, hydrodynamic-ecological model, marine fish farms, cages location coordinates, pollutant release*



مطالعه تاثیر شوری های مختلف محیطی بر گلوکز و کورتیزول خون ماهی کپور معمولی

بصیر، زهرا^{۱*}؛ پیغان، رحیم^۲

۱. استادیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

۲. استاد گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

چکیده:

ماهی کپور معمولی از خانواده کپور در آبهای شیرین با دمای بالاتر از ۱۰ درجه سانتیگراد زندگی می کند و آب شور را تا حدی تحمل می کند. برای این منظور، ۱۲۰ نمونه کپور معمولی به مدت ۲ هفته در تیمار شور با آبهای ppt ۴ ، ppt ۸ ، ppt ۱۲ و آب شیرین با سه تکرار کشت داده شدند. در پایان مطالعه نمونه خون از رگ ساقه دمی برای اندازه گیری کورتیزول و گلوکز انجام شد. نتایج اندازه گیری گلوکز و کورتیزول نشان داد که با افزایش شوری میزان فاکتورهای خونی افزایش یافته و بیشترین مقدار در تیمار با شوری ۱۲ قسمت در هزار گزارش شده است. در طول آزمایش هیچ تلفاتی گزارش نشده است. با افزایش شوری، سطح کورتیزول و گلوکز به میزان قابل توجهی افزایش یافت که نشانگر پاسخ فیزیولوژیکی ماهی به تنش شوری است. به طور کلی، تحمل و سازگاری کپور معمولی به دلیل تغییرات سریع در فاکتورهای خون، در برابر تغییرات شوری زیاد بوده به گونه ای که می تواند با تغییرات در شوری محیطی خود سازگار شده و زنده بماند.

واژگان کلیدی: شوری، گلوکز، کورتیزول، کپور معمولی

۱. مقدمه

کپور معمولی نام یک گونه از تیره کپورماهیان می باشد. این گونه همه چیز خوار می باشد و از موجودات ریز بستر آب، کرم‌ها، سخت‌پوستان، نوزاد حشرات، لاشه حیوانات، تخم ماهیان و حتی نوزادان خود را مصرف می‌کند. گونه های مختلف ماهیان ممکن است تحت تاثیر استرس های مختلف از جمله شوری قرار گیرند. محققین بر این باورند که شوری یکی از فاکتورهای محیط زیست اطراف جاندار می باشد که بر فیزیولوژی، کارایی رشد و جذب غذا درآبزی موثر می باشد (Martínez-Alvarez et al., 2002). در هنگام مواجه شدن با تنش ناشی از افزایش شوری آب، ماهیان ترکیب مایعات داخلی بدن خود را توسط فرآیند تنظیم فشار اسمزی و از طریق تغییرات شاخص های فیزیولوژیک گوناگون آن تنظیم می‌نمایند (Lim et al., 2005). چگونگی تغییرات این شاخص‌ها معیاری از چگونگی تنظیم فشار اسمزی و عاملی جهت ارزیابی چگونگی تحمل تنش شوری در آن ها می‌باشد. استرس حاصل از این نوع با قرار دادن ماهی در شرایطی فراتر از سطح تحمل عادی آن ایجاد می‌شود. پاسخ به استرس یک مکانیسم سازشی در موجود می باشد که به آبی اجازه می‌دهد تا به مقابله با عوامل استرس‌زای دریافتی حاصل از محیط اطراف پردازد. به عبارتی دیگر از این روش می تواند وضعیت طبیعی بدن خود را حفظ نماید.

۲. مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق کلیه مراحل عملی و اجرایی در بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفت. تعداد ۱۲۰ قطعه ماهی کپور معمولی در سن رشد با وزن و طول تقریباً یکسان به مدت ۱۴ روز در تانک‌های ذخیره برای تأیید سلامت و سازگاری با شرایط سوله نگهداری شدند. سپس بین ۱۲ آکواریوم که به صورت کاملاً تصادفی بین تیمارها توزیع شدند که شامل ۱۰ قطعه ماهی به ازاء هر آکواریوم که حجم و ارتفاع آب در تمام مخازن یکسان و قابل کنترل بود. هر آکواریوم با استفاده از یک سنگ هوا، هوادهی و برای تأمین درجه حرارت مناسب پرورش درون هر تانک یک هیتر آکواریومی قرار داشت. به منظور بررسی اثرات تیمارهای شوری بر روی شاخص‌های گلوکز و کورتیزول چهار تیمار بصورت تیمار اول با شوری صفر، تیمار دوم با شوری ۴، تیمار سوم با شوری ۸ و تیمار چهارم با شوری ۱۲ گرم در لیتر با سه تکرار در نظر گرفته شدند. تنظیم شوری به تدریج و در طی مدت آزمایش انجام پذیرفت. غذادهی از شروع تا پایان آزمایش در حد سیری و متناسب با درجه حرارت و به صورت دستی در دو نوبت در صبح و عصر انجام می‌گرفت. در طول مدت آزمایش ویژگیهای آب شامل درجه حرارت، اکسیژن محلول، pH و شوری بصورت روزانه با استفاده از دستگاه مولتی پارامترسنج دیجیتال اندازه‌گیری و اطلاعات آنها ثبت می‌گردید. رژیم نوری در نظر گرفته شده در طول دوره پرورش شامل ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. در پایان دوره آزمایش عملیات خونگیری پس از انتقال ماهی‌ها با استفاده از ماده‌ی بیهوشی پودر گل میخک در شرایط یکسان به تعداد ۵ قطعه از هر تیمار از سیاهرگ دمی واقع در انتهای باله‌ی مخرجی و با استفاده از سرنگ ۲cc انجام گرفت. نمونه‌های خونی به منظور مطالعات خون‌شناسی در تیوب‌های آغشته به هپارین ریخته و برای جلوگیری از لخته شدن به مدت ۱۰ دقیقه تکان داده شده و پس از سانتریفوژ با سرعت ۳ هزار به مدت ۱۵ دقیقه در داخل میکروتیوب قرار گرفته و جهت اندازه‌گیری گلوکز و کورتیزول به فریزر ۷۰- درجه سانتیگراد منتقل شدند. اندازه‌گیری گلوکز سرم خون با روش آنزیماتیک انجام شد. بدین منظور با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و کیت گلوکز پارس آزمون میزان گلوکز بر حسب میلی گرم در دسی لیتر محاسبه شد. هورمون کورتیزول با روش الایزا و با کیت انسانی رادیم ساخت ایتالیا و بر حسب نانوگرم در میلیلیتر اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS-۲۱ و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگورف-اسمیرنوف، از تجزیه واریانس یکطرفه آنوا و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید (Ziegeweid et al., 2010).

۳. نتایج

در طول دوره آزمایش در هیچکدام از تیمارها تلفاتی مشاهده نشد. علائمی همچون بیقراری و تمایل به بیرون پریدن از آکواریوم، خونریزی در باله‌ها، سرپوش آبشی و آبشش نیز مشاهده نگردید اما خونریزی در چشم بصورت پتشی در شوری ۱۲ گرم در لیتر مشهود بود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری گلوکز و کورتیزول نشان داد که با افزایش شوری میزان فاکتورهای خون افزایش یافته میباید و بیشترین مقدار در تیمار با شوری ۱۲ قسمت در هزار و به مقدار $36/21 \pm 1/14$ میلی گرم در دسی لیتر و کمترین مقدار نیز در تیمار شاهد و به میزان $8/14 \pm 0/41$ میلی گرم در دسی لیتر بود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان هورمون کورتیزول نیز نشان داد که با افزایش میزان شوری مقدار این هورمون در خون ماهیان افزایش یافته و بیشترین میزان آن در شوری ۱۲ قسمت در هزار و به میزان $65/11 \pm 21/34$ نانوگرم در میلی لیتر و کم‌ترین میزان در تیمار شاهد و به میزان $23/11 \pm 1/47$ نانوگرم در میلی لیتر به دست آمد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

محققین گزارش کردند که یکی از روشهای بررسی خصوصیات فیزیولوژیک ماهیان تعیین شاخص‌های خون‌شناسی می‌باشد که نسبت به روش‌های دیگر ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر می‌باشد. زیرا بررسی شاخص‌های خون‌شناسی ابزاری جهت تسهیل مدیریت سلامت ماهی فراهم کرده و می‌تواند در بررسی اثرات محرکات استرسزا مورد استفاده قرار بگیرد (Peyghan et al., 2014). تغییر در پارامترهای هماتولوژیکی

از جمله واکنش‌هایی است که آبی در پاسخ به تنش از خود نشان می‌دهد. بطور کلی بخشی از پاسخ‌های مختلف به شوری وابسته به تفاوت‌های خاص هرگونه می‌باشد. بر اساس مطالعه حاضر مشخص گردید که میزان کورتیزول و گلوکز پلاسما با افزایش شوری افزایش یافته به‌طوری که بیشترین میزان آن در تیمار با شوری ۱۲ قسمت در هزار و کمترین میزان در تیمار شاهد مشاهده گردید. یعنی مشخص گردید افزایش هورمون کورتیزول در پلاسمای خون به عنوان شاخص عمده در تشخیص استرس به کار می‌رود. همچنین در یک تحقیق مشخص گردید که تأثیر مقادیر مختلف شوری بر هورمون کورتیزول و گلوکز ماهی کپور علفخوار انگشت قد مورد سنجش قرار گرفته نشان داد که با افزایش شوری مقدار هورمون کورتیزول و گلوکز افزایش می‌یابد (Naserizadeh et al., 2013). این افزایش نشان دهنده واکنش فیزیولوژیکی اولیه و ثانویه ماهیان نسبت به شرایط استرس زا و افزایش هورمون کورتیزول تایید کننده نقش آن به عنوان یک هورمون سازگاری به شوری می‌باشد. همچنین این محققین گزارش کردند که دلیل افزایش مقدار گلوکز پلاسما خون نیز تامین انرژی لازم برای مقابله با استرس می‌باشد (Makvandi et al., 2012).

منابع

1. Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., & Welker, T. (2005). Effect of feeding duration of sodium chloride containing diets on growth performance and some stress and fish. *Academic press*, London. PP. 247-275.
2. Makvandi H., Khodadadi M., Keyvanshokoh S., & Mohammadi Makvandi Z. (2012). Effect of salinity stress on cortisol hormone and glucose in Grass carp fingerlings (*Ctenopharyngodon idella*). *Journal of Aquatic Animals and Fisheries*, 2(8): 77-84.
3. Martínez-Alvarez R.M., Hidalgo M.C., Domezain A., Morales A.E., García-Gallego M., & Sanz A. (2002). Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. *Journal of Experimental Biology*, 205(23): 3699-3706.
4. Naserizadeh M., Nematollahi M.A., & Hosseini S.V. (2013). The relationship between water quality parameters and response to density stress in Pacu fish (*Piaractus brachipomus*). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4(6): 1518-1523.
5. Peyghan R., Khadjeh G., & Enayati A. (2014). Effect of water salinity on total protein and electrophoretic pattern of serum proteins of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Veterinary Research Forum*, 5(3): 225-229.
6. Ziegeweid J.R., & Black M.C. (2010). Hematocrit and plasma osmolality values of young-of-year shortnose sturgeon following acute exposures to combinations of salinity and temperature. *Fish Physiology and Biochemistry*, 36: 963-968.

Study the effect of different environmental salinity on glucose and cortisol of, *Cyprinus carpio*

Basir, Zahra^{1*}; Peyghan, Rahim²

1. Department of Basic Sciences, Faculty of veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Department of Clinical Sciences, Faculty of veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Abstract:

Common carp from the carp family lives in freshwater at temperatures above 10 °C and tolerates brakish water to some degree. For this purpose, 120 specimens of common carp were selected to cultivate for 2 weeks in saline treatment with 4ppt, 8ppt, 12ppt and fresh water with three replications. At the end of the study bood specimen from the caudal stalk vein was performed to measure cortisol and glucose. The results of glucose and cortisol measurements showed that with increasing salinity, the amount of blood factors increased and the highest amount was reported in the treatment with salinity of 12 parts per thousand. No fatality were reported during the experiment. As salinity increased, cortisol and glucose levels increased significantly, indicating the physiological response of fish to salinity stress. In general, tolerance and adaptability of common carp is high to salinity changes due to rapid changes in blood factor. So that this species can able to adapt to the changes in its environmental salinity and to survive.

Keywords: Salinity, Glucose, Cortisol, *Cyprinus carpio*



مطالعه تاثیر شوری های مختلف محیطی بر بافت کبد ماهی کپور معمولی

بصیر، زهرا^{۱*}؛ پیغان، رحیم^۲

۱. استادیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

۲. استاد گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

چکیده:

ماهی کپور نوعی ماهی آب شیرین با گسترده زندگی از آبهای داخلی، دریاچه ها و رودخانه های بزرگ اروپا و آسیا است. ماهی کپور معمولی از خانواده کپور در آبهای شیرین با دمای بالاتر از ۱۰ درجه سانتیگراد زندگی می کند و آب شور را نیز تا حدی تحمل می کند. برای این منظور، ۱۲۰ قطعه کپور معمولی به مدت ۲ هفته در تیمار شوری ppt ۴، ppt ۸، ppt ۱۲ و آب شیرین با سه تکرار کشت داده شدند. پس از این مدت، ماهی ها بیهوش شده و کبد آنها برداشته شد. سپس با استفاده از روش های معمول بافت شناسی برش های ۴-۶ میکرومتر با رنگ آمیزی هماتوکسلین-ئوزین (H&E) رنگ آمیزی شدند. نتایج نشان داد که شوری تا ppt ۴ هیچ تاثیر منفی بر بافت شناسی کبد ندارد. اما شوری بالاتر (۸ و ۱۲) دارای اثرات منفی بوده بطوریکه اختلال در سلولهای کبدی، شکل نامنظم هسته، تجمع چربی و رکود صفراوی از جمله این تغییرات بودند. در طول آزمایش هیچ تلفاتی گزارش نشده است. به طور کلی، تحمل و سازگاری کپور معمولی به دلیل تغییرات سریع در بافت شناسی کبد از نظر شوری زیاد بوده بنابراین گونه های مورد مطالعه توانست با تغییراتی که در بافت کبد ایجاد کرده زنده بمانند.

واژگان کلیدی: سازگاری، شوری، کبد، کپور معمولی

۱. مقدمه

کپور معمولی نام یک گونه از تیره کپورماهیان می باشد. این گونه همه چیز خوار می باشد و از موجودات ریز بستر آب، کرم ها، سخت پوستان، نوزاد حشرات، لاشه حیوانات، تخم ماهیان و حتی نوزادان خود را مصرف می کند. گونه های مختلف ماهیان ممکن است تحت تاثیر استرس های مختلف محیطی از جمله شوری قرار گیرند. محققین بر این باورند که شوری یکی از فاکتورهای محیط زیست اطراف جاندار می باشد که بر فیزیولوژی، کارایی رشد و جذب غذا در آبزی موثر می باشد. کبد یکی از ارگان های حیاتی و مهمی است که نقش بسزایی در تغییر شکل و متابولیسم مواد و سلامت و رشد ماهی ها دارد و بعنوان یک شاخص سلامت در آبزیان مورد استفاده قرار می گیرد. چگونگی تغییرات این شاخص ها معیاری از چگونگی تنظیم فشار اسمزی و عاملی جهت ارزیابی چگونگی تحمل تنش شوری در آن ها می باشد. استرس حاصل از این نوع با قرار دادن ماهی در شرایطی فراتر از سطح تحمل عادی آن ایجاد می شود (Guo et al., 2020). پاسخ به استرس یک مکانیسم سازشی در موجود می باشد که به آبرزی اجازه می دهد تا به مقابله با عوامل استرس زای دریافتی حاصل از محیط اطراف بپردازد. به عبارتی دیگر از این روش می تواند وضعیت طبیعی بدن خود را حفظ نماید. در هنگام مواجه شدن با تنش ناشی از افزایش شوری آب، ماهیان ترکیب مایعات داخلی بدن خود را توسط فرآیند تنظیم فشار اسمزی و از طریق تغییرات شاخص های فیزیولوژیک گوناگون آن تنظیم می نمایند)

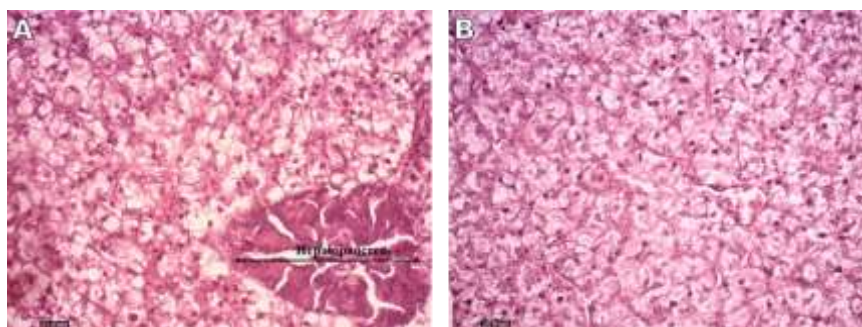
(Takashima & Hibiya, 1995). با توجه به اینکه مطالعه مشابه دیگر بر روی گونه مورد نظر انجام پذیرفته این تحقیق صورت گرفت تا پاسخگوی سوالات مشابه در این زمینه در مراکز تحقیقاتی باشد.

۲. مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق کلیه مراحل عملی و اجرایی در بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفت. تعداد ۱۲۰ قطعه ماهی کپور معمولی در سن رشد با وزن و طول تقریباً یکسان به مدت یک هفته در تانک‌های ذخیره برای تایید سلامت و سازگاری با شرایط سوله نگهداری شدند. سپس بین ۱۲ آکواریوم که به صورت کاملاً تصادفی بین تیمارها توزیع شدند که شامل ۱۰ قطعه ماهی به ازاء هر آکواریوم که حجم و ارتفاع آب در تمام مخازن یکسان و قابل کنترل بود. هر آکواریوم با استفاده از یک سنگ هوا، هوادهی و برای تامین درجه حرارت مناسب پرورش درون هر تانک یک گرماده آکواریومی قرار داشت. به منظور بررسی اثرات تیمارهای شوری بر روی تغییرات بافت کبد چهار تیمار بصورت تیمار اول با شوری صفر، تیمار دوم با شوری ۴، تیمار سوم با شوری ۸ و تیمار چهارم با شوری ۱۲ گرم در لیتر با سه تکرار به مدت دو هفته در نظر گرفته شدند. غذادهی از شروع تا پایان آزمایش در حد سیری و متناسب با درجه حرارت و به صورت دستی در دو نوبت در صبح و عصر انجام می گرفت. در طول مدت آزمایش ویژگیهای آب شامل درجه حرارت، اکسیژن محلول، pH و شوری بصورت روزانه با استفاده از دستگاه مولتی پارامترسنج دیجیتال اندازه‌گیری و اطلاعات آنها ثبت گردید. ماهی‌ها در طول دوره پرورش ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی را تحمل کردند. در پایان دوره آزمایش ماهی‌ها با استفاده از ماده‌ی بیهوشی پودر گل میخک بیهوش شدند و دیواره محوطه بطنی آنها برش داده شده و کبد نمونه‌ها خارج و در فرمالین بافر ۱۰ درصد قرار داده شد. سپس از نمونه‌ها طی مراحل تهیه مقاطع بافتی برش‌های ۵ میکرونی تهیه و مورد رنگ آمیزی هماتوکسیلین و اتوزین H&E قرار گرفتند. برای بررسی‌های تغییرات بافتی از تصاویر تهیه شده ۵ عدد ماهی در هر گروه و از هر ماهی ۱۵ فیلد میکروسکوپی با استفاده از عدسی ۲۰× میکروسکوپ نوری مدل OLYMPUS BH-2 و با استفاده از لنز Dino-lite و نرم افزار رایانه‌ای Dino capture 2.0 مورد بررسی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS-21 و جهت رسم نمودارها از نرم افزار PRISM-5 استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگورف-اسمیرنف، از تجزیه واریانس یکطرفه آنوا و پس آزمون توکی برای مقایسه میانگین متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید.

۳. نتایج

در طول دوره آزمایش در هیچکدام از تیمارها تلفاتی مشاهده نشد. پس از باز کردن محوطه شکمی مشاهده شد که کبد در ماهی کپور به رنگ قهوه‌ای روشن و از دو لوب راست و چپ تشکیل شده است. نتایج حاصل از بررسی بافت شناسی بافت کبد در زیر میکروسکوپ نوری نشان داد که در گروه شاهد بافت کبد از خارج توسط یک کپسولی از جنس بافت همبند پوشیده شده است که از این کپسول به داخل بافت کبد نفوذ کرده و داربست آن را تشکیل می دهد و روی این داربست پارانشیم کبد قرار دارد. کبد در ماهی کپور بصورت هپاتوپانکراس می باشد و بافت پانکراس بصورت پراکنده در لابلای هپاتوسیت‌ها قرار داشت (شکل A). سلول‌های کبد نرمال و با هسته مرکزی و سینوزوئیدی با حالت طبیعی وجود دارند در حالی که با افزایش تدریجی شوری تغییراتی در بافت کبد ایجاد شد. اتساع سینوزوئیدها و رویهم افتادگی هپاتوسیت‌ها و کوچک و متراکم شدن هپاتوسیت‌ها و تورم ابری شکل و رکود صفرا در درون هپاتوسیت‌ها و در بافت کبد دیده شد که بیشترین مقدار این تغییرات در تیمار با شوری ۱۲ قسمت در هزار بود (شکل B).



تصاویر میکروسکوپ نوری تغییرات بافتی کبد ماهی کپور معمولی نمونه شاهد (A) و تیمار در شوری ۱۲ ppt (B).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

کبد یکی از غدد مهم گوارشی است که هپاتوسیت‌ها و سینوزوئیدها و سلول‌های آندوتلیال ساختمان آن را تشکیل می‌دهند. کبد در ماهیان تلئوست، اندام اصلی تغییر شکل زیستی زئوبیوتیک‌ها، متابولیسم هورمون‌های جنسی و غیره می‌باشد. سلول‌های پارانشیم کبدی، هپاتوسیت‌ها می‌باشند که دارای یک هسته مرکزی هستند. به علت خاصیت رنگ‌پذیری کم چربی و گلیکوژن با رنگ آمیزی همتوکسیلین و ائوزین ساختمان واکوئلی فراوان در هپاتوسیت‌ها مشاهده شد (Nahrgang *et al.*, 2009) که براساس شکل می‌توان این دو نوع واکوئل را از هم تفکیک کرد، قطرات چربی کروی شکل و به صورت تکی یا مجتمع می‌باشند در حالی که دانه‌های گلیکوژن غالباً اشکال نامنظمی دارند (Ogundiran *et al.*, 2010). در مطالعه ارزیابی وضعیت سلامتی ماهیان تحت اثر شوری‌های مختلف‌ها در گونه‌های مختلفی از ماهیان، آسیب‌های بافت کبد نظیر نکروز، واکوئلاسیون و دژنراسیون را مشاهده نمودند. این محققین گزارش کردند که پاسخ‌های غیر اختصاصی به استرس شوری در ماهیان تیمار شده با تغییر در محیط اطراف آبی گزارش نمودند. تغییرات ساختاری ایجاد شده در کبد ماهیان، القاکننده پاسخ موجودات به تغییرات محیطی بوده و دو نوع اصلی تغییرات ساختاری را نیز توصیف نمودند. نوع اول اثرات مستقیم شوری بوده که منجر به دژنراسیون بافتی و نکروز کبد شده و نوع دوم تکامل مکانیسم‌های جبرانی نظیر هیپرپلازی سلول‌ها و هیپرتروفی برای مقابله با استرس می‌باشد (Abdel-Tawwab *et al.*, 2018).

منابع

1. Abdel-Tawwab, M., & Monier, M. N. (2018). Stimulatory effect of dietary taurine on growth performance, digestive enzymes activity, antioxidant capacity, and tolerance of common carp, *Cyprinus carpio* L., fry to salinity stress. *Fish physiology and biochemistry*, 44(2): 639-649.
2. Guo, T., Yang, Y., Meng, F., Wang, S., Xia, S., Qian, Y... & Wang, R. (2020). Effects of low salinity on gill and liver glycogen metabolism of great blue-spotted mudskippers (*Boleophthalmus pectinirostris*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 230: 108709.
3. Nahrgang, J., Camusa, L., Gonzalez, P., Goksoyr, A., Christiansen, J. S., & Hop, H. (2009). PAH biomarker responses in polar cod (*Boreogadus saida*) exposed to benzo(a)pyrene. *Aquatic Toxicology*, 17: 309-319.
4. Ogundiran, M. A., Fawole O. O., Adewoye, S. O. & Ayandiran, T. A. (2010). Toxicological impact of detergent effluent on juvenile of African Catfish (*Clarias gariepinus*) (Buchell 1822). *Agriculture Biology*, 10: 2151-7525.



5. Takashima, F., & Hibiya, T. (1995). An atlas of fish histology: normal and pathological features. 2nd ed. Collage of Agriculture and Veterinary Medicine. Nihon University, Tokyo, Japan. P: 8- 15.

The effect of different environmental salinity on liver of, *Cyprinus carpio*

Basir, Zahra^{1*}; Peyghan, Rahim²

1. Department of Basic Sciences, Faculty of veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Department of Clinical Sciences, Faculty of veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Abstract:

Cyprinus carpio is a widespread freshwater fish of eutrophic waters in lakes and large rivers in Europe and Asia. Common carp from the carp family live in freshwater at temperatures above 10 °C and tolerates brackish water to some degree. For this purpose, 120 specimens of common carp were selected to cultivate for 2 weeks in saline treatment with 4ppt, 8ppt, 12ppt, and freshwater with three replications. After this time, the fish were anesthetized and their livers were removed. Then collecting the desired pieces routine histological procedure was done and 4-6 µm specimens, stained with Haematoxylin-Eosin (H&E) staining method. The results showed that salinity up to 4 had no effect on liver histology. But higher salinity (8 and 12) had a negative effect as hepatocyte disruption, irregular nucleus shape, fat degeneration, and biliary stagnation were among the changes. No fatality was reported during the experiment. In general, tolerance and adaptability of common carp are high to salinity changes due to rapid changes in liver histology. Therefore, the studied species were able to survive with the changes it has made in the liver tissue.

Keywords: *Adaptability, Salinity, Liver, Cyprinus carpio*



ایمونوهایستوشیمی مقایسه‌ای روده میگوی لیتوپنائوس وانامی در فصول سرد و گرم

بصیر، زهرا^{۱*}؛ پیغان، رحیم^۲

۱. استادیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

۲. استاد گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

چکیده:

میگو حیواناتی خونسرد بوده که فعالیت فیزیولوژیکی آنها با محیط آبی سازگار است. دمای داخلی بدن همان دمای محیط است. هدف از این مطالعه مقایسه روده میگو وانامی در دو فصل سرد و گرم به روش ایمونوهایستوشیمی بوده است. در مجموع ۵۰ قطعه وانامی با طول متوسط 23 ± 1 سانتی متر و وزن متوسط 28 ± 0.5 گرم به طور تصادفی از مزارع میگو چوبیده آبادان به مدت دو فصل برداشت شد. برای مطالعه بافت شناسی و ساختاری روده از تمام میگوها نمونه برداری شد. برای تثبیت، آنها با تزریق داخل سلولی و غوطه وری با محلول دیویدسون انجام گرفت. سپس نمونه های بافتی با استفاده از روش معمول بافت شناسی و با استفاده از اتانول صعودی، زایلین برای شفاف سازی و آغشته سازی با پارافین انجام شد. برش های ۴-۶ میکرون با استفاده از روش هماتوکسیلین-انئوزین و ایمونوهایستوشیمی با تکنیک TUNEL رنگ آمیزی شدند. سرانجام، اسلایدها توسط میکروسکوپ نوری مجهز به لنز Dino-Lite و یک سیستم رایانه ای مجهز به نرم افزار Dino-captip مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که طول سلولهای اپیتلیال روده در هر سه بخش شکمی بین دو فصل گرم و سرد تفاوت معنی داری ندارد. مطالعات ایمونوهایستوشیمی بیشترین تعداد سلولهای آپوپتوز را در فصل گرم نسبت به فصل سرد نشان داد. نتایج این تحقیق با گزارش های ارائه شده در مورد گونه های دیگر که در این مطالعه به آن پرداخته شده، شباهت ها و تفاوت هایی داشته که به آن پرداخته شد.

واژگان کلیدی: ایمونوهایستوشیمی، روده، لیتوپنائوس وانامی، سرد و گرم

۱. مقدمه

میگوی وانامی بومی سواحل شرقی اقیانوس آرام از سونورا و مکزیک در شمال، سرتاسر آمریکای جنوبی و مرکزی تا پرو و در مناطقی که دمای طبیعی آب در سرتاسر سال بیش از ۲۰ درجه سانتیگراد می رسد یافت می شود (Pinoni et al., 2013). تاریخچه آبی پروری در سطح جهان نشان می دهد که استفاده از گونه های غیر بومی پرورده در جهت افزایش تولید وابسته به سابقه است. که از جمله آن جهان شمول شدن پرورش گونه وانامی در کشورهای پیشرو پرورش میگو می باشد (Qiu et al., 2017). اغلب گونه های میگوی پرورشی از خانواده پنائیده بوده که از میان آنها *Litopenaeus vannamei* تولید ۲۴ درصدی از کل تولید و ارزش مالی حدود ۲۳ درصد، از مهمترین گونه های میگوی پرورشی در جهان است. روده با سلول های استوانه ای شکل خود نقش بسیار عمده در جذب مواد غذایی در این دسته از سخت پوستان بازی می کند که با تغییر فصل بویژه گرما و سرما دچار تغییرات عمده می شود و نتایج حاصل از این تحقیق در مراکز تکثیر و پرورش این گونه حائز اهمیت است.

۲. مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق در مجموع ۵۰ قطعه میگو وانامی با طول متوسط 23 ± 1 سانتیمتر از مزارع پرورش میگو چوئیده آبادان برای دو فصل صید گردید. از تمامی میگوها جهت مطالعه بافتی و ساختاری نمونه برداری روده انجام و جهت ثبوت به صورت تزریق داخل بافتی و غوطه وری به ظروف حاوی محلول دیویدسون منتقل گردیدند. سپس به روش معمول بافت شناسی از نمونه ها به کمک دستگاه پردازش بافت آبیگری با درجات صعودی اتانل، شفاف سازی با گزیل و آغستگی با پارافین انجام گرفت. در ادامه برش های ۴-۶ میکرونی تحت رنگ آمیزی هماتوکسیلین- اتوزین قرار گرفتند. جهت انجام تکنیک ایمونوهیستوشیمی و روش انجام تست از تکنیک TUNEL پس از تهیه مقاطع بافتی به ضخامت ۴ میکرومتر از بلوک‌های پارافینی و زدودن پارافین و آبدهی مقاطع به ترتیب با محلول‌های گزیل و غلظت‌های نزولی الکل استفاده شد. سپس شست و شوی مقاطع با PBS و به هر مقطع ۲۰ میکرو لیتر محلول کار پروتئاز K اضافه گردید. شست و شوی مقاطع با PBS و با سه بار تکرار انجام گرفت. به هر مقطع ۵۰ میکرو لیتر از محلول کار TUNEL اضافه شده و به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد آنکوبه گردیدند. با اضافه کردن محلول کار DAB که با اضافه نمودن ۱۲۵ میکرو لیتر محلول سوسترای DAB ب و مجددا شست و شوی مقاطع سه بار با PBS انجام پذیرفت. در نهایت توسط میکروسکوپ نوری مدل الیمپوس مجهز به لنز داینولیت و سیستم کامپیوتری مجهز به نرم افزار داینوکپچر اسلاید های تهیه شده به روش رنگ آمیزی هماتوکسیلین- اتوزین و تکنیک ایمونوهیستوشیمی مطالعه و توسط نرم افزارهای اکسل و SPSS ورژن ۱۸ مورد تجزیه و تحلیل آماری بروش آنوای یک طرفه و تی تست قرار گرفتند (Li et al., 2005).

۳. نتایج

نتایج مطالعات میکروسکوپی نشان داد که روده در میگو یک ساختار لوله ای سازمان یافته داشته که متشکل از تعدادی سلول های استوانه ای کوتاه لوله که از طریق مجرای اصلی به قسمت انتهایی بدن با ستگاه گوارش در ارتباط است. در هر سه بند شکمی، طول سلولهای اپیتلیال روده در هر دو فصل فاقد تفاوت معنی دار گزارش گردید. نتایج نشان داد که طول سلولهای اپیتلیال روده در هر سه بخش شکمی بین دو فصل گرم و سرد تفاوت معنی داری نداشت. اپیتلیوم روده میانی با سلول‌های استوانه‌ای ساده مشاهده شده و جایگاه هسته در این سلول‌ها بصورت قاعده‌ای گزارش گردید. بخش انتهایی روده بصورت لوله‌ای کوتاه و با اپیتلیوم استوانه‌ای ساده با فرورفتگی‌هایی با عمق کم و هسته در این سلول‌ها به صورت تقریباً میانی مشاهده شد. مطالعات ایمونوهیستوشیمی نشان داد که بیشترین تعداد سلولهای آپوپتوز در فصل گرم نسبت به فصل سرد مشاهده گردید.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

محققین گزارش کردند که سیستم گوارشی در میگو شامل لوله گوارشی طولی می باشد که از دهان تا مخرج جانور امتداد دارد. در بخش جلویی این لوله حفره دهانی، مری و معده می‌باشد که وظیفه آنها گرفتن و خرد کردن مواد غذایی است (Li et al., 2004). بخش انتهایی که در مطالعه اخیر نیز به آن پرداخته است وظیفه هضم شیمیایی و جذب مواد غذایی را برعهده دارد. وظیفه بخش انتهایی هدایت و شکل دادن به مدفوع می باشد. در قسمت میانی لوله گوارشی آنزیم‌های مختلفی ترشح می‌شود که به هضم غذا کمک می‌نمایند. در مطالعات ایمونوهیستوشیمی روده میگوی لیتوپناتوس **وانامی** طی فصول سرد و گرم در تحقیق حاضر مشخص گردید در فصل گرم و در درجه حرارت بالای آب بیشترین آپوپتوز و مرگ سلولی در ساختار سلولی این اندام اتفاق افتاد زیرا محققین بر این باورند هرگاه میگو تحت تاثیر و در معرض محیط های پر استرس مانند درجه حرارت بالا قرار گیرد باید مکانیسمی جهت مقابله با عواملی که نتایج نامطلوب ایجاد می کنند داشته باشند در مواردی که ارگانیزم ها در شرایطی مانند درجه حرارت یا گرسنگی قرار می گیرند روش هایی جهت پیشگیری از آسیب مانند مرگ سلولی اختیاری، ایجاد کیست، خواب زمستانی و ذخیره یا استفاده کردن از انرژی انتخاب می کنند (Niu et al., 2013).

منابع

1. Li, P., Delbert, M., & Gatlin, D. M. (2005). Evaluation of the prebiotic GrobioticTMAE and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. *Aquaculture*, 248: 197-205.
2. Li, P., & Gatlin, D. M. (2004). Dietary brewers yeast and the prebiotic GrobioticTMAE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) to streptococcus iniae infection. *Aquaculture*, 231: 445-456.
3. Pinoni, S.A., Michiels, M.S., & Lopez Mananes, A.A. (2013). Phenotypic flexibility in response to environmental salinity in the euryhaline crab *Neohelice granulata* from the mudflat and the saltmarsh of a SW coastal lagoon. *Marine Biology*, 160: 2647–2661.
4. Niu, J., Lin, H.-Z., Jiang, S.G., Chen, X., Liu, Y. J., Wang, S., & Tian L. X. (2013). Comparison of effect of chitin, chitosan oligosaccharide and N-acetyl-D-glucosamine on growth performance, antioxidant defenses and oxidative stress status of *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. 372-375.
5. Qiu, L., Chen, M.M., Wan, X.Y., Zhang, Q.L., Wang, R.Y., Cheng, D.Y., Dong, X., Yang, B., Wang, X.H., Xiang, J.H., & Huang, J. (2017). Characterization of a new member of Iridoviridae, Shrimp hemocyte iridescent virus (SHIV), found in 19 White leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Science Report*, 7: 118-129.

Comparative immunohistochemistry of intestine of, *Litopenaeus vannamei* during cold and warm seasons

Basir, Zahra^{1*}; Peyghan, Rahim²

1. Department of Basic Sciences, Faculty of veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2. Department of Clinical Sciences, Faculty of veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Abstract:

Shrimp are cold-blooded animals whose physiological activity is consistent with the aquatic environment. The internal temperature of the body is the same as the ambient temperature. The aim of this study was to compare the intestine of vannamei shrimp during two cold and warm seasons by immunohistochemistry. A total of 50 pieces of vannamei with an average length of 23 ± 1 cm and an average weight of 28 ± 0.5 gr were randomly harvested from the shrimp fields of Choebdeh Abadan for two seasons. All shrimps were sampled for histological and structural study of intestine. For fixation, they were transferred to Davidson's solution by intracellular injection and immersion. Then, the tissue samples were processed by routine histological method, using ascending ethanol for dehydration, xylene for clearing and paraffin impregnation. 4-6 microns sections stained with hematoxylin-eosin and immunohistochemistry with TUNEL technique. Finally, slides were studied by light microscope equipped with Dino-lite lens and a computer system equipped with Dino-capture software. The results indicated that the length of the intestinal epithelial cells in all three abdominal segments did not differ significantly between the two warm and cold seasons. Immunohistochemical studies showed the highest number of apoptotic cells in warm to cold season. The results of this study have similarities and differences with the reports presented on other species that in this study has been dealt with.

Keywords: Comparative, Immunohistochemistry, Intestine, *Litopenaeus vannamei*



شناسایی مناطق مستعد آلودگی زیست محیطی سواحل خلیج چابهار با استفاده از مطالعات

زمین شیمی رسوبی

بصیرانی؛ بیتا^۱، رضایی؛ حمید^{۲*}، احراری رودی؛ محی‌الدین^۳

۱. کارشناسی ارشد رسوب شناسی رسوبی و سنگ رسوبی، دانشگاه آزاد واحد زاهدان، مدیرعامل و عضو هیات مدیره شرکت زغال سنگ طبس احیا سپاهان، پست الکترونیکی: bitabassir_ani@yahoo.com

۲. کارشناس بخش علوم غیرزیستی، مرکز اقیانوس شناسی چابهار، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی ایران، استان سیستان و بلوچستان، چابهار، پست الکترونیکی: h.rezaei@inio.ac.ir

۳. استادیار، گروه اقیانوس شناسی، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، پست الکترونیکی: ahrari.geologist@gmail.com

چکیده

خلیج چابهار با طول ۱۷ کیلومتر، عرض ۲۰ کیلومتر بزرگترین خلیج در سواحل جنوب شرق ایران می باشد که از طریق دهانه ای به عرض ۱۳/۵ کیلومتر با دریای عمان ارتباط دارد. از دیدگاه زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه در زون زمین شناسی مکران داخلی واقع می باشد. از آنجائیکه آلودگی آبها و رسوبات توسط فلزات سنگین و تاثیر آنها بر اکوسیستم بسیار مهم می باشد در این تحقیق سعی گردیده میزان آلودگی فلزات سنگین در رسوبات خلیج چابهار مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور تعداد ۱۳ نمونه رسوب سطحی از بستر خلیج چابهار برداشت گردید و در آزمایشگاه مورد آنالیزهای رسوب شناسی و زمین شیمی قرار گرفتند. به همین منظور رسوبات دانه ریز (کوچکتر از ۲۰۰ مش) برای تعیین عناصر اصلی، فرعی و فلزات سنگین مورد تجزیه ICP قرار گرفتند. با مقایسه آنالیزهای دانه بندی و زمین شیمی رسوبات، مناطق مستعد آلودگی شناسایی گردید. بر اساس طبقه بندی فولک ۱۹۸۴ در رسوبات بستر خلیج چابهار ۹ تیپ رسوبی شامل گراول، ماسه، سیلت، گل، سیلت ماسه ای، رس ماسه ای، گل ماسه ای، ماسه سیلتی و ماسه گلی شناسایی شدند. برخی عناصر سنگین از قبیل آرسنیک، بیسموت، کروم، استرانسیوم، روی، تنگستن و مس در رسوبات واقع در خلیج چابهار به ویژه کنارک وحاشیه اسکله شهید بهشتی دارای تمرکز بالایی است. به نظر می رسد دلیل این آلودگی، منشاء انسانی مانند آلودگی های ناشی از تعمیر و نگهداری لنج ها و قایق های صیادی باشد.

واژگان کلیدی: آلودگی، فلزات سنگین، خلیج چابهار، زمین شیمی، زیست محیطی

مقدمه

فلزات سنگین به دلیل، قابلیت زیست انباشت و ماندگاری زیاد به یک مشکل زیست محیطی جدی در ارتباط با زیست بوم ها تبدیل شده اند (Tam & Wong 2000; Clark et al. 1998). در مقایسه با آلاینده های آلی، فلزات سنگین نمی تواند از طریق فرایندهای شیمیایی و یا

زیستی از بین بروند و بنابراین، بصورت محلی تجمع پیدا می کنند تا مسافت های بسیار دور انتقال می یابند (Merian et al 2004). در محیط های طبیعی، تجمع و توزیع فلزات سنگین بستگی به عوامل مختلفی مانند شرایط اکسیداسیون و احیاء، pH (Langmuir 1997) و میزان مواد آلی (Berkowitz et al 2008) دارد. بعلاوه، این فلزات می توانند توسط سطح کانی هایی مانند کانی های رسی و هیدروکسید های آهن، منیزیم یا آلومینیوم جذب شوند (Eby 2005). در نتیجه غلظت های بالایی از فلزات سنگین می توانند در رسوبات و بخصوص ذرات دانه ریز دارای سطح تماس زیاد تجمع پیدا کنند (Berkowitz et al 2008). از آنجا که رسوبات دریایی محل بالقوه ته نشست و منشاء فلزات سنگین در ستون آب می باشند، میزان بالای فلزات سنگین در رسوبات ساحلی، اثرات منفی فراوانی در جانداران کف زی و آبی دارد (Defew 2005). بعلاوه، رسوبات ساحلی آلوده باعث کاهش گردشگری در این سواحل می گردد (Muzuka 2007). این اثرات، اهمیت ارزیابی و دیده بانی تغییرات غلظت فلزات سنگین در محیط های ساحلی را آشکار می سازد.

از دیدگاه آلودگی زیست محیطی، فلزات را می توان بصورت زیر تقسیم بندی نمود (Burton & Statham 2000):

✓ غیر خطرناک (Rb, Li, Sr, Al, Ca, K, Fe, Mg, Na)

✓ سمی اما بسیار نامحلول یا خیلی کمیاب (Rh, Ba, Ru, Ir, Os, La, Ga, Ta, W, Zr, Hf, Ti)

✓ خیلی سمی و نسبتاً در دسترس (Bi, Sb, Pb, Tl, Hg, Cd, Ag, Te, Se, As, Cr, Sn, Zn, Cu, Ni, Co, Be)

مطالعات در زمینه توزیع غلظت فلزات سنگین در محیط های دریایی از اواسط دهه ۱۹۷۰ (Burton & Statham 2000) آغاز گردید. این امر بیشتر به دلیل پیشرفت های مهم در زمینه تکنیک های نمونه برداری، حمل، آماده سازی و از همه مهمتر، تجزیه شیمیایی رسوبات حاصل گردید. مهمترین این عوامل افزایش کاربرد روش های پیشرفته تجزیه شیمیایی مانند طیف سنج جرمی پلاسمای جفتیده القایی (ICP-MS) می باشد (Plant et al. 2003). با توجه به زمان ماندگاری، می توان عناصر را به سه گروه کوتاه (۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سال)، متوسط (۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ سال) و طولانی (بیش از ۱۰۰۰۰۰۰ سال) تقسیم کرد. با استفاده از این تقسیم بندی، عناصر با زمان ماندگاری کوتاه شامل Al, Cr, Fe, Pb, Th هستند و عناصر با زمان ماندگاری طولانی شامل Li, B, Na, Mg, S, Cl, K, Br, Rb, Sr, I, La, Ra و U هستند. عناصر با زمان ماندگاری کوتاه، به شدت واکنش پذیر هستند؛ یعنی به سرعت از آب دریا خارج می شوند، در حالی که عناصر با زمان ماندگاری طولانی، در آب دریا واکنش پذیری پایینی دارند. اثرات آلاینده های فلزی در رسوبات بر روی موجودات کف زی می تواند بصورت حاد یا مزمن باشد (Binning & Baird, 2001). صرف نظر از اینکه آیا این عناصر برای بدن لازم هستند یا نه، هنگامی که غلظت آنها از حد مجاز تجاوز کند موجب ایجاد اختلالاتی در آنزیم های بدن می شوند و در شرایط آلودگی زیاد منجر به مرگ موجودات می شوند (Denton et al., 2001). نگرانی اصلی در مورد غنی شدگی فلزات در خورها و مصب رودها، اسکله ها و نواحی ساحلی دیگر ایجاد تجمع زیستی در بافت های موجودات دریایی است. نهایتاً این امر موجب تأثیر منفی بر روی توزیع، تنوع و تراکم موجودات دریایی می گردد.

فلزات سنگین و سمی جذب شده در رسوبات ورودی به منابع آب مستقیماً خطرناک نبوده، ولی در اکوسیستمها به مدت طولانی دارای پیوند محکمی با رسوبات می شوند. فلزات جمع شده در رسوبات تحت تأثیر بعضی از شرایط و تغییرات در محیط آبی آزاد می شوند و ممکن است باعث آلودگی موجودات زنده در اکوسیستمها شوند.

فلزات سنگین توسط فعالیت های انسانی وارد محیط زیست می شوند. این ذرات می توانند به صورت گازی، به صورت ذرات، آبگین یا به صورت جامد به محیط وارد شوند. از جمله مهمترین فعالیت های انسان زادی که باعث آزاد شدن این فلزات می شوند شامل فعالیت های کشاورزی (علف کش ها، کودهای شیمیایی و حیوانی)، فعالیت های صنعتی (معدنکاری، احتراق سوخت های فسیلی و محصولات آنها و کارخانه ها)، فعالیت های شهری و زباله های همراه با آنها می باشند (Denton et al., 2001).

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهرستان چابهار با مساحتی حدود ۲۴۷۲۹ کیلومتر مربع در منتهی الیه جنوب شرقی ایران در کنار دریای عمان و در طول و عرض جغرافیایی $37^{\circ} 55' N$ و $60^{\circ} 25'$ واقع شده است (شکل ۱). خلیج چابهار به عنوان بزرگترین پهنه آبی پیشرونده در خشکی در مرزهای آبی کشور در غرب و شمال غرب شهرستان چابهار در استان سیستان و بلوچستان واقع است. شهرستان چابهار به عنوان بزرگترین شهر بندری جنوب شرق کشور، در ساحل شرقی خلیج چابهار و شهرستان کنارک نیز به عنوان دومین بندر بزرگ سواحل جنوب شرقی ایران در ساحل غربی خلیج چابهار قرار دارد. بیشترین طول خلیج در راستای شمالی جنوبی ۱۷ کیلومتر و بیشترین عرض آن در راستای شرقی - غربی در حدود ۲۰ کیلومتر می باشد. خلیج چابهار از طریق دهانه ای به عرض ۱۳/۵ کیلومتر با دریای عمان ارتباط دارد. عمق آب در عمیق ترین قسمت خلیج که دهانه خلیج است ۲۰ متر و متوسط عمق آن ۵ الی ۱۰ متر می باشد. این خلیج با مساحتی بالغ بر ۲۵۰ کیلومتر مربع در سواحل مکران در جنوب شرقی ایران و در نزدیکی مرز پاکستان جای گرفته است.

در مکران داخلی سنگهای توده ای و وسیع با فلاتهای گسترده و پرتگاهی با دیواره های عمودی و اغلب سطوح بد بوم به شدت فرسایش یافته و بدون چینه بندی واضح رخمون دارند. در واقع زون مکران (بیرونی و درونی) نشان دهنده یک سری از هزاران متر رسوبات میو پیلوسن منطقه می باشد (آقائباتی، ۱۳۸۹). این رسوبات دارای لایه بندی مورب، تجمعات پوسته های خرد شده، مقادیر بالای نمک و گچ و بقایای گیاهان است که نشان دهنده رسوبگذاری در یک محیط نزدیک به ساحل است.



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی خلیج چابهار

در منطقه مورد مطالعه روند عمومی ساختارهای خاوری - باختری، چین خوردگی ملایم و محور چین ها از روند عمومی منطقه پیروی می کند و فقط واحدهای مارنی ژپیس دار به لحاظ خصوصیات فیزیکی خمیری و جریانی خود دگرشکلی شدیدتری را بروز می دهند.

۲. مواد و روش ها

جهت مطالعه رسوبات خلیج چابهار مطالعات در چندین مرحله مختلف انجام شد که به شرح ذیل می باشد:

در ابتدا تمامی تحقیقات مرتبط با خلیج چابهار جمع آوری و مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی ها و نمونه برداری ها توسط ابزارهای نمونه برداری با توجه به محیط مورد نمونه برداری انجام شد. نمونه برداری در خلیج چابهار (و قسمت عمیقتر دریا برای مقایسه با نمونه های ساحلی و چند نمونه بصورت انتخابی از سازندهای خشکی نوار ساحلی) انجام شد. برای نمونه برداری از خلیج، ابتدا با استفاده از یک GPS موقعیت نقاط نمونه برداری تعیین و با یک عدد نمونه گیر فکی (Grap) نمونه برداری از رسوبات نرم سطحی انجام و از قایق جهت حرکت و انتقال به محل نمونه برداری ها استفاده گردید. همچنین جهت مشخص نمودن عمق دقیق نقاط نمونه برداری از یک عدد عمق یاب استفاده گردید.

مهمترین آزمایشات انجام گرفته بر روی رسوبات شامل دانه بندی رسوبات، کلسی متری، مطالعات کانی شناسی و نیز تجزیه عنصری به روش ICP. جهت تعیین قطر ذرات ریز دانه نیز از روش هیدرومتری و با تکیه بر قانون استوکس (Stock's law) استفاده گردیده است. برای رسم نمودارهای درصد تجمعی از مقیاس فی و فرمول کروماین (ϕ) استفاده شده است.

جهت تعیین میزان کربنات کلسیم، کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم در رسوبات، آزمایش کلسی متری صورت گرفت. در این آزمایش صرفاً مقدار وزنی کلسیت و منیزیم مشخص می گردد. فرمول مورد استفاده برای محاسبه میزان کربنات کلسیم به روش برنارد با فرمول $P = V/2.24 \times A$ محاسبه شد که در آن مقدار وزنی نمونه رسوب A و تغییر حجم آب در لوله دستگاه برنارد V می باشد. برای تعیین میزان مواد آلی رسوبات از روش کوره استفاده گردید. مطالعات کانی شناسی با استفاده از مقاطع نازک انجام گرفت.

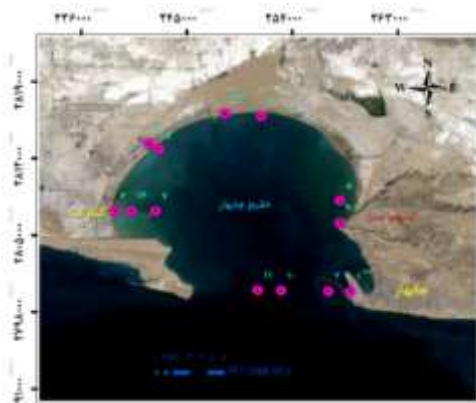
در روش ICP بغیر از گازها، تمامی عناصر پایدار جدول تناوبی قابل شناسایی است (Potts, 1987). در این مطالعه نمونه ها به روش ICP مورد تجزیه قرار گرفتند. با استفاده از نرم افزار ها ترسیمی مانند GIS و تهیه نقشه های مربوطه و همچنین رسم نمودار ها و شکل های مختلف سعی شده است پراکندگی و تأثیر عناصر در منطقه نشان داده شود.

مقدار ضریب همبستگی می تواند بین ۱+ و ۱- تغییر کند. به نحوی که مقدار ضریب همبستگی ۱+ موید همبستگی کامل و مستقیم متغیرهاست، در حالی که ضریب همبستگی ۱- نشانگر همبستگی غیرمستقیم و کامل در متغیر است و ضریب همبستگی صفر، عدم ارتباط بین دو متغیر را نشان می دهد. در نهایت تمامی داده ها با هم مقایسه و نتیجه گیری های لازم انجام گرفت.

۳. بحث و نتیجه گیری

مواد آلی موجود در رسوبات نقش مهمی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی رسوبات دارند. از دیدگاه ژئوشیمی زیست محیطی مهمترین عملکرد مواد آلی موجود در رسوبات اثر آنها بر روی جذب عناصر سمی موجود در ستون آب می باشد. همچنین عناصر سنگین در شناسایی نقاط مستعد آلودگی بسیار تعیین کننده است.

نتایج تجزیه ۱۳ نمونه از رسوبات سطحی بستر (شکل ۲)، به روش ICP ارائه شده، مقادیر عناصر کلسیم، منگنز، منیزیم، تیتانیوم، آلومینیوم، آهن و سیلیسیم به صورت درصد وزنی در نمونه و عناصر بیسموت، تنگستن، باریم، آرسنیک، استرانسیوم، روی، مس، نیکل، کروم و بر به صورت مقدارشان در نمونه بر حسب ppm ارائه شده اند (جدول ۱ تا ۳) با مقایسه عناصر موجود در رسوبات منطقه با مقدار استاندارد آنها در پوسته زمین و دیگر نقاط مطالعه شده/ در جهان، میزان آلودگی رسوبات مشخص شد و میزان آلودگی را ارزیابی گردید. مطالعات متعددی نشان داده اند که غلظت فلزات در رسوبات معلق و بستر می تواند به عنوان شاخص حساس جهت نشان دادن آلودگی در سیستم های هیدرولوژیکی باشد (Sarker, 2002; Luoma, 1990). حضور فلزات کمیاب در رسوبات متأثر از اندازه ذرات و ترکیب شیمیایی رسوبات می باشد (Sarker et al., 2004). رسوبات زیر ۲۰۰ مش از هر یک نمونه ها جدا شد و پس از ارسال به آزمایشگاه با استفاده از روش ME-MS61 مورد تجزیه قرار گرفت. مقدار ۷ اکسید اصلی به دلیل مقدار زیاد به صورت درصد و مقدار ۱۱ فلز سنگین به ppm بیان شد.



شکل ۲) نمایش محل‌های نمونه برداری جدول ۱) درصد عناصر اصلی در رسوبات نمونه برداری شده

SAM	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
Si	۱۹/۶۰	۲۰/۹۶	۲۹/۲۳	۲۸/۰۵	۱۶/۲۶	۲۲/۳۵	۲۱/۸۲	۱۴/۶۲	۱۲/۷۵	۲۸/۹۱	۲۸۹/۵۹	۲۴/۲۳	۲۴/۷۶
Al	۲/۷۰	۳/۹۲	۳/۸۳	۲/۲۲	۱/۱۶	۲/۱۷	۳/۸۳	۲/۱۰	۲/۱۹	۴/۴۶	۴/۲۴	۵/۳۷	۲/۱۰
Fe	۲/۵۹	۳/۰۸	۳/۱۷	۳/۵۷	۲/۴۵	۲/۹۴	۲/۲۶	۲/۵۲	۲/۷۳	۳/۲۲	۳/۱۵	۳/۱۳	۲/۷۳
Ca	۱۵/۴۱	۱۲/۴۴	۷/۸۶	۱۴/۶۷	۲۱/۴۲	۱۵/۸۵	۱۳/۱۵	۱۷/۸۲	۲۲/۷۷	۶/۳۳	۶/۰۴	۹/۷۵	۱۳/۵۰
Mg	۰/۷۹	۱/۲۳	۰/۸۸	۱/۱۳	۱/۰۱	۱/۱۸	۲/۱۷	۰/۶۹	۰/۸۴	۱/۱۵	۱/۱۵	۲/۵۹	۱/۰۹
Mn	۰/۰۵۴	۰/۰۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶	۰/۰۱
Ti	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۳۴	۰/۱۳

جدول ۲) مقدار وزنی تعدادی از عناصر در نمونه ها به ppm

SAM	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
As	۶۰۸	۵۴۸	۵۵۰	۱۸۴	۶۹	۸۹	۴۹۴	۷۱۰	۷۲۳	۴۹۹	۵۲۰	۴۳۹	۱۶۸
Ni	۷۰	۴۲	۶۶	۱۹	۲۹	۲۶	۵۳	۴۷	۵۸	۸۰	۶۵	۷۹	۲۷
Cr	۵۶۷	۲۸۰	۴۸۲	۱۱۳	۲۷۶	۲۳۸	۲۵۲	۲۲۸	۴۷۶	۲۶۳	۲۴۵	۲۶۵	۱۱۸
Zn	۷۹	۷۲	۶۹	۴۰	۴۳	۵۴	۷۶	۶۴	۶۷	۷۳	۷۵	۸۴	۳۹
Cu	۱۵	۲۵	۱۰	۱۱	۲۱	۱۶	۱۶	۱۵	۱۹	۲۵	۲۴	۲۱	۵
Ba	۳۳	۴۵	۷۰	۱۱۷	۱۲۵	۱۲۳	۱۲۶	۶۴	۵۴	۵۵	۵۲	۱۴۸	۱۳۲

جدول ۳) پارامترهای آماری عناصر مورد آزمایش در رسوبات

	حد اکثر	حداقل	مد	میانه
P_2O_5	۲۷۵۹	۲۴۰	۲۴۰	۱۸۲۸/۱۵۳۸
B	۷۵	۹	۹	۳۳/۳۰۷۷
Cr	۵۶۷	۱۱۳	۱۱۳	۲۹۲/۵۳۸۵
Ni	۸۰	۱۹	۱۹	۵۰/۸۴۶۲
Cu	۲۵	۵	۵	۱۷/۱۵۳۸
Zn	۸۴	۳۹	۳۹	۶۴/۲۳۰۸
As	۷۲۳	۶۹	۶۹	۴۳۰/۸۴۶۲
Sr	۱۰۰۱	۱۸۲	۱۸۲	۵۶۴/۰۷۶۹
Ba	۱۴۸	۳۳	۳۳	۸۸
W	۴۶۹	۱۲۴	۱۲۴	۲۳۰/۴۶۱۵
Bi	۳۸	۱۱	۱۱	۲۳/۶۹۲۳

با استفاده از نتایج فوق و همچنین مکانهای نمونه برداری شده می توان گفت:

بیشترین مقدار اکسید آلومینیوم در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار دیده می شود. بالا بودن اکسید آلومینیوم در این مکان می تواند به دلیل فراوانی کانیه‌های رسی در این منطقه باشد. غلظت طبیعی در پوسته زمین ۸/۱۳ درصد می باشد. غلظت اکسید آلومینیوم که از غلظت طبیعی آن در پوسته بیشتر است. بیشترین مقدار اکسید سیلیسیوم در ساحل صیادی تیس (شرق خلیج) دیده می شود. بیشترین مقدار اکسید آهن در شمال شرق خلیج دیده می شود. آهن معمولاً یک آلودگی مشخص در آب نیست و مقادیر بالای آن در آب را نمی‌توان دال بر آلوده بودن منبع آبی ذکر کرد به دلیل فراوانی آهن در کره زمین و مشخصات شیمیایی آن تبدلات آهن از رسوبات به آب و بالعکس با تغییر میزان اکسیژن محلول در آب صورت می‌گیرد. غلظت طبیعی در پوسته به طور متوسط ۵ درصد می باشد. بیشترین مقدار اکسید کلسیم در ساحل صیادی تیس (شرق خلیج) و کمترین میزان آن در میانه خلیج دیده می شود. بیشترین میزان غلظت کلسیم در نمونه برداشت شده از رخساره مارنی است. غلظت طبیعی در پوسته ۳/۶۳ درصد می باشد. غلظت این اکسید در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار به مراتب از میانگین غلظت پوسته بالاتر است. بیشترین مقدار اکسید منیزیم در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار و کمترین میزان آن در رسوبات دریایی تیس دیده می شود که منیزیم در سازندهای مارنی ساحلی فراوان است. غلظت طبیعی در پوسته ۲/۰۹ درصد می باشد. غلظت این اکسید در اسکله کنارک از میانگین غلظت پوسته بالاتر است. بیشترین مقدار اکسید منگنز در بخش شمالی خلیج و نزدیک تصفیه خانه آب شیرین و کمترین میزان آن در جنوب شرق خلیج اسکله شهید کلاتری دیده می شود. غلظت طبیعی در پوسته ۹۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. غلظت این اکسید در نزدیکی تصفیه خانه آب شیرین به مراتب از میانگین غلظت پوسته بالاتر است. بیشترین مقدار اکسید تیتانیوم در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار و کمترین میزان آن در رسوبات دریایی تیس دیده می شود. بیشترین مقدار فسفر در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار و کمترین میزان آن در رسوبات دریایی تیس دیده می شود. غلظت طبیعی در پوسته ۱۰۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. غلظت این اکسید در اسکله کنارک تقریباً دو برابر میانگین پوسته است. بیشترین مقدار بور در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار و کمترین میزان آن در رسوبات دریایی تیس دیده می شود. بیشترین مقدار کروم در جنوب شرق خلیج واقع در اسکله شهید کلاتری و کمترین میزان آن در شمال خلیج و نزدیک تصفیه خانه آب شیرین دیده می شود. بیشترین مقدار نیکل در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار و کمترین میزان آن در شمال خلیج و نزدیک تصفیه خانه آب شیرین دیده می شود. بیشترین مقدار مس در جنوب میانه جنوبی و شرق خلیج و نزدیک اسکله شهید کلاتری و کمترین میزان آن در شمال خلیج و نزدیک تصفیه خانه آب شیرین دیده می شود. بیشترین مقدار روی در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار و کمترین میزان آن در شمال خلیج و نزدیک تصفیه خانه آب شیرین دیده می شود. بیشترین مقدار آرسنیک در ساحل صیادی تیس و کمترین میزان آن در تصفیه خانه آب شیرین دیده می شود. بیشترین مقدار استرانسیوم در غرب تصفیه خانه آب شیرین و کمترین میزان آن در میانه جنوبی خلیج چابهار دیده می شود. غلظت طبیعی در پوسته ۳۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. غلظت استرانسیوم از میانگین پوسته در غرب تصفیه خانه آب شیرین بیشتر است. بیشترین مقدار باریم در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار و کمترین میزان آن در جنوب شرق خلیج و نزدیک اسکله شهید کلاتری دیده می شود. بیشترین مقدار تنگستن در غرب تصفیه خانه آب شیرین و کمترین میزان آن در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار مشاهده می شود. بیشترین مقدار بیسموت در ساحل صیادی تیس و کمترین میزان آن در اسکله کنارک در غرب خلیج چابهار دیده می شود. غلظت طبیعی در پوسته ۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. که میزان آن در ساحل صیادی تیس به مراتب از میانگین پوسته بیشتر است.

بنابراین مناطق مستعد آلودگی زیست محیطی در منطقه مورد مطالعه به چهار بخش تقسیم می شوند:

- ✓ منطقه اول با بیشترین آلودگی در غرب و جنوب غرب خلیج (اطراف اسکله کنارک).
- ✓ مناطق مستعد آلودگی ولی با آلودگی کمتر در بخش های میانی در بخش جنوبی رو به دریا و شمال خلیج.
- ✓ مناطق مستعد و با آلودگی بیشتر.

✓ منطقه با کمترین آلودگی ولی مستعد در شرق خلیج و سواحل تیس اسکله شهید کلانتری و پلاژ ساحلی تیس.

مناطق مستعد آلودگی زیست محیطی را می توان با استفاده از ضرایب همبستگی بین عناصر گوناگون و میزان مشتق شدن آنها از یک منشاء یا منشاءهای گوناگون شناسایی نمود. از (جدول ۴) می توان چنین نتیجه گیری نمود که عناصری که دارای خواص ژئوشیمیایی یکسان می باشند دارای ضریب همبستگی نسبتاً خوبی می باشند، به عنوان مثال روند افزایش غلظت عناصر کالکوفیل تقریباً مشابه می باشد. میزان عنصر آلومینیوم در رسوبات نشان از میزان کانی های رسی در رسوبات است. بنابراین می توان از میزان همبستگی عنصر با آلومینیوم به عنوان نشانه از همبستگی این عناصر با میزان کانی های رسی استفاده نمود. میزان همبستگی بین آلومینیوم و قلع، بیسموت و روی نسبتاً بالاست که این موضوع حاکی از جذب این عناصر توسط کانی های رسی است.

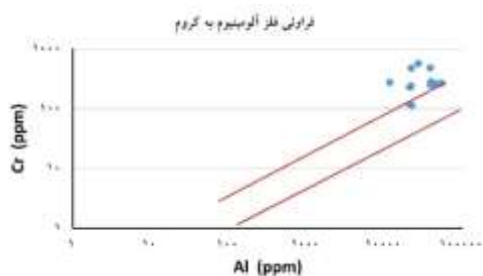
عنصر آهن با بسیاری از عناصر دیگر مانند آرسنیک، کبالت، مس، روی، بیسموت، منگنز و سرب همبستگی زیادی نشان می دهد. این حالت نشان دهنده جذب این عناصر توسط کلوئیدها ی هیدروکسید آهن می باشد. با یادآور شدن دلیل دیگر این همبستگی منبع مشترک آلودگی برخی از این عناصر با آهن (قلع، مس، روی) یا داشتن خصوصیات ژئوشیمیایی یکسان با آهن (عناصر کبالت و منگنز) نیز می باشد. این حالت در مورد عنصر منگنز صادق است. به این معنا که همبستگی بین منگنز و عناصر جزئی سمی نسبتاً بالاست (جدول ۴)

جدول ۴) ضرایب همبستگی محاسبه شده با استفاده از روش Pearson

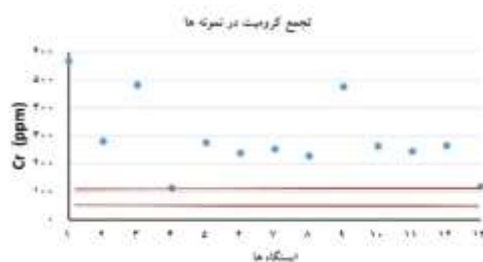
Correlations												
		P ₂ O ₅	B	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Ba	w	Bi
P ₂ O ₅	Pearson Correlation	1										
	Sing. (2-tailed)											
B	Pearson Correlation	-.104	1									
	Sing. (2-tailed)	.735										
Cr	Pearson Correlation	-.334	-.522	1								
	Sing. (2-tailed)	.280	.062									
Ni	Pearson Correlation	.279	-.559*	-.125	1							
	Sing. (2-tailed)	.257	.047	.684								
Cu	Pearson Correlation	-.098	-.590*	-.495	-.086	1						
	Sing. (2-tailed)	.751	.034	.085	.781							
Zn	Pearson Correlation	-.120	-.146	-.206	-.377**	-.175	1					
	Sing. (2-tailed)	.318	.634	.399	.005	.807						
As	Pearson Correlation	.234	-.337	-.621*	-.446	-.453	-.337**	1				
	Sing. (2-tailed)	.427	.261	.023	.127	.120	.003					
Sr	Pearson Correlation	.390	-.222	-.225	-.245	-.402	.266	.525	1			
	Sing. (2-tailed)	.188	.446	.440	.348	.172	.379	.065				
Ba	Pearson Correlation	-.104	-.367	-.484	-.446	-.577*	.680**	.881**	.431	1		
	Sing. (2-tailed)	.734	.218	.094	.136	.039	.009	.000	.142			
w	Pearson Correlation	-.107	-.247	-.134	-.555*	-.118	.573*	.523	.104	.557*	1	
	Sing. (2-tailed)	.983	.415	.912	.036	.952	.041	.061	.734	.048		
Bi	Pearson Correlation	.495	-.288	-.517*	-.160	-.766**	.108	.653*	.530	.628*	.35	1
	Sing. (2-tailed)	.085	.330	.041	.602	.002	.726	.016	.063	.021	.910	
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)												
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)												

بیشترین مقدار اکسید سیلیسیوم در رسوبات خلیج چابهار ۶۲/۸۷ درصد و کمترین مقدار آن ۲۷/۳۳ درصد است. بیشترین مقدار اکسید آلومینیوم در رسوبات چابهار ۱۰/۱۶ درصد و کمترین مقدار آن نیز ۲/۲ درصد است. اکسید آلومینیوم موجود در رسوبات خلیج با اکسیدهای سیلیسیم و آهن همبستگی مثبت ولی اکسید کلسیم همبستگی منفی دارد. بیشترین مقدار اکسید آهن در رسوبات خلیج چابهار ۵/۱ درصد و کمترین مقدار آن ۳/۵ درصد است. بیشترین تمرکز آهن در جنوب غرب خلیج چابهار و در محدوده نزدیک به ساحل دیده می شود. با توجه به انطباق و همبستگی مثبت بین نمودار تغییرات مقدار اکسید آهن با نمودار های تغییرات مقدار اکسید سیلیس و اکسید آلومینیوم در رسوبات خلیج چابهار، و نیز روند و همبستگی معکوس بین اکسیدهای آهن و کلسیم در رسوبات خلیج، منشاء آهن آواری می باشد. بیشترین مقدار اکسید کلسیم در رسوبات چابهار ۳۱/۸۹ و کمترین مقدار آن نیز ۸/۴۶ درصد است.

منشاء اصلی کلسیم موجود در رسوبات خلیج چابهار با توجه به همبستگی معکوس آن با سیلیس و آهن درون حوضه ای می باشد. ولی با توجه به سازندهای مارنی موجود در منطقه ممکن است بخشی از کلسیم نیز به صورت آواری و یا کلسیم محلول وارد حوضه شده باشد. بیشترین مقدار اکسید منیزیم در رسوبات چابهار ۴/۳۳ درصد و کمترین مقدار آن نیز ۱/۱۶ درصد است. منشاء اصلی منیزیم موجود در رسوبات خلیج با توجه به همبستگی معکوس آن با کلسیم و نیز با توجه به عدم تشکیل دولومیت اولیه در خود خلیج بیرون حوضه ای و آواری می باشد. بیشترین مقدار اکسید منگنز در رسوبات خلیج چابهار ۰/۱۳ درصد و کمترین مقدار آن نیز ۰/۰۶ درصد است. منشاء اصلی منگنز موجود در رسوبات خلیج چابهار بیرون حوضه ای و آواری می باشد. بیشترین مقدار اکسید تیتانیوم موجود در رسوبات خلیج چابهار ۰/۵۷ و کمترین مقدار آن نیز ۰/۱۲ درصد است. منشاء اصلی تیتانیوم موجود در رسوبات خلیج چابهار بیرون حوضه ای و آواری می باشد. به این معنی که فرسایش ارتفاعات بالا دست و ورود رسوبات آواری باعث افزایش غلظت این عناصر می گردد (Ahrari Roudi, 2015). بیشترین مقدار وزنی اکسید سرب در رسوبات خلیج چابهار ۲۷۵۹ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۲۴۰ ppm است. با توجه به همبستگی مستقیم اکسید فسفر با اکسید کلسیم، می توان دو منشاء برای فسفر متصور شد یکی منشاء آواری و بیرون حوضه ای و دیگری منشاء درون حوضه ای. بیشترین مقدار وزنی عنصر کروم در رسوبات خلیج چابهار ۵۶۷ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۱۱۳ ppm است. منشا اصلی کروم موجود در رسوبات خلیج چابهار بیرون حوضه ای و آواری می باشد. با توجه به شکل های زیر می توان نتیجه گرفت مقدار عنصر کروم در رسوبات منطقه در محدوده آلوده قرار می گیرد (شکل های ۳ و ۴).

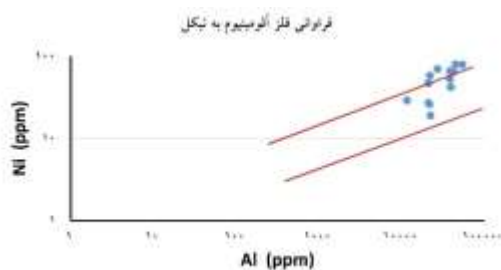


شکل (۳) فراوانی فلز کروم در مقابل آلومینیوم

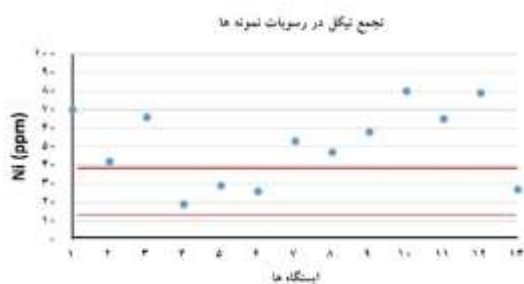


شکل (۴) تجمع کروم در منطقه

نیکل از نظر فراوانی بیستمین عنصر فراوان در پوسته زمین با فراوانی ۲۰/۰٪ می باشد. بیشترین مقدار وزنی عنصر نیکل (Ni) در رسوبات خلیج چابهار ۸۰ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۱۹ ppm است. منشا کروم در رسوبات بستر خلیج چابهار بیرون حوضه ای و آواری است. با توجه به شکل های زیر می توان نتیجه گرفت مقدار عنصر نیکل در رسوبات منطقه در محدوده آلوده قرار می گیرد (شکل های ۵ و ۶).

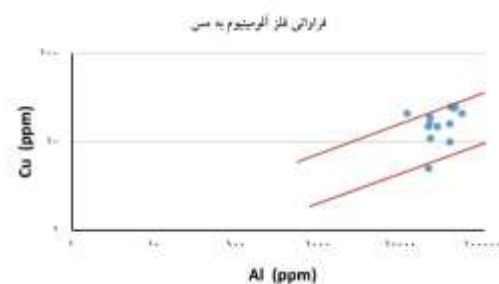


شکل ۵) فراوانی فلز نیکل در مقابل آلومینیوم

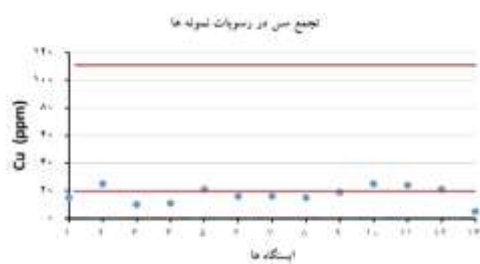


شکل ۶) تجمع نیکل در رسوبات منطقه

بیشترین مقدار وزنی عنصر مس در رسوبات خلیج چابهار ۲۵ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۵ ppm است (شکل های ۷ و ۸). منشا مس در رسوبات بستر خلیج چابهار بیرون حوضه ای و آواری است.

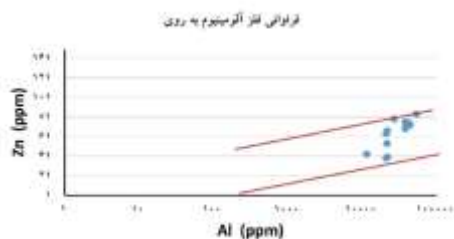


شکل ۷) فراوانی فلز مس در مقابل آلومینیوم

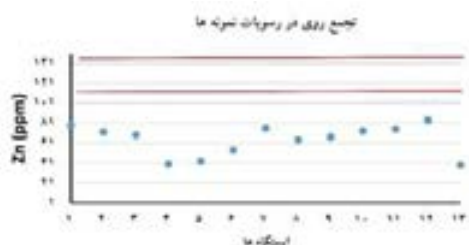


شکل ۸) تجمع مس در رسوبات منطقه

با توجه به شکل های فوق می توان نتیجه گرفت مقدار عنصر مس در رسوبات در منطقه آلوده قرار می گیرد (شکل های ۹ و ۱۰) بیشترین مقدار وزنی عنصر روی در رسوبات خلیج چابهار ۸۴ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۳۹ ppm است.

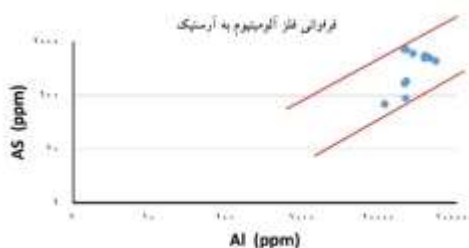


شکل ۹) فراوانی فلز روی در مقابل آلومینیوم



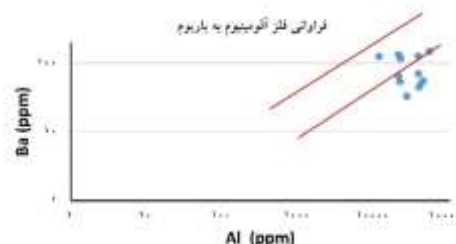
شکل ۱۰) تجمع روی در رسوبات منطقه

با توجه به شکل های فوق می توان نتیجه گرفت مقدار عنصر روی در رسوبات منطقه در محدوده آلوده قرار نمی گیرد. بیشترین مقدار وزنی عنصر آرسنیک در رسوبات خلیج چابهار ۷۲۳ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۶۹ ppm است. منشا آرسنیک در رسوبات بستر خلیج چابهار درون حوضه ای است. مقدار فلز سمی آرسنیک در رسوبات چابهار بیشتر از میانگین آن در پوسته زمین است. با توجه به شکل زیر می توان نتیجه گرفت مقدار عنصر آرسنیک در رسوبات منطقه در محدوده آلوده قرار می گیرد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱) فراوانی آرسنیک در مقابل فلز آلومینیوم

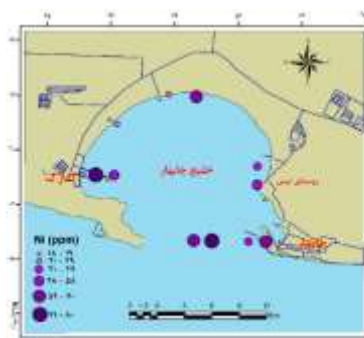
بررسی نقشه توزیع عنصر استرانسیم نشان می دهد که در مناطقی از خلیج که رسوبات بستر دارای کربنات کلسیم بیشتری هستند مقدار عنصر استرانسیم نیز بیشتر است. و این مناطق با ریفهای داخل خلیج کاملاً منطبق است. دلیل این امر نیز جایگزینی عنصر استرانسیم به جای کلسیم در ساختار بلوری آراگونیت است. و از آنجایی که ریفها و اکثر پوسته های صدفی دارای جنس آراگونیتی هستند لذا در این مناطق مقدار استرانسیم بالا است. بیشترین مقدار وزنی عنصر باریم در رسوبات خلیج چابهار ۱۴۸ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۳۳ ppm است. با توجه به شکل زیر می توان نتیجه گرفت مقدار عنصر باریم در رسوبات منطقه در زیرمحدوده آلوده قرار می گیرد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲) فراوانی باریم در مقابل آلومینیوم

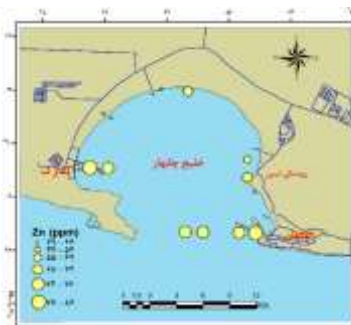
بیشترین مقدار وزنی عنصر بور (B) در رسوبات خلیج چابهار ۷۵ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۹ ppm است. منشا بور در رسوبات بستر خلیج چابهار بیرون حوضه ای و آواری است. بیشترین مقدار وزنی عنصر بیسموت در رسوبات خلیج چابهار ۳۸ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۱۱ ppm است. بیسموت نیز همچون آرسنیک عنصری سمی است که مقدار آن در برخی از بخشهای خلیج بیش از میانگین آن در پوسته است. و با توجه به اینکه مقدار این عنصر در رسوبات کربناته (ریفها و پوسته های صدف) زیاد است لذا در مطالعات زیست محیطی باید نسبت به تمرکز این عنصر در رسوبات کربناته توجه خاصی مبذول گردد. منشا عنصر بیسموت در رسوبات خلیج چابهار درون حوضه ای است. بیشترین مقدار وزنی عنصر تنگستن در رسوبات خلیج چابهار ۴۶۹ ppm و کمترین مقدار آن نیز ۱۱۱ ppm است. مقدار این عنصر نیز در رسوبات کربناته (ریفها و پوسته های صدفی) زیاد است. منشا عنصر تنگستن در رسوبات خلیج چابهار درون حوضه ای است. نقش فعالیتهای انسانی در افزایش غلظت این فلزات در خلیج چابهار بیشتر از تاثیر عوامل طبیعی است. سرب و روی به دلیل آنکه دارای وزن مخصوص زیادی هستند، اکثراً در نواحی ساحلی غلظت آنها افزایش می یابد. به همین دلیل غلظت آن در رسوبات ساحلی درشت دانه زیاد است. هر چند افزایش غلظت این فلزات در رسوبات مجاور اسکله ماهیگیری تیس نشان می دهد که دلیل اصلی افزایش آنها، منشاء انسانزاد دارد (Ahrari Roudi, 2015).

به منظور داشتن درک بهتر از تجمع عناصر در منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار GIS نمودارهای توزیع غلظت رسم شد (شکل ۱۳ تا ۱۶).



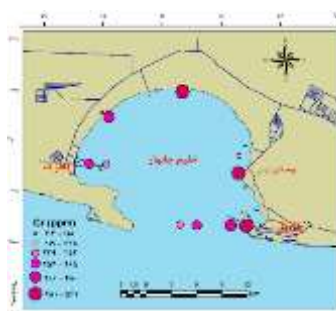
شکل ۱۳) غلظت عنصر نیکل در منطقه مورد مطالعه

همانطور که در (شکل ۱۳) مشاهده می شود غلظت عنصر نیکل در دو منطقه میانی خلیج و اسکله کنارک از دیگر مناطق نمونه برداری بیشتر است. غلظت بالای این فلز به دلیل مصرف سوخت های فسیلی ناشی از شناورها و سوزاندن مواد زاید است.



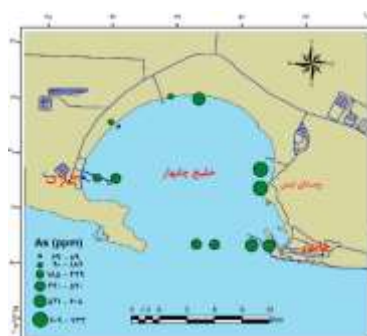
شکل ۱۴) غلظت عنصر روی در منطقه مورد مطالعه

در نمودار غلظت روی (شکل ۱۴) همانطور قابل مشاهده است میزان غلظت این فلز در اسکله کنارک و اسکله شهید کلانتری بیشتر از سایر نقاط می باشد. ناهنجاری ناشی از فلز روی نیز مانند مس ناشی از آلودگی حاصل از لنج ها و قایق ها می باشد.



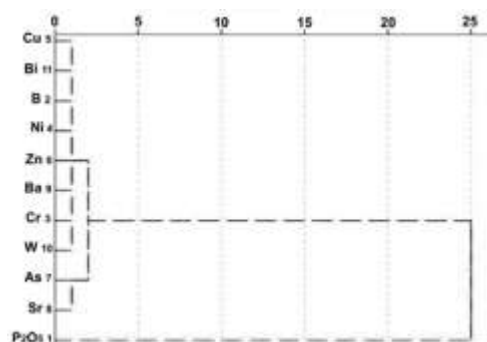
شکل ۱۵) غلظت عنصر کروم در منطقه مورد مطالعه

نمودار غلظت عنصر کروم در (شکل ۱۵) نشان می دهد بیشترین غلظت این فلز در اسکله شهید کلانتری و ساحل صیادی تیس می باشد. دلیل این آلودگی به فعالیت های انسانی باز می گردد.



شکل ۱۶) غلظت عنصر آرسنیک در منطقه مورد مطالعه

دلیل غلظت زیاد آرسنیک (شکل ۱۶) در ساحل صیادی تیس را می توان به استفاده علف کش های آلی و یا سوخت های فسیلی ناشی از شناورها مربوط دانست. نمودار آنالیز خوشه ای عناصر و تلفیق آنها با نتایج حاصل از اندازه گیری پارامترهای فیزیکی آب، شوری و pH نشان دهنده بالا بودن فاکتورهای مذکور در رسوبات خلیج چابهار نسبت به دریا می باشد (شکل ۱۷). روند دما با افزایش عمق و دور شدن از خلیج افزایش می یابد. میزان افزایش دما نشان دهنده نفوذ جریان آب گرم خلیج فارس از طریق تنگه هرمز می باشد (ترانه شارد، ۱۳۸۵)



شکل ۱۷) نمودار دندوگرام با استفاده از ارتباط بین گروه ها

نتایج

- ✓ خلیج چابهار یک محیط رسوبی دوگانه ای است زیرا علیرغم آنکه در اکثر محدوده خلیج محیط رسوبی، تخریبی است ولی به صورت محلی در بعضی بخش ها محیط رسوبی کربناته که با برجا گذاشتن رسوبات بیوشیمیایی توام است دیده می شود.
- ✓ رسوبات آواری موجود در خلیج شامل کوارتز، کانیه های رسی، فلدسپات، کلسیت و دولومیت تخریبی می باشند. منشاء این رسوبات آواری، واحدهای سنگی (کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن) اطراف خلیج است. در رسوبات بستر خلیج ۹ تیپ رسوبی شامل گراول،

ماسه، سیلت، گل، سیلت ماسه ای، رس ماسه ای، گل ماسه ای، ماسه سیلتی و ماسه گلی شناسایی شدند که گونه غالب سیلت ماسه ای می باشد. البته رسوبات ساحلی عمدتاً تیپ ماسه ای دارند.

✓ پراکندگی ذرات ریز دانه غالباً در مرکز خلیج و دور از ساحل دیده می شوند در حالیکه رسوبات دانه درشت غالباً در سواحل و مناطق نزدیک به ساحل گسترش بیشتری دارند.

✓ مقدار عنصر کرم در خلیج چابهار بیشتر از میانگین آن در پوسته بوده و حالتی تقریباً غیر عادی دارد.

✓ بنابراین مناطق مستعد آلودگی زیست محیطی در منطقه مورد مطالعه به چهار بخش تقسیم می شوند: منطقه اول با بیشترین آلودگی در غرب و جنوب غرب خلیج (اطراف اسکله کنارک)، منطقه دوم شامل مناطق مستعد آلودگی ولی با آلودگی کمتر در بخش های میانی در بخش جنوبی رو به دریا و شمال خلیج، منطقه سوم شامل مناطق مستعد و با آلودگی بیشتر و نهایتاً منطقه با کمترین آلودگی ولی مستعد در شرق خلیج و سواحل تیس (اسکله شهید کلانتری و پلاژ ساحلی تیس).

✓ از مهمترین منابع آلودگی، آلودگیهای انسانی مانند تخلیه روغن موتور یا سوخت به درون حوضچه ها و یا تعمیر بدنه شناورهای صیادی است که باعث ورود عناصر سنگین به آنها و حوضه های رسوبی دریایی منطقه می شود. همچنین فرسایش ارتفاعات بالا دست و ورود رسوبات آواری به عنوان یک منشاء ژئوتکنیک (زمینی و برون حوضه ای) باعث افزایش غلظت عناصر سنگین می گردد.

✓ شستشوی شناورها که دارای مقادیر زیادی ضایعات ماهی است و همچنین ریختن مستقیم فاضلاب های انسانی به درون آب حوضچه ها موجب ایجاد آلودگی مواد آلی در محیط اسکله ها گردیده است.

✓ به دلیل عملکرد امواج بخصوص در فصل تابستان و حاکمیت مونسون، بسیاری از عناصر فلزی که دارای وزن مخصوص بالایی هستند (مانند، کروم، نیکل و آهن) از رسوبات آلوده بستر دریا به سمت سواحل ماسه ای رانده می شوند و موجب افزایش غلظت فلزات سنگین در این مناطق می گردند.

منابع

۱. آقائباتی، ع. ۱۳۸۹. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور. وزارت صنایع و معادن، ۴۳۰ ص.
۲. شارمد، ت. ۲۰۰۲. بررسی پیشینه خلیج چابهار از طریق مطالعات ژئوشیمیایی و مواد آلی رسوبات، دانشگاه قاهره، مصر
۳. کمیته منابع غیر زنده سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۸۷. گزارش مقدماتی مطالعه زمین شناسی دریایی، زمین شناسی مهندسی و دورسنجی منطقه چابهار و کنارک.
۴. صمدیان، م.ر. و جعفریان، م.ب.، ۱۳۷۵، نقشه زمین شناسی چابهار، ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰، چابهار، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

5. Ahrari Roudi, M., 2015, Sedimentology and geochemistry of the Makran coastal sediments Located in South East Iran, Applied Sciences Reports, V. 12, 83-92 pp.
6. Berkowitz, B., Dror, I. & Yaron, B., 2008. Contaminant Geochemistry: Interactions and Transport in the Subsurface Environment, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 412p.

7. Binning, K. & Baird, D. (2001) Survey of heavy metals in the sediments of the Swartkops river estuary, Port Elizabeth South Africa. *Water South Africa* 27, 461-466.
8. Burton, J.D. and Statham, P.J. 2000. Trace Metals in Seawater, in R. W. Furness & P. S. Rainbow (ed.), *Heavy Metals in the Marine Environment*, CRC Press, Inc, Florida, United States of America.
9. Clark, M. W., McConchie, D., Lewis, D. W., Saenger, P., 1998. Redox stratification and heavy metal partitioning in *Avicennia*-dominated mangrove sediments: a geochemical model. *Chemical Geology* 149, 147–171.
10. Defew, L. H., Mair, J. M., and Guzman, H. M. (2005). An assessment of metal contamination in mangrove sediments and leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama. *Marine Pollution Bulletin* 50, 547–552.
11. Denton, G.R.W., et al. 2001. Contaminant Assessment of Surface Sediments from Tanapag Lagoon, Saipan, Water and Environmental Research Institute of the Western Pacific, Technical Report No. 93, University of Guam, Mangilao, Guam.
12. Eby, G. N., 2005. Principles of environmental geochemistry, Thomson, Ellis, S. & Mellor, A., New York.
13. Folk, R.L., 1974, Petrology of sedimentary Rock: Hemphill publishing Co., Austin, Texas 182P.
14. Langmuir, D. (1997). *Aqueous Environmental Geochemistry*. Prentice-Hall, New Jersey, 603p.
15. Luoma, S.N. 1990. Bioavailability of trace metals to aquatic organisms-a review. *Sci. Total Environ.* 28:1-22.
16. Merian, E., Anke, M., Ihnat, M., and Stoepler, M., 2004. Elements and their compounds in the environment, John Wiley, 1170p.
17. Muzuka, A. N. N., 2007. Distribution of Heavy Metals in the Coastal Marine Surficial Sediments in the Msasani Bay-Dar es Salaam Harbour Area, *J. Mar. Sci.* 6, 73–83.
18. Plant, J.A., et al. 2003. Arsenic and Selenium, in H. D. Holland & K. K. Turekian (ed.), *Treatise on Geochemistry Volume 9: Environmental Geochemistry*, Pergamon, Oxford.
19. Potts, P. J. (1987) *A Handbook of Silicate rock analysis*. Pb 549-028 Blackie and Son Ltd.
20. Sarkar, B. (2002). *Heavy Metals in the Environment*. Marcel Dekker, New York, 725p.
21. Sarkar, S. K., Bilinski, S. F., Bhattacharya, A., Saha, M., and Bilinski, H. 2004. Levels of elements in the surficial estuarine sediments of the Hugli River, northeast India and their environmental implications. *Environ Int.* 30: 1089– 98.
22. Tam, N. F. Y., Wong, W. S., 2000. Spatial variation of heavy metals in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps. *Environmental Pollution* 110, 195–205.
23. Thorne, LT and Nickless, G (1981). The relation between heavy metals and particle size fractions within the Severn Estuary (U.K. inter-tidal sediments). *Sci. Total Environ.* 19 207-213.

Identification of areas susceptible to environmental pollution in the coasts of Chabahar Bay by using sedimentary geochemical studies

Bassirani; Bit¹, Rezaei; Hamid², Ahrari Roudi; Mohyeddin³

1. Master of geology and sedimentary rock, Azad University of Zahedan, Managing Director and member of the Board of Tabas Coal Company, Ahya Sepahan, email: bitabassirani@yahoo.com
2. MSc, Chabahar Research Center, of the Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science (INIOAS), chabahar, Iran. Email: h.rezaei@inco.ac.ir,
3. Assistant Professor, Department of Oceanography, Faculty of Marine sciences, Chabahar Maritime University, chabahar, Iran. Email:ahrari.geologist@gmail.com.

Abstract

Chabahar Bay, with a length of 17 km and a width of 20 km, is the largest bay on the southeastern coast of Iran, which is connected to the Oman Sea by a span of 13.5 km. According to the structural geological divisions, the study area is located in the inner Makran geological zone. Since the pollution of water and sediments by heavy metals and their impact on the ecosystem is very important, in this study, an attempt has been made to investigate the level of heavy metal pollution in Chabahar Bay sediments. For this purpose, 13 sediment samples were collected from the shallow bed of Chabahar Bay and in the laboratory, they were subjected to sediment analysis and geochemistry. Therefore, the fine-grained sediments (less than 200 mesh) to determine the major elements, trace and heavy metals were analyzed ICP. By comparing the grain size analysis and Geochemistry of sediments, pollution-prone areas were identified. Based on the Folk classification (1984), 9 sedimentary types (Granul, Sand, Silt, Mud, Sandy silt, Sandy clay, Sandy mud, Silty Sand & Muddy sand) were identified in the sediments of Chabahar Bay. Some heavy elements such as As, Bi, Cr, Sr, Zn, W and Cu are highly concentrated in sediments located in Chabahar Bay, especially along in the Konarak and Shahid Beheshti Jetty's. The cause of this pollution seems to be human origin (Anthropogenic) such as pollution caused by the maintenance of launches and fishing boats.

Keywords: Contamination, Heavy metals, Chabahar Bay, Geochemistry, Environmental.



استفاده از شاخص انتخاب پذیری غذائی گونه های دیمرسال به منظور مطالعه سلامت زیست بوم ماهیگیری خلیج فارس و دریای عمان (هرمزگان)

بهزادی، سیامک*؛ دهقانی، رضا^۱؛ درویشی، محمد^۱؛ سالارپوری، علی^۱؛ مومنی، محمد^۱

استادیار پژوهشی، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس. siamakbehzady@gmail.com

چکیده

سلامت زیست بوم ماهیگیری ماهیان تجاری دیمرسال با استفاده از شاخص انتخاب پذیری غذائی (Electivity index)، ۵ گونه *Epinephelus bleekeri*، *Epinephelus coioides*، *Lutjanus johni*، *Rhabdosargus haffara* و *Rachycentron canadum* توسط مدل اکوپس (نسخه ۶.۴.۳)، در آب‌های هرمزگان ارزیابی شد. *Mantis shrimp* (۰/۹۳)، *Pentaprion longimanus* (۰/۷۳)، *Pomadasys maculatum* (۰/۲۳) و *Nemipterus japonicus* (۰/۲۳)، در ارجحیت انتخاب شکارهای هومومعمولی (E. *coioides*) و *Ilisia sereashi* (۰/۸۶)، *Mantis shrimp* (۰/۸۱)، *Pentaprion longimanus* (۰/۷۶)، *Thryssa setirostris* (۰/۲۵) و *Leiognathus bindus* (۰/۲۲) اولویت غذائی ماهی هاموردم خاکستری (E. *bleekeri*) را تشکیل دادند. شاخص انتخاب‌پذیری غذائی ماهی سرخو معمولی (*L. johni*)، *Pomadasys maculatum* (۰/۹۳)، *ilisia sereashi* (۰/۸) و *Thryssa setirostris* (۰/۵۳)، و گونه‌های *Pentaprion longimanus* (۰/۹۳)، *Leiognathus bindus* (۰/۷۱)، *Encrasicholina punctifer* (۰/۶۷)، *Mantis shrimp* (۰/۳۳) و *Mollusca* (۰/۰۹۱) اولویت غذائی ماهی شانک هافارا (*R. haffara*)، نتیجه گیری شد. در مطالعه شاخص انتخاب‌پذیری ماهی سوکلا (*R. canadum*) نیز به‌ترتیب اهمیت *Ilisia sereashi* (۰/۸۸)، *Thryssa setirostris* (۰/۷۴)، *Pentaprion longimanus* (۰/۵۵)، *Leiognathus bindus* (۰/۳۶)، *Sepia pharaonis* (۰/۲)، *Mantis shrimp* (۰/۱۴) و *Upeneus doriae* (۰/۰۹۱) قرار داشته که دامنه گسترده‌تر شکارهای انتخابی، فرصت‌طلبی این ماهی را در انتخاب شکار نسبت به ۴ گونه دیگر نشان داد. شاخص انتخاب‌پذیری گونه‌های مطالعه شده نشان می‌دهد، که تمامی شکارچیان در مدل غذائی کفزیان هرمزگان با مقادیر بالای ۰/۵، اولویت انتخاب شکار آنها را دامنه‌ای محدود از شکارها تشکیل داده‌اند. هر چند عوامل گوناگونی در این رخداد می‌توان تصور نمود، اما آنچه قابل استنتاج از اولویت انتخاب شکار در بین این شکارچیان می‌باشد آن بوده که این محدودیت می‌تواند آینده سلامت ماهیگیری کفزیان هرمزگان را با تهدید مواجه نماید.

واژگان کلیدی: سلامت زیست بوم ماهیگیری، Electivity index، ماهیان دیمرسال، اکوپس، خلیج فارس و دریای عمان.

برداشت از منابع دریای ضرورتاً تاثیرهای به‌همراه دارد، یکی از گسترده‌ترین آنها مرتبط با شدت فشار ماهیگیری بوده که منجر به عدم تعادل در ساختار آن شده و از هم‌گسستگی اجتماعات را باعث می‌گردد[۱]. بیان گردیده است تفاهم به وجود آمده در بین دانشمندان شیلاتی این بوده که آنالیزهای تک‌گونه‌ای بایستی به‌وسیله رویکردهای که روابط بوم‌شناسی و پویایی غذایی را در برگیرد جایگزین گردد[۲]. یکی از روابط مهمی که در بین اجزاء یک زیست بوم اتفاق می‌افتد جریان از مواد مغذی^۲ و انرژی است، مطالعه‌ای که عموماً به عنوان دینامیک غذایی^۳ معرفی می‌گردد. اساس مدیریت ماهیگیری بر پایه زیست بوم^۴ یا (EBFM)، که معنی و مفهوم استراتژیک در ارزیابی ذخایر پیدا کرده است ارائه و آنالیز مدل می‌باشد. احساس نیاز به رویکردهای زیست بومی (اثرات زیست بومی / گونه ای) و کاربرد آن برای مدیریت ماهیگیری مبدا ظهور مدل‌سازی گوناگون بوده است[۳]. برخی از این مدل‌ها که آنها را به عنوان مدل‌های زیست بوم کلی می‌نامند، مدل‌هایی بوده که تلاش می‌نمایند تا تمام سطوح غذایی در یک زیست بوم دربرگیرند. نشان داده شده است که سلامت زیست بوم یک ابزار مهم مدیریت زیست‌محیطی بوده، که شاخص‌های به‌کار برده شده جهت مطالعه این حوزه بایستی مشخص و مدام به‌روز رسانی گردد. به‌طور کلی یک زیست بوم سالم یک زیست بوم پایدار بوده و آن هنگامی است که آن زیست بوم قابلیت نگه‌داری ساختار جمعیت خود^۵، عملکرد^۶ (قدرت)، برگشت‌پذیری و مقاومت در برابر تکانه خارجی^۷ در طول زمان را داشته باشد، اعتقاد بر این است که این سه مولفه در برگیرنده یک ارزیابی جامع از سلامت زیست بوم می‌تواند باشد[۳].

رابطه تغذیه‌ای در واقع اولین و مهم‌ترین رابطه بین گروه‌های مختلف آبزیان است. اندازه‌گیری ضریب غذایی و انتقال زی توده در بین گروه‌های مختلف، اطلاعاتی در خصوص ساختار زیست بوم و عمل کرد آنها مهیا می‌نماید، که این اطلاعات می‌تواند برای ارزیابی اثرات تغییر بر روی گروه‌ها و چگونگی انتشار آنها در بین تمام زیست بوم از طریق شبکه غذایی مورد استفاده واقع گردد [۴]. بسیاری از دانشمندان امروزه بر این باورند که از میان مدل‌ها، مدل تغذیه‌ای برای درک بهتر عمل کرد زیست بوم‌ها دارای اهمیت زیادی هستند [۵]. از میان مدل‌های مختلفی که امروزه برای مطالعه روابط شبکه غذایی مد نظر است، می‌توان به مدل اکوپس اشاره نمود. این مدل، یک مدل تغذیه‌ای کمی بوده و در واقع نشان دهنده جریان انرژی در طول زمان است که بین گروه‌های مختلف در درون یک زیست بوم وجود دارد. رویکرد مدل سازی^۸ EWE^۸ در برگیرنده نرم‌افزاری برای آنالیز موازنه توده غذایی زیست بوم، با قابلیت مدل‌سازی دینامیک^۹، برای برداشت‌های گذشته و تاثیرات آینده ماهیگیری و اغتشاشات محیطی و به‌همان خوبی برای سیاست‌های پیشینه برداشت مناسب می‌باشد. مزیت دیگر این مدل آن بوده که کل سیستم به تصویر کشیده شده و اصطلاحاً از آن به عنوان مدل End-to-End نام برده می‌شود. برتری دیگر مدل اکوپس، این بوده که این مدل بر اساس طیف گسترده‌ای از موجودات یک زیست بوم طراحی گردیده و به دلیل شبیه‌سازی در دراز مدت، در زیست بوم‌های مختلف می‌تواند استفاده شود[۶]. رویکرد استفاده از این نرم افزار برای مدیریت و ارزیابی یک زیست بوم، رویکردی است که براساس چندین گونه موجود در یک زیست بوم صورت می‌پذیرد. در این پژوهش به منظور مطالعه سلامت زیست بوم ماهیگیری ماهیان تجاری کفزی استان هرمزگان از شاخص انتخاب پذیری غذایی (Electivity index)، مدل اکوپس (نسخه ۶.۴.۳)، استفاده شد. بدین منظور به طور فصلی رژیم غذایی ۵ گونه سوکلا (*Rachycentron canadum*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، هامور دم‌خاکستری (*Epinephelus bleekeri*)، سرخو معمولی (*Lutjanus johni*) و شانک هافارا (*Rhabdosargus haffara*)، مطالعه و پس از محاسبه سایر اجزاء مدل اکوپس (نسخه ۶.۴.۳)، این مدل اجراء و از شاخص فوق الذکر سلامت زیست بوم ماهیگیری ماهیان تجاری در آب‌های هرمزگان ارزیابی شد.

^۱ Analysis^۲ Nutrient^۳ Trophodynamic^۴ Ecosystem-Based Fisheries Management^۵ Structure organization^۶ Function vigor^۷ External stress resilience^۸ Ecopath with Ecosim^۹ Ecosim

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲ منطقه مورد مطالعه

جهت تهیه نمونه در آب‌های ساحلی شناورهای محلی (لنج) مورد استفاده در گشت های تحقیقاتی برآورد ذخایر میگوهای تجاری هرمزگان و جهت نمونه برداری در آب‌های دور از ساحل از شناور تحقیقاتی فردوس یک متعلق به موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور استفاده گردید. همچنین به منظور پوشش بهتر این جوامع نمونه‌های حاصل از ابزارهای صید رایج در هر منطقه ماهیگیری از قبیل گوش گیر، گرگور، رشته قلاب و تورهای ثابت ساحلی نیز مطالعه شد، که بدین منظور از تخلیه گاه‌های صید در سه حوضه مرکزی (اسکله صیادی شهر بندرعباس)، حوضه غرب (بنادر بستانه و کنگ) و حوضه شرق (بنادر جاسک و میدانی) استان هرمزگان نمونه برداری انجام شد (شکل ۱). در انتخاب نمونه ها، به منظور زیست سنجی و بررسی محتویات معده علاوه بر مطالعه گونه‌ها، کلاس‌های طولی متفاوت انتخاب و مطالعه شد. برخی محققین معتقدند چنانچه تعداد کلاس‌های طولی و فاصله آنها از هم زیاد باشد، احتمال خطا افزایش می یابد، لذا دسته‌بندی، در کمینه کلاس‌های طولی با توجه به اندازه هر گونه صورت پذیرفت [۷].

۲.۲ جامعه آماری

جامعه آماری در این مطالعه شامل گونه‌های موجود در شبکه غذایی آب‌های استان هرمزگان (شمال خلیج فارس و دریای عمان) بوده است، این مدل شبیه سازی شده به اولین حلقه‌های تولید (در این مطالعه جوامع فیتوپلانکتونی) و همچنین آخرین شکارچیان ۵ گونه مورد مطالعه کفزی شامل سوکلا (*R. canadum*)، هامور معمولی (*E. cooides*)، هامور دم‌خاکستری (*E. bleekeri*)، سرخو معمولی (*L. johani*) و شانک هافارا (*R. haffara*)، ختم گردیده است. جمع‌آوری داده‌ها در این تحقیق از نمونه‌هایی بوده که بلافاصله پس از صید به تخلیه گاه‌ها و یا به عرشه شناور انتقال یافت. اطلاعات رژیم غذایی، زی توده و پارامترهای پویاشناسی ۵ گونه مورد بررسی و همچنین زی توده شکارهای این گونه‌ها به‌طور مستقیم در این مطالعه به دست آمد، و بسیاری از شکارها به دلیل نبود اطلاعات قابل استناد، به جای حدس و گمانه زنی حذف گردید، که این باعث گردید زیست بوم مورد مطالعه با صحت و دقت بیشتری مورد ارزیابی قرار گیرد [۸].

۳.۲ مدل اکوپس

نرم افزار اکوپس دارای معادلات متعددی جهت مدل سازی می‌باشد، که اساس آن بر دو معادله ۱، (توصیف کننده دوره تولید)، و معادله ۲ (موازنه انرژی برای هر گروه)، استوار می‌باشد. معادله ۱، اکوپس که توصیف کننده دوره تولید برای هر گروه (i) بوده در ذیل آورده شده است (در این جا فرض بر آن صورت گرفته است که مرگ و میر شکار مورد مصرف شکارچی واقع می‌گردد):

$$Pi = Y + M2i \times Bi + Ei + BAi + MOi \times Bi \quad \text{معادله ۱}$$

که در این معادله: Pi : برابر نسبت تولیدات کل i ، Yi : نسبت صید ماهیگیری کل Y است، $M2i$: نسبت تولیدات کل برای گروه i است، Bi : زی توده هر گروه Ei : برابر نسبت مهاجرت خالص (مهاجرت به خارج - مهاجرت به داخل)، (که فرض بر این بوده که سیستم بسته است و هیچ مهاجرت به داخل و یا خارجی صورت نخواهد پذیرفت)، BAi : نسبت تجمع زی توده برای i است، EEi : کارایی اکوتروفی (i) می‌باشد و می‌تواند به عنوان نسبتی از تولیدات که از سیستم گرفته شده و یا در بین شبکه های غذایی مصرف شده است توصیف می‌گردد.

همچنین معادله ۲، در مدل سازی اکوپس موازنه انرژی برای هر گروه را در بر می‌گیرد:

معادله ۲.

$$Bi \times \left(\frac{P}{B}\right) i \times EEi - \sum B_j \times \left(\frac{Q}{B}\right) j \times DCji - Yi - Ei - BAi = 0$$

P/B : برابر نسبت تولیدات برزیتوده، Q/B : برابر نسبت مصرف برزیتوده، DC_{ji} = کسری از شکار (i) در متوسط غذای شکارچی (j)، نسبت B_i : در بیشینه وضعیت موجود، مربوط به همگرم و میرکل، (Z) می باشد، Q_j : نسبت مصرف کل برای گروه (است)، و DC_{ji} کسری از غذای شکارچی (j) که در شکار (i) مشارکت داشته است.

۴.۲ شاخص انتخاب پذیری (Electivity index)

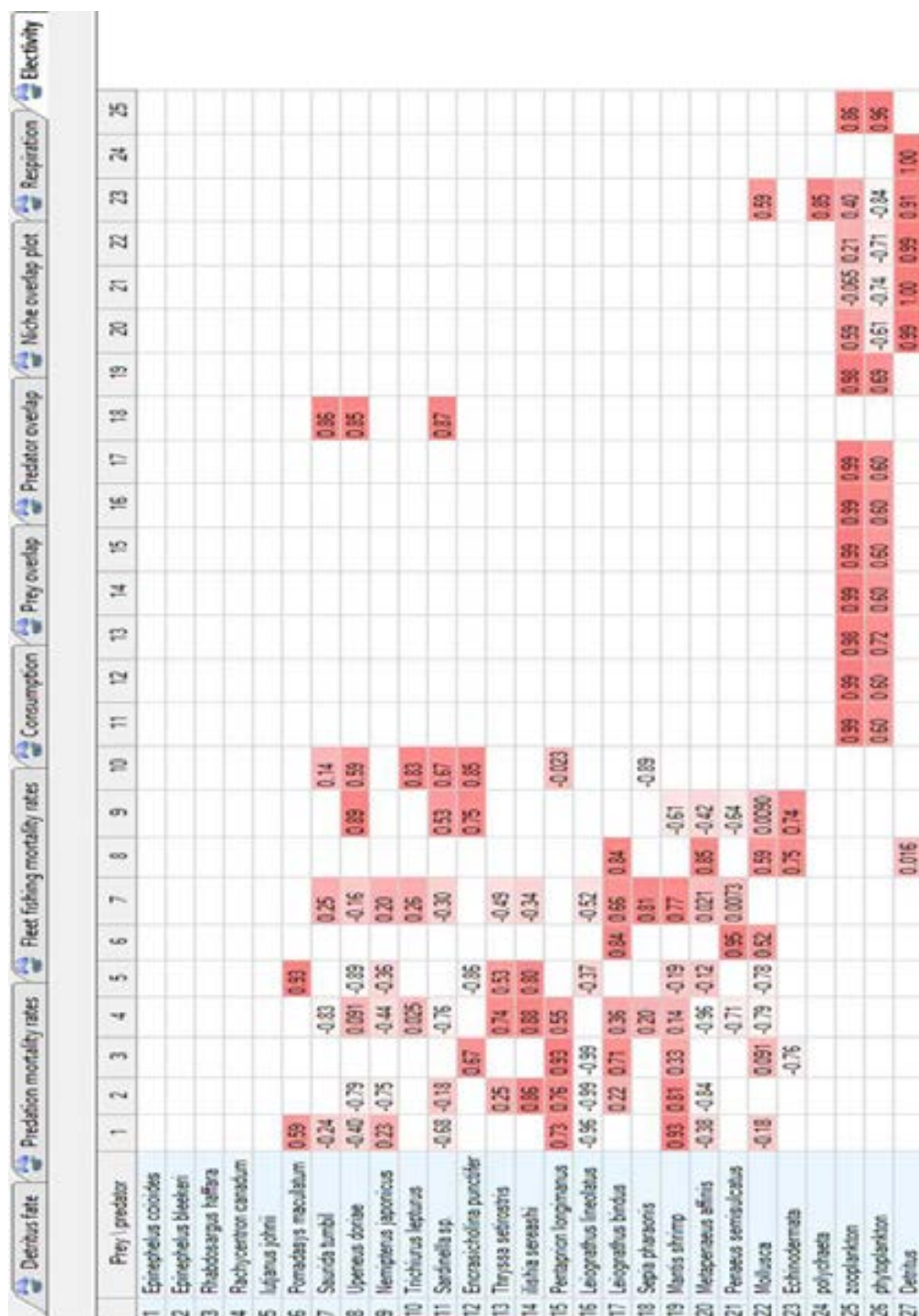
از خروجی های مدل اکوپس بوده که پس از موازنه کردن مدل قابل استنتاج می باشد. این شاخص نشان دهنده ارجحیت انتخاب غذاهای قابل دسترس در یک گونه در یک زیست بوم می باشد. از آنجائیکه هر گونه در انتخاب غذائی خود در شرایط یکسان دارای اولویتهای انتخاب می باشد، به عنوان یک شاخص در مطالعه سلامت زیست بومهای شیلاتی استفاده شد



شکل ۱) نقشه منطقه مورد بررسی شامل صیدگاه های آبهای استان هرمزگان

۳. نتایج

همان گونه که شکل ۲، نشان می دهد، میزان ترجیح غذائی در نرم افزار اکوپس با پس زمینه قرمز نشان داده می شود، میزان ترجیح غذائی با پس زمینه پررنگ تر قرمز بارزتر می گردد، به طوریکه پس زمینه سفید (۱-) به منزله نبود هیچ گونه ارجحیت غذائی و پس زمینه پررنگ ترین رنگ قرمز (۱+) نشان دهنده ارجحیت کامل غذائی می باشد.



شکل ۲) شاخص انتخاب پذیری برآورد شده در مدل غذائی کفزیان هرمزگان

۴. بحث و نتیجه گیری

مقادیر شاخص انتخاب پذیری، از مثبت تا منفی یک، متغیر بوده که مقادیر مثبت این شاخص نشان دهنده آن بوده که شکارچی در انتخاب شکار خود اولویت بیشتری قائل بوده و مقادیر منفی آن نشان از کمتر بودن اولویت نوع شکار مورد نظر در رژیم غذایی در بین اجتماعات شکار برای آن شکارچی می باشد و مقادیر نزدیک به صفر بیانگر آن بوده که هیچ نوع ترجیحی برای انتخاب آن شکار توسط شکارچی وجود ندارد. همان گونه که شکل ۲ نشان می دهد میزان ترجیح غذایی گونه ها در مدل غذایی کفزیان هرمزگان با پس زمینه پررنگ تر قرمز برجسته تر گردیده است، به طوریکه پس زمینه سفید (۱-) به منزله نبود هیچ گونه ارجحیت غذایی و پس زمینه پررنگ ترین رنگ قرمز (۱+) نشان دهنده ارجحیت کامل غذایی می باشد. نتایج حاصل از مطالعه ارجحیت غذایی در مدل غذایی کفزیان هرمزگان نشان داد، به جزء دو گونه *E. bleekeri* و *R. canadum* در خصوص *I. sereashi* به ترتیب با مقادیر (۰/۸۶) و (۰/۸۸) هیچ یک از گونه ها در انتخاب اولویت اول شکار خود دارای اشتراک نمی باشند، اما نکته قابل تحمل در انتخاب پذیری شکار در این گونه ها نزدیک بودن انتخاب نوع شکارها در تمام گونه ها با مقادیر نزدیک به یکدیگر می باشد. یکی از تصورات قرار گرفتن این شکارها در اولویت گونه های شکارچی تحرک کم برخی از گونه های شکار و کوچک تر بودن اندام آنها نسبت به سایر گروه های شکار در محدوده قلمرو این گونه ها می باشد، آزمایشات در محیط های آزمایشگاهی و مطالعات در زیست بوم طبیعی نشان داده است که شکارچیان ماهی خوار شکارهای کوچک را ترجیح می دهند [۹]. اندازه روابط بین شکارچیان و شکارهایی از مکانیزم های تنظیم دینامیک غذایی دانسته شده و عنوان شده، که رفتار شکارنقش مهمی در انتخاب شکارچیان دارد و ممکن است بر روی موفقیت شکارچیان تاثیر گذار باشد [۱۰]. به علاوه، عنوان شده اینکه ماهیان ماهی خوارچه مقدار تغذیه می نمایند و تعداد دفعات تغذیه ای آنهاچه میزان است به ترکیبات شکار قابل دسترس آنها در هر منطقه بستگی دارد [۱۱]. زیر خانواده Epinephelinae از شکارچیان بالای یک شبکه غذایی بوده و هامور ماهیان بر روی دامنه وسیعی از شکارها تغذیه می نمایند [۱۲]، در خصوص ماهی *R. canadum* گزارش شده، این گونه نیز در بالای هرم شبکه غذایی قرار داشته و بر روی دامنه ای گسترده از ماهیان، سخت پوستان، و نرم تنان تغذیه می نمایند [۱۳]. البته در بسیاری از گزارش ها از شکارچیان راس هرم به عنوان ماهیان ماهی خوار نام برده شده است، و این گونه ها را ماهیان گوشت خوری معرفی نموده اند که ایتام اولیه شکار آنها ماهی می باشد، غالباً آنها فرصت طلب بوده و در انتخاب غذای خود قابلیت تغییر داشته اما هیچ یک از آنها تنها ماهی تغذیه نمی نماید، اما بهر حال در انتخاب غذای آنها اولویت اصلی آنها ماهی می باشد. دلیل تغییر شکار در رژیم غذایی ماهیان قرار داشتن شکارهای با اندازه های مختلف در یک منطقه دانسته شده است، که آنها توانسته اند در دسترس شکارچیان جوان و بالغ یک گونه قرار گرفته باشد [۱۴]. نتایج حاصل از مطالعه شاخص انتخاب پذیری گونه های مطالعه شده نشان می دهد، که تمامی شکارچیان در مدل غذایی کفزیان هرمزگان با مقادیر بالای ۰/۵، اولویت انتخاب شکار آنها را دامنه ای محدود از شکارها تشکیل داده اند، هر چند عوامل گوناگونی در این رخداد می توان تصور نمود، اما آنچه قابل استنتاج از اولویت انتخاب شکار در بین این شکارچیان می باشد آن بوده که این محدودیت می تواند سلامت ماهیگیری کفزیان هرمزگان را با تهدید مواجه نماید.

شاخص انتخاب پذیری گونه های مطالعه شده نشان می دهد، که تمامی شکارچیان در مدل غذایی کفزیان هرمزگان با مقادیر بالای ۰/۵، اولویت انتخاب شکار آنها را دامنه ای محدود از شکارها تشکیل داده اند، هر چند عوامل گوناگونی در این رخداد می توان تصور نمود، اما آنچه قابل استنتاج از اولویت انتخاب شکار در بین این شکارچیان می باشد آن بوده که این محدودیت می تواند سلامت ماهیگیری کفزیان هرمزگان را با تهدید مواجه نماید.

منابع

1. Christensen, V., Guénette, S., Heymans, J. J., Walters, C. J., Watson, R., Zeller, D., and Pauly, D., 2003. Hundred-year decline of North Atlantic predatory fishes, *Fish and Fisheries* 4 (1), 1–24.
2. Walters, C.J., Christensen, V. and Pauly, D., 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Rev. Fish. Biol. Fish.*, 7: 139-172.

3. Jordán, F. and Jorgensen, S.E., 2012. Models of the ecological hierarchy: from molecules to the ecosphere (Vol. 25). Newnes.
4. Arregu, F., Munro, J.L., Balgos, M.C. and Pauly, D. eds., 1996. Biology, Fisheries, and Culture of Tropical Groupers and Snappers: Proceedings of an POMEX/ICLARM International Workshop on Tropical Snappers and Groupers, Held at the university of Campeche, Campeche, Mexico, 26-29 October 1993 (Vol. 48). WorldFish.
5. Pitcher and Cochrane, K.L., 2002. The use of ecosystem models to investigate multi-species management strategies for capture fisheries. Fisheries Centre Research Report 156(2).
6. Morissette, F., 2007. A Comparative Analysis, with Emphasis on Marine Mammals and Persian Gulf of ST. Lawrence. A Thesis Submitted IN PhD, in The Faculty Of Graduate.
7. Studies(Zoology) Dept., The University of British of Colombia. 34- 42 pp, 278p.
8. Gulland, J., A, Rosenberg, A. A., 1992. A review of length-based approaches to assessing fish stocks. FAO fisheries technical. Paper NO. 323, 100pp.
9. Christensen, V., Walters, C.J., Pauly, D., 2008. Ecopath With Ecosim: A User's Guide. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada.
10. Abdurahiman, K.P., Zacharia, P.U., Nayak, T.H. and Mohamed, K.S., 2007. Trophodynamics of the Spotfin Flathead *Grammolites suppositus* (Troschel 1840) from the Southeast Arabian Sea. *Asian Fisheries Science*, 20(2), pp.125-143.
11. Campo, D., E. Mostarda, L. Castriota, M.P Scarabello and Andaloro.F., 2006. Feeding habits of the Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793), in the southern Tyrrhenian Sea. *Fisheries Research* 81:169-175.
12. JHalver, J. E.; Hardy, R. W., 2002. Fish nutrition, 3rd edn. Academic Press, New York.
13. John, J., 2001. Temporal variation in the diet of a coral reef piscivore (Pisces: Serranidae) was not seasonal. *Coral Reefs* 20, 163–170.
14. Somvanshi, V. S., Varghese, S., Gulati, D. K. and Bhargava, A. K.. 2000. Some biological aspects of kingfish *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) from the north-west Indian EEZ. Occasional Paper of Fishery Survey of India, No.10: 33 pp.

Using of Electivity index of demersal species to assessment the health of the fisheries ecosystem of the Persian Gulf and the Sea of Oman (Hormozgan)

Behzadi S.^{*1}; Dehgani R.¹; Darvishi M.¹; Salarpouri A.¹; Momni M.¹

1. Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran.

Corresponding e-mail: Siamakbehzady@gmail.com

Abstract:

It was evaluated of demersal fisheries ecosystem health in hormozgan province by electivity index of 5 species (*Epinephelus coioides*, *Epinephelus bleekeri*, *Lutjanus johni*, *Rhabdosargus haffara* and *Rachycentron canadum*) in Ecopath model (version 6.4.3). Mantis shrimp (0.93), *Pentaprion longimanus* (0.73), *Pomadasys maculatum* (0.23) and *Nemipterus japonicus* (0.23), for *E. coioides* and *Ilishia sereashi* (0.86), Mantis shrimp (0.81), *P. longimanus* (0.76), *Thryssa setirostris* (0.25) and *Leiognathus bindus* (0.22) for *E. bleekeri* were concluded. Also, for *L. johni* preys of *P. maculatum* (0.93), *I. sereashi* (0.8) and *T. setirostris* (0.53), and species of *P. longimanus* (0.93), *L. bindus* (0.71), *Encrasicholina punctifer* (0.67), Mantis shrimp (0.33) and Mollusca (0.091) for Food preferences *R. haffara* were obtained. Finally, In the study of electivity index of *R. canadum* preys of *I. sereashi* (0.88), *T. setirostris* (0.74), *P. longimanus* (0.55), *L. bindus* (0.36), *Sepia pharaonis* (0.2), Mantis shrimp (0.14) and *Upeneus doriae* (0.091) was concluded that the wider range of selective prey showed the opportunism of this fish in the choice of preys compared to the other 4 species. The electivity index of the studied species shows that all predators in demersal fisheries ecosystem model of Hormozgan province had values above 0.5, therefore It can be estimated of the priority of selecting their prey is a limited range of prey.

Although various factors can be imagined in this event, it can be estimated to threaten the future health of benthic fisheries in Hormozgan province, because of overlapping food in the 5 species.

Keywords: Fisheries ecosystem health, Electivity index, demersal fish, Ecopath model, Persian Gulf and Oman sea



تفکیک سیگنال از نویز در محیط دریا

پروازی، مهدی^۱

دانشجوی کارشناسی ارشد الکتروآکوستیک، مجتمع دانشگاهی هوادریا، دانشگاه صنعتی مالک اشتر،

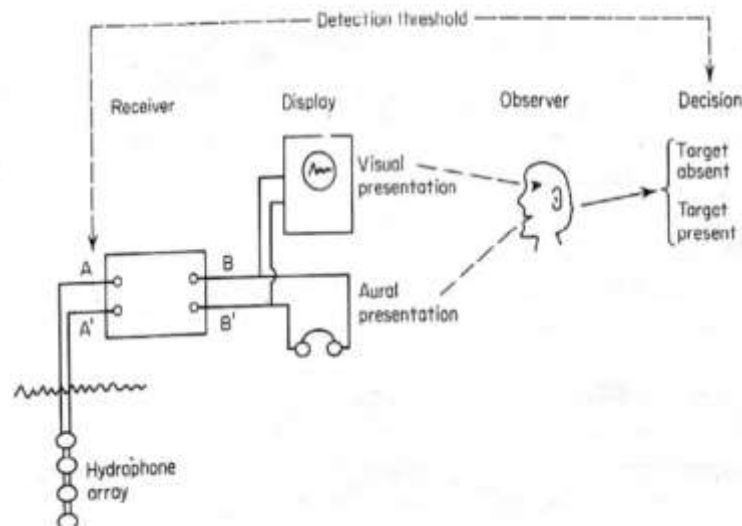
mehdiparvazi75@gmail.com

واژگان کلیدی: نویز، آشکارسازی، آستانه آشکارسازی، شاخص آشکارسازی^۱

۱. مقدمه

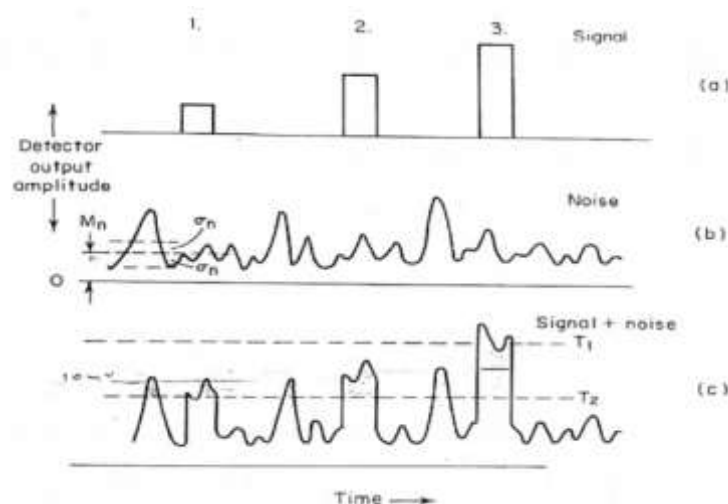
سیگنالهای سونار (چه اکوی سونارهای اکتیو باشند و چه صدای هدف در سونارهای پسیو) تقریباً همیشه میبایست در میان پس زمینه ای از نویز آشکارسازی شوند. قبل از هرگونه عملیات، سیستم سونار میبایست ابتدا حضور سیگنال را در این پس زمینه تشخیص دهد. هدف از این مطالعه جدا سازی سیگنال از نویز (به حداقل رساندن نویز) و رسیدن به سیگنال مطلوب جهت شناسایی هدف میباشد. در این مقاله چند رابطه ی ساده برای تعیین یک نسبت سیگنال به نویز ورودی بدست خواهد آمد، که برای تشخیص دادن حضور یا عدم حضور هدف (با درصد صحتی که از قبل تعیین میگردد) لازم میباشد. این نسبت سیگنال به نویز (با درصد صحت از قبل تعیین شده) «آستانه آشکارسازی» نامیده میشود. روش بدست آوردن روابط مربوط به آستانه آشکارسازی بدین شکل است که تشخیص حضور هدف به عنوان محصولی نهایی در نظر گرفته میشود که میبایست به نسبت سیگنال به نویز در ورودی سیستم پردازشگر ربط داده شود (۱). شکل ۱ به شکل دیاگرامی اجزایی از یک سیستم سونار را که مابین آرایه هیدروفونی و تشخیص «حاضر بودن هدف» یا «غایب بودن هدف» قرار دارند، نشان میدهد. مطابق شکل ۱ «آستانه آشکارسازی» بر حسب دسی بل بدین ترتیب تعریف میگردد: نسبت توان (یا میانگین مربعات ولتاژ) سیگنال در پهنای باند گیرنده به توان (یا میانگین مربعات ولتاژ) نویز در یک باند ۱Hz، که در ترمینالهای گیرنده اندازه گیری میشود. اگر S توان سیگنال در پهنای باند گیرنده در ترمینالهای شکل (۱) باشد و N_0 توان نویز در یک باند ۱Hz باشد، آنگاه:

$$DT = 10 \log(S/N_0)$$



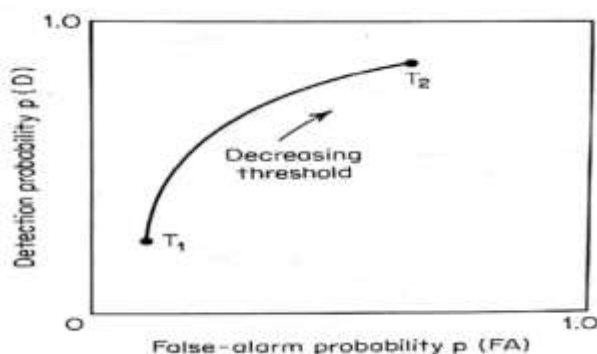
شکل ۱) شکل دیاگرامی اجزایی سیستم سونار

که در این شرایط با احتمال خطای مشخصی عمل آشکارسازی صورت میگیرد. احتمال اینکه در صورت حضور سیگنال، سیستم نیز حضور آن را تشخیص دهد «احتمال آشکارسازی» نامیده میشود و احتمال اینکه در صورت عدم وجود سیگنال، سیستم حضور سیگنال را تشخیص دهد «احتمال هشدار غلط» نامیده میشود. آستانه آشکارسازی به این دو احتمال مستقل از هم بستگی دارد. فرآیند آشکارسازی مستلزم تعیین یک آستانه میباشد به گونه ای که زمانی که از این آستانه عبور کند، سیستم نتیجه بگیرد که هدف حاضر است. اثر حد آستانه در شکل ۲ کشیده شده است. برای آستانه T_1 تنها هدف سوم آشکارسازی میشود و هیچگونه هشدار غلطی در محدوده ی زمانی نشان داده شده در شکل صادر نميگردد در آستانه ی پایینتر T_2 هر سه هدف شناسایی میشوند اما تعدادی هشدار غلط نیز صادر میشود. در یک نمودار احتمال آشکارسازی نسبت به احتمال هشدار غلط با تغییر آستانه یک منحنی تشکیل میشود. این منحنی، یک منحنی از منحنیهای «مشخصه ی عملکرد گیرنده (ROC)» میباشد.



شکل ۲) اثر حد آستانه

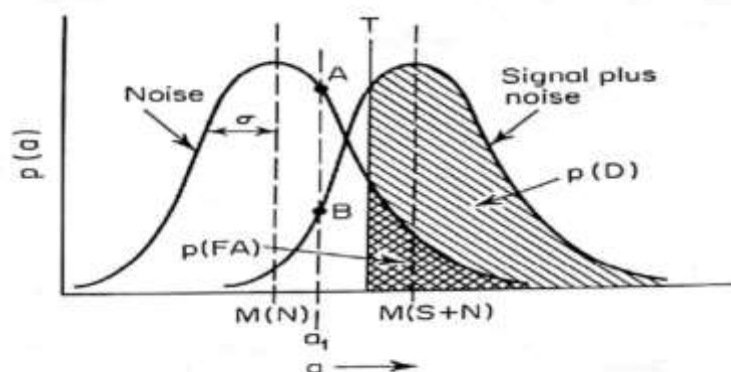
تحقیقات پیشتاز پیترسن و بردسال (۲) و پیترسن، بردسال، و فاکس (۳) منحنی های ROC را به نسبت سیگنال به نویز واقع در ورودی گیرنده که برای آشکارسازی لازم میباشد، ارتباط داد. در شکل ۳ یک نمونه منحنی ROC نشان داده شده است که میتواند از شکل ۲ و با تغییر تدریجی آستانه از T_1 به T_2 بدست آید.



شکل ۳) منحنی ROC

شکل ۴ که منحنی چگالی احتمال $P(a)$ بر حسب دامنه a را برای نویز و سیگنال همراه با نویز نشان می‌دهد، در نظر بگیرید $P(a)$ احتمال این می‌باشد که دامنه a پوش خروجی، در یک واحد کوچک از دامنه با مرکزیت a قرار گیرد میانگین دامنه a نویز برابر با M_N و میانگین دامنه سیگنال همراه با نویز برابر با M_{S+N} می‌باشد. نویز و سیگنال همراه با نویز، هر دو، گاوسی و با واریانس برابر σ^2 فرض شده اند. بر حسب این کمیته می‌توان یک نسبت d که «شاخص آشکارسازی» نام داشته را تعریف کرد:

$$d = (M_{S+N} - M_N)^2 / 6\sigma^2$$


 شکل ۴) منحنی چگالی احتمال $P(a)$ بر حسب a

منحنیهای ROC شکل ۴ تنها برای شرایط ایده آل و محدود خاصی از سیگنال و نویز صادق اند این شرایط عبارتند از: مانا بودن سیگنال واقع در نویز گاوسی ایستا، بزرگ بودن حاصل ضرب پهنای باند در زمان، و اینکه در لحظه تنها یک سیگنال آشکارسازی شود. زمانی که چنین شرایطی حاکمی نباشد، لازم است اصلاحاتی در منحنیهای ROC اعمال شود.

۲. مواد و روش ها

در این مقاله سعی برای شده با مطالعه و مرور مقالات و کارهای انجام شده در زمینه آشکارسازی نویز نحوه آشکارسازی و جداسازی سیگنال از نویز را با اتکا به احتمال آشکارسازی و احتمال هشدار غلط و تاثیر آستانه آشکارسازی بر روی این احتمالات و به موجب آن تاثیر بر شناسایی و جداسازی نویز کار شود تا بتوان با آشنایی با نحوه آشکارسازی سیگنال و حذف نویز از آن (یعنی به حداقل رساندن نویز) قدم مهمی در جهت بهبودی شرایط سیگنال دریافتی ایجاد کرد.

۳. نتایج

پیترسن و بردسال برای چند حالت مختلف، از سیگنال واقع در یک پس زمینه نویز گاوسی، منحنیهای ROC را محاسبه کرده و برای یک گیرنده بهینه شاخص آشکارسازی d را به نسبت سیگنال به نویز ورودی ربط دادند. حالت اول زمانی است که یک سیگنال دقیقاً شناخته شده باشد؛ یعنی شکل موج سیگنال به عنوان تابعی از زمان کاملاً شناخته شده باشد. برای حالت اول مشخص گردید که:

$$d = 2E/N_0, E = St, d = 2tS/N_0, DT = 10 \log(d/2t)$$

که در آن: E (انرژی ورودی کل در باند گیرنده) N_0 (توان نویز در باند 1 Hz) S (توان سیگنال) و t مدت آن می باشد. در این حالت گیرنده بهینه یک همبسته ساز متقابل است که در آن سیگنال همراه با نویز یک سیگنال بدون نویز مشابه، همبسته یا ضرب میشود. حالت دوم حالتیست که سیگنال واقع در یک پس زمینه نویز گاوسی کاملاً شناخته شده باشد. آنجا یافتند که اگر نسبت سیگنال به نویز کوچک ($S/N \ll 1$) و اندازه نمونه ها (حاصل ضرب زمان در پهنای باند) بزرگ باشد بشرطی که d به صورت زیر در نظر گرفته شده باشد همان منحنی های ROC حالت اول برای حالت دوم نیز صادق اند پس:

$$d = wt(S/N)^2, (S/N_0) = (S_w/N) = \sqrt{dw/t}$$

$$DT = 10 \log(S/N_0) = 5 \log(dw/t)$$

w (پهنای باند) S (توان سیگنال در پهنای باند w) و N_0 (توان نویز در پهنای باند w) برای حالت دوم سیستم پردازش بهینه شامل یک آشکارساز انرژی خواهد بود که قبل از آن یک فیلتر قرار دارد. معمولاً مقدار DT در روشهای پردازش عملی نسبت به تئوری کمتر میشود.

۴. بحث و نتیجه گیری

در اکثر مواقع $p(D)$ و $p(FA)$ بر اساس ترکیبی از تجربه، بینش و درک واضحی از کاربرد سیستم انتخاب میشوند. در طراحی یک سونار واقعی تخمین این کمیتها دشوار بوده و مقادیر آنها با تغییر تاکتیک، استراتژی، و عوامل محیطی که سونار احتمالاً با آن مواجه خواهد شد شدیداً تغییر میکند. در طراحی گیرنده و نمایشگرها هدف بدست آوردن حداقل آستانه آشکارسازی ای می باشد که نیازهای سیستم (از جمله نیاز به احتمال آشکارسازی و احتمال هشدار غلطی که با شرایط عملی سونار سازگار باشد) را برطرف کند. آستانه ی آشکارسازی برای یک سیگنال کاملاً شناخته شده (حالت اول) مستقل از پهنای باند می باشد. آستانه ی آشکارسازی با افزایش باند دچار تغییر نمیشود. این وجود در عمل، به منظور حذف اثر نویزی که خارج از باند فرکانسی اشغال شده توسط سیگنال قرار دارد، به اندازه همبسته ساز یک فیلتر قرار داده میشود. میتوان مشاهده کرد که در حالت دوم زمانی DT حداقل میشود که از حداقل پهنای باند ممکن استفاده گردد؛ البته به شرطی که توان سیگنال در پهنای باند گیرنده ثابت بماند. برای سیگنالهای پهن باند، هرگاه سیگنال و نویز توزیع طیفی تقریباً برابری داشته باشند مطلوب آن است که از پهن ترین باند فرکانسی ممکن استفاده شود. آستانه آشکارسازی (که بعنوان نسبت توانها یا شدتها تعریف گردید) نمیتواند معیار کاملی برای عملکرد همه ی انواع پردازشگرها باشد. این معیارگاهی ناقص می باشد زیرا در یک دوره زمانی به غیر از توان، ویژگیهای دیگر سیگنال و نویز را در نظر نمیگیرد. آستانه آشکارسازی به عنوان یک نسبت توان، برای بیان کیفیت عملکرد پردازشگرهایی مانند «آشکارساز قانون مربع» که از توان یا انرژی سیگنال و نویز استفاده میکنند کافی می باشد، اما برای سیستمهای پردازش پیچیده (که از مشخصات دیگر سیگنال و پس زمینه استفاده میکنند) حداکثر میتواند به طور تقریبی کیفیت عملکرد را بیان کند.

منابع

1. Urick, R. J., and P. L. Stocklin: A Simple Prediction Method for the Signal Detectability of Acoustic Systems, U.S. Nav. Ord. Lab. Tech. Rep. 61-164, 1961.
2. Peterson, W. W., and T. G. Birdsall: The Theory of Signal Detectability, Univ. Mich. Eng. Res. Inst. Rep. 13, 1953

3. Peterson, W. W., T. G. Birdsall, and W. C. Fox The Theory of Signal Detectability, Trans. IRE, PGIT-4:171 (1954).
4. Alongi, D.M., 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. Environ. Conserv. 29, 331–349.
5. Birchenough, S.N.R., Reiss, H., Degraer, S., Mieszkowska, N., Borja, Á., Buhl-mortensen, L., Braeckman, U., Craeymeersch, J., Mesel, I. De, Kerckhof, F., Kröncke, I., Parra, S., Rabaut, M., Schröder, A., Colen, C. Van, Hoey, G. Van, 2015. Climate change and marine benthos : a review of existing research and future directions in the North Atlantic.
6. Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L.L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., Duke, N., 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. Glob. Ecol. Biogeogr. 20, 154–159.
7. Mcleod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C.M., Lovelock, C.E., Schlesinger, W.H., Silliman, B.R., 2011. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. Front. Ecol. Environ. 9, 552–560.
8. Schile, L.M., Kauffman, J.B., Crooks, S., Fourqurean, J.W., Glavan, J., Megonigal, J.P., 2017. Limits on carbon sequestration in arid blue carbon ecosystems. Ecol. Appl. 27, 859–874.
9. Taillardat, P., Friess, D.A., Lupascu, M., 2018. Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. Biol. Lett. 14, 20180251.



بررسی خیزاب ناشی از موج و باد در سواحل شمالی خلیج فارس و تعیین خیزاب های حدی در دوره

بازگشت معین

پورعلی، محمود^{۱*}؛ جندقی علائی، مجید^۲؛ معینی، محمدهادی^۳؛ حمزه‌لو، سیما^۴؛ نعمتی، محمدحسین^۵؛ باقری، محمد^۶

۱. دانشجوی دکتری مهندسی سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، Mahmoud.Pourali@gmail.com

۲. دکتری مهندسی سواحل و بنادر دانشگاه وسترن استرالیا، Majid.Jandaghi@gmail.com

۳. دکتری مهندسی سواحل دانشگاه علم و صنعت ایران، MHMoeini@gmail.com

۴. کارشناسی ارشد علوم دریایی و اقیانوسی-فیزیک دریا دانشگاه هرمزگان، Sima.Hamzelo@gmail.com

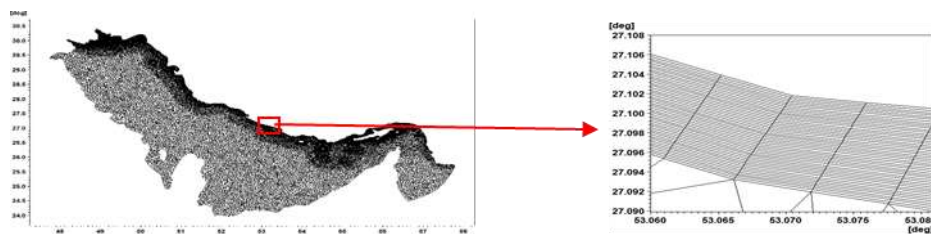
۵. کارشناسی ارشد فیزیک دریا دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات، MHN1982@gmail.com

۶. کارشناسی ارشد مهندسی سازه‌های دریایی دانشگاه تهران، MBagheri@pmo.ir

واژگان کلیدی: (خیزاب، باد، امواج، تراز سطح آب، جزرومد، خلیج فارس، مدلسازی عددی، آنالیز حدی)

۱. مقدمه

مدلسازی تغییرات دراز مدت تراز سطح آب سواحل خلیج فارس با در نظر گرفتن تمام جنبه‌های موثر بر آن، از نیازمندی‌های مهم در مطالعات طراحی سازه‌های ساحلی است. در حالت کلی، نوسانات تراز سطح آب شامل دو بخش پریودیک و غیرپریودیک است. تغییرات تراز آب ناشی از جزر و مد، بخشی از تغییرات تراز پریودیک بوده و قابل پیش‌بینی است. در عین حال بخش غیرپریودیک تغییر تراز آب، حاصل برایندهای نیروهای غیرمنتظم وارد بر حجم و سطح آب است که سبب بالآمدن یا فروافتادن نامنظم تراز سطح آب می‌شود. باد و موج از مهمترین نیروهای پدیدآور این پدیده‌های تصادفی و غیرپریودیک هستند. زلزله و سایر پدیده‌های غیرقابل پیش‌بینی دیگر سایر این نیروها هستند که می‌توانند بر تراز سطح آب اثرگذار باشند.



شکل ۱) مش بندی کلی خلیج فارس (چپ) و مش های ریز با توان محاسباتی سریع در محدوده نواحی ساحلی (راست)

در حالت کلی تراز آب مشاهداتی/مدلسازی مجموع تراز به وجود آمده از جزرومد و خیزاب ناشی از عواملی همچون باد و موج است. از این رو می‌توان با کسر تراز جزرومدی از تراز سطح آب، خیزاب عوامل غیرجزرومدی محاسبه نمود. با این حال باید توجه داشت که مقدار خیزاب ناشی از باد و خیزاب ناشی از موج از یکدیگر تفکیک‌پذیر نبوده و به دلیل رخداد همزمان این پدیده‌ها و اثر متقابلی که بر روی یکدیگر دارند، جداسازی

آنها، چندان دقیق به نظر نمی‌رسد. در این مطالعه، ابتدا تحلیل حساسیت اعمال و یا عدم اعمال اثرات تنش تشعشی موج بر روی مدل تغییرات تراز سطح آب مورد بررسی قرار گرفت. در این تحلیل حساسیت، تراز سطح آب ناشی از اعمال باد تنها (علاوه بر اثرات جزرومد) با تراز سطح آب ناشی از اثر توامان باد و موج (علاوه بر اثرات جزرومد) مقایسه گردید و نتیجه‌گیری شد که مدل نهایی خیزاب، یک مدل هیدرودینامیکی و بدون اعمال تنش تشعشی امواج باشد. این مدل در واقع همان مدل سراسری و بزرگ‌مقیاس شبیه‌سازی جریان و تراز سطح آب است که روش کار و نتایج آن به همراه توضیحات واسنجی و صحت‌سنجی، در گزارش PTP-CPE-KHMP-Rep-300 مهندسین مشاور پویا طرح پارس تشریح گردیده است. در این مطالعه، پس از انتخاب مدل و نیروهای اعمالی، نخست مدل به لحاظ مقادیر خیزاب مورد ارزیابی قرار گرفته و با مقادیر اندازه‌گیری شده مقایسه شده است. پس از اطمینان از نتایج، مدل پادار شده برای یک دوره ۳۵ ساله، برای کل خلیج فارس اجرا شده است. با توجه به اهمیت خیزاب در محدوده ساحلی، سری زمانی تغییرات تراز سطح آب در نوار ساحلی شمالی خلیج فارس در یک شبکه منظم ۰/۱ درجه و برای هر نیم ساعت استخراج گردید که به دو مولفه خیزاب پریودیک و خیزاب غیر پریودیک تفکیک یافته‌اند. در گام بعد بر روی داده‌های خیزاب محاسبه شده، تحلیل مقادیر حدی صورت گرفت و خیزاب هر نقطه با دوره بازگشت‌های مطلوب، محاسبه گردیدند که می‌تواند برای برنامه ریزی های کلان مناطق ساحلی از جمله ICZM مورد استفاده قرار گیرند.

۲. بررسی و شبیه سازی خیزاب های ناشی از موج، باد و جزر و مد در سواحل شمالی خلیج فارس

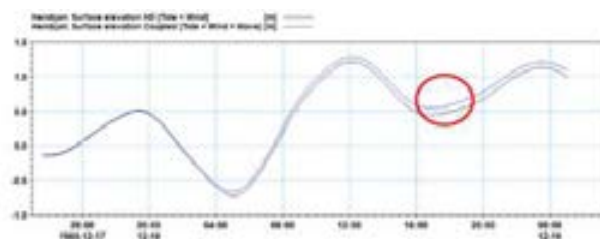
به منظور بررسی اثرات امواج بر خیزاب در ساحل شمالی خلیج فارس، دو منطقه هندیجان و پارسیان به صورت ویژه مورد بررسی قرار گرفته است. سواحل هندیجان در استان خوزستان، دارای شیب بستر بسیار کم بوده و سواحل پارسیان در خلیج نایبند منطقه عسلویه دارای شیب بستر بسیار تندی است. موضوعیت و اهمیت خیزاب بیشتر در نزدیک ساحل مطرح می‌باشد لذا باید المان های نزدیک ساحل تا حد امکان کوچک در نظر گرفته شود. در این مطالعه، در سراسر نوار ساحلی، از خط ساحل تا عمق ۲۵ متر، با هر ۰/۵ متر افزایش عمق با یک مش گسسته سازی شده است.

برای بررسی خیزاب در منطقه کم شیب هندیجان ابتدا ۱۰۰ طوفان (موج) بزرگ رخ داده در طول ۳۵ سال در نقطه‌ای به مختصات ۴۹/۹ درجه شرقی و ۳۰/۰ درجه شمالی از مدل بزرگ‌مقیاس موج استخراج و بررسی گردید. حداکثر موج رخ داده در خلیج هندیجان ۴/۰۶ متر است که در ۱۸ دسامبر ۱۹۸۵ رخ داده است. این در حالی است که این طوفان اختلاف فاحشی با دیگر طوفان‌های رخ داده در دوره ۳۵ ساله دارد. به طوری که دومین موج بزرگ رخ داده در این نقطه مربوط به ۲۴ فوریه ۱۹۹۲ است که با ارتفاع ۳/۳۳ متر، اختلاف حدود ۷۰ سانتی‌متری با طوفان اول دارد. به منظور بررسی تفاوت خیزاب ایجاد شده در اثر اعمال یا عدم اعمال تنش تشعشی امواج، دو طوفان در این ناحیه انتخاب و بررسی شد. و به همین ترتیب، در منطقه پارسیان نیز که در آن، ارتفاع موج متناظر با بزرگترین طوفان در ۱۰۰ رویداد اخیر در این منطقه ۴/۴ متر است و ۳۷مین طوفان بزرگ این نقطه که ارتفاع موجی به بزرگی متوسط ۱۰۰ موج بزرگ منطقه یعنی ۳/۴۵۳ متر دارد انتخاب و شبیه سازی گردیده‌اند.

۳. شبیه سازی مولفه های اصلی خیزاب در سواحل شمالی خلیج فارس

برای هندیجان، مدل های هیدرودینامیک و کوپل، به صورت های جداگانه و با مش ترکیبی شامل المان‌های بسیار ریز در منطقه ساحلی، برای هر دوره‌ی طوفانی منتخب اجرا شد. شبیه سازی ها نشان داد افزودن اثرات موج به مدل، تنها افزایش ۱۱ سانتی‌متری خیزاب را در پی داشته است. گفتنی است این حالت مربوط به حالت حدی و طوفان حداکثری ۳۵ ساله است و برای حالت های با طوفان های معمول، این مقدار بسیار کمتر است. به صورت مشابه خیزاب منطقه پارسیان با و بدون اعمال اثرات موج برای طوفان مارس ۲۰۱۲ و مارس ۱۹۹۵ در اجرا گردید. مطابق با نتایج، حداکثر خیزابی که در اثر افزودن اثرات موج به خیزاب این منطقه اضافه شده است، ۱۱ سانتیمتر است که مشابه خیزاب حداکثر در هندیجان است. اما در این منطقه، متفاوت با منطقه هندیجان، فاصله بین ارتفاع موج ناشی از قویترین طوفان و میانگین ارتفاع موج حاصل از صد طوفان اول (قویترین) کم است و از این رو فاصله خیزاب طوفان دومی که بررسی شده است (با ۷/۵ سانتی‌متر خیزاب)، فاصله‌ی کمتری تا طوفان اول (با ۱۱ سانتی‌متر خیزاب) دارد. در حالی که در هندیجان این مقدار از ۱۱ سانتیمتر به ۴ سانتیمتر تقلیل یافته بود. همچنین حداکثر

مقدار خیزاب منفی پارسیان حدود ۸ سانتیمتر در منطقه شکست موج و مربوط به بیشینه موج است. طول خیزاب منفی ایجاد شده در پارسیان کوتاه و در حدود ۲۵۰ متر است.



شکل ۲) تاثیر وجود خیزاب ناشی از موج بر خیزاب کل

در گزارش مدلسازی عددی جریان و تراز سطح آب نشان داده شد که مدل های یاد شده از نظر سرعت جریان و تراز سطح آب کالیبره است. اما لازم است از منظر خیزاب، بویژه برای خیزاب های بزرگ و سری زمانی خیزاب ها، نیز بررسی گردد. به این منظور مقادیر خیزاب در چند ایستگاه ترازسنجی در طول نوار ساحلی خلیج فارس کنترل گردید. برای این کار ابتدا مقادیر تراز سطح آب در هر ایستگاه، آنالیز شد و مؤلفه های جزرومدی در موقعیت آن ایستگاه به دست آمد. در گام بعد با استفاده از مؤلفه ها، سری زمانی تراز جزر و مدی تولید شد. سپس با کسر این مقادیر جزر و مدی، از مقدار کل تراز هر ایستگاه، سری زمانی خیزاب آن ایستگاه به دست آمد. این فرایند هم بر روی داده های اندازه گیری و هم بر روی داده های حاصل از شبیه سازی انجام شد. نتایج بررسی خیزابها نشان از مناسب بودن مدل و همخوانی بسیار خوب نتایج خیزاب دارد که نمونه های آن برای ایستگاه شاه عبدالله در خلیج هندیجان و سواحل جزیره کیش در شکل های زیر دیده می شوند.



شکل ۳) مقایسه خیزاب های پیش بینی شده عددی و خیزاب های اندازه گیری شده برای ساحل شاه عبدالله (بالا) و ساحل جزیره کیش (پایین)

۴. نتیجه گیری

در این مقاله به مدلسازی عددی خیزاب ناشی از موج و باد در سواحل شمالی خلیج فارس پرداخته شده است. مدلسازی ها نشان داد که اثر اضافه کردن خیزاب ناشی از امواج، در تغییر تراز و خیزاب، ناچیز و قابل صرف نظر کردن است. در گام بعد خیزاب باد از شبیه سازی تراز و سرعت جریان استخراج شد و با خیزاب های اندازه گیری شده مقایسه گردید. نتایج نشان داد که خیزاب های پیش بینی شده از همخوانی مناسبی با خیزاب های اندازه گیری شده برخوردار است. پس از اجرای مدل ۳۵ ساله برای تراز سطح آب و خیزاب ها در نواحی ساحلی، نتایج این مدل سازی در شبکه ۰/۱ درجه در نزدیکی سواحل ایران استخراج شد. با آنالیز مقادیر تراز آب، سری زمانی تراز جزرومدی پیش بینی شد و سری زمانی خیزاب ها از آن جدا شد. در نهایت با آنالیز مقادیر حدی خیزاب در هر نقطه، خیزاب حدی با دوره بازگشت های مختلف محاسبه و ارائه گردیده است.



سپاسگزاری و قدردانی

این مطالعات به عنوان مطالعات تکمیلی در پروژه مطالعاتی پایش و مدلسازی دریاها و آبهای استان خوزستان و تحت راهبری اداره کل مهندسی سواحل و بنادر سازمان بنادر و دریانوردی انجام پذیرفته است. مولفان و مهندسين مشاور پويا طرح پارس مراتب سپاسگزاری و قدردانی خود را از سازمان بنادر و دریانوردی، معاونت مهندسی و توسعه امور زیربنایی و اداره کل مهندسی سواحل و بنادر، بابت حمایت همه جانبه بویژه در انجام هر چه با کیفیت تر مطالعات صمیمانه ابراز می دارد.



بررسی فراوانی طولی و وزنی سیاه ماهی (capoeta capoeta gracilis) صید شده با استفاده از تور گوشگیر در فصول مختلف سال در دریاچه پشت سد بوستان استان گلستان

پیغمبری، سید یوسف؛ ملاشاهی، حسینعلی؛ زارع، پرویز

دکترای صید و بهره برداری آبزیان - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان - sypaighambari@gmail.com

دانشجوی کارشناسی ارشد صید و بهره برداری آبزیان - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان -

hm1360hm@yahoo.com

دکترای صید و بهره برداری آبزیان - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان - parvizzare58@yahoo.com

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی فراوانی طولی و وزنی سیاه ماهی با استفاده از تور گوشگیر در فصول مختلف سال در دریاچه پشت سد بوستان استان گلستان انجام پذیرفت. اطلاعات ماهیان موجود در سد از صید انجام گرفته توسط صیادان واقع در سد بوستان از زمستان ۱۳۹۷ تا پاییز ۱۳۹۸، با استفاده از تورهای گوشگیر مونیو فیلامنت با اندازه طولهای ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ متر، ارتفاع ۲ و ۳ و ۵ متر، اندازه چشمه های ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلیمتر به دست آمده است. در کل تعداد ۷۵۹ قطعه ماهی از انواع ماهیان توسط صیادان صید شده بود. که از این تعداد ۱۵۹ قطعه ماهی مربوط به سیاه ماهی به میزان ۲۰/۹ درصد کل نمونه و ما بقی به تعداد ۶۰۰ قطعه به میزان ۷۹/۱ درصد را سایر ماهی های موجود در سد تشکیل داده است. در بررسی وضعیت طولی و وزنی مشخص گردید که از مدل رشد ایزومتریک تبعیت می کنند که نشان دهنده همگونی طول و وزن ماهی می باشد و حاکی از وضعیت تقریباً مناسب اکوسیستم دریاچه پشت سد بوستان می باشد.

واژگان کلیدی: فراوانی طولی و وزنی - سیاه ماهی - فصول مختلف - سد بوستان

۱. مقدمه

از جمله مهمترین سازه های انسان ساخت در مسیر رودخانه ها، سدهای مخزنی است که با اهداف تولید برق، کنترل سیل، تهیه آب برای کشاورزی و مصارف خانگی احداث می شود (اسماعیلی، ۱۳۹۶). سدها سازه های ساخته دست بشر هستند که از زمانهای بسیار قدیم مورد استفاده قرار می گرفته اند (سیکی و رودز، ۲۰۱۴). سدها انواع مختلف داشته و برحسب کاربرد میتوان تقسیم بندی های متفاوتی را برای آنها متصور شد. سدها مزایا و معایب مختلفی دارند. عمده مزایای سدها عبارتند از: تأمین آب، تولید انرژی، کنترل سیلاب، آمایش سرزمین، پرورش ماهی در مخزن، توسعه مناطق تفریحی و توریستی، حمل و نقل آبی و تغذیه سفره های آب زیرزمینی. در مقابل عمده معایب سدها عبارتند از: اختلال در رژیم طبیعی جریان رودخانه، اختلال در رژیم طبیعی انتقال رسوبات در رودخانه، نابودی زیست بومهای گیاهی و جانوری بالادست و پایین دست، تولید زمین لرزه و زمین لغزش، افزایش تبخیر سطحی، آثار غیربهداشتی مخزن، آثار نامطلوب اجتماعی و اقتصادی و تغییر در مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب در بالادست و پایین دست می باشد. (مرکز پژوهش ها مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۵)

محدودیت منابع آب در کره ی زمین از یک سو و افزایش روزافزون جمعیت، بالا رفتن استانداردهای زندگی، صنعتی شدن جوامع انسانی و به تبع آن نیاز روز افزون به آب از سوی دیگر، احداث سد ها را به عنوان راهکاری برای تامین آب شرب و کشاورزی ضروری نموده است. (استکی، ۱۳۸۲). تنظیم جریان آب رودخانه مشخصه های زیستی رودخانه را دگرگون می کند و سبب ایجاد محیط آبی جدیدی با شرایط متفاوت با قبل می شود. این محیط جدید محدودیتها و امکانات تازه ای را بوجود می آورد، که نیازمند مطالعه است (Jungwirth et al., 1993). با وجود تمامی مشکلات، احداث سدهای مخزنی منافع زیادی دارد و می توان در تولید ماهی و سایر آبزیان از آنها استفاده مناسبی بعمل آورد (Holcik 1998). لازمه مدیریت شیلاتی دریاچه های مخزنی وجود اطلاعات در مورد جوامع ماهیان و چگونگی ذخایر آنهاست تا بتوان بهره برداری مسئولانه را به انجام رساند. (Hickley & Abrahamian, 2000). توسعه اقتصادی سبب می شود منافع شیلاتی دریاچه های مخزنی در سراسر جهان مورد توجه قرار گیرد و نرخ بالایی از تولید شیلاتی در این محیط های آبی مد نظر باشد (Dasman et al., 1973).

مطالعه حاضر می تواند اطلاعات مفیدی را در مورد وضعیت ماهیان مورد بهره برداری در منطقه مورد بررسی از نظر بوم شناختی و مدیریت صحیح در بهره برداری از ذخایر ارایه نماید.

۲. مواد و روش ها

برداری و جمع آوری اطلاعات بصورت فصلی از صید صورت گرفته توسط صیادان واقع در سد بوستان از زمستان ۱۳۹۷ تا پاییز ۱۳۹۸، با استفاده از تورهای گوشگیر مونیو فیلامنت، تورهای سالیک و قلاب جی شکل به دست آمده است.

تورهای گوشگیر مورد استفاده در این تحقیق از جنس مونیو فیلامنت با اندازه طول های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ متر و با ارتفاع ۲ و ۳ و ۵ متر با اندازه چشمه های ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلیمتر استفاده شده است. آمار و اطلاعات صید به تفکیک میزان صید با استفاده از ابزار صید و نوع گونه ها در دوره مطالعه ثبت شد.

۳. نتایج

از دریاچه سد بوستان در استان گلستان در فصول مختلف سال که از زمستان ۱۳۹۷ لغایت پاییز ۱۳۹۸ بطول انجامید مجموعاً ۷۵۹ ماهی از گونه های موجود صید شد که از این تعداد ۱۵۹ قطعه ماهی مربوط به سیاه ماهی به میزان ۲۰/۹ درصد کل نمونه و ما بقی به تعداد ۶۰۰ قطعه به میزان ۷۹/۱ درصد را سایر ماهیان صید شده بود. دامنه وزن این ماهی بین ۱۳۰-۸۰ و نوسان طول آنها بین ۲۱-۱۶ سانتیمتر بود. فراوانی طولی این ماهی نشانگر این است که بیشترین فراوانی مربوط به گروه طولی ۲۳-۲۰ سانتیمتر و کمترین فراوانی مربوط به گروه طولی ۳۳-۳۰ می باشد.

. جدول شماره ۱) آمار کل ماهی صید شده بر اساس ترکیب طولی و وزنی در فصول مختلف سال با تورگوشگیر

فصل صید	ردیف	نوع ماهی	وزن کل (گرم)				طول کل (سانتی متر)				تعداد ماهی صید شده			
			۱۰۰	۸۰	۶۰	جمع	۱۰۰	۸۰	۶۰	جمع	۱۰۰	۸۰	۶۰	جمع
زمستان ۹۷	۱	سیاه ماهی	۱۱۶۰	۱۱۶۶	۲۹۷۲	۵۲۹۸	۲۹±۲۲	۲۳±۱۸	۱۶±۱۱	۵	۹	۲۸	۴۲	
	۲	سایر	۴۶۴۳۰	۷۱۴۷	۳۲۹۸	۵۶۸۷۵	۵۰±۳۰	۳۳±۱۴	۲۳±۱۱	۳۷	۱۷	۴۵	۹۹	
بهار ۹۸	۱	سیاه ماهی	۸۴۰	۱۵۰۲	۵۳۸	۲۸۸۰	۲۸±۲۰	۲۴±۱۵	۱۵±۱۰	۴	۹	۹	۲۲	
	۲	سایر	۲۱۱۵۰	۲۰۳۶	۸۹۵	۲۴۰۸۱	۴۳±۲۵	۳۴±۱۳	۲۱±۱۱	۲۴	۶	۱۶	۴۶	
تابستان ۹۸	۱	سیاه ماهی	۵۱۰	۲۲۴۵	۸۷۲	۳۶۲۷	۳۰±۲۲	۲۵±۱۸	۱۶±۱۰	۲	۱۱	۱۶	۲۹	
	۲	سایر	۵۵۴۸۰	۱۷۹۱۰	۳۵۲۴	۷۶۹۱۴	۴۳±۲۰	۴۱±۱۱	۱۶±۱۱	۷۳	۴۴	۵۷	۱۷۴	
پاییز ۹۸	۱	سیاه ماهی	۲۱۲۰	۴۱۲۸	۲۸۳۴	۹۰۸۲	۲۵±۱۷	۲۳±۱۴	۱۷±۱۱	۸	۲۳	۳۵	۶۶	
	۲	سایر	۹۵۱۷۰	۱۹۲۹۵	۴۹۱۴	۱۱۷۸۴۹	۳۹±۱۹	۳۹±۱۲	۲۱±۱۰	۱۵۹	۵۲	۷۰	۲۸۱	
جمع			۲۲۲۸۶۰	۵۵۴۳۹	۱۹۸۴۷	۲۹۶۶۰۶	-	-	-	۲۷۶	۷۵۹	۲۷۶	۷۵۹	

نتیجه گیری

سیاه ماهی های صید شده در دریاچه سد بوستان نسبت به سیستم های مشابه دیگر دارای رشد تقریباً یکسانی بودند. برگ در سال ۱۹۴۹ بیان می دارد که این ماهی به طول بیش از ۴۱ سانتیمتر می رسد. عبدلی ۱۳۷۸ حداکثر طول اینرا ۳۵ سانتیمتر گزارش کرده است. همچنین میانگین طول و وزن این ماهی در دریاچه مخزنی سد ماکو ۲۴/۵ سانتیمتر و وزن این ماهی ۱۶۲ گرم محاسبه شده است. مقایسه میانگین وزن و طول مطالعه حاضر با سایر مطالعات بیانگر این است که سیاه ماهی های صید شده در سد بوستان از نظر وزن و طول و فراوانی با سایر منابع آبی تفاوت چندانی ندارد.

منابع

۵. استکی، ع، ۱۳۸۲، تاثیر احداث سد بر تغییرات دما، ph، شوری، قلیائیت و سختی آب در رودخانه حنا (سمیرم)، مجله علمی

شیلات ایران، ۱۲ (۱): صفحه ۱-۲۰

۱. اسماعیلی، ر، لرستانی، ق، بازیار، غ، ۱۳۹۶، اثرات احداث سد بر ویژگی های پیچانرودی قسمت های میانی گرگانرود، پژوهش های

جغرافیای طبیعی، دوره ۴۹، شماره ۴

۲. ایران، ع، ۱۳۹۵، روش های ماهیگیری، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی، تهران، ایران

۳. خانی پور، ع، ا، کریم پور، م، پارامترهای رشد، مرگ و میر و مقدار صید در واحد تلاش (cpue) سیاه ماهی در دریاچه مخزنی

حسنلو، مجله علمی شیلات ایران، سال نوزدهم، شماره ۱

۴. وثوقی، غ، مستجیر، ب، ۱۳۸۱، ماهیان آب شیرین، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ پنجم

5. Dasman F. R , Milton J , P , and Freeman P,H , 1973 , Ecological principles for economic development ,chapter 7, river basin development project , New Yourk , Wiley Ltd , USA , 252p
6. Hickley , P , Abrahamian , M , 2000 , fisheries science and the managerial imperative . In : Management and Ecology of Reservoir fisheries (ed : cowx) , fishing News Books . Blackwell science , Oxford , pp . 349-60
7. Holcik , J, 1998 , Lecustrine fishes and tropical efficiency of lakes and reservoirs . Italian journal of Zoology , 65(supple) ; 424 .
8. Herrmann, B, Eighani, M , Paighambari, S, Y, Feekings, Jordan, 2018, Effect of Hook and Bait Size on Catch Efficiency in the Persian Gulf Recreational Fisheries, Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science 10:314–324, 2018
9. Patrick, A , Hanchin , David W. Willis & Todd R. St. Sauver, 2002, Comparison of Concurrent Trap-Net and Gill-Net Samples for Black Bullheads, Journal of Freshwater Ecology, 17:2, 233-237
10. Rouxel, y, 2017, Best Practices for Fishing Sustainability: Fishing Gear Assessment in the Newfoundland Inshore Northern Cod Fishery, University of Akureyri Faculty of Business and Science University Centre of the Westfjords Master of Resource Management: Coastal and Marine Management



11. Sturges, H, 1926, The Choice of A Class - Interval . Journal of American Statistical Association ,21 (153):65-66.
12. Sparre, P and Venema, S,C , (1992) Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part 1. Manual, FAO Fisheries Technical Paper, 306 , No. 1, Review 1, FAO, Rome, 376 p.



بررسی ارتباط بین شار پروتون تابش‌های کیهانی کهکشانی با پوشش ابر پایین و ابر کل در ایران

تاجی، بنفشه^{۱*}؛ معماریان، محمد حسین^۲؛ فلامرزی، مه‌بانو^۳

۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه یزد، b.taji@stu.yazd.ac.ir

۲. استادیار، دانشگاه یزد، memarian@yazd.ac.ir

۳. دانشجو کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، Mahbanoofalarzi@stuma.yazd.ac.ir

چکیده

فعالیت‌های خورشیدی و تابش‌های کیهانی کهکشانی تأثیر قابل‌توجهی بر فرایندهای جوی دارند و این موضوع یکی از چالش‌های اصلی در زمینه گرمایش زمین و تغییرات اقلیمی می‌باشد. تابش‌های کیهانی، ذراتی با انرژی بالا و دارای سرعتی نزدیک به سرعت نور می‌باشند که اثر عمیقی روی فرایندهای جوی می‌گذارند، همچنین ابرها نقش کلیدی در میزان انرژی سطح زمین و جو پایین‌تر دارند، به‌طوری که تغییرات کوچکی از مقدار، توزیع یا خواص تابشی ابرها می‌توانند تأثیرات قابل‌توجهی روی اقلیم داشته باشند. در پژوهش حاضر، شار پروتون تابش‌های کیهانی کهکشانی در دو محدوده انرژی با پوشش ابر کل و ابر پایین در اقلیم ایران در دوره ۲۲ ساله مقایسه شده است. نتایج این تحقیق که تأییدکننده تحقیقات دیگر نیز می‌باشد نشان می‌دهند که تابش‌های کیهانی کهکشانی ارتباط مستقیمی با پوشش ابر پایین دارد و از همین طریق، با تغییرات اقلیمی مرتبط می‌باشند.

واژگان کلیدی: شار پروتون، تابش کیهانی، پوشش ابر، تغییر اقلیم

۱. مقدمه

علم مدرن هیچ پاسخ دقیقی و قابل‌اعتمادی برای کاربرد عملی اینکه علت اصلی گرمایش اقلیمی فعلی چیست و چگونه این روند در آینده نزدیک توسعه خواهد یافت ارائه نمی‌دهد [۱]. امروزه تغییرات اقلیمی زمین مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است که خورشید نقش قابل‌توجهی را در این تغییرات ایفا می‌کند. واداشت خورشیدی اقلیم زمین، به دو دسته فرایندهای مستقیم و غیر مستقیم تقسیم می‌شود و ساده‌ترین راه مستقیم فعالیت‌های خورشیدی که اقلیم را تحت تأثیر قرار می‌دهد از طریق تغییرات تابش خورشیدی است. تغییرات در فعالیت‌های خورشیدی، هم بر روی خروجی تابش خورشید و هم بر روی قدرت میدان مغناطیسی بین سیاره‌ای که توسط باد خورشیدی حمل می‌شود، تأثیر می‌گذارد. میدان مغناطیسی بین سیاره‌ای (IMF)، هلیوسفر را که از پرتوهای کیهانی کهکشانی (GCR) که از ذرات پر انرژی تشکیل شده‌اند، و عمدتاً شامل پروتون‌هایی هستند که از طریق فرایندهای ستاره‌ای در کهکشان‌ها شتاب می‌گیرند، محافظت می‌کند. تابش‌های کیهانی کهکشانی در بیرون از منظومه شمسی ایجاد شده که شار آن‌ها در سامانه خورشیدی تعدیل می‌شود [۲]. کل تابش خروجی از خورشید در یک چرخه خورشیدی (۱۱ ساله) حدود ۱٪ تغییر می‌کند که با وجودی که این مقدار بسیار کوچک است ولی تأثیر مستقیم و چشمگیری بر روی دمای سطوح زمین دارد. تابش UV خورشیدی توسط ازن جذب شده و منجر به تغییراتی در گرمایش پوشش سپهر می‌شود و از آنجایی که این تغییرات ناشی از فعالیت‌های خورشیدی است بر خواص دینامیکی و ردسپهر زیرین نیز تأثیر می‌گذارد. ذرات تابش‌های کیهانی که به بالای جو زمین می‌رسند ذرات اولیه نامیده می‌شوند و آن‌هایی که با هسته‌های جوی برخورد می‌کنند منجر به ایجاد ذرات ثانویه (پروتون‌ها، نوترون‌ها و میون‌ها) می‌شوند

که در عمق بیشتری از جو نفوذ کرده و برخوردهای بیشتری (برخوردهای بیشتر به دلیل افزایش چگالی جو با عمق می‌باشد) را نیز تحمل می‌کنند که منجر به یک آبخار ذرات می‌شوند. حدود ۸۵٪ از GCRs را پروتون‌ها (هسته اتم هیدروژن) و تقریباً ۱۲٪ آن‌ها را ذرات آلفا (هسته هلیوم) تشکیل می‌دهند و درصدهای باقیمانده آن‌ها شامل الکترون‌ها و هسته‌های سنگین‌تر می‌باشد [۳]. تابش‌های کیهانی کهکشانی، موجب افزایش هسته هواویزها و همچنین افزایش تراکم ابرها می‌شوند. ذرات هواویز ثانویه که توسط فرایندهای هسته‌ای در جو تشکیل می‌شوند، نقش مهمی در شیمی جو و سیستم اقلیمی زمین دارند. آن‌ها بر تعادل تابشی زمینی توسط بازپراکندگی تابش خورشیدی به فضا تأثیر می‌گذارند و همچنین می‌توانند به عنوان هسته میعان ساز ابر (CCN) عمل کنند و به همین ترتیب بر میزان ابر و خواص تابشی آن تأثیر می‌گذارند [۴].

فرضیه تأثیر GCR روی پوشش ابر، اولین بار توسط دیکنسون^۱ در سال ۱۹۷۵ ارائه شد و بیان کرد که تغییرات یونیزاسیون ناشی از تغییرات GCR، بر تشکیل هواویزهای پوشش‌سپهری تأثیر می‌گذارد [۵]. تحقیقات بسیاری در رابطه با ارتباط بین تابش‌های کیهانی و پوشش ابر جهانی انجام گرفته است که به بررسی اثر کاتالیزوری یون‌های تابش‌های کیهانی بر روی فرایندهای میکروفیزیکی ابر و پوشش ابر جهانی می‌پردازند. سون مارک^۲ و فریس-کریستنسن^۳ در سال ۱۹۹۷ دریافتند که تغییرات ۳ تا ۴ درصدی مشاهده شده در پوشش ابر جهانی در طول چرخه خورشیدی اخیر به شدت با شار تابش کیهانی مرتبط است و از آن به‌منزله کلیدی برای بررسی این موضوع که خورشید چگونه بر اقلیم تأثیر می‌گذارد و موجب تغییرات اقلیمی می‌شود، استفاده کردند [۶]. در این پژوهش به بررسی ارتباط بین شار پروتون تابش‌های کیهانی کهکشانی و پوشش ابر پایین و ابر کل در منطقه ایران در یک دوره ۲۲ ساله پرداخته شده است.

۲. مواد و روش‌ها

از آنجایی که بیشترین درصد شار ذرات تابش‌های کیهانی کهکشانی را پروتون‌ها تشکیل می‌دهند، در پژوهش حاضر به مقایسه شار پروتون در دو بازه انرژی با پوشش ابر کل و ابر پایین در اقلیم ایران پرداخته شده است.

داده‌های شار پروتون از سایت https://omniweb.gsfc.nasa.gov/ftpbrowser/vy1_crs_6h_flux.html و در دو بازه انرژی برای یک چرخه ۲۲ ساله خورشیدی (از ابتدای سال ۱۹۹۷ تا انتهای سال ۲۰۱۸) به‌دست آمده و رسم شده است. داده‌های این سایت به‌صورت ۶ ساعته جمع‌آوری و از آن‌ها میانگین ماهانه گرفته شده است. برای داده‌های ابر کل و ابر پایین اقلیم ایران در همان محدوده زمانی ۲۲ ساله از داده‌های ایستگاهی ۷ شهر از اقلیم‌های مختلف ایران میانگین یک ماهه گرفته شده است.

۳. نتایج

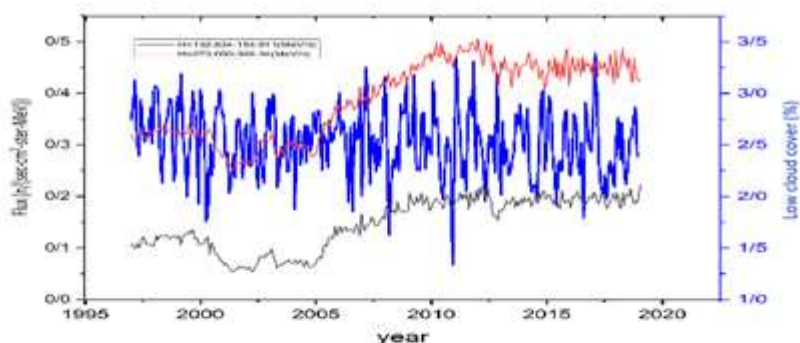
در شکل‌های ۱ و ۲ محور سمت چپ مربوط به داده‌های شار پروتون‌های تابش کیهانی کهکشانی می‌باشد که در دو محدوده انرژی رسم شده است. همان‌گونه که در شکل هم نشان داده شده است محور سمت راست نمودارها مربوط به ابرناکی کل و پایین در اقلیم ایران باشد، که نمودارهای آبی رنگ مربوط به ابرناکی و نمودار قرمز و مشکی مربوط به شار پروتون می‌باشد.

شکل ۱ مربوط به ابرناکی پایین ۷ شهر مختلف ایران با اقلیم‌های متفاوت است که همان‌گونه که در شکل هم مشخص شده است رابطه مستقیم خیلی خوبی بین دو پارامتر شار پروتون‌های تابش کیهانی کهکشانی و ابرناکی پایین وجود دارد. این در حالی است که در نمودار ۲، ابرناکی کل برای همان ۷ شهر در اقلیم‌های مختلف ایران با همان شارهای پروتون مقایسه شده است و ارتباط مستقیمی را نشان نمی‌دهد.

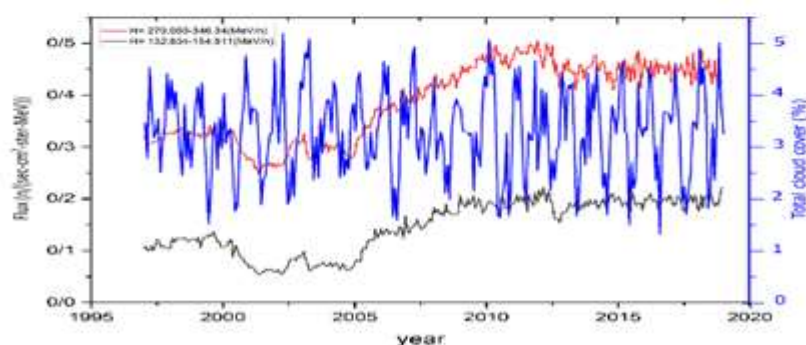
¹ Dickinson

² Svensmark

³ Friis-Christensen



شکل ۱. مقایسه شار پروتون تابش کیهانی کهکشانی یا پوشش ابر
پایین اقلیم ۷ شهر ایران



شکل ۲. مقایسه شار پروتون تابش کیهانی کهکشانی یا پوشش ابر کل
اقلیم ۷ شهر ایران

۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعات زیادی در زمینه مقایسه تأثیر تابش‌های کیهانی کهکشانی بر روی ابرناکی صورت گرفته است و به این مهم اشاره کرده‌اند که تابش‌های کیهانی کهکشانی ارتباط مستقیمی با پوشش ابر پایین داشته و این در حالی است که ارتباط واضحی بین GCR و دیگر ابرناکی‌ها (بالا، میانه و کل) وجود ندارد. در این پژوهش شار پروتون ذرات تابش‌های کیهانی کهکشانی با ابرناکی کل و ابر پایین در مقیاس اقلیمی چند شهر ایران مقایسه شده و نتایج مشابهی با تحقیقات دیگر پژوهشگران به دست آمده است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تابش‌های کیهانی کهکشانی و ذرات آن ارتباط مستقیمی با پوشش ابر پایین داشته و با افزایش GCR، میزان ابرناکی پایین هم افزایش می‌یابد.

منابع

1. Avakyan, S.V., 2017. Environmental supramolecular physics: Climatic and biophysical effects. Herald of the Russian Academy of Sciences, 87(3), pp.276-283
2. Ahluwalia, H.S., 2017. Galactic cosmic rays, TSI, sunspots, and Earth surface air temperature. Indian Journal of Radio & Space Physics (IJRSP), 43(2), pp.141-150
3. Marsh, N., & Svensmark, H. (2000). Cosmic rays, clouds, and climate. Space Science Reviews, 94(1-2), 215-230.
4. Tomicic, M., Bødker Enghoff, M., & Svensmark, H. (2018). Experimental study of H₂SO₄ aerosol nucleation at high ionization levels. Atmospheric Chemistry and Physics, 18(8), 5921-5930.
5. Veretenenko, S., Ogurtsov, M., Lindholm, M., & Jalkanen, R. (2018). Galactic Cosmic Rays and Low Clouds: Possible Reasons for Correlation Reversal. In Cosmic Rays. IntechOpen.



6. Kauffman, P., & Ruiz-Columbié, A. (2005, January). Artificial atmospheric ionization: A potential window for weather modification. In 16th Conference on Planned and Inadvertent Weather Modification

Investigation of the Relationship between Proton Fluxes of Galactic Cosmic Rays with Low-Level Clouds and Total Cloud Cover in Iran

Taji, Banafsheh^{1*}; Memarian, Mohammad Hossein²; Falamarzi, Mahbanoo³

1. PhD Student, Department of physics, Yazd Univesity

2. Assistant Professor, Department of physics, Yazd University

3. Msc student, Department of physics, Yazd Univesity

Abstract:

Solar activity and galactic cosmic rays have a significant impact on atmospheric processes, and this impact is one of the main challenges in the field of global warming and climate change. Galactic cosmic rays are high-energy particles at speeds close to the speed of light that have a significant effect on atmospheric processes. Clouds play a key role in energy amount of the Earth surface and the lower atmosphere. Hence with small changes in the amount, distribution, or radiative properties of clouds, they can have notable affect the climate. In the present study, the proton flux of galactic cosmic rays in two energy ranges with total cloud cover and low-level clouds in the Iranian climate over a 22-year period has been compared. The results of this study, which confirms other studies, show that galactic cosmic rays affect the amount of low-level clouds.

Keywords: *proton flux, cosmic ray, cloud cover, climate change*



نقش زیست شناختی شانه‌داران در ایجاد مزاحمت زیستی

توتونی، محمدمنصور^۱؛ آذریان، زهرا^{۲*}

۱. استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه دریانوردی و علوم دریای چابهار

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه دریانوردی و علوم دریای چابهار

چکیده:

شانه‌دارتباران یا شانه‌داران (Ctenophora) شاخه‌ای از جانوران هستند که در دریاهای سراسر جهان زندگی می‌کنند و با آب توازن کشتی‌ها جابجا شده در برخی موارد، مزاحمت زیستی ایجاد می‌کنند. برجسته‌ترین ویژگی آن‌ها وجود هم‌زمان بیضه و تخمدان در لارو و جانور بالغ و انجام خود لقاحی است. نتایج یک تحقیق نشان داده است که نوسان اندک شوری در دامنه ppt ۸/۵-۱۳/۱۱ تغییر معنی‌داری در تراکم شانه‌دار ایجاد نمی‌کند. ولی در بزرگی اندازه شانه‌دار نقش مهمی دارد و از این طریق سبب افزایش زی‌توده جانور می‌گردد. در مطالعه‌ای که با هدف تعیین اثر شوری بر میانگین تراکم شانه‌دار *Pleurobrachia* sp. انجام شد، کمترین میانگین تراکم آن در تیرماه ۱۳۸۵ (۰/۶ تعداد در متر مکعب) در خور دورق و بیشترین میانگین تراکم در بهمن ماه ۱۳۸۴ (۲۸۴۶/۷ تعداد در متر مکعب) در خور غزاله بود. نتایج نشان داد که شوری و دمای آب بر روی فراوانی *P. sp.* در خور دورق اثر معنی‌دار و کاهشی دارد ($P < 0/05$). در خور غزاله نیز دمای آب بر فراوانی این شانه‌دار اثر معنی‌دار و کاهشی را نشان داد ($P < 0/05$). از آن‌جا که افزایش هر چه بیشتر آگاهی نسبت به ویژگی‌های زیست‌شناختی و نشر آن در پیشگیری از ایجاد مزاحمت زیستی نقش بسزایی دارد، این مقاله مروری به بررسی زیست‌شناسی و بویژه، تولید مثل شانه‌داران پرداخته است.

واژگان کلیدی: شانه‌داران، شوری، تراکم

۱. مقدمه

از اواسط دهه هشتاد میلادی گونه‌های معرفی شده یا انتقال یافته با دخالت انسانی، توسط بوم‌شناسان "مهاجم بیولوژیکی" نام‌گذاری شده‌اند. در میان فهرست انتشار یافته از جانوران ایجاد کننده مزاحمت‌های زیستی در طول نیم قرن اخیر، تأثیر شانه‌داران بسیار چشمگیر و در برخی موارد نابود کننده اقتصاد و صنعت صیادی بوده است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۰).

اعضای شاخه شانه‌داران از جمله دو جنس *Mnemiopsis* و *Beroe* جانورانی بسیار مقاوم هستند. آن‌ها قادرند در انواع زیستگاه‌های دریایی و در دامنه وسیعی از تغییرات شوری، دما و کیفیت آب زنده بمانند و توسط آب توازن کشتی جابجا شوند (Ivanov et al., 2000).

۲. زیست‌شناسی عمومی شانه‌داران

با اشتیهای سیری ناپذیر از انواع سخت پوستان کوچک، لارو، نرم تنان و تخم و لارو ماهیان پلاژسک تغذیه می‌کنند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). Harbison در سال ۲۰۰۰ اظهار داشت، *Beroe Sp* هر آنچه در آب باشد از جلبک گرفته تا تخم و لارو ماهی را می‌خورد و قادر به انتخاب طعمه خود نیست. *Beroe Sp* یک ماکروفاژ است. توانایی خوردن طعمه‌های بزرگ را دارد و حتی از افراد جوان همجنس و لارو مدوز مرجان‌ها نیز تغذیه می‌کند (Malyshev & Arkhipov, 1993). موجودات ریز دریایی پس از تماس با یاخته‌های چسبناک به سوی دهان و حلق انتقال می‌یابد (Macginitie and Nacginitie, 1968).

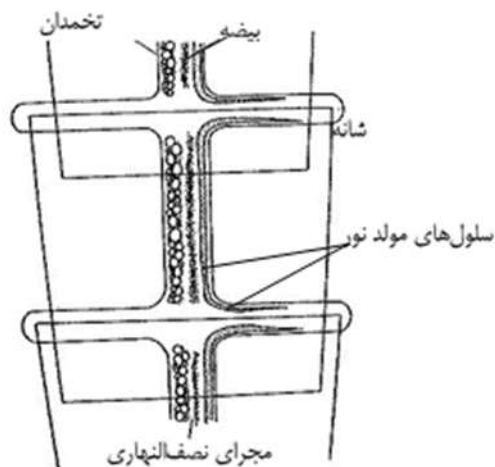
Beroe Sp یک گونه یوری هالین است که قادر به تحمل دامنه شوری از ۲-۳/۴٪ تا ۷۰-۷۵٪ می‌باشد (Harbison, 2001., Miller, 1974). سه عامل بر فراوانی *Beroe Sp* در زیستگاه اصلی تأثیر می‌گذارد. اولین و مهمترین عامل دماست. دومین عامل، دسترسی به غذا در مراحل مختلف زندگی چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی، مرگ و میر ناشی از وجود شکارچی، انگل‌ها و بیماری‌ها سومین عامل می‌باشد (Kremer, 2001). حضور این گونه در اکوسیستم، بر ذخایر ماهیان آنچوی (*Engraulis encrasicolus*) و سایر ماهیان پلاژیک بدلیل مصرف زئوپلانکتون و تغذیه از تخم و لارو و ماهی اثر منفی گذاشت. همچنین، افزایش شدید توده زنده *Beroe Sp* یکی از مهمترین دلایل کاهش جمعیت ماهیان آنچوی و سایر ذخایر ماهیان پلاژیک در دریای سیاه بوده است (Kideys, 1994). کاهش صید کیلکا ماهیان در نتیجه ظهور این جاندار بیگانه سبب شد دست اندرکاران و شاغلان صید، انتقال و فرآوری اعم از صیادان، مالکان شناورها، کنسروسازی و ... ضررهای اقتصادی را متحمل شوند. به تبع آن مشکلات اجتماعی نیز نظیر مهاجرت اجباری شاغلان بیکار شده به شهرهای بزرگ و اشتغال به مشاغل کاذب، وضعیت اقتصادی و اجتماعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۱).

Mnemiopsis leidyi از اواخر سال ۱۹۹۰ میلادی از طریق آب توازن کشتی‌ها از دریای سیاه وارد دریای خزر گردید. در اکتبر سال ۲۰۰۰ میلادی در بخش غربی خزر شمالی با حداقل شوری ۴/۳ گرم بر لیتر مشاهده گردید و در این سال در تمام نواحی خزر پراکنده شد. بخش عمده تغذیه این موجود مهاجم در سواحل جنوبی دریای خزر همانند دریای سیاه از Copepoda بوده است (Kasimov, 2001). آسیب وارده بر تجمع زئوپلانکتونی در بعضی از مناطق دریای سیاه به حدی بود که حتی پس از معرفی *Borea ovata* به عنوان شکارگر *M. leidyi* نیز تنوع گونه‌ای و جمعیت زئوپلانکتون افزایش نیافت. افزایش شدید توده زنده این گونه بدلیل تغذیه از زئوپلانکتون و تخم و لارو و ماهی در دریای سیاه یکی از مهمترین دلایل کاهش جمعیت ذخایر ماهیان آنچوی (*Engraulis encrasicolus*) و سایر ماهیان پلاژیک بوده است (Kideys, 1994). شانه‌داران یکی از اجزای اصلی شبکه‌های غذایی دریایی محسوب می‌شوند و به این جهت که سرعت رشد و تکثیر سریع دارند، به محض ظهور، اثر خود را در کاهش جمعیت زئوپلانکتون‌های منابع آبی نشان می‌دهند (Purcell, 2003). این جانداران با تغذیه از انواع سخت‌پوستان کوچک، لارو نرم‌تنان و تخم و لارو ماهیان سطح‌زی می‌توانند خسارات زیادی را به منابع شیلاتی وارد آورند (Kideys & Moghim, 2003). مطالعات بیولوژیکی و اکولوژیکی شانه‌داران نشان داده است که صید بیش از اندازه ماهیان به همراه پارهای از عوامل محیطی سبب تغییر در تراکم شانه‌داران می‌شود. زیرا کاهش میزان ذخایر ماهیان موجب می‌شود تا شانه‌داران به راحتی از تخم و لارو آن‌ها تغذیه کنند و ضریب بازماندگی آن‌ها کاهش یابد (Mittermeier, 2004). همچنین، تحقیقات نشان داده که فعالیت‌های انسانی منجر به پدیده پرغذایی در دریاها و خورها، از دیگر علل ازدیاد جمعیت شانه‌داران محسوب می‌شود (Kideys et al., 2005).

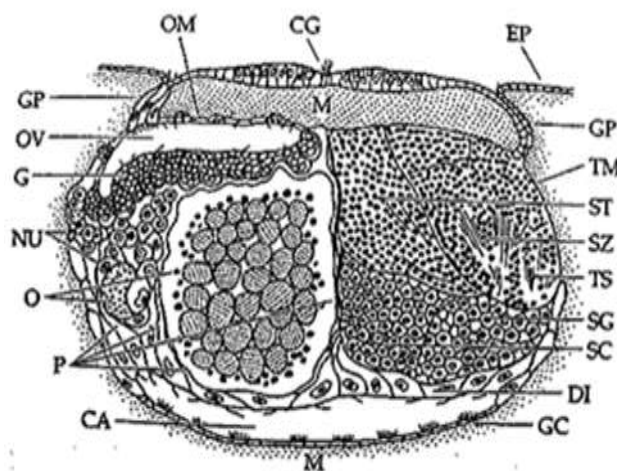
در قرون اخیر تأثیر فعالیت‌های انسانی در دریاها و اقیانوس‌ها دلیل واقعی این تغییرات فراوانی محسوب می‌شود. در واقع می‌توان گفت شکوفایی‌های اخیر این جانداران در پاسخ به اثرات تجمعی عوامل مختلف بوده است (Lenz, 1973).

۳. تولید مثل شانه داران

این جانوران به دو صورت غیرجنسی و جنسی (تخم ریزی) تولید مثل می کنند. در تولید مثل جنسی اسپرم و تخمک توأم با یکدیگر تولید می شود (زنکوویچ، ۱۳۵۲؛ Macginitie & Nacginitie, 1968). دو جنس *Mnemiopsis* و *Beroe* هرمافرودیت (دوجنسی) همزمانند و توانایی خودلقاحی دارند. تخم ریزی از اوایل شب آغاز می شود و اوج آن ساعات پس از نیمه شب است. نمونه های بزرگ، ۲ تا ۱۴ هزار تخم رها می کنند (Shiganova, 2001; Kermer, 1994.; GESAMP, 1997.; Caspian, 2002.; Harbison, 2001.)، (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱ (الف) نمای شماتیک نوارشانه ها که روی بیضه، تخمدان و مجرای آندودرمی (Meridional Canal) را می پوشاند.



شکل ۱ (ب) یک برش عرضی که مقطعی از منافذ جنسی، گندهای جنسی، و مجرای آندودرمی را نشان می دهد. شکل (۱- الف و ب): نمایش موقعیت بیضه، تخمدان، و مجرای نصف النهاری نسبت به نوار شانه ها (Gilbert & Raonio, 1997).

CA: lumen of meridional canal, CG: ciliated groove, DI: digestive cells, EP: epidermis, G: glandular epithelium, GC: ciliated Gastrodermal cell, GP: gonopore, M: Mesoglea, NU: nurse cells, O: oocytes, OM: Ovarial membrane, OV: oviduct, P: interstitial processes of digestive cells, SC: spermatocytes, SG: Spermatogonia, ST: spermatids, SZ: mature spermatozooids, TM: testicular membrane TS: testicular sinus

لارو آن ها بنام Cydippid (سیب کوچک) معروف است که دارای دو شاخک بوده و ویژگی های تولید مثلی فرد بالغ را نشان می دهد (تولید مثل در مرحله لاروی یا بلوغ جنسی لارو^۱)، (Macginitie & Nacginitie, 1968. Gilbert & Raonio, 1997). نتایج یک تحقیق نشان داده است که *B. ovata* می تواند در آب دریاچه خزر زنده مانده و تولید مثل نماید. اما میزان تولید مثل در مقایسه با دریای سیاه خیلی کمتر است.

^۱ paedogenesis

لاروها به آرامی رشد نموده و مرگ و میر بالایی دارند. بیشترین هم‌آوری بترتیب ۲۲۱۰ و ۲۴۰ تخم در آزمایشگاه سینوپ و ایران بدست آمد. حدود ۳۴ تا ۱۰۰ درصد تخم‌ها در آب دریای خزر فاسد شده و رشد نکردند. لاروها در مراحل مختلف رشد قرار داشته و معمولاً اندازه ۱/۲ تا ۲ میلی‌متر داشتند. در بررسی تانک‌های مزوکوزم^۱ بیشترین تعداد تخمک‌ها و لاروها از تانک‌هایی بدست آمد که دو جنس *Beroe* و *M. leidyi* باهم حضور داشتند. تولید مثل ضعیف شانه‌دار *B. ovata* در آب دریای خزر می‌تواند به دلیل استرس نمونه‌ها در زمان سازگاری با کاهش شوری و همچنین، احتمال آسیب دیدگی نمونه‌ها در هنگام حمل و نقل مرتبط باشد (روحی، ۱۳۸۵).

برای انجام اینگونه آزمایشات مطابق روش کار، ابتدا چند ایستگاه برای نمونه‌گیری انتخاب می‌شود. سپس، ظروف پلاستیکی به حجم ۳ لیتر یا تور پلانکتون‌گیری با چشمه ۵۰۰ میکرون و قطر دهانه ۷۰ سانتی متر به عمق مشخص فرو برده می‌شود و پس از آن، به آرامی به صورت کشش عمودی تا سطح آب هدایت می‌شود. همچنین، به وسیله قایق، تورکشی در فاصله زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه به صورت حرکت دنده عقب نیز می‌تواند انجام شود. نمونه‌های جمع‌آوری شده بلافاصله به ظروف پلاستیکی بزرگتر (۸ لیتری) که با آب دریای محل نمونه‌برداری پر شده، انتقال داده می‌شود و ظروف بصورت در باز بسرعت به آزمایشگاه منتقل می‌شوند. اندازه طولی نمونه‌ها بوسیله خط کش میلی‌متری اندازه‌گیری و سپس، شمارش می‌شوند. برای تغذیه شانه‌داران چند گزینه مثل سخت پوستان، کشتی چسب‌ها، آنتن منشعبان، زئوپلانکتون‌ها و لارو البته، با تراکم معین وجود دارد (این انتخاب به دلیل حضور فراوان آن‌ها در زمان اجرای آزمایش و تغذیه عمده شانه‌داران از این گروه‌هاست). آب دریا نیز بصورت فیلترشده استفاده می‌شود. این گروه‌های غذایی با تور پلانکتون‌گیری جمع‌آوری و هر یک در ظروف مناسبی نگهداری می‌شوند. تراکم جمعیت شانه‌دار می‌تواند در آب‌های ساحلی بسیار بالا باشد. هر یک از گونه‌ها می‌توانند به غلظت چند صد عدد در هر مترمربع برسند. به همین دلیل، شانه‌داران تأثیر قابل توجهی بر فراوانی و پویایی جمعیت دیگر زئوپلانکتون‌ها دارند (روحی و همکاران، ۱۳۹۵).

۴. نتایج و بحث

۴-۱ اثر تغییرات شوری و دما بر تراکم شانه‌داران

نتایج یک تحقیق نشان داده است که نقش شوری بعلا تغییرات بسیار اندک آن در دامنه ppt ۸/۵-۱۳/۱۱ چندان در افزایش ناگهانی یا کاهش سریع تراکم شانه‌دار محسوس نمی‌باشد. ولی در بزرگی اندازه شانه‌دار حائز اهمیت است و از این طریق سبب افزایش زیتوده جانور می‌گردد (جدول ۱) (روحی، ۱۳۸۱).

^۱ آزمایش عوامل محیط طبیعی در شرایط کنترل شده: Mesocosm

جدول (۱) مقایسه ارتباط فاکتورهای شوری، اکسیژن، شفافیت و pH در تغییرات جمعیت شانه‌دار *M. leidy* در حوزه جنوب شرقی دریای خزر

		Correlations					
		Mnemiopsis ind./m2	Mnemiopsis gr/m2	SALINITY	O2	turbidity	PH
Mnemiopsis ind./m2	Pearson Correlation	1.000	.490**	.177*	-.279**	.167*	-.107
	Sig. (2-tailed)		.000	.024	.000	.034	.172
	N	163	163	163	163	163	163
Mnemiopsis gr/m2	Pearson Correlation	.490**	1.000	.301**	-.013	.152	.126
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.867	.053	.109
	N	163	163	163	163	163	163
SALINITY	Pearson Correlation	.177*	.301**	1.000	-.109	.217**	.194**
	Sig. (2-tailed)	.024	.000		.165	.005	.013
	N	163	163	163	163	163	163
O2	Pearson Correlation	-.279**	-.013	-.109	1.000	-.042	.226**
	Sig. (2-tailed)	.000	.867	.165		.592	.004
	N	163	163	163	163	163	163
turbidity	Pearson Correlation	.167*	.152	.217**	-.042	1.000	-.104
	Sig. (2-tailed)	.034	.053	.005	.592		.167
	N	163	163	163	163	163	163
PH	Pearson Correlation	-.107	.126	.194*	.226**	-.104	1.000
	Sig. (2-tailed)	.172	.109	.013	.004	.187	
	N	163	163	163	163	163	163

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

نتایج آزمون پیرسون در خور دورق نشان داده که شوری، اثر معنی‌دار و کاهش بر فراوانی *Pleurobrachia* sp. دارد. همچنین، دمای آب نیز در هر دو خور دورق و غزاله بر فراوانی *Pleurobrachia* sp. اثر معنی‌دار و کاهش را نشان داد (جداول ۲ و ۳).

جدول (۲) نتایج آزمون همبستگی میان فراوانی شانه‌داران و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در خور دورق (موسوی ده موردی و همکاران، ۱۳۸۸)

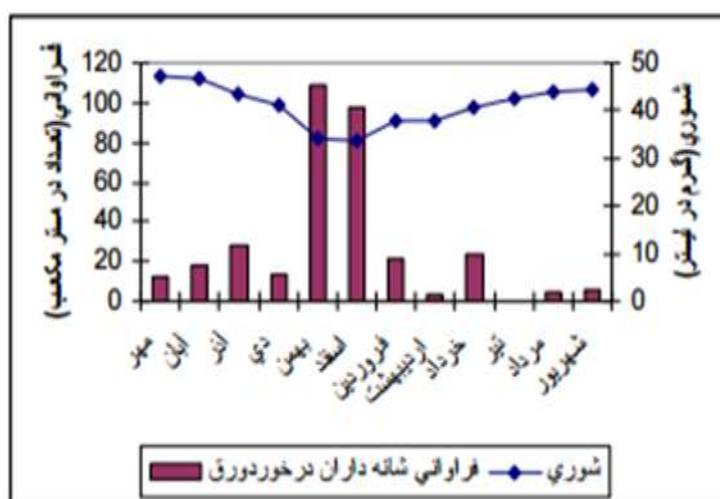
فراوانی	مشخصه فیزیکی و شیمیایی
۰/۷۲۴۰	
۰/۱۸۸	شوری
۱۲	
۰/۶۳۶۰	دما
۰/۰۲۶	
۱۲	
۱	
۱۲	فراوانی
۰/۰۵	در سطح معنی دار است

با توجه به شکل ۲، بیشترین میانگین شوری در خور دورق در مهر ماه، کمترین مقدار آن در اسفند ماه، بیشترین میانگین تعداد شانه‌داران در خور دورق در بهمن و کمترین تعداد در تیر ماه بوده است. شکل ۳ نیز کمترین میانگین دما در خور دورق را در اسفندماه و بیشترین میانگین دما را در مرداد ماه نشان داده است. با توجه به شکل ۴ نیز بیشترین میانگین تراکم شانه‌داران در خور غزاله در بهمن ماه، کمترین میانگین در تیرماه، بیشترین میانگین دما در مرداد و کمترین میانگین در بهمن ماه مشاهده شده است (موسوی ده موردی، ۱۳۸۸).

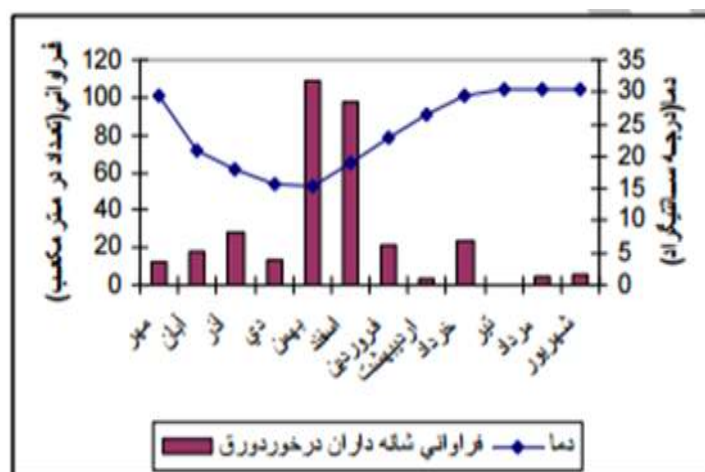
جدول ۳) نتایج آزمون همبستگی میان فراوانی شانه داران و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در خورغزاله (موسوی ده موردی، ۱۳۸۸)

مشخصه فیزیکی و شیمیایی	فراوانی
دما	۰/۵۸۹۵
	۰/۰۲۶
	۱۲
	۱
فراوانی	-
	۱۲

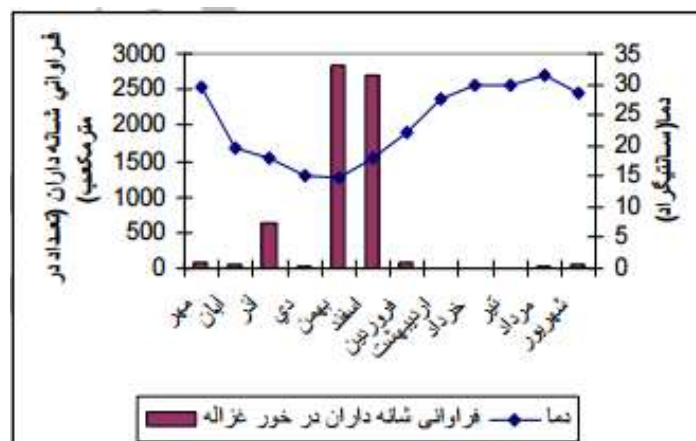
* در سطح ۰/۰۵ معنی دار است



شکل ۲) نمودار تغییرات شوری و تراکم شانه داران در خور دورق (موسوی ده موردی و همکاران، ۱۳۸۸)



شکل ۳) نمودار تغییرات دما و تراکم شانه داران در خور دورق (موسوی ده موردی و همکاران، ۱۳۸۸)



شکل ۴) نمودار تغییرات دما و تراکم شانه‌داران در خور غزاله (موسوی ده موردی و همکاران، ۱۳۸۸)

در ماه‌های گرم سال به علت افزایش دما و شوری، *Pleurobrachia sp* دچار مرگ و میر شده و از جمعیت آن‌ها به شدت کاسته می‌شود. از مرداد تا آذر ماه روند تغییرات فراوانی این گونه یک روند صعودی داشته بطوری‌که در آذر ماه به دلیل کاهش تدریجی دما و شوری اوج سوم شکوفایی این گونه مشاهده می‌شود. تمامی زئوپلانکتون‌ها بویژه شانه‌داران تحت تأثیر عوامل محیطی (زیستی و غیر زیستی) می‌باشند و فراوانی و حضور گونه‌ها و الگوی پراکنش آن‌ها در بعد زمانی و مکانی تحت تأثیر فرایندهای فیزیکی و زیستی می‌باشد (Osore, 2003). دما، شوری، در دسترس بودن غذا در مراحل مختلف زندگی چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی، کاهش مرگ و میر ناشی از وجود شکارچیان، انگل‌ها و بیماری‌ها از عوامل مهم در تعیین تراکم فصلی شانه‌داران هستند. با توجه به اینکه در بیشتر مطالعات صورت گرفته از جمله در آب‌های ساحلی Kalpakam جنس *Pleurobrachia* به عنوان شاخص آب‌های ¹SSW (آب‌های با شوری پایین)، نوترینت‌های غنی و دمای پایین معرفی شده است (Ruppert et al., 2004)، به نظر می‌رسد که افزایش تراکم شانه‌داران در بهمن و اسفند در منطقه مورد مطالعه، بیشتر مربوط به عواملی مثل دما، شوری و وجود منابع غذایی فراوان بوده است. در فصول بارانی بخصوص در خورها و خلیج‌ها، زئوپلانکتون‌ها به واسطه افزایش نوترینت‌ها و متعاقباً، افزایش فیتوپلانکتون‌ها دارای بیشترین فراوانی هستند (Mutlu, 1996). لذا، با توجه به اینکه تغذیه شانه‌داران بیشتر از سخت پوستان پلانکتونی، لارو و تخم ماهی‌ها است (Purcell, 2003) و درخور دورق و غزاله نیز فصول بارانی از اواخر پاییز تا اواخر زمستان شروع می‌شود، به نظر می‌رسد که یکی از دلایل افزایش فراوانی این موجودات در بهمن و اسفند ماه همین عامل باشد. عدم ذخیره سازی مواد در شانه‌داران، نشان‌دهنده آن است که انرژی مواد غذایی بلافاصله در اختیار رشد و تولید تخم قرار گرفته و سبب افزایش شدید جمعیت آن‌ها می‌شود (Mills et al., 2004; Hoeger, 2000). به عبارت دیگر، اصطلاحاً Income breeder هستند. یعنی میزان تغذیه، تعیین کننده میزان تولید مثل و هم‌آوری خواهد بود. برخلاف جانوران Capital breeder که موعد تولید مثل معین دارند و انرژی را برای تولید مثل در آن موعد معین ذخیره می‌کنند (Hoelzel, 2002).

از دیگر دلایل احتمالی افزایش ناگهانی *Pleurobrachia sp* در بهمن و اسفند می‌توان وجود باد و جریانات شدید در این فصل را عنوان کرد. مطالعات در خلیج گولی نشان داده که مقدار زیتوده زمستانی شانه‌داران در سال‌های مختلف نوسان دارد و شدت نوسان زیتوده آن‌ها در زمستان نسبت به مقدار آن در فصول مشابه سال‌های بعد، بستگی به روند طوفانی بودن و وضعیت آب و هوا دارد (Shiganova et al., 2001). در بسیاری از تحقیقات مهمترین عامل نوسانات تراکم فصلی *Pleurobrachia sp* در خورها و خلیج‌های نیمه بسته، جریانات افقی آب عنوان شده است. چرا که این جانداران شناگران تنبلی هستند و جریان‌های دریایی و جزر و مدی می‌تواند آن‌ها را به تعداد زیاد در کنار هم متمرکز کند.

¹ Summer salt water

از طرف دیگر، مهمترین علت کاهش تراکم *Pleurobrachia sp* در خرداد و تیر را می‌توان افزایش دما و شوری و در جایگاه بعدی افزایش فراوانی شکارچیان شانه‌داران مانند مدوزهای سیفوزوآ و پاروپایان بزرگ در این ماه‌ها دانست. در اکثر مطالعات به نقش حضور شکارچیان در تعیین تراکم شانه‌داران اشاره شده است (Okemwa, 2002; Kremer, 2001).

در مطالعات خلیج Kiel و دریای سیاه نیز بیشترین تراکم *Pleurobrachia sp* در زمستان مشاهده شد و تراکم آن‌ها با زمان و مکان و حضور شکارچیان ارتباط بسیار زیادی داشت (Baker et al., 2002). به طور کلی شرایط مختلف اکولوژیکی، نیازها، روابط غذایی موجودات و سازگاری‌های آن‌ها با محیط زیستشان میزان تراکم و پراکنش گونه‌های مختلف را مشخص می‌نماید. تأثیر فرایندهای فیزیکی در نوار ساحلی که ارتباط بین گونه‌ها و زیستگاه‌ها شدیدتر است، بسیار محسوس بوده و از آنجا که خور موسی منطقه ساحلی محسوب می‌شود، جانداران نیز بیشتر تحت تأثیر این عوامل فیزیکی هستند. با افزایش میزان آشوب، استرس و صید بی‌رویه در اکوسیستم‌های دریایی، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد انرژی که پیش از این صرف تولید ماهی می‌شده به تولید مرجان‌ها و موجودات پلانکتونی ژله‌ای ختم می‌گردد (موسوی ده موردی و همکاران، ۱۳۸۸).

در حال حاضر، خشکسالی‌های اخیر و کاهش حجم آب‌های شیرین ورودی و بالعکس، افزایش بار تخلیه فاضلاب‌های مختلف صنعتی، کشاورزی و خانگی و همچنین، صید بی‌رویه می‌تواند عوامل تقویت کننده شکوفایی زئوپلانکتون‌های ژله‌ای در سواحل باشند.

۲.۴ نتیجه‌گیری کلی

با توجه به مطالعات صورت گرفته می‌توان گفت که پس از دخالت‌های انسانی و انتقال با آب توازن کشتی‌ها بترتیب، عوامل فیزیکی بویژه دما، شوری و جریانات و بعد از آن عوامل بیولوژیکی مانند رابطه شکار و شکارچی در نوسانات تراکم شانه‌داران نقش بسیار بارزتری دارند. لذا، پیشنهاد می‌شود که ضمن کنترل منظم آب توازن کشتی‌ها در مبدأ و مقصد، مطالعه منظم و مداومی بر روی جوامع پلانکتونی آب‌های ساحلی و خورها به منظور آگاهی از ترکیب، تنوع و تراکم دیگر گونه‌های بیگانه انجام پذیرد. همچنین، به منظور اطلاع دقیق از روابط و اثرات متقابل جوامع زیستی مختلف در اکوسیستم‌های ساحلی و کاهش مزاحمت زیستی شانه‌داران، فاکتورهای کیفیت آب در مناطق ساحلی و تخمین مداوم مقادیر نوترینت‌ها و مواد مغذی خصوصاً با توجه به منابع ورودی به این سواحل و ارزیابی مداوم ذخایر آبزیان می‌بایست در نظر گرفته شود.

منابع

۱. اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۰. "تهاجم شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* و آینده دریای خزر". نقش مهر.
۲. اسماعیلی ساری، ع.؛ فرشچی، پ.؛ درویشی، ف.، ۱۳۸۱. "بررسی رقابت تغذیه‌ای شانه‌دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* و کیلکای آنچوی در آب‌های سواحل جنوبی دریای خزر". مجله علوم دریایی ایران، سال یکم، شماره ۴، صفحات ۲۵ تا ۴۲.
۳. روحی، ا.، ۱۳۸۱. "بررسی فراوانی و پراکنش شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* در حوزه جنوب شرقی دریای خزر". پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، صفحات ۱ تا ۷۴.
۴. روحی، ا.؛ میرزاجانی، ع.؛ شیگانوا، ت.؛ باقری، س.؛ کیدیش، ا.، ۱۳۸۵. "تولید مثل شانه‌دار *Beroe ovata* در آب دریای خزر". مجله علوم شیلاتی ایران، شماره ۲، دوره ۶، صفحات ۱۰۴ تا ۱۱۸.

۵. روحی، ا.؛ نادری جلودار، م.؛ سجادی، آ.؛ روشن‌طبری، م.، ۱۳۹۵. "بررسی روند تغییرات شانه‌دار (Mnemiopsis leidyi) و اثرات آن بر روی زئوپلانکتون‌های حوضه جنوبی دریای خزر". مجله آبیان دریای خزر، سال اول، شماره ۱، صفحات ۲۴ تا ۳۶.
۶. موسوی ده‌موردی، ل.؛ سواری، ا.؛ دهقان‌مدیسه، س. ۱۳۸۸. "بررسی فراوانی شانه‌داران و تأثیر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب روی تراکم آن‌ها در خور دورق و غزاله". مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا، سال اول، شماره چهارم، صفحات ۵۹ تا ۷۱.
7. Baker, L.D and Reeve, M.R., 2002. Laboratory culture of the lobate Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* with notes on feeding and fecundity, Marine Biology, No. 1, 26: pp: 57-62.
8. Gilbert, S.F. and Raonio, A.M. 1997. Embryology: Constructing the organism, Sinauer Associates, pp 87-111.
9. Harbison, G.R., 2000. Biology of *Mnemiopsis* in the coast of American. ICES, C.M. pp.74-84
10. Hoeger, U., 2000. Biochemical composition of Ctenophores. J. Exp. Marine Biology. 72: 251-26.
11. Hoelzel, A. Rus. 2002, Marine mammal biology: An evolution approach, Blackwell science, p 222.
12. Ivanov, V.P., Kamakima, A.M., ushivtzev, V.B., Shiganova, T.A., Zhukova, O., Aladin, N., Wilson, S.I., Harbison, G.R. and Domunt, H.J., 2000. Invasion of Caspian Sea by the come jelly fish *M. leidyi*. Biological Invasion, 2, pp 255-258.
13. Kasimov, A. G., 2001. New introduced species in the Caspian Sea *Mnemiopsis leidyi*, in Proceeding of the 1 st International Workshop on the Invasion of the Caspian Sea by the Comb Jelly *Mnemiopsis*-Problems, Perspectives, Need for Action. A. Agassiz. Ed., p 5, Baku, Azerbaijan.
14. Kideys, A. E. 1994. Recent dramatic changes in the Black Sea ecosystem: The reason for the sharp decline in Turkish anchovy fisheries. Journal of Marine Systems, 5, 171-181 pp.
15. Kideys, A.E., Finenko, G.A., Anninsky, B.E., Shiganova, T.A., Rohan, A., Roshan, M., Yousefian, M., Rostamian, M.T., Rostami, H.A. and Negarestan, H., 2005. Laboratory studies on physiological producer). CEMEX (Monterrey), Conservation International (Washington, D.C.), and Agrupación Sierra Madre (Mexico City). pp. 274- 279.
16. Kideys, A.E. and Moghim, M., 2003. Distribution of the alien Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian sea in August 2001. Marine Biology, 142: 163-171.
17. Kremer, P., 2001. Opportunistic Lifestyles of gelatinous and abundant. What gives a species the right stuff. CIESM Workshop Series No. 14. GELATINOUS ZOOPLANKTON OUTBREAKS: THEORY AND PRACTICE – Naples, 29 August- first September 2000.
18. Lenz, J., 1973. On the occurrence of the Ctenophore *Bolinopsis infundibulum* (O. F. Midler) in the Western Baltic. J. Cons.int. Explor. Mer 35: 32-35.
19. Miller, R. J; 1974. Distribution and Biomass of an Esturian ctenophore population. Chesapeake. Science; 15(1); pp: 1-8

20. Macginitie, G.E. and Macginitie, N., 1968, Natural history of marine animals. McGraw-Hill Book Company. 523p
21. Malyshev, V.I. and Arkhpov, a.G., 1993. The ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in western Black sea. Published in *Hidrobiologicheskii Zhurnal*. Voi. 28; pp. 34-39
22. Mittermeier, C.G. and Earle, S.A., 2004. Jellyfish and Ctenophore blppms In: Wildlife Spectacles (Patricio Robles Gil, producer). Conservation International (Washington, D.C.), and Agrupacion Sierra Madre (Mexico City). Pp. 274-279.
23. Mutlu, E., 1996. Distributions of *Mnemiopsis leidyi*, *Pleurobrachia pileus* (Ctenophora) and *Aurelia aurita* (Scyphomedusae) in the southern Black Sea during 1991-1995 period. Net sampling and acoustical application. PhD. Thesis, IMSMETU: 350 p.
24. .Okemwa, E.N., 2002. A study of the pelagic copepods in a tropical marine creek, Tudor, Mombasa, Kenya with a special reference to their community structure, biomass, and productivity. Ph.D. thesis, Vrije University. Brussels.pp.100-150
25. .Osore, M.K., 2003. A study on the zooplankton of Gazi Bay, Kenya and the adjacent waters: Community structure and seasonal variation. M.sc s thesis, Vrije University. Brussels. pp.90-107.
26. Purcell, J.E., 2003. Climate effects on formation of jellyfish and Ctenophore blooms. *Journal of Marine Biology Assoc. U.K.* 85: pp.461-476.
27. Ruppert, E.E., Fox, R.S. and Barnes, R.P., 2004. Invertebrate Zoology – A functional evolutionary approach. Brooks-Cole, Belmont, chapter 7, 111p.
28. Shiganova, T.A., Sokolsky, A.F., Karpyuk, M.I., Kamakin, A.M. and Tinenkova, D., 2001. Investigation of invader Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* its effect on fisheries.51:347-354.

The biological role of Ctenophores in biological invading

Toutouni, M.M.; Azariyan, Z*

Chabahar Maritime University, Department of Marine Biology

Abstract

Ctenophora are a group of animals that live in seas around the world and in some cases cause biological disturbances with the balance water of ships, the most prominent feature of them is the simultaneous presence of testicles and ovaries in adult and larvae. The results of a studies has shown that a slight fluctuation of salinity in the range of 11.5-13.8 ppt does not cause a significant change in density of Ctenophores. However, it plays an important role in the size of the comb, and in this way, it increases their biomass. In a study that searched on the effect of salinity on the average comb density of *Pleurobrachia sp*, the lowest mean density was in July 2006 (0.6 number per cubic meter) in Dowragh estuary and the highest average density was in February 2005 (2846.7 number per cubic meter) as worth as Ghazaleh estuary. The results showed that salinity and water temperature had a significant and decreasing effect on the frequency of *P. sp* in Dowragh estuary ($P < 0.05$). In Ghazaleh estuary, water temperature showed a significant and decreasing effect on the frequency of this comb ($P < 0.05$). Since increasing awareness of biological characteristics and its dissemination plays an important role in preventing biological invading, this review article emphasizes on the biology and, in particular, the reproduction of comb jellies.

Keywords: *Ctenophores, salinity, density*



شناخت مکانیزم های حیات و راه حل های حفظ تراز آب در خلیج گرگان و تالاب میانکاله

جندقی علایی، مجید^{۱*}؛ نظرعلی، مصطفی^۲؛ رضایی مقدم، پونه^۳؛ نعمتی، محمد حسین^۴

۱. مدیر بخش مطالعات و فنی، مهندسین مشاور پویا طرح پارس m.j.alae@ptpco.com

۲. مدیر گروه مهندسی سواحل، مهندسین مشاور پویا طرح پارس m.nazarali@ptpco.com

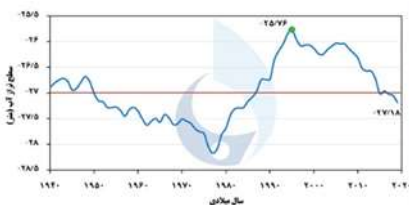
۳. کارشناس ارشد پژوهشی، مهندسین مشاور پویا طرح پارس p.rezaee@ptpco.com

۴. رئیس اداره مهندسی سواحل، سازمان بنادر و دریانوردی، mhn1982@gmail.com

واژگان کلیدی: تراز سطح آب دریای خزر، خلیج گرگان، تالاب میانکاله، خیزاب، لایروبی، انتقال آب

۱. مقدمه

کاهش تراز آب دریای خزر که بصورت مستمر از سال های ابتدایی دهه هفتاد آغاز گردیده است تأثیرات نا مطلوبی بر سواحل، تالاب ها و بنادر شمالی کشور گذاشته است. شاید بتوان بدترین این آثار را در قطع شریان های حیاتی پهنه های آبی متصل به دریای خزر دانست. خلیج گرگان که نقشی حیاتی و چند جانبه در استان های ساحلی شمال کشور دارد از جمله مهمترین بدنه های آبی متصل به دریای خزر در ناحیه جنوب شرقی این دریا می باشد. پایین رفتن مستمر آب دریا و در نتیجه کاهش تغذیه آبی و پایین افتادن سطح آب خلیج گرگان موجب گردیده تا هزاران هکتار از نواحی غربی خلیج گرگان دچار خشک شدگی شده و علاوه بر ایجاد تأثیرات محیط زیستی و آب و هوایی، خطرات بالقوه ایجاد طوفان های ریزگرد را نیز بوجود آورد. باید توجه داشت که میزان تبخیر سالانه در ستون آب خلیج گرگان ۱۲۰ سانتیمتر می باشد و این در حالی است که بارندگی تنها ۵۰ سانتیمتر بوده و در صورت قطع تغذیه از آب دریا، خلیج گرگان در کمتر از چهار سال کاملاً خشک خواهد شد. در این ارتباط دو موضوع محوری مطرح می گردد که همانا موضوع حفظ ارتباط آبی دوسویه با دریای خزر و موضوع حفظ تراز حداقلی برای خلیج گرگان می باشد. در این مقاله با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده قبلی، اندازه گیری های انجام شده توسط مولفین این مقاله، و مدلسازی های عددی به راه حل ها در خصوص حفظ ارتباط آبی خلیج گرگان و دریای خزر و همچنین حفظ تراز مستقل حداقلی در خلیج گرگان پرداخته است.

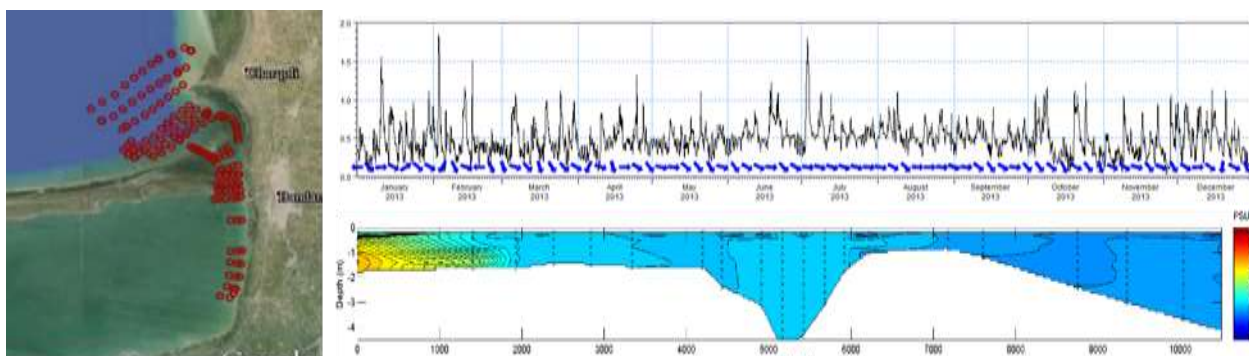


شکل (۱) تغییرات تراز سطح آب دریای خزر (تصویر چپ)، تصویر ماهواره ای خلیج گرگان هنگام بالابودن نسبی تراز سطح آب دریای خزر (تصویر وسط)، تصویر ماهواره ای خلیج گرگان و مناطق خشک شده نواحی غربی آن، تابستان ۹۹ (تصویر راست)

۲. داده ها و اندازه گیری های میدانی

منطقه خلیج گرگان و تالاب میانکاله از نواحی ارزشمند اکولوژیک بوده و به همین دلیل در زمره تالاب های ثبت شده در کنوانسیون بین المللی رامسر می باشند. به همین خاطر پایش ها و مطالعات پراکنده ای در خصوص جنبه های مختلف شناخت این منطقه صورت پذیرفته است. در این مطالعه نخست به جمع آوری اطلاعات موجود پرداخته شد و مجموعه ارزشمندی از اندازه گیری ها، آنالیزها و تحلیل های مرتبط با حفظ ارتباط آبی خلیج گرگان با دریای خزر و ملاحظات روش های مختلف تغذیه مصنوعی خلیج گرگان تهیه گردید. که در این مجموعه می باید به داده های هواشناسی اعم از اطلاعات ECMWF و ایستگاههای هواشناسی بنادر ترکمن و گز و شهر گرگان، اطلاعات دبی و دبی رسوبی رودخانه های گرگانرود و قره سو، اطلاعات نمونه های رسوبی بستر شامل نوع، اندازه دانه ها، درصد فلزات سنگین و مواد ارگانیک، و در خصوص شکل و مورفولوژی محیط مورد مطالعه اطلاعاتی نظیر هیدروگرافی و توپوگرافی های انجام شده توسط سازمان بنادر، وزارت نیرو و سازمان نقشه برداری کشور و اطلاعات مرتبط با هیدرولیک و هیدرودینامیک منطقه نظیر اندازه گیری جریان ها، امواج و تراز سطح آب در خلیج گرگان و دریای خزر اشاره نمود. ذکر این نکته ضروری است که اطلاعات مهمترین عامل تغییرات تراز سطح آب در دریای خزر، یعنی دبی ورودی آب ولگا نیز جمع آوری و تحلیل گردید.

برای شناخت هرچه بیشتر مشخصات رفتاری خلیج گرگان در ارتباط با عواملی نظیر نوسانات با فرکانس های مختلف دریای خزر، جریان و سایر پدیده ها دریایی، سیلاب ها و پارامترهای هواشناسی بویژه باد و درجه حرارت، اندازه گیری های هدفمندی با تمرکز به اندرکنش رفتاری دریای خزر و خلیج گرگان در ناحیه موثر ارتباطی این دو بدنه آبی طراحی و انجام گردید [۶]. در این اندازه گیری ها تصویری سه بعدی از تاثیرات دو بدنه آبی بر یکدیگر بویژه در زمان طوفان، بلافاصله پس از پایان طوفان و در حالت آرامش به دست آمد که می توانست کمک بزرگی به درک صحیح از تعامل دو بدنه آبی با یکدیگر نماید.

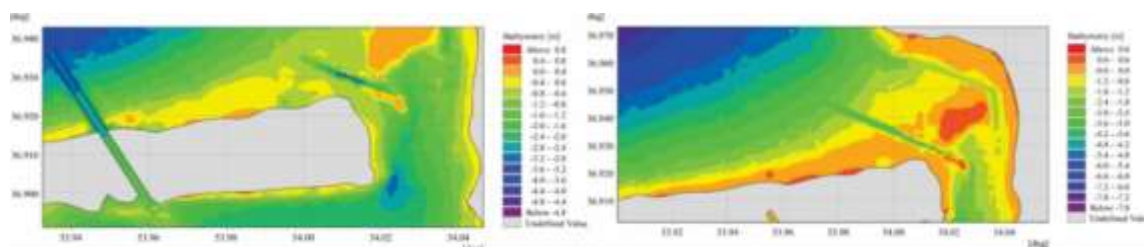


شکل ۲) محل نمونه گیری های CTD ماهانه در ناحیه اتصال خلیج گرگان به دریای خزر (تصویر چپ)، سری زمانی امواج دریای خزر در نزدیکی دهانه خلیج گرگان (تصویر راست-بالا)، ترانسکت شوری در امتداد کانال آشوراده و چگونگی نفوذ آب دریا به داخل خلیج گرگان (تصویر راست-پایین)

۳. تحلیل رفتار ها و شبیه سازی های عددی

نظر به آنکه میزان شوری آب دریای خزر حدود ۱۲ psu و شوری آب خلیج گرگان حدود ۱۴ psu می باشد، می توان حرکت المان های آب دریا و آب خلیج گرگان را در رویدادهای مختلف دنبال نمود. بر اساس برنامه ریزی مطالعات، بیش از ده سری کامل از اندازه گیری های CTD در ایستگاه های شبکه طراحی شده (شکل ۲) انجام گردید. این اندازه گیری ها پس از رویدادهای مشخصی در نظیر طوفان دریا، پس از طوفان دریا و در طول آرامش پایدار انجام پذیرفت. ساختار سه بعدی شوری، در هر یک از رویداد ها، می توانست در کنار اطلاعات باد، تراز سطح آب و جریان آب در کانالهای ارتباطی درک روشنی از رفتار متقابل دریای خزر و خلیج فارس را به نمایش گذارد. نتایج نشان داد که در هنگام طوفان به دلیل خیزاب قابل توجه بوجود آمده در محل دهانه خلیج گرگان، پمپاژ آب دریا به درون خلیج صورت می پذیرد و در هنگام آرامش هد افزایش یافته خلیج گرگان به دریا تخلیه می گردد. این نتیجه گیری در شبیه سازی های انجام شده توسط بسته نرم افزاری مایک نیز امتحان گردید که نتایج حاصله با دقت بسیار مناسبی، این نتایج را تایید می نمود (جزئیات نتایج در مقاله کامل ارائه خواهد گردید).

نکته مهمی که آشکار می گردد آن است که تا هنگامی که تراز ایستای سطح آب دریای خزر بعلاوه میزان خیزاب ناشی از طوفان های معمول از ارتفاع پشته رسوبی میان ساحل کانال های ارتباطی با خلیج گرگان بالاتر باشد می توان این انتظار را داشت که دریای خزر به تغذیه آبی خلیج ، حداقل در زمان طوفان های معمول خود ادامه خواهد داشت. اما نکته مهمتر آن است که به دلیل تفاوت منفی تبخیر و بارش در خلیج گرگان و نواحی کاملاً کم عمق ناحیه غربی آن، به هیچ وجه نمی توان به چنین تغذیه ای امید داشت. بر این اساس، ضروری است به تغذیه مصنوعی با استفاده از آب دریا بصورت جدی اندیشید. در این ارتباط، یقیناً مسائل زیست محیطی از اهمیت ویژه ای برخوردار است که خوشبختانه می توان نشان داد که در روش های تغذیه مصنوعی می توان حداقل های زیست محیطی را با دقت رعایت نمود. در این خصوص ضروری است که نخست به شناخت کامل مشخصات اکولوژیک خلیج گرگان مبادرت نمود. در این مطالعه با جمع آوری اطلاعات تخصصی و انجام بازدید های کارشناسی، تصویر روشنی از وضعیت موجود و مطلوب اکولوژیک منطقه خلیج گرگان و تالاب میانکاله ارائه گردیده است [۲]. موارد زیست محیطی، در مقایسه با شرایطی که در هر یک از شش آلترناتیو تغذیه مصنوعی از آب دریا، بوجود خواهد آمد ارزیابی شده و نتایج طی جداولی با تاکید بر موارد مهم ارائه گردیده است. بدیهی است که حتی الامکان جزییات همه قسمت ها در ظرفیت مقاله کامل آورده خواهد شد.



شکل ۳) نمونه ای از گزینه های مطرح برای حفظ ارتباط آبی میان خلیج گرگان و دریای خزر (تصویر راست: تعمیق کانال های آشوراده و چپاقلی، تصویر چپ: حفر کانال در امتداد کانال خزینی و احداث جتی ها با هدف جلوگیری از رسوبگیر شدن دهانه کانال احداث شده)

۴. بحث و نتیجه گیری

با توجه به روند کاهشی تراز آب دریای خزر، احتمال قطع کانال های ارتباطی آشوراده و چپاقلی از دریای خزر قابل توجه شده است. با قطع تغذیه آبی دریای خزر، روند چند هزار هکتاری نواحی غربی خلیج گرگان با سرعت بیشتری ادامه یافته و این بدنه مهم آبی طی کمتر از چهار سال خشک خواهد شد. در این میان ضروری است به راه حل های فوری و راه حل های تغذیه مصنوعی توجه کامل گردد. این مطالعه بر پایه شناخت حیات و رفتار خلیج گرگان به ارائه راه حل های فوری موقت و راه حل های دائمی پرداخته است (شکل ۳). در تمامی این راه حل ها، کلیه موارد محیط زیستی که بر اساس مطالعه کتابخانه ای و میدانی انجام گردیده، در نظر گرفته شده است. در عین حال، جنبه های مهندسی طرح ها در حد طراحی مفهومی آماده گردیده است. این مطالعه با راهبری و همکاری های صمیمانه سازمان بنادر و دریانوردی، و هدایت کمیته ملی نجات خلیج گرگان و تالاب میانکاله، سازمان آب منطقه ای استان گلستان و سازمان محیط زیست انجام پذیرفته است. در این راستا، بخش مهندسی مفهومی گزینه های تغذیه مصنوعی، با حمایت مالی مهندسین مشاور پویا طرح پارس انجام گردیده است.

منابع:

۱. گزارش برداشت پارامترهای فیزیکی آب و مناطق خاص (دهانه و داخل خلیج گرگان) (۱۳۹۴)، مشاور: مهندسین مشاور پویا طرح پارس، کارفرما: سازمان بنادر و دریانوردی.
۲. گزارش نهایی شناسایی و ارائه راهکارهای اضطراری نجات خلیج گرگان و تالاب میانکاله (۱۳۹۸)، مشاور: مهندسین مشاور پویا طرح پارس، کارفرما: اداره آب منطقه ای استان گلستان



اثر تدقیق اطلاعات ورودی در نتایج شبیه‌سازی عددی باد و امواج در نواحی ساحلی و جزایر خلیج فارس

جندقی علائی، مجید^{۱*}؛ پورعلی؛ محمود^۲؛ معینی، محمدهادی^۳؛ حمزه‌لو، سیما^۴؛ جعفری، ابراهیم^۵؛ نعمتی، محمدحسین^۶؛ باقری، محمد^۷

۱. دکتری مهندسی سواحل و بنادر دانشگاه وسترن استرالیا، Majid.Jandaghi@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری مهندسی سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، Mahmoud.Pourali@gmail.com

۳. دکتری مهندسی سواحل دانشگاه علم و صنعت ایران، MHMoeini@gmail.com

۴. کارشناسی ارشد علوم دریایی و اقیانوسی-فیزیک دریا دانشگاه هرمزگان، Sima.Hamzelo@gmail.com

۵. دانشجوی دکتری سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه تهران، Jafari65_Ebrahim@yahoo.com

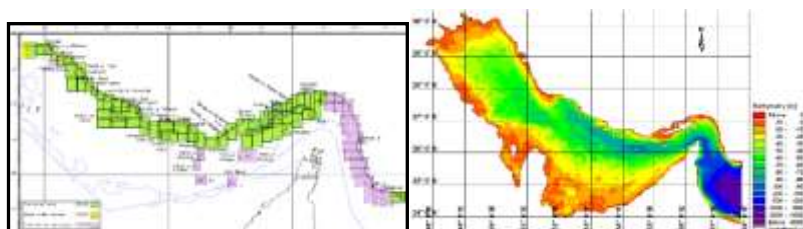
۶. کارشناسی ارشد فیزیک دریا دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات، MHN1982@gmail.com

۷. کارشناسی ارشد مهندسی سازه‌های دریایی دانشگاه تهران، MBagheri@pmo.ir

واژگان کلیدی: (باد، موج، تراز سطح آب، جزرومد، خلیج فارس، مدلسازی عددی)

۱. مقدمه

آگاهی به اقلیم و مشخصات اصلی امواج، از مهمترین اطلاعات تخصصی برای مهندسين سواحل و طراحان سازه‌های دریایی است. دقت این اطلاعات، برای سواحل شمالی خلیج فارس (از جاسک تا دهانه اروند رود)، که در بر گیرنده مهمترین بنادر تجاری صنعتی و نظامی کشور است، می تواند از نقطه نظر مهندسی و اقتصادی بسیار ارزشمند باشد. در مقاله حاضر، روند انجام و نتایج مطالعات شبیه سازی عددی امواج خلیج فارس را که توانسته است همخوانی بسیار مطلوبی را با اندازه گیری های امواج در ایستگاه های مختلف سواحل و جزایر خلیج فارس نشان دهد، ارائه گردیده است.



شکل (۱) نقشه اعماق خلیج فارس و قسمتی از دریای عمان (راست)، پوشش نقشه ای برای تعیین خط ساحلی و مناطق تر و خشک جزر و مدی در مدلسازی (چپ)

در این مقاله ابتدا مروری بر مطالعات پیشین مدلسازی امواج در خلیج فارس انجام و سپس به معرفی موارد مهم منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است. در ادامه داده‌های مورد نیاز موجود برای شبیه‌سازی امواج در خلیج فارس و مدل عددی مناسب برای شبیه‌سازی امواج ارزیابی و انتخاب شده است. سپس نحوه برپایی مدل و انتخاب ورودی‌ها، تحلیل حساسیت نتایج مدل نسبت به پارامترهای تأثیرگذار، واسنجی و صحت‌سنجی نتایج مدل تشریح گردیده و در پایان نتایج مدل با شبیه‌سازی‌های پیشین خلیج فارس در نقاط ساحلی با مورفولوژی‌های متفاوت و برخی جزایر مقایسه شده و تحلیل‌ها و نتایج متناظر نیز ارائه گردیده است.

۲. مطالعات پیشین، اطلاعات ورودی و اجرای مدل

اطلاعات امواج می‌تواند بر اساس اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات و یا نتایج حاصل از مدل‌های عددی و تجربی باشد. از آنجایی که در منطقه خلیج فارس اطلاعات اندازه‌گیری امواج برای همه نقاط و برای دوره‌های بلندمدت زمانی وجود ندارد، نتایج حاصل از مدل عددی می‌تواند برای استفاده‌های مهندسی بسیار مفید واقع شود. مهم‌ترین عامل ایجاد امواج و بنابراین مهم‌ترین ورودی مدل‌های عددی شبیه‌سازی امواج، باد است. از جمله کامل‌ترین پروژه‌های انجام شده در موضوع امواج در آب‌های کشور، پروژه مدلسازی امواج دریاهای ایران ISWM و نیز پروژه‌های پایش و مطالعات شبیه‌سازی سواحل کشور هستند.

پروژه ISWM طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ توسط پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی انجام شده است. در این پروژه با استفاده از داده‌های باد ECMWF با دقت ۰/۵ درجه مکانی پارامترهای مختلف امواج در دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان به مدت ۱۱ سال توسط بسته نرم افزاری MIKE21 SW شبیه‌سازی شده است. نظر به اینکه امواج تولیدی حاصل از میدان باد ECMWF تفاوت‌های قابل توجهی با اندازه‌گیری‌ها، هم از نظر ارتفاع و هم از نظر جهت داشت، مطالعه کنندگان با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک در مناطق ساحلی و در مناطق دور از ساحل، با در نظر گرفتن ضرائب اصلاحی منطقه‌ای و متغیر در زمان برای داده‌های باد در نظر گرفته و اعمال کردند و بنابر ادعای مشاور خارجی پروژه به دقتی حدود ۸۰ درصد در مقایسه با اندازه‌گیری‌ها دست یافتند. در پروژه پایش و مطالعات شبیه‌سازی، ابتدا به وسیله مدل جوی WRF به همراه داده‌های ECMWF ERA-40، FNL و NCEP2 یک میدان باد برای دوره ۱۹۸۳ الی ۲۰۰۸ آماده‌سازی گردید و نتایج مدل با داده‌های باد سینوپتیک در منطقه و اندازه‌گیری‌های ماهواره‌ای، صحت‌سنجی شد. در نهایت نتایج مدل جهانی ECMWF ERA-40 به عنوان ورودی مدل استفاده شده است. جهت مدل‌سازی عددی امواج، سواحل استان هرمزگان به سه ناحیه غربی، مرکزی و شرقی تقسیم‌بندی شده و برای هر ناحیه یک مدل جداگانه اجرا گردیده است. نتایج مدل حاکی از این بود که نتایج، از کیفیت مناسبی در منطقه غربی برخوردار بوده‌اند. بررسی دقیق مطالعات انجام شده، لزوم انتخاب دقیق تر اطلاعات مورد نیاز مطالعات را روشن ساخت. مرز خشکی یا همان خط ساحلی، بویژه با دامنه جزر و مدی بالا در برخی مناطق خلیج فارس، که نقش مهمی در دقت نتایج مدلسازی دارد بر اساس رقومی نمودن عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به عنوان مرز مدل انتخاب گردید. برای تامین یک توپوگرافی دقیق بستر، کلیه هیدروگرافی‌های موجود برای خلیج فارس از ارگان‌های ذیربط مانند سازمان نقشه‌برداری، سازمان جغرافیایی کشور، سازمان بنادر و دریانوردی و ... تهیه و پس از همسان‌سازی مورد استفاده قرار گرفت. مدل باد WRF، پس از تغییراتی بویژه در تعیین محدوده‌های مدل، اجرا گردید.

با بررسی مزایا و معایب این مدل‌های مطرح عددی، مدل MIKE21-SW به عنوان مناسبترین مدل انتخاب شد و پارامترهای مختلفی که می‌توانست در نتایج شبیه‌سازی امواج ناشی از باد تأثیرگذار باشد مورد بررسی قرار گرفت. این پارامترها شامل اندازه شبکه محاسباتی، شرایط مرزی، گام زمانی، گسسته‌سازی فرکانس، تعداد تقسیمات زاویه‌ای طیف، دقت روش محاسباتی، اثر تراز آب، اندرکنش موج-موج، ضرایب شکست موج، زبری بستر و سفیدک رأس موج می‌باشند. تغییرات حداکثر گام زمانی در ارتفاع موج نقاط مورد تحقیق، تأثیر چندانی نداشته و مقدار گام زمانی محاسبات بر اساس تجارب پیشین و با توجه به ابعاد شبکه‌بندی بین ۰/۱ تا ۶۰۰ ثانیه در نظر گرفته شد. گسسته‌سازی

فرکانس تا حدی بر روی نتایج اثرگذار بوده و بازه طیف موج با پریود ۱ تا ۲۰ (فرکانس ۰/۰۵ تا ۰/۵) و دقت تفکیک ۲۲ در نظر گرفته شده است.

برای واسنجی مدل یک دوره ۲ ماهه شامل ماه نوامبر و دسامبر ۲۰۰۸ و یک دوره یک ماهه در دسامبر ۲۰۱۰ انتخاب شد که در آن بیشترین همپوشانی داده‌های اندازه‌گیری وجود داشته باشد. ارزیابی کمی مقادیر شبیه‌سازی شده در مقایسه با اندازه‌گیری‌ها با استفاده از شاخص‌های خطا نیز نشان از دقت مناسب شبیه‌سازی‌ها دارد. برای پریود امواج نیز مقایسه‌ها در ایستگاه‌های مختلف انجام گرفته و دقت آنها مناسب بوده است. صحت‌سنجی نتایج مدل برای دو دوره زمانی دیگر، یکی ۲ ماهه شامل ژانویه و فوریه ۲۰۰۹ و دیگری چندماهه از نوامبر ۲۰۱۷ تا آوریل ۲۰۱۸ انجام شد. مدل برای زمانهای انتخاب شده اجرا گردید و نتایج مدل با اندازه‌گیری‌های موج در ایستگاه‌های کنگان، طاهری، نخل تقی، نایبند، ایستگاه راهنمایان بندر امام، هندیجان و دهانه اروند صورت مقایسه گردید که نشان از دقت بسیار خوب شبیه‌سازی‌ها دارد.

۳. نتایج

مقایسه نتایج مدلسازی‌ها با اندازه‌گیری‌های موجود در نقاط مختلف ساحلی و همچنین در مجاورت جزایر خلیج فارس انجام گردید که نمونه‌هایی از این مقایسه‌ها در شکل‌های زیر آورده شده است. بررسی نتایج این مقایسه‌ها نشان می‌دهد که داده‌های ورودی بویژه داده‌های باد و موارد تکمیلی آن توانسته‌اند مشخصات رفتاری واقعی باد را در تولید امواج شبیه‌سازی نمایند. در کنار این مسئله می‌باید به نحوه در نظر گرفتن اثرات مناطق جزر و مدی در امتداد خط ساحلی نیز تاکید گردد که در این مطالعه پاسخ بسیار مناسبی داده است. نتایج مدلسازی امواج در خلیج فارس نشانگر آن است که با مدلسازی مناسب باد، نیازی به در نظر گرفتن ضرایب تصحیحی برای باد و یا بازی کردن با ضرایب تنظیمی در مدل عددی تولید موج نمی‌باشد. در این ارتباط، نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات ISWM و مطالعات پایش و مدینگ آبهای ایران نیز مقایسه گردیده است که نشانگر بهبودهای قابل توجهی در نتایج مدلسازی‌ها می‌باشد.



شکل ۲) مقایسه نتایج مدل در ایستگاه‌های ایستگاه راهنمایان خور موسی (بالا چپ) نخل تقی (بالاراست) هندیجان (پایین چپ) و مقایسه به نتایج مدلسازی موج در مطالعات پایش فاز هفتم و ISWM در ماه می ۱۹۹۵ در نزدیکی ایستگاه بوشهر (پایین راست)

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، شبیه‌سازی امواج در خلیج فارس که بتواند با دقت مطلوبی روند شبیه‌سازی را، شامل انتخاب داده‌های نیمه خام باد، باز تولید باد با قدرت تفکیک بالاتر برای محدوده خلیج فارس، تولید موج و انتقال آن به محدوده سواحل، به انجام رساند مورد نظر بوده است. در این خصوص پس از بررسی و ارزیابی مطالعات پیشین و دقت در انتخاب داده‌های ورودی، مدل عددی مناسب انتخاب و پس از حساسیت‌سنجی‌های لازم، واسنجی و صحت‌سنجی، اجراها برای دوره‌های طولانی مدت انجام گردید. انتخاب درست داده‌های ورودی و استفاده از مدل عددی مناسبی که بتواند عوامل موثر در تولید و انتقال امواج را در معادلات خود به درستی در نظر بگیرد می‌تواند پس از انجام واسنجی دقیق، به عنوان ابزار کارآمدی در پیش‌بینی مشخصات امواج، در نقاط مهم محدوده محاسباتی بکار گرفته شود. نتایج حاصله از آماده‌سازی و

پالایش داده ها، حساسیت سنجی های دقیق مدل عددی و اجرای سی ساله برای امواج خلیج فارس نشان می دهد که رویه بکارگیری موثر یک مدلسازی عددی موفق توانسته است تا نتایج قابل توجهی را حاصل نماید.

منابع

۱. مدل سازی امواج دریا های ایران، جلد دوم: خلیج فارس و دریای عمان
2. Caires, S., A. Strel, Comparative Assessment of ERA-40 Ocean Wave Data, Global Change Open Science Conference, Amesterdam, 2001.
3. Cox, A. T., V. R. Swail, A Global Wave Hindcast over the Period 1958-1997: Validation and Climate Assessment, Journal of Geophysical Research, Vol. 106, No. C2, pp. 2313-2329, 2000.



تأثیر تغییرات دبی آبگیری در آبگیرهای عمقی

حاجی‌تبار، محمد^۱؛ عابسی، عزیز^۲؛ حمیدی، مهدی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های دریایی، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

۲. استادیار دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

۳. استادیار دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

چکیده

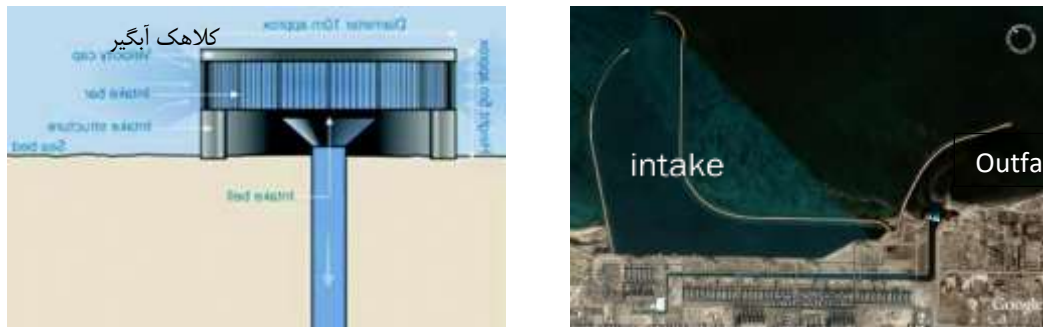
هدف از طراحی سازه‌های آبگیر در دریا، تأمین آب ورودی کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن، نیروگاه‌ها و سایر صنایع ساحلی است، به نحوی که علاوه بر دریافت آب با کمیت و کیفیت مطلوب، از نظر اقتصادی قابل قبول و اثرات زیست‌محیطی آن حداقل باشد. به‌طور کلی سازه‌های آبگیری از دریا به دو گروه آبگیرهای مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شوند. عملکرد آبگیرهای مستقیم به شدت تحت تأثیر شرایط دریا از جمله نوسانات تراز سطح آب دریا و هیدرودینامیک جریان‌ات و امواج قرار دارد. در آبگیرهای مستقیم و عمقی، ابعاد دهانه آبگیر و تغییرات دبی دریافتی یک مسئله چالش‌برانگیز در طراحی محسوب می‌گردد. تغییرات دبی بر عملکرد سیستم‌های آبگیر تأثیرگذار بوده و موجب اختلال در کارکردهای از پیش تعیین شده آن خواهد شد. در این پژوهش تأثیر تغییرات دبی برداشت آب بر عملکرد هیدرولیکی سازه آبگیر با بررسی هیدرولیک حاکم بر دهانه آبگیر در محدوده میدان نزدیک مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور، از مدل کامپیوتری ANSYS Fluent جهت بررسی تأثیر افزایش دبی در تغییر سرعت جریان در دهانه آبگیر، مجاورت سطح و نزدیک به بستر استفاده شده است.

واژگان کلیدی: آبگیر دریایی، آبگیر عمقی، CFD، ملاحظات محیط زیستی، ANSYS Fluent.

۱. مقدمه

بیش از ۹۷ درصد آب‌های جهان جزو آب‌های شور می‌باشند و از ۳ درصد باقی‌مانده نیز تنها مقدار اندکی به صورت آب جاری و زیرزمینی در دسترس انسان است. این در حالیست که در بسیاری از مناطق دنیا بالأخص مناطق ساحلی که محل تجمع نیمی از جمعیت دنیا است، مشکلات جدی در دسترسی به منابع آب شیرین وجود دارد. در سال‌های اخیر استفاده از تکنولوژی‌های نوین جهت تولید آب شیرین از آب شور دریا و اقیانوس‌ها به عنوان راه‌حلی جایگزین برای بحران آب در مناطق ساحلی، مورد توجه قرار گرفته است. از این‌رو در چند دهه اخیر، آبگیری از دریا به منظور تأمین آب آب‌شیرین‌کن ساحلی بسیار متداول شده است. در کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن واقع در ساحل، آب دریا دریافت و پس از تصفیه و نمک‌زدایی، آب شیرین حاصله به سیستم توزیع آب شرب شهری فرستاده می‌شود. پس‌اب حاصله که آبی بسیار شورتر از آب دریا است نهایتاً به دریا بازگردانیده می‌شود. کشور ایران با توجه به دسترسی از شمال به دریای خزر و از جنوب به خلیج فارس و دریای عمان در سال‌های اخیر برنامه‌های متعددی برای آبگیری از این پیکره‌های آبی تنظیم نموده است. آبگیری از دریای خزر با توجه به حساسیت اکولوژیکی بالای این پیکره آبی، نیازمند تمهیدات خاص و تعبیه دقیق سیستم آبگیر و تخلیه خواهد بود. این موضوع خود بیانگر ضرورت انجام مطالعات جامع هیدرودینامیک جریان و موج، پخش آلودگی حرارتی، شوری و جریان رسوب است.

آبگیری از دریا به طور کلی به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم انجام می‌شود. آبگیری مستقیم به صورت باز با برداشت مستقیم آب از دریا از طریق کانال‌های سطحی و یا دهانه‌های آبگیر عمقی انجام شده، درحالی‌که آبگیری غیرمستقیم به صورت زیرسطحی و با برداشت از چاه‌های مجاور ساحل و گالری‌های تراوش بستر دریا انجام می‌گیرد. برداشت آب به طور مستقیم محدودیت‌های سیستم‌های زیرسطحی را نداشته لذا در تأسیسات و کارخانجات بزرگ ساحلی بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. در میان روش‌های باز آبگیری، برداشت آب از آبگیرهای عمقی، در مقایسه آب با کیفیت بهتری و ریسک کمتری فراهم می‌سازد. از این‌رو در سال‌های اخیر استفاده از آبگیرهای عمقی که در فاصله زیاد از ساحل و در اعماق بالا، اقدام به برداشت آب با کیفیت می‌نمایند، متداول شده است. در شکل زیر دو نمونه سطحی و عمقی از آبگیر آب‌شیرین‌کن‌های بندر جبرعلی به ظرفیت $1/54 \text{ Mm}^3/\text{d}$ و آب شیرین سیدنی به ظرفیت $0/5 \text{ Mm}^3/\text{d}$ آورده شده است. در طراحی سیستم‌های آبگیر که معمولاً در نزدیکی ساحل و حساس‌ترین بخش مناطق دریایی انجام می‌گیرد، لازم است که مسائل مختلفی اعم از مسائل فنی، زیست‌محیطی و اقتصادی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. در بررسی هر یک از این موضوعات پارامترهای بسیار زیادی وجود دارد که انتخاب سیستم بهینه آبگیری را دشوار می‌سازد. هدف اصلی در سیستم‌های آبگیری حصول اطمینان از جریانی کافی، ثابت و یکنواخت آب دریا و دریافت آبی با کیفیت مناسب در کل عمر مفید کارخانه آب‌شیرین‌کن است [۱]. در طراحی و اجرای سازه‌های آبگیر، همبستگی زیاد بین عوامل هیدرولیکی، هیدرودینامیکی و محیط زیستی بر پیچیدگی طراحی این سازه می‌افزاید. نقص در هر یک از این عوامل بر کارایی و هزینه‌های کلی کارخانه تأثیر گذاشته و می‌تواند فعالیت آن را مختل نماید [۲].



شکل ۱) آبگیر سطحی آب‌شیرین‌کن MSF بندر جبرعلی و آبگیر عمقی آب‌شیرین‌کن سیدنی

در سال ۲۰۰۳ یک محقق آلمانی به نام گیل ۱ عملکرد فیلترهای سیم گوه‌ای در ممانعت از ورود موجودات دریایی به داخل فضای آبگیر را مورد بررسی و مطالعه قرار داده است. او دریافت که این نوع فیلترها در سازه کلاhek آبگیری می‌توانند تا دبی ۲۰۰۰۰ مترمکعب در ساعت مورد استفاده قرار گیرند. همچنین وی پیشنهاد نمود که در صورت وجود شرایط مناسب می‌توان فیلترهای سیم گوه‌ای به جای کلاhek آبگیری قدیمی مورد استفاده قرار گیرد [۳]. لی روکس ۲ در سال ۲۰۱۰ مطالعات وسیعی بر روی سازه‌های آبگیر مستقیم و بزرگ و سیستم تخلیه پساب در کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن انجام داده است. وی با مرور کلی اجرای اصلی کارخانه از جمله سازه آبگیر و سیستم تخلیه، عملکرد آن‌ها را از لحاظ فیزیکی، هیدرولیکی، اجرایی و زیست‌محیطی مورد بررسی قرار داد. سپس به عنوان نمونه موردی، سیستم‌های آبگیر و تخلیه پساب کارخانه آب‌شیرین‌کن Trekkopje در کشور نامیبیا را مورد ارزیابی قرار داد. وی برای سیستم آبگیر و تخلیه این کارخانه یک طرحی جدید شامل دو جز اضافی (مخزن آب شور و لجن) پیشنهاد نمود. در نهایت طرح جدید را با طراحی موجود مقایسه و امکان جایگزینی آن را از نظر بهره‌برداری و هزینه مورد بررسی قرار داد [۴]. کریستنسن و همکاران ۳ در سال ۲۰۱۴ با استفاده از یک مدل دینامیک سیالات محاسباتی ۴ به مطالعه عملکرد هیدرولیکی یک سازه مکش از نوع Velocity cap پرداختند. آن‌ها جریان در دهانه ورودی و داخل سازه را بررسی و حالت‌های مختلف را با استفاده از آنالیز ابعادی مقایسه نمودند و در پایان طرح آبگیری پیشنهادی خود را ارائه نمودند [۵].

¹ Detlef Gille

² Le Roux

³ Christensen et al.

⁴ Computational Fluid Dynamics (CFD)

بررسی مطالعات اخیر نشان می‌دهد که این مطالعات بیشتر بر شناخت عملکرد آبیگرها و راه‌های انتقال آب به سمت ساحل متمرکز شده است. در برخی مطالعات تأثیر چندین پارامتر در آبیگری مورد بررسی قرار گرفته است ولی به روش مدل‌سازی و بررسی دقیق پارامترهای تأثیرگذار توجه نشده است. تغییر دبی آبیگری به دلیل نوسانات تولید آب در کارخانه و جریانات جزر و مدی در دریا، یکی از پارامترهای تأثیرگذار در عملکرد آبیگرهای عمقی محسوب می‌گردد. تاکنون بررسی دقیقی بر روی تأثیر این پارامتر صورت نگرفته است. مدل‌سازی رفتار جریان در این حالت می‌تواند حقایق زیادی در ارتباط با طراحی این سازه‌ها آشکار نماید. در این پژوهش، نمونه‌ای از یک سیستم آبیگر عمقی در مجاورت بستر دریا شبیه‌سازی شده و سعی شده تا تأثیر دبی بر روی رفتار جریان در دهانه و مجاورت آبیگر مورد بررسی قرار گیرد.

۲. مواد و روش‌ها

با توسعه مدل‌های رایانه‌ای، امروزه شبیه‌سازی رفتار جریان در سازه‌های دریایی و سنجش سرعت و فشار کارکرد آن‌ها، در شرایط مختلف محیطی به خوبی امکان‌پذیر شده است. مدل ریاضی در واقع تعریف یک مسئله یا سیستم به کمک زبان ریاضی است. امروزه با پیشرفت علوم مهندسی و اهمیت محاسبات، مدل‌های ریاضی دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشند. مدل‌های ریاضی در نرم‌افزارهای کامپیوتری گنجانده شده است تا با استفاده از آن روش‌های توسعه داده برای پیش‌بینی رفتار جریان، حل شوند. در بیشتر موارد کیفیت پژوهش انجام شده کاملاً وابسته به دقت مدل ساخته شده است. هرچه نتایج شباهت مدل ریاضی با نتایج تجربی بیشتر باشد، نمایانگر مدل بهتری است. امروزه استفاده از مدل‌های کامپیوتری در حل مسائل مهندسی از اهمیت زیادی برخوردار بوده و در بسیاری از رشته‌های مهندسی کاربرد دارند. مهندسان عمران، مدل‌های سازه‌های هیدرولیکی، تأسیسات آبی، رودخانه‌ای و دریایی را با هدف حصول اطمینان از عملکرد آن‌ها توسعه داده و مورد ارزیابی قرار می‌دهند. در مطالعه حاضر جهت مدل‌سازی فرایند آبیگری از دریا، ارزیابی تأثیر هندسه پیچیده دهانه آبیگر و تغییرات دبی برداشت بر عملکرد سازه آبیگر، از مدل‌سازی هیدرودینامیک جریان در رایانه استفاده شده است. در مدل‌سازی، توجه به انتخاب مقیاس، شرایط مرزی و موقعیت قرارگیری آبیگر به منظور مدل‌سازی بهتر شرایطی واقعی الزامی است [۶].

۱.۲ نرم‌افزار ANSYS Fluent

Fluent یک نرم‌افزار مهندسی در زمینه دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) است که برای مدل کردن و نمایش جریان سیال و انتقال جرم و حرارت در هندسه‌های پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نرم‌افزار امکان تغییر شبکه‌بندی به صورت کامل و تحلیل جریان برای شبکه‌های غیر سازمان‌یافته برای هندسه‌های پیچیده را فراهم می‌سازد. نوع مش‌های قابل تولید و دریافت توسط این گروه نرم‌افزاری شامل شبکه‌هایی با المان‌های مثلثی و چهارضلعی برای هندسه‌های دوبعدی و چهاروجهی، شش‌وجهی، هرمی یا گوه‌ای برای هندسه‌های سه‌بعدی می‌باشد. همچنین فلونت اجازه بهبود شبکه؛ مثلاً ریز یا درشت کردن شبکه در مرزها و مکان‌های لازم را به کاربر می‌دهد. این موضوع قابلیت را در اختیار کاربر قرار می‌دهد که نتایج را در ناحیه‌هایی که دارای گردابه‌های کوچک هستند (مانند لایه مرزی و دهانه آبیگر)، دقیق‌تر مشاهده نماید. این قابلیت‌ها مدت زمانی را که برای تولید یک شبکه خوب احتیاج می‌باشد در مقایسه با حل در شبکه‌های سازمان‌یافته به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. نرم‌افزار فلونت با استفاده از روش حجم محدود به حل معادلات حرکت، انتقال حرارت و ماده پرداخته و سرعت بالایی در پردازش دارد لذا برای محدوده گسترده‌ای از مسائل مهندسی کاربرد دارد. کار با این مدل اما نیاز به تخصص بالایی دارد و تنظیمات بسیار زیادی را از کاربر برای حل جریان طلب می‌کند. این قابلیت‌ها روند انجام پروژه با فلونت را بسیار راحت‌تر از نرم‌افزارهای مشابه کرده است. نسخه مورد استفاده در این پژوهش، انسیس فلونت (Ansys Fluent) نسخه ۱۸/۲ می‌باشد.

۲.۲ معادلات حاکم و روش تحلیل

به طور کلی معادلات حاکم بر رفتار جریان شامل معادلات پیوستگی و ناویر استوکس است که به ترتیب برگرفته از قانون بقای جرم و انرژی می‌باشند. به منظور مدل‌سازی سرعت و جریان در محیط، طراح نیازمند به حل این معادلات در فضای حاکم بر رفتار جریان در محیط

سیال است. در این تحقیق با فرض غیردائمی بودن جریان، حل معادلات حاکم بر رفتار سیال غیرقابل تراکم با استفاده از نرم افزار انسیس فلونت مورد مطالعه قرار گرفته است.

- معادله بقای جرم (پیوستگی):

مفهوم معادله پیوستگی این است که میزان افزایش جرم در هر المان سیال برابر با مقدار جرم ورودی به آن المان باشد. در واقع این معادله بیانگر از بین نرفتن جرم یا عدم تغییر آن در المان‌های یک سیال است. معادله بقای جرم با استفاده از رابطه زیر قابل نمایش است:

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho(\nabla \cdot \vec{V}) = 0 \quad (1)$$

در رابطه بالا، ρ چگالی و V بردار سرعت است. نماد ∇ ، گرادیان را نشان می‌دهد که با استفاده از رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\vec{\nabla} = \vec{i} \frac{\partial}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial}{\partial z} \quad (2)$$

با فرض تراکم‌ناپذیری جریان، رابطه زیر برای چگالی قابل بیان است:

$$\frac{D\rho}{Dt} = 0 \quad (3)$$

با اعمال شرط بالا در معادله پیوستگی، در نهایت معادله پیوستگی به فرم ساده شده زیر درمی‌آید:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

که در آن u ، v و w به ترتیب مؤلفه‌های سرعت سیال در راستای x ، y و z می‌باشند.

- معادله بقای مومنتوم (ناویر-استوکس):

طبق قانون دوم نیوتن می‌توان نتیجه گرفت که نرخ افزایش اندازه حرکت یک المان سیال برابر است با برآیند نیروهای وارد بر آن المان. معادله بقای مومنتوم یا اندازه حرکت به صورت کلی با استفاده از معادله ناویر-استوکس برای یک سیال لزج تراکم‌ناپذیر (با فرض راستای قائم مطابق بر محور y و تقریب بوزینسک) به شکل زیر قابل نمایش است:

(5)

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu_{eff} \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\nu_{eff} \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_{eff} \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right) \right) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu_{eff} \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\nu_{eff} \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_{eff} \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right) \right) - g \left(\frac{\rho - \rho_0}{\rho} \right) \\ \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\nu_{eff} \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\nu_{eff} \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_{eff} \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right) \right) \end{aligned}$$

که در آن u ، v و w به ترتیب مؤلفه‌های سرعت میانگین در راستاهای x ، y و z است. P ، ν_{eff} ، g و ρ به ترتیب زمان، فشار، هیدرودینامیک، لزجت سینماتیک مؤثر (مجموع لزجت سینماتیک مولکولی سیال و لزجت آشفته جریان)، شتاب گرانش، چگالی سیال و چگالی مرجع سیال می‌باشند.

در حل مسائل CFD، گام نخست شبیه سازی هندسه جریان است. با هدف شبیه سازی فرایند آبیگری، در این پژوهش یک حجم مکعب مستطیل از سیال برای مدلسازی محیط دریا -از بستر تا سطح آب- در نظر گرفته شده است. در کف این مکعب (بستر دریا)، سازه آبیگری قرار داده شده است. ابعاد این حجم در جهت طول (X) و عرض (Z) به ترتیب برابر با ۰/۹ و ۰/۴۵ متر و ارتفاع آن در جهت Y (با فرض راستای قائم مطابق بر محور Y) ۰/۳۲ متر در نظر گرفته شده است. به این ترتیب ارتفاع مکعب معرف عمق دریا در نقطه آبیگری است. طرح سازه آبیگر برگرفته از نمونه واقعی یک آبیگر عمقی است که جهت آبیگری در تأسیسات نمک زدایی شهر سیدنی استرالیا (منبع [۷]) طراحی و ساخته شده است. جهت محدود نمودن حرکت آبزیان، رشد صدف ها و تجمع زباله، فاصله بین میله های آبیگر طوری طراحی شده تا سطح مقطع عبوری از کلاهی آبیگر به میزان ۵۰ درصد کاهش یابد. در شکل ۲، ابعاد به کار رفته در مدل برای سازه آبیگر قابل مشاهده می باشد. مقیاس هندسی برای مدلسازی این آبیگر در ابعاد کوچک $L_r = \frac{1}{40}$ می باشد و روش تخلیه مشابه حالت واقعی به صورت ثقلی در نظر گرفته شده است.

به این ترتیب با توجه به حضور سطح آزاد و غالب بودن نیروهای اینرسی و ثقل، عدد فرود (Fr)، عدد بی بعد حاکم محسوب شده و مقیاس میان سرعت و دبی بین مدل و نمونه واقعی به صورت زیر قابل استخراج است:

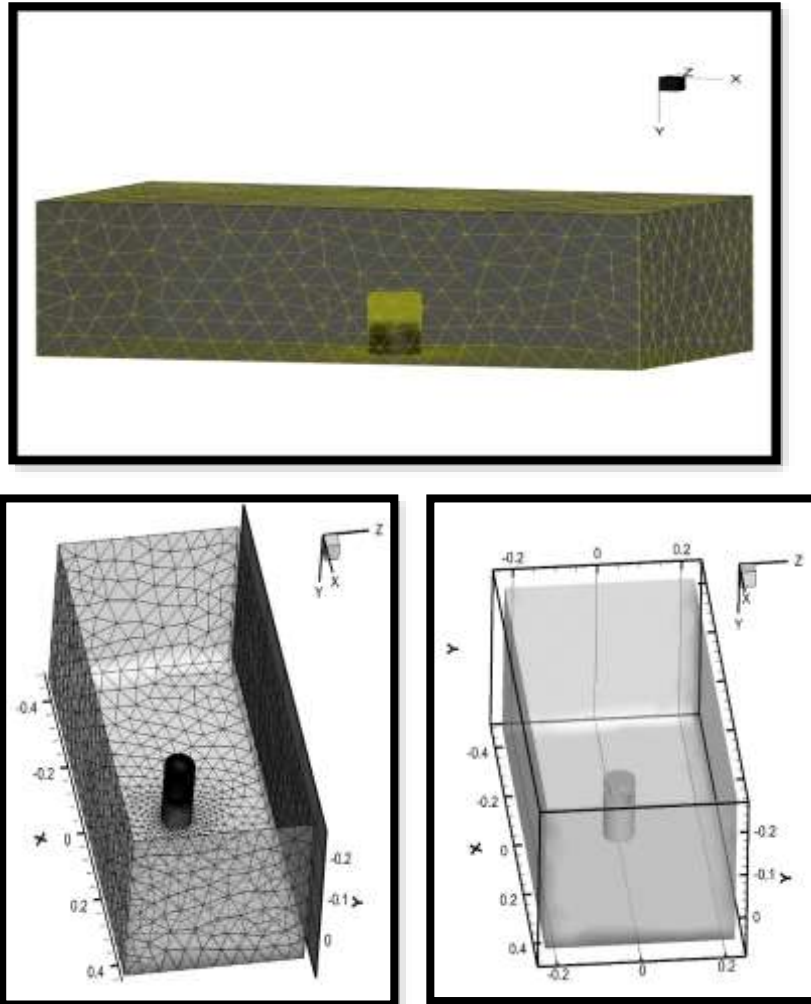
$$(Fr)_m = (Fr)_p \rightarrow \frac{V_m}{\sqrt{gL_m}} = \frac{V_p}{\sqrt{gL_p}} \rightarrow \frac{V_m}{V_p} = \sqrt{\frac{L_m}{L_p}} \rightarrow V_r = \sqrt{L_r} \quad (6)$$

$$Q_r = \frac{Q_m}{Q_p} = (L_r)^{2.5} \quad (7)$$



شکل ۲) هندسه و ابعاد سازه مدل آبیگر مورد مطالعه در این تحقیق (کوچک شده در مقیاس ۱:۴۰)

در مدلسازی هندسی و فرایند تولید شبکه، از شبکه‌های بدون سازمان استفاده شده است تا امکان مدلسازی هندسه‌های پیچیده‌تر میسر شود. با این روش در عین حال از ویژگی تطبیق شبکه^۱ به منظور حل میدان جریان بهره گرفته می‌شود. به منظور تغییر در ابعاد مش همچنین می‌توان از شبکه‌های بلوک‌بندی شده‌ی سازمان‌یافته استفاده نمود. در این مطالعه به دلیل وجود سازه آبیگر درون دامنه محاسباتی، شبکه‌بندی به شکل غیر سازمان‌یافته و مثلثی^۲ در فضای داخل و خارج دهانه آبیگر انجام گرفته است. همچنین به منظور افزایش دقت مدلسازی در اطراف دهانه آبیگر، اندازه سلول‌های محاسباتی کوچک‌تر در نظر گرفته شده است (شکل ۳).



شکل ۳) نمایی کلی از هندسه و شبکه‌بندی مدل

در این مدل، جریان به صورت غیرماندگار^۳، آشسته، سه‌بعدی، تک فاز (آب) و تراکم‌ناپذیر لحاظ شده است. مرزهای اطراف و کف مکعب به صورت wall و مرز منطبق بر سطح آزاد در بالا و مرز خروجی آب، هر دو pressure-outlet در نظر گرفته شده‌اند. با توجه به وجود سطح آزاد در بالا و خروج آب به محیط، فشار نسبی^۴ صفر لحاظ شده است.

۳. نتایج

در این مطالعه مدلسازی کلاهیک آبیگر برای دبی‌های مختلف برداشت آب از دریا انجام گرفته است. برای این منظور و جهت دستیابی به دبی‌های مختلف، قطر مجرای خروجی (d) در مدل‌های مختلف ۰/۵، ۰/۷، ۰/۸ و ۱ سانتی‌متر در نظر گرفته شده است. تغییر ابعاد مجرای

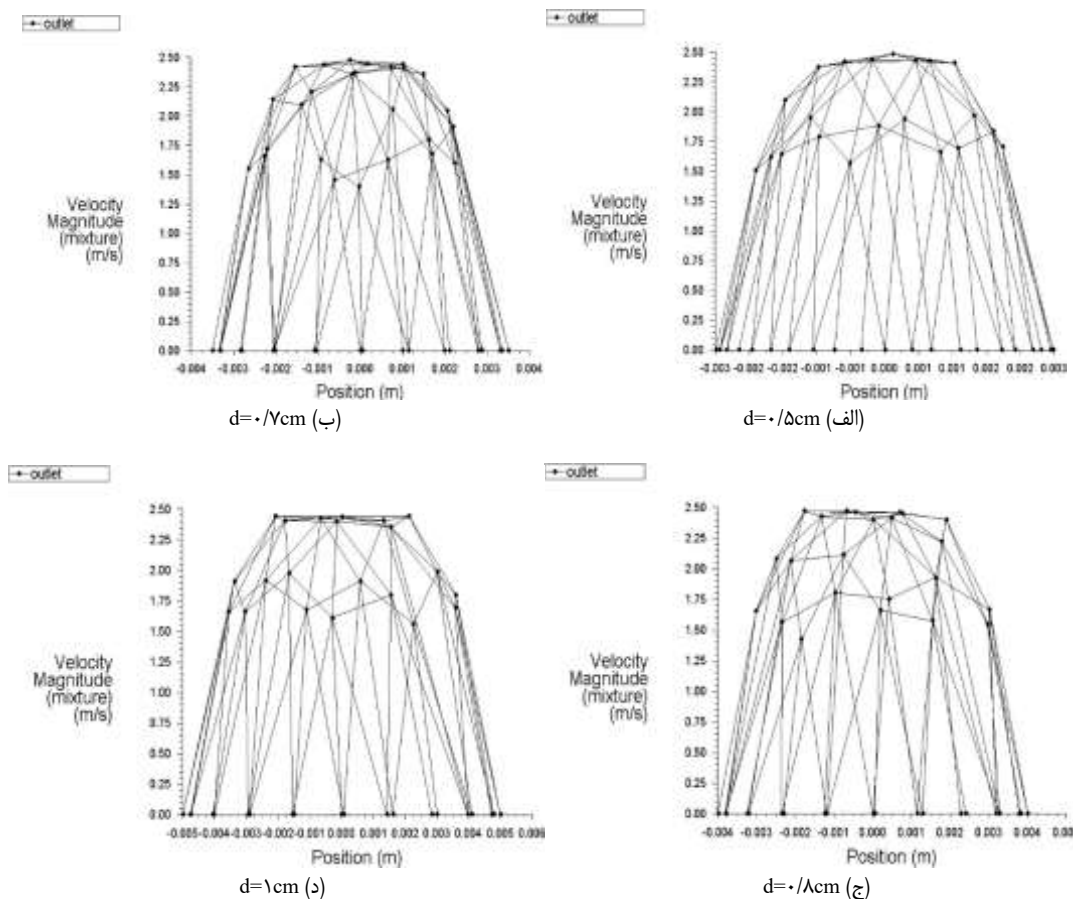
^۱ Adapt Mesh

^۲ Curvature

^۳ Transient

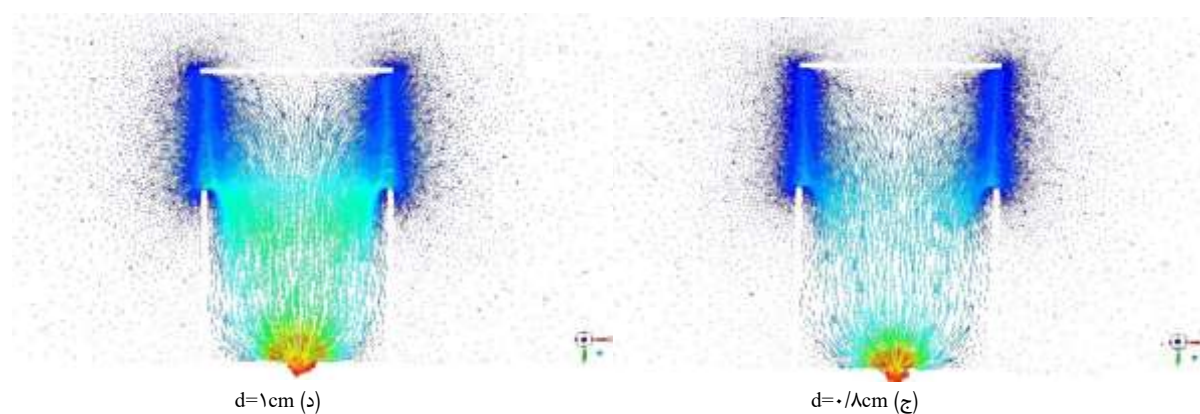
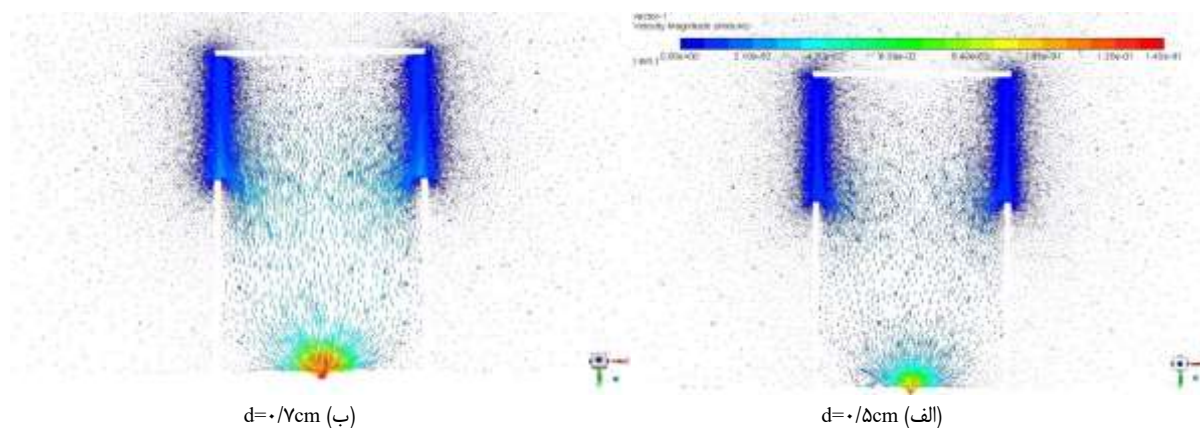
^۴ Gauge Pressure

خروجی و در نتیجه تغییر دبی برداشت باعث ایجاد سرعت‌های مختلف در دهانه خروجی و رفتار متفاوت جریان در دهانه آبگیر می‌شود. در شکل زیر میدان سرعت و جریان به عنوان نمونه در دهانه آبگیر با مجاری با قطرهای مختلف نمایش داده شده است. در این شکل ورود جریان به داخل سازه، تشکیل گردابه‌ها در اطراف مجاری آبگیر و در نهایت خروج آب از مجرای تحتانی به خوبی قابل مشاهده است. به دلیل آشفتگی جریان و شکل‌گیری گردابه‌ها در ورودی دهانه آبگیر و داخل کلاهی آن، افت انرژی محسوسی در فرایند آبگیر اتفاق می‌افتد. در شکل ۴ پروفیل سرعت در مجرای خروجی تحتانی در مدل‌های مختلف ترسیم شده است. سرعت در مرزها صفر بوده و در مرکز جریان توسعه یافته و به حالت تقریباً یکنواخت می‌رسد.

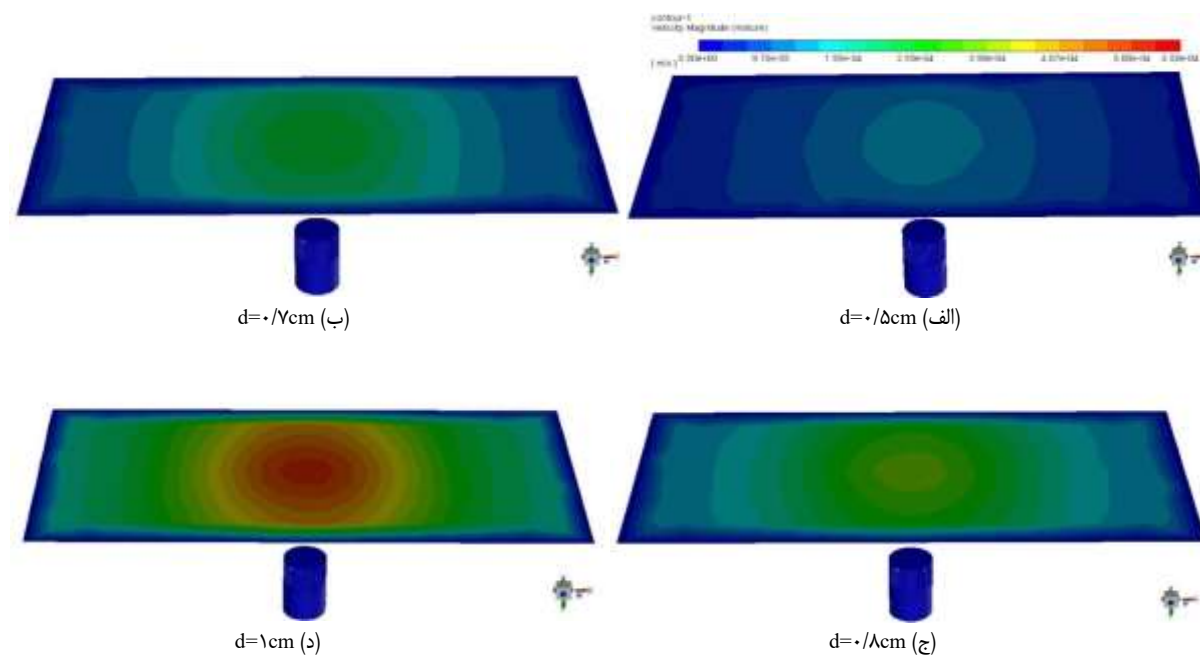


شکل ۴) پروفیل سرعت در مجرای خروجی آبگیر در شبیه‌سازی‌های مختلف

در شکل ۵ تغییرات سرعت در مجاورت دهانه آبگیر در حالات مختلف (مجاری خروجی با قطرهای متفاوت) نشان داده شده است. در این شکل مشاهده می‌شود که همان‌طور که انتظار می‌رود با افزایش قطر مجرای خروجی و افزایش دبی برداشت آب، حداکثر سرعت در دهانه آبگیر برای مدلی با قطر مجرای ۱ cm رخ می‌دهد. مقدار این سرعت در مدل کوچک مقیاس در حدود 0.55 m/s است. با توجه به رابطه ۶ و مقیاس $\sqrt{L_r}$ بین سرعت در مدل و نمونه واقعی این سرعت در نمونه واقعی برابر با 0.384 m/s خواهد بود. عدم یکنواختی سرعت در دهانه آبگیر به طور آشکار بیانگر آن است که سرعت یکنواخت جریان در مجرای خروجی، ناشی از آشفتگی جریان، به حالت کاملاً غیر یکنواخت در دهانه آبگیر تغییر شکل می‌دهد.

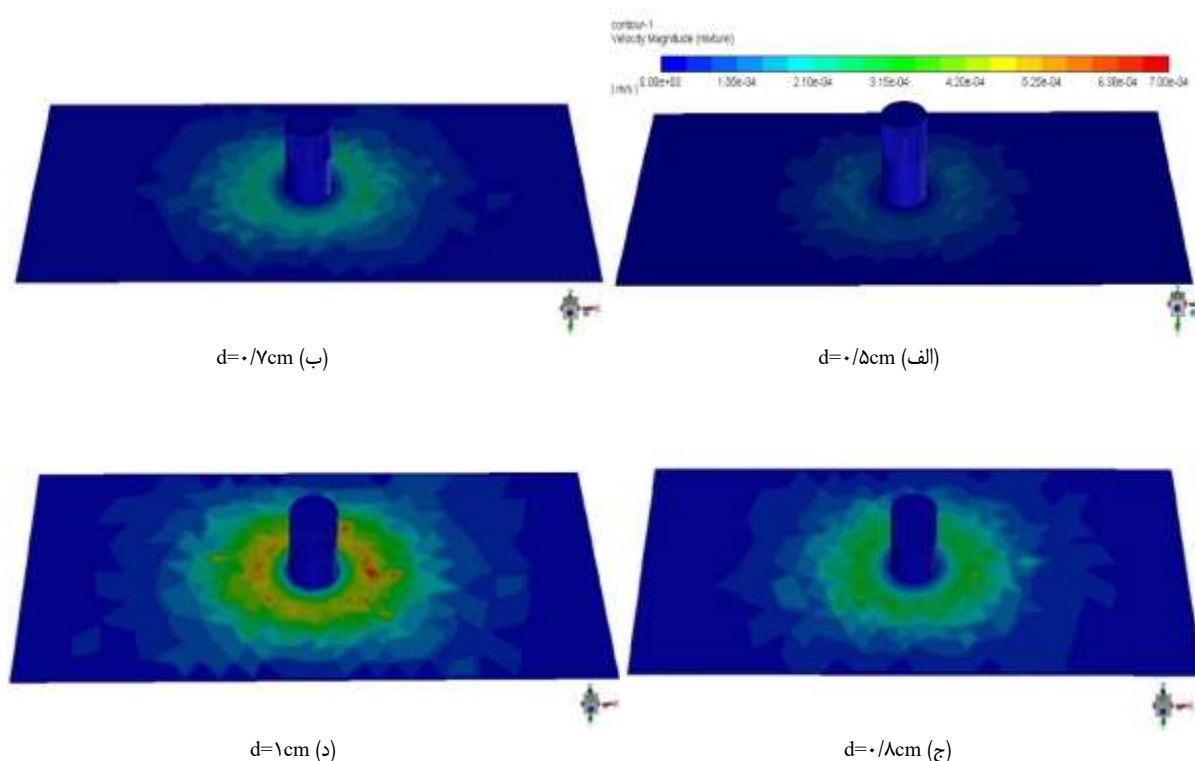


شکل ۵) تغییرات سرعت در اطراف سازه آبگیر و مجرای تحتانی در شبیه‌سازی‌های مختلف آبگیر در شکل ۶، مقادیر سرعت در سطح آب برای حالت‌های مختلف مجاری آبگیر، ترسیم شده است. در این شکل مشاهده می‌شود که افزایش دبی برداشت آب موجب افزایش سرعت جریان در سطح دریا می‌شود. این افزایش سرعت می‌تواند موجب تغییرات شکل جریان در سطح دریا شود و حرکت کشتی‌ها و شناورها را با اختلال مواجه سازد. لذا توجه به این نکته در نقطه آبگیری دارای اهمیت است.



شکل ۶) کانتورهای سرعت در سطح آب دریا در شبیه‌سازی‌های مختلف آبگیر

در شکل ۷ نیز تغییرات سرعت محیط در نزدیکی بستر ناشی از آبگیری با دبی‌های مختلف نشان داده شده است. این مقادیر نشان می‌دهند که افزایش آبگیری موجب افزایش محدوده سرعت در مجاورت بستر خواهد شد. این افزایش البته کمتر از تأثیر دبی آبگیری بر سرعت در دهانه آبگیر و کمتر از تأثیر آن بر سرعت محیط در مجاورت بستر است. به منظور مقایسه کمی مقادیر بدست آمده در جدول ۱ مقادیر سرعت بیشینه بدست آمده در مجاورت سطح، دهانه آبگیر و بستر برای حالات مختلف شبیه‌سازی نشان داده شده است.

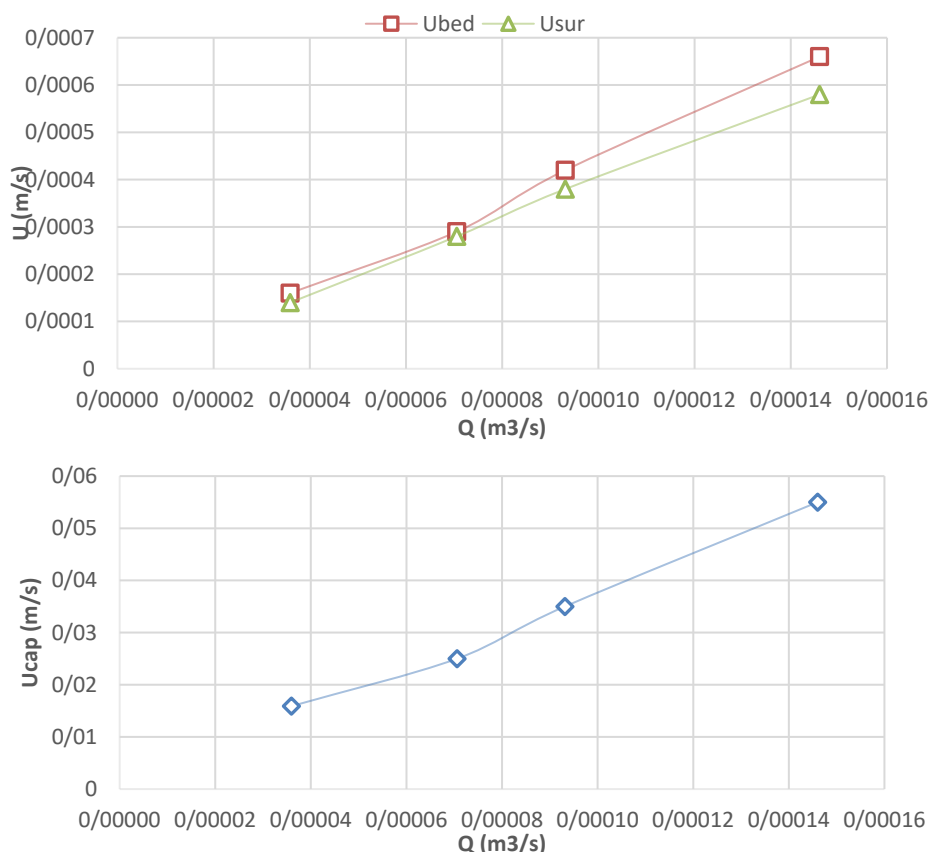


شکل ۷) تغییرات سرعت در بستر دریا در شبیه‌سازی‌های مختلف آبگیر

جدول ۱) مقایسه سرعت‌ها در دهانه آبگیر با توجه به دبی‌های مختلف آبگیری در مدل‌های کوچک مقیاس شبیه‌سازی شده

ردیف	قطر مجرای خروجی (d)	متوسط دبی آبگیری (Q)	سرعت متوسط در مجرای خروجی (U_0)	بیشینه سرعت در دهانه آبگیر (U_{cap})	بیشینه سرعت در مجاورت بستر (U_{bed})	بیشینه سرعت در سطح دریا (U_{sur})	قطر دهانه آبگیر (D)	قطر مجرای غریبال (d')	عمق آب محیط (H)	ارتفاع آبگیر تا سطح آب (h')	ارتفاع سطح آبگیر تا بستر (h)
۱	۰/۰۰۵ m	$3/6e^{-5} m^3/s$	۱/۸۳۱ m/s	۰/۰۱۵۹ m/s	۰/۰۰۰۱۶ m/s	۰/۰۰۰۱۴ m/s	۰/۰۰۷۵ m	۰/۰۰۲۵ m	۰/۳۲۷۵ m	۰/۲ m	۰/۱۲۷۵ m
۲	۰/۰۰۷ m	$7/1e^{-5} m^3/s$	۱/۸۳۵ m/s	۰/۰۲۵ m/s	۰/۰۰۰۲۹ m/s	۰/۰۰۰۲۸ m/s	۰/۰۰۷۵ m	۰/۰۰۲۵ m	۰/۳۲۷۵ m	۰/۲ m	۰/۱۲۷۵ m
۳	۰/۰۰۸ m	$9/3e^{-5} m^3/s$	۱/۸۵۴ m/s	۰/۰۳۵ m/s	۰/۰۰۰۴۲ m/s	۰/۰۰۰۳۸ m/s	۰/۰۰۷۵ m	۰/۰۰۲۵ m	۰/۳۲۷۵ m	۰/۲ m	۰/۱۲۷۵ m
۴	۰/۰۱ m	$1/46e^{-4} m^3/s$	۱/۸۶ m/s	۰/۰۵۵ m/s	۰/۰۰۰۶۶ m/s	۰/۰۰۰۵۸ m/s	۰/۰۰۷۵ m	۰/۰۰۲۵ m	۰/۳۲۷۵ m	۰/۲ m	۰/۱۲۷۵ m

مقادیر بدست آمده برای سرعت جریان در حالات مختلف مدل‌سازی به صورت نمودار شکل ۸ نیز ترسیم شده است. در این نمودار مشاهده می‌شود که افزایش دبی برداشت موجب افزایش سرعت در مجرای تحتانی، دهانه آبگیر و بستر دریا می‌شود، اگرچه که ناشی از شرایط آشفته‌گی و افت‌های جریان این افزایش سرعت بین این نقاط روندی مشابه ندارد. در نهایت مشاهده می‌شود که سرعت دهانه آبگیر که از طریق برقراری رابطه پیوستگی بین مجرای خروجی و کلاهی آبگیر بدست آمده، نزدیک به سرعت بدست آمده از شبیه‌سازی بوده که این امر به عنوان روشی برای چک نمودن دقت شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۸) نمودار دبی نسبت به پارامترهای مختلف سرعت در حالات مختلف شبیه سازی شده

۴. بحث و نتیجه گیری

در آینده ای نزدیک روش های سنتی و مرسوم تأمین آب، پاسخگوی نیازهای بشر نخواهد بود و استفاده از روش های جداسازی برای تأمین آب شرب و صنعتی، ضرورت پیدا خواهد کرد، به نحوی که در برخی از موارد تنها گزینه باقی مانده برای تأمین آب مورد نیاز مناطق ساحلی، نمک زدایی از آب دریا خواهد بود. این موضوع می تواند به روش های مختلف (حرارتی یا اسمز معکوس و ...) انجام پذیرد. در همه این روش های دریافت آب با کیفیت در احجام بالا مورد نظر می باشد. این موضوع در سال های اخیر باعث افزایش روند آبیگری از دریا بالأخص از طریق آبیگرهای مستقیم شده است. در این تحقیق از طریق مدلسازی کامپیوتری دهانه آبیگر در آبیگرهای باز عمقی، تأثیر افزایش برداشت آب در تغییر مشخصات جریان در محیط مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور مدل های کوچک مقیاس از یک نمونه واقعی، برای قطره های مختلف مجرای خروجی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

بر اساس استانداردهای موجود در طراحی آبیگرهای عمقی به منظور ممانعت از ورود ماهی ها و آبزیان شناور بزرگ (عروس های دریایی) محدوده سرعت در دهانه آبیگر باید محدود به ۰/۱ تا ۰/۱۵ متر بر ثانیه باشد. نتایج مدلسازی در حالت مختلف نشان می دهد که افزایش قطر مجرای خروجی تا ۰/۷ سانتی متر، می تواند این محدوده سرعت را ارضا کند. به این ترتیب برداشت آب با حجم بیشتر بدون تعددی به استانداردهای زیست محیطی توصیه شده قابل حصول است. در رهنمودهای طراحی آبیگرها همچنین تأکید شده است که فاصله بین دهانه آبیگر تا بستر دریا به منظور جلوگیری از بلند شدن رسوبات بستر و ورود آن ها به داخل سازه آبیگر باید حداقل ۳ متر باشد. مطالعه حاضر نشان می دهد که با افزایش دبی برداشت، سرعت در مجاورت این رسوبات نیز به نحو محسوسی افزایش خواهد یافت. تعیین محدوده دقیق سرعت بلند شدن انواع رسوبات ناشی از افزایش دبی برداشت آب در آبیگرهای عمقی نیازمند به مطالعات بیشتری است که خارج از حوزه این مطالعه بود و پیشنهاد می شود در مطالعات آتی مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

1. Henthorne, L., & Boysen, B. (2015). State-of-the-art of reverse osmosis desalination pretreatment. *Desalination*, 356, 129-139.
۲. نواری، م، شفیع فر، م، شرافتی زنگنه، م. (۱۳۸۰). روش‌های مختلف آبگیری از دریا. مجله عمران شریف، شماره بیست و نهم، ۳۲-۳۶.
3. Gille, D. (2003). Seawater intakes for desalination plants. *Desalination*, 156(1-3), 249-256.
4. Le Roux, M. (2010). Investigation of Marine Components of Large Direct Seawater Intake & Brine Discharge Systems for Desalination Plants , Towards Development of a General Design Approach. UNIVERSITY OF STELLENBOSCH.
5. Christensen, E., Eskesen, M., Buhrkall, J., & Jensen, B. (2014). Analyses of hydraulic performance of velocity caps. In 3rd International Association for Hydro-Environment Engineering and Research Europe Congress. Porto, Portugal.
۶. نیک صفت، غ. ر. (۱۳۸۰). تئوری و کاربرد مدل‌های هیدرولیک در طراحی سازه‌های آبی.
7. Abessi, O. and Roberts, P.J., 2014. Multiport diffusers for dense discharges. *Journal of Hydraulic Engineering*, 140(8), p.04014032.
8. Gude, G. ed., 2018. Sustainable desalination handbook: plant selection, design and implementation. Butterworth-Heinemann. Design and Construction of Open Intakes. (pp. 201-225).

The effect of discharge variation on deep Seawater intakes

Hajitabar Mohamad¹, Abessi Ozeair², Hamidi Mehdi³

1. Master Student, School of Civil Engineering, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran
2. Assistant Professor, School of Civil Engineering, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran
3. Assistant Professor, School of Civil Engineering, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran

Abstract:

The main purpose of designing seawater intake is feedwater supply for seawater desalination plants, coastal powerplant and other coastal industries. The design should be economically and environmentally acceptable besides providing high quality water with needed volume flux. The intakes are generally divided in two groups i.e. direct and indirect intakes. The efficiency of direct intakes is a rigid function of sea condition such as the changes in sea water level and hydrodynamic of waves and tides. In such intakes finding the dimension of intake and the range of discharge is a challenging topic in which they can cause disturbance in the functionality of the intake system. In this study the effect of discharge variation on the operation of deep intakes has been investigated. The hydrodynamic of the flow in nearfield region of intake cap has been studied. So the ANSYS Fluent model is used to simulate the impact of discharge variation in the surface of flow near the cap, water surface and sea bed.

Keywords: *Seawater Intake, Deep intake, CFD, Environmental considerations, ANSYS Fluent.*



استخراج پروفایل سرعت و جهت باد بر روی سطوح آبی، با استفاده از تصاویر حرارتی سنجنده

مادیس

حمیدرضا حاجی غلامی^۱، محمدرضا مباشری^{۲*}، مجید رحیمزادگان^۳

۱. دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۲. استاد، آزمایشگاه سنجش‌ازدور و مدیریت داده، مشهد، ایران

۳. استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

چکیده

پروفایل سرعت و جهت باد تنها در تعداد معدودی نقاط موجود در سطح زمین و آنهم توسط رادیوساندها اندازه‌گیری می‌شود. برای استفاده در مدل‌های عددی پیش‌بینی عددی هوا نیاز به داده‌هایی با قدرت تفکیک مکانی بالاتری می‌باشد. از طرف دیگر، روش‌های سنجش‌ازدوری موجود جهت استخراج سرعت و جهت باد برپایه دنبال کردن اهداف جوی نظیر گرادین‌های رطوبت و لکه‌های ابر توسط تصاویر سری زمانی ماهواره‌های زمین‌آهنگ می‌باشد. این روش‌ها نیز عموماً دارای قدرت تفکیک مکانی و ارتفاعی پایینی می‌باشند. استخراج سرعت و جهت باد در سطوح ژئوپتانسیل مختلف برای پیش‌بینی هوا از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. در این تحقیق که بر روی سطوح آبی انجام شد، از داده‌های رادیوساند، تصاویر فشار سطح زمین مادیس و داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک و همچنین محصولات باد GOES-15 استفاده گردید. در این پژوهش ابتدا پروفایل فشار با استفاده از معادلات هیدرواستاتیک که بر پایه فرض کوچک بودن حرکات قائم جوی می‌باشد استخراج گردید. سپس بردارهای باد با استفاده از فرض تعادل زمین‌گرد در سطوح ارتفاعی مختلف برآورد گردید. در این تحقیق مدل ارائه شده و همچنین محصولات باد تصاویر زمین‌آهنگ با استفاده از داده‌های رادیوساند در سطوح ارتفاعی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. در بخش بعد مدل ارائه شده با استفاده از محصولات سرعت و جهت باد مدل‌های جوی مورد ارزیابی قرار گرفت. در مقایسه نتایج مدل ارائه شده و محصولات باد تصاویر زمین‌آهنگ با داده‌های رادیوساند مقدار خطای متوسط بردارهای باد به ترتیب حدود ۷، ۸ و ۹/۸ متر بر ثانیه برای مدل ارائه شده و ۳/۶، ۷/۶، ۱/۸ برای روش‌های موجود سطوح ارتفاعی ۵۹۰۰، ۷۶۰۰، ۹۶۰۰ برای ماه ژانویه بدست آمد. نتایج مدل ارائه شده دارای دقت نزدیک به روش‌های سنجش‌ازدوری موجود استخراج سرعت و جهت باد در شرایط آسمان صاف است. از آنجایی که روش موجود وابسته به وجود اهداف جوی نبوده و دارای قدرت تفکیک مکانی و ارتفاعی بهتری نسبت به روش‌های دیگر موجود می‌باشد، می‌تواند از کاربرد بالایی برخوردار باشد.

واژه‌های کلیدی: سرعت و جهت باد، پروفایل، مادیس، سنجش‌ازدور.

۱. مقدمه

سرعت و جهت باد در سطوح ارتفاعی مختلف یکی از پارامترهای مهم در مدل های پیش بینی عددی آب و هوا می باشد. این مدل ها برای پیش بینی هرچه بهتر نیاز به داده های با تفکیک مکانی بالا و پیوسته دارند. داده های ماهواره های به دلیل پوشش مناسب می توانند در استخراج سرعت و جهت باد مورد استفاده قرار گیرند [۱]. مشاهدات ماهواره های تنها منبع اصلی داده برای باد در محدوده گسترهی نیمکره جنوبی می باشند [۶]. در روش های سنجش از دوری موجود، سرعت و جهت بادهای جوی با استفاده از دنبال کردن هدف های جوی نظیر گرادیان بخار آب و لکه های ابرها در تصاویر سری زمانی برآورد می گردند. این روش ها تنها در موقعیت و ارتفاع اهداف مناسب می توانند سرعت و جهت باد را برآورد کنند که این از جمله محدودیتهای این روش ها می باشد.

۲. پیشینه تحقیق

۲.۱ استخراج سرعت و جهت باد با استفاده از تصاویر سری زمانی

یکی از روش های رایج برای استخراج سرعت و جهت باد استفاده از تصاویر سری زمانی اخذ شده از یک منطقه با استفاده از ماهواره های زمین آهنگ می باشد. ماهواره های زمین آهنگ به دلیل پوشش زمانی ۲۴ ساعته می توانند تصاویر با قدرت تفکیک زمانی بالا تهیه کنند. جابه جایی ابرها در تصاویر سری زمانی جریانات جوی را در مقیاس های مختلف نشان می دهد [۳]. الگوریتم های موجود، سرعت و جهت جریانات جوی را از طریق دنبال کردن هدف های تعریف شده (ابرها یا گرادیان رطوبت) در زمان استخراج و همچنین ارتفاع آنها را در جو تعیین می کند [۴]. این روش در طول سال های ۱۹۷۵ تا اوایل سال ۱۹۸۵ با ترکیب تکنیک های دستی و خودکار برای استخراج سرعت و جهت باد مورد استفاده قرار گرفته اند. در سال ۱۹۹۲ اداره ملی اقیانوسی و جوی (نوا) به استفاده آزمایشی از نرم افزار توسعه داده شده توسط مرکز مهندسی و بخش فضایی دانشگاه Wiscosin برای تولید خودکار محصولات سرعت و جهت باد شروع کرد. این نرم افزار امکان تولید کاملاً خودکار سرعت و جهت باد را از تصاویر سری زمانی بخار آب و جابه جایی ابرها توسط ماهواره های زمین آهنگ را دارا بود. استخراج خودکار حرکات بخار آب و جابه جایی ابرها از تصاویر ماهواره های کاربردی محیطی زمین آهنگ (GOES) از سال ۱۹۹۵ کاربردی گردید و هم اکنون از آن در مدل های عددی کاربردی مرکز ملی برای پیش بینی های محیطی (NCEP) استفاده می گردد [۵]. Meissner & Wentz, (2005) الگوریتم بازیابی اقیانوسی ویندست را به منظور استخراج سرعت و جهت بادهای سطحی دریا گسترش دادند. پایه این الگوریتم براساس مدل انتقال تابش می باشد. در این مدل دمای درخشندگی ماکروویو برحسب پارامترهایی نظیر دمای سطح دریا و بردار سرعت و پروفیل دما و رطوبت جو بیان میگردد. مشاهدات ویندست به همراه مشاهدات ماهواره های دیگر و مدل های پیش بینی عددی برای تعیین و بهبود بادهای ناشی از مؤلفه گسیلمندی سطح دریا در مدل انتقال تابش استفاده گردید [۵].

۲.۲ استخراج پروفایل دما و رطوبت با استفاده از باندهای حرارتی مادیس

استفاده از باندهای حرارتی تصاویر ماهواره ای در تولید پروفایل های جوی به یک روش رایج تبدیل شده است [۶]. بازیابی پروفایل های جوی از مشاهدات چگالی شار تابشی اولین بار توسط کینگ مطرح شد [۷]. کاپلان (۱۹۵۹) مفاهیم پروفایل گیری از تابش حرارتی را توسعه داد و نشان داد که توزیع قائم دمای جو می تواند توسط توزیع تابش های جوی استخراج گردد [۷].

طیف سنج تصویر بردار با قدرت تفکیک متوسط (MODIS^۱) دارای باندهای طیفی زیادی بر روی پروفایل گیر تابش مادون قرمز با قدرت تفکیک بالا می باشد. بنابراین امکان تولید پروفایل رطوبت و دما و شاخص پایداری از مشاهدات مادون قرمز مادیس وجود دارد [۷]. الگوریتم مادیس از الگوریتم های ماهواره محیطی کاربردی زمین ایستا (GOES^۲) و پروفایل بردار تابش حرارتی فروسرخ با قدرت تفکیک زیاد (HIRS^۳) گرفته

Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer^۱
Geostationary Operational Environmental Satellite^۲
High resolution Infrared Radiation Sounder^۳

شده است با این تنظیمات که در صورت عدم حضور باندهای طیفی پروفایل بردار در آرام‌سپهر و به منظور تحقق بخشیدن مزیت افزایش قدرت تفکیک مکانی به همراه سیگنال به نویز، مناسب باشد [۷].

روش مورد استفاده برای بازیابی پروفایل‌های جوی دما و رطوبت مادیس، رگرسیون آماری از پیش تعیین شده بین چگالی شار تابش‌های اندازه‌گیری شده یا مدل‌سازی شده با پروفایل‌های جوی متناظر آنها است که این محصولات بانام‌های (MOD07) و (MYD07) به ترتیب برای سکوی ترا و آکوا می‌باشد [۱۰]. در این روش از داده‌های حدس اولیه بدست آمده از پایگاه داده پروفایل جهانی سی‌بور (SeaBor) که شامل پروفایل‌های جهانی دما، رطوبت و ازن است، استفاده می‌شود [۷]. برای تبدیل این پروفایل‌ها به تابندگی‌های باند طیفی مادیس، از مدل انتقال تابشی انجمن (CRTM¹) استفاده می‌شود [۱۱]. رحیم‌زادگان و مباشری (۲۰۱۱)، تکنیک روش رگرسیون آماری محلی (LSRPR²) را برای کاهش عدم قطعیت‌ها و بهبود بازیابی پروفایل دمای مادیس ارائه نمودند. آنها از داده‌های رادیوساند جهت محاسبه ضرایب رگرسیون و حدس اولیه پروفایل دما استفاده نمودند. روش آنها دارای RMSE بین ۰.۳۸ و ۳.۸۶ کلون داشت [۸]. از مزایای این روش بهبود دقت بازیابی با استفاده از حدس اولیه و ماتریس وزن تولید شده از داده‌هایی که به طور مستقیم از منطقه اندازه‌گیری شده است، می‌باشد. این امر سبب حذف عدم قطعیت‌های مدل گذشته در محاسبه ضرایب رگرسیون آماری می‌گردد و نتایج دارای سازگاری بهتری با شرایط منطقه می‌باشد [۹].

۳.۲ استخراج پروفایل فشار با استفاده از داده‌های سنجش از دور

پروفایل فشار عموماً با استفاده رادیوساندها در ایستگاه‌های هواشناسی اندازه‌گیری می‌شوند که مدل‌های پیش‌بینی عددی از این پروفایل‌ها برای پیش‌بینی‌های عددی خود استفاده می‌کنند [۱۱]. این پروفایل‌ها دارای دقت بالایی در محل اندازه‌گیری می‌باشند. از طرفی این داده‌ها تنها در نقاط معدودی برداشت می‌گردند که مطمئناً با دور شدن از این نقاط اعتبار آنها کاهش می‌یابد. یک روش دیگر برای اندازه‌گیری پروفایل فشار استفاده از تکنیک لیدار می‌باشد. کورب (۱۹۷۷) اولین بار استفاده از تکنیک لیدار با قدرت تفکیک طیفی بالا برای اندازه‌گیری پروفایل فشار با استفاده از مشاهدات در باله‌های جذب جوی ارائه کرد [۱۲]. کورب و ونگ (۱۹۸۳) یک تکنیک لیدار تفاضل جذبی دو طول موجی را برای مشاهدات پروفایل فشار در باند A اکسیژن در طول موج ۰.۷۶ میکرومتر ارائه دادند. حاجی غلامی و همکاران (۱۳۹۵) از معادلات جو هیدرواستاتیک و تصاویر حرارتی سنجنده مادیس و فشار سطح مادیس جهت تولید پروفایل‌های فشار در شرایط جوی متفاوت استفاده کردند. آنها نشان دادند پروفایل فشار بدست آمده هم در جو پایدار و هم در جو ناپایدار معتبر بوده که نشانگر کارایی این مدل در استخراج پروفایل فشار در شرایط آسمان صاف می‌باشد [۱۳].

یکی از روش‌های استخراج بردارهای باد، بررسی نیروهای کنترل کننده حرکات جوی می‌باشد. مهمترین نیروهای کنترل کننده حرکات جوی، نیروی گرادیان فشار هوا و نیروی کوریولیس می‌باشد [۶]. بادهای زمین‌گرد یکی از مهمترین حرکات جو می‌باشد. در این نوع بادهای نیروی کوریولیس و نیروی گرادیان فشار در تعادل بوده و برآیند نیروی‌های وارده صفر بوده و در نتیجه مقدار شتاب این نوع حرکت صفر می‌باشد. در این نوع حرکت جوی، امتداد بردارهای باد در راستای منحنی‌های هم‌فشار می‌باشد [۶].

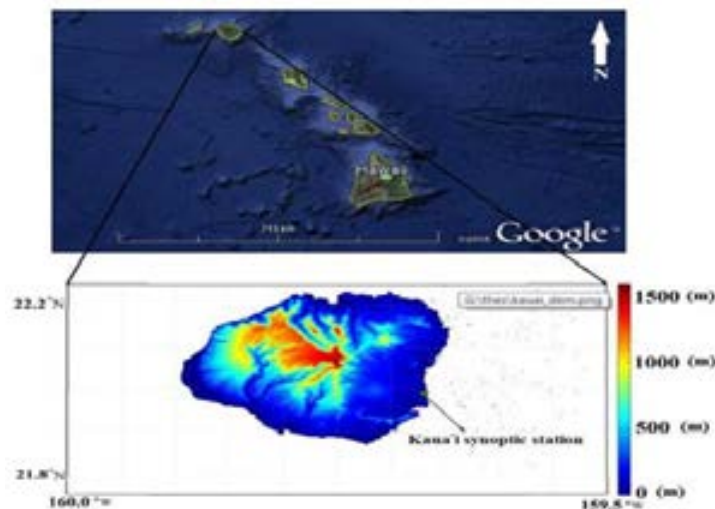
۳. مواد و روش‌ها

۳.۱ داده‌ها و منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق از پروفایل‌های جوی و فشار سطح زمین موجود در محصولات جوی مادیس استفاده گردید. این محصولات با نام‌های MYD07/MOD07 به ترتیب برای سکوی ترا و آکوا ارائه می‌گردد. محصولات پروفایل‌های دما و رطوبت مادیس در قدرت تفکیک مکانی

Community Radiative Transfer Model¹
Localized Statistical Regression Profile Retrieval²

۵ کیلومتر با استفاده از متوسط تابش در پنجره‌های ۵×۵ پیکسل بدون ابرسطح-۱ مادیس با قدرت تفکیک ۱ کیلومتر محاسبه گردید. به منظور ارزیابی مدل ارائه شده در این تحقیق از داده‌های رادیوساند استفاده گردید. این داده‌ها شامل پروفایل دما، رطوبت، فشار و ارتفاع ژئوپتانسیل می‌باشد. برای تهیه داده‌های رادیوساند، از مرکز پایگاه داده‌های اقلیمی بین‌المللی متعلق به اداره ملی اقیانوسی و جوی (نوا) استفاده شده است. این داده‌ها به طور منظم دوبار در روز در زمان ۱۲۰۰۰ و ۱۲ به وقت جهانی در سراسر جهان با بالون جمع‌آوری می‌شوند. سرعت و جهت باد، دما، فشار، نسبت آمیختگی بخار آب پارامترهایی هستند که با حسگرهای رادیوساند اندازه‌گیری شده و مستقیماً به زمین ارسال می‌گردد. منطقه مورد نظر برای استخراج سرعت و جهت باد جزیره کائوآئی واقع در مجمع‌الجزایر هاوایی می‌باشد، این منطقه در موقعیت جغرافیایی $21^{\circ}0'N$ و $159^{\circ}59'E$ و در ارتفاع ۴۵ متری از سطح دریا قرار دارد. علت انتخاب این منطقه همزمانی گذر سکوی آکوا با داده‌های رادیوساند در ساعت ۰۰۰۰ به وقت جهانی جهت ارزیابی مدل ارائه شده در این تحقیق و همچنین کاهش عدم قطعیت استخراج سرعت و جهت باد می‌باشد. شکل (۱-۲) موقعیت منطقه مورد مطالعه به همراه مدل رقومی ارتفاعی آن (مستخرج از تصاویر ASTER) را نشان می‌دهد



شکل (۱) تصویر منطقه مورد مطالعه به همراه مدل رقومی ارتفاعی آن

۳.۲ روش پژوهش و آماده‌سازی داده‌ها

همانگونه که گفته شد، روش‌های کنونی مورد استفاده برای استخراج سرعت و جهت باد مبتنی بر تصاویر سری زمانی می‌باشد که در آنها جریانات جوی را با رهگیری هدف‌های ابری و گرادیان بخار آب استخراج می‌کنند. قدرت تفکیک مکانی باد استخراج شده وابسته به حضور هدف‌های مناسب جوی جهت دنبال کردن می‌باشد. در این تحقیق در تلاش برای استخراج بادهای زمین‌گرد با استفاده معادلات مبتنی بر پایه فرض فرض هیدرواستاتیک به صورت پیکسل پایه در شرایط آسمانی صاف که دارای قدرت تفکیک مکانی بهتری نسبت به روش‌های کنونی است. روش استفاده شده در این تحقیق به صورت روندنمای زیر می‌باشد.



شکل ۲) روندنمای روش استخراج سرعت و جهت باد زمینگرد در این تحقیق

در این تحقیق ابتدا با استفاده از پروفایل‌های دما و رطوبت پروفایل دمای مجازی محاسبه گردید. در مرحله بعد پیکسل‌های ابری با استفاده محصول ابر مادیس در سطح اطمینان ۹۵ درصد حذف گردید. سپس به منظور کاهش خطاهای نوارشدگی در باندهای حرارتی مورد استفاده در محاسبه پروفایل دما و رطوبت و همچنین کاهش سایر منابع خطای موجود، با تعریف پنجره‌های با ابعاد ۷۵ کیلومتر و حرکت آن در صحنه، از پروفایل‌های دما، و رطوبت میانگین‌گیری شد. بازه حرکت این پنجره در هر بار به اندازه ابعاد پنجره بوده به طوریکه پروفایل‌های دمای هر پنجره هیچ اشتراکی با پنجره‌های ماقبل و مابعد خود نداشت. سپس با استفاده از پروفایل دمای مجازی بدست آمده و فرض جو هیدرو استاتیک و فشار سطح مادیس پروفایل فشار جوی مادیس در شرایط آسمان صاف محاسبه گردید. همچنین با استفاده از پروفایل فشار بدست آمده و پروفایل دما، پروفایل چگالی هوا محاسبه گشت. سپس با کارگیری پروفایل فشار جوی بدست آمده نقشه‌های منحنی‌های هم‌فشار در سطوح ارتفاعی مختلف برآورد شد. در نهایت با استفاده از شرایط زمین‌گرد که از تعادل دو نیروی غالب جوی یعنی نیروی گرادیان فشار و نیروی کوریولیس می‌باشد، مولفه‌های شمالی و غربی باد مطابق روابط زیر محاسبه گردید:

$$-\alpha \frac{dP}{dx} = 2\omega v \sin\varphi \quad (1)$$

$$-\alpha \frac{dP}{dy} = 2\omega u \sin\varphi \quad (2)$$

در روابط بالا u ، به ترتیب مولفه شرقی-غربی گرادیان فشار و سرعت باد و v به ترتیب مولفه شمالی-جنوبی گرادیان فشار و سرعت باد، α حجم مخصوص هوا در پیکسل مورد بررسی و ω سرعت زاویه دوران زمین می‌باشد. پس از محاسبه مولفه‌های باد زمین‌گرد سرعت و جهت باد محاسبه گردید. برای ارزیابی نتایج مدل ارائه شده در این تحقیق از داده‌های رادیوساند استفاده شد. سپس نتایج مقدار سرعت و جهت باد مدل ارائه به صورت جداگانه و همچنین توانان با داده‌های رادیوساند در سطوح ارتفاعی مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

۴. تجزیه و تحلیل

۱.۴ اعتبار سنجی مدل ارائه شده با استفاده از داده‌های رادیوساند

برای مقایسه نتایج مدل ارائه شده با محصولات باد ماهواره‌های زمین‌آهنگ، از محصولات باد ماهواره GOES-15 واقع در موقعیت 130 درجه غربی استفاده گردید. به منظور ارزیابی نتایج تنها از بردارهای باد در محدوده منطقه مورد مطالعه استفاده گردید و نتایج این محصولات با استفاده از داده‌های رادیوسوند برای ماه‌های ژانویه و فوریه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مدل ارائه شده و محصولات باد ماهواره‌های زمین‌آهنگ در سه سطح مختلف ارتفاعی ۵۵۰۰، ۷۵۰۰، ۹۶۰۰ متری با استفاده از داده‌های رادیوساند مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱).

همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌گردد، نتایج مدل ارائه شده با پروفایل دمای (Rahimzadegan & Mobasheri, 2011) دارای دقت مشابهی با پروفایل دمای مودیس در سطوح ارتفاعی مختلف می‌باشد. در سطح ارتفاعی ۷۶۰۰ متر بردارهای باد استخراج شده با پروفایل مدل (Rahimzadegan & Mobasheri, 2011) دارای ۱ متر بر ثانیه خطای کمتر نسبت به پروفایل دمای مودیس بوده و در سایر سطوح ارتفاعی مدل با پروفایل دمای مودیس دارای دقت به نسبت بهتری می‌باشد. در تمام سطوح ارتفاعی دقت برآورد جهت باد در ایستگاه رادیوسوند منطقه مورد مطالعه با استفاده از پروفایل دمای مدل (Rahimzadegan & Mobasheri, 2011) بهتر بوده ولی دقت برآورد سرعت باد با استفاده از پروفایل دمای مودیس به نسبت بهتر بوده است. در ادامه برای ارزیابی نتایج مدل ارائه شده در مناطق دیگر تصویر، بردارهای باد استخراج شده توسط مدل با استفاده از هر دو پروفایل در کل تصویر توسط بردارهای باد تحلیل‌های مدل GFS در سطوح ارتفاعی مذکور مورد ارزیابی قرار گرفت.

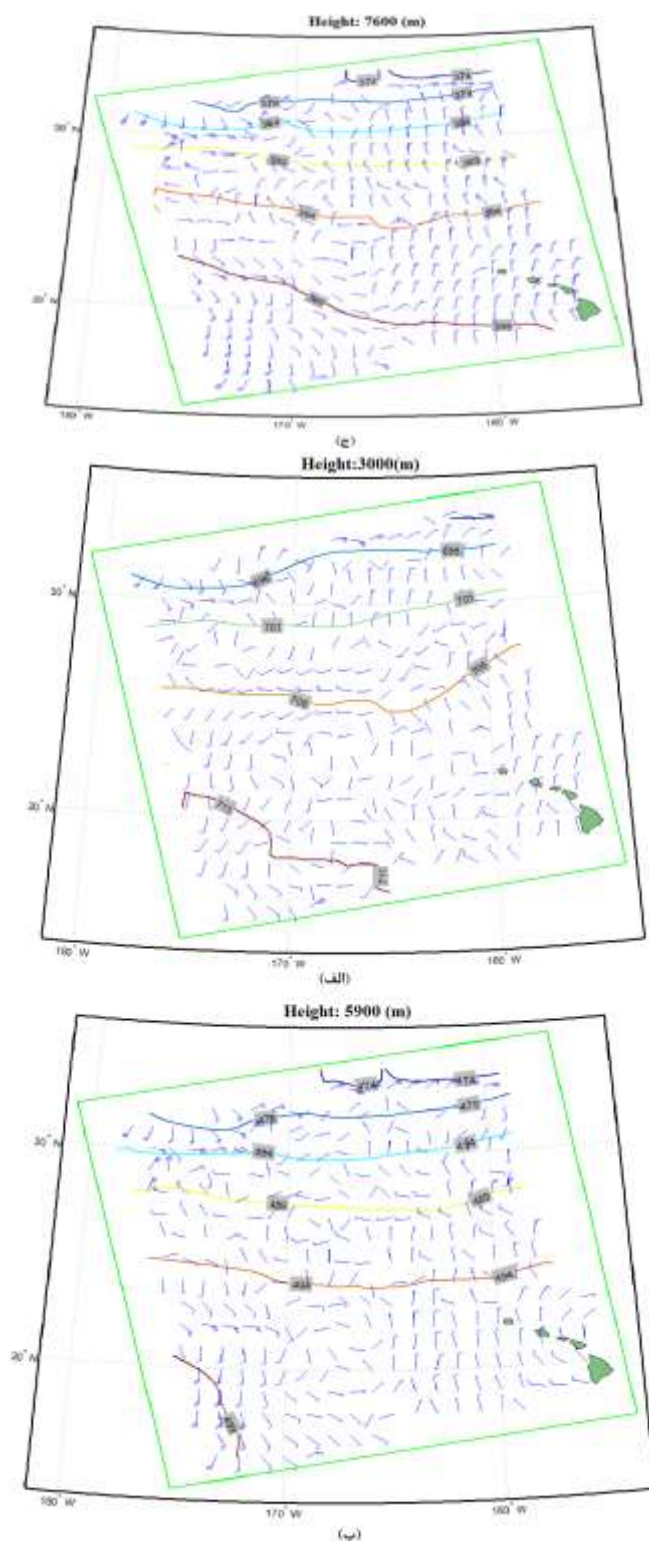
جدول (۱) مقادیر عددی سرعت و جهت و خطای مدل ارائه شده با استفاده از پروفایل‌های دما مودیس و مدل (Rahimzadegan & Mobasheri, 2011) به همراه داده‌های رادیوسوند.

نوع محصول	ارتفاع (متر)	سرعت باد (m/s)	آزمون جهت باد (درجه)	اندازه بردار خطای (m/s)
رادیوسوند	3000	4/6	105	
	5900	16/5	105	
	7600	22/6	115	
مدل با پروفایل دمای مودیس	3000	8/7	71	5/1
	5900	16/5	91	3/9
	7600	19/5	94	8/2
مدل با پروفایل دمای بهیود یافته	3000	10/3	114	5/7
	5900	14	120	4/6
	7600	16/5	121	6/7

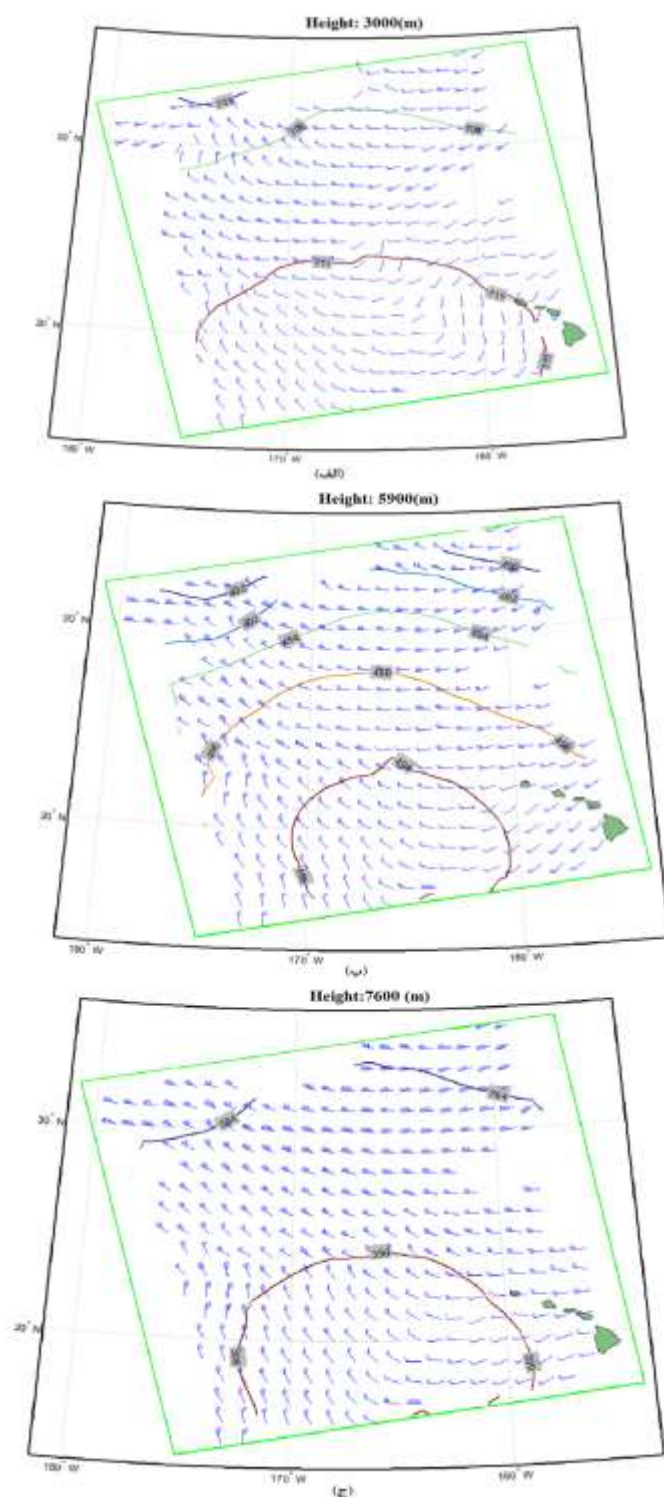
—۵—

—۵—

— شکل (۳) و (۴) به ترتیب بردارهای خطای مدل با استفاده از هر دو پروفایل نسبت به تحلیل مدل GFS می‌باشد.



شکل ۳) بردارهای خطای باد استخراج شده توسط مدل ارائه شده با استفاده از پروفایل های دمای مودیس نسبت به تحلیل های GFS.



شکل (۴) بردارهای خطای باد استخراج شده توسط مدل با پروفایل های دمای (Rahimzadegan & Mobasheri, 2011) نسبت به تحلیل های GFS.

همانطور که در شکل (۳) مشاهده می شود بردارهای بادهای استخراج شده با استفاده از پروفایل دمای مودیس دارای خطای کمی نسبت به مدل GFS می باشد. جهت گیری بردارهای خطای باد عموماً به صورت تصادفی می باشد و خطاهای سیستماتیک در برآورد بردارهای باد عموماً در گوشه های تصویر مشاهده می شود و در ارتفاع ۷۶۰۰ متر خطای برآورد باد به نسبت بیشتر از سایر ارتفاع ها می باشد. همانگونه که در شکل (۴) مشاهده می شود، خطای بردارهای باد استخراج شده با استفاده از پروفایل های دمای مدل (Rahimzadegan & Mobasheri, 2011) با افزایش فاصله از ایستگاه رادیوسوند جزیره کائوآئی، به سرعت افزایش یافته و جهت گیری این خطا کاملاً به صورت سیستماتیک

می‌باشد. همچنین منحنی‌های هم‌فشار به صورت خمیده بوده و یک واچرخند را نشان می‌دهد. در صورتی که منحنی‌های هم‌فشار استخراج شده با استفاده از پروفایل دمای مودیس تقریباً موازی بوده و نشانگر وجود باد زمینگرد می‌باشد. با توجه به مقادیر و جهت بردارهای خطای باد، وجود خطای سیستماتیک در برآورد گرادیان‌های فشار با استفاده از پروفایل‌های دمای (Rahimzadegan & Mobasheri, 2011) مشهود است. این خطای سیستماتیک در برآورد منحنی‌های هم‌فشار و یا گرادیان‌های فشار به علت عدم در نظر گرفتن پارامتر زاویه دید سنجنده در برآورد پروفایل دما با استفاده از روش رگرسیون آماری در مدل (Rahimzadegan & Mobasheri, 2011) می‌باشد. به عبارتی دیگر در مدل مذکور برای تولید حدس اولیه و همچنین ضرایب رگرسیون آماری از پیش فرض دید قائم سنجنده استفاده شده و از تابش باندهای حرارتی مودیس بدون در نظر گرفتن زاویه دید سنجنده برای محاسبه ضرایب رگرسیون استفاده شده است. وجود این پیش فرض سبب به وجود آمدن خطا در محاسبه گرادیان‌های فشار و در نتیجه برآورد بردارهای باد در مناطق مختلف تصویر با زاویه دید مختلف گردیده است. در نتیجه با توجه به مطالب ذکر شده، در ادامه تحقیق برای برآورد منحنی‌های هم‌فشار و همچنین بردارهای باد تنها از پروفایل‌های دمای مودیس استفاده شده است.

۵. نتیجه‌گیری

یکی از روش‌های مطالعه سرعت و جهت باد، بررسی نیروهای کنترل کننده حرکات جوی می‌باشد. مهمترین این نیروها، نیروی گرادیان فشار هوا در سطوح ارتفاعی مختلف و همچنین نیروی کوریولیس می‌باشد. در روش‌های سنجش از دوری موجود بردارهای باد با استفاده از دنبال کردن اهداف جوی در تصاویر سری زمانی برآورد می‌گردد. قدرت تفکیک مکانی این روش‌ها وابسته به وجود اهداف جوی مناسب در میدان دید سنجنده می‌باشد. در این تحقیق از معادلات فرض جو هیدرو استاتیک و پروفایل‌های دما و رطوبت و فشار سطح مادیس به منظور تولید پروفایل‌های فشار جو و برآورد نیروی گرادیان فشار هوا استفاده گردید. سپس با استفاده از تعادل زمین‌گرد مقدار سرعت و جهت باد در سطوح ارتفاعی مختلف به صورت پیکسل مینا در شرایط آسمان صاف برآورد گشت. در مقایسه نتایج این پژوهش و محصولات باد ماهواره‌های زمین‌آهنگ با داده‌های رادیوساند، مقدار خطای متوسط بردارهای باد مدل ارائه شده حدود ۱ متر بر ثانیه بیشتر از روش‌های موجود بود. با افزایش سرعت باد مقدار خطای برآورد جهت باد کاهش یافت. از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که از روش مطرح شده در این پژوهش می‌توان در جهت بهبود برآورد امتداد بردارهای باد روش‌های موجود در سرعت‌های بالای باد در شرایط آسمان صاف استفاده کرد. به طور کلی با توجه به این موضوع که روش ارائه شده در این تحقیق دارای دقت نزدیک به روش‌های موجود بود، از این روش می‌توان در بهبود و افزایش قدرت تفکیک مکانی و ارتفاعی روش‌های موجود استفاده کرد.

مراجع

1. D. T. Bailey, Meteorological monitoring guidance for regulatory modeling applications. DIANE Publishing, 2000.
2. C. Y. Korb, and C. Y. Weng, "Differential absorption lidar technique for measurement of the atmospheric pressure profile", Applied optics, Vol.22(23), pp. 3759-3770, 1982.
3. M. R. Mobasheri, "Fundamental of Physics in Remote Sensing and Satellite Technology", KNTToosi university of technology publication, 2010, 3rd version, 57-90(in Farsi).
4. D. Andrews. J. Holton, C. Leovy, "Middle Atmosphere Dynamics", Academic Press; 1 edition, 1987, 21-40.
5. L. Xu, S. Raman, RV. Madala "A review of non-hydrostatic numerical models for the atmosphere", 1st World Congress of Nonlinear analysis Fire and Forest Metetorology, New York, 1992.

6. J. G. Galway, "The lifted index as a predictor of latent instability", *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, Vol. 37, pp. 1993, 1956.
7. M. Rahimzadegan, and M. R. Mobasheri, "Preparation of atmospheric temperature and humidity isopleths maps using thermal bands of MODIS satellite images temperature profiles products in clear sky" *Meteorological Applications*, 18(2), pp. 159-176, 2013, (in Farsi).
8. J. King, "The radiative heat transfer of planet Earth, Scientific uses of the Earth satellites", University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, pp. 133-136, 1956.
9. L. D. Kaplan, "Inference of atmosphere structure from remote radiation measurements", *JOSA*, 49(10), PP.1004-1006, 1959.
10. E. Borbas, S. W. Seemann, A. Kern, L. Moy, J. Li, L. Gumley, W. P. MENZEL, "MODIS atmospheric profile retrieval algorithm theoretical basis document" (version 7). University of Wisconsin Madison, 2011.
11. L. McMillin, L. M., Xiong, X., Han, Y., Kleespies, T. J. and Van Delst, P, "Atmospheric transmittance of an absorbing gas. 7. Further improvements to the OPTRAN 6 approach", *Applied optics*, 45(9), 2028-2034, 2006.
12. M. Rahimzadegan, and M. R. Mobasheri, "An attempt for improving MODIS atmospheric temperature profiles products in clear sky" *Meteorological Applications*, Vol. 18(2), pp. 181-187, 2011.
13. H. R. Byers, *General Meteorology*. Translated by T. Banihashem, B. Hajebi, A. R. Behroozian, Tehran: University publisher center, 1998, 86-118, (in Farsi).
14. K. E. Atkinson, "An Introduction to numerical analysis", John Wiley & Sons, 1988, 250-260.

Extraction of wind speed and direction on water surfaces using MODIS thermal images

Abstract

Extraction of wind vectors at different height in the atmosphere is important for Numerical prediction models. In this research, Radiosonde data, Synoptic station data, GOES-15 wind vector products, GFS model, MODIS satellite images, MODIS surface pressure and its atmospheric product is used. In this study the pressure profile is extracted using hydrostatic equation that is based on assumption of air negligible vertical movements. Then the wind vectors is extracted using the assumption of geostrophic balance and also taking into account the effect of the curvature of the Isobaric lines in wind speed calculation. In this research an oceanic regions was selected as the study area and for model evaluation because of lack of atmospheric turbulence as well as inaccurate MODIS surface pressure on terrestrial regions. In this research the results of presented model and those of wind product of geostationary satellites at various height levels is compared with Radiosonde data as well as GFS model. The Mean wind vector error is obtained to be 7, 8 and 9.8 (m/s) for Height of 5900, 7600 and 9600 meters respectively. On the average, the wind products of geostationary satellites have 1.5(m/s) errors less than the presented model compared to Radiosonde data. Also, in this research, pressure gradient vectors error is estimated considering geostrophic balance and using wind vector errors through Error Propagation Rule. The results imply that the increase in relative error of Hydrostatic model and geostrophic balance causes reduction of wind speed. The advantage of using geostationary satellites methods that have higher accuracy compared to the presented method, is due to tracing objects in the sky. However, the advantage of the presented model in this study is that it is pixel-based with the possibility for wind estimation at various height levels independent of the presence of atmospheric targets. Mean wind vector error in comparison with the presented model and the GFS model were about 7, 7.5, and 10 (m/s) for 5900, 7600, and 9600 meters height levels, respectively. The results indicate a decrease in wind vector direction error by increasing height. Also, considering the isobaric curvature effect on wind speed calculations, the present model is only accurate in moderate velocities, where with the increase of height and increase of mean wind velocity, the error of the presented model increases due to the isobaric curvature effect.

Keywords: *Wind Vector estimation, Simulation of wind vector, Remote Sensing, MODIS, Geostrophic wind, Hydrostatic Balance.*



بررسی اثر پارامترهای فیزیکی بر مسیر حرکت لکه نفتی در اطراف جزیره سیری با استفاده از مدل GNOME

حسین‌پور کوهشاهی، وحیده^۱؛ فرزین گهر، مهرناز^۲

۱. کارشناس ارشد، گروه علوم غیرزیستی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان

E-Mail: vahideh.hkooohshahi@gmail.com

۲. استادیار، گروه علوم غیرزیستی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان

E-Mail: mfgohar@yahoo.com

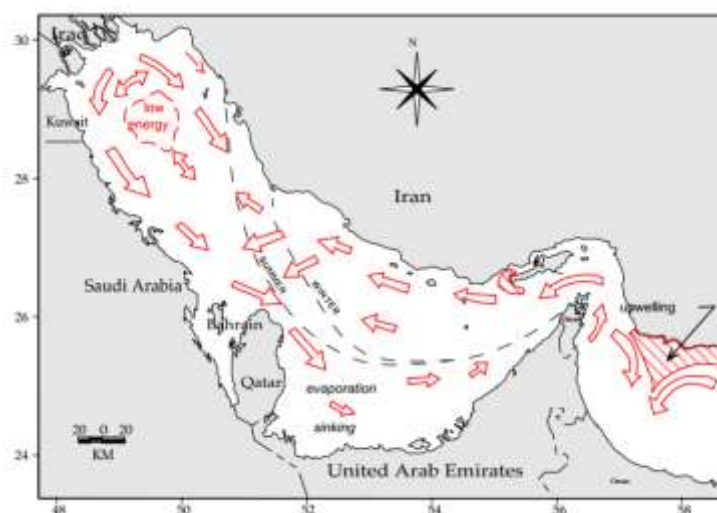
چکیده

دریا همواره به عنوان یکی از منابع اصلی تامین نیازمندی‌های بشر در طول تاریخ چهره سخاوت مند خود را نمایان نموده است. اما این نعمت عظیم الهی از گذشته تا کنون از دایره جبر ادمی خارج نبوده و گاه بدست طبیعت و گاه به دست بشر مورد کم لطفی قرار گرفته است. آلودگی‌های نفتی و پیدایش لکه‌های نفتی تهدیدی جدی برای دریاها و سواحل و جانداران دریا به شمار می‌رود. آلودگی‌ها که دسترسی به محل وقوع حوادث دریایی از جمله انتشار آلودگی‌های نفتی زمانبر و گاهی با مشکلات عدیده‌ای مواجه است لذا با به کارگیری روش‌های مدل‌سازی پخش آلودگی می‌توان در کوتاه‌ترین زمان بدون نیاز به حضور فیزیکی در منطقه و با کمترین هزینه و خطر احتمالی، آلودگی را شناسایی و مسیر یابی کرد. خلیج فارس و اختصاصاً منطقه‌ی عملیات نفتی سیری به علت موقعیت مکانی و شرایط استراتژیکی که دارد در معرض این آلودگی‌هاست. در این مقاله سعی شده است با نگاه مدیریت بر بحران و با استفاده از مدل GNOME که می‌تواند در بطن خود با آنالیز داده‌های تأثیر گذار بر این پدیده از جمله داده‌های باد و جریان، نوع نفت و میزان نفت نشست یافته، طی ۷۲ ساعت مسیر حرکت لکه نفتی پخش شده در موقعیت جغرافیایی منطقه را پیش بینی کند. شناخت تغییرات بوجود آمده در شدت پخش و ارزیابی منطقه از لحاظ نشست آلودگی سبب بهبود مدیریت و برنامه ریزی در حوزه‌های پژوهشی و کاربردی مرتبط با محیط زیست خواهد بود که این امر کمک شایانی در جهت بررسی و جلوگیری از ورود ضرر و زیانهای احتمالی محسوب می‌گردد. نفت SIRRI با مشخصات درجه API ۳۰/۹ که در دسته‌بندی نفت خام نسبتاً سبک قرار دارد، به عنوان داده‌ی نوع نفت در مدل مورد استفاده قرار گرفته شد. برای این منظور شبیه‌سازی سه روزه انتشار و پخش لکه نفتی در حجم‌های مختلف برای پنج منطقه عملیاتی نفتی موجود در منطقه نفتی سیری در چهار فصل سال به شکل مجزا مورد بررسی قرار گرفت که پس از فرایند مدل‌سازی، آرایش متفاوت پخش و گسترش لکه نفتی در موقعیت‌های مورد نظر و تأثیر آن بر ساحل منطقه مشخص گردید. براساس نتایج حاصل شده، درسه فصل تابستان، پاییز و زمستان، باد عامل اصلی تعیین سرنوشت لکه‌ی نفتی است. همچنین نتایج بیان داشت که در دو فصل بهار و پاییز چرخه‌های جریان منطقه قوی هستند و لکه‌ی نفتی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مخصوصاً فصل بهار که عامل باد در این زمان ضعیف‌تر است. همچنین می‌توان گفت میدان‌های نفتی اسفند، نصرت و سیوند و دنا، می‌توانند به شکل جدی بر روی سواحل سه جزیره سیری، فارور بزرگ و فارور کوچک تأثیرگذار باشند و این سواحل را با آلودگی نفتی مواجه سازند.

۱. مقدمه

دریا یکی از مهمترین منابع غذا و انرژی برای بشر است. لذا باید در نگهداری و حفاظت از ساختار فیزیکی و زیستی و بیولوژیکی آن نهایت دقت را به کار بست. مبحث آلودگی نفتی، حجم زیادی از مسائل زیست محیطی دریاها و اقیانوس‌ها را تحت شعاع قرار می‌دهد. خلیج فارس یک حوضه آبی نیمه بسته است و میانگین عمق آن ۳۵ متر برآورد شده است. در خلیج فارس و منطقه‌ی تنگه هرمز که در مجاورت ساحل شهر بندرعباس است، جریان‌های سطحی دارای سرعت بیشتری نسبت به جریان‌های عمقی هستند. با حرکت از مرکز تنگه هرمز به سمت نقاط ساحلی شمال تنگه بر سرعت جریان‌های جزرومدی منطقه نیز افزوده می‌شود (ترابی آزاد و حمزه‌ئی، ۱۳۹۵).

جریان‌های باقی‌مانده تحت تأثیر باد و اختلاف چگالی است و از شمال تنگه هرمز در حرکت به سوی خلیج فارس است. میانگین جریان‌های ورودی و خروجی این تنگه در دی، بهمن و اسفند از میانگین جریان‌های ورودی و خروجی در اردیبهشت ماه که در نهایت یک جریان ورودی را نشان می‌دهد ضعیف‌تر است (Hunter, 1982). در شکل ۱ نمایی از گردش جریان در خلیج فارس را نشان می‌دهد که حاصل نتایج رینولدز در سال ۱۹۹۳ است.



شکل (۱) نمایی از گردش جریان در خلیج فارس (Reynolds, 1993)

آلودگی آب دریاها و اقیانوس‌ها چندان قابل کنترل نیست. هدف از این مقاله یافتن نقاط در معرض آلودگی و ردیابی و پیش‌بینی رفتار لکه‌های نفتی در مواجهه با شرایط پایدار و همچنین بررسی سرنوشت آن‌ها با گذشت زمان در اطراف جزیره سیری با استفاده از مدل GNOME برای استفاده بهتر از زمان و شرایط پیش رو در دریا می‌باشد.

پیشینه تحقیق

باتوجه به اهمیت آلودگی‌های نفتی و ایجاد لکه‌های نفتی بر محیط زیست و شرایط بیولوژیکی دریا و خسارات وارده به زندگی بشر سابقا مطالعات زیادی در این زمینه در اقصا نقاط جهان انجام گرفته است. در ادامه نزدیک ترین مطالعه پژوهشی به منطقه مطالعاتی مورد نظر خود را می‌شماریم و سپر مروری به نتایج مطالعات خارج کشور می‌اندازیم.

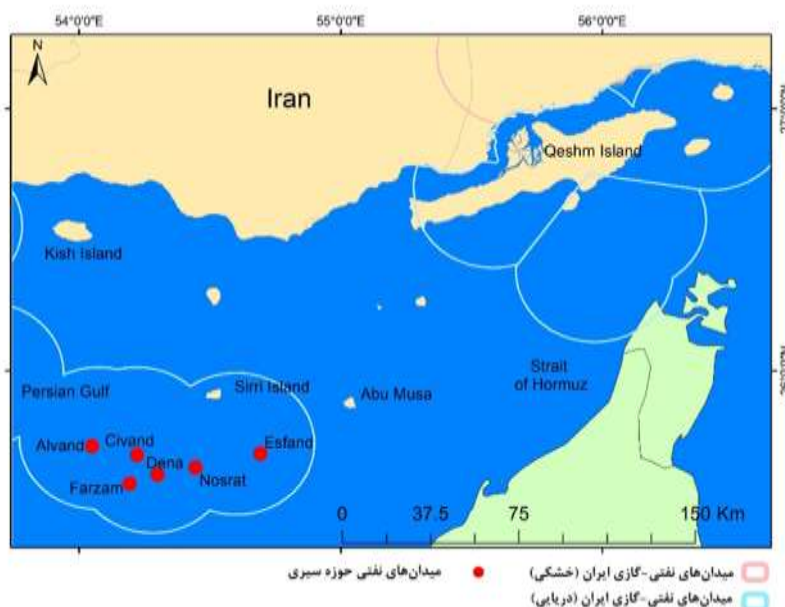
فرزین‌گهر، زلینا و یاسمی (۱۳۸۹) در پژوهشی تحت عنوان مدل سازی نشست نفت با مدل GNOME در بندر شهید رجایی بندرعباس انجام داده‌اند. بنا به نتایج مشخص شده است که مدت زمان ماندگاری نفت در دریا وابسته به نوع نفت و ویسکوزیته است. جریان و باد موثرترین عوامل در سرنوشت لکه نفتی در آن منطقه بودند و از این مطالعه می‌تواند در جهت پیش‌بینی حرکت لکه‌های نفتی و نشان دادن محل

احتمالی بروز آلودگی استفاده شود. همچنین از این مقاله دریافته شد که در صورت نشت نفت در بندر رجایی برای جهت باد از جنوب غربی به غرب نشت نفت به ساحل شهرستان بندر عباس می‌رسد و منطقه وسیعی از ساحل بندرعباس و در نهایت ساحل شمال شرقی جزیره قشم راحت پوشش قرار داده بود.

– الیزاریو و همکاران^۱ (۲۰۱۸) مطالعه ای تحت عنوان شبیه سازی عددی از نشت نفت بر اساس دو مدل GNOME و ADIOS انجام دادند. دقت شبیه سازی به شدت مربوط به ورود اطلاعات جغرافیایی و هواشناسی است. علاوه بر این، نرم افزار ADIOS برای پیش‌بینی روند حرکت رویداد اضطراری مورد استفاده قرار گرفت. مشخص شد که عوامل اصلی تغییرات در ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نفت پراکنده شده در آب، سرعت و جهت باد، درجه حرارت آب و ارتفاع موج است.

۲. داده ها و روش ها

هدف مورد مطالعه، منطقه عملیات نفتی سیری در خلیج فارس می باشد. جزیره سیری در جنوب شرقی پهنه آب‌های خلیج فارس در طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه و ۲۵ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۵ دقیقه جنوب غربی بندرعباس، واقع شده است. منطقه عملیات نفتی سیری با دارا بودن پنج میدان نفتی از جمله الوند سیوند – دنا، اسفند و میدانهای نفتی مشترک نصرت و فرزام با کشور امارات متحده عربی با تولید روزانه بیش از ۱۲۷ هزار بشکه نفت در روز از مناطق استراتژیک در منطقه به شمار می رود و مورد اهمیت است. با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه در این مقاله مدل GNOME برای شبیه سازی رفتار لکه نفتی مورد قبول واقع شد. این مدل به حرکت ریزش نفت و شناسایی مناطق پر ریسک در بروز آلودگی اشاره دارد. مدل دارای یک لوکیشن فایل در منطقه ROPME Sea Area می باشد که با استفاده از داده های باد و جریان که به ترتیب از سایتهای ECMWF و HYCOM^۲ گرفته شده است به بررسی و آنالیز داده ها می پردازد و نتیجه را در قالب انیمیشنی با نقاط سیاه و قرمز که به مناطق در معرض آلودگی اشاره دارد را بیان می کند. شکل یک نشا



شکل (۱) موقعیت میدان‌های نفتی حوزه سیری، میدان‌های مورد مطالعه این پژوهش

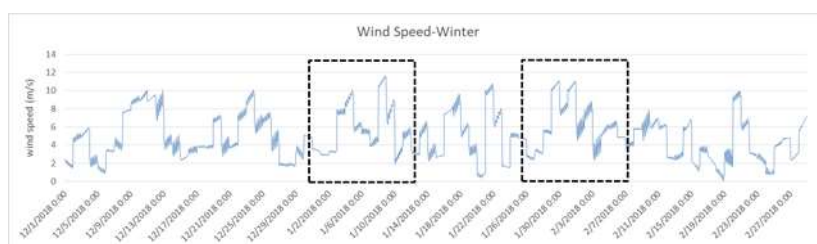
برای مدل سازی لکه نفتی در این منطقه به بررسی مقدماتی منطقه عملیات نفتی سیری، موقعیت قرارگیری میدانهای نفتی، نوع نفت و میزان تولید نفت روزانه و همچنین شناسایی ویژگی های جوی و دریایی در غالب بررسی وضعیت باد، موج و جریان حاکم بر منطقه پرداخته

¹ Elizaryev & et.al

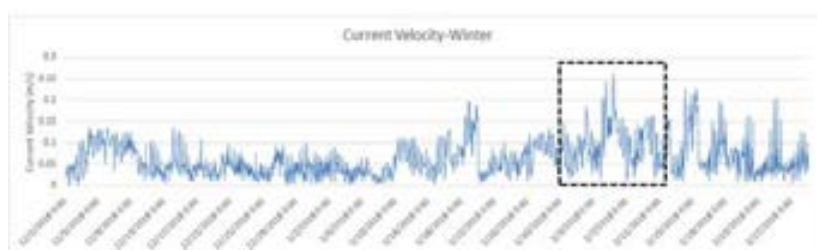
² The European center for medium-range weather forecasts

³ Hybrid coordinate ocean model

شد. برای انتخاب سناریو های رها سازی لکه نفتی، میدان های پنج گانه منطقه بر اساس میزان لکه نفتی معادل نصف تولید روزانه و انتخاب بازه سه روزه، با توجه به شرایط آب و هوایی در فصول مختلف سال انجام شد. در این سناریو مشخصات نفت از جمله نوع و حجم آن، داده های جریان و داده های باد با گام زمانی ۶ ساعت و رزولوشن ۰/۲۵ لحاظ شده است. نهایتاً با اجرای مدل و بررسی نتایج آن، سناریوهای پر ریسک انتخاب شد و با استفاده از خروجی GAS به بررسی میزان حجم نفت شناور و میزان حجم نفت نشست یافته در ساحل پرداخته شد. همچنین برای شناسایی بازه سه روز در هر فصل که بیشترین تغییرات آب و هوایی را داشته باشد از داده های کل که در یک بازه یکساله از ابتدا تا انتهای سال ۲۰۱۸ در نظر گرفته شده، سری های زمانی باد و جریان ایجاد شد و با به تصویر کشیدن گل باد و گل جریان یک شماتیکی از شرایط حاکم بر منطقه پدید آمد. در زیر یک نمونه از نمودار های سری زمانی در فصل زمستان برای درک بیشتر خواننده از موضوع نمایش داده شده است.



سری زمانی میزان باد در فصل زمستان در اطراف جزیره سیری



سری زمانی میزان سرعت جریان در فصل زمستان در اطراف جزیره سیری

بر این اساس مشخصات سناریوهای انتخابی همراه با بازه ی سه روزه رصد شده در فصول مختلف سال، در غالب جدول ۱ آورده شده است. همچنین بیشینه سرعت باد و سرعت جریان مشخص است.

در فصل زمستان، سرعت وزش باد حداکثر تا ۱۰ متر بر ثانیه است و سرعت جریان با توجه به مدل جهانی HYCOM حداکثر تا ۰/۲ متر بر ثانیه است.

در فصل بهار، سرعت وزش باد بیش از ۱۰/۵ متر بر ثانیه است و سرعت جریان با توجه به مدل جهانی HYCOM حداکثر تا ۰/۴۵ متر بر ثانیه است.

در فصل تابستان، سرعت وزش باد در حدود ۱۲ متر بر ثانیه است و سرعت جریان با توجه به مدل جهانی HYCOM حداکثر تا ۰/۵ متر بر ثانیه است.

در فصل پاییز، سرعت وزش باد در حدود ۱۰ متر بر ثانیه است و سرعت جریان با توجه به مدل جهانی HYCOM حداکثر تا ۰/۳ متر بر ثانیه است.



جدول (۱) مشخصات سناریوهای انتخابی جهت اجرای مدل

سناریو	میدان	نوع نفت	میزان نشت نفت	تاریخ
A-Winter	الوند	نسبتاً سبک	۵ هزار بشکه	۲۰۱۸-۰۲-۰۴ تا ۲۰۱۸-۰۴-۲۳
A-Spring				۲۰۱۸-۰۴-۲۳ تا ۲۰۱۸-۰۶-۱۶
A-Summer				۲۰۱۸-۰۶-۱۶ تا ۲۰۱۸-۱۰-۲۵
A-Autumn				۲۰۱۸-۱۰-۲۵ تا ۲۰۱۹-۰۲-۰۴
CD-Winter	سیوند و دنا	نسبتاً سبک	۱۵ هزار بشکه	۲۰۱۸-۰۲-۰۴ تا ۲۰۱۸-۰۴-۲۳
CD-Spring				۲۰۱۸-۰۴-۲۳ تا ۲۰۱۸-۰۶-۱۶
CD-Summer				۲۰۱۸-۰۶-۱۶ تا ۲۰۱۸-۱۰-۲۵
CD-Autumn				۲۰۱۸-۱۰-۲۵ تا ۲۰۱۹-۰۲-۰۴
S-Winter	اسفند	نسبتاً سبک	۳۰ هزار بشکه	۲۰۱۸-۰۲-۰۴ تا ۲۰۱۸-۰۴-۲۳
S-Spring				۲۰۱۸-۰۴-۲۳ تا ۲۰۱۸-۰۶-۱۶
S-Summer				۲۰۱۸-۰۶-۱۶ تا ۲۰۱۸-۱۰-۲۵
S-Autumn				۲۰۱۸-۱۰-۲۵ تا ۲۰۱۹-۰۲-۰۴
F-Winter	فرزام	نسبتاً سبک	۷.۵ هزار بشکه	۲۰۱۸-۰۲-۰۴ تا ۲۰۱۸-۰۴-۲۳
F-Spring				۲۰۱۸-۰۴-۲۳ تا ۲۰۱۸-۰۶-۱۶
F-Summer				۲۰۱۸-۰۶-۱۶ تا ۲۰۱۸-۱۰-۲۵
F-Autumn				۲۰۱۸-۱۰-۲۵ تا ۲۰۱۹-۰۲-۰۴
N-Winter	نصرت	نسبتاً سبک	۶ هزار بشکه	۲۰۱۸-۰۲-۰۴ تا ۲۰۱۸-۰۴-۲۳
N-Spring				۲۰۱۸-۰۴-۲۳ تا ۲۰۱۸-۰۶-۱۶
N-Summer				۲۰۱۸-۰۶-۱۶ تا ۲۰۱۸-۱۰-۲۵
N-Autumn				۲۰۱۸-۱۰-۲۵ تا ۲۰۱۹-۰۲-۰۴

۳. نتایج و بحث

بر اساس موارد ذکر شده در بخش قبل و با توجه به عواملی مثل باد، جریان، حجم لکه‌ی نفتی، هر یک از سناریوها دسته‌بندی شدند، اثرات فاکتورهای موثر بر روی لکه نفتی سنجیده شد و بر اساس تأثیرگذاریشان، از قوی تا ضعیف طبقه‌بندی و در قالب جدول بیان می‌گردد. جدول ۱ جمع‌بندی را نشان می‌دهد.

جدول ۲) جمع‌بندی سرنوشت سناریوهای لکه‌ی نفتی میدان‌های نفتی حوزه‌ی سری و مناطق اثر آن‌ها

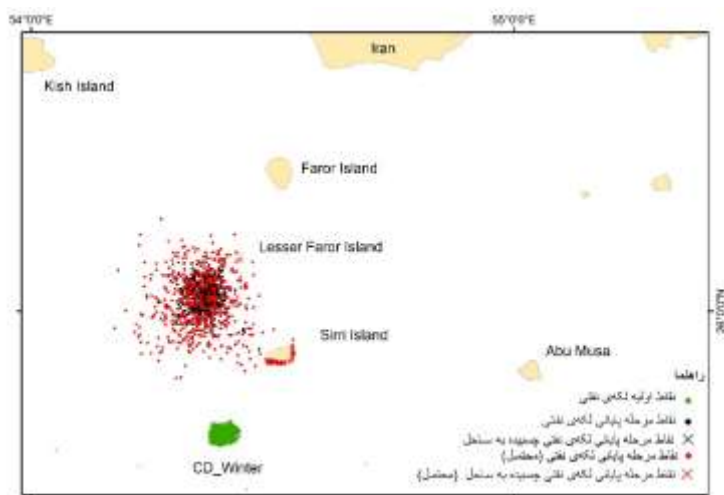
سناریو	باد		جریان		حجم لکه‌ی نفتی	منطقه اثر لکه‌ی نفتی
	سرعت	جهت	سرعت	جهت		
A-Winter	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	متوسط- تأثیرگذار	جنوب شرقی- تأثیرگذار	-	در همان منطقه گسترده می‌گردد
A-Spring	متوسط- تأثیرگذار	جنوب غربی- تأثیرگذار	قوی- تأثیرگذار	شمال- تأثیرگذار	-	در همان منطقه به شکل طولی گسترده می‌گردد
A-Summer	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	ضعیف- تأثیر کم	شمال شرقی- بدون تأثیر	-	در همان منطقه گسترده می‌گردد
A-Autumn	قوی- تأثیرگذار	غرب- تأثیرگذار	قوی- تأثیر زیاد	جنوب شرقی- تأثیر زیاد	-	به سمت جنوب، جزیره صیر یو نغیر می‌رود
CD-Winter	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	ضعیف- تأثیر کم	شمال شرقی- تأثیر ناچیز	-	جزیره سیری و جزیره فارور کوچک
CD-Spring	متوسط- تأثیر کم	متغیر- تأثیر کم	قوی- تأثیرگذار	شمال شرقی- تأثیرگذار	اثرگذار	جزیره سیری
CD-Summer	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	ضعیف- تأثیر کم	شرق- تأثیر کم	تأثیر ناچیز	حرکت به سمت شمال غربی
CD-Autumn	قوی- تأثیرگذار	غرب- تأثیرگذار	قوی- تأثیرگذار	جنوب شرقی- تأثیرگذار	تأثیر ناچیز	در همان منطقه گسترده می‌گردد
F-Winter	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	ضعیف- تأثیرگذار	شمال شرقی- تأثیرگذار	تأثیر ناچیز	به سمت شمال غربی گسترده می‌گردد
F-Spring	متوسط- تأثیر کم	متغیر- تأثیر کم	قوی- تأثیرگذار	شمال شرقی- تأثیرگذار	تأثیر ناچیز	ساحل جنوبی جزیره سیری
F-Summer	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	ضعیف- تأثیر کم	شرق- تأثیر کم	تأثیر ناچیز	حرکت به سمت شمال غربی
F-Autumn	قوی- تأثیرگذار	غرب- تأثیرگذار	قوی- تأثیرگذار	جنوب شرقی- تأثیرگذار	تأثیر ناچیز	در همان منطقه گسترده می‌گردد
N-Winter	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	متوسط- تأثیرگذار	شمال شرقی- تأثیرگذار	-	تمام سواحل سیری و جزیره فارور کوچک
N-Spring	متوسط- تأثیر کم	متغیر- تأثیر کم	قوی- تأثیرگذار	جنوب شرقی- تأثیرگذار		حرکت به سمت سواحل امارات
N-Summer	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	ضعیف- تأثیر کم	شمال- تأثیر کم		حرکت به سمت شمال غربی
N-Autumn	قوی- تأثیرگذار	غرب- تأثیرگذار	قوی- تأثیرگذار	شمال شرقی- تأثیرگذار		تمام سواحل سیری و جزیره فارور کوچک
S-Winter	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	متوسط- تأثیرگذار	شمال شرقی- تأثیرگذار	-	جزیره فارور بزرگ و کوچک
S-Spring	متوسط- تأثیر کم	متغیر- تأثیر کم	قوی- تأثیرگذار	جنوب شرقی- تأثیرگذار	-	به سمت سواحل امارات
S-Summer	قوی- تأثیرگذار	شمال غربی- تأثیرگذار	ضعیف- تأثیر کم	شمال- بدون تأثیر	-	تمام سواحل سیری و جزیره فارور کوچک
S-Autumn	قوی- تأثیرگذار	غرب- تأثیرگذار	قوی- تأثیر زیاد	شمال- تأثیر زیاد	-	سواحل سیری، جزیره فارور کوچک و بزرگ

با توجه به نتایج کلی بیان شده، در هفت سناریوی؛ S-Summer, S-Winter, N-Autumn, N-Winter, CD-Spring, CD-Winter و S- Autumn شاهد سرنوشتی از لکه‌ی نفتی هستیم که می‌تواند از نظر زیست‌محیطی حائز اهمیت باشد، لذا در این بخش، این سناریوهای پر ریسک به شکل جزئی‌تر توسط خروجی‌های GIS مورد بررسی قرار گرفت و شرایط قرار گیری لکه نفتی بعد از سه روز در هر یک از سناریوها مشخص شد... داده‌های نرم‌افزار GNOME ابتدا در روز نخست و در روز سوم استخراج شده و برای تحلیل بیشتر به محیط برنامه ArcMap منتقل شده است و با توجه به تفاوت لکه‌های نفتی در روز نخست و روز پایانی میزان درصد لکه‌ی نفتی باقی مانده و رسوب کرده در ساحل محاسبه شد. این خروجی‌ها دارای درصد بندی برای مقدار حجم نفت باقی مانده و مسیر یابی شده است که نتیجه سناریوها با این مقادیر مشخص می‌شود. اتفاق مهمی که در تمامی این هفت سناریو روی می‌دهد، رسیدن لکه نفتی به ساحل است، از این رو این سناریوها پر ریسک لقب گرفته‌اند. همانطور که از نام‌گذاری سناریوها مشخص است، میدانی نفتی سیوند و دنا در فصل زمستان و بهار رفتار پر ریسکی از خود نشان می‌دهند و همچنین میدانی نفتی نصرت در فصل زمستان و پاییز این خصوصیت را دارد. میدان نفتی اسفند نیز با توجه به موقعیت قرارگیری آن و شرایط باد و جریان آن منطقه، در سه فصل زمستان، تابستان و پاییز، رفتار پر ریسک دارد، از این رو می‌توان این میدان نفتی را از مهم‌ترین میدان‌های نفتی در هنگام مواجهه با خطر نشت نفت، نام برد.

در ادامه تصویری از مدلسازی لکه نفتی در میادین با ریسک با را خواهیم داشت.

– سناریو پر ریسک CD-Winter

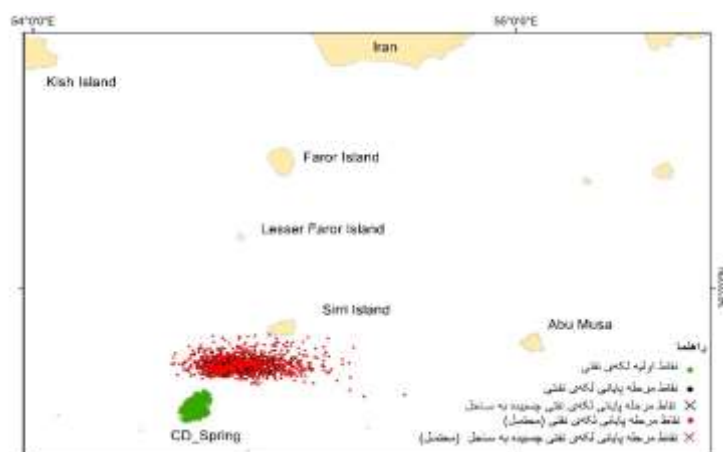
با توجه به شکل ۳ لکه‌ی نفتی فصل زمستان میدان سیوند و دنا، رها شده با رنگ سبز مشخص شده است که سرنوشت آن پس از گذشت سه روز در قالب نقاط مشکی (با حداقل خطا) و نقاط قرمز (دارای خطا)، مشخص شده است، همانطور که در شکل مشخص است ساحل جنوبی جزیره سیری کاملاً در معرض خطر آلودگی نفتی است، همچنین جزیره فارور کوچک نیز این خطر آلودگی را خواهد داشت. در حدود ۳۵/۹۸ درصد لکه‌ی نفتی پس از سه روز از بین می‌رود و در حدود ۷/۰۹ درصد (تمام لکه‌ها، سیاه و قرمز) از نفت شناور بر روی آب به ساحل دو جزیره سیری و فارور کوچک می‌رسد.



شکل ۳) خروجی GIS سناریوی میدان نفتی سیوند و دنا در فصل زمستان

– سناریو پر ریسک CD-Spring

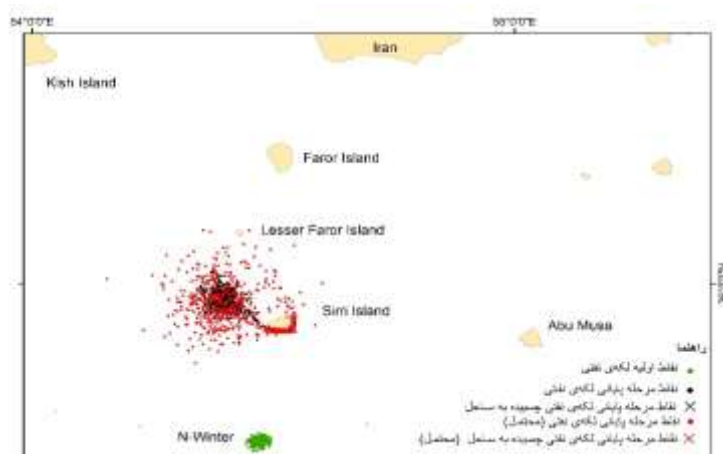
میدان نفتی سیوند و دنا در فصل بهار نیز، پس از گذشت سه روز علاوه بر پخش و گسترده‌ی اندک (به دلیل تقابل جهت باد و جریان)، به نزدیکی ساحل جنوبی جزیره سیری خواهد رسید و می‌تواند در ادامه خطر آفرین باشد، انتظار می‌رود در روزهای بعد به شدت ساحل جنوبی این جزیره را تحت تاثیر قرار دهد. همچنین پس از گذشت سه روز ۳۵/۹ درصد از حجم اولیه لکه‌ی نفتی از بین می‌رود (شکل ۴).



شکل ۴) خروجی GIS سناریوی میدان نفتی سیوند و دنا در فصل بهار

– سناریو پر ریسک N-Winter

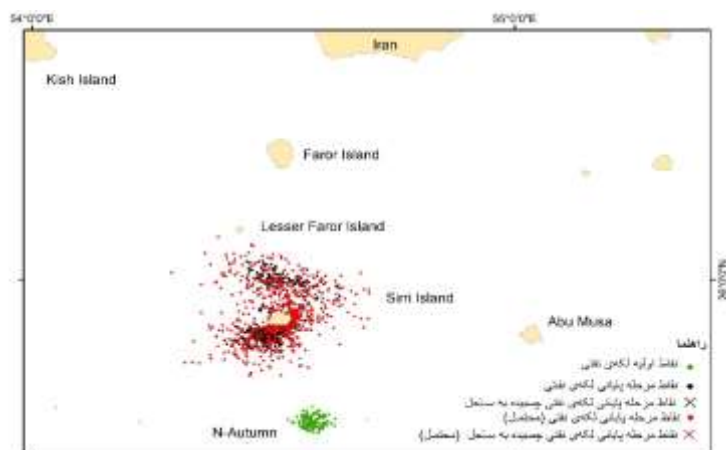
لکه‌ی نفتی نصرت در فصل زمستان کاملاً جزیره سیری را در معرض آلودگی قرار خواهد داد، و احتمال دارد با این روند، جزیره فارور کوچک را نیز با مشکل مواجه نماید. در این سناریو پس از گذشت سه روز ۳۷/۲ درصد از لکه‌ی نفتی از بین خواهد رفت، از میزان باقی‌مانده (شناور) در حدود ۵۲/۹۸ درصد در ساحل رسوب خواهد کرد (شکل ۵).



شکل ۵) خروجی GIS سناریوی میدان نفتی نصرت در فصل زمستان

– سناریو پر ریسک N-Autumn

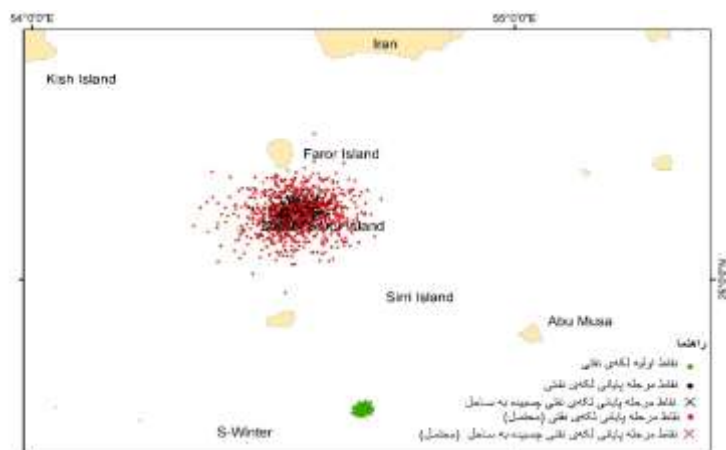
میدان نصرت در فصل پاییز نیز می‌تواند به شکل جدی خطر آلودگی نفت برای تمامی سواحل جزیره سیری ایجاد نماید، باتوجه به شرایط باد و جریان منطقه، لکه‌ی نفتی رها شد تمامی سواحل جزیره را در بر خواهد گرفت و در صورت ادامه پخش می‌تواند جزیره فارور کوچک و حتی فارور بزرگ را آلوده کند. میزان حجم لکه‌ی از بین رفته پس از سه روز به میزان ۳۷/۲ درصد خواهد بود و به میزان ۲۱/۶ درصد از حجم باقی‌مانده در ساحل رسوب خواهد کرد (شکل ۶).



شکل ۶) خروجی GIS سناریوی میدان نفتی نصرت در فصل پاییز

– سناریو پر ریسک S-Winter

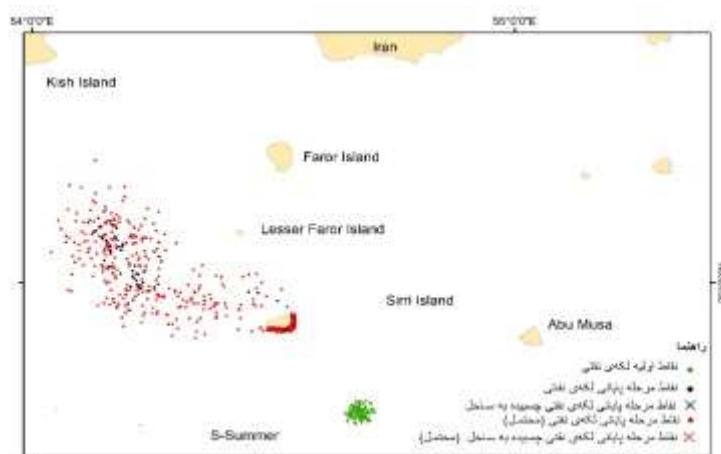
میدان نفتی اسفند با توجه به محل قرارگیری و شرایط باد و جریان در فصل زمستان، تا حدودی تأثیری خطر آفرین بر جزیره سیری نخواهد داشت، اما پس از گذشت سه روز به شدت جزایر فارور را با خطر جدی آلودگی نفتی مواجه خواهد کرد. با گذشت سه روز از رها سازی لکه‌ی نفتی در حدود ۳۷ درصد از حجم لکه‌ی نفتی از بین خواهد رفت و در حدود ۰/۲۴ درصد از لکه‌ی نفتی شناور در ساحل جزیره فارور رسوب می‌کند (شکل ۷).



شکل ۷) خروجی GIS سناریوی میدان نفتی اسفند در فصل زمستان

– سناریوهای پر ریسک S-Summer

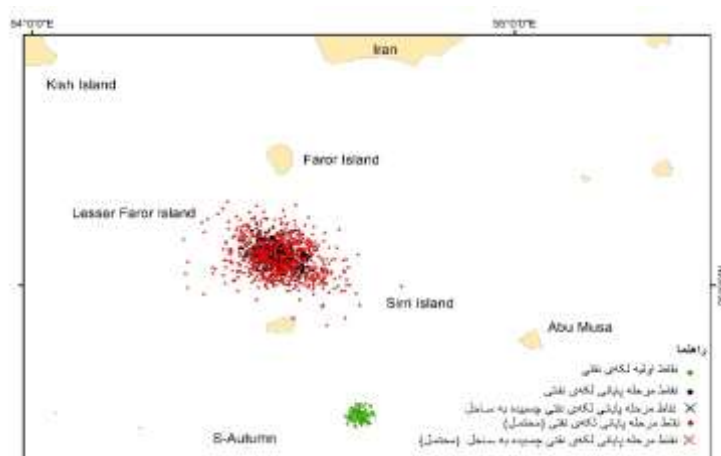
در فصل تابستان، میدان نفتی اسفند به دلیل شرایط جریان و جهت باد، به سمت غرب بیشتر حرکت خواهد کرد تا به سمت شمال، از این رو تاحدودی جزایر فارور از خطر آلودگی در امان خواهند بود، اما جزیره سیری به شدت در معرض آلودگی نفتی قرار خواهد گرفت. میزان حجم نفت از بین رفته ۳۷/۲۴ درصد خواهد بود و از حجم لکه‌ی نفتی شناور به میزان ۷۲/۴ درصد در ساحل سیری رسوب خواهد کرد (شکل ۸).



شکل ۸) خروجی GIS سناریوی میدان نفتی اسفند در فصل تابستان

– سناریوهای پر ریسک S-Autumn

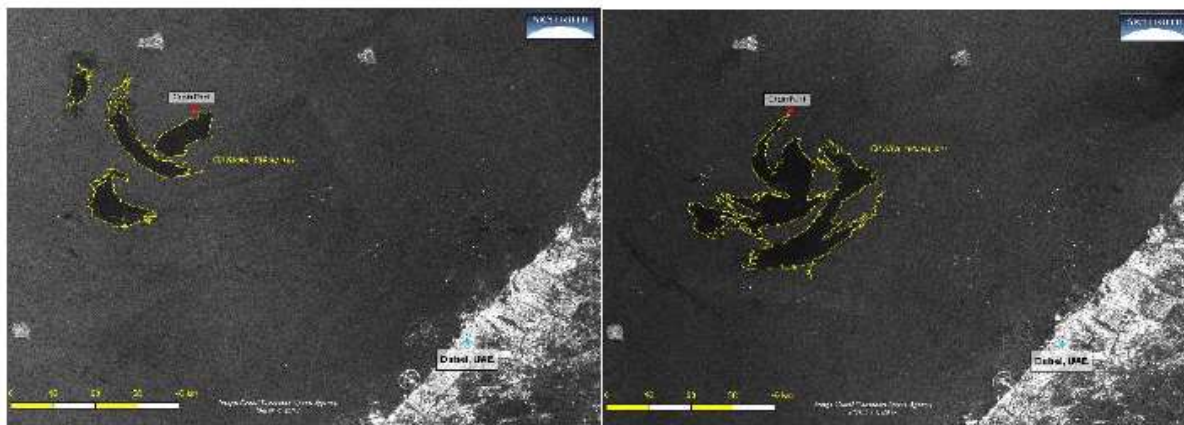
فصل پاییز نیز، شرایطی برای لکه‌ی نفتی رها شده در میدان اسفند خواهد کرد که علاوه بر تأثیر بر ساحل سیری، جزیره فارور کوچک را کاملاً در بر خواهد گرفت و پس از گذشت سه روز در حدفاصل ساحل شمالی جزیره سری و ساحل جنوبی جزایر فارور گسترده خواهد شد، که در ادامه روند می‌تواند برای هر سه جزیره موجود در منطقه آلوده‌کننده باشد. میزان نفت از بین رفته در این فصل نیز ۳۶/۱ درصد خواهد بود و به میزان ۰/۴۸ درصد در ساحل جزیره فارور کوچک رسوب خواهد کرد (شکل ۹).



شکل ۹) خروجی GIS سناریوی میدان نفتی اسفند در فصل پاییز

مقایسه نتایج با یک پخش لکه نفتی اتفاق افتاده

با توجه به تصاویر که مربوط به European Space Agency's Sentinel 1 satellite می‌باشد، وجود لکه نفتی در نزدیکی جزیره سیری را نشان می‌دهد، نقطه‌های قرمز محل نشت نفت است که باتوجه به موقعیت جزیره سیری این نقطه می‌تواند مربوط به میدان نفتی اسفند باشد (شکل ۱۰ راست) مربوط به ۸ مارچ ۲۰۱۷ است که سطح لکه نفتی را نشان می‌دهد و (شکل ۱۰ چپ) در ۱۱ مارچ ۲۰۱۷ پخش این لکه را نشان می‌دهد. همانطور که در این سه روز مشخص است، حرکت لکه نفتی رها شده بسیار کند و در همان محدوده‌ی نقطه رهاسازی است. البته تا حدودی به سمت سواحل عربی حرکت می‌کند. باتوجه به نتایج سناریو میدان نفتی اسفند در ماه بهار مشخص می‌گردد این نتایج مشابه این رویداد ثبت شده توسط ماهواره است.



شکل ۱۰) تصویر ماهواره‌ای مربوط به پخش لکه نفتی در اطراف جزیره سیری (skytruth.org)

۴. نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج تشریح شده می‌توان گفت سرعت باد در فصل بهار تأثیر کمتری بر انتشار لکه‌ی نفتی دارد و در فصول دیگر سال، باد عامل اصلی تعیین سرنوشت لکه‌ی نفتی است. در دو فصل بهار و پاییز نیز چرخه‌های جریان منطقه قوی هستند و لکه‌ی نفتی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مخصوصاً فصل بهار که عامل دیگر یعنی باد در این زمان ضعیف‌تر است.

میدان نفتی الوند کمترین خطر برای مناطق ساحلی مورد مطالعه ایجاد خواهد کرد. شرایط باد و جریان به شکلی است که لکه‌ی نفتی از محل رهاسازی چندان فاصله نمی‌گیرد، اما در فصل پاییز به دلیل غالب بودن تأثیر جریان نسبت به باد، به سمت جزیره صیر بو غیر حرکت می‌کند که در صورت ادامه‌ی حرکت می‌تواند این جزیره را در معرض خطر آلودگی نفتی قرار دهد.

در دو میدان نفتی سیوند-دنا و فرزاد، به دلیل نزدیکی به یک دیگر، لکه‌های نفتی رها شده دارای سرنوشت مشابه هستند و همچنین به دلیل تفاوت حجم لکه‌ی نفتی در این دو میدان، این نتیجه حاصل می‌گردد که حجم لکه‌ی نفتی از نوع نسبتاً سبک (API ۳۰/۹) در سرنوشت لکه‌ی نفتی تفاوت عمده ایجاد نمی‌کند. همچنین لازم به ذکر است به دلایلی نزدیک بودن به ساحل جنوبی جزیره سیری، در فصل بهار که جریان غالب است، ساحل را آلوده خواهد کرد.

میدان نفتی نصرت، در فصل زمستان و پاییز سواحل سه جزیره سیری، فارور بزرگ و فارور کوچک را تحت تأثیر قرار خواهد داد. و در فصل بهار که جریان غالب است لکه‌ی نفتی را به سمت سواحل امارات هدایت می‌کند.

میدان اسفند می‌تواند از نظر خطر آلوده‌سازی پر ریسک‌ترین باشد، به نحوی که در زمانی که باد قوی باشد مانند؛ فصل زمستان، تابستان و پاییز، سواحل جزایر سیری، فارور بزرگ و فارور کوچک را به شدت تحت تأثیر قرار خواهد داد و در فصل بهار که جریان غالب است به سمت سواحل امارات حرکت خواهد کرد.

همچنین با توجه به بررسی سناریوهای پر ریسک، این نتیجه حاصل شده که در تمامی سناریوهای اجرا شده پس از گذشت سه روز از اجرای مدل، به شکل میانگین در حدود ۳۷ درصد از حجم لکه‌ی نفتی از بین خواهد رفت و مابقی نیز حجم شناور بر روی آب خواهد بود. پر ریسک‌ترین میدان نفتی در صورت نشت، لکه‌ی نفتی رها شده در منطقه‌ی عملیات نفتی اسفند در فصل تابستان، خواهد بود که با توجه به شرایط آب و هوایی می‌تواند به میزان ۷۲.۴ درصد از حجم لکه‌ی نفتی شناور را پس از گذشت تنها سه روز در ساحل جزیره سیری جابگذارد.

منابع:

۱. آمارنامه دریایی ایران، ۱۳۹۶، ستاد توسعه فناوری و صنایع دانش بنیان دریایی.
۲. احمدی حوراء، کمالی محمدرضا، معماریانی محمود. "تعیین خانواده های نفتی در منطقه خلیج فارس." ۱۴۵-۱۵۵.
۳. امتیازجو مژگان، صدیقی سیما، ماشین چیان مرادی علی، رعایایی عماد ۱۳۸۲. بررسی کمی و کیفی هیدروکربنهای چند حلقه ای آروماتیک (PAHs) در رسوبات جزیره سیری (خلیج فارس).
۴. اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۷۵. «گزارش اندازه گیری عناصر سنگین و هیدروکربورهای نفتی در آب و رسوبات بنادر شمال و جنوب کشور»، سازمان بنادر و کشتیرانی.
۵. بدیعی، ر.، ۱۳۶۷. «جغرافیای مفصل ایران (جغرافیای طبیعی)»، انتشارات اقبال.
۶. پیشگاهی فر، ز.، ۱۳۹۱. «پیامدهای زیست محیطی و حقوقی ساخت جزایر مصنوعی در خلیج فارس»، پژوهش های جغرافیای انسانی، شماره ۷۹، صص. ۱۱۷-۱۴۰.
۷. ترابی آزاد، م.، حمزهئی، ص.، ۱۳۹۳. «مطالعه میدانی جریان های شمال تنگه هرمز»، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، شماره یک.
۸. زنگنه، حسین؛ علی یساقی؛ حسین محمدرضایی و مصطفی قنادیان، ۱۳۹۷، پردازش تصاویر به دست آمده از مکعب لرزه ای میدان نفتی الوند با رویکرد تحلیل خطواره های گسلی، کنفرانس ملی پژوهش های دانش بنیان در علوم زمین، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز - سازمان صنعت، معدن و تجارت خوزستان
۹. صدری نسب، م.، ۱۳۸۹. «مدلسازی عددی سه بعدی گردش آب در تنگه هرمز»، مجله اقیانوس شناسی، سال اول شماره ۱.
۱۰. رضائی، ع.، ۱۳۸۲. «بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات سطحی خورخوران (محدوده منطقه حفاظت شده حرا)»، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
۱۱. عزیزی قناد فرزاد، وفایی فریدون، محمدی عراق مهدی. مدل سازی عددی انتقال و پخش آلودگی نفتی در دریا. مهندسی دریا. ۱۳۸۹؛ ۶(۱۱): ۳۷-۴۳.
۱۲. کردوانی، پرویز. "اکوسیستم های طبیعی (جلد دوم اکوسیستم های آبی)". : مرکز فرهنگی و انتشاراتی پالیز، ۱۳۷۳.
۱۳. کریمی شهری، ن.، ۱۳۸۲. «بررسی غلظت فلزات سنگین (روی، نیکل، مس، آهن، کرم و سرب) در رسوبات سطحی سواحل بندرعباس»، دانشگاه تهران.

۱۴. کیان مهر، علی؛ نادر نبهانی و فرشته جادری، ۱۳۹۲، ارزیابی کیفی ریسک های زیست‌محیطی بر اساس روش شناسایی خطرات HAZID در واحد تقویت فشار گاز جزیره سیری، سومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران.
۱۵. فرشته کمینجانی، علی نصراللهی، نرگس نظری، شهرزاد ناهید (۱۳۹۳). تحلیل رژیم باد خلیج فارس با استفاده از داده های ایستگاههای هواشناسی همدیدی، مقاله دوره ۳۸، ۸۴-۸۵، صفحه ۲۷-۴۴
۱۶. جغرافیای جزایر ایرانی خلیج فارس؛ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ ۱۳۸۱.
۱۷. طاعتی زاده، حسین، ۱۳۸۸، بررسی وضعیت آلودگی نفتی بندر تجاری امام خمینی و ارائه راهکارهای اجرایی برای کاهش آلودگی، دانشگاه تهران، پایاننامه کارشناسی ارشد.
۱۸. عباسپور، م.، ۱۳۷۷. «مهندسی محیط زیست»، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، جلد اول
۱۹. نصیری جوزانی، سارا و عبدالرضا کرباسی، ۱۳۹۱، مدل‌سازی پخش لکه نفتی و تعیین محدوده خطر آبسنگ مرجانی خلیج فارس
۲۰. مظاهری، ش.، ۱۳۷۸. «تعیین و بررسی جیوه آرسنیک و وانادیوم در رسوبات ریشه ساقه در منطقه حرا»، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال.

21. Al-Rabeh, A. H., Cekirge, H. M., & Gunay, N. (1989). A stochastic simulation model of oil spill fate and transport. *Applied Mathematical Modelling*, 13(6), 322-329.
22. American Petroleum Institution (API); The Role of Chemical Dispersants in Oil Spill Control, Prepared by the API Dispersants Task Force. API: Washington, DC. API Publ. No. 4425. 39 pgs, 1990.
23. Allen, C. M. (1982). Numerical simulation of contaminant dispersion in estuary flows. *Proceedings of the Royal Society of London. A. Mathematical and Physical Sciences*, 381(1780), 179-194.
24. ASA, 2001: OILMAP User Manual Version 4.4. Applied Science Associates, Inc, 20 Dean Knauss Drive, Narragansett, RI. Web site: www.appsci.com (Downloaded: 1004002)
25. ASCE Task Committee on Modeling of Oil Spills. (1996). State-of-the-art review of modeling transport and fate of oil spills. *Journal of Hydraulic Engineering*, 122(11), 594-609.
26. Başar, E., Köse, E., & Güneroglu, A. (2006). Finding risky areas for oil spillage after tanker accidents at Istanbul strait. *International journal of environment and pollution*, 27(4), 388-400.
27. Bordenave, M. L., & Huc, A. Y. (1995). The Cretaceous source rocks in the Zagros foothills of Iran. *Revue de L'institut Français du Petrole*, 50(6), 727-752.
28. Bordenave, M. L., & Burwood, R. (1990). Source rock distribution and maturation in the Zagros orogenic belt: provenance of the Asmari and Bangestan reservoir oil accumulations. *Organic Geochemistry*, 16(1-3), 369-387.

29. Beegle-Krause, J. (2001, March). General NOAA oil modeling environment (GNOME): a new spill trajectory model. In International Oil Spill Conference (Vol. 2001, No. 2, pp. 865-871). American Petroleum Institute.
30. Cheng, Y., Li, X., Xu, Q., Garcia-Pineda, O., Andersen, O. B., & Pichel, W. G. (2011). SAR observation and model tracking of an oil spill event in coastal waters. *Marine pollution bulletin*, 62(2), 350-363.
31. Cohen, Y., Mackay, D., & Shiu, W. Y. (1980). Mass transfer rates between oil slicks and water. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 58(5), 569-575.
32. Curl, H. C., & O'Donnell, K. (1977). Chemical and physical properties of refined petroleum products.
33. Daling, P. S., & Strøm, T. (1999). Weathering of oils at sea: model/field data comparisons. *Spill Science & Technology Bulletin*, 5(1), 63-74.
34. Farrell, K., J.; Cawley, A., M.; Hydrographic tracking and Oil weathering Model for Contingency Planning and Emergency Response in the Shannon Estuary, Ireland MCS International Merchants Rd, Galway, Ireland, 1990.
35. Farmer, D., & Li, M. (1995). Patterns of bubble clouds organized by Langmuir circulation. *Journal of Physical Oceanography*, 25(6), 1426-1440.
36. Farzinger, M., Ibrahim, Z. Z., & Yasemi, M. (2011). Oil spill modeling of diesel and gasoline with GNOME around Rajae Port of Bandar Abbas, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(1), 35-46.
37. Gilfillan, E. S. (1993). Dispersant Use Guidelines for the State of Maine. Bowdoin College Marine Research Laboratory, Brunswick, ME.
38. Halim, Y. (1984). Plankton of the Red Sea and the Persian Gulf. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 31(6-8), 969-982.
39. Johanson, P.; Santillo, D., St., R.; Ashton, J.; Report On the World Ocean, Green peace Research Laboratories report, 1998.
40. Korotenko, K. A., Mamedov, R. M., & Mooers, C. N. K. (2001). Prediction of the transport and dispersal of oil in the south Caspian Sea resulting from Blowouts. *Environmental Fluid Mechanics*, 1(4), 383-414.
41. Lehr, W. J., Cekirge, H. M., Fraga, R. J., & Belen, M. S. (1984). Empirical studies of the spreading of oil spills. *Oil and Petrochemical Pollution*, 2(1), 7-11.
42. Lehr, W., Jones, R., Evans, M., Simecek-Beatty, D., & Overstreet, R. (2002). Revisions of the ADIOS oil spill model. *Environmental Modelling & Software*, 17(2), 189-197.
43. Markarian, R. K., Nicolette, J. P., Barber, T. R., & Giese, L. H. (1993). A critical review of toxicity values and an evaluation of the persistence of petroleum products for use in natural resource damage assessments. Prepared by Entrix, Inc., Wilmington, DE. Prepared for American Petroleum Institute, Washington, DC.

44. Mackay, D. (1980). Calculation of the evaporation rate of volatile liquids. In Proc. National Conference on Control of Hazardous Material Spills, Louisville, KY, 1980.
45. Mackay, D., Buist, I., Mascarenhas, R., & Paterson, S. (1980). Oil spill processes and models. Environment Canada Report EE-8.
46. Mackay, D., Paterson, S., & Trudel, K. (1980). A mathematical model of oil spill behaviour. Environment Canada, Environmental Protection Service, Environmental Impact Control Directorate, Environmental Emergency Branch, Research and Development Division.
47. Murray, S. P. (1972). TURBULENT DIFFUSION OF OIL IN THE OCEAN 1. Limnology and oceanography, 17(5), 651-660.
48. Murray, S. P., Smith, W. G., & Sonu, C. J. (1970). Oceanographic observations and theoretical analysis of oil slicks during the Chevron spill, March 1970. LOUISIANA STATE UNIV BATON ROUGE COASTAL STUDIES INST.
49. Nadim, F., Bagtzoglou, A. C., & Iranmahboob, J. (2008). Coastal management in the Persian Gulf region within the framework of the ROPME programme of action. Ocean & Coastal Management, 51(7), 556-565.
50. Neelamani, S., Al-Salem, K., & Rakha, K. (2007). Extreme waves in the Persian Gulf. Journal of Coastal Research, 322-328.
51. Prentki, R., Smith, C., Johansen, Ø., Daling, P., Moldestad, M., Skognes, K., & Reed, M. (2004). The MMS/SINTEF Oil Weathering Model, Further Development and Applications. Minerals Management Service Anchorage, Alaska.
52. Periañez, R. (2007). Chemical and oil spill rapid response modelling in the Strait of Gibraltar–Alborán Sea. Ecological Modelling, 207(2-4), 210-222.
53. Purser, B. H. (Ed.). (2012). The Persian Gulf: Holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea. Springer Science & Business Media.
54. Report on the Development, Construction, Calculation and Preparation of the ASTM – IP Petroleum Measurement Tables (ASTM D1250; IP 200), 1960, published by the Institute of Petroleum, 61 New Cavendish Street, London, W.1 and American Society for Testing Materials, 1916 Race Street, Philadelphia 3, Pa.
55. Reynolds, R. M. (1993). Physical oceanography of Persian Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman—Results from the Mt Mitchell expedition. Marine Pollution Bulletin, 27, 35-59.
56. Shen, H. T., Yapa, P. D., & Petroski, M. E. (1990). Simulation of Oil Slick Transport in Great Lakes Connecting Channels. Theory and Model Formulation. CLARKSON COLL OF TECHNOLOGY POTSDAM NY.
57. Simecek Beatty, D. and Lehr William, J., 2002. Trajectory Modeling of Marine Oil Spills, Oil Spill Environmental Forensics, pp 405-414.

58. Shen, H. T., & Yapa, P. D. (1989). Oil slick transport in rivers. *Journal of Hydraulic Engineering*, 114(5), 529-543.
59. Thalich, P., & Chao, X. B. (2001). Accurate simulation of oil stricks. In *Proceeding of the International Oil Spill Conference* (pp. 26-29).
60. Tkalich, P., & Chan, E. S. (2002). Vertical mixing of oil droplets by breaking waves. *Marine Pollution Bulletin*, 44(11), 1219-1229.
61. Tkalich, P.; Chao, X., B.; Accurate Simulation Of Oil Slick, *Proceedings of the International Oil Spill Conference*, Tampa, Florida, API, Washangton DC, USA, pp. 1133- 1137, 2001.
62. Tkalich, P. (2006). A CFD solution of oil spill problems. *Environmental Modelling & Software*, 21(2), 271-282.
63. Ventikos, N. P., & Psaraftis, H. N. (2004). Spill accident modeling: a critical survey of the event-decision network in the context of IMO's formal safety assessment. *Journal of Hazardous Materials*, 107(1-2), 59-66.
64. Wang, S. D., Shen, Y. M., Guo, Y. K., & Tang, J. (2008). Three-dimensional numerical simulation for transport of oil spills in seas. *Ocean Engineering*, 35(5-6), 503-510.
65. Winderl, C., Anneser, B., Griebler, C., Meckenstock, R. U., & Lueders, T. (2008). Depth-resolved quantification of anaerobic toluene degraders and aquifer microbial community patterns in distinct redox zones of a tar oil contaminant plume. *Appl. Environ. Microbiol.*, 74(3), 792-801.
66. Yu, X.; Liu, H.; Dong, Z.; A Numerical Method For Oil Spreading On Water, *KoreaChina Conference on Port and Coastal Engineering*, September 21- 23, 2000, Seoul, Korea. 2000.
67. Zodiatis, G., Lardner, R., Solovyov, D., Panayidou, X., & De Dominicis, M. (2012). Predictions for oil slicks detected from satellite images using MyOcean forecasting data. *Ocean Science (OS)*.



بررسی آلودگی ترکیبات آروماتیک حلقوی (PAHs) در آب‌های ساحلی خلیج فارس - بوشهر

حسین خضری، پریسا

p.h.khezri@gmail.com

چکیده:

هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) به دلیل اثرات مخرب زیست محیطی و جهش در موجودات زنده، به عنوان آلاینده‌های آلی حائز اهمیت هستند. در این تحقیق میزان ۱۶ ترکیب PAHs اندازه‌گیری و منبع آن‌ها در آب‌های خلیج فارس (بوشهر-کانال سلطانی) در دو فصل گرم و سرد مطالعه شد. بدین منظور پس از انتقال نمونه‌های آب (تحت دمای 4°C) به آزمایشگاه، ترکیبات PAHs با استفاده از روش استخراج مایع-مایع از نمونه‌ها جدا شده و در نهایت با استفاده از دستگاه GC-MS غلظت ترکیبات مختلف PAHs آنالیز شدند. درصد بازیافت این ترکیبات ۸۵ درصد بود. میزان هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در نمونه‌های آب در دو فصل گرم و سرد اختلاف معنی‌دار داشت ($p < 0.05$). محدوده غلظت این ترکیبات در تابستان و زمستان به ترتیب $2.80 - 2.58$ و $3.33 - 3.86 \text{ ng/l}$ بود. این مقادیر کمتر از مقادیر به دست آمده در سایر مناطق بودند. نتایج به دست آمده نشان دهنده دو منشأ پتروژنیک (نفی) و پایرولیتیک (سوختی) برای این ترکیبات بود. همچنین فراوانی ترکیبات سه و چهار حلقه‌ای PAHs از دو، پنج و شش حلقه‌ای بیشتر بود.

واژگان کلیدی: هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای، پتروژنیک، پایرولیتیک، خلیج فارس

۱. مقدمه

خلیج فارس به عنوان یکی از مهم‌ترین اکوسیستم دریایی بوده که به دلیل نشت نفت، شستشوی تانکرهای نفت‌کش، تخلیه آب توازن کشتی‌ها، سکوهای بهره‌برداری از چاه‌های نفت و سوانجی مانند برخورد و تصادف کشتی‌های نفت‌کش و انهدام و آتش‌سوزی سکوهای نفتی، در معرض آلودگی نفتی قرار گرفته است. آلودگی نفتی یکی از تهدیدهای اصلی محیط زیست در خوریاات و دریاها می‌باشد که پس از ورود به چرخه غذایی دریایی منجر به تغییرات بیولوژیکی آبزیان و یا تلفات آن‌ها می‌گردد (Philips, 1994). در میان آلاینده‌های آلی که وارد آب‌های ساحلی می‌شوند؛ وجود هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی (PAHs) به دلیل خواص سرطان‌زایی و جهش‌زایی در موجودات زنده و همچنین پایداری در اکوسیستم‌های آبی بسیار بحرانی است. این ترکیبات چربی دوست عمدتاً در اثر فعالیت‌های انسان (Mcgroddy and Farrington, 1995) از جمله تخلیه پساب‌های شهری و صنعتی، نشت‌های نفتی، سوزاندن سوخت‌های فسیلی، آتش‌سوزی جنگل‌ها، انفجار آتشفشان‌ها، آگروز اتومبیل‌ها به اکوسیستم‌های آبی راه پیدا می‌کنند (Simoneit et al., 2002). بنابراین با توجه به این موارد و مطالعات اندک صورت گرفته در این زمینه در آب‌های ساحلی خلیج فارس- بوشهر، پایش و تعیین منشأ آلودگی ناشی از PAHs، در این منطقه حائز اهمیت است. بدین منظور این تحقیق در دو فصل سرد و گرم با هدف اندازه‌گیری میزان ترکیبات PAHs، جهت تعیین وضعیت آلودگی منطقه و منشأ این ترکیبات در آب‌های ساحلی خلیج فارس به مرحله اجرا در آمد.

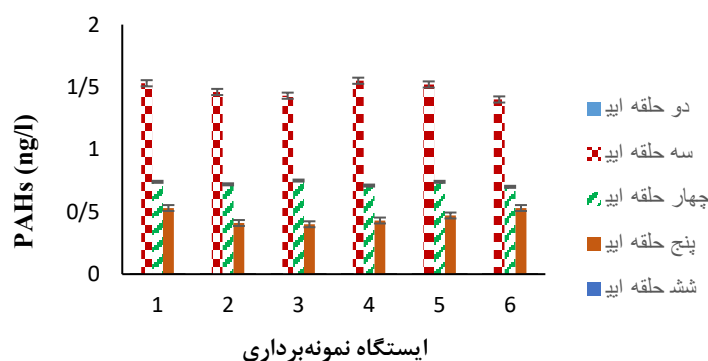
۲. مواد و روش‌ها

نمونه‌های آب گرفته شده از کانال سلطانی- بوشهر تحت دمای 4°C به آزمایشگاه منتقل شدند. در زمان آنالیز جهت محاسبه درصد بازیافت، قبل از استخراج، ابتدا پنج استاندارد داخلی: Naphtalene-d8, Phenanterene-d10, Terphenyl-d14, chrysene-d12, Perylene-d12، به نمونه‌های آب اضافه شده و سپس نمونه‌ها با استفاده از روش استخراج مایع- مایع به کمک حلال دی‌کلرومتان استخراج شدند.

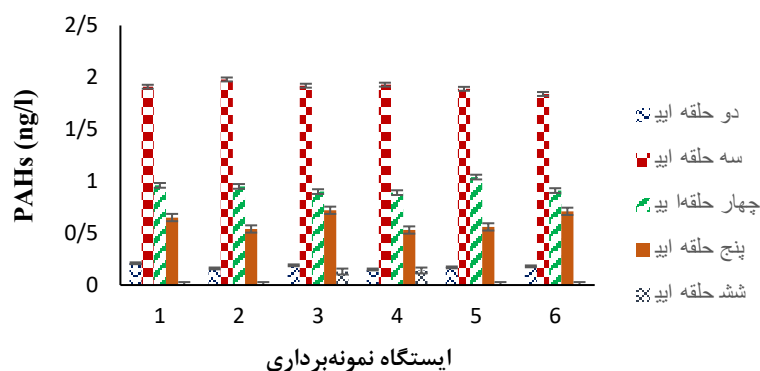
نمونه‌های استخراج شده پس از حذف ترکیبات گوگردی از آن‌ها (توسط مس)، تغلیظ شدند. نمونه‌های تغلیظ شده ابتدا از ستون سیلیکاژل غیر فعال و سپس از ستون سیلیکاژل فعال عبور داده شدند؛ با شستشوی ستون سیلیکاژل فعال توسط مخلوط حلال‌های هگزان و دی‌کلرومتان (به نسبت ۳:۱) ترکیبات PAHs جداسازی شده و توسط گاز نیتروژن خالص حجم آن‌ها کاهش داده شد و در نهایت جهت تزریق به دستگاه GC- MS در حلال ایزواکتان حل شدند (Zakaria et al., 2002).

۳. نتایج و بحث

نتایج مربوط به ۱۶ ترکیب PAHs در آب این منطقه در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۸ به ترتیب در نمودارهای شماره ۱ و ۲ آورده شده است. درصد بازیافت این ترکیبات ۸۵ درصد و محدوده غلظت آن‌ها در تابستان و زمستان به ترتیب $2.80 - 2.58 \text{ ng/l}$ و $3.86 - 3.63 \text{ ng/l}$ بود؛ این مقادیر کمتر از مقادیر به دست آمده در سایر مناطق بودند. میزان هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در نمونه‌های آب در دو فصل گرم و سرد دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($p < 0.05$). پائین‌تر بودن غلظت PAHs در تابستان نسبت به زمستان به خاطر دمای بالا و افزایش فرایند اکسیداسیون در تابستان است در هر دو فصل فراوانی ترکیبات سه و چهار حلقه‌ای PAHs از دو، پنج و شش حلقه‌ای بیشتر بود. ترکیبات PAHs به دلیل خاصیت آبگریزی دارای انحلال‌پذیری کمی در آب هستند این انحلال‌پذیری با افزایش وزن مولکولی کاهش می‌یابد؛ به نحوی که غلظت ترکیبات سنگین پنج و شش حلقه‌ای (با دارا بودن بیشترین وزن مولکولی در بین ترکیبات PAHs) در آب دریا بسیار کم بوده و تمایل به ته‌نشینی در رسوبات بستر دارند (Walker, 2002). این نتیجه با نتایج حاصل از مطالعه PAHs در آب و رسوب خلیج دایا چین (Zhou et al., 2003) و آب‌های شمالی خلیج فارس (Ehrhardt et al., 1989) مطابقت دارد.

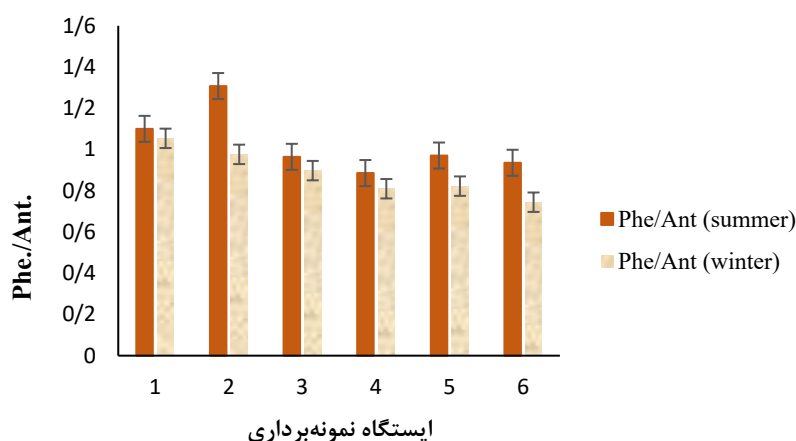


نمودار ۱) میزان ترکیبات آروماتیک چند حلقه‌ای در آب‌های ساحلی خلیج فارس- بوشهر (کانال سلطانی)، فصل تابستان ۱۳۹۸

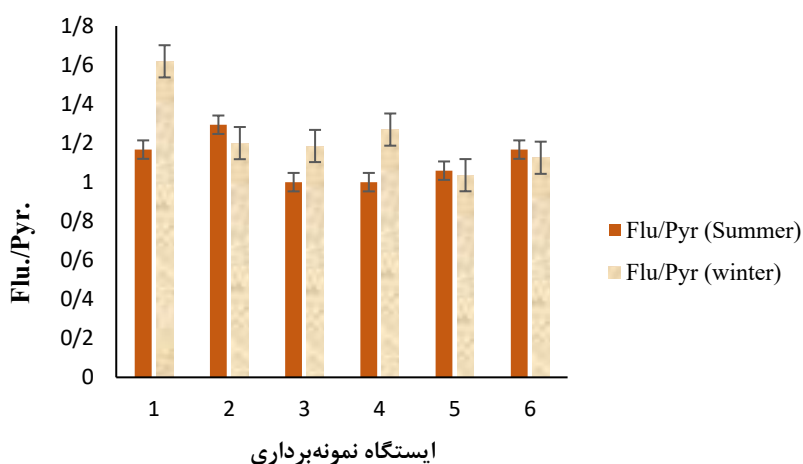


نمودار ۲) میزان ترکیبات آروماتیک چند حلقه‌ای در آب‌های ساحلی خلیج فارس - بوشهر (کانال سلطانی)، فصل زمستان ۱۳۹۸

جهت تعیین منبع ترکیبات PAHs از دو نسبت مولکولی Phe/Ant و Flu/Pyr استفاده شد (Baumard et al., 1998a,b). با توجه به مقادیر به دست آمده برای این نسبت‌ها (نمودارهای شماره ۳ و ۴)، ترکیبات PAHs در منطقه مورد مطالعه دارای دو منشأ پتروژنیک (نفتی) و پایرولیتیک (سوختی) بودند.



نمودار ۳) نسبت فنانترن به آنتراسن (Phe./Ant.) در آب‌های ساحلی خلیج فارس - بوشهر (کانال سلطانی)



نمودار ۴) نسبت فلورانتن به پایرن (Flu./Pyr.) در آب‌های ساحلی خلیج فارس - بوشهر (کانال سلطانی)

منابع

1. Ehrhardt M.G. and Douabul A., 1989. Dissolved petroleum residues and alkyl benzene photo- oxidation products in the upper Persian Gulf. Marine Chemosphere, 26, 363-370.
2. Philips D. J. H., 1994. Aliphatic hydrocarbons in fish from the canarg Islands. Marine pollution Bulletin, 28, 44-49.
3. McGroddy S.E. and Farrington J.W., 1995. Sediment pore water partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons in three cores from Boston Harbor, Massachusetts. Environmental Science Technology, 29, 1542-1550.
4. Simoneit B.R.T., 2002. Biomass burning – a review of organic tracers for smoke from incomplete combustion. Apply Geochemistry, 17, 129-162.
5. Zakaria M.P., Takada H., Tsutsumi S., Ohno K., Yamada J., Kouno E. and Kumata H., 2002. Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Rivers and Estuaries in Malaysia: A Widespread Input of Petrogenic PAHs. Environmental Sciences Technological, 36, 1907-1918.
6. Walker C.H., 2002. Organic pollutants: an ecotoxicological perspective. 2nd editions. London: Taylor & Francis.
7. Baumard P., Budzinski H. and Garrigues P., 1998a. Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the western Mediterranean sea. Environmental Toxicology Chemicals, 17, 765-776.
8. Baumard P., Budzinski H., Garrigues P., Dizer H. and Hansen P.D., 1998b. Polycyclic aromatic hydrocarbons in recent sediment and mussels (*Mytilus edulis*) from the Western Baltic sea; occurrence, bioavailability and seasonal variations. Marine Environmental, Research 47: 17-47.
9. Zhou J.L. and Maskaoui K., 2003. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in water and surface sediments from Daya Bay, China. Environmental Pollution, 121, 269-28.

روابط زی توده زئوپلانکتون، مقادیر سیلیکات و کلروفیل آ در لایه های آبی شمال خلیج فارس

حسینی جبلی^۱، سید محمد حسام^۱؛ ابطحی^۲، بهروز^۳؛ قائمی^۳، مریم^۳؛ کوچک نژاد^۴

۱. دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانش آموخته، hesami1374@gmail.com

۲. دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، استاد، b_abtahi@sbu.ac.ir

۳. پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، مرکز اقیانوس شناسی خلیج فارس (بوشهر)، mgahaemi@inioi.ac.ir

۴. پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، مرکز اقیانوس شناسی خلیج فارس (بندر عباس)، emad.koochaknejad@inioi.ac.ir

واژگان کلیدی: سیلیکات، کلروفیل آ، زی توده زئوپلانکتون، خلیج فارس

ژئوپلانکتون و فیتوپلانکتون شاخص زیستی مهم کیفیت آب و وضعیت تغذیه ای اکوسیستم آبی هستند زیرا به سرعت به تغییرات محیطی پاسخ می دهند (Laufkötter, et al., 2015). برای پایش اکوسیستم‌های آبی، از ژئوپلانکتون به عنوان بیواندیکاتور می‌توان استفاده کرد. ترکیب، فراوانی و توزیع گونه‌های ژئوپلانکتون در هر نوع زیستگاه آبی خاص، معمولاً اطلاعاتی درباره شرایط فیزیکی و شیمیایی موجود در آن زیستگاه را ارائه می دهد، از این رو، آنها از اهمیت اکولوژیک زیادی برخوردار هستند (Berraho, et al., 2019). از پارامترهای مهم سنجش کیفیت آب، زی توده کلروفیل آ است. کلروفیل آ رنگدانه‌ی اصلی فتوسنتز است؛ به همین خاطر، به عنوان شاخص واقعی قابل رویت برای حالت‌های تروفیک از اکوسیستم آبی به شمار می‌رود (Carlson, 1977; Kalytýte, 2007). در نتیجه میزان تولیدات اولیه آب را می توان بر اساس مقدار زی توده کلروفیل آ موجود در آب سنجش کرد.

یکی دیگر از پارامترهای مهم، میزان مواد مغذی محلول در آب، از جمله سیلیکات است که تاثیر بسیاری بر رشد فیتوپلانکتون و ژئوپلانکتون می‌گذارد. سیلیکات که یکی از متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش می‌باشد، نقشی کلیدی در اکوسیستم‌های دریایی دارد و موجودات زنده‌ای مانند دیاتومه‌ها و رادیولاریا برای ساختن صدف بیرونی خود به آن نیاز دارند (Chester, 1990). با توجه به نقش سیلیس در ترکیب گونه‌های دیاتومه و زنجیره غذایی، اندازه‌گیری غلظت سیلیکات محلول در آب و همچنین آنالیز ارتباط بین مقدار سیلیکات موجود در آب با تراکم پلانکتون به عنوان یک موضوع تحقیقاتی مهم به شمار می رود.

در این تحقیق داده‌های سیلیکات، کلروفیل آ و زی توده ژئوپلانکتون که از اعماق گوناگون از سه ایستگاه مختلف در خلیج فارس و تنگه هرمز طی دو فصل مختلف بهار و تابستان ۱۳۹۷ به ترتیب طی گشت‌های ۱۸۰۲ و ۱۸۰۳ بوسیله کشتی تحقیقاتی "کاوشگر خلیج فارس" جمع‌آوری شده بود مورد بررسی و و تحلیل قرار گرفت.

مسئله کلی این پژوهش ارزیابی غلظت سیلیکات محلول در آب، کلروفیل آ و زی توده ژئوپلانکتون و فیتوپلانکتون، و همچنین آنالیز ارتباط بین مقدار سیلیکات موجود در آب با تراکم پلانکتون و سنجش و مقایسه روند تغییرات هر یک از متغیرها، بین ایستگاه‌های مختلف و بین دو فصل مختلف (بهار و تابستان) در لایه‌های آبی شمال خلیج فارس و تنگه هرمز می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

از مجموعه گشت‌های تحقیقاتی شناور کاوشگر خلیج فارس، گشت‌های شماره ۱۸۰۲ و ۱۸۰۳، در محدوده آب‌های استان هرمزگان (در محدوده آب‌های خلیج فارس و دریای عمان) به ترتیب در بهار و در اواخر تابستان ۹۷ انجام شد. شکل ۱، ایستگاه‌های مورد مطالعه در این پژوهش را نشان می‌دهد.

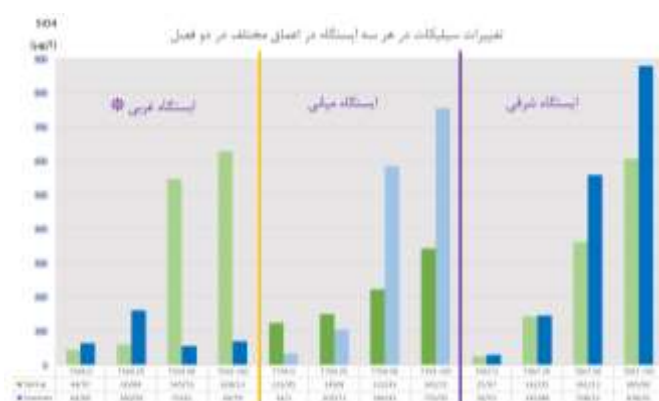


شکل ۱) موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری شده

نمونه برداری از آب با استفاده از دستگاه های نمونه برداری چندتایی آب، روزت (Multi Water Sample) و بطری نیسکین ساخت شرکت Hydro-Bios برداشت گردید. نمونه آب در هر ایستگاه با تنظیم دستگاه روزت از عمق های مختلف برداشت شد. از این نمونه ها برای مطالعات مختلفی از جمله تعیین مقدار مواد مغذی محلول در ستون آب، تعیین غلظت کلروفیل آ در ستون آب و بررسی پلانکتون استفاده شد. برای اندازه گیری خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب (دما، شوری و...) در محل از یک عدد دستگاه مولتی متر شرکت Hack استفاده گردید. نمونه های آب جهت اندازه گیری سیلیکات پس از نمونه برداری سریعاً با فیلتر سرسنگی ۰/۴۵ میکرون فیلتر و منجمد شده و پس از انتقال به آزمایشگاه بروش کالریتری (استاندارد ۱۹۹۹ MOOPAM) اندازه گیری شد. برای نمونه گیری زئوپلانکتون، از تور کمرگیر (Closing Net) با دهانه ۵۰ سانتی متر، طول ۲ متر و چشمی تور ۳۰۰ میکرومتر در قسمت بدنه و ۱۰۰ میکرومتر در قسمت ظرف جمع آوری کننده (Net bucket) استفاده شد. پس از بالا آوردن تور به سطح شناور، تور به طور کامل با آب فیلتر شده دریا شستشو داده شد تا تمامی نمونه ها به ظرف جمع آوری نمونه منتقل شوند. سپس نمونه ها از ظرف جمع آوری در انتهای تور با استفاده از فرمالین ۴٪ تثبیت شده و به ظروف ۵۰۰ میلی لیتری انتقال داده شدند. نمونه برداری در هر ایستگاه با ۲ تکرار در ستون عمودی آب در عمق های متفاوت انجام شد.

۳. نتایج

شکل ۱ تغییرات غلظت سیلیکات را در هر دو فصل، بین ایستگاه های مختلف در چهار عمق بیشینه، ۵۰، ۲۵ و سطح نشان می دهد. بیشینه ی مقدار سیلیکات، در عمق بستر ایستگاه شرقی T0S7 در تابستان، و کمترین مقدار آن در عمق صفر ایستگاه شرقی T0S7 در بهار مشاهده شد. روند تغییرات به جز در ایستگاه غربی T5S4 در فصل تابستان که روند خاصی را نشان نمی دهد، در بقیه موارد مقدار سیلیکات، از سطح به عمق، افزایش می یابد. بیشترین اختلاف بین مقادیر سیلیکات در دو فصل، در عمق بیشینه ی ایستگاه غربی T5S4 دیده شد. اختلاف مقادیر سیلیکات در هر عمق بین دو فصل نسبتاً زیاد بوده و غلظت سیلیکات در تابستان بیشتر از زمستان مشاهده شد.



شکل ۱) تغییرات غلظت سیلیکات در هر دو فصل، بین ایستگاه های مختلف در چهار عمق بیشینه، ۵۰، ۲۵ و سطح

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود؛ بیشینه ی مقدار کلروفیل آ در عمق ۲۵ متر ایستگاه میانه T7S4 در فصل بهار و کمترین مقدار آن در عمق ۵۰ متر ایستگاه غربی T5S4 در فصل تابستان است. در هر سه ایستگاه، عمق ۲۵ متر، حاوی بیشترین غلظت کلروفیل آ است. روند تغییرات کلروفیل آ در ستون آب به این صورت است که از سطح تا عمق ۲۵ متر افزایش و سپس کاهش می یابد. همچنین اختلاف مقدار کلروفیل آ بین دو فصل، تقریباً کمتر از تغییرات سیلیکات می باشد. بیشترین اختلاف بین دو فصل در یک عمق، در عمق ۲۵ متر ایستگاه غربی T5S4 است. در مجموع، تقریباً غلظت کلروفیل آ در فصل بهار بیشتر از فصل تابستان دیده می شود.



شکل ۲) تغییرات کلروفیل آ در هر دو فصل، بین ایستگاه‌های مختلف در چهار عمق بیشینه، ۵۰، ۲۵ و سطح

همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده، اختلاف مقدار زی‌توده زئوپلانکتون بین دو فصل نسبتاً زیاد و در فصل بهار بیشتر از تابستان می‌باشد. بیشینه‌ی مقدار آن، در ایستگاه غربی T5S4 در فصل بهار و کمترین مقدار آن در ایستگاه میانه T7S4 در فصل تابستان است. اختلاف مقادیر زی‌توده زئوپلانکتون بین دو فصل در ایستگاه غربی T5S4 بیشتر از دو ایستگاه دیگر است. بیشینه مقدار زی‌توده زئوپلانکتون در فصل بهار، در ایستگاه غربی T5S4 و در فصل تابستان در ایستگاه شرقی T0S7 بود.



شکل ۳) تغییرات زی‌توده زئوپلانکتون در هر دو فصل، بین ایستگاه‌های مختلف

۴. بحث و نتیجه‌گیری

میانگین غلظت سیلیکات در سه ایستگاه مورد بررسی در این تحقیق، به ترتیب ایستگاه غربی، میانی و شرقی ۳۱۹/۸۶، ۲۰۹/۳۷، ۲۸۳/۷۴ میکروگرم در لیتر در فصل بهار و ۸۷/۵۶، ۳۶۹/۳۳، ۴۰۳ میکروگرم در لیتر در فصل تابستان محاسبه شد. در گشت تحقیقاتی که در تابستان ۲۰۰۱ و زمستان ۲۰۰۶ انجام شد (Al-Yamani, et al., 2007)، غلظت سیلیکات از سطح به عمق افزایش نشان داد که این نتیجه با داده‌های ما در همه ایستگاه‌ها به جز ایستگاه T5S4 (غربی) در فصل تابستان، مطابقت دارد. اما مقایسه نسبی میانگین غلظت سیلیکات در این تحقیق و داده‌های راپی در زمستان ۲۰۰۶، نشانگر افزایش سیلیکات طی این ۱۲ سال می‌باشد. همچنین، غلظت سیلیکات در ایستگاه غربی (خلیج فارس)، به نسبت دو ایستگاه دیگر که در تنگه هرمز و ابتدای دریای مکران واقع شده بودند، تقریباً کم‌تر مشاهده شد که بیان‌گر شرایط الیگوتروفیک‌تر در خلیج فارس است. همچنین در ایستگاه غربی، مقدار کلروفیل آ کمتر از ایستگاه‌های دیگر اندازه‌گیری شد که این امر ممکن است بیانگر حضور بسیار کمتر فیتوپلانکتون در این قسمت و در نتیجه تجمع سیلیکات باشد. میانگین و بیشینه‌ی کلروفیل آ در بهار تقریباً بیشتر از فصل تابستان بود. نتایج مشابهی نیز در مطالعات شاپوری و جوانشیر و اکبری میارکلاهی دیده شده که آنها اینگونه استنباط کردند: حداکثر نیترات توسط فیتوپلانکتون در اواخر زمستان و اوایل بهار مصرف شده، بطوریکه اواخر بهار و اوایل تابستان میزان نیترات حداقل بوده و باعث کاهش تولید فیتوپلانکتون و در نتیجه شیب کاهش غلظت‌های کلروفیل و تولیدات اولیه در ماه‌های تابستان می‌شود.

در بررسی حاضر ارتباط معنی داری بین غلظت سیلیکات و کلروفیل آ مشاهده نشد. توده حجمی زئوپلانکتون در فصل بهار به ترتیب در ایستگاه‌های غربی، میانی و شرقی؛ ۵/۱۳، ۳/۹۵، ۳/۸۵ میلی لیتر بر متر مکعب و در فصل تابستان ۰/۳۱، ۰/۱۸، ۲/۴۶ میلی لیتر بر متر مکعب بود. از آنجا که غلظت زئوپلانکتون و فیتوپلانکتون، متأثر از یکدیگر هستند نوسانات مقدار زی‌توده هر دو گروه در لایه‌های عمقی

تقریباً همراستا بود. ضمناً مقدار زی توده هر دو گروه در فصل بهار بیشتر بود. با توجه به نتایج آنالیز آماری، در فصل بهار بین مقدار سیلیکات و زی توده زئوپلانکتون ارتباط معنی دار مشاهده شد، به طوری که حدود ۶۰ درصد از افزایش مقدار زی توده زئوپلانکتون، تحت تاثیر افزایش سیلیکات بود.

منابع

1. Steinberg, D. K. and R. H. Condon (2009). "Zooplankton of the York River." *Journal of Coastal Research* **2009**(10057): 66-79.
2. Gusha, M. N., et al. (2019). "Zooplankton grazing pressure is insufficient for primary producer control under elevated warming and nutrient levels." *Science of The Total Environment* **651**: 410-418.
3. Laufkötter, C., et al. (2015). "Drivers and uncertainties of future global marine primary production in marine ecosystem models." *Biogeosciences* **12**: 6955-6984.
4. Berraho, A., et al. (2019). "Short-term variation of zooplankton community in Cintra Bay (Northwest Africa)." *Oceanologia* **61**(3): 368-383.
5. Kalytė, D. (2007). "Summer phytoplankton in deep Lithuanian lakes." *Ekologija* **53**(4).
6. Carlson, R. E. (1977). "A trophic state index for lakes 1." *Limnology and oceanography* **22**(2): 361-369.
7. Chester, R. (1990). Nutrients, organic carbon and the carbon cycle in sea water. *Marine geochemistry*, Springer: 272-320.
8. Al-Yamani, F., et al. (2007). "Spatial Distribution of Chlorophyll-a in the ROPME Sea Area during Winter 2005/2006. Final Report." *Kuwait Institute for Scientific Research, KISR Report* **8655**.
9. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, (1999). Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods (MOOPAM) Kuwait.

Study of zooplankton biomass, silicate and chlorophyll *a* relation in the water column of the northern part of the Persian Gulf

Hoseyni Jebelli, S. Mohammad Hesam¹; Abtahi, Behrooz²; Ghaemi, Maryam³; Kouchaknejad, Emad⁴

1. Shahid Beheshti University, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Graduate,
(hesami1374@gmail.com)

2. Shahid Beheshti University, Faculty of Life Sciences and Biotechnology (b_abtahi@sbu.ac.ir)

3. Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science, Persian Gulf Oceanography Center (Bushehr), (mghaemi@inioi.ac.ir)

4. Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science, Persian Gulf Oceanography Center (Bandar Abbas), (emad.kouchaknejad@inio.ac.ir)

Abstract:

the aim of this study was to measure the concentration of dissolved silicate, the amount of chlorophyll *a* and investigation of the relationship between silicate concentration in different layers of the water column with zooplankton biomass and some abiotic factors such as salinity, temperature, at specific stations in the middle of the Persian Gulf, Strait of Hormoz and east of the Strait of Hormuz. The samples were collected using the Persian Gulf research vessel belonging to the National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences during the 1802 and 1803 cruises in the two seasons of spring and summer. The results showed that the amount of silicate varies at different depths. There was a significant relationship between silicate content and zooplankton biomass in spring and between salinity and zooplankton biomass in summer. In most of the studied areas, the amount of silicate towards the bed showed a significant increase that results from the accumulation and deposition of silicate near the bed. Zooplankton and phytoplankton biomass values followed different trends.

Keywords: *Silicate, Chlorophyll a, Zooplankton biomass, Persian Gulf*



بررسی اثر کمیت‌های دما و شوری بر روی برد امواج رادار در دریا، محدوده مورد مطالعه دریای عمان و کاسپین

حسینی حمید، مجید^{۱*}؛ فرزینگر، مهرناز^۲

۱. دانشجوی دکتری، majidhosseini_h@yahoo.com

۲. عضو هیات علمی دانشگاه هرمزگان، mfgohar@yahoo.com

واژگان کلیدی: کاسپین، دریای عمان، برد، امواج رادار، دما و شوری

۱. مقدمه

برد و نفوذ امواج الکترومغناطیس بر اساس میزان رسانندگی اجسام متفاوت می‌باشد بطوریکه با افزایش خاصیت رسانندگی مواد، ضریب شکست (نفوذ) کاهش و ضریب انعکاس پرتو افزایش می‌یابد [۱۶]. میلفورد در کتابش بیان کرد که امواج الکترومغناطیس بسته به فرکانس‌شان دارای برد مخصوص به خود می‌باشند و در مواد نارسانا بخوبی نفوذ می‌کنند ولی این امواج قادر به نفوذ در اجسام رسانا نمی‌باشند [۱۵]. موج به هنگام ورود به محیطی شفاف دچار تضعیف یا انعکاس می‌شود، میزان برد به پارامترهای فیزیکی محیط انتشار وابسته است. عمق نفوذ امواج رادار در آب فاقد املاح زیاد است [۳]. وجود املاح و نمک در آب دریا باعث می‌شود که محیط دریا خاصیت رسانایی پیدا کند و محیط رسانا مانع از عبور امواج الکترومغناطیسی می‌شود و در دریافت تصاویر ماهواره تاثیرگذار بوده است [۱]. هرچه رسانندگی حاصل از شوری کمتر باشد عمق نفوذ امواج الکترومغناطیس در آن بیشتر می‌گردد [۲]. میزان نمک عامل افزایش رسانندگی می‌شود [۱۱]. املاح می‌تواند با تغییر ضریب دی‌الکتریک از کیفیت امواج گسیلی و انعکاسی بکاهند [۴]. یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار بر برد امواج الکترومغناطیس دمای آب می‌باشد که می‌تواند بر نحوه تغییرات ثابت دی‌الکتریک آبهای مناطق مختلف تاثیر بگذارد [۵].

با آنکه میزان تغییرات ضریب رسانندگی به میزان شوری آب دریا وابسته است ولی این میزان تا یک عمق خاصی ثابت می‌باشد بطوریکه می‌توان متوسط رسانندگی در عمق‌های مختلف را جایگزین آن کرد [۷].

۲. مواد و روش‌ها

برای بدست آوردن مقدار دقیق عمق نفوذ امواج الکترومغناطیس در آب دریا با فرض ثابت گرفتن ضریب دی‌الکتریک در عمق‌های نزدیک به سطح [۷] می‌توان از روابط زیر استفاده کرد: [۱۶]

$$\sigma(25, s) =$$

$$s[0.182521 - 1.46192 \times 10^{-3}s +$$

$$2.09324 \times 10^{-5} s^2 - 1.28205 \times 10^{-7} s^3] \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \beta &= \beta(\Delta, S) \\ &= 2.033 \times 10^{-2} + 1.266 \times 10^{-4} \Delta + 2.464 \times 10^{-6} \Delta^2 - \\ &S(1.849 \times 10^{-5} - 2.551 \times 10^{-7} + 2.551 \times 10^{-7} \Delta + \\ &2.551 \times 10^{-8} \Delta^2) \end{aligned} \quad (2)$$

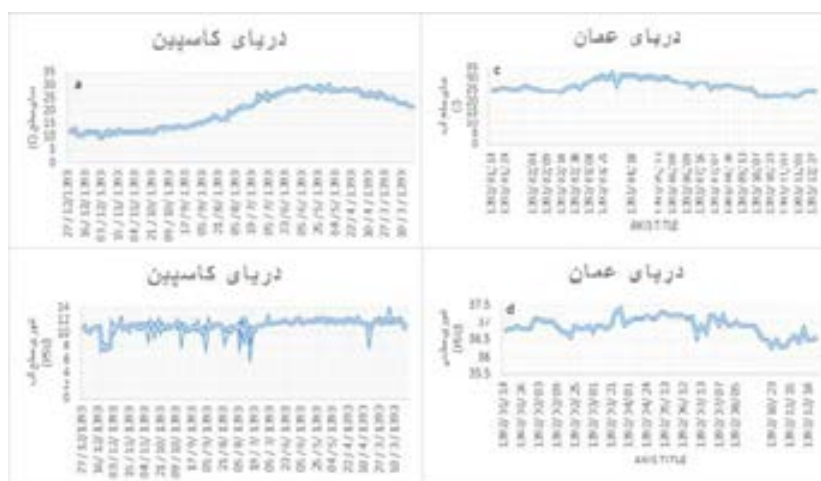
$$\sigma_s(T, s) = \sigma(25, s)e^{-\beta \Delta} \quad (3)$$

$$\Delta = 25 - T$$

در رابطه (۱) میزان رسانندگی ($\sigma(25, s)$) در یک دمای مرجع (در اینجا ۲۵ درجه سانتیگراد) و بر حسب مقادیر شوری محاسبه شده و در رابطه (۲) این مقادیر برای دماهای مختلف اصلاح می گردد (β) و در نهایت توسط رابطه (۳) میزان رسانندگی ($\sigma_s(T, s)$) محاسبه می شود.

در این تحقیق از داده های میدانی موجود برای ایستگاه های نوشهر و چابهار استفاده شده است. این داده ها مربوط به سالهای ۹۲ و ۹۳ و در موقعیت جغرافیایی نوشهر (36°, 38', 22.28" N و 51°, 32', 50.96" E) و چابهار (25°, 16', 43.9" N و 60°, 39', 5.8" E) بطور روزانه جمع آوری شده است.

نمودارهای تغییرات دما و شوری سطحی دریای عمان و کاسپین (شکل ۴) نشان دهنده میزان تغییرات در مدت یک سال می باشد. دمای سطحی دریای کاسپین از خرداد تا مرداد افزایش داشته و سپس با یک شیب ملایم از مقدار آن کاسته می گردد بطوریکه کمینه دمای ثبت شده مربوط به ماه اسفند است. شوری سطحی این دریا به جز در روزهای خاص که نشان از یک رخداد لحظه ای است، دارای تغییرات اندکی می باشد بطوریکه در طی حرکت از خرداد تا اسفند کمی کاهش می یابد. دمای سطحی دریای عمان در ماه های خرداد تا شهریور اندکی بیشتر از سایر ماه ها می باشد ولی تغییرات شوری آن نظم مشخصی نداشته بطوریکه بیشینه شوری متعلق به خرداد ماه و کمینه آن مربوط به ماه فروردین است.



شکل ۴) نمودار تغییرات دما و شوری سطحی دریای کاسپین و عمان در بازه زمانی سالهای ۹۲ و ۹۳.

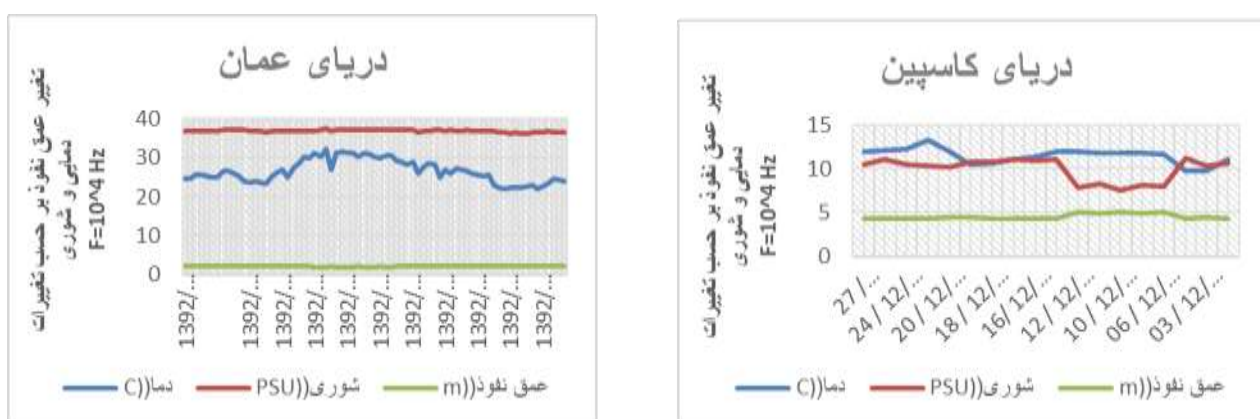
محاسبه دقیق برد امواج رادار نیازمند داشتن میزان رسانندگی در نقاط مختلف دریا می باشد، در روابط (۳ تا ۱) میزان رسانندگی بر اساس تغییرات دما و شوری آب دریا بدست آمده و در انتها با جایگذاری آن در رابطه (۴) می توان میزان عمق نفوذ امواج را محاسبه کرد (Lawrence, 1977).

$$\delta = \sqrt{(2/\mu \times \sigma \times \omega)} \quad (4)$$

که در این رابطه δ عمق نفوذ بر حسب متر، μ ثابت تراوایی مغناطیسی، σ رسانندگی دریا و ω بسامد زاویه ای موج می باشد.

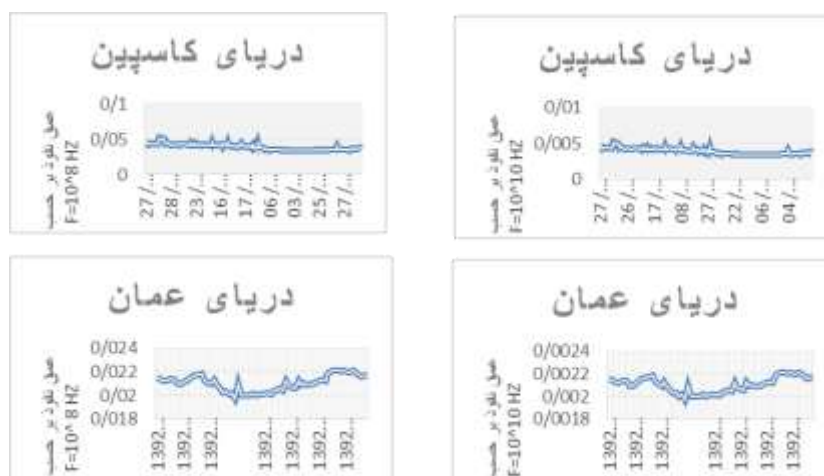
۳. نتایج

در نمودارهای شکل (۵) تغییرات شوری سالانه دریای عمان نسبت به کاسپین کمتر و در محدوده PSU ۱ می باشد همچنین تغییرات دمایی در هر دو دارای نوسان بوده بطوریکه بیشینه آن به ترتیب برای دریای عمان و کاسپین ۳۲ C و ۱۳ C می باشد. ارتباط خطی معناداری بین تغییرات دمایی با عمق نفوذ امواج الکترو مغناطیس وجود ندارد ولی همانطور که در نمودار دریای کاسپین مشاهده می شود با کاهش شوری عمق نفوذ افزایش می یابد.



شکل ۵) نمودار تغییرات دما و شوری سطحی دریای کاسپین و عمان در بازه زمانی سالهای ۹۲ و ۹۳.

محدوده امواج رادار و فرو سرخ از مرتبه 10^4 Hz تا 10^{14} Hz می باشد با دانستن مقادیر بسامد و محاسبه رسانندگی به عمق نفوذ این امواج با دقت بالایی دست یافت. شکل (۶).



شکل ۶) میزان عمق نفوذ امواج رادار در فرکانسهای 10^8 Hz و 10^{10} Hz را برای یک دوره یک ساله نشان می دهد.

جدول ۲ میزان نفوذ امواج رادار با فرکانس 10^4 Hz را نشان می دهد. در این عمق برد امواج در هر دو دریا از مرتبه چند متر می باشد. با انتخاب بسامدهای کمتر از این مقدار برد به چند ده متر نیز خواهد رسید که از آنها می توان برای شناسایی در سنجنده های محلی همانند پهبادها به بررسی و شناسایی اجسام زیر آب پرداخت.



جدول ۲) برد امواج رادار بر حسب متر با فرکانس کمینه در ماه های اسفند و شهریور در چهار روز اول داده برداری

$f=10^4$ Hz			
اسفند		شهریور	
دریای کاسپین	دریای عمان	دریای کاسپین	دریای عمان
4.379907	2.174982	3.547555	2.038068
4.340262	2.157547	3.542302	2.046337
4.434549	2.164407	3.541945	2.059234
4.417198	2.165672	3.509596	2.047699

۴. بحث و نتیجه گیری

بیشینه عمق نفوذ در دریای کاسپین در دمای C ۱۱.۷۶ و شوری PSU ۷.۵۹ مربوط به ماه اسفند و کمینه آن با دمای C ۲۹.۴۲ و شوری PSU ۱۲.۱۹ مربوط به ماه شهریور است. همچنین بیشینه عمق نفوذ امواج درون دریای عمان مربوط به ماه دی با دمای C ۲۲ و شوری PSU ۳۶.۵ و کمینه آن مربوط به ماه خرداد با دمای C ۳۲.۱ و شوری PSU ۳۷.۴ می باشد.

براساس نتایج فوق میزان برد امواج الکترومغناطیس در ماه های مختلف در هر دو دریای کاسپین و عمان دچار تغییرات می گردد. در حالت کلی نفوذ این امواج در دریای کاسپین بیشتر از دریای عمان می باشد همچنین هر چه فرکانس موج تابشی بیشتر باشد عمق نفوذ آن نیز بیشتر می گردد. اگر فرکانس موج در محدوده 10^4 Hz انتخاب شود می توان اجسام شناور تا عمق ۴/۵ متری دریای کاسپین در اسفند ماه را مشاهده و تصویر برداری نمود این عمق برای دریای عمان به کمی بیش از ۳/۵ متر در شهریور ماه می رسد (جدول ۲). در حالت کلی برد نفوذ امواج رادار درون دریای کاسپین به دلیل تغییرات شوری و دمایی در فرکانس های بالا سه برابر دریای عمان می باشد ولی این نسبت در فرکانس های پایین کمتر می شود.

منابع

۱. محسنی آراسته، افشین "محاسبه ثابت دی الکتریک آب های خلیج فارس، چهارمین همایش ملی علوم و فناوری زیر دریا،" اصفهان - شاهین شهر، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۸۶
۲. [۷] نوری، لیلا و محسنی آراسته، افشین "، چگونگی انتشار امواج الکترومغناطیس در دریا،" پنجمین همایش ملی صنایع دریایی ایران، جزیره کیش، انجمن مهندسی دریایی ایران، ۱۳۸۲
۳. منصوری، داریوش، صدری نسب، مسعود، اکبری نسب، محمد. "مدل سازی ساختار میدان های دما و شوری آب دریای خزر با استفاده از مدل POM. هیدروفیزیک " 1-13: 1(1): 1394, 1394,
4. Bonin, F., A. Burguera, and G. Oliver, "Imaging systems for advanced underwater vehicles", J. Marit. Res, Vol. 8, pp.65-86, 2011.
5. Raimondo, Schettini, and Corchs Silvia, "Underwater image processing: state of the art of restoration and image enhancement methods", EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 2010.
6. Sun, B., Wen, J., He, M., Kang, J., Luo, Y., & Yuansheng, L. (2003). Sea ice thickness measurement and its underside morphology analysis using radar penetration in the Arctic Ocean. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 46(11), 1151-1160.

7. Somaraju, R., & Trumpf, J. (2006). Frequency, temperature and salinity variation of the permittivity of seawater. *IEEE transactions on Antennas and Propagation*, 54(11), 3441-3448.
8. Qureshi UM, Shaikh FK, Aziz Z, Shah SM, Sheikh AA, Felemban E, Qaisar SB. RF path and absorption loss estimation for underwater wireless sensor networks in different water environments. *Sensors*. 2016 Jun 16;16(6):890.
9. Apel JR. Principle of Ocean Physics Academic. Orlando, Fla. 1987.chapter 8,414-415.
10. www.caspinfo.net › Caspian Sea data
11. Harmuth, H. F., & Hussain, M. G. (1992). Response to a letter by JR Wait about electromagnetic waves in seawater. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 34(4), 491-492.
12. Al-Shamma'a, A. I., Shaw, A., & Saman, S. (2004). Propagation of electromagnetic waves at MHz frequencies through seawater. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 52(11), 2843-2849.
13. www.ospo.noaa.gov
14. Reitz, J. R., Milford, F. J., & Christy, R. W. (2008). Foundations of electromagnetic theory. Addison-Wesley Publishing Company.
15. [۱۶] Apel JR. Principles of ocean physics. Academic Press; 1987 Jul 7,38(8),807-508

Comparison of Radar Wave Range Based on Temperature and Salinity in Marine Environment, Oman and Caspian Range Study Area

Hosseinihamid, Majid¹; Farzingohar, Mehrnaz²; Eskandapour, Zahra³

1. PHD student, University of Hormozgan; majidhosseini_h@yahoo.com
2. University faculty member, University of Hormozgan; mfgohar@yahoo.com
3. Masters student, Rasht Azad University; zahraa.e1372@gmail.com

Abstract

In this study, we investigated the relationship between radar penetration depth and conductivity based on temperature and salinity parameters in the Caspian Sea and Oman. The calculations showed that changes in temperature and salinity parameters at sea level influence the wave infiltration range. As the physical parameters change at different months of the year, the wave penetration also varies depending on the depth of penetration in the Caspian Sea with a temperature of 11.76 C and a salinity of 7.59 PSU.

The lowest penetration depth was calculated at 29 ° C and 12.19 PSU salinity in September. The maximum depth was also observed for the Oman Sea in January with 22 C temperature and 36.5 PSU salinity and the lowest in June with 32.1 C temperature and 37.4 PSU salinity. This study shows that the penetration depth of radar waves in the Caspian Sea is as follows: The reason for the low salinity can be up to three times higher than the Oman Sea. The longer the selected wave has a longer wavelength, the greater its range within the sea.

Keywords: *Caspian Sea, Oman Sea, Range, Radar Waves, Temperature and Salinity*



بررسی تأثیر بی‌نظمی جهت‌ی در محاسبات هیدرودینامیک و رسوب (مطالعه موردی ساحل رودیک)

حسینی، سید مهدی^۱؛ قاسمی، علی^۲؛ کمالیان، رضا^۳*

۱. کارشناس ارشد دانشگاه قم، hosseinimehdi1373@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری دانشگاه قم، ghasemi.ali89@gmail.com

۳. استادیار دانشگاه قم، urkamalian@gmail.com

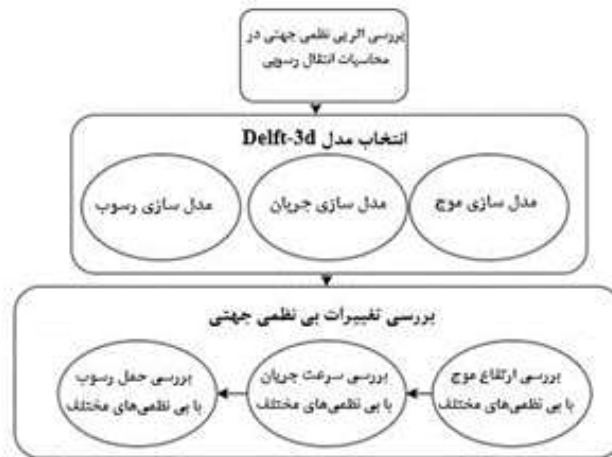
واژگان کلیدی: رسوب ساحلی، بی‌نظمی جهت‌ی، *Delft-3D*، شبیه‌سازی دو بعدی، ساحل رودیک

۱. مقدمه

با توجه به سواحل زیاد در جنوب و شمال کشور، مسئله رسوب گذاری در بنادر و فرسایش سواحل اطراف سازه های دریایی، از اهمیت زیادی برخوردار است و عدم توجه به آن می تواند کارایی بندر را تحت تأثیر قرار دهد. از جمله پارامترهای تأثیر گذار در مطالعه دقیق حمل رسوب ساحلی میزان پراکندگی جهت‌ی امواج است مطالعات کیتوا (۲۰۰۱) نشان داد که در نظر نگرفتن پراکندگی جهت‌ی و طیفی می‌تواند منجر به خطای ۵۰ درصدی در محاسبه مقدار انتقال رسوب ساحلی شود (Kitou, 2001). ژنگ جینه‌های (۲۰۰۸)، به مدل‌سازی انتقال رسوب ناشی از امواج منظم و نامنظم با در نظر گرفتن پراکندگی جهت‌ی در سواحل با ویژگی‌های هندسی متفاوت پرداخت (Jinhai, Mase, & Tongfei, 2008). آنیکا اودا و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر پراکندگی جهت‌ی بر روی تنش تشعشعی پرداختند (O'Dea & Haller, 2015). در این مطالعه به کمک مدل عددی *Delft-3D* به بررسی اثر بی‌نظمی جهت‌ی در انتقال رسوب ساحلی پرداخته شده و اهمیت در نظر گرفتن بی‌نظمی جهت‌ی در مطالعات هیدرودینامیک ساحل رودیک به دلیل وجود اندازه گیری و اطلاعات و ابهام در مورد اختلاف حمل رسوب پیش بینی شده اولیه با آنچه بعد از احداث بندر مشاهده شد که یکی از عوامل آن ممکن است در نظر نگرفتن بی‌نظمی جهت‌ی باشد، بررسی و تشریح می‌گردد

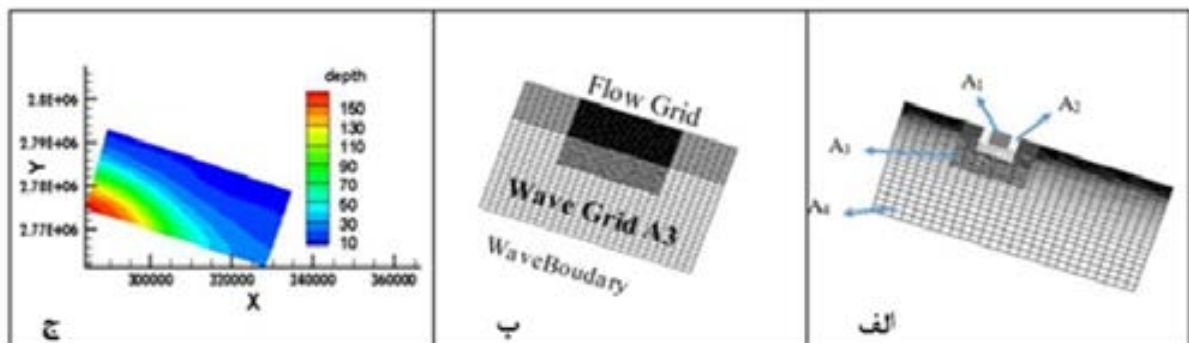
۲. مواد و روش‌ها

با توجه به روند مدل‌سازی عددی و نیازهای این تحقیق، شیوه مطالعه حاضر منطبق با الگوی استاندارد این مدل‌سازی‌ها انتخاب گردیده است. در شکل ۱ متدولوژی انجام کار نشان داده شده است.



شکل ۱) متدولوژی انجام کار (تغییر)

پس از انتخاب مدل عددی Delft-3D بعنوان ابزار محاسباتی، لازم است دامنه محاسباتی و شرایط مرزی برای آن معرفی گردد. دامنه محاسباتی با توجه به منطقه مورد مطالعه مطابق شکل ۲ انتخاب گردیده است که با توجه به حساسیت سنجی انجام گرفته در این شبیه سازی مدل موج با شبکه لانه بندی شده شبیه سازی گردیده است که در هر مرحله ریزتر می گردد و در ناحیه ساحلی دقت بالاتری دارد شبکه جریان نیز همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است با توجه به حساسیت موجود در ناحیه زوال موج (surf zone) ریزتر گردیده است که اطلاعات کاملتر آن در جدول ۲ نشان داده شده است. شرط مرزی موج استفاده شده در این مدل با توجه اطلاعات موج سواحل مکران بصورت جدول ۱ می باشد. که برای نشان دادن تاثیر بی نظمی جهت در محاسبات هیدرودینامیکی، شبیه سازی برای پراکندگی جهت ۳۷.۵، ۱۴ و ۳ درجه انجام می گردد. از دیگر اطلاعات مورد نیاز برای شبیه سازی، هیدروگرافی ناحیه مورد مطالعه است. با استفاده از اطلاعات عمق سنجی انجام شده در سواحل مکران، هیدروگرافی مورد استفاده در شبیه سازی بصورت شکل ۲ است.



شکل ۲) الف و ب شبکه های محاسباتی و شرط مرزی استفاده شده در مدل سازی موج و جریان ج) هیدروگرافی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱) مشخصات امواج

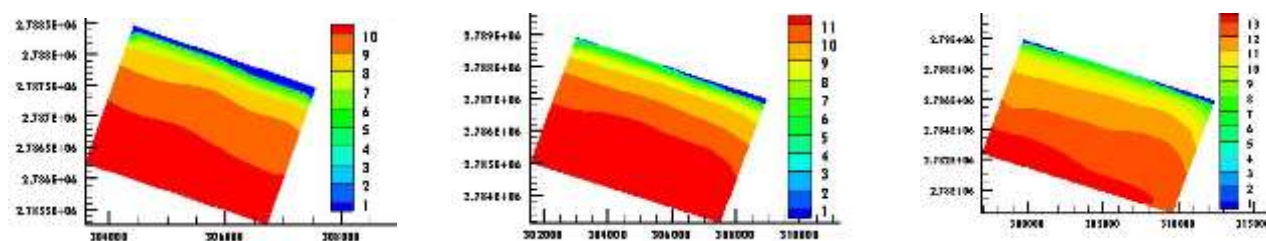
مشخصات موج		
ارتفاع (متر)	پریود (ثانیه)	زاویه (درجه)
۲	۱۰	۱۸۷

جدول ۲) مشخصات شبکه های محاسباتی

شبکه محاسباتی	A4	A3	A2	A1	Flow
x (m) تعداد گره در جهت	۱۶۰	۴۵۴	۲۹۸	۱۴۹	۱۴۵
y (m) تعداد گره در جهت	۶۵۴	۱۷۲	۸۵	۳۴	۴۳

۳. نتایج

پس از انجام شبیه سازی های مشخص گردید که بی نظمی جھتی در طول شبکه محاسباتی تغییر می کند که این تغییر در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشخص است با نزدیک شدن به ناحیه ساحلی بی نظمی جھتی کاهش می یابد.



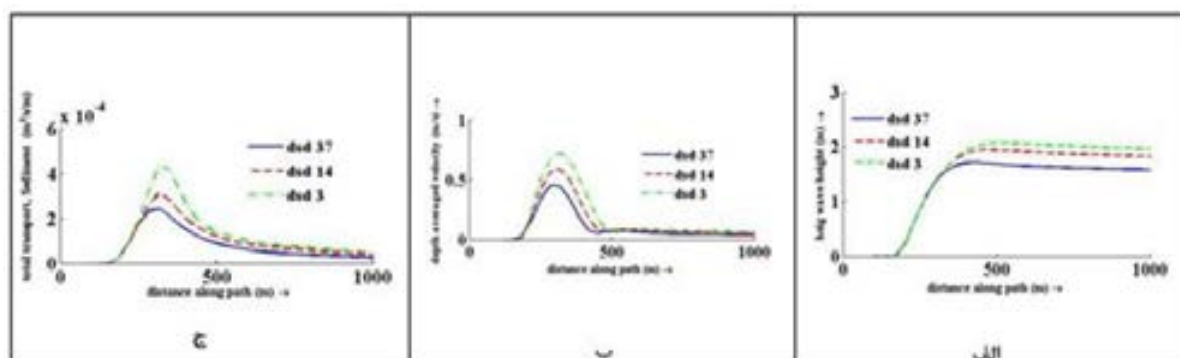
ج

ب

الف

شکل ۳) تغییرات پراکندگی جھتی در دامنه محاسباتی از سمت راست شبکه A3 تا A1

تغییر پراکندگی جھتی بر دیگر مشخصات هیدرودینامیکی تاثیر می گذارد که در شکل ۴ تاثیر این پدیده بر روی ارتفاع موج، سرعت جریان نشان داده شده است. همچنین در شکل ۵، تغییرات ارتفاع موج، سرعت جریان و مقدار حمل رسوب روی خط A (که در شکل ۴ نشان داده شده) مقایسه شده است. نتایج نشان می دهد که بی نظمی جھتی تاثیر قابل توجهی بر مشخصات موج، جریان و رسوب ساحلی داشته لذا لازم است در شبیه سازی ها برای هر موج ضریب متناسب با آن در نظر گرفته شود و در نظر نگرفتن آن منجر به کاهش دقت نتایج شبیه سازی می گردد.

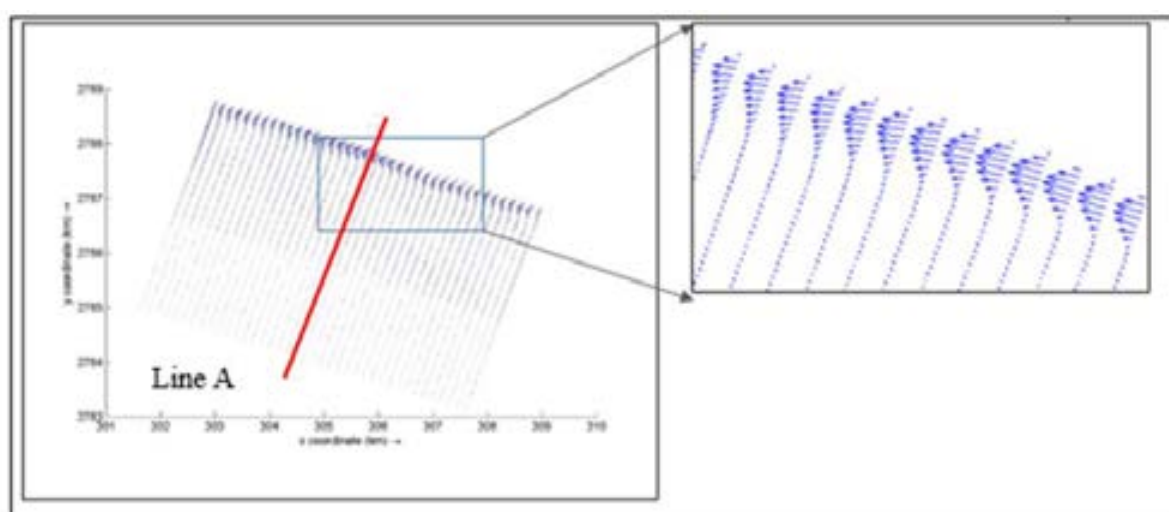


ج

ب

الف

شکل ۴) تغییرات میدان جریان



شکل ۵) تاثیر تغییر بی نظمی جھتی در الف) ارتفاع موج ب) سرعت جریان ج) حمل رسوب روی Line A

۴. بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق به کمک مدل عددی Delft 3D به بررسی اثر تغییرات پراکندگی جهتی در مدل سازی های هیدرودینامیکی پرداخته شده است. نتایج این مطالعه نشان می دهد هر یک از پدیده های ارتفاع موج، تغییرات گرادیان تنش تشعشی و سرعت جریان با تغییر بی نظمی جهتی تغییر خواهند کرد و لازم است از ثابت در نظر گرفتن آن در یک سری زمانی موج در مطالعات هیدرودینامیک اجتناب گردد که یکسان در نظر گرفتن ضریب پراکندگی جهتی در یک شبیه سازی منجر به کاهش دقت نتایج می گردد.

منابع

1. Jinhai, Z., Mase, H., & Tongfei, L. (2008). Modeling of random wave transformation with strong wave-induced coastal currents. *Water Science and Engineering*, 1(1), 18–26. [https://doi.org/10.1016/s1674-2370\(15\)30015-6](https://doi.org/10.1016/s1674-2370(15)30015-6)
2. Kitou, M., & Kitou, N. (2001). Effects of frequency-directional spreading on the longshore current. *Proceedings of the International Symposium on Ocean Wave Measurement and Analysis*, 2, 1285–1294. [https://doi.org/10.1061/40604\(273\)130](https://doi.org/10.1061/40604(273)130)
3. O'Dea, A., & Haller, M. C. (2015). Effect of Asymmetric Directional Spreading on the Total Radiation Stress. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 141(6), 6015004.



The effect of directional spreading in hydrodynamic and sediment simulations (Case study Roudik coast)

Hoseini, Seyed Mehdi¹; Ghasemi, Ali²; Kamalian, Reza^{3*}

1. Ms, Qom University, [hosseinimehdi1373@gmail.com](mailto:hosseini_mehdi1373@gmail.com)

2. PhD Candidate, Qom University ghasemi.ali89@gmail.com

3. Professor Assistant, Qom University, urkamalian@gmail.com

Abstract:

By considering a large number of beaches in the south and the north of the country, the issue of sedimentation in ports and erosion of beaches around the marine structures has great importance, and not paying attention to it can affect the efficiency of the port. One of the most important parameters in the detailed study of coastal sediment transport is the directional spreading of waves. Kitou studies (2001) showed that not considering the directional and spectral spreading can lead to a 50% error in calculating the amount of coastal sediment transport. Zheng Jinhai (2008) modeled the sediment transport of regular and irregular waves by considering the directional spreading on shores with different geometric characteristic. Anika Oda et al. (2015) investigated the effect of directional scattering on radiation stress. Anika Oda et al. (2015) investigated the effect of directional spreading on radiation stress. In this study by using Delft-3D software, the effect of directional spreading in the sediment transport is investigated. The results of this study show that wave height, changes in radiation stress gradient and flow velocity will change with a change in directional spreading. Simulation with a constant directional spreading coefficient reduces the accuracy of the results.

Keywords: Coastal sediment, Directional Spreading, Delft-3D, 2D Simulation, Roudik Coast



کاربرد فناوری نانو در آبی پروری

حق پناه، عبدا...^۱؛ حافظیه، محمود^۲؛ قره وی، بهروز^۳

مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی – گرگان، Haghpanah_a@yahoo.com

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

چکیده:

فناوری نانو شامل استفاده از مواد در مقیاس نانو برای تولید محصولات جدید طی پروسه‌های مختلف است. از اثرات مثبت فناوری نانو در آبی می‌توان به استفاده از این مواد در افزایش رشد، بهداشت آبزیان و پیشگیری از بیماری‌ها و درمان، تیمار آب، واکسن‌ها، تکثیر ماهیان پرورشی و در اصلاح نژاد آبزیان، افزایش جذب داروهای اشاره کرد. ازین رو در این مقاله برخی کاربردهای نانو فناوری در آبی پروری و صنایع شیلات بررسی گردیده است. این فناوری با توجه خواص منحصر بفرد خود مورد توجه بسیاری از محققین و دانشمندان جهان در زمینه آبی پروری قرار گرفته است. از اثرات مثبت فناوری نانو در آبی می‌توان به استفاده از این مواد در افزایش رشد، بهداشت آبزیان و پیشگیری از بیماری‌ها و درمان، تیمار آب، واکسن‌ها و مواد مغذی، تکثیر ماهیان پرورشی و در اصلاح نژاد آبزیان و افزایش میزان تولید در واحد سطح موثر، افزایش توانایی ماهی در جذب داروهایی مثل هورمون‌ها اشاره کرد. ازین رو در این مقاله برخی کاربردهای نانو فناوری در آبی پروری و صنایع شیلات بررسی گردیده است.

واژگان کلیدی: فناوری نانو، کنترل بیماری، تیمار آب، واکسن‌ها، آبی پروری

۱. مقدمه

با افزایش جمعیت جهان تقاضای مردم نسبت به تامین پروتئین افزایش می‌یابد. منابع پروتئینی حیوانی جایگاه مهمی از نظر تغذیه دارا می‌باشند. منابع پروتئین آبی اثرات مثبت بهتر روی سلامتی و ویژگی‌های خاص در ترکیبات مواد غذایی می‌باشند. در این مرحله صنعت آبی پروری به انجام یافته‌های جدید علمی و نوآوری‌های تکنولوژیک برای تولید بیشتر در محصول نهایی واجد شرایط می‌باشد. یکی از این نوآوری‌ها، فناوری نانو است. فناوری نانو یکی از آخرین دستاوردهای علمی بوده و طبق بررسی شورای پژوهش‌های اجتماعی – اقتصادی انگلستان این فناوری از جمله موارد روبه گسترش و مورد توجه اجتماعی – اقتصادی است.

، فناوری نانو تقریباً تمام جنبه‌های زندگی بشر را تحت تاثیر قرار خواهد داد. نانوذرات رایج‌ترین عناصر در علم و فناوری نانو هستند و خواص جالب توجه آنها باعث شده است که کاربردهای بسیار متنوعی در صنایع شیمیایی، پزشکی و دارویی، الکترونی و کشاورزی داشته باشند. نانوذرات با توجه به خواص منحصر به فرد فیزیکی و شیمیایی‌شان، می‌توانند در بسیاری از مطالعات بیولوژیکی و زیست محیطی مورد استفاده قرار بگیرند و به همین دلیل، توجه زیاد دانشمندان و محققان را به خود جلب کرده‌اند. علاوه بر این نانوذرات در علم آبی پروری، صید آبزیان و همچنین در فرآوری محصولات شیلاتی کاربرد دارند (۱).

۲. کار بردهای فناوری نانو در آبی پروری و شیلات

۱. تصفیه و پاکسازی آب

از نانوذرات میتوان برای حذف آلایندههای موجود در آب از طریق تصفیه فاضلابها استفاده نمود. نانوذرات کربن یا آلومینیوم با مواد افزودنی ژئولیت و آهن میتوانند در آبیپروری برای حفظ شرایط هوازی و حذف آلایندههایی چون نیتريت، نیترات و آمونیاک مفید واقع شوند. با توجه به اینکه بسیاری از استخرهای پرورش ماهی آلوده به انواع باکتریها هستند و امروزه مسأله مقاومت آنتی بیوتیکی در مقابل داروهای آنتیبیوتیک مطرح است، محققان در آزمایشی استفاده از نانوذرات نقره جهت حذف باکتریهای *Streptococcus iniae* و *Lactococcus garvieae* از آب را بررسی نمودند و نتایج نشان دادند که این روش، روشی مناسب برای ضد عفونی نمودن آب استخرهای پرورش ماهی از باکتریها است (۲).

۲. اثر نانوذرات بر رشد ماهی

در آبی پروری میزان رشد آبزیان از اهمیت بسیاری برخوردار است، زیرا با افزایش رشد ماهی مدت نگهداری و در نتیجه هزینه ی نگهداری کاهش می یابد. برخی از عناصر غذایی محدودکننده رشد هستند و در صورت وجود آنها در جیره غذایی آبی میزان رشد هم افزایش می یابد. در این راستا، محققان آکادمی علوم روسیه گزارش داده اند که جیره ی حاوی نانوذرات آهن میزان رشد را در ماهیان خاویاری و کپور به ترتیب ۲۴ و ۳۰ درصد افزایش داده است (۳). به طور مشابه جیره ی حاوی نانوذرات سلنیوم باعث بهبود در افزایش وزن، وضعیت فعالیت آنتی-اکسیداسیونی آنزیمهایی مانند پروکسیداز گلووتاتیون و غلظت سلنیوم در ماهیچه ی ماهی قرمز شده است (۴و۵).

۳. نتیجه گیری

بسیاری از فناوری های جدید در توسعه جهان در موضوعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. فناوری نانو یک از آنهاست و می توان آنرا در بسیاری از منابع دارویی و تکنولوژی مواد غذایی، مهندسی، پزشکی، آبی پروری و... مورد استفاده قرارداد. به طوری که نانوتکنولوژی به رقابتی بدیع در سطح جهان تبدیل شده و حتی کشورهایی که در برخی زمینه ها از کشورهای صنعتی عقب افتاده اند، بار دیگر این فرصت را یافته اند که در کورسی جدید با کشورهای پیشرفته به رقابت بپردازند. باتوجه به رشد روزافزون نانوتکنولوژی محققان رشته ها و زمینه های مختلف سعی در استفاده از آن داشته اند.

برنامه های کاربردی مورد استفاده در صنایع آبی پروری از نانو مواد، نانو فیلتراسیون است. نانو ذرات را می توان در تکنولوژی تولید خوراک آبزیان و همچنین می توانند با ایجاد شرایط بهتر بهداشتی در استخرهای پرورش ماهی منجر به افزایش تولید ماهی شوند. همچنین نانو فیلتراسیون می تواند در تصفیه آب و فرآوری غذاهای دریایی مورد استفاده قرار گیرد.

از طرفی هم با استفاده از قلابهای نانویی ویژه میتوان میزان صید آبزیان را افزایش داد. بعد از تولید ماهی از طریق پرورش یا صید، نانوذرات با فراهم آوردن بسته بندیهای مناسب میتوانند ارائه مناسب محصولات به مشتریان را تضمین نمایند نظارت دقیق و استفاده ی کنترل شده می تواند سبب افزایش مزایا و کاهش خطرات شود.

منابع

۱. شبرنگ هره دشت، م.، و میرواقفی، ع. ر.، "1391 کاربردهای فناوری نانو در شیلات." ماهنامه فناوری نانو.
2. Raissy, M., Ansari, M., 2011. In vitro antimicrobial effect of silver nanoparticles on *Lactococcus garvieae* and *Streptococcus iniae*. African Journal of Microbiology Research; Vol. 5(25), pp: 4442-4445.
3. Faiz, H., Zuberi, A., Nazir, S., Rauf, M., and Younus, N., 2015. "Zinc oxide, zinc sulfate and zinc oxide nanoparticles as source of dietary zinc: comparative effects on growth and hematological indices of juvenile

- grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) ”. *International journal of Agriculture and Biology*, 17, pp: 568-574. Author, A., 1986. *Book Name*. Publisher Name, Address.
4. Wang, H.W., Cai, D. B., Xiao, G. H., Zhao, C. L., Wang, Z. H., Xu, H. M., and Guan, Y. Q., 2009. “Effects of selenium on the activity of antioxidant enzymes in the shrimp, *Neocaridina heteropoda*”. *Isr. Journal aquaculture*, 61, pp: 322-329.
 5. Zhou, X., Wang, Y., Q. Guand, Q., and W. Li, W., 2009. “Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of Crucian carp (*Carassius auratusg ibelio*) ”. *aquaculture*, 291, pp: 78-81.
 6. Albrecht, M.A., C.W. Evans C. W., and Raston, C. L., 2006. “Green chemistry and the health implications of nanoparticles”. *Green chem.*, 8, pp:417-432.
 7. Dube, A., Nicolazzo, J. A., and I. Larson, I., 2010. “Chitosan nanoparticles enhance the intestinal absorption of the green tea catechins (+) - catechin and (-) -epigallocatechin gallate”. *Eur. J. pharm. Sci.*, 41, 219-225.
 8. Alishahi, A., Mirvaghefi, A., Tehrani, M. R., Farahmand, F. A., Shojaosadati, S. A., and F.A. Dorkoosh, F. A., 2011. “shelf life and delivery enhancement of vitamin C using chitosan nanoparticles”. *Food chem.*, 126, pp: 935-940
 - 9.

Application of nanotechnology in aquaculture

Haghpanah, Abdullah¹; Hafezieh, Mahmoud²; Qaravay, Behrooz³

1,3. InlandWaterResourcesResearchCenter-Gorgan

2. Fisheries Science Research Institute of the country

Haghpanah_a@yahoo.com

Abstract

Nanotechnology involves the use of nanoscale materials to produce new products through various processes. So that nanotechnology can be mentioned as an extraordinary potential in creating a revolution in Peruvian aquatic life. Due to its unique properties, this technology has been considered by many researchers and scientists in the field of aquaculture. The positive effects of nanotechnology in aquaculture include the use of these substances in increasing growth, aquatic health and disease prevention and treatment, water treatment, vaccines, breeding of farmed fish and in breeding aquatic breeds, increasing the absorption of drugs. Therefore, in this article, some applications of nanotechnology in aquaculture and fisheries industries have been investigated. Due to its unique properties, this technology has been considered by many researchers and scientists in the field of aquaculture. The positive effects of nanotechnology in aquaculture include the use of these substances in increasing growth, aquatic health and disease prevention and treatment, water treatment, vaccines and nutrients, breeding of farmed fish and in breeding aquatic breeds and increasing production per unit area effective , Noted the increased ability of fish to absorb drugs such as hormones. Therefore, in this paper, some applications of nanotechnology in aquaculture and fisheries industries have been investigated

Keywords: *Nanotechnology, disease control, water treatment, vaccines and food, aquaculture*



بررسی اثر دما و جریان‌های دریایی بر پراکنش کشند قرمز گونه *Margalefidinium polykrikoides* در تنگه هرمز، خلیج فارس و دریای عمان به کمک داده‌های سنجنده MODIS

حمزه ئی، صمد^{۱*}؛ کوچک نژاد، عماد^۱؛ حمزه، محمدعلی^۱

۱. پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران، ایران

واژگان کلیدی: کشند قرمز، تنگه هرمز، *Margalefidinium polykrikoides* پراکنندگی، سنجش از

دور

۱. مقدمه

شکوفایی گونه *M. polykrikoides* در شهریور ۱۳۸۷ در جنوب دریای عمان گزارش شد (Richlen et al., 2010). پس از آن کشند قرمز همین گونه در تنگه هرمز و خلیج فارس مشاهده شد که در مجموع این رخداد بیش از ۹ ماه به طول انجامید. و منجر به مرگ بیش از ۳۲ تن ماهی (Zarshenas et al., 2015) و بسته شدن تعدادی از آب شیرین‌کن‌ها در کشورهای منطقه شد.

اگرچه اندازه‌گیری‌های میدانی برای بررسی پدیده کشند قرمز امری ضروری است اما تشخیص میزان گستردگی و پراکنش آن به روش میدانی پرهزینه و زمان بر می‌باشد. استفاده از سنجش از دور در کنار اندازه‌گیری‌های میدانی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مورد نحوه گسترش، پراکنندگی و مشاهده سریع کشند قرمز در اختیار پژوهشگران قرار دهد (Schofield et al., 1999). این روش بر اساس میزان و کیفیت نور منعکس شده از سطح دریا عمل می‌کند و بر اساس این واقعیت عمل می‌کند که فیتوپلانکتون‌ها به شدت تحت تاثیر خواص اپتیکی آب‌های طبیعی هستند و هنگامیکه به غلظت کافی می‌رسند از طریق تغییر رنگ آب، امکان تشخیص آن‌ها با روش‌های زیست نوری ممکن می‌شود (Roesler and McLeroy-Etheridge 1998).

در این مقاله با استفاده از اندازه‌گیری میدانی تراکم گونه *Margalefidinium polykrikoides* و داده‌های سنجنده‌های MODIS و MERIS و SeaWiFS ماهواره‌های Aqua و Terra، الگوی پراکنش و گستردگی رویداد کشند قرمز سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و اثر جریان و دما بر پراکنندگی گونه در تنگه هرمز و خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

برای بررسی گستردگی و پراکنش کشند قرمز در این مطالعه، تصاویر تهیه شده تمامی منطقه خلیج فارس و دریای عمان و امتداد آن تا شمال دریای عرب را پوشش می‌دهد. نمونه‌برداری میدانی برای تعیین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های ساحلی بندرعباس در عمق حدودا ۵ متری با مختصات $28^{\circ} 06' 48''$ و $56^{\circ} 12' 29''$ انجام شده است.

تعیین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها (نمونه‌برداری میدانی)

نمونه برداری‌ها به صورت ماهیانه از مهر ۱۳۸۷ تا اردیبهشت ۱۳۸۸ در طول صبح و با استفاده از قایق موتوری انجام شد. سه نمونه یک‌لیتری از سطح دریا با استفاده از بطری نیسکین^۱ جهت تعیین تراکم فیتوپلانکتون‌ها برداشته شد. دمای آب سطحی توسط دماسنج Hach اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها در ظروف تیره و در یخچال نگهداری شده تا به آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در بندرعباس انتقال داده شدند. تعیین تراکم فیتوپلانکتون‌ها بلافاصله پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه انجام گرفت.

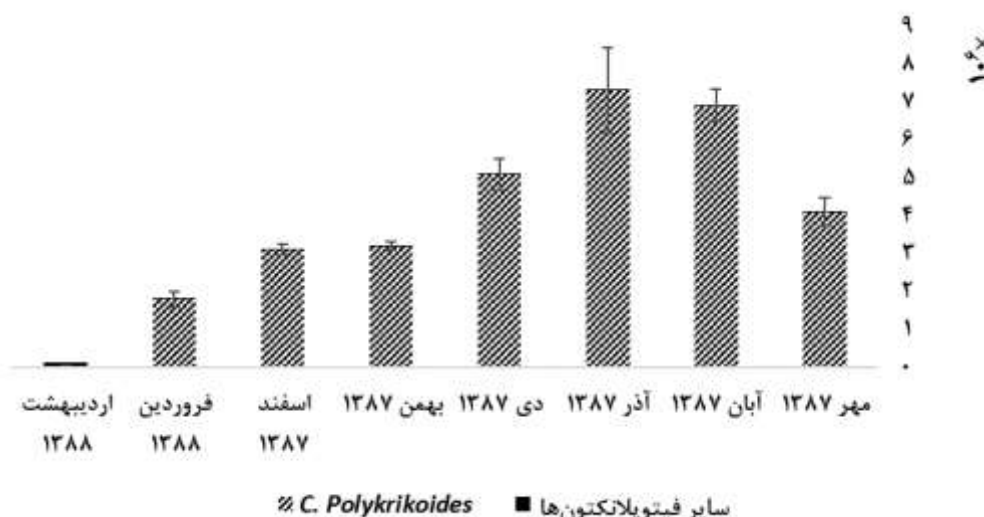
شمارش با استفاده از یک میکروسکوپ معکوس (مدل Olympus, CK40) انجام شد و تعیین میزان سلول بر اساس تعداد سلول در یک لیتر محاسبه گردید. تعیین تراکم فیتوپلانکتون‌ها در هر ایستگاه با سه بار تکرار انجام شد و داده‌های غیر قابل اعتماد حذف شدند. سایر گونه‌های فیتوپلانکتونی موجود در نمونه‌ها تنها تعیین فراوانی شدند و عملیات شناسایی بر روی آن‌ها صورت نگرفت.

سنجش از دور

با توجه به اهداف تحقیق نرم افزارهای مختلفی جهت داده پردازش مورد استفاده قرار گرفته است و خروجی آن شامل الگوریتم‌هایی برای تخمین کلروفیل-آ، دما و کربن آلی و چندین شاخص که در تشخیص پدیده کشند قرمز قابل استفاده است می باشد. در شناسایی پدیده کشند قرمز یا شکوفایی مضر پلانکتونی (HABs) به وسیله ماهواره، می توان از طریق تغییر رنگ آب و یا مشاهده میزان کلروفیل موجود در آب به این هدف دست یافت. با ملاحظه تغییرات پارامتر کلروفیل، دمای آب و تغییر رنگ آب در نواحی خلیج فارس، تنگه هرمز و دریای عمان میزان تغییر در تراکم و غلظت جلبکهای عامل کشند قرمز بررسی می شود و با توجه به تغییرات روزانه این پارامتر و ارزیابی مسیر حرکت، نحوه توسعه آن مورد ارزیابی قرار می گیرد. برای تعیین کلروفیل آب دریا توسط سنجنده MODIS از الگوریتم OC2 و OC3M بر اساس رابطه رایلی استفاده شد (O'Reilly et al., 1998).

۳. نتایج

داده‌های اندازه‌گیری شده میدانی در ایستگاه بندرعباس نشان می دهد که تراکم گونه *M. polykrikoides* روند میزان افزایش و کاهش گونه تقریباً با یک الگوی متقارن شکل گرفته است (شکل ۱). تطابق این داده‌ها با تصاویر ماهواره ای ماهیانه دما و کلروفیل-آ در بخش‌های بعدی نشان می دهد که داده‌های ماهواره ای از کیفیت لازم برای پردازش پدیده‌هایی مانند کشند قرمز رخ داده در خلیج فارس و دریای عمان برخوردار هستند.



شکل ۲) تراکم گونه *M. polykrikoides* از مهر ۱۳۸۷ تا اردیبهشت ۱۳۸۸ در مقایسه با سایر فیتوپلانکتون‌ها در ساحل بندرعباس

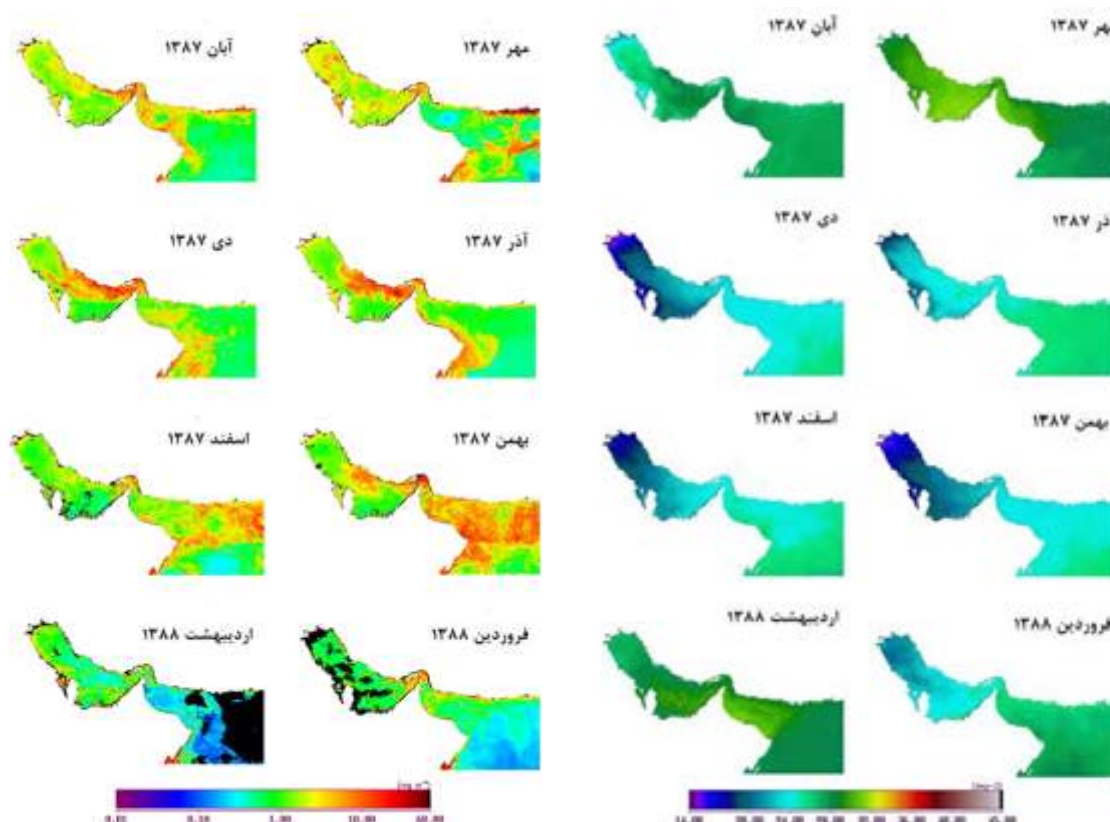
^۱ Niskin

۴. بحث و نتیجه‌گیری

داده‌های میدانی در آبهای ساحلی شهر بندرعباس و روند تصاویر سنجنده MODIS نشان می‌دهد که در محدوده تنگه هرمز کلروفیل بالای آب به طور نسبی وجود دارد، اما در سواحل شمالی میزان انباشت کلروفیل بیشتر بوده است، به نظر می‌رسد شکوفایی جلبکی با کاهش دمای آب تا 29°C در مهر ماه در شمال تنگه هرمز در حال شکل‌گیری بوده است. بیشترین شدت کشند قرمز برای خلیج فارس آبان، آذر و دی ماه ۱۳۸۷ در نواحی بوده که دما متعادل‌تر از نواحی دیگر بوده است. به‌طوری‌که کاهش سریع دما در فصل سرد در این منطقه می‌تواند توجیه‌کننده عدم ماندگاری طولانی پدیده در خلیج فارس و عدم گسترش پدیده به نواحی غربی‌تر باشد. اما شرایط متعادل‌تر (نوسانات کمتر) دمایی در تنگه هرمز و دریای عمان باعث شده که ناحیه مناسبی برای شکوفایی پلانکتونی با ماندگاری نسبتاً بالا در فصل زمستان شکل بگیرد که می‌توان شکوفایی‌های زمستانی دریای عمان را در این دسته بندی گنجانند.

تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد مسیر توسعه و افزایش کشند قرمز از گونه *M. polykrikoides* در خلیج فارس و دریای عمان کاملاً مطابق با مسیر گردش کلی آب در خلیج فارس بوده است (Kämpf and Sadrasab 2006). در دریای عمان نیز ساختار پیچک‌های میان مقیاس اقیانوسی در انتقال کشند نقش داشته است و انتقال کشند از دریای عمان به سمت مرکز و شمال تنگه هرمز و هم‌راستا با آب‌های ساحلی ایران وارد خلیج فارس شده است که این مسیر را ادامه داده تا به محور تاو در مرز استانهای هرمزگان و بوشهر رسیده است و از آنجا بخشی از توده کشندی ادامه مسیر داده و بخشی به سمت مرکز خلیج فارس و سواحل جنوبی خلیج فارس تغییر جهت داده است که در آنجا نیز مجدداً بخش از آن به سمت سواحل بحرین و کویت و بخشی دیگر نیز به سمت سواحل امارات متحد عربی حرکت نموده تا از طریق جنوب تنگه هرمز وارد دریای عمان شود.

به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه انطباق مناسب داده‌های میدانی شمال تنگه هرمز (شکل-۱) با تصاویر ماهواره‌ای (شکل-۲ و ۳) را نشان می‌دهد و بیشترین میزان شکوفایی فیتوپلانکتونی مضر در شمال تنگه هرمز را در آذرماه ۱۳۸۷ نشان می‌دهد. این پدیده نزدیک به ۱۰ ماه در این منطقه ماندگار بوده است که یک پدیده نادر در میان رویدادهای ثبت شده کشند قرمز تاکنون می‌باشد. تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که در شهرهای صنعتی پر جمعیت حاشیه تنگه هرمز مانند بندرعباس و قشم تراکم کشند قرمز بیشتر است و جریان اصلی آب ورودی به خلیج فارس در انتقال کشند قرمز به نواحی غربی‌تر خلیج فارس موثر بوده است.



شکل ۳) میانگین ماهیانه کلروفیل-آ از مهر ماه ۱۳۸۷ تا اردیبهشت ۱۳۸۸
با استفاده از سنجنده ماهواره MODIS

منابع

1. Kämpf J, Sadrinasab M (2006) The circulation of the Persian Gulf: a numerical study Ocean Science 2:27-41
2. O'Reilly JE et al., (1998) Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS Journal of Geophysical Research: Oceans 103:24937-24953 doi:10.1029/98JC02160
3. Richlen M, Morton S, Jamali E, Anbiah R, Anderson D (2010) The catastrophic 2008-2009 red tide in the Persian Gulf region, with observations on the identification and phylogeny of the fish-killing dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides* Harmful Algae 9:163-172 doi:10.1016/j.hal.2009.08.013
4. Roesler CS, McLeroy-Etheridge SL (1998) Remote detection of harmful algal blooms SPIE Ocean Optics 14:117-128
5. Schofield O, Grzymalski J, Bissett WP, Kirkpatrick GJ, Millie DF, Moline M, Roesler CS (1999) Optical monitoring and forecasting systems for harmful algal blooms: possibility or pipe dream? Journal of Phycology 35:1477-1496
6. Zarshenas G, Motalebi A, Mohsenizadeh F, Dehghan S, Serraji F, Rohani K (2015) Investigation on Harmful Algal bloom (Red tide) of *Cochlodinium polykrikoides* in the Persian Gulf of Iran Iranian Scientific Fisheries Journal 23:49-60 doi:10.22092/isfj.2017.110176



بررسی مشخصه های فیزیکی نهشته های خور گورسوزان در مرکز شهر بندرعباس، جنوب ایران

خادمی؛ محمد^۱، رضائی؛ پیمان^{۲*}، زارع زاده؛ رضوان^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی دانشگاه هرمزگان

۲. دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه هرمزگان p.rezaee@hormozgan.ac.ir

۳. دکتری رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی دانشگاه هرمزگان

چکیده

خور گورسوزان در مرکز شهر بندرعباس در جنوب ایران قرار دارد. برای شناخت ویژگی های فیزیکی نهشته های این خور از دیدگاه رسوب شناسی، تعداد ۸ نمونه برداشت شد. این نمونه ها در آزمایشگاه دانشگاه هرمزگان مورد آزمایش های غربالسازی و دانه بندی قرار گرفتند. اندازه ذرات در نمونه های برداشت شده در حد گراول ماسه ای، ماسه گراولی، ماسه گلی- گراولی و ماسه با کمی گراول می باشند. میانگین اندازه ذرات این نهشته ها ماسه دانه ریز می باشد. مشخصه های اماری نهشته های مذکور شامل میانه ۱۰۲ تا ۳۰۴ فی، میانگین ۰۵ تا ۳۰۵ فی کشیدگی بین ۰۹ تا ۰۳، کج شدگی ۰۳ تا بیش از ۱ و جورشدگی ۰۵ تا ۳۰۲ می باشد. کرویت ذرات گراولی در نهشته های مذکور از کم تا زیاد تغییر می کند. گردشدگی نیز از نیمه راویه دار تا نیمه گرد شده نوسان دارد. از ابتدای خور تا ساحل از میانگین اندازه ذرات کاسته می شود و مشخصه های بافتی نیز بهبود پیدا می کند. این مهم نشانگر تاثیر فرایندهای دریایی (جزرومد) و امواج بر رسوبات خور گورسوزان می باشد.

واژگان کلیدی: رسوب شناسی فیزیکی، مشخصه های بافتی، فرایندهای دریایی، خور گورسوزان

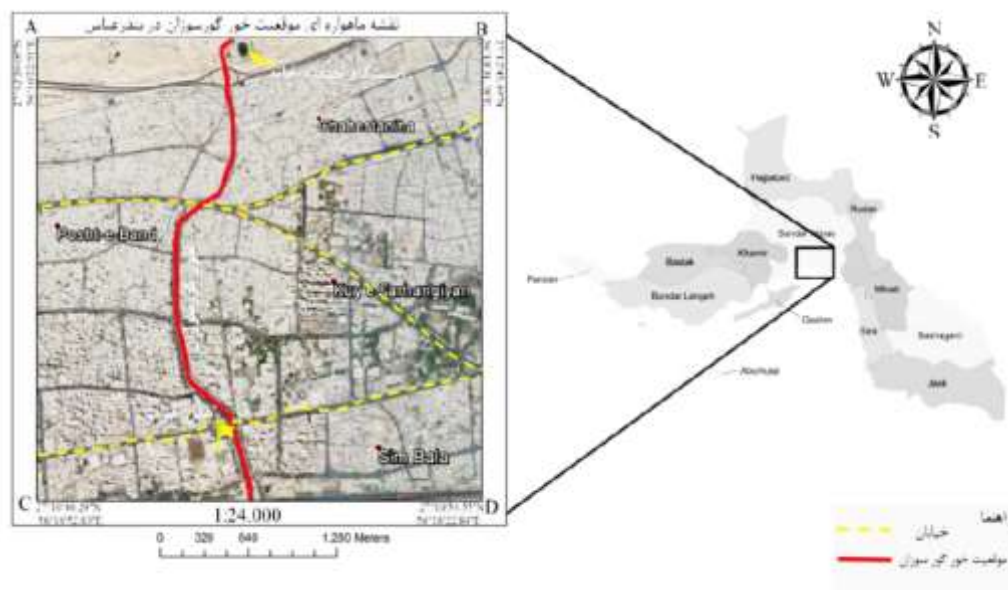
۱. مقدمه

خور یا خلیج دهانه ای بخشی از دریا بوده که در خشکی پیشروی کرده است. در رده بندی محیط های رسوبی خور در رده محیط های رسوبی حدواسط و به بیان دقیق تر جزئی از گستره ساحلی می باشد. خور در بخش انتهایی یک آبراهه یا رودخانه منتهی به دریا تشکیل می شود (Dalrymple et al, 1992, Pritchard., 1967). رسوب شناسی فیزیکی به مباحثی چون اندازه ذرات، پراکندگی ذرات و مشخصه هایی چون کشیدگی، جورشدگی، گردشدگی و کرویت نهشته های رسوبی می پردازد. این داده های فیزیکی در تحلیل شرایط ته نشینی و فرایندهای حاکم بر محیط رسوبی کاربرد بسیاری دارند (Selly, 2000). هدف از این پژوهش بررسی ویژگی های فیزیکی نهشته های خور گورسوزان در مرکز شهر بندرعباس می باشد که در محل تلاقی خلیج فارس و دریای عمان واقع شده است.

موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی

خور گورسوزان در مرکز شهر بندرعباس در محل تلاقی خلیج فارس و دریای عمان قرار دارد (شکل ۱). درازای این خور حدود ۴ کیلومتر می باشد. و ارتفاع متوسط کسند (جزرومد) در آن ۵۰ سانتی متر می باشد. پهنای آن از ۲۰ متر در بالادست تا ۳۱ متر در پایین دست نوسان دارد. ژرفای این خور نیز از ۲۰۲ متر در بالادست تا ۳ متر در بخش میانی و ۲۰۳ متر در پایین می باشد (علی حمزه ۱۳۸۷). خور گورسوزان بر روی

نهشته های کواترنری قرار دارد. در بالادست این خور بخش فوقانی سازند اغاجاری در قالب یال جنوبی تاکدیس بندرعباس رخنمون های گسترده ای دارد. این نهشته ها خاستگاه اصلی اجزای طبیعی متشکله رسوبات مورد مطالعه هستند.



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی خور گور سوزان

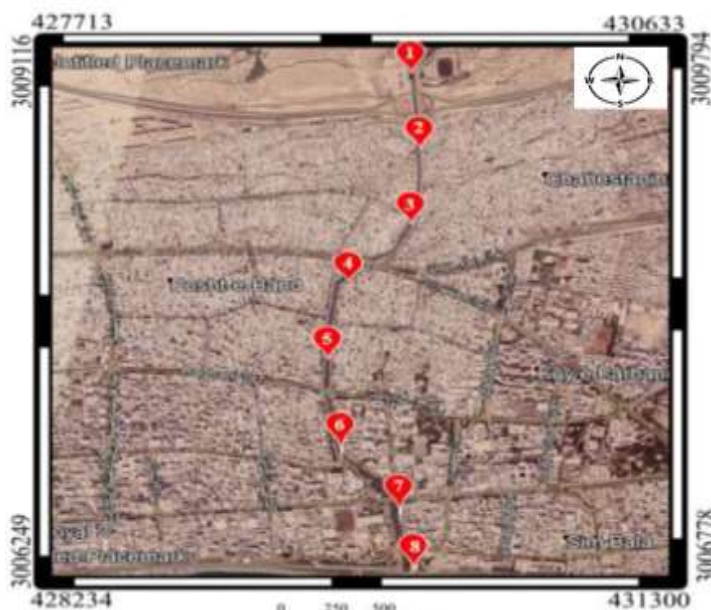


شکل (۲) نقشه زمین شناسی گستره مورد مطالعه (فخاری ۱۳۷۴)

۲. روش مطالعه

بر مبنای روشهای رایج در رسوبشناسی فیزیکی و شیمیایی مانند (Tucker.1988؛ ارزانی، ۱۳۷۶؛ خدابخش و صحرارو، ۱۳۹۲) تعداد ۸ نمونه از خور گورسوزان با فاصله های ۵۰۰ متر برداشت گردید (شکل ۲). برداشت این نمونه ها با استفاده از گراپ، کاردک و کیسه های نایلونی زیپ دار صورت گرفت. با توجه به رطوبت بالای رسوبات، ابتدا نمونه ها را به روش هوا خشک کرده و در محیط هوای آزاد در مدت

۲۴ ساعت نگه داشته سپس در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید (Tucker 1988). بعد از اتمام این فرآیند رسوبات را توزین کرده وبا استفاده از دستگاه الک شیکر دانه بندی رسوبات انجام گردید.



شکل ۳) موقعیت ایستگاه های نمونه برداری

۳. بحث

به منظور بررسی مشخصه های فیزیکی نهشته های خور گورسوزان اندازه ذرات، طبقه بندی نهشته ها و پارامترهای آماری در کنار کرویت و گردشگری نهشته ها مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرد:

اندازه ذرات

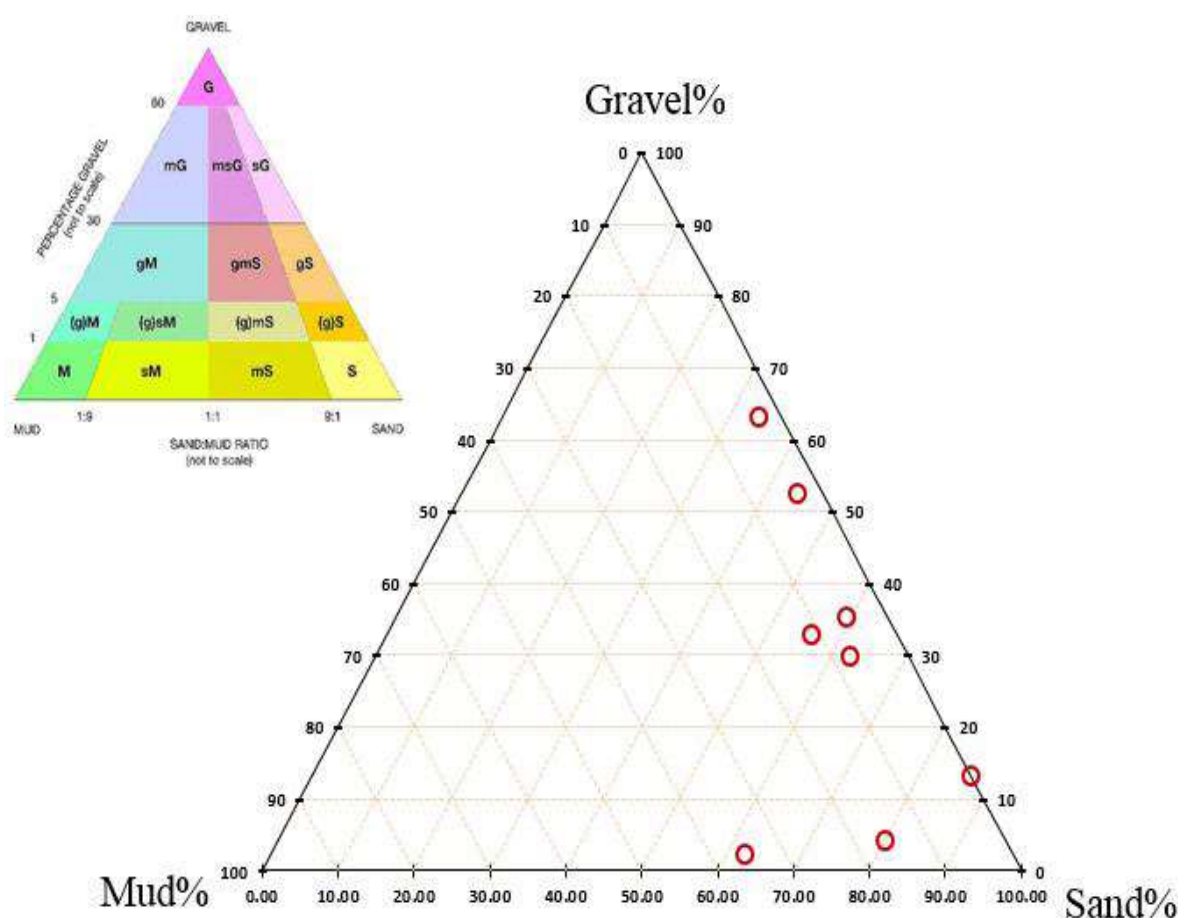
اندازه ذرات رسوبی یکی از بهترین ویژگی ها برای تجزیه و تحلیل رسوبات تخریبی و محیط رسوبی میباشد. چگونگی توزیع و ارتباط ذرات با محیط رسوبی بیشتر تابع شرایط موثر در تشکیل آنها می باشد. بررسی پراکندگی نسبت ماسه، سیلت و رس در تفسیر شرایط محیطی خلیج های دهانه ای (خور) عهد حاضر بسیار موثر است (Dan and Danile 2015). اندازه ذرات رسوبی در هریک از نمونه های مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. این جدول نشان می دهد که عمده نهشته های مورد مطالعه در حد ماسه ریز دانه هستند.

طبقه بندی رسوبات بر اساس اندازه ذرات

برای طبقه بندی و نامگذاری رسوبات از روش مثلثی فولک (Folk 1980) استفاده شده است (شکل ۴). بر این اساس نهشته های مورد مطالعه در محدوده گراول ماسه ای (SG)، ماسه گلی گراولی (gm S)، ماسه گراولی (g S)، ماسه با کمی گراول (g (s) و ماسه گلی (m S) قرار دارد. باتوجه به داده های ارائه شده میتوان گفت که عمده رسوبات در رده ماسه، ماسه گراولی و ماسه گلی قرار می گیرند.

جدول (۱) توصیف کمی اندازه ذرات در ایستگاه های نمونه برداری

ایستگاه	اندازه ذرات						
	گراول	ماسه خیلی درشت	ماسه درشت	ماسه متوسط	ماسه ریز	ماسه خیلی ریز	سیلت و رس
۱	۳۵/۱۵	۱۰/۰۴	۸/۰۵	۲/۵۴	۳۰/۶	۸/۲۶	۵/۳۴
۲	۵۲/۲۵	۱۹/۴۳	۸/۴۳	۱/۷۴	۱۰/۷۶	۴/۰۸	۳/۲۸
۳	۴/۰۹	۱۰/۰۲	۱۵/۸۷	۲/۷۸	۳۲/۷۴	۱۸/۷۳	۱۵/۷۵
۴	۶۳/۰۲	۱۵/۷۹	۶/۹۷	۰/۹۹	۷/۳۵	۲/۸۲	۳/۰۴
۵	۲۹/۶۶	۱۴/۱۳	۱۰/۳۳	۲/۳۶	۲۲/۳۱	۱۳/۵۹	۷/۵۸
۶	۳۲/۶	۱۳/۶۹	۸/۹۱	۲/۰۵	۲۲/۷۹	۸/۷۳	۱۱/۱۹
۷	۲/۲۸	۶/۵۳	۸/۱۷	۱/۲۱	۱۶/۹۸	۲۹/۷۵	۳۵/۰۵
۸	۱۳/۰۱	۲۰/۱۱	۳۶/۳۶	۱۰/۱	۱۹/۹۲	۰/۴۳	۰/۰۴
میانگین کل	۲۹	۱۳/۷	۱۲/۹	۲/۹	۲۰/۴	۱۰/۷۹	۱۰/۱۵



شکل (۴) طبقه بندی رسوبات بر اساس اندازه ذرات تشکیل دهنده رسوب (Folk 1980)

مشخصه های آماری اندازه ذرات

در توصیف کمی ویژگی های بافتی رسوب، مشخصه هایی همچون میانگین، میانه، جورشدگی، کج-شدگی، کشیدگی، کرویّت و گردشدگی مورد استفاده قرار میگیرند (اُهری پور، ۱۳۹۲). میانگین عبارت است از حد متوسط اندازه ذرات در رسوب (Folk, 1980; Dan and Danile, 2015). میانه، نقطه میانی در توزیع اندازه ذرات است به طوری که ۵۰ درصد نمونه ها از آن (میانه) ریزتر و ۵۰ درصد درشت تر می باشد (Folk, 1980; Dan and Danile, 2015; Allen, 2012). جورشدگی، میزان انحراف معیار توزیع ذرات بوده و منعکس کننده پراکندگی اندازه ذرات تشکیل دهنده رسوب می باشد که تا چه اندازه به هم نزدیک هستند (Folk, 1980; Dan and Danile, 2015). میزان جورشدگی

در رسوبات به ۴ عامل مهم از جمله، محدوده اندازه ذرات وارد شده به محیط رسوبگذاری، نوع نهشته ها، مشخصات جریان و نرخ تامین رسوب وابسته است (Folk, 1980; Dan and Danile, 2015; Allen, 2012; Kennth, 2013). کلیه این مشخصه ها با استفاده از معادلات و فرمول های فولک (Folk 1980) محاسبه شده است. در جدول ۲ مشخصه های آماری توصیف کمی و مشخصه های آماری اندازه ذرات نهشته های خور گورسوزان ارائه شده است. این یافته ها، نشان می دهد از ایستگاه ۱ در بالادست (خشکی) به سوی ایستگاه ۸ در پایین دست (دریا)، این مشخصه ها با کمی نوسان بهبود پیدا کرده و یکنواختی بهتری در ویژگی های فیزیکی نهشته های خور گور سوزان مشاهده می شود.

جدول ۲) مشخصه های آماری توصیف کمی و ویژگیهای بافتی نهشته های خور گورسوزان

ایستگاه	چورشدگی		کج شدگی		کشیدگی		میانگین	میانه
	کمی	کیفی	کمی	کیفی	کمی	کیفی	فی	فی
۱	۰/۹	متوسط	از ۰/۱ تا ۰/۳	خیلی کم به سمت ذرات دانه ریز کج شده	۳-۱/۵	بسیار کشیده	۱/۳	۱/۵
۲	۰/۶	خوب-متوسط	بزرگتر از ۱+	خیلی به سمت ذرات دانه ریز کج شده	>۳	بی نهایت کشیده	۰/۲	-۱/۰۴
۳	۱/۶	بد	از ۰/۱- تا ۰/۳-	به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۹	پهن	۲/۶	۲/۵
۴	۰/۵	خوب	بزرگتر از ۱+	خیلی به سمت ذرات دانه ریز کج شده	>۳	بی نهایت کشیده	-۰/۰۵	-۱/۲
۵	۱	متوسط	از ۰/۱ تا ۰/۳-	تقریباً متقارن	۱/۹	بسیار کشیده	۱/۴	۰/۵۹
۶	۰/۹	متوسط	از ۰/۱ تا ۰/۳	خیلی کم به سمت ذرات دانه ریز کج شده	۲/۷	بسیار کشیده	۱/۳	۰/۴
۷	۲/۲	بسیار بد	از ۰/۱- تا ۰/۳-	به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۹	پهن	۳/۵	۳/۴
۸	۰/۸	متوسط	از ۱ تا ۰/۳	خیلی کم به سمت ذرات دانه ریز کج شده	>۳	بی نهایت کشیده	۱	۰/۴

کرویت (Sphericity) و گردشگی (Roundness)

در مطالعه رسوبشناسی فیزیکی نهشته های دانه درشت و دانه متوسط، گردشگی و کرویت از اهمیت بسیار زیادی برخوردار هستند (Scholl 2009). گردشگی و کرویت نمونه های گراولی و ماسه ای نهشته های خور گورسوزان بر اساس رده بندی های ارائه شد توسط تاکر (Tucker, 2001) و فولک (Folk 1980) در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس این داده ها، مشخص می شود که کرویت برای دانه های گراولی و ماسه ای از کم تا زیاد تغییر می کند. از سویی دیگر میزان گردشگی نیز برای دانه های گراولی ماسه ای از نیمه زاویه دار تا نیمه گردشده نوسان دارد. میزان هر دو ویژگی یاد شده از خشکی به سوی ساحل بهبود پیدا می کند. تاثیر فرآیندهای دریایی همچون جزرومد، امواج بر بهبود میزان این دو مشخصه رسوبی در پایین دست خور گورسوزان مشهود است. از سویی دیگر این چندگانگی و دامنه گسترده تا حدود زیادی متاثر از جنس دانه ها و عوامل غیرطبیعی پیرامون این خور میباشد. کرویت و گردشگی دانه های گراول و ماسه در نهشته های مورد مطالعه به ترتیب در اشکال ۵ و ۶ قابل مشاهده می باشند.

جدول ۳) توصیف کروییت و گردشگری در دانه های ماسه و گراول

ماسه	کروییت	گراول	کروییت	گردشگری
گردشگری	کروییت	گردشگری	کروییت	ایستگاه
نیمه زاویه دار	کم	نیمه زاویه دار	کم	۱
نیمه زاویه دار	کم	نیمه زاویه دار	کم	۲
زاویه دار	کم	نیمه زاویه دار	کم	۴
نیمه زاویه دار	کم	نیمه زاویه دار	زیاد	۶
نیمه گرد شده	کم	نیمه گرد شده	زیاد	۸



نمونه ۱



نمونه ۲



نمونه ۴

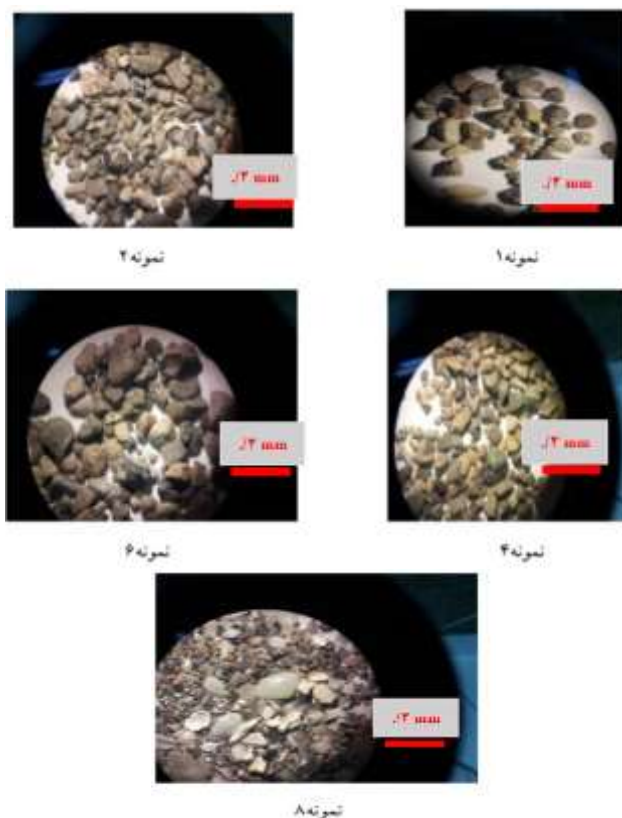


نمونه ۶



نمونه ۸

شکل ۶) تصاویر نمونه های گراولی در ایستگاه های نمونه برداری



شکل ۶) تصاویر نمونه های ماسه در ایستگاه های نمونه برداری

۴. نتیجه گیری

خور گور سوزان در مرکز شهر بندرعباس محل انباشتگی رسوبات خشکی زاد و طبیعی و انسان ساز است که به وسیله سیلا بهای فصلی حمل نقل و رسوبگذاری نموده اند بررسی های مشخصه های فیزیکی نهشته های خورگورسوزان بیانگر سه نوع اصلی رسوب شامل گراول، ماسه، سیلت و رس می باشد که میانگین برتری کلی این رسوبات در کل ایستگاه ها با ماسه است. رسوبات خورگورسوزان در رده گراول ماسه ای، ماسه گراولی، ماسه گلی، ماسه گلی-گراولی، ماسه با کمی گراول قرار دارند. در این نهشته ها از بالادست (خشکی) به سمت پایین دست (دریا) مشخصه هایی چون گردشدگی، کرویت، جورشدگی، کج شدگی، کشیدگی، میانگین و میانه با نوسان های محدودی بهبود پیدا می کنند. این مهم به ویژه میزان بسیار ناچیز رس، سیلت و ماسه بسیار دانه ریز نشان از حاکمیت فرآیندهای دریایی کشند (جزرومد) و امواج با انرژی متوسط در بخش های میانی و پایین دستی خور گورسوزان است.

منابع

۱. ارزانی، ن. (۱۳۷۶) آزمایشگاه رسوب شناسی، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۲۹ ص.
۲. اهری پور، ر. (۱۳۹۲) مبانی رسوب شناسی، انتشارات علوی، ۳۵۰ ص.
۳. خدابخش، س.، صحرارو، ن. (۱۳۹۴) آزمایش های رسوب شناسی، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۱۱۹ ص.
۴. علی حمزه، م. (۱۳۷۸) بررسی زیست محیطی خورهای شهر بندرعباس، رشته مدیریت محیط زیست، ۱۴۵ ص.

۵. فخاری، م. (۱۳۷۴) نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بندرعباس، شرکت ملی نفت ایران، ص ۱.
6. Allen J.R.L.(2012) Principles of Physical Sedimentology, Springer Science & Business Media,272pp.
7. Dalrymple R.W.(1992) Narbon Underline (1985) Eolian action and distribution of Cambrian shales in North America. Geology, 13, 607-610. 5.2.2. Dalrymple R.W., Zaitlin B.A. & Boyd R. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. J. sedim. Petrol., 62, 1130-1146.
8. Dan G, Daniel F.(2015) Geomathematical and Petrophysical Studies in Sedimentology: An International Symposium, herzien,286 pp.
9. Folk ,R., L., 1980. Petrology of sedimentary rocks.
10. Kenneth J. H .(2013) Physical Principles of Sedimentology: A Readable Textbook for Beginners and Experts, Springer Science & Business Media, 233pp.
11. Pritchard D.W. (1967) What is an estuary? Physical viewpoint. In: Estuaries (Ed. by G.D. Lauff), pp. 3-5. Am. Assoc. Adv. Sci., 38, Washington, DC. 6.7.5, Fig. 6.79.
12. Scholle, P.A . (2009): A color illustrated guide to constituents, textures, cements and porosities of sandstones and associated rocks, 215p.
13. Selley, R.C. (2000) Applied sedimentology. Elsevier
14. Toker M. (1989) Thechnique in sedimentology, Blackwel Scientific Publication, London. 394p
15. Tucker M.(2001) Sedimentology Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks: Blackwell, Scientific Publication, London. 260p.

Investigation of physical characteristics of Gorsuzan estuary deposits in the center of Bandar Abbas, southern Iran

Khademi; Mohamad ¹, Rezaee; Payman ^{2*}, Zarezadeh; Rezvan ³

1. MSc. Student Sedimentology and Sedimentary petrology, University of Hormozgan

2. Associate Professor, Department of Geology, University of Hormozgan
p.rezaee@hormozgan.ac.ir

3. Ph.D. Sedimentology and Sedimentary petrology, University of Hormozgan

Abstract:

Gorsuzan estuary is located in the center of Bandar Abbas in southern Iran. To identify the physical characteristics of the deposits of this estuary from the sedimentological point of view, 8 samples were taken. These samples were screened and granulated in Hormozgan University laboratory. Particle size in the samples taken is sand gravel, gravel sand, mud-gravel sand and sand with a little gravel. The average particle size of these deposits is fine-grained sand. Statistical characteristics of these variables include median 1.2 to 3.4 Phi, mean 0.5 to 3.5 Phi, elongation between 0.9 to 3, skewness of 0.3 to more than 1 and sorting 0.5 to 3.2. The sphericity of gravel particles in these deposits varies from low to high. Roundness also varies from semi-angled to semi-rounded. The average particle size decreases from the beginning of the estuary to the shore and tissue characteristics are also improved. This is an important indicator of the effect of marine processes (tides) and waves on the sediments of Gorsuzan estuary.

Keywords *Physical sedimentology, textural characteristics, marine processes, Gorsuzan estuary*



صید ضمنی و دورریز تور گوشگیر صیدگاه های استان خوزستان

حویزآوی، شفا^{۱*}؛ دوست شناس، بابک^۲؛ اسکندری، غلامرضا^۳؛ سواری، احمد^۴؛ قناعتیان، حامد^۵

۱. دانش آموخته دکتری زیست شناسی دریا گرایش جانوران دریا، گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی،

دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، پست الکترونیکی: shafa2004@gmail.com

۲. استادیار گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، پست الکترونیکی:

babakdoust@yahoo.com

۳. استادیار پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، پست الکترونیکی: g_eskandary@yahoo.com

۴. استاد گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، پست الکترونیکی:

savari53@yahoo.com

۵. دکتری زیست شناسی دریا گرایش جانوران دریا، گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم

و فنون دریایی خرمشهر

واژگان کلیدی: صید دورریز، صید ضمنی، گوشگیر، شمال غربی خلیج فارس

۱. مقدمه

دورریز به عنوان "نسبتی از صید که به دریا برگردانده می شود" تعریف شده است (Kelleher, 2005). شیوه های دورریز بر روی ذخایر ماهی و محیط زیست دریایی تاثیر مستقیم داشته و بر مردم، جامعه، و سطوح اکوسیستمی که هنوز تا حد زیادی ناشناخته است اثرات غیر مستقیم دارد (Cetinic et al., 2011). (Morizur et al., 1999) یکی از دلایل دیگر برای صید دورریز در برخی مناطق، قرار داشتن گونه های تجاری در مرحله ای از چرخه زندگی که آوردن آنها به اسکله غیر قانونی بوده بیان شده است (Taiwo, 2013). با این حال دیگر عوامل محیطی، بیولوژیکی و رفتاری نقش مهمی در شیوه های دورریز با تاثیر بر ترکیب صید را بازی می کنند. صید دورریز دارای اثرات مختلفی از قبیل اثرات اکولوژیکی و بیولوژیکی، اثر بر ارزیابی ذخایر و اثرات اقتصادی و اجتماعی می باشد (Morizur et al., 1999). درخصوص ماهیان دورریز در ماهیگیری سنتی با تور گوشگیر مطالعات اندکی وجود دارد. (Kelleher 2005) آبیان دورریز شده جهانی در ماهیگیری دریایی، (Rochet & Trenkel 2005) عوامل نوسان ساز صید دور ریختنی و پیشنهادات و راهکارهای عملی کاهش آن، (Morizur et al., 1999) مسایل دورریز در ماهیگیری را مورد بررسی قرار داده اند

۲. مواد و روش ها

عملیات اجرایی این پروژه به مدت یک سال در آبهای استان خوزستان انجام شد. نمونه برداری به صورت ماهانه با استفاده از تور گوشگیر در مناطق صیادی و تخلیه آن بر عرشه، از ۳ منطقه چوبده، اروند کنار و هندیجان با هماهنگی اداره کل شیلات و معاونت صید استان با شناورهای صیادی (لنج) انجام گرفت. ثبت اطلاعات صید در روزهای حضور تیم تحقیقاتی بر عرشه صورت گرفته است. در آزمایشگاه آبیان زیر نمونه

انتقالی پس از تفکیک، با استفاده از کلید شناسایی ۵ جلدی فائو (Fischer *et al.*, 1984)، راهنمایی صحرایی ماهیان پاکستان (Bianchi *et al.*, 1985) و اطلس ماهیان خلیج فارس و دریای عمان (اسدی، ۱۳۷۵) تا پایین ترین سطح رده بندی (معمولا گونه) شناسایی گردید. طول کل برای اکثر آبزیان، طول کاراپاس برای خرچنگ ها، طول مانتل برای سرپایان با دقت ۱ سانتی متر اندازه گیری شد.

نتایج:

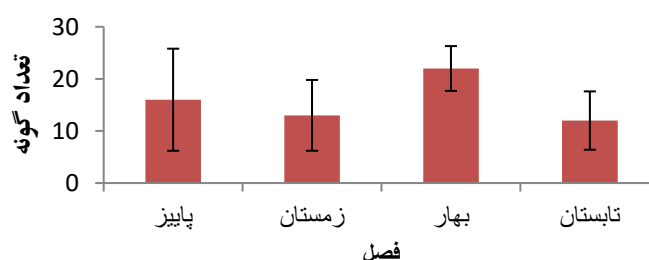
طی گشت های انجام شده با لنج های صیادی با روش صید گوشگیر (۱۷ سفر) تقریباً ۴۰۸۵ کیلو صید دورریز مورد بررسی قرار گرفت. دامنه عمق آب در منطقه نمونه گیری بین ۳ تا ۲۰ متر و دامنه دمای سطحی آب بین ۱۲ تا ۳۲ درجه سانتی گراد متغییر بوده است. مدت توراندازی بطور میانگین در حدود ۷ ساعت بوده است. در کل نمونه گیری در تور گوشگیر ۶۱ گونه شناسایی که از میان آنها تعداد ۲۵ گونه تجاری (۴۱ درصد) و تعداد ۳۶ گونه غیر تجاری (۵۹ درصد) می باشد. وزن صید کل دورریز گونه های تجاری زیر اندازه در تور گوشگیر در حدود ۲۲۴/۷ تن (۷/۱ درصد) در سال و گونه های غیر تجاری در حدود ۲۹۳۸ تن (۹۲/۹ درصد) در سال تخمین زده شد (جدول ۱).

جدول ۱) تعداد گونه، وزن کل، وزن بر ساعت گونه های تجاری و گونه های غیر تجاری دورریز شده در سال در تور گوشگیر در سواحل خوزستان

تور	دورریز	گونه های تجاری	درصد گونه های تجاری	گونه های غیر تجاری	درصد گونه های غیر تجاری	کل
	تعداد گونه	۲۵	۴۱	۳۶	۵۹	۶۴
گوشگیر	وزن کل (تن)	۲۲۴/۷	۷/۱	۲۹۳۸	۹۲/۹	۳۱۶۲/۷
	کیلوگرم بر ساعت	۰/۲۲	۷/۱	۲/۸۱	۹۲/۹	۳/۰۳

تعداد گونه های دورریز شده:

بیشترین میانگین تعداد گونه دورریز در فصل بهار بوده و تقریباً در تمام فصول نزدیک بهم می باشد (شکل ۱). بطور میانگین در هر بار توراندازی در حدود ۱۶ گونه دورریز می گردد. روند تغییرات در فصول مختلف ($p > 0.05$) اختلاف معنی داری را در تمام موارد نشان نداده است. بطور میانگین میزان صید دورریز به ازای توراندازی در تور گوشگیر در حدود ۲۰ کیلوگرم می باشد. درمیان جنس ها و گونه ها بیشترین میزان صید دورریز به ازای توراندازی، ساعت، روز، سفر، شناور در تور گوشگیر به سفره ماهیان، گربه ماهیان، کوسه گربه ای، کوسه درنده و خرچنگ آبی اختصاص داشته است (جدول ۲)



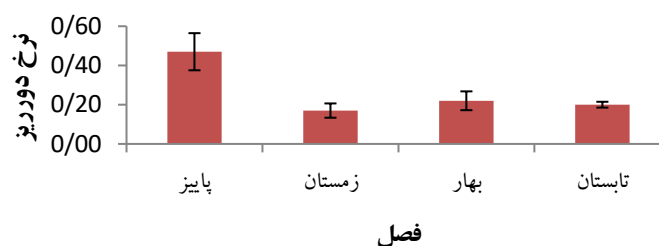
شکل ۱) میانگین تعداد گونه در فصول مختلف در تور گوشگیر در سواحل خوزستان

جدول ۲) میانگین صید دورریز به ازای واحد تلاش ده گروه اول در تور گوشگیر در سواحل خوزستان

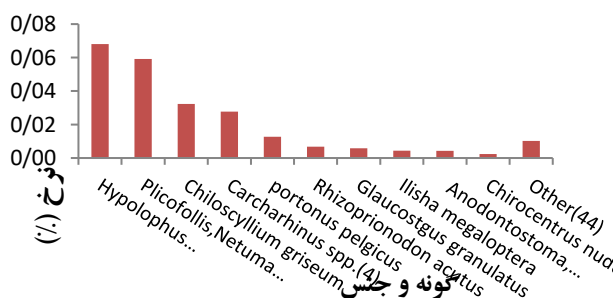
گونه	کیلوگرم بر سفر	کیلوگرم بر ساعت	کیلوگرم بر روز	کیلوگرم بر توراندازی	تن بر شناور	درصد نسبت دورریز گونه بر کل دورریز
<i>Hypolophus, Gymnura, Himantura, Aetobatus (5)</i>	۱۲۲/۸۱	۰/۸۸	۱۵/۸۷	۵/۸۳	۱/۵۳	۲۹/۱۰
<i>Plicofollis, Netuma spp. (3)</i>	۱۱۱/۱۴	۰/۷۷	۱۳/۸۰	۵/۰۷	۱/۳۳	۲۵/۳۰
<i>Chiloscyllium griseum</i>	۶۰/۶۷	۰/۴۲	۷/۵۳	۲/۷۷	۰/۷۲۸	۱۳/۸۱
<i>Carcharhinus spp. (4)</i>	۵۲/۰۵	۰/۳۶	۶/۴۶	۲/۳۷	۰/۶۲۴	۱۱/۸۵
<i>portonus pelgicus</i>	۲۳/۷۹	۰/۱۶	۲/۹۵	۱/۰۸	۰/۲۸۵	۵/۴۲
<i>Rhizoprionodon acutus</i>	۱۲/۷۸	۰/۰۹	۱/۵۹	۰/۵۸	۰/۱۵۳	۲/۹۱
<i>Glaucostegus granulatus</i>	۱۰/۹۶	۰/۰۸	۱/۳۶	۰/۵۰	۰/۱۳۱	۲/۴۹
<i>Ilisha megaloptera</i>	۸/۲۳	۰/۰۶	۱/۰۲	۰/۳۸	۰/۰۹۹	۱/۸۷
<i>Anodontostoma, Nematalosa (2)</i>	۸/۱۲	۰/۰۶	۱/۰۱	۰/۳۷	۰/۰۹۷	۱/۸۵
<i>Chirocentrus nudus</i>	۴/۴۴	۰/۰۳	۰/۵۵	۰/۲۰	۰/۰۵۳	۱/۰۱
<i>Other(44)</i>	۱۹/۲۸	۰/۱۳	۲/۳۹	۰/۸۸	۰/۲۳۰	۴/۳۹

نرخ دورریز (دورریز به کل صید)

در تور گوشگیر حداکثر نرخ دورریز در پاییز دیده می شود (شکل ۲). روند تغییرات نرخ صید دورریز در فصول مختلف ($df = 16, F = 4.63, p = 0.02$) اختلاف معنی دار می باشد ($df = 7, F = 11.8, p = 0.014$). نرخ دورریز بطور میانگین در حدود ۰/۲۳ می باشد. در میان جنس ها و گونه ها بیشترین نرخ صید دورریز در تور گوشگیر به سفره ماهیان (۰/۰۷)، گربه ماهیان (۰/۰۶۰)، کوسه گربه ای (۰/۰۳۲)، کوسه کارکارهینوس (۰/۰۲۸) و خرچنگ آبی (۰/۰۱۰) اختصاص داشته است (شکل ۳).

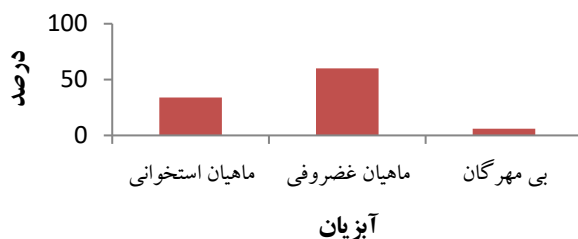


شکل ۲: میانگین نرخ صید دورریز در فصول مختلف در گوشگیر در سواحل



شکل ۳) نرخ دورریز گونه ها در تور گوشگیر در سواحل خوزستان

میزان صید دورریز در سال در حدود ۳۱۶۳ تن در سال می باشد. در میان جنس ها و گونه ها بیشترین میزان صید دورریز در سال در تور گوشگیر به سفره ماهیان (۹۲۰ کیلوگرم)، گربه ماهیان (۸۰۰ کیلوگرم)، کوسه گربه ای (۴۳۷ کیلوگرم)، کوسه درنده (۳۷۴ کیلوگرم) و خرچنگ آبی (۱۷۱ کیلوگرم) اختصاص داشته است. میزان صید دورریز آبزیان ماهیان غضروفی بیشترین فراوانی وزنی را در تور گوشگیر (۶۰٪) داشته و در حدود ۱۹۰۳ تن در سال دورریز می شود (شکل ۴).



شکل ۴) درصد وزنی آبزیان دورریز در فصول مختلف در تور گوشگیر در سواحل

۳. بحث و نتیجه گیری

سواحل خوزستان که عمدتاً کم عمق بوده و دارای ورودی آب شیرین از طریق رودخانه های اروند، بهمنشیر و زهره بوده و دارای مناطق مصبی متفاوت و بستری گلی می باشد که شرایط لازم را برای سپری کردن دوران نوزادگاهی آبزیان در این مناطق را فراهم می کند. بنابراین در صید در این مناطق علاوه بر گونه های کوچک غیر تجاری، ماهیان تجاری با اندازه های کوچک (نابالغ) نیز دیده می شود. نتایج حاصله از این مطالعه نشان می دهد که ترکیب گونه ای دورریز در تور گوشگیر در فصول مختلف اختلاف معنی داری نشان نداده است. این نشان می دهد که اغلب گونه های حاضر در سواحل خوزستان گونه های ساکن منطقه بوده و تقریباً در تمام طول سال مشاهده می شوند. سفره ماهیان، گربه ماهیان، خرچنگ، شیق، کوسه گربه ای و پیکو بیشترین حضور را در توراندازی ها داشته است. گونه های غیر هدف و دورریز به لحاظ کیفی و کمی در ماهیگیری های مختلف، یکسان نیست، این نابرابری به دلیل تکنیک های صیادی و منطقه می باشد. استفاده از تورهای ماهیگیری مشابه در مناطق مختلف می تواند مسائل متفاوتی در خصوص صید دورریز را که مرتبط با تنوع زیستی محلی و فراوانی گونه ها در منطقه صیادی می باشد را ایجاد کند (Morizur et al., 1999). بنابراین در آبهای خوزستان ترکیب صیدی که مشاهده می شود نشان دهنده ماهیگیری چند گونه ای و غیر انتخابی می باشد. اما تعداد گونه های دورریز در تور گوشگیر نسبت به مناطق دیگر خلیج فارس در مقایسه با تور ترال تقریباً کمتر است.

منابع

1. Bianchi, G. 1985. Field guide commercial marine and brackish water species of Pakistan. FAO, Rome, p. 169.
2. Cetinic, P., Škeljo, F. and Ferri, J. 2011. Discards of the commercial boat seine fisheries on *Posidonia oceanica* beds in the eastern Adriatic Sea, Scientia Marina 75(2), 289-300.
3. Fischer, W. G. and Bianchi, G. 1984. FAO species identification sheet for fishery purposes Western Indian Ocean, Fishing Area 51. FAO, Rome, Vol 1,2 and 4.
4. Kelleher, K. 2005, Discards in the world's marine fisheries. An update. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 470. Rome, FAO. 2005. 131p.
5. Morizur Y., B. Caillart, D. Tingley, 2004, The problem of discards in fisheries, in "Fisheries and Aquaculture: Towards Sustainable Aquatic Living Resources Management", edited by Patrick Safran, in "Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)", Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [http://www.eolss.net], chapter 5.52.12, 17p.

6. Taiwo, I.O. "Discards and Fishing Debris of the Tuna Fisheries in the South West Pacific and Indian Oceans" Science Journal of Environmental Engineering Research, Volume 2013, Article ID sjeer-203, 5 Pages, 2012. doi: 10.7237/sjeer/203



تعیین درجه حفاظت اکولوژیکی سواحل خلیج فارس (بازه اولی تا کنگان) با استفاده از شاخص های بومی سازی شده زیست محیطی

خالدی، هدی^{۱*}

عضو هیئت علمی پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

hodakhaledi@inio.ac.ir

واژگان کلیدی: سواحل خلیج فارس، شاخص های بومی سازی شده، درجه حفاظت اکولوژیکی

۱. مقدمه

سواحل خلیج فارس به دلیل داشتن ظرفیت های گوناگون و فراوان زیستی، اقتصادی و توریستی از ارزش بالایی برخوردار هستند و بقای نسل های حاضر و آینده، به آنها وابسته است. این اکوسیستم ها امکانات زیستی و رفاهی ذی قیمتی را در گستره وسیع فراهم می نمایند. بدیهی است که میان این بهره برداری ها باید تعادل تعریف شده و منطقی برقرار گردد. حفظ تعادل اکولوژیکی اکوسیستم ها، گردش تولید و چرخه مواد غذایی را تضمین می کند و در نهایت موجب حفظ و بهره برداری پایدار از منابع اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی آنها می گردد. توصیه موکد اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت^۱، ارزیابی زیست محیطی منظم این گونه سواحل در بازه های زمانی منظم است. سواحل استان بوشهر (بازه اولی تا کنگان) نیز از این امر مستثنی نیستند. لذا ارزیابی و تعیین درجه حفاظت اکولوژیک سواحل مذکور با استفاده از زیرمعیارهای اکولوژیکی IUCN بصورت میدانی و بکارگیری اطلاعات پژوهش های پیشین (رضایی، ۱۳۹۴) همچنین معیارهای بومی سازی شده (دانه کار و مجنونیان، ۱۳۸۳) انجام شد. منطقه مورد مطالعه، دارای پتانسیل های گوناگون صنعتی، اقتصادی و زیستی بوده و انواع زیستگاه ها و گونه های منحصربفرد آبی را در خود جای داده است بنابراین شاهد گسترش روز افزون اجرای انواع طرح های زیربنایی توسعه، عمرانی و گردشگری و افزایش بیش از حد سکنه در آن هستیم لذا به منظور بقای این سواحل و بهره برداری پایدار، ارزشگذاری، رتبه بندی حفاظتی این مناطق و تعیین درجه حفاظتی و نوع مدیریتی که در مورد آنها باید بکار برده شود، امری ضروری است.

۲. مواد و روش ها

این پژوهش در دو فصل سرد و گرم سال ۹۷ اجرا شد. زمان مناسب به منظور نمونه برداری، هنگام جزر و مد کامل، با استفاده از اطلاعات وبگاه ایران هیدروگرافی تعیین شد. موقعیت جغرافیایی هرترانسکت با استفاده از دستگاه GPS و مطابق ایستگاه مطالعه موردی قبلی در این منطقه (رضایی، ۱۳۹۴) مشخص گردید. مناطق مورد مطالعه شامل سواحل اولی، دیر و کنگان بود.

¹ IUCN

جدول ۱) موقعیت جغرافیایی ترانسکت های نمونه برداری

عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ترانسکت
اولی	اولی شمالی (کنار متانول) اولی وسط (اسکله قایقها) اولی جنوبی (اسکله تعمیر لنج)	اولی
دیر	دیر (بخش اول - نزدیک اسکله) دیر (بخش دوم - روبروی بازار ماهی) دیر (بخش سوم - مرز دیر بردستان)	دیر
کنگان	کنگان (بخش اول - کنار پارک ساحلی شمالی) کنگان (بخش دوم - روبروی دکل مخابرات) کنگان (بخش سوم - بین کنگان و نخل غانم)	کنگان

۱-۲. جمع آوری اطلاعات

جمع آوری اطلاعات بصورت میدانی و استفاده داده ها و مستندات اداره های مختلف و مرتبط استانی، کشوری و همچنین بانک های اطلاعاتی استفاده شد.

۲-۲ نمونه برداری و عملیات آزمایشگاهی

در هر منطقه از نواحی بالای جزرومدی^۱، میان جزرومدی^۲، پایین جزرومدی^۳ و زیر جزرومدی^۴ نمونه ها جمع آوری شدند. در نواحی جزرومدی با استفاده از کوادرات ۵/۵ در ۵/۵ و در ناحیه زیر جزرومدی با استفاده از گرب Van veen جمع آوری نمونه ها صورت گرفت. نمونه ها به آزمایشگاه منتقل شدند و مورد بررسی آزمایش های زیستی مانند جداسازی، رنگ آمیزی، مطالعه میکروسکوپی و استریومیکروسکوپی قرار گرفتند. شناسایی بر اساس کلیدهای معتبر، بررسی فاکتورهای زیستی مانند تنوع زیستی و غیره صورت گرفت و سپس آنالیز داده ها انجام شد.

۲-۳ امتیاز دهی زیر معیارهای اکولوژیکی

برای وزن دهی معیارهای ذکر شده منطقه مورد مطالعه، از شاخص های بومی سازی کشور (دانه کار و مجنونیان، ۱۳۸۳) استفاده شد. روند بومی سازی شده مذکور با استفاده از شاخص های پایه IMO, Salm & Clark, و IUCN، برای تالاب ها، سواحل و رودخانه های کشور انجام شده است. اطلاعات اولیه برای هر معیار جمع آوری گردید و پس از تعیین ارزش ها، جایگاه منطقه از دیدگاه های مورد نظر جهت اعمال حفاظت و مدیریت مشخص گردید. بدین ترتیب ۱۵ معیار اصلی و ۲۳ معیار فرعی که ۶۶ درصد آن اکولوژیک و ۳۴ درصد آن انسانی بود، برای تعیین میزان حساسیت و نوع مدیریت لازم برای آن منطقه، تعیین شد. سپس هر معیار با اتخاذ شیوه نمره دهی (وزنگذاری) ارزش کمی پیدا کرد. امتیازدهی معیارها در این مطالعه در دامنه های ۵ تایی از حداقل صفر تا حداکثر ۵ برای هر یک صورت گرفت. بدین ترتیب هر معیار با توجه به دامنه تغییرات خود و دامنه حضور در منطقه مورد مطالعه به ۳ تا حداکثر ۶ طبقه تفکیک شد و دامنه یاد شده، امتیاز عددی دریافت کرد. از آنجایی که بر اساس روش اتخاذ شده، معیارها در دامنه ای بین ۱۶ تا ۱۶۰ امتیاز در تغییر هستند، دامنه امتیازهای کسب شده، عنوان و سطح اهمیت یک منطقه را برای مدیریت و بر اساس تجربیات جهانی و وزنگذاری صورت گرفته (بر پایه تعداد و نوع منابع حساس) موجود در منطقه هدف، مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲).

^۱ Supratidal

^۲ Midtidal

^۳ Infratidal

^۴ Subtidal

۳. یافته ها

طبق امتیاز دهی زیرمعیارها و جمع آنها برای مناطق اولی، دیر و کنگان ۱۰۵ امتیاز از ۱۶۰ امتیاز کل بدست آمد. منطقه ای که ۸۰ تا ۱۲۰ (۵۰ تا ۷۵ درصد مجموع امتیازها) را کسب کند، جزء مناطق حفاظت شده ساحلی، دریایی یا پناهگاه حیات وحش ساحلی، دریایی قرار می گیرد.

جدول ۲) اولویت بندی حفاظتی سواحل اولی تا کنگان

امتیاز نوار ساحلی	معیار	
۴	جغرافیای زیستی	۱
۰	بکر بودن	۲
۳	بی همتا بودن	۳
۴	وابستگی	۴
۵	ارزش زیستگاه	۴
۵	تنوع زیستگاه	۶
۴	گستره زیستگاه	۷
۱	یکپارچگی زیستگاه	۸
۴	تنوع آبزیان	۹
۳	آبزیان در معرض خطر	۱۰
۳	آبزیان در خطر تهدید	۱۱
۴	تخم ریزی آبزیان	۱۲
۴	پرورشگاه آبزیان	۱۳
۳	پرندگان در خطر تهدید	۱۴
۲	پرندگان در معرض خطر انقراض	۱۵
۲	جمعیت پرندگان	۱۶
۳	تنوع پرندگان	۱۷
۳	زادآوری پرندگان	۱۸
۲	تخم گذاری لاک پستان	۱۹
۲	تغذیه لاک پستان	۲۰
۲	پستانداران دریایی	۲۱
۲	سابقه حفاظت	۲۲
۵	بهره برداری	۲۳
۵	اهمیت اقتصادی	۲۴
۵	اهمیت تفرج گاهی	۲۵
۳	امکانات گردشگری	۲۶
۴	زیباشناسی	۲۷
۴	یادمانهای تاریخی و فرهنگی	۲۸
۵	آموزش	۲۹
۵	پژوهش و پایش	۳۰
۱	عوامل تهدید گروه الف	۳۱
۱	عوامل تهدید گروه ب	۳۲
۱۰۵	جمع	

۴. بحث و نتیجه گیری

سواحل استان بوشهر یکی از غنی ترین اکوسیستم های دریایی است بویژه مناطق اولی تا کنگان از اکوسیستم های بسیار استثنائی و متنوع کشور بوده و به دلیل در بر داشتن سواحل متفاوت گلی، مرجانی، صخره ای، سنگی، ماسه ای و جنگل های حرا جزء متنوع ترین اکوسیستم ها می باشند لذا انواع گوناگون موجودات در این زیستگاه ها زندگی می کنند. تنوع جلبکی بالا خصوصا در منطقه اولی و جنگل های حرا منطقه دیر(بردستان) از ویژگی های بارز این مناطق می باشد. از نظر تنوع ماهی و صید نیز این مناطق دارای ارزش بالایی هستند و اسکله صیادی دیر

از مهمترین اسکله های کشور می باشد. ماهیانی مانند حلوا سیاه، حلوا سفید، میش ماهی، هامور از این مناطق صید شده و روی هم رفته ۳۴ درصد از صید استان از این نواحی تامین می گردد (رضایی، ۱۳۹۴). موقعیت خاص اکولوژیکی و اقتصادی سواحل استان بوشهر و وجود گونه های متنوع آبزیان، گیاهان و جانوران کنار این سواحل، موجب شده است که از حساسیت های زیست محیطی بالایی برخوردار شوند. این تنوع بالای گونه ای و از سویی تنوع و پیچیدگی های اکوسیستم های ساحلی منطقه، که محل زادآوری، پناهگاه و یا محل تغذیه بسیاری از آبزیان، دوزیستان، و گیاهان و جانوران کنار ساحلی، به شدت نیازمند برنامه ریزی های مراقبتی زیستی است. پیرو کاربری های نادرست و مدیریت نشده، بیم آن می رود که خسارات جبران ناپذیر و غیر قابل بازگشت به اکوسیستم منطقه وارد شود. بنابراین شناخت جنبه های گوناگون حاکم بر این گونه مناطق، کمک شایانی در تصمیم گیری و برنامه ریزی خواهد داشت (یوسفی، ۱۳۸۷). امتیاز محاسبه شده سواحل منطقه هدف در (جدول ۲) نمایه شده است. بر مبنای طبقه بندی ارائه شده از سوی شاخص های بومی سازی شده (دانه کار و مجنونیان، ۱۳۸۳) امتیاز نهایی محاسبه شده، ۱۰۵ امتیاز از کل ۱۶۰ امتیاز بود. بنابراین بیانگر آن است که این سواحل، در رده دوم مناطق حفاظتی (پارک ملی ساحلی دریایی) قرار می گیرند. هر طبقه از رده بندی های مناطق حفاظتی، اکوسیستم ها را به مدیریت های خاصی ملزوم می کند و نتیجه بدست آمده، بیانگر آن است که سواحل این منطقه نیازمند مدیریت شدید و دقیق می باشند. در (جدول ۳) اهداف و ارزش مدیریتی در پارک های ملی ساحلی نمایه شده است و بیانگر آن است که استفاده خردمندانه و بهره وری پایدار از میراث های دریایی کشور، همچنین مدیریت فعالیت های انسان و اثرات آن بر محیط زیست دریایی باید براساس اصول و استراتژی تعریف شده حفاظت از مناطق حساس دریایی باشد.

جدول ۳) وزن و ارزش اهداف مدیریتی در طبقه بندی مناطق ساحلی اولی تا کنگان

ردیف	اهداف	ارزش اهداف
۱	پژوهش عملی	۲
۲	حفظ دست نخوردگی	۲
۳	حفظ گونه ها و تنوع ژنتیکی	۱
۴	حفظ خدمات زیست محیطی	۱
۵	حفظ سیماهای طبیعی و فرهنگی ویژه	۲
۶	توریسم و تفرج	۱
۷	آموزشی	۲
۸	استفاده پایدار از منابع و بوم سازگان طبیعی	۳
۹	حفظ و نگهداری ویژگی های بارز سنتی و فرهنگی	-

منابع

۱. دانه کار، ا. مجنونیان، ه. معیارهای پیشنهادی برای ارزیابی مناطق ساحلی - دریایی به منظور تعیین مناطق تحت حفاظت ساحلی دریایی ایران. مطالعه موردی: ارزیابی مناطق تحت حفاظت سواحل دریای خزر. مجله محیط شناسی. شماره ۳۵، صفحه ۳۲-۳۹، ۱۳۸۳.
۲. رضایی، آ. (۱۳۹۴). ارزیابی اکولوژیکی سواحل بوشهر (بازه اولی تا کنگان) براساس زیر معیارهای اکولوژیکی IUCN. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دریایی اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون خرمشهر.
۳. یوسفی، ا. تعیین مناطق حساس اکولوژیکی ساحلی دریای خزر براساس ارزیابی توان اکولوژیک و ارزشگذاری اقتصادی منطقه (منطقه مورد مطالعه پارک ملی بوجاق). رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۲۷۱ صفحه، ۱۳۸۷.
4. 4-IUCN. Establishing Marine Protected Areas Networks-Making It Happen, IUCN -WCPA, National Oceanic and Atmospheric Administration and Nature Conservancy, Washington D.C. pp. 1-118, 2012

Determining the degree of ecological protection of the Persian Gulf coasts (Oli coast to Kangan) using localized environmental indicators

Khaledi, Hoda*

National Institute for Oceanography and Atmospheric Science (NIOAS). Department of marine biosciences.

Abstract:

The Persian Gulf coasts are of great environmental importance because of its biological potentials diverse such as unique habitats and species. Moreover, the Persian Gulf coasts are very significant due to the particular geographical location. Therefore, recently the region is the center of attention for various developments and construction of infrastructure projects. The purpose of this research is to evaluate and identify the actual capabilities of Oli till Kangan coasts its compliance with environmental standards. Thus, the main objective is the determination of the status of Oli till Kangan coasts in the classification of coastal protected areas according to the pattern localized indicators. Field data collection and the use of library information by relevant organizations and academic centers were selected as sources of information for this research project. The results indicated that Oli till Kangan coasts were on the second category of the localized indicators protection classification. Therefore, given the high vulnerability of Persian Gulf, infrastructure utilization and development plans must be tailored to the weight and value of management objectives in the classification of coastal areas. So that future generations could be ably exploited and it should be protected for future generations.

Keywords: *Persian Gulf coasts, localized indicators, degree of ecological protection*



بحران پلاستیک در دریا و اقیانوس ها بعد از انتشار جهانی ویروس کووید ۱۹

خدابخشی پور، مهسا^{۱*}؛ محمدی گلنگش، محسن^۲

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

m_kh2569@yahoo.com

۲. دانشیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان m_mohammadi@guilan.ac.ir

واژگان کلیدی: پلاستیک، آلودگی، اقیانوس ها، کووید ۱۹

۱. مقدمه

اقیانوس ها و دریاها همواره تحت تاثیر انواع آلاینده ها با منشأ طبیعی و مصنوعی بوده اند اما منابع عمده آلودگی در اقیانوس ها دارای دو منشأ خشکی و منشأ دریایی یا اقیانوسی هستند که ۸۰ درصد بار آلودگی پلاستیک این اکوسیستم ها از منشأ خشکی می باشند(۴،۵). با روند توسعه در بخش های مختلف، بحران هایی مانند اسیدی شدن، صید بی رویه، ورود انواع آلاینده های آلی و معدنی حیات این اکوسیستم هارا مورد تهدید قرار داده است(۴،۶)؛ اما در ۵۰ سال اخیر پلاستیک به عنوان یک محصول ارزان و پر کاربرد در بخش های مختلف صنعتی، دارویی، کشاورزی، بسته بندی، ورزشی و ساختمان و... از رشد افزایش یافته ای برخوردار بوده است(۱۰)؛ به طوریکه سالیانه ۳۸۱ میلیون تن زباله پلاستیکی در دنیا تولید می شود و پیش بینی شده است تا سال ۲۰۳۴ این مقدار به ۲ برابر افزایش پیدا کند و این موضوع باعث شده است که سالانه ۸ میلیون تن قطعه پلاستیک به اقیانوس ها راه پیدا کند(۱۲،۱). ساختار شیمیایی و فیزیکی، مسمومیت و پایداری این محصولات در کنار روند رو به رشد تولید آنها باعث شده است همواره توجه سازمان های جهانی در سال های اخیر بیش تر از گذشته به این موضوع جلب شود؛ به طوریکه در مجمع محیط زیست سازمان ملل در سال ۲۰۱۷ موضوع کاهش تولید، کنترل و کاهش بار آلودگی پلاستیک مورد تأکید قرار گرفت(۸،۶). در طی مراحل مختلف توسعه جوامع بشری همواره محیط زیست کره زمین در بخش های مختلف آب، خاک و هوا تحت تأثیر انواع آلاینده ها قرار گرفته است و در این مسیرحتی فعالیت های طبیعی مانند زلزله و آتشفشان و سونامی اثر هم پیشی بر این بحران ها و آلاینده ها داشته است(۹،۶). در همین راستا میتوان به سونامی عظیم کیوتوی ژاپن در انتشار انواع مواد زائد جامد در سطح اقیانوس ها اشاره کرد. فعالیت های انسانی نیز به صورت انفجار در چاه های نفتی، کشتی های نفتکش، انفجارات مخازن و نیروگاه ها و اتفاقات پیش بینی نشده باعث می شود که پیش بینی های انجام شده درست اتفاق نیفتد(۶،۴). اگرچه میزان تولید قطعات پلاستیکی با در نظر گرفتن افزایش استاندارد کیفی زندگی و مصرف گرایی جوامع مختلف افزایش یافته است و پیش بینی های برآورد شده تا سال ۲۰۲۰ بیانگر افزایش قطعات پلاستیکی در اقیانوس ها و دریاها نسبت به تعداد ماهیان است اما ورود ویروس COVID-19 و تولید برخی از محصولات مانند دستکش های یک بار مصرف، بطری های ژل و مواد ضد عفونی کننده، شیلد صورت، ماسک صورت، تجهیزات حفاظت فردی، که در ساختار آنها پلی اتیلن، پلی استر و پلی پرو پیلن وجود دارد (۵،۲). همچنین استفاده از ظروف یکبار مصرف در رستوران ها و مراکز خدمات عمومی، به طور مستقیم و غیر مستقیم سبب گسترش قطعات پلاستیکی در نتیجه گسترش جهانی این ویروس شده است(۹،۷). در واقع شیوع بیماری کرونا یکی از مواردی است که ضریب هشدار جهانی آلودگی پلاستیک را افزایش داده است. و این موضوع با اقتصاد کشور ها نیز رابطه

مستقیمی داشته است بطوریکه مطالعه انجام شده در سنگاپور بعد از شیوع ویروس کووید ۱۹ نشان داد که به مدت هشت هفته در منطقه ای با جمعیت ۵.۷ میلیون نفر مقدار ۱۴۷۰ تن زباله پلاستیکی صرفا در فرایند بسته بندی و تحویل غذا تولید شده است (۱۲،۱۱). در مناطق ساحلی کشور ما نیز شاهد افزایش بار آلودگی زباله های دستکش، ماسک و ظروف مواد ضد عفونی کننده هستیم که با توجه به نامشخص بودن زمان پایان این بحران و استفاده گسترده این محصولات نیز تداوم خواهند داشت. اندازه، شکل و دانسیته کم این محصولات باعث جابجایی سریع آنها در محیط می شود. باتوجه به احساس خطری که در مردم به علت آلوده بودن پسماندها به کووید ۱۹ ایجاد شده است جمع آوری آن ها توسط بخش های ذیربط و سازمان های مردم نهاد نسبت به گذشته به راحتی انجام نمی شود بنابراین پرداختن به این موضوع در بخش ها و مراکز مختلو ریانه ای ضروری است.

۲. مواد و روش کار

این تحقیق بر اساس بررسی منابع و دریافت اطلاعات از منابع داخلی و خارجی انجام شده است. پس از مشخص شدن موضوع تحقیق ابتدا اطلاعات مورد نیاز در سطح جهانی و منطقه ای از منابع و سایت های رسمی سازمان هایی مانند بهداشت جهانی، سازمان ملل متحد و گزارش منطقه ای و مقالات منتشر شده علمی معتبر اخذ گردید سپس بخشی از اطلاعات که ضرورت تحقیق و اهداف این پژوهش را تامین نمود در مقدمه و سایر اطلاعات در نتایج و برخی دیگر برای تجزیه و تحلیل داده و بحث و نتیجه گیری مورد استفاده قرار گرفت و در پایان بر اساس تجارب اجرایی سایر کشور ها راهکار های مناسب ارائه گردید.

۳. نتایج

مطالعات نشان می دهد که در حال حاضر ۵.۳۵ تریلیون قطعه پلاستیک در سطح اقیانوس ها وجود دارد که مقدار ۲۶۹ هزار تن در سطح اقیانوس ها شناور می باشد. در مراکز خرید جهان سالی سالانه ۵۰۰ میلیارد کیسه پلاستیکی یک بار مصرف استفاده می شود به عبارت دیگر هر دقیقه یک میلیون کیسه که معادل ۱۵۰ عدد برای هر فرد می باشد و مقدار آن نیز در حال افزایش است (۱۲،۱۱). در بین ۲۰ کشور عمده تولید کننده آلودگی پلاستیک در جهان ۵ کشور چین، اندونزی، فیلیپین، ویتنام و سریلانکا ۶۰ درصد کل آلودگی پلاستیک جهان را بر عهده دارند و در بین این ۵ کشور نیز چین با اختلاف زیاد در صدر بزرگترین تولید کنندگان آلودگی پلاستیک قرار دارد (۱۳،۱). با وضع موجود سالانه یک میلیون پرنده دریایی و حدود ۱۰۰۰۰۰ قطعه از سایر جانوران دریایی در اثر مصرف پلاستیک می میرند (۱۸).

با گسترش ویروس کرونا تولیدات محصولات پلاستیکی مانند دستکش، ماسک، شیلد، گان و ظروف محلول های ضد عفونی کننده و سایر ظروف یک بار مصرف در سایر بخش ها افزایش چشمگیری یافت (۹،۷). بطوریکه تجارت جهانی ماسک صورت از ۸۰۰ میلیون دلار در سال ۲۰۱۹ به ۱۶۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۰ افزایش یافت. براساس گزارش سازمان بهداشت جهانی روزانه ۸۹ میلیون ماسک پزشکی مصرف می شود و در چین این مقدار به ۱۴۸ میلیون در روز گزارش شده است. بر اساس گزارش وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت ژاپن این کشور ماهیانه ۶۰۰ میلیون ماسک پزشکی سفارش داشته است (۱۲). با توجه ساختار پلاستیکی این محصولات گزارشات مذکور تنها اثر زیست محیطی بخشی از محصولات وابسته به شیوع ویروس کووید ۱۹ را بیان می کند.

۴. بحث و نتیجه گیری

بحران آلودگی پلاستیک در شرایط قبل از گسترش کرونا به عنوان یکی از مهمترین آلودگی در بستر، ستون آب و سطح اقیانوس ها و دریا ها شناخته شده بود. انتقال این مواد بصورت مستقیم یا ترکیبات سازنده آنها نیز در لاکپشت های دریایی و ماهیان خوراکی نشان از توانایی تجمع زیستی آنها دارند و بر همین اساس پلاستیک ها به عنوان مواد سمی تجمع گر زیستی شناخته شده اند (۱۱،۸). از این جهت سازمان های ملی و بین المللی با ارائه راهکارهای قانونی و اجرایی و برگزاری کنفرانس های بین المللی همواره الزامات مربوط به کاهش استفاده از کیسه های پلاستیکی، بطری های یک بار مصرف، استفاده مجدد و بازیافت آنها را در دستور کار قرار داده اند. بطوریکه کشور ایرلند با

افزایش مالیات در این مسیر تا ۹۰ درصد موفق بوده است و کشور استرالیا با برآورد هزینه های مربوط به تولید بطری آب (پت) و با نحاسبه هزینه های مربوط به مصرف انرژی در بخش بسته بندی، پر کردن، حمل، نگهداری در یخچال و جمع آوری و مقایسه آن با میزان معادل نفت مصرف شده و اعلام آن در رسانه و مراکز علمی سعی در فرهنگ سازی و محدود کردن استفاده از محصولات پلاستیکی داشته است. اروپا توانسته است از ۲۰ کشور عمده تولید کننده آلودگی پلاستیک اقیانوس ها خارج شود و ایالات متحده توانسته است با گستری مساحت، جمعیت زیاد و فرهنگ مصرف گرایی در رتبه بیستم قرار گیرد این درحالی است که کشور چین رتبه اول و بسیاری از کشورهای در حال توسعه آسیایی و آسیای جنوب شرقی در این مجموعه قرار دارند. اکنون دنیا با گسترش بیماری کرونا به ناچار نه تنها نمی تواند در کاهش این محصولات آلاینده اقدام نماید بلکه شاهد روند رو به رشد تولید محصولات پلاستیکی در جهت اقدامات حفاظتی با ویروس کووید ۱۹ است و متأسفانه از زمان پایان این بحران نیز با خبر نیست از طرف دیگر به دلیل آلوده بودن این نوع از پسماند های پلاستیکی و یا احساس خطر تماس با آنها روند مدیریت عمومی آنها را نیز دچار چالش کرده است. با توجه به شرایط موجود و داده های به دست آمده دو راهکار اجرایی می تواند در کنترل و کاهش بار این آلاینده ها موثر باشد گروه اول اقدامات موفق قبل از شیوع ویروس کوید ۱۹ مانند تداوم وضع مالیات و نظارت های قانونی، توسعه تولید ظروف گیاهی، تولید الیاف از گونه های درختی مانند موز و موارد مشابه با رویکر تاکید بر کاهش تولید در سایر بخش های مستقل از بیماری کرونا و گروه دوم آموزش بی خطر سازی پسماند های پلاستیکی در منازل و محله ها، معرفی تجهیزات و لوازم فردی قابل شستشو، پرشونده و ایمن توسط سازمان های ذیربط. در نهایت آموزش مداوم کنترل پسماند ها همزمان با آموزش های مراقبت های بهداشت و حفاظت فردی بسیار ضروری است. بسیار روشن است نگاه تک بعدی برای عبور از یک بحران جهانی همچون کرونا و بی توجهی به سایر بحران های موجود مانند آلودگی پلاستیک در اقیانوس ها و دریا ها موجب افزایش مشکلات محیط زیستی در جوامع انسانی و اکوسیستم های آبی خواهد کرد.

منابع

1. Crusaders, O. (2016). Plastics ain't so fantastic. <http://oceancrusaders.org/plastic-crusades/plastic-statistics>
2. Fadare, O. O., & Okoffo, E. D. (2020). Covid-19 face masks: A potential source of microplastic fibers in the environment. *The Science of the total environment*, 737, 140279.
3. Haward, M. (2018). Plastic pollution of the world's seas and oceans as a contemporary challenge in ocean governance. *Nature communications*, 9(1), 1-3.
4. Jacobs, R., & Miller, J. (2019). The Ocean Pollution Crisis.
5. Shocking Ocean Pollution Statistics: (Source: <https://www.condorferries.co.uk/marine-ocean-pollution-statistics-facts>)
6. Phelan, A., Ross, H., Setianto, N. A., Fielding, K., & Pradipta, L. (2020). Ocean plastic crisis—Mental models of plastic pollution from remote Indonesian coastal communities. *PloS one*, 15(7), e0236149.
7. Prata, J. C., Patrício Silva, A. L., Walker, T. R., Duarte, A. C., & Rocha Santos, T. (2020). COVID-19 pandemic repercussions on the use and management of plastics. *Environmental Science & Technology*
8. Ritchie, H., & Roser, M. (2018). Plastic pollution. *Our World in Data*.
9. Saadat, S., Rawtani, D., & Hussain, C. M. (2020). Environmental perspective of COVID-19. *Science of The Total Environment*, 138870.

10. Van Seville, E., Spathi, C., & Gilbert, A. (2016). The ocean plastic pollution challenge: towards solutions in the UK. *Grant. Brief. Pap*, 19, 1-16.
11. Worm, B., Lotze, H. K., Jubinville, I., Wilcox, C., & Jambeck, J. (2017). Plastic as a persistent marine pollutant. *Annual Review of Environment and Resources*, 42.
12. <https://unctad.org/en/pages/newsdetails.aspx?OriginalVersionID=2440>.

Plastic crisis in the sea and oceans after the COVID -19 pandemic

Khodabakhshi Pour, Mahsa^{*1}; Mohammad, Galangash Mohsen²

*1. Graduated in M.Sc Degree, Environmental Sciences and Engineering Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan

2. Associate Professor, , Environmental Sciences and Engineering Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan

Abstract

Plastic pollution in oceans is a global problem that is commonly originating from land- based and sea or ocean- based sources and about 80% of all marine debris stems from land-based sources. In the last 50 years, plastic has been growing as a cheap and widely used product in various sectors of industry, pharmaceuticals, agriculture, packaging, sports and construction, etc. So that 381 million tons of plastic waste is producing annually in the world and it is predicted that this amount will double by 2034. The results of this study, which is based on library studies, show that about 8 million tons of discarded plastic ends up in oceans every year and *There is an estimated 5.25 trillion pieces of plastic debris in the ocean, 269,000 tons of which float on the surface of the ocean. Hence, these data well illustrates the threat to animal species in these ecosystems.* Shoppers, as a whole, use approximately 500 billion single-use plastic bags each year, equating to 150 bags per individual, per year for each person. After world spread of COVID-19, the ocean have been hit by a tidal wave of the related waste. In global sales of disposable face masks alone are set to skyrocket from an estimated \$800 million in 2019 to \$166 billion in 2020, In the current situation, in order to prevent the acceleration of the plastic pollution crisis in the oceans, it is very important to have proper planning along with personal health trainings on management, decontamination, recycling of plastic waste and production of biodegradable alternative products.

Keywords: Plastic, Pollution, Oceans, COVID19



مدل‌سازی عددی اثر باد بر تبخیر در خلیج فارس

خلیل‌آبادی، محمدرضا^{۱*}؛ ماه‌پیکر، امید^۲؛ کنارکوهی، کریم^۳

۱. استادیار، مجتمع دانشگاهی هوادریا، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، khalilabadi@mut.ac.ir

۲. دانشجوی دکترا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، omid8@gmail.com

۳. پژوهشیار، مجتمع دانشگاهی هوادریا، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، kenarkoohi@mut.ac.ir

واژگان کلیدی: خلیج فارس، تبخیر، باد، مدل مایک، مدل‌سازی عددی

۱. مقدمه

برآورد تبخیر برای مطالعات تعادل آب، آبیاری و برنامه‌ریزی منابع خشکی ضروری است. روش‌های مختلفی برای برآورد و اندازه‌گیری نرخ تبخیر وجود دارد. این روش‌ها می‌توانند در چند دسته تقسیم‌بندی شوند: ۱- تجربی (Kohler et al., 1955)، ۲- بودجه آب (Guitjens, 1982)، ۳- بودجه انرژی (Fritschen, 1966)، ۴- انتقال جرم (Harbeck, 1962)، ۵- ترکیبی (Shuttleworth and Wallace, 1984). مطالعات نشان می‌دهد که فاکتورهای هواشناسی همانند گرادیان فشار، سرعت باد و دما بیشترین اثر را بر روی تبخیر دارند. خلیج فارس یک حوضه نیمه بسته است که مساحتی در حدود ۲۲۶۰۰۰ کیلومتر مربع و بازه‌ی طولی ۹۹۰-۱۰۰۰ کیلومتر و عرضی ۵۶-۳۳۸ کیلومتر را پوشش می‌دهد. از آنجاکه این حوضه به‌عنوان کم‌عمق شناخته می‌شود، دماهای بالایی را تجربه می‌کند و این باعث افزایش نرخ تبخیر و شوری بالای آب بین ۴۰-۵۰ PPT می‌شود (Ismail et al., 2007). لحاظ کردن همه مؤلفه‌های مؤثر بر تبخیر در چرخه هیدرولوژیکی، بررسی اثرات آن‌ها و میزان تأثیر هر کدام را با مشکل مواجه می‌سازد. در این مطالعه اثر سرعت و سمت باد بر روی میزان تبخیر در خلیج فارس با فرض اینکه هیچ‌گونه ورودی آب به داخل حوضه وجود ندارد بررسی می‌شود. نرخ تبخیر با استفاده از روش بالک به طریق زیر محاسبه می‌شود (Singh and Xu, 1997):

$$E = K(e_w - e_a)w \quad (۱)$$

که در آن E تبخیر بر حسب mm/day ، $K=10.137 \times 10^{-2}$ ، e_w فشار بخار اشباع در دمای آب و e_a فشار بخار در دمای هوا است که این دو پارامتر به طریق زیر محاسبه می‌شوند (Csanady, 2001):

$$e_a = 6.112 \times \exp\left(\frac{17.67T}{273.15+T}\right) \quad (۲)$$

$$e_w = e_a \times \text{relative humidity} \quad (۳)$$

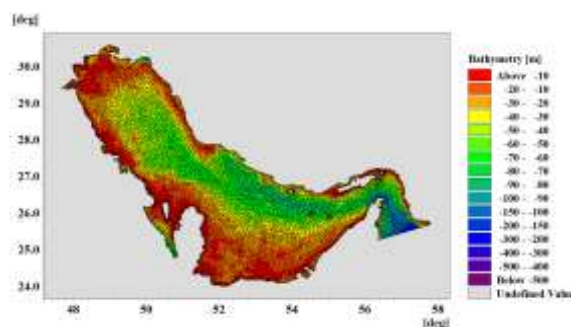
که در روابط بالا دمای هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بر حسب درصد به کار می‌رود.

۲. مواد و روش‌ها

در این تحقیق از داده‌های عمق‌سنجی JEBCO با دقت حدود یک کیلومتر استفاده شده است. سپس در قسمت Mesh Generator نرم‌افزار مایک، شبکه محاسباتی نامنظم و مثلثی مدل شامل ۱۰۶۹۹ المان و ۶۱۹۶ گره ساخته شد (شکل ۱). در جهت کاهش زمان اجرای برنامه، المان‌ها در قسمت‌های عمیق دریای عمان بزرگ‌تر و در تنگه هرمز و خلیج فارس با دقت ۲-۳ کیلومتر در نظر گرفته شده‌اند. مرزهای محدوده‌ی مطالعاتی به صورت مرز خشکی در نظر گرفته شدند تا از ورود آب به حوضه جلوگیری شود. بنابراین حل معادلات با در نظر گرفتن نیروهای گرما-شوری و تنش باد و بدون لحاظ کردن جزر مد صورت گرفته است. در مدل‌هایی که با یکی از روش‌های عددی المان محدود و یا تفاضل محدود اجرا می‌شوند، پایداری و همگرایی مدل به مشخصاتی همچون گام زمانی، فاصله گره‌های شبکه و غیره بستگی دارد. در ماژول هیدرودینامیک برنامه MIKE نیز شرط CFL برای پایداری به کار می‌رود که به صورت زیر است:

$$CFL = (\sqrt{gh} + |u|) \frac{\Delta t}{\Delta x} + (\sqrt{gh} + |v|) \frac{\Delta t}{\Delta y} \quad (۱)$$

بدین منظور و با توجه به ابعاد مش و همچنین گام زمانی معادلات که بین ۰/۱ تا ۳۰ ثانیه است، مقدار CFL بحرانی ۰/۸ محاسبه شد که برای پایداری مدل مقادیر آن باید کمتر از این مقدار باشند.



شکل (۱) شبکه استفاده‌شده در مدل

در جدول ۱ سناریوهای مختلف که مورد بررسی قرار گرفته‌اند، نشان داده شده است. اثرات باد بر تبخیر در چهار سرعت و چهار سمت مختلف باد بررسی شده است.

جدول (۱) سناریوهای مختلف برای بررسی اثر باد بر تبخیر

متغیر وابسته	شماره	متغیر مستقل	
		سرعت باد (m/s)	سمت باد (درجه)
تبخیر	۱	۵	۲۷۰
	۲	۵	۰
	۳	۵	۹۰
	۴	۵	۱۸۰
	۵	۸	۲۷۰
	۶	۲	۲۷۰
	۷	۱۲	۲۷۰

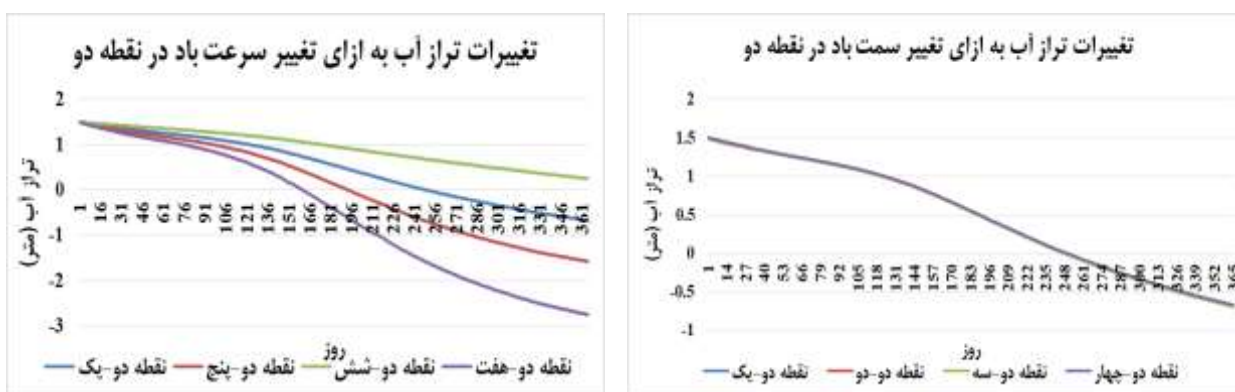
۳. نتایج

خروجی مدل شامل نرخ تبخیر و تراز سطح آب در سه نقطه مختلف در حوضه تحت سناریوهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است که برای نمونه فقط خروجی‌های نقطه ۲ با مختصات ۵۰ درجه شرقی و ۲۷ درجه شمالی در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است. در شکل ۳ نرخ تبخیر به ازای تغییرات سرعت و سمت باد رسم شده است و در شکل ۴ تراز سطح آب به ازای تغییرات سرعت و سمت باد ترسیم شده است. نتایج

نشان می‌دهد که تغییرات سمت باد تأثیری بر روی نرخ تبخیر و تراز آب ندارد و اثرات آن خیلی ناچیز است؛ اما تغییرات سرعت باد تأثیر زیادی بر نرخ تبخیر و تراز آب دارد به‌خصوص در فصل تابستان با افزایش دمای آب، افزایش نرخ تبخیر و تأثیر سرعت باد بیشتر بوده و این نشان از غیرخطی بودن تغییرات نرخ تبخیر با سرعت باد است. کاهش تراز آب نیز با افزایش دما بیشتر شده و این پارامتر نیز حالتی غیرخطی دارد و هرچه سرعت باد بیشتر باشد، نرخ تبخیر و کاهش تراز آب بیشتر است.



شکل ۲) تغییرات نرخ تبخیر به ازای سرعت و سمت باد مطابق با سناریوها



شکل ۳) تغییرات تراز آب به ازای سرعت و سمت باد مطابق با سناریوها

۴. بحث و نتیجه‌گیری

تبخیر یکی از کمیت‌های مهم در اقلیم دریایی محسوب می‌شود و در خلیج فارس نیز این پارامتر باعث شده این خلیج دارای یکی از شورترین آب‌های آزاد جهان باشد. تبخیر به عواملی از جمله دمای هوا، باد، رطوبت نسبی، میزان ابرناکی و... وابسته است. در این مطالعه اثرات باد شامل سرعت و سمت باد بر روی نرخ تبخیر طی یک سال بررسی شد. نتایج نشان داد که سمت باد اثر چندانی بر روی تبخیر ندارد ولی سرعت باد تغییرات قابل ملاحظه‌ای بر روی نرخ تبخیر و تراز آب دارد و این تغییرات ارتباطی غیرخطی با دما دارند به‌طوری‌که در تابستان با افزایش دما نرخ تبخیر نیز با افزایش سریع‌تر رشد می‌کند. مطالعات گذشته در مورد نرخ تبخیر نتایج گهگاه متضادی را نشان می‌دهند، به عبارتی برخی از محققان نرخ تبخیر را در تابستان بیشتر می‌دانند و برخی دیگر زمستان را دارای بیشترین تبخیر عنوان کرده‌اند. با این حال در مطالعه Eltahir و Xue (۲۰۱۵) بیشترین نرخ تبخیر در ماه نوامبر به‌دست آمده که البته میانگین فصلی تابستان نسبت به زمستان نیز بیشتر است.



منابع

1. Kohler, M.A., Nordenson, T.J., Fox, W.E., 1955, vaporation from pans and lakes. U.S. Dept. Commerce Res.p.38.
2. Guitjens, J.C., 1982, Models of Alfalfa yield and evapotranspiration, Journal of the Irrigation and Drainage Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 108(IR3), 212– 222.
3. Fritschen, L.J., 1966, Energy balance method, Proceedings, American Society of Agricultural Engineers Conference on Evapotranspiration and its role in Water Resources Management, December 5±6, Chicago, IL. St. Joseph, MI., 34-37.
4. Harbeck Jr., G.E., 1962, A practical field technique for measuring reservoir evaporation utilizing mass-transfer theory, U.S. Geol. Surv., Paper 272-E, 101–105.
5. Shuttleworth, W.J., Wallace, J.S., 1984, Evaporation from sparse crops D an energy combination theory', Q. J. R. Meteorol. Soc., 111: 839-855.
6. Ismail, W.A., Al-Yamani, F.Y., anAl-Rifaei, K.S., 2007, Field survey and perturbation experiment in testing the role of eutrophication in initiating red tide in Kuwait bay. International Journal of Ocean and Oceanography, 2 (1): 187-211.
7. Singh, V.P., Xu, C.Y., 1997, Evaluation and Generalization of 13 Equations for Determining Free Water Evaporation, Hydrol. Processes, 11: 311–323.
8. Csanady, G.T., 2001, Air-Sea Interaction Laws and Mechanisms. University of Cambridge, United Kingdom, 239.
9. Xue, P., Eltahir. E.A.B., 2015, Estimation of the Heat and Water Budgets of the Persian Gulf Using a Regional Climate Model, American Meteorological Society, Volume 28, 5041-5062

Numerical modelling the effect of wind on evaporation in the Persian Gulf

Khalilabadi, Mohammadreza^{1*}; Mahpeykar, Omid²; Kenarkoohi, Karim³

1. Assistant professor, Faculty of Naval Aviation, Malek-Ashtar University of Technology, Iran.

Khalilabadi@mut.ac.ir

2. Ph.D. student, Khorramshahr university of marine science and technology, Iran.

omid8@gmail.com

3. Researcher, Faculty of Naval Aviation, Malek-Ashtar University of Technology, Iran.

Kenarkoohi@mut.ac.ir

Abstract:

Evaporation is one of the most important quantities in the marine climate, and in the Persian Gulf, this parameter makes it one of the saltiest free waters in the world. Evaporation estimation is essential for water balance studies, irrigation and land resource planning. Persian Gulf is known as a shallow water and therefore has high temperature in summer, which increases the rate of evaporation and high salinity up to 50PPT. In this study, the effect of wind speed and direction on the rate of evaporation in the Persian Gulf, assuming that there is no water inflow into the basin, was investigated using MIKE model. Mike model is based on the three-dimensional solution of the Navier Stokes equations, assumption of incompressibility, Boussinesq approximation, and hydrostatic pressure. The effects of wind on evaporation at four different wind speeds and four different wind directions have been investigated. Results show the wind direction has little effect on evaporation, but wind speed has significant changes on evaporation rate and water level, and these changes are nonlinearly related to water temperature, so that in summer the evaporation rate increases faster with increasing temperature.

Keywords: Persian Gulf, Evaporation, Wind, MIKE model, Numerical modeling



حل عددی جریان زمینگرد آب‌کم‌عمق در محیط متلب

درس‌خوان، سمیه^۱؛ سیوف جهرمی، مریم^۲*

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک‌دریا، دانشگاه هرمزگان somaiefdarskhan@gmail.com

۲. استادیار فیزیک‌دریا، دانشگاه هرمزگان soyufjahromi@yahoo.com.au

واژگان کلیدی: حل عددی، جریان زمینگرد، آب‌کم‌عمق، متلب

۱. مقدمه

باتوجه به اهمیت جریان‌های دریایی در اقیانوس‌شناسی گروه‌ها و افراد زیادی در سال‌های مختلف با روش‌های میدانی یا با استفاده از مدل‌های عددی اقدام به تحقیق و مطالعه پیرامون این موضوعات نموده‌اند یا اقدام به طراحی مدل‌های عددی در رابطه با جریانات دریایی کرده‌اند جریان‌های زمینگرد یا ژئوستروفیک^۱، بخش پایه‌ای از جریان‌های اقیانوسی را تشکیل می‌دهند که نقش عمده‌ای در تغییرات آب و هوایی ایفا می‌نمایند. به طور کلی جریان زمینگرد، مشتقی از گرادیان فشار است [۵] که با ترکیب با نیروی کوریولیس به وجود می‌آید. طبق اقیانوس‌شناسی کلاسیک، می‌تواند به بخش‌هایی تبدیل شود که ادی زمینگردی، بخشی از آن است. در خلیج فارس، ادی‌های زمینگردی توسط افراد مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته است. به عنوان مثال، ترابی‌آزاد و همکاران (۱۳۸۰) با استفاده از دو گشت تحقیقاتی قدس و فردوس و جمع‌آوری اطلاعات گشت تحقیقاتی مونت میشل^۲ (۱۹۹۲) به همراه تصاویر ماهواره‌ای قطر متوسط ادی‌های خلیج فارس ۴۰-۹۰ کیلومتر و سرعت آن‌ها را برابر با ۳-۶ cm/s در خلیج فارس برآورد کردند و غالب ادی‌های تشکیل شده در نزدیکی سواحل بوشهر و بخش مرکزی خلیج فارس را با قطر تخمینی غالب ۵۰ کیلومتر برآورد نمودند [۳]. Yao و Johns (۲۰۱۰) نیز با استفاده از مدل سازی HYCOM شعاع تغییر شکل راسبی را ۲۵-۳۰ km برای خلیج فارس محاسبه کردند [۴].

۲. مواد و روش‌ها

به منظور حل عددی مسائل جریان ابتدا بایستی به بررسی خصوصیات معادلات حاکم بر جریان پرداخته شود و با مشخص شدن خصوصیات معادلات حاکم از یک سو و آشنایی با تکنیک‌های مختلف عددی از سوی دیگر می‌توان از مدلی استفاده نمود که بیشترین سازگاری را با معادلات داشته باشد. ما در این پژوهش با بکارگیری واقعیت‌های دینامیکی مانند کم عمق بودن اقیانوس، تقریب هیدرواستاتیک و اینکه ساختار عمودی اقیانوس ویژگی نسبتاً ثابتی دارد، را برای حل عددی و نوشتن کدها مورد استفاده قرار خواهیم داد. در این پژوهش، با استفاده از «راهنمای کوریولیس»^۳ موجود در حل معادلات زمینگردی که توسط موسسه اقیانوسی Woods Hole^۴ (نسخه ۸) ارائه شده است [۶-۹]، به بررسی معادلات در محیط MATLAB^۵ می‌پردازیم. این مطالعه الگوی جریان زمینگرد در عرض جغرافیایی ۲۹°N، بوشهر، واقع در آب جنوبی کشورمان، خلیج

^۱ Geostrophic currents

^۲ Mt-Mitchell Cruise

^۳ a Coriolis tutorial

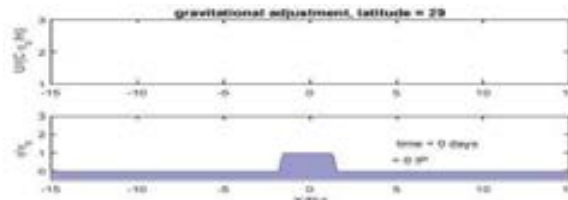
^۴ Woods Hole Oceanographic Institution

^۵ MATHEMATICAL LABratory

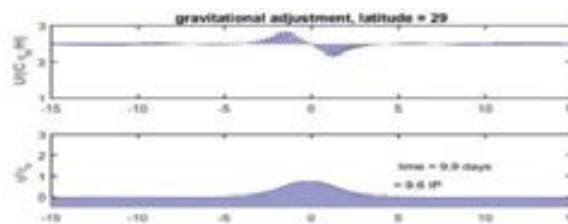
فارس حل شده است. با توجه به پهنای خلیج فارس در این منطقه (یک درجه جغرافیایی) طول ادی حاصل از جریان زمینگرد، ۵۰ km در نظر گرفته می‌شود. ارتفاع قله ادی نسبت به طرفین آن برابر با ۳ m در نظر گرفته می‌شود. شبیه‌سازی به مدت ۱۰ روز از زمان اولیه صفر با سرعت اولیه صفر در مرکز قله اجرا می‌شود (شکل ۱). جهت ارائه نتایج، دستگاه مختصات در مرکز ادی زمینگرد، به صورت یک‌بعدی و در راستای شعاع ادی قرار داده می‌شود.

۳. نتایج

با توجه به اطلاعات اولیه ورودی به کدها، شعاع تغییر شکل راسی برابر با ۳۰/۸۶ km محاسبه می‌شود و U_{sc} ، به عنوان سرعت ادی، برابر با ۲/۶۲ cm/s به دست می‌آید. حل عددی کدها به خوبی قابلیت ایجاد دو جریان در راستای مخالف یکدیگر نسبت به مرکز ادی دارد تا یک چرخش پادساعتگرد (واچرندی) درون ادی در عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، بوشهر شکل بگیرد. به عبارتی در انتهای شبیه‌سازی به خوبی معکوس شدن جریان در سمت راست و چپ حلقه ادی زمینگردی نشان داده شده است (شکل ۲، بالا). از آنجایی که شبیه‌سازی از حالت یک قله نسبتاً مستطیل شکل در حالت اولیه آغاز شده بود، اما به تدریج با اعمال معادلات زمینگردی، یک ادی منحنی شکل، از حالت مستطیل شکل اولیه در سطح تراز آب شکل می‌گیرد و به خوبی اثرات لبه اولیه ادی، تصحیح می‌شود (شکل ۲، پایین).



شکل (۱) شرایط اولیه مدل در آغاز شبیه‌سازی. بالا) جریان زمینگرد؛ پایین) تغییرات سطح تراز آب در آغاز شبیه‌سازی



شکل (۲) نتیجه حاصل از شبیه‌سازی در روز آخر شبیه‌سازی. بالا) جریان زمینگرد و پایین) تغییرات تراز سطح آب.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش، که برای معادلات زمینگردی براساس راهنمای کوریولیس (موسسه اقیانوسی Woods Hole - نسخه ۸)، در عرض جغرافیایی ۲۹°N، در آب جنوبی کشورمان، خلیج فارس (بوشهر) حل شدند، با به دست آمدن شعاع تغییر شکل ادی زمینگردی برابر با ۳۰/۸۶ km نشان می‌دهد که در توافق نسبتاً خوبی با مدل عددی HYCOM، (شعاع تغییر شکل راسی را ۲۵-۳۰ km) [۴] است. طول ادی منطقه مورد مطالعه طبق مشاهدات ماهواره‌ای [۳] برابر با ۴۰-۹۰ km است که در این مطالعه برابر با ۵۰ km بود. همچنین سرعت ادی طبق مشاهدات ماهواره‌ای [۳] برابر با ۳-۶ cm/s به دست آمده است، که در این شبیه‌سازی مقدار آن ۲/۶۲ cm/s به دست آمد. همچنین نتایج به خوبی معکوس شدن جریان در سمت راست و چپ حلقه ادی زمینگردی را نشان می‌دهد. اگرچه در ابتدای شبیه‌سازی، ناپایداری‌هایی در سطح آب و سرعت جریان در اطراف حلقه اصلی زمینگردی دیده می‌شود، اما به تدریج با گذر زمان، به صورت پایدار و یکنواخت در می‌آید که با تحقیقات انجام شده در این زمینه مطابقت خوبی نشان می‌دهد.

منابع

۱. افلاحی، م.، و صدری نسب، م.، ۱۳۹۶. محاسبه جریان ژئوستروفیک در اقیانوس اطلس شمالی. نشریه علمی-پژوهشی هیدروفیزیک، دوره سوم شماره اول، ۱۱-۱۹.
۲. ترابی آزاد، م.، ثابت عهد جهرمی، ع.، و رئیسی کمیز، ا. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات کمی و کیفی جریان ژئوستروفیک در خلیج فارس. چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، تهران، انجمن ژئوپلتیک ایران، ۱-۶.
۳. ترابی آزاد، م.، بنازاده ماهانی، م.، اکبری بیدختی ع.، ۱۳۸۰. چرخابه ها (Eddies) در خلیج فارس. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره سوم، شماره سوم، ۱۷-۳۲.
4. Yao, F., & Johns, W. E. 2010. A HYCOM modeling study of the Persian Gulf: 1. Model configurations and surface circulation. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115(C11).
5. Stewart R. H., 2008. Introduction to physical oceanography, Texas A & M University College Station.
6. Price, J., 2018. A Coriolis tutorial, Part 1: the Coriolis force, inertial and geostrophic motion, Woods Hole Oceanographic Institution, 8 Version 8 October 15, 1-68.
7. Price, J., 2018. A Coriolis tutorial, a Coriolis tutorial, Part2: a rotating shallow water model, potential vorticity balance and geostrophic adjustment, Woods Hole Oceanographic Institutio, Version 8 October 15, 1-65,.
8. Price, J., 2018. A Coriolis tutorial, Part 3: b -effects; westward propagation, Woods Hole Oceanographic Institution, 8 Version 8 October 15, 1-50.
9. Price, J., 2019. a Coriolis tutorial, Part 4: wind-driven circulation and the Sverdrup relation", Woods Hole Oceanographic Institution, Version 5.4 May 6, 1-79.
10. Pedlosky, J. 1987. *Geophysical Fluid Dynamics*. 2nd ed. Berlin: Springer Verlag.

Numerical solution of geostrophic current of shallow water in MATLAB

Darskhan, Somayeh¹; Soyuf Jahromi, Maryam^{1*}

Department of Nonliving Resources of Atmosphere and Ocean, University of Hormozgan

* Corresponding author: soyufjahromi@yahoo.com.au

Abstract:

The geostrophic current is one of the basic currents of Persian Gulf, which is part of the interest and study of physical oceanographers and geostrophic eddy is one its types with its own complexity. In order to simulate a geostrophic eddy, In In this study, with the one-dimensional numerical solutions of geostrophic equations in MATLAB, using the "coriolis tutorial" of the Woods Hole Oceanographic Institute (Version 8), it is calculated geostrophic current in a shallow water for 10 days, near the coasts of Bushehr (latitude 29°N). The length of the geostrophic eddy was 50 km, and its velocity was 2.62 cm/s and the Rossby deformation radius was 30.86 km. The numerical solution of the codes is able to create two streams in the opposite directions to the center of the eddy ring, as an anticyclonic (anti-clockwise) rotation inside the eddy as well as the reverse flow to the right and left of the eddy ring. Although the simulation was began with a rectangular peak, the geostrophic equations of the codes had enough potential to create a curved eddy, corrected the water level, and eliminate the effects of the eddy edge.

Keywords: Numerical solution, Geostrophic current, Shallow water, MATLAB



بررسی اثر تغییر اقلیم بر ذخیره گیش ماهیان منطقه آبهای ایرانی خلیج عمان

ربانی ها، مهناز^{۱*}؛ سالارپوری، علی^۲؛ عوفی، فریدون^۳؛ آژنگ، بیژن^۴

۱. موسسه علوم تحقیقات شیلاتی کشور، (AREEO)، ایران. rab.mahnaz@gmail.com

۲. پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (AREEO)، ایران. salarpouri@gmail.com

۳. موسسه علوم تحقیقات شیلاتی کشور، (AREEO)، ایران. sillaginid@hotmail.com

۴. مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، (AREEO)، ایران. bajang1980@yahoo.com

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، گیش ماهیان، آبهای سیستان بلوچستان

۱. مقدمه

میزان ذخایر آبزیان اقتصادی می‌تواند توسط عوامل انسانی و طبیعی تحت تاثیر قرار گیرد. تغییر اقلیم تاثیر شگرفی بر اندازه جمعیت، مسیر مهاجرت و مرزهای پراکنش آبزیان دریایی دارد (Glantz, 1992). تاثیرپذیری جوامع ساحلی از اثرات تغییر اقلیم نیز موضوعی کاملاً شناخته شده است. در واقع تغییر اقلیم جدیدترین تهدید شناخته شده برای ذخایر آبزیان است که به سرعت در حال کاهش هستند (Cochrane, 2009). تغییر حجم ذخیره تابعی از تغییرات شرایط زیست محیطی می‌باشد. از آنجایی که تعیین حجم ذخیره یا توده زنده در ذخایر آبزیان به سختی صورت می‌پذیرد، از معادل آن یعنی صید بر واحد تلاش (Catch Per Unit of Effort) به عنوان شاخصی که رابطه مستقیمی با ذخیره دارد بهره گرفته می‌شود. در تحقیق حاضر به بررسی اثر پارامترهای محیطی بر ذخیره گیش ماهیان پرداخته می‌شود.

۲. مواد و روش‌ها

داده های محیطی شامل دو گروه داده ماهواره ای درجه حرارت سطحی دریا و کلروفیل a مستخرج از سایت ناسا و داده های هواشناسی (بارندگی، تبخیر، درجه حرارت هوا) دریافتی از سازمان هواشناسی کشور می‌باشد که بصورت ماهانه از ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۷ منطبق بر صیدگاه ها استخراج و مورد آنالیز قرار گرفت. در این تحقیق همانگونه که اشاره گردید آمارصید منتج از اطلاعات سازمان شیلات است مجموعه گیش ماهیانی که امار برداری شده اند و در دو گروه سارم و حلوا سیاه نیستند به عنوان گیش مورد تحلیل قرار گرفته است. به این منظور بنا بر وضعیت نرمال بودن داده های وابسته، از مدل رگرسیون خطی (GLM) generalized linear model و رگرسیون چند متغیره گام به گام (step by step regression analysis) و در صورت عدم نرمال بودن داده وابسته حتی پس از ترانسفورم، از مدل جمعی تعمیم یافته Generalized Additive Models (GAM) استفاده گردید. به منظور صحت سنجی از سنجش همزمانی (concurvity)، صحت سنجی مدل (gam.check) و بکارگیری معیار نیکویی پردازش آکائیک (Akaike information criterion (AIC) استفاده گردید (Ross, 2019) با بکارگیری بسته های نرم افزار R انجام گردید. در کل آنالیز اختصارات زیر بکارگرفته شده است. (Air Atmosphere (AT)، کلروفیل (

Sea Surface Temperature (دریا) و درجه حرارت سطحی دریا (Evaporation (E) تبخیر ، Rainy (R) بارندگی ، Chlorophyll- a (CH (SST می باشد.

۳. نتایج

جدول زیر نتایج عوامل محیطی مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.

عوامل محیطی	میانگین $\pm$ انحراف معیار	حداقل	حداکثر	عوامل محیطی	میانگین $\pm$ انحراف معیار	حداقل	حداکثر
درجه حرارت هوا (درجه سانتی گراد)	۲۶/۶۸ $\pm$ ۳/۷۱	۱۸/۷۰	۳۲/۲۰	کلروفیل a - (میلی گرم بر لیتر)	۲/۸۵ $\pm$ ۲/۹	۰/۱۵	۱۳/۷۹
تبخیر (میلی متر)	۱۸۴/۸ $\pm$ ۵۰/۷۳	۱۱۰/۲	۳۳۱/۷	درجه حرارت سطحی دریا (درجه سانتی گراد)	۲۷/۲۱ $\pm$ ۲/۳	۲۲/۸۶	۳۰/۹۳
بارندگی (میلی متر)	۱۲/۴۸ $\pm$ ۲۷/۱	۰	۱۶۳/۲۰				

گیش (Carangid) - میانگین صید در واحد تلاش آن $۴۳/۸۸ \pm ۵۸/۳۲$ طی سالهای بررسی بدست آمد و حداقل مقدار ۰ و حداکثر ۲۷۵/۲۴ کیلوگرم بر واحد تلاش در آذرماه ۱۳۸۷ گزارش گردید. ذخیره ماهی مورد نظر تا ۱۳۹۷ کاهش می یابد. مدل تعریف شده:

$$\text{Log}(cpue) = ۷/۰۹۰۷ - ۰/۱۳۸(SST)$$

ماهی سارم (Scomberoides) - میانگین $۶۳/۵۰ \pm ۹۱/۶۳$ طی سالهای بررسی بدست آمد و حداقل مقدار ۰ و حداکثر ۷۴۸/۹۷ کیلوگرم بر واحد تلاش در اردیبهشت ۱۳۸۶ گزارش گردید. در مدل بدست آمده، تنها با درجه حرارت محیط ارتباط نشان داد ($p\text{-value} = ۰/۰۲۰^{**}$).

$$\text{gam}(Scomberoides \sim s(R, k=20, sp=0.01) + s(E, k=20, sp=0.01) + s(SST, k=20, sp=0.01) + s(AT, k=20, sp=0.01) + s(CH, k=20, sp=0.01), \text{method}="REML", \text{data}=cg1)$$

ماهی حلوا سیاه (Parastromateus niger) - میانگین $۳۹/۸ \pm ۵۴/۹۲$ طی سالهای بررسی بدست آمد و حداقل مقدار ۰ کیلوگرم بر واحد تلاش و حداکثر ۴۰۱/۷۷ کیلوگرم بر واحد تلاش در اردیبهشت ۱۳۸۷ گزارش گردید. ذخیره ماهی مورد نظر تا ۱۳۹۷ کاهش یافته است. در مدل تعیین شده هیچگونه ارتباط بین کاهش میزان صید با عوامل محیطی وجود ندارد.

۴. بحث و نتیجه گیری

آبهای اقیانوس در حال حاضر به طور قابل توجهی گرم شده است و اثرات آن بر بهره وری شیلاتی دریایی قابل تامل می باشد که با بررسی زیست توده قابل بررسی است (Free et al., 2019). که موجب مواردی از جمله تغییر گردش اقیانوس و طبقه بندی، کاهش غلظت اکسیژن، و تغییر در تولید اولیه و در جمعیت ماهی های دریایی افزایش استرس فیزیولوژیکی و در دسترس بودن غذا میشود (Deutsch et al., 2015 و et al., 2017). در تحقیق حاضر کاهش جمعیت گیش ماهیان با درجه حرارت سطحی رابطه خطی و عکس نشان داد ($P\text{-VALUE} = ۰/۰۱۱۷^{**}$) و از دمای ۲۴ تا ۳۰ درجه سانتی گراد، حدودا $cpue$ گیش ماهی ۱۰ واحد کاهش می یابد و ذخیره ماهی سارم (Scomberoides) از ۵۰ تا ۱۲۵ کیلوگرم در واحد تلاش، با درجه حرارت محیط رابطه غیر خطی ($p\text{-value} = ۰/۰۲۰^{**}$) داشته و تا ۲۷ درجه سانتی گراد کاهش نسبی داشته ولی بعد از آن با افزایش درجه حرارت افزایش می یابد هرچند که از دامنه اطمینان کاسته می شود. در خصوص حلوا سیاه علی رغم کاهش میزان ذخیره با عوامل بررسی شده ارتباطی نشان نداد و به نظر می رسد عوامل دیگری غیر از موارد در نظر گرفته شده دخالت داشته اند. نمونه های مورد بررسی متعلق به گروه ماهیان پلاژیک بوده و تمامی مراحل زندگی را در این وضعیت پلاژیک بسر میبرند و طبیعتا تغییرات دمایی می تواند در مراحل مختلف زیستی تاثیر گذار باشد این وضعیت در خیلی از مطالعات مشابه صورت گرفته قابل پی گیری است در

تحقیق free و همکاران (۲۰۱۹) اشاره شده است با توجه به تاثیرگذاری درجه حرارت بر ذخیره، همراه شدن با ماهی گیری غیر مسولانه (overfishing) می تواند برای ذخیره خطرناک باشد.

منابع:

1. Cochrane, K., C. De Young, D. Soto, & T. Bahri. (2009). Climate change implications for fisheries and aquaculture: Overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 530p.
2. Cushing, D.H., (1982). Climate and Fisheries. Academic Press. New York.
3. -Deutsch, C., Ferrel, A., Seibel, B., Pörtner, H. O. & Huey, R. B. (2015). Climate change tightens a metabolic constraint on marine habitats. Science 348, 1132–1135. doi:10.1126/science.aaa1605 Medline.
4. Free, Ch. M. , Thorson, J. T., Pinsky, M. L. , Oken, K. L. , Wiedenmann, J. & Jensen, O.P. (2019). Impacts of historical warming on marine fisheries production. 363, 979–983. DOI: 10.1126/science.aau1758.
5. Glantz, M.H., (1992). Climate Variability, Climate Change, and Fishery. Cambridge University Press, UK. 450p.
6. Ross, N. (2019). Generalized additive models tutorial in R. A free, interactive course using mgcv.
7. Stock, C. A., John, J. G., Rykaczewski, R. R., Asch, R. G., Cheung, W. W. L., Dunne, J. P. , Friedland, K. D., Lam, V. W. Y., Sarmiento, J. L. & Watson, R. A. (2017) Reconciling fisheries catch and ocean productivity. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 114, E1441–E1449. doi:10.1073/pnas.1610238114 Medline.

Investigating the effect of climate change on carangid stocks in the Iranian side of Oman Gulf.

Rabbaniha, Mahnaz^{*1}; Salarpouri, Ali²; Owfi, Feriodoon³; Azhang, Bijan⁴

1. Iranian Fisheries Science Research Institute, AREEO, Iran, rab.mahnaz@gmail.com.
2. Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research center, AREEO, Iran, salarpouri@gmail.com.
3. Iranian Fisheries Science Research Institute, AREEO, Iran. sillaginid@hotmail.com.
4. Offshore Fisheries Research Center, AREEO, Iran. bajang1980@yahoo.com.

Abstract

Fish stocks can be affected by human and environmental factors. Climate change has a drastic effect on population size, migration paths and marine distribution boundaries. To investigate the relationship between carangid CPUE and environmental factors we considered sea surface temperature, chlorophyll a (NASA site) , rainfall, evaporation, air temperature (the Meteorological Organization) monthly from 2007 to 2018. For finding the regression we apply GLM and GAM with R software packages. The values obtained from the investigated factors were included: Air Atmosphere (26.68 ± 3.7) , Evaporation (184.8 ± 50.73), Rainy (12.48 ± 27.1), Chlorophyll- a (2.85 ± 2.9), Sea Surface Temperature (27.21 ± 2.3). The carangid stocks decreased in studied duration and only SST had negative regression (p-value= 0.0117*, AIC=350.37) with GAM model and the carangid cpue is reduced by about 10 units when the temperature range is 24 to 30 degrees Celsius . Scomberoides stocks average is 50 to 125 kg per effort, has a non-linear relationship with air temperature (p-value = 0.020 **). It decreases to 27 degrees then increases with increasing temperature. Parastromateus niger did not show any relationship with the investigated factors and it seems that it is related to some other unknown factors. These samples belong to the group of pelagic fish and all of their life stages are Pelagic, and naturally temperature fluctuations can affect different biological stages. These results can be followed in many similar studies. Free (2019) has pointed out that due to the effect of temperature on stocks, being associated with overfishing can be dangerous for stocks.

Keyword: climate change , carandid, Sistan-Blochestan waters.



طبقه‌بندی سواحل استان سیستان و بلوچستان بر اساس مشخصات موج

رضایی مزیک احمد^{*۱}

۱. دانشجوی دکتری مهندسی سواحل و بنادر، دانشگاه تربیت مدرس، a.rezaemazyak@modares.ac.ir

واژگان کلیدی: طوفان سالیانه، متوسط سالیانه ارتفاع امواج، طبقه‌بندی سواحل

۱. مقدمه

پیش‌بینی فرسایش و بررسی مکانیزم‌های انتقال رسوب در محدوده سواحل یکی از ملزومات اصلی مدیریت نوار ساحلی است. مشخصات هیدرودینامیکی امواج یکی از پارامترهای مهم در مطالعات انتقال رسوب و فرسایش در نواحی ساحلی است [۱، ۲]. طبقه‌بندی سواحل بر اساس مشخصات امواج می‌تواند نشان دهنده مشخصات ریخت‌شناسی سواحل و همچنین یک حلقه واسط جهت مدیریت نوار ساحلی باشد. از اینرو در مراجع جهت طبقه‌بندی سواحل بر اساس میزان در معرض موج قرار گرفتن معیارهایی ارائه شده است [۳، ۴]. در مطالعه حاضر جهت مطالعات مدیریت نوار ساحلی به دسته‌بندی سواحل استان سیستان و بلوچستان بر اساس دو معیار متفاوت در معرض موج قرارگرفتن پرداخته شده است.

۲. مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه سواحل استان سیستان و بلوچستان متشکل از سواحل بیرونی (در معرض) و خلیج‌های و دماغه‌های امگاشکل است، در مطالعه حاضر ۲۷ نقطه در طول سواحل در عمق 10 m.CD جهت بررسی مشخصات امواج در نظر گرفته شده است. همچنین با توجه به در نظر گرفتن جهت غالب انتشار امواج نواحی داخل خلیج‌ها بر اساس ناحیه سایه شکل گرفته مشخص گردیده‌اند. جهت دسته‌بندی سواحل بر اساس در معرض موج قرار گرفتن از اطلاعات موج پروژه پایش و شبیه‌سازی سواحل کشور (فاز ششم: سواحل مکران) استفاده گردیده است. موقعیت نقاط استخراجی در شکل ۱ نشان داده شده است.

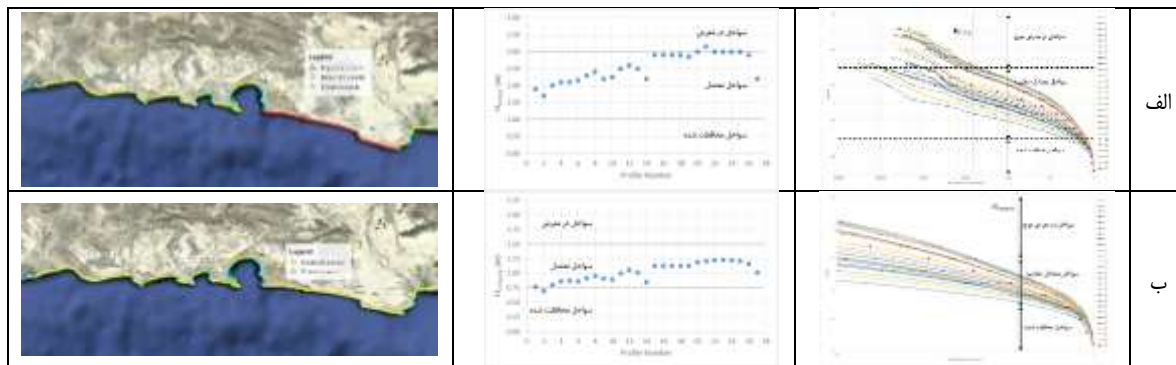
جهت بررسی میزان در معرض بودن و طبقه‌بندی سواحل از دو معیار متفاوت استفاده گردیده است. در معیار اول میزان در معرض موج قرار گرفتن سواحل بر اساس تغییرات ارتفاع موج مشخصه با احتمال وقوع ۱۲ ساعت در سال ($H_{s, \frac{12h}{y}}$) در دور از ساحل تعیین می‌گردد [۴]. بر اساس این معیار، سواحل به سه دسته سواحل محافظت شده ($H_{s, \frac{12h}{y}} < 1m$)، سواحل متعادل یا ملایم (Moderate Coasts (M) $1m \leq H_{s, \frac{12h}{y}} < 3m$) و سواحل در معرض (Expose Coasts (E) $H_{s, \frac{12h}{y}} \geq 3m$) قابل تقسیم‌بندی می‌باشند. در معیار دوم، جهت میزان در معرض موج قرار گرفتن متوسط سالیانه ارتفاع موج مشخصه (H_s) در دور از ساحل تعیین گردیده است [۳]. بر این اساس سواحل با ارتفاع موج کوچک‌تر از 0.75 m سواحل محافظت شده، با ارتفاع موج بین 0.75m – 1.5m سواحل متعادل و با ارتفاع موج بیش از 1.5 m سواحل در معرض در نظر گرفته می‌شوند.

۳. نتایج

با توجه به دو معیار در نظر گرفته شده، احتمال وقوع امواج با دوره بازگشت ۱۲ ساعت در سال و متوسط سالیانه به ترتیب برای ۰.۵ و ۰.۰۱۴ می باشد. نحوه تغییرات ارتفاع امواج در محدوده نقاط مورد بررسی در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به اینکه سواحل پیرامونی داخل خلیج ها در سایه دماغه های طبیعی قرار گرفته اند، این سواحل محافظت در نظر گرفته می شوند. با توجه به مشخصات امواج ارائه شده در شکل ۱ (الف) و (ب) مشخص می باشد که رژیم امواج در شرق خلیج چابهار با سواحل غربی آن متفاوت می باشد و ارتفاع امواج در شرق چابهار شدت بیشتری دارد. همچنین نتیجه برازش یک رابطه توانی بین ارتفاع موج و پریود پیک برای داده تمامی نقاط، به صورت $T_p = 10.69 H_s^{0.303}$ است. از این رابطه برای تخمین پریود امواج در محدوده مطالعه می توان استفاده نمود. همچنین توزیع آماری ارتفاع امواج بر اساس سه توزیع گامبل، ویبول و لوگ-نرمال مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که استفاده از توزیع ویبول بیشترین ضریب همبستگی را با نتایج دارد.



شکل ۱) موقعیت نقاط استخراج مشخصات امواج در محدوده سواحل استان سیستان و بلوچستان



شکل ۲) تابع توزیع احتمال ارتفاع امواج، مقدار ارتفاع موج و دسته بندی سواحل بر اساس $H_{s,12h}$ (الف) و $H_{s,mean/yr}$ (ب)

۴. بحث و نتیجه گیری

با توجه به بررسی انجام گرفته و با توجه به دو معیار برای ارتفاع امواج، سواحل استان سیستان و بلوچستان دسته بندی گردیده است. بررسی نتایج نشان می دهد که استفاده از معیار $H_{s,12h/yr}$ می تواند منجر به نتایج دقیق تری در دسته بندی سواحل گردد. با توجه به ماهیت امواج در محدوده مورد مطالعه در نظر گرفتن ارتفاع موج ۲/۵ متر برای سواحل در معرض موج می تواند الگوی امواج را بهتر نمایش دهد. با استفاده از معیار ارتفاع متوسط امواج سالیانه تفاوتی چندانی بین مشخصات امواج در سواحل شرقی و غربی چابهار مشاهده نمی گردد. این در حالی است که سواحل شرق چابهار به صورت مستقیم در معرض امواج مونسون جنوب غربی بوده و سواحل شرقی تاثیر غیرمستقیم می پذیرند.

منابع

1. van Rijn, L. C. (1998). Principles of coastal morphology.
2. Vellinga, P. (1982). Beach and dune erosion during storm surges. Coastal Engineering, 6(4), 361-387.

3. Van Rijn, L. C. (2010). Coastal erosion control based on the concept of sediment cells. Conscience project Final Report. Available at: URL: <http://www.leovanrijn-sediment.com/papers/Coastalerosion2012.pdf> (accessed 1 May 2016).
4. Mangor, K., Drønen, N. K., Kærgaard, K. H., & Kristensen, S. E. (2017). Shoreline management guidelines.

Classification of Sistan and Baluchestan coasts based on the wave characteristics

Rezaee Mazyak; Ahmad^{1*}

Ph.D student of coastal engineering, Tarbiat Modares University

Abstract:

Predicting of coastal erosion and sedimentation issues is one of the key principles in shoreline management and effective ICZM planning. Due to significant impact of waves on erosion and sedimentation of coasts, the coastal classification based on the wave characteristics is very important. Therefore, in this study the coasts of Sistan and Baluchestan Province have been classified according to wave height. Based on the references, the significant wave height that exceeded for only 12 hours throughout the average year ($H_{s\frac{12h}{yr}}$) and annual mean significant wave height ($H_{s\frac{mean}{yr}}$) have been selected as classification criteria. So, the wave data extracted at 27 points along the coast from the monitoring and simulation project of Iranian's coasts (Phase 6: Makran coasts) database at a depth of 10 m.CD. Then, based on the probability of exceedance of significant wave height determined typical annual storm event ($H_{s\frac{12h}{yr}}$) and annual mean wave height ($H_{s\frac{mean}{yr}}$). According to $H_{s\frac{12h}{yr}}$, the eastern and western coasts of the Chabahr Bay are exposed and moderate, respectively. Also, the coasts in the shadow zone of hadlands are considered as protect coasts. But, based on the $H_{s\frac{mean}{yr}}$ the coasts of the study area classified to moderate and protect coasts. To consider different wave climate in the east and west of the Chabahr Bay, it seems that the typical annual storm criterion is more appropriate to classification of the Sistan and Baluchestan coasts. Also, investigation of the probabilistic of significant wave height shows the correlation of the Weibull distribution.

Keywords: coastal classification, typical annual storm, annual mean wave height, Weibull distribution



شبیه سازی یخ در خزر شمالی با استفاده از مدل HYCOM

رهنمائی، عبدالصمد^{۱*}؛ علی اکبری بیدختی، عباسعلی^۲

۱. دکتری فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، a.rahnemania@srbt

۲. استاد، گروه فیزیک فضا، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، تهران، ایران، bidokhti@ut.ac.ir

واژگان کلیدی: یخ، دریای خزر، شبیه سازی عددی، مدل HYCOM

۱. مقدمه

دریای خزر یک دریاچه شور می باشد که در جنوب شرقی اروپا و جنوب غربی آسیا واقع شده است. بزرگترین دریاچه در جهان می باشد. دریای خزر با توجه به ویژگیهای بستر و عمق به سه حوضه شمالی، میانی و جنوبی تقسیم می شود. عمق میانگین دریای خزر حدود ۱۷۰ متر می باشد که بیشترین عمق آن حدود ۱۰۰۰ متر است که در خزر جنوبی واقع شده است. سطح آزاد آن تغییرات سالیانه دارد ولی میانگین آن تقریباً ۲۸ متر زیر سطح دریاهای آزاد است. حدود ۱۳۰ رودخانه به این دریا می ریزند که اکثر آن ها از شمال غربی به دریا می پیوندند. بین خزر میانی و خزر جنوبی، تنگه آبشوران در عمق حدود ۱۸۰ متری واقع شده است که نقش دینامیکی مهمی را در تبادل آب بین خزر میانی و خزر جنوبی ایفا می کند. الگایو لاوروا و همکاران ۲۰۱۹ به مطالعه پوشش یخ در دریای خزر با استفاده از داده های ماهواره ای پرداختند اهداف اصلی تحقیق آنها تعیین مناطق پوشیده از یخ، شناسایی روند در شکل گیری یخ و دوره تشکیل یخ و تغییرات بین سالی آنها بوده است. نتایج آنها نشان می دهد که بیشترین سطح تشکیل یخ از زمستان ۱۹۹۸ تا کنون ۹۰۰۰۰ کیلومتر مربع بوده است که در پیوند زمستانی ۲۰۱۲/۲۰۱۱ مشاهده شده همچنین سری زمانی دمای هوا، دوره تشکیل یخ و حداکثر پوشش یخ را از سالهای ۱۹۹۸ تا کنون بررسی کردند. الکسیو کوراو و همکاران ۲۰۰۳ تغییرات زمانی و مکانی گسترش یخ در خزر و دریای آرال در طی سالهای ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۲ را با استفاده از داده های ماهواره ای فعال (ارتفاع سنجی رادار) و غیرفعال (رادومتر) بررسی کردند. نتایج آنها تغییرات قابل توجه کاهش دوره و گسترش یخ را در سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ نشان می دهد همچنین سری زمانی گسترش یخ از ماهواره topex/poseidon اطلاعات مهمی را در نواقص داده های حالت یخ بدست می دهد. هلن مارگرت تاموراویکس (۲۰۱۵) در رساله دکتری به تحلیل غلظت یخ دریا از داده های ماهواره ای فعال و دمای هوای سطحی روزانه بین سالهای ۱۹۷۸ تا ۲۰۰۹ پرداخت و ارتباط بین میانگین دمای هوا و CFDD (cumulative frezing degree day) و سطح روزانه یخ را بدست آورد عموماً هیچ مدل عددی مناسب برای بررسی تشکیل فرایند یخ در خزر شمالی مورد بررسی قرار نگرفته شده است و بیشتر بر داده های ماهواره ای یا میدانی محدود بوده است در این تحقیق ما به بررسی تشکیل یخ در خزر شمالی با استفاده از مدل عددی HYCOM خواهیم پرداخت. همچنین علاوه برحالت های یخ شامل پوشش، ضخامت و دوره تشکیل به فرایندهایی که در هنگام تشکیل یخ در خزر شمالی احتمال دارد شکل بگیرد مانند برایان رجکشن که اثرات زیست محیطی بر دریا و همچنین بر گردش های عمیق تاثیر گذار است را مورد بحث قرار خواهیم داد. اهمیت تحقیق در این است که تشکیل یخ در دوره طولانی مدت را مورد بررسی قرار می دهد. با توجه به اینکه گردش های عمیق دریای خزر نقش مهمی در تخلیه آب در خزر دارند و این گردش ها ناشی از سرمایش در خزر شمالی دارند بنابراین مطالعه حالت های یخ حائز اهمیت است. نتایج اجرای مدل با داده های ماهواره ای اعتبار سنجی شده است.

۲. مواد و روش‌ها

داده های استفاده شده در این تحقیق برای اجرای مدل عددی شامل سرعت و جهت باد در ارتفاع ۱۰ متری، فشار سطح دریا، رطوبت ویژه، بارش، دمای هوا در ۲ متری، دمای سطح دریا و همچنین شارش های تابشی طول موج بلند و کوتاه می باشد از داده های NCEP-CFSR و رزن ۲ با وضوح مکانی ۰/۲ استفاده شده است. گامهای زمانی باروتروپیک و باروکلینیکی به ترتیب ۱۸ و ۱۸۰ ثانیه می باشد. توپوگرافی از داده های GEBCO با وضوح ۱۵ ثانیه بکار رفته است. شارش های غیر تابشی مانند گرمای نهان، محسوس و رسانش از مدل بالک محاسبه شده است.

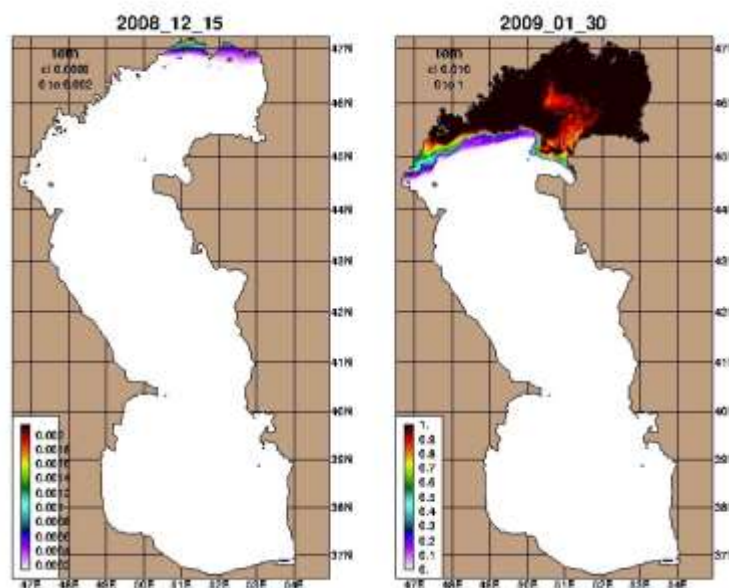
مدل بکار رفته در این تحقیق مدل HYCOM می باشد که یک مدل اقیانوسی می باشد که توسعه یافته مدل MICOM می باشد که دهه ها برای شبیه سازی اقیانوس مورد استفاده قرار می گرفته است. مدل HYCOM یک مدل عددی هیبریدی است که از سه نوع مختصات ژئوپتانسیل، سیگما و ایزوپیکنال بهره می گیرد و می تواند در مناطق کم عمق همانند مناطق عمیق برای شبیه سازی عمل کند و خطاهای ناشی از ناسازگاری یک سیستم مختصات در مناطق عمیق و کم عمق را کاهش می دهد. برای درون یابی داده ها به درون مدل از روش های PIECE-WISE BICUBIC و CUBIC-SPLINE استفاده شده است. و از طرحواره تلاطمی ملور و یامادا تراز ۲/۵ برای لایه اختلاط بکار گرفته شده است.

۳. نتایج

شبیه سازی با مدل HYCOM به مدت ۱۸ سال انجام شد. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که یخ در خزر شمالی حدودا از اواسط ماه دسامبر شروع به شکل گیری کرده است و در ماه مارس از بین می رود شکل ۱ پوشش یخ را در ۱۵ دسامبر سال ۲۰۰۸ و ۳۰ ژانویه سال ۲۰۰۹ نشان میدهد. از نتایج اجرای مدل تغییرات دوره تشکیل یخ در طی ۱۸ سال مشاهده می شود ولی روند دوره تشکیل یخ نزولی بوده است. به طوری که از ۱۱۴ روز در سال ۱۹۹۲ به ۹۳ روز در سال ۲۰۰۹ رسیده است.

با رسم سری زمانی شوری و دما در ۳ متر زیر لایه یخ در خزر شمالی مشخص می شود که در برخی از مواقع از سال که از اواسط دسامبر تا اواسط ژانویه با کاهش دما، شوری افزایش می یابد که این پدیده در نیمه دوم ماه دسامبر شدیدتر است. نتیجه این پدیده افزایش چگالی توده آب شکل گرفته در زیر لایه یخ می باشد که به داخل اعماق در خزر شمالی نفوذ می کند که به پدیده برایان رجکشن معروف است.

پدیده برایان رجکشن از اوایل ماه ژانویه تضعیف می شود و در ماه فوریه به طور کامل از بین می رود. همچنین یک همبستگی بین شوری و دما در خزر شمالی در ماههای گرم سال وجود دارد به طوریکه افزایش شوری با افزایش دما و کاهش شوری با کاهش دما همراه است.



شکل (۱) پوشش یخ در اواسط دسامبر و اواخر ژانویه از نتایج اجرای مدل

۴. بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش تشکیل یخ در خزر شمالی را با استفاده از مدل عددی HYCOM مورد بررسی قرار داده است که با توجه نسبت به پژوهش‌های گذشته به طور جامع تر مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق از ENERGY-LOAN در شبیه سازی استفاده شده است. کاهش روند دوره شکل گیری یخ در خزر شمالی در طی ۱۸ سال از نتایج اجرای مدل استفاده شده است. دلیل این امر را می‌توان به عوامل جوی در طی این سالها نسبت داد که گرمایش زمین مهمترین آنهاست. کاهش روند تشکیل یخ می‌تواند بر تبادل آب عمیق بین خزر شمالی و جنوبی اثر قابل توجهی داشته باشد با توجه به طولانی بودن مدت زمان تخلیه آب بین خزر شمالی و جنوبی نیاز به پژوهش بیشتر در گردش‌های عمیق دریای خزر می‌باشد که رابطه بین تشکیل یخ و گردش عمیق دریای خزر بدست آید.

تحلیل سری زمانی دما و شوری در زیر لایه یخ پدیده برایان رجکشن را نشان می‌دهد که باعث نفوذ آب سرد و شور به اعماق خزر شمالی می‌گردد که از نتایج اجرای مدل بدست آمده است با توجه به اهمیت زیاد این پدیده در حوزه‌های زیستی نیاز به بررسی میدانی این پدیده در خزر شمالی می‌باشد.

منابع

1. Kouraev, A. V., Papa, F., Buharizin, P. I., Cazenave, A., Cretaux, J. F., Dozortseva, J., & Remy, F. (2003). Ice cover variability in the Caspian and Aral seas from active and passive microwave satellite data. *Polar Research*, 22(1), 43-50.
2. Olga Yu., Lavrova ., Andrey G. Kostianoy., Marina I. Mityagina., Alexey Ya., Storchkov., Tatiana Yu., Bocharova., Remote sensing of sea ice in the Caspian Sea. conference-proceedings-of-spice, 2019
3. Helen Margaret Tamura-Wicks., Sensitivity Study of Caspian Sea Ice. phd thesis. Space and Atmospheric Physics Group ,Department of Physics, Imperial College London, 2015
4. Wallcraft, A., Carroll, S. N., Kelly, K. A., & Rushing, K. V. (2003). Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM)–User's Guide. 2012-12-20]. http://hycom.org/attachments/063_hycom_users_guide.pdf.

5. Wallcraft, A. J., Metzger, E. J., & Carroll, S. N. (2009). Software design description for the Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) version 2.2. Naval Research Laboratory Tech. Rep. NRL/MR/7320-09-9166, 155 pp.[Available online at https://hycom.org/attachments/063_metzger1-2009.pdf].
6. Peeters, F., Kipfer, R., Achermann, D., Hofer, M., Aeschbach-Hertig, W., Beyerle, U., ... & Fröhlich, K. (2000). Analysis of deep-water exchange in the Caspian Sea based on environmental tracers. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 47(4), 621-654.
7. Dyakonov, G. S., & Ibrayev, R. A. (2019). Long-term evolution of Caspian Sea thermohaline properties reconstructed in an eddy-resolving ocean general circulation model. Ocean Science, 15(3), 527-541.
8. Bleck, R. (2002). An oceanic general circulation model framed in hybrid isopycnic-Cartesian coordinates. Ocean modelling, 4(1), 55-88.
9. Bleck, R. (2006). On the use of hybrid vertical coordinates in ocean circulation modeling. In Ocean Weather Forecasting (pp. 109-126). Springer, Dordrecht.
10. Bleck, R., Halliwell, G., Wallcraft, A., Carroll, S., Kelly, K., & Rushing, K. (2002). HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) user's manual. HYCOM consortium, 199pp.[Available online at http://hycom.org/attachments/063_hycom_users_manual.pdf].

Ice simulation in the North Caspian using the HYCOM model

Rahnemania, Abdossamad ^{*1}; Aliakbari Bidokhti, Abbas ²

1. Faculty of Marine Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Iran

2. Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran

Abstract:

Using HYCOM numerical model, this study investigates the formation of ice in the North Caspian Sea during 18 years from 1992 to 2009. HYCOM is a hybrid numerical model that uses three vertical coordinates of geopotential, isopycnal and sigma. In this research, spatial resolution of 0.04 degrees and 31 hybrid layers have been used for and the effects of simulation. The simulation area includes the entire Caspian Sea rivers are also considered. NCEP-CFSR atmospheric forcing with a resolution of 0.2 degrees per hour with barotropic and baroclinic time steps of 18 and 180 seconds were used to run the model. The results of the model show that ice formation began in mid-December and continued until early March. The ice formation period has also been declining over 18 years, from 114 days in 1992 to 93 days in 2009. The analysis of the time series of salinity and temperature under the ice layer shows the presence of the Brine Rejection phenomenon, which occurs in the second half of December.

Keywords: *ice, caspian sea, numerical simulation, hycom model, brine rejection*



سنجش مقادیر مواد مغذی و کلروفیل آ در لایه های آبی شمال شرق خلیج فارس

سعادت دهقان، بهاره^۱؛ ابطحی، بهروز^۲؛ قائمی، مریم^۳*

۱. دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانش آموخته، b.saadatdehghan@gmail.com

۲. دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، استاد، b_abtahi@sbu.ac.ir

۳. پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، مرکز اقیانوس‌شناسی خلیج فارس (بوشهر)، mghaemi@inioi.ac.ir

واژگان کلیدی: مواد مغذی، خلیج فارس، تنگه هرمز

۱. مقدمه

فتوستنتزکنندگان دریایی عمدتاً شامل فیتوپلانکتون‌ها می‌شوند. تولیدات اولیه در دریا و اقیانوس همانند خشکی با فتوستنتزکنندگان شروع می‌شود. مواد مغذی ملزومات تولید اولیه دریا شامل؛ آمونیوم، نیترات، نیتريت، فسفات، سیلیس، آهن و... می‌باشد (۱). مقادیر مواد مغذی در نقاط جغرافیایی، فصول و همچنین اعماق مختلف متناسب با شرایط، متغیر است. همانطور که فقر مواد مغذی در محیط دریا مناسب تولیدات اولیه نیست، مواد مغذی بیش از حد نیز سبب یوتریفیکاسیون خواهد شد، که بلوم جلبکی، کاهش سطح اکسیژن و... را به دنبال خواهد داشت (۲ و ۳). از پارامترهای مهم سنجش کیفیت آب، زی‌توده کلروفیل آ است. کلروفیل آ رنگدانه‌ی اصلی فتوستنتز است؛ به همین خاطر، به عنوان شاخص واقعی قابل رویت برای حالت‌های تروفیک اکوسیستم آبی به شمار می‌رود (۴ و ۵). در نتیجه میزان تولیدات اولیه آب را می‌توان بر اساس مقدار زی‌توده کلروفیل آ موجود در آب سنجش کرد.

متأسفانه خلیج فارس از جهات مختلف، از قبیل مطالعه شیمی آب، مورد غفلت اقیانوس‌شناسان مدرن قرار گرفته است. نظر به اهمیت سنجش مقادیر مواد مغذی دریا، امروزه این موضوع مورد توجه بسیاری در میان محققین این رشته است. در این میان وجود داده‌های مکانی و زمانی از مقادیر مواد مغذی نیاز اساسی محافل علمی برای شناخت وضعیت فعلی و روندهای محیطی آینده است. با شروع گشت‌های دریایی وابسته به پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی با استفاده از کاوشگر خلیج‌فارس دسترسی به داده‌های ارزشمند زیستی و غیر زیستی همچون مواد مغذی از محیط دریا بیش از پیش فراهم گردید. این پژوهش با هدف دستیابی به تصویری کلی از وضعیت مواد مغذی و روابط آنها در آبهای خلیج‌فارس در فصل سرد سال به عنوان تأمین داده‌های پایه صورت گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

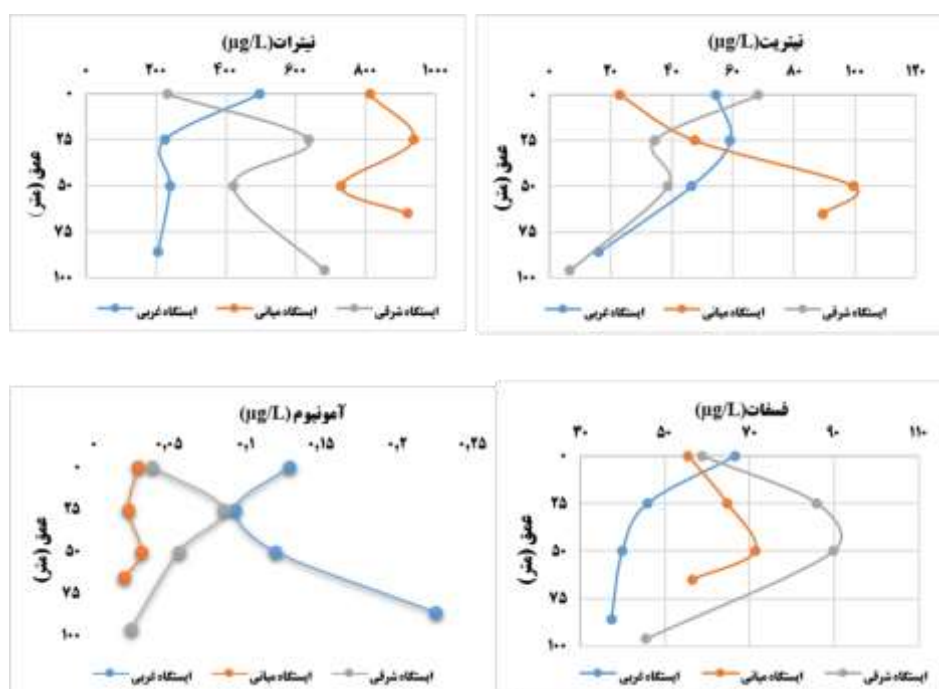
این تحقیق با استفاده از نمونه‌های برداشته شده از ایستگاه‌های تنگه هرمز طی گشت تحقیقاتی ۱۸۰۱ توسط کاوشگر خلیج‌فارس در دی‌ماه ۱۳۹۶ انجام گردید. شکل ۱، ایستگاه‌های مورد مطالعه در این پژوهش را نشان می‌دهد. انتخاب ایستگاه‌ها به گونه‌ای بود که دو دهانه‌ی تنگه هرمز و میانه آن را در بر گیرد. بدین منظور ایستگاه‌های T1S2، T3S4 و T6S4 انتخاب گردید و جهت سهولت به ترتیب ایستگاه غربی، ایستگاه میانی و ایستگاه شرقی نامگذاری شد.



شکل ۱) موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری شده

نمونه‌برداری از آب با استفاده از دستگاه‌های نمونه‌برداری چندتایی آب، روزت (Multi Water Sample) و بطری نیسکین ساخت شرکت Hydro-Bios برداشت گردید. نمونه آب در هر ایستگاه با تنظیم دستگاه روزت از عمق‌های مختلف برداشت شد. از این نمونه‌ها برای مطالعات مختلفی از جمله تعیین مقدار مواد مغذی محلول در ستون آب، و تعیین غلظت کلروفیل آ در ستون آب استفاده شد. برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب (دما، شوری و...) در محل از یک عدد دستگاه مولتی متر شرکت Hack استفاده گردید. نمونه‌های آب جهت اندازه‌گیری مواد مغذی پس از نمونه‌برداری سریعاً توسط فیلتر سرسنگی ۰/۴۵ میکرون فیلتر و منجمد شده و پس از انتقال به آزمایشگاه با روش کالریمتری (استاندارد ۱۹۹۹ MOOPAM) اندازه‌گیری شد.

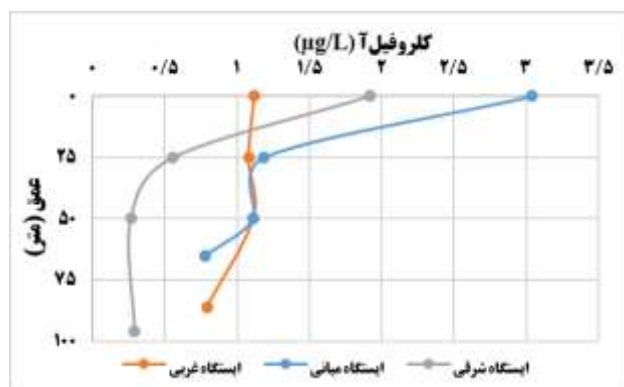
۳. نتایج



شکل ۱) تغییرات غلظت مواد مغذی (نیترات، نیتريت، آمونیم، فسفات) در اعماق مختلف سه ایستگاه

شکل ۱ مقادیر و روند تغییرات غلظت مواد مغذی (نیترات، نیتريت، آمونیم، فسفات) را در اعماق مختلف سه ایستگاه نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود، تغییرات غلظت نیترات و آمونیم با عمق روند یکنواختی نشان نمی‌دهد. برای نیتريت در ایستگاه مرکزی نمی‌توان روند مشخصی را بیان نمود ولی در ایستگاه شرقی و غربی با افزایش عمق کاهش مقادیر مشاهده می‌شود. غلظت فسفات نیز روند یکنواختی با تغییر عمق نشان

نمی‌دهد، بجز ایستگاه غربی که در آن روند کاهشی فسفات با افزایش عمق وجود دارد. مقادیر و روند تغییرات غلظت کلروفیل آ در شکل ۲ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشخص است، می‌توان تا حدودی روند کاهشی غلظت کلروفیل آ را با افزایش عمق مشاهده کرد.



شکل ۲) تغییرات غلظت کلروفیل آ در اعماق مختلف سه ایستگاه

۴. بحث و نتیجه‌گیری

میانگین غلظت نیترات در ستون آب در سه ایستگاه مورد مطالعه به صورتی بود که بیشترین مقادیر مربوط به ایستگاه میانی و کمترین مقادیر مربوط به ایستگاه غربی می‌شد. غلظت اندازه‌گیری شده نیترات در سه ایستگاه از حدود ۲۰۰ تا ۹۰۰ میکروگرم بر لیتر متغیر بود. در پژوهش‌های Shriadah نیترات اندازه‌گیری شده در زمستان ۱۹۹۴-۱۹۹۵ میلادی به طور میانگین حدود ۰/۵۵ میکروگرم بر لیتر در خلیج فارس و ۱/۳ میکروگرم بر لیتر در خلیج عمان گزارش شده است (۱۰). میانگین غلظت نیتريت در ایستگاه شرقی، میانی و غربی به ترتیب حدود ۳۷، ۶۵ و ۴۴ میکروگرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. در پژوهش‌های Shriadah میانگین غلظت نیتريت در زمستان به طور میانگین حدود ۰/۳۲ میکروگرم بر لیتر در خلیج فارس و ۰/۴۹ میکروگرم بر لیتر در خلیج عمان گزارش شده است (۱۰). مقادیر آمونیوم در این مطالعه ما بین ۰/۰۲ تا ۰/۲۲ میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری شد که می‌توان گفت کمترین مقادیر را در بین مواد مغذی دارد. آمونیوم با توجه به غلظت کم و تغییرات آن در ستون آب روند یکنواختی را به نمایش نمی‌گذاشت. بیشترین مقدار میانگین آمونیوم در ستون آب مربوط به ایستگاه غربی و کمترین مقدار میانگین آن مربوط به ایستگاه میانی ثبت گردید. در پژوهش‌های Shriadah میانگین غلظت آمونیوم در زمستان به طور میانگین حدود ۰/۶۶ میکروگرم بر لیتر در خلیج فارس و ۰/۹۹ میکروگرم بر لیتر در خلیج عمان گزارش گردید. در بررسی روند تغییرات فسفات ایستگاه غربی روند کاهشی با افزایش عمق مشاهده می‌شود، اما در سایر ایستگاه‌ها روند یکنواختی مشاهده نمی‌شود. با این وجود میتوان روند تغییرات تقریباً مشابهی بین ایستگاه شرقی و میانی مشاهده کرد. تغییرات فسفات در سه ایستگاه در بازه ۳۷ تا ۹۰ میکروگرم بر لیتر ثبت گردید. همچنین میانگین فسفات از ایستگاه غربی به سمت ایستگاه شرقی روند افزایشی داشت که با توجه به مقدار بالاتر میانگین فسفات اندازه‌گیری شده در خلیج عمان (۰/۶۶ میکروگرم بر لیتر) نسبت به خلیج فارس (۰/۴۸ میکروگرم بر لیتر)، بیشتر بودن فسفات در سمت خلیج عمان نسبت به خلیج فارس در مقادیر اندازه‌گیری شده این مطالعه، همخوانی دارد. لازم به ذکر است مقادیر فسفات اندازه‌گیری شده در مطالعات Shriadah، بسیار کمتر از این پژوهش می‌باشد (۱۰). در بررسی تغییرات زی‌توده گاه‌ها شاهد کاهش آن با افزایش عمق هستیم که با توجه به نتیجه مشابه برای غلظت کلروفیل آ می‌توان رابطه مستقیم آنها را با یکدیگر عنوان کرد. از سویی ما در اندازه‌گیری‌ها بعضاً شاهد غلظت بالا و پیش‌بینی نشده هستیم و در پژوهش‌های Franks و McGillicuddy نیز به این نکته اشاره شده است (۱۱). مقایسه نتایج نشان داد که بیشینه و کمینه پارامترهای اندازه‌گیری شده اغلب در ایستگاه میانی قرار دارد که ممکن است گویای پدیده خاصی باشد که نیازمند پژوهش‌ها و محاسبات آماری بیشتری جهت تأیید و یا رد آن است. طبق تحقیقات Pous و همکاران، در خلیج فارس با وقوع زمستان و سرد شدن هوا لایه بندی آب دریا کاهش می‌یابد، و این پدیده سبب شکل‌گیری لایه مخلوط می‌شود (۱۲). از آنجایی که خلیج فارس به تنگه هرمز متصل است می‌توان این پدیده را به آن نیز تعمیم داد. در پژوهش‌های Shriadah نیز چنین ذکر شده است که شیب افزایش غلظت مواد مغذی از سطح به بستر در خلیج فارس نسبت به خلیج عمان کمتر است و در خلیج فارس بدلیل کم عمق بودن اختلاط ستون آب صورت می‌گیرد.

مقایسه همبستگی پارامترهای اندازه‌گیری شده در ستون آب در هر ایستگاه نشان داد که در ایستگاه غربی کلروفیل آ با نیترات، فسفات با اکسیژن محلول، دما و شوری همبستگی مستقیم، و فسفات با دما و شوری، دما با اکسیژن محلول، شوری با اکسیژن محلول همبستگی معکوس دارند. در ایستگاه میانی کلروفیل با pH و اکسیژن محلول، pH با اکسیژن محلول همبستگی مستقیم و کلروفیل آ با شوری، pH با شوری، اکسیژن محلول با شوری همبستگی معکوس داشتند. در ایستگاه شرقی اکسیژن محلول با شوری، دما با فسفات، نیترات با نیتریت همبستگی معکوس داشتند.

منابع

1. Gordon, L. I., Jennings Jr, J. C., Ross, A. A., & Krest, J. M. (1993). A suggested protocol for continuous flow automated analysis of seawater nutrients (phosphate, nitrate, nitrite and silicic acid) in the WOCE Hydrographic Program and the Joint Global Ocean Fluxes Study. WOCE Hydrographic Program Office, Methods Manual WHPO, (68/91), 1-52.
2. Schindler, D. E., Vallentyne, J. R., Brix, H., & Long, L. M. (2008). The algal bowl: overfertilization of the world's freshwaters and estuaries Edmonton.
3. Chislock, M. F., Doster, E., Zitomer, R. A., & Wilson, A. E. (2013). Eutrophication: causes, consequences, and controls in aquatic ecosystems. Nature Education Knowledge, 4(4), 10.
4. Kalytė, D. (2007). Summer phytoplankton in deep Lithuanian lakes. Ekologija, 53(4).
5. Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes 1. Limnology and oceanography, 22(2), 361-369.
6. Gusha, M. N., Dalu, T., Wasserman, R. J., & McQuaid, C. D. (2019). Zooplankton grazing pressure is insufficient for primary producer control under elevated warming and nutrient levels. Science of The Total Environment, 651, 410-418.
7. Steinberg, D. K., & Condon, R. H. (2009). Zooplankton of the York River. Journal of Coastal Research, (57), 66-79.
8. Laufkötter, C., Vogt, M., Gruber, N., Aita-Noguchi, M., Aumont, O., Bopp, L., ... & Hauck, J. (2015). Drivers and uncertainties of future global marine primary production in marine ecosystem models. Biogeosciences, 12(23), 6955-6984.
9. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, (1999). Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods (MOOPAM) Kuwait.
10. Shriadah, M. A. (2006). Nutrient salts in the United Arab Emirates waters (the Persian Gulf and the Gulf of Oman). Pakistan Journal of Marine Sciences, 15(1), 1-9.
11. McGillicuddy, D. J., & Franks, P. J. (2019). Models of plankton patchiness. Encyclopedia of ocean sciences, 5, 536-546.
12. Pous, S., Lazure, P., & Carton, X. (2015). A model of the general circulation in the Persian Gulf and in the Strait of Hormuz: Intraseasonal to interannual variability. Continental Shelf Research, 94, 55-70

The assessment of nutrients and chlorophyll *a* concentrations in the water column of the Northeastern part of the Persian Gulf

Saadat Dehghan, Bahareh¹; Abtahi, Behrooz²; Ghaemi, Maryam^{3*}

1. Shahid Beheshti University, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Graduate, (b.saadatdehghan@gmail.com)
2. Shahid Beheshti University, Faculty of Life Sciences and Biotechnology (b_abtahi@sbu.ac.ir)
3. Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science, Persian Gulf Oceanography Center (Bushehr), (mghaemi@inioi.ac.ir)

Abstract:

the aim of this study was to measure the concentration of dissolved nutrient, the amount of chlorophyll *a* and investigation of the relationship between nutrient concentrations in different layers of the water column and some abiotic factors such as salinity, temperature, at three stations in the middle, west and east of the Strait of Hormuz. The samples were collected using the Persian Gulf research vessele belonging to the National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences during the 1801 cruise in the winter 2017. The highest concentration of nitrate in the water column were obtained in the middle station and the lowest values were observed in the western station. The concentration of ammonium was lower than other nutrients and due to its low concentration, its changes in the water column did not show a uniform trend.

Keywords: *Nutrient, Chlorophyll a, Persian Gulf, Strait of Hormuz.*



بهینه سازی طراحی سازه جاکت سکوی فراساحلی با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه با استفاده از الگوریتم ژنتیک

شابختی، ناصر^{۱*}؛ یگانه بختیاری، عباس^۲؛ قنبریان، مهدی^۳

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، shabakhty@iust.ac.ir

۲. عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، yeganeh@iust.ac.ir

۳. کارشناس ارشد سازه های دریایی، دانشگاه علم و صنعت ایران، mahdi_ghanbarian@civileng.iust.ac.ir

واژگان کلیدی: بهینه سازی - الگوریتم ژنتیک - اندرکنش خاک - شمع - سازه - سکوی فراساحلی - سکوی جاکت فولادی

۱. مقدمه

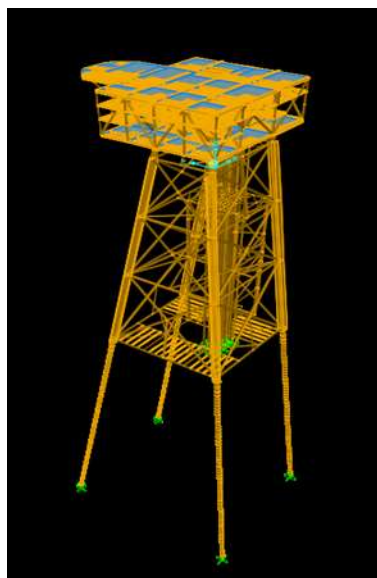
طراحی سازه یک سکوی دریایی جز با تلاش و همکاری گروهی از مهندسين و افراد با تجربه و متخصص در این زمینه محقق نمی گردد. روند طراحی این نوع از سازه ها به علت پیچیدگی ها و چالش های منحصر به فردی که همراه خود دارند، ممکن است دشوار و زمان بر گردند. همچنین در کنار این مشکلات ممکن است با طولانی تر شدن روند طراحی، درصد احتمال خطای انسانی در این امر بالا برود. در واقع دلیل این امر را می توان ناشی از محدودیت های زمانی، مالی، محاسباتی، منابع انسانی و ... دانست. در طراحی سکوهایی دریایی روال معمول طراحی به این صورت است که طراحان براساس تجربه و دانش خود، چندین طرح را به عنوان طرح اولیه انتخاب می کنند و سپس با انجام محاسبات لازم، کنترل ها و برآورد هزینه مناسب ترین طرح را انتخاب می کنند. اما به این نکته نیز باید توجه کرد که با توجه به محدودیت های ذکر شده و تاثیر آن بر انتخاب طرح های اولیه، طرح نهایی لزوماً بهترین و اقتصادی ترین طرح ممکن نیست. بنابراین برای نیل به این هدف نیاز به بررسی دقیق تر یا به عبارت دیگر استفاده از روش های بهینه سازی می باشد.

در واقع لازمه رسیدن به یک طرح بهینه تسلط بر شناخت سکوها، آشنایی با رفتار سازه ای آنها، نیروهای وارده، ضوابط آیین نامه ای مورد استفاده برای طراحی و در کنار اینها روش های بهینه سازی می باشد. انتخاب روش بهینه سازی در طراحی هر سکو، به بصیرت و دانش یک مهندس در آن مسئله بستگی دارد. دسته بندی های گوناگونی برای روش های بهینه سازی وجود دارند. یکی از این دسته بندی ها استفاده از الگوریتم های فراابتکاری یا فراتکاملی می باشد. الگوریتم ژنتیک یکی از الگوریتم های فراابتکاری می باشد. این الگوریتم یکی از الگوریتم های جستجوی تصادفی است که ایده آن برگرفته از طبیعت می باشد. الگوریتم ژنتیک برای روش های کلاسیک بهینه سازی در حل مسائل خطی، محدب و برخی مشکلات مشابه بسیار موفق بوده اند ولی الگوریتم های ژنتیک برای حل مسائل گسسته و غیر خطی بسیار کارا تر می باشند [۱].

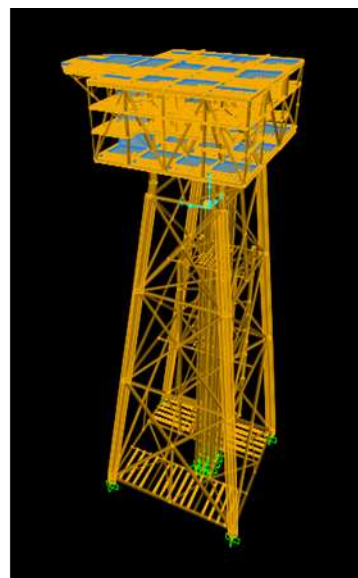
۲. مواد و روش‌ها

در این مقاله از روش ذکر شده یعنی الگوریتم ژنتیک بهره گرفته شده است. مبنای طبیعی الگوریتم ژنتیک بر رقابت موجودات زنده برای تصاحب منابع محدود طبیعی استوار است. برتری موجودات پیروز مدیون ویژگی‌های فردی آنهاست که تا حد زیادی تحت تاثیر ژنهای آنها قرار دارد. تولید مثل چنین موجوداتی سبب تکثیر این ژنها و در نتیجه تولید فرزندانی شایسته خواهد شد. با انجام متوالی انتخاب بهترین اعضا و تولید مثل آنها کل جمعیت به سوی سازش بیشتر با محیط یعنی دست یابی به منابع بیشتر و بهتر سوق خواهد یافت. الگوریتم ژنتیک با مدل سازی ریاضی چرخه ی طبیعی فوق، بهینه ی توابع مقید ریاضی را محاسبه می کند.

در اکثر تحقیقات انجام شده در زمینه بهینه سازی سکوها ی دریایی، مشاهده می شود که اغلب تاثیر وجود شمع ها و خاک اطراف آن ها در رفتار سازه یا به عبارت دیگر اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه در روند بهینه سازی سکو را در نظر نگرفته اند و لازم است این موضوع مورد بررسی قرار گیرد که مدل سازی شمع ها چه تاثیری در روند بهینه سازی و نتایج نهایی آن دارد. به همین منظور ما در این تحقیق این اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه را نیز در نتایج تنش ها، جابجایی های سازه و بطور کلی قیود بهینه سازی در نظر می گیریم. سکوی مورد مطالعه، در این تحقیق سکوی SPD19A واقع در میدان پارس جنوبی در خلیج فارس بوده و فرایند بهینه سازی آن با استفاده از الگوریتم ژنتیک در محیط نرم افزار برنامه نویسی MATLAB و مدل سازه ای سکو در نرم افزار SAP2000 تحت بارهای مرده، زنده و بارهای محیطی صورت می گیرد. در این تحقیق در کنار بهینه سازی اعضاء سازه، اثر مدل سازی شمع و اندرکنش خاک - شمع - سازه نیز در روند بهینه سازی مورد بررسی قرار می گیرد. برای در نظر گرفتن اثر غیرخطی اندرکنش خاک - شمع - سازه در نرم افزار، فنرهای غیرخطی Q-P-y, T-z, z طبق روابط API و بر اساس گزارشات ژئوتکنیک مشخصات خاک مدل می شوند. کل فرآیند کار انجام گرفته در این پایان نامه را می توان به دو مرحله تقسیم نمود. ابتدا سکوی مذکور بدون مدل سازی شمع ها و اثر آنها در رفتار دینامیکی سازه بهینه می شود. در مرحله بعد شمع ها به همراه فنرهای غیرخطی به مدل سکو اضافه شده و سکو با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه مجدداً بهینه میگردد. در ادامه نمای شماتیک از مدل سازی سکو در دو حالت آورده شده است [۲] و [۳].



(ب)

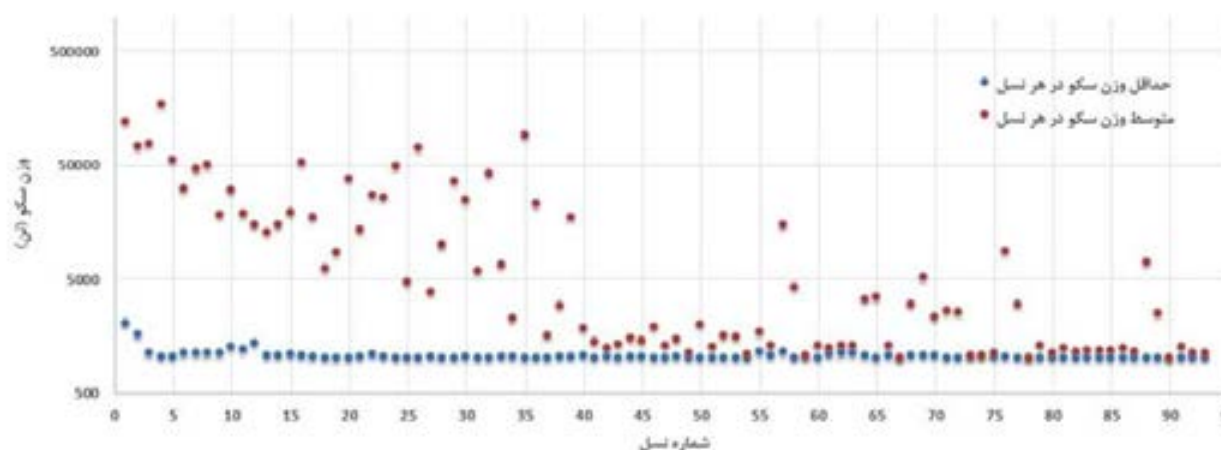


(الف)

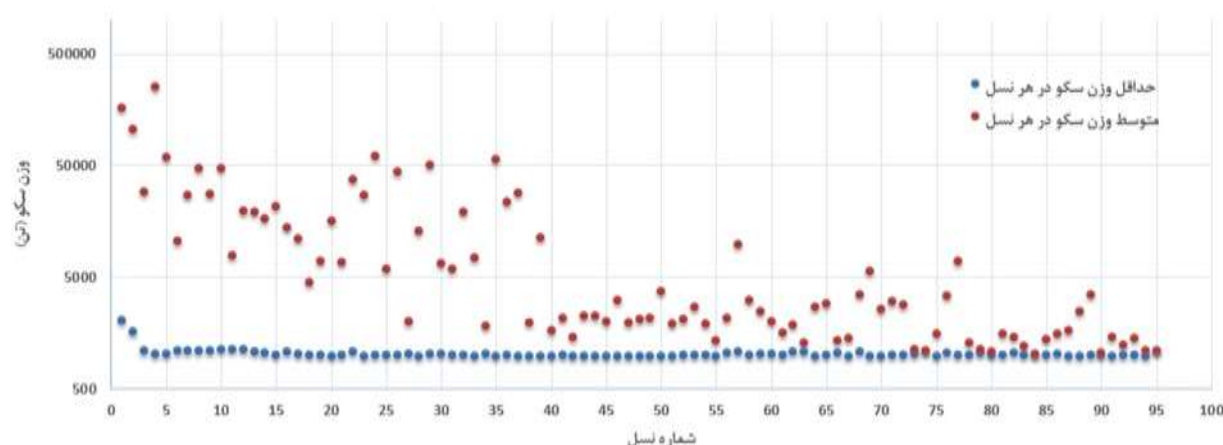
شکل ۱) مدل سه بعدی سکو در حالت معمولی (الف) و حالت در نظر گرفتن اندرکنش خاک-شمع-سازه (ب)

۳. نتایج

در ادامه نتایج بهینه سازی وزن سکو با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای دو حالت بدون در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه و با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه آورده شده است.



شکل ۲) نتایج بهینه سازی وزن سکو بدون در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک-شمع-سازه با الگوریتم ژنتیک



شکل ۳) نتایج بهینه سازی وزن سکو با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک-شمع-سازه با الگوریتم ژنتیک

وزن اولیه المان های سازه ای سکو (پایه ها، مهاربندهای افقی و قائم) معادل ۱۴۳۷ تن می باشد؛ که پس از بهینه سازی در حالت بدون در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه، با کاهش ۳۱ درصدی معادل ۹۹۶ تن (شکل ۲) و با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه، با کاهش ۳۲ درصدی معادل ۹۷۴ تن (شکل ۳) گردید.

۴. بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج بهینه سازی با الگوریتم ژنتیک، مشاهده می شود که وزن نهایی المان های سازه ای سکو در حالت در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه نسبت به حالت در نظر نگرفتن آن کمتر شده است. به عبارت دیگر خصوصیات دینامیکی سکو تحت اثر اندرکنش خاک - شمع - سازه دستخوش تغییر می شود. همچنین نتایج آنالیز تجربی نشان می دهد که اثر اندرکنش سبب کاهش فرکانس طبیعی سازه و افزایش میرایی متناظر هر مود می گردد و بر روی خصوصیات دینامیکی سکو در مودهای بالاتر تاثیرات چشم گیرتری را نسبت به مود اول به همراه دارد. این اثر از آن جهت تاکنون به گستردگی در برآوردهای مربوط به سکوهایی موجود مورد توجه واقع نگردیده است، که فرض در نظر نگرفتن اندرکنش، فرضی محافظ کارانه بوده است. در نظر گرفتن اندرکنش سبب نرم شدن بیش از پیش مدل و به عبارت دیگر کاهش



بسامد سازه می‌گردد. این اثر در مجموع سبب کاهش نیروهای وارد بر سازه می‌گردد. بدیهی است کاهش نیروهای وارد بر سازه سبب بهینه تر شدن اعضای سکو و کاهش بسزای هزینه های مربوط به ساخت خواهد شد.

منابع

۱. ناصری ، طاها . (۱۳۹۲) . " بهینه سازی طراحی سازه جکت سکوی فراساحلی تحت تاثیر نیروی هیدرودینامیکی امواج با استفاده از الگوریتم ژنتیک " پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران.
۲. شاه چراغی ، داود . (۱۳۹۰) . " بررسی تاثیر اندرکنش شمع - خاک - سازه بر رفتار دینامیکی سکوهایی ثابت فلزی دریایی " پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
3. American Petroleum Institute. "Recommended practice for planning, designing and constructing Fixed Offshore Platforms-working stress design", (API-RP 2A-WSD) 21st ed. American Petroleum Institute, Washington D.C. 2000.

Design Optimization of Offshore Jacket Platform Considering Soil-Pile-Structure Interaction by Using Genetic Algorithm

Shabakhty, Naser ^{1*}; Yeganeh Bakhtiyare, Abass ²; Ghanbarian, Mahdi³

1. Assistant Professor, Iran University of Science and Technology, shabakhty @iust.ac.ir

2. Associate Professor, Iran University of Science and Technology, yeganeh @iust.ac.ir

3. MSc in Marine Structures, Iran University of Science and Technology,
mahdi_ghanbarian@civileng.iust.ac.ir

Abstract:

The structural design of an offshore platform can not be achieved without the efforts and cooperation of a group of engineers and experienced, specialized people in this field. The design process of this type of structure may be difficult and time consuming due to the unique complexities and challenges that come with it. In addition to these problems, the probability of human error in this matter may increase as the design process becomes longer. In fact, the reason for this can be attributed to time constraints, financial, computational, human resources, and so on. In the design of offshore platforms, the usual design procedure is that designers choose several designs as the initial design based on their experience and knowledge, and then select the most suitable designs by performing the necessary calculations, controls and cost estimates. However, it should be noted that due to the mentioned limitations and its effect on the selection of preliminary designs, the final design is not necessarily the best and most economical design possible. Therefore, in order to achieve this goal, it is necessary to study more carefully, or in other words, to use optimization methods.

In fact, it is necessary to achieve an optimal design to master the knowledge of platforms, familiarity with their structural behavior, the forces involved, the rules of regulations used for design and along with these optimization methods. The choice of optimization method in the design of each platform depends on the insight and knowledge of an engineer in that matter. There are various categories for optimization methods. One of these categories is the use of meta-heuristic algorithms. Genetic algorithm is one of the metaheuristic algorithms. This algorithm is one of the random search algorithms whose idea is derived from nature. Genetic algorithms for classical optimization methods have been very successful in solving linear, convex and some similar problems, but genetic algorithms are much more efficient for solving discrete and nonlinear problems.

Keywords: Optimization - Genetic Algorithm - Soil - Pile - Structure Interaction - Offshore Platform - Steel Jacket Platform



بهینه سازی طراحی سازه جاکت سکوی فراساحلی با در نظر گرفتن اتصالات اعضاء با استفاده از الگوریتم ژنتیک

شابختی، ناصر^{۱*}؛ یگانه، بختیاری عباس^۲؛ قنبریان، محمد^۳

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، shabakhty@iust.ac.ir

۲. عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، yeganeh@iust.ac.ir

۳. کارشناس ارشد سازه های دریایی، دانشگاه علم و صنعت ایران، mo_ghanbarian@civileng.iust.ac.ir

واژگان کلیدی: الگوریتم ژنتیک - بهینه سازی وزن سکوهایی دریایی - انعطاف پذیری اتصالات - سازه جاکت فولادی - طراحی بهینه

۱. مقدمه

بهینه سازی^۱ علمی است که در چند دهه ی اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. معمولاً با بهینه کردن یک سازه می توان از مصرف مصالح و انرژی اضافی تا حد زیادی جلوگیری به عمل آورد و پروژه ها را به شکلی کاملاً اقتصادی اجرا نمود. بهینه سازی می تواند در جزء جزء مراحل طراحی، تحلیل و محاسبه و ساخت وارد شده و کاهش چشمگیر هزینه ها و یا صرفه جویی در زمان را موجب گردد [۱].

در مهندسی عمران طراحی سازه ها براساس آیین نامه ها و روش های معمول، غالباً طرحی قویتر از حد مورد انتظار را به دنبال خواهد داشت که باعث اتلاف مقادیر زیادی مصالح و سرمایه می شود. لذا امروزه دسته ی عظیمی از طرحهای تحقیقاتی بهینه سازی که در مهندسی عمران انجام می گیرد به بررسی چنین مواردی می پردازد [۱].

در گذشته همواره روش های بهینه سازی متعددی وجود داشته است. در سالهای اخیر با گسترش علم کامپیوتر و کارآمد شدن کامپیوترها، علم بهینه سازی نیز پیشرفت های فراوانی داشته و دچار تحولات عظیمی شده است. با این وجود و علی رغم پیشرفت های ذکر شده هنوز بهینه کردن سازه هایی که تحت اثر نیروهای دینامیکی قرار دارند موضوع تحقیقات بسیاری بوده و بهینه کردن چنین سازه هایی دارای مشکلاتی می باشد. در سازه هایی که تحت اثر نیروهای دینامیکی هستند حجم محاسبات لازم

^۱ Optimization

جهت تحلیل سازه بسیار بالا بوده و زمان تحلیل به میزان چشم گیری طولانی تر از سازه های استاتیکی می باشد. همین امر کارآیی روش های معمول را با مشکل مواجه می سازد [۲].

یک نمونه از سازه هایی که به صورت دائم در معرض اثر نیروهای دینامیکی قرار دارند، سازه های دریایی^۱ می باشند. سازه های دریایی مجموعه ی بسیار وسیعی از سازه های مرتبط با دریا را در بر می گیرند. یکی از انواع سازه های دریایی که به خصوص در کشور ما دارای اهمیت و کاربرد گسترده ای است، سکوهای دریایی^۲ می باشد. این سکوها به دلیل کاربرد بسیار زیاد، در حجم بالایی طراحی و ساخته می شوند.

در سالهای اخیر روش هایی در علم بهینه سازی وارد شده است که با بهره گرفتن از فرآیندهای طبیعی و طبیعت جانداران ابداع گردیده اند. این روشها به دلیل کارآیی فوق العاده در زمان بسیار کوتاه طرفداران بسیار زیادی در بین دانشمندان و محققان پیدا نمود. از جمله ی این روش ها می توان به الگوریتم ژنتیک اشاره نمود [۲].

۲. مواد و روش ها

در این مقاله از روش ذکر شده یعنی الگوریتم ژنتیک بهره گرفته شده است. مبنای طبیعی الگوریتم ژنتیک بر رقابت موجودات زنده برای تصاحب منابع محدود طبیعی استوار است. برتری موجودات پیروز مدیون ویژگی های فردی آنهاست که تا حد زیادی تحت تاثیر ژنهای آنها قرار دارد. تولید مثل چنین موجوداتی سبب تکثیر این ژنها و در نتیجه تولید فرزندانی شایسته خواهد شد. با انجام متوالی انتخاب بهترین اعضا و تولید مثل آنها کل جمعیت به سوی سازش بیشتر با محیط یعنی دست یابی به منابع بیشتر و بهتر سوق خواهد یافت. الگوریتم ژنتیک با مدلسازی ریاضی چرخه ی طبیعی فوق، بهینه ی توابع مقید ریاضی را محاسبه می کند.

در تحقیق حاضر سکوی دریایی SPD19A واقع در خلیج فارس به عنوان سازه ی مورد نظر انتخاب شده و وزن آن با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهینه گردیده است. فرآیند تحلیل و طراحی سکو نیز با استفاده از نرم افزار SAP2000 21.0 انجام شده است. از آنجا که برنامه های مربوط به الگوریتم ژنتیک در محیط نرم افزار MATLAB 9.7 نوشته شده است، لذا این نرم افزار با نرم افزار SAP2000 لینک شده و فرآیند بهینه سازی انجام گرفته است. سکوی مدل شده تحت بارهای مرده و زنده و محیطی می باشد. کل فرآیند کار انجام گرفته در این مقاله را می توان به دو مرحله تقسیم نمود. ابتدا سکوی مذکور با در نظر گرفتن اتصالات به صورت صلب بهینه می شود. در مرحله بعد، با توجه به آیین نامه ISO 19902، برای در نظرگیری انعطاف پذیری اتصالات (LJF³)، از فرمول های بدست آمده توسط MSL⁴ که شامل بخش خطی و غیر خطی می شود، توسط المان هایی در بخش

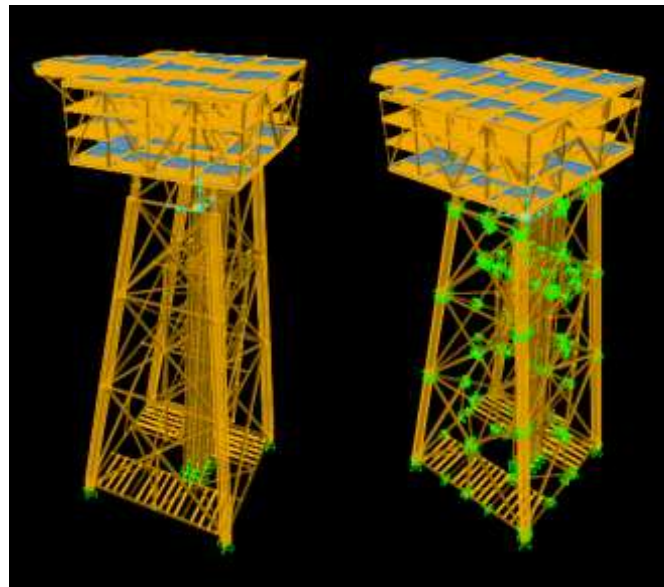
¹ Offshore Structures

² Offshore Platforms

³ Local Joint Flexibility

⁴ MSL engineering corporation

اتصالات که بدون وزن می باشند به مدل سکو اضافه شده و سکو با در نظر گرفتن انعطاف پذیری اتصالات مجدداً بهینه می‌گردد. شکل ۱، نمایی کلی از دو مدل سکو با اتصالات صلب و انعطاف پذیر را در نرم افزار SAP2000 نشان می دهد [۳] و [۴].



(ب)

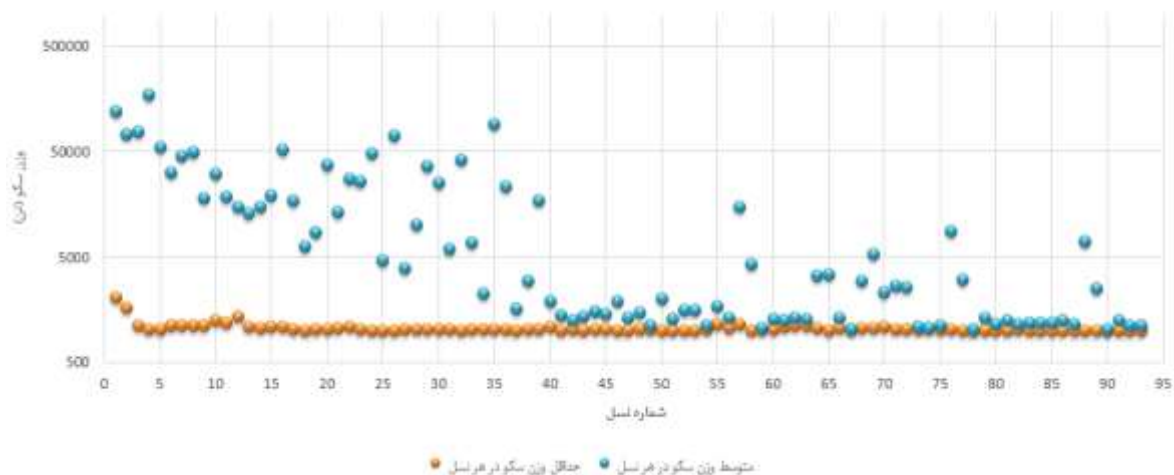
(الف)

شکل ۱) نمای کلی از دو مدل با اتصالات صلب (الف) و انعطاف پذیر (ب)

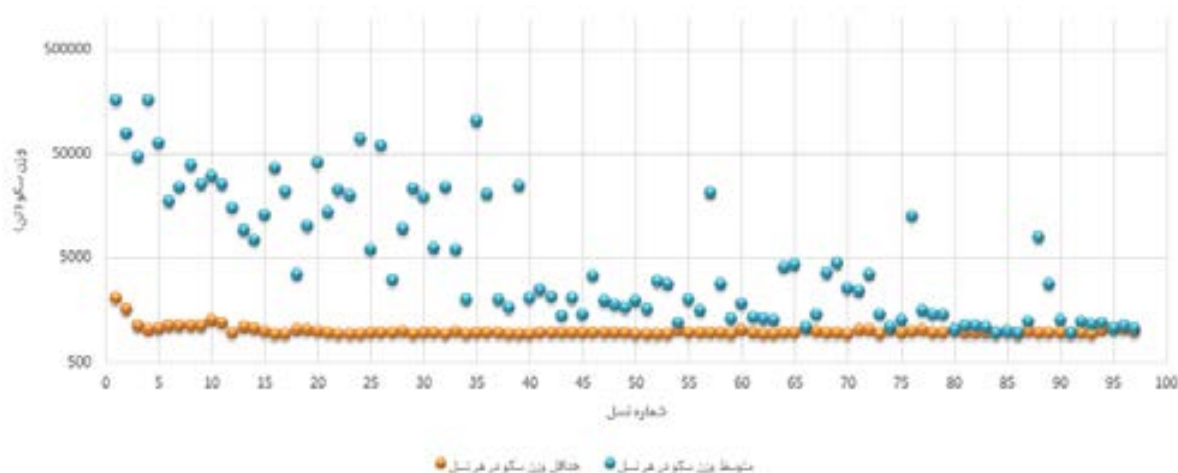
۳. نتایج

در ادامه نتایج بهینه سازی وزن سکو با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای دو حالت اتصالات صلب و اتصالات انعطاف پذیر آورده شده است.

وزن اولیه المان های سازه ای سکو (پایه ها، مهاربندهای افقی و قائم) معادل ۱۴۳۷ تن می باشد. وزن سکو پس از بهینه سازی در حالت اتصالات صلب، با کاهش ۳۱ درصدی معادل ۹۹۶ تن (شکل ۲) و با در نظر گرفتن اتصالات انعطاف پذیر، با کاهش ۳۵ درصدی معادل ۹۳۱ تن (شکل ۳) گردید.



شکل ۲) نتایج بهینه سازی وزن سکو بدون در نظر گرفتن اثر انعطاف پذیری اتصالات



شکل ۳) نتایج بهینه سازی وزن سکو با در نظر گرفتن اثر انعطاف پذیری اتصالات

۴. بحث و نتیجه گیری

با توجه به میزان وزن بهینه سازی در هر دو حالت، می توان نتیجه گرفت در نظر گرفتن انعطاف پذیری اتصالات در سکوهایی دریایی، باعث انعطاف پذیرتر شدن سازه شده و در نتیجه نیروها و تنش های کمتری نسبت به حالتی که اتصالات سازه صلب فرض شود، وارد می شود. بنابراین نسبت تنش های بوجود آمده در اعضا و المان های سازه با حالت انعطاف پذیری اتصالات کمتر از حالت صلب می باشد و این امر تاثیر بسزایی در میزان بهینه سازی وزن سازه دارد. همانطور که از نتایج بهینه سازی وزن سکو پیداست، با استفاده از الگوریتم ژنتیک توانستیم وزن سکو را در حالتی که انعطاف پذیری اتصالات را در نظر بگیریم، حدود ۴ درصد بیشتر از حالتی اتصالات به صورت صلب مدل شوند، بهینه کنیم که می تواند صرفه جویی زیادی در استفاده از مصالح داشته باشد.

منابع

۱. رضاپور نجفی، مسعود و شفیعی فر، مهدی. (۱۳۹۴). "بهینه سازی سکوی سه پایه تحت شرایط امواج خلیج فارس". پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده عمران. دانشگاه تربیت مدرس.
۲. بشارت، محسن؛ فدایی، محمد جواد و اصفهانی، اسدالله. (۱۳۸۴). "بهینه سازی پایه های سکوهایی دریایی با الگوریتم ژنتیک اصلاح شده و تقریب ساز شبکه های عصبی موجکی". دومین کنگره ملی و مهندسی عمران. تهران. ایران. اردیبهشت ۱۳۸۴.
3. MSL Engineering Ltd. JIP Phase II Final Report on Tubular Joint Non-Linear Modeling Algorithms for Frame Analysis, Document No C20400R014. Nov 2000.
4. ISO 19902: 2007 Fixed Steel Offshore Structures British Standards International. 2007. 1st Edition.

Design Optimization of Offshore Jacket Platform Considering Members Joints Connections by Using Genetic Algorithm

Shabakhty, Naser ^{1*}; Yeganeh Bakhtiyarei, Abass ²; Ghanbarian, Mohammad ³

1. Assisstant Professor, Iran University of Science and Technology, shabakhty@iust.ac.ir

2. Associate Professor, Iran University of Science and Technology, yeganeh@iust.ac.ir

3. MSc in Marine Structures, Iran University of Science and Technology,
mo_ghanbarian@civileng.iust.ac.ir

Abstract:

Optimization is a science that has received a lot of attention in recent decades. Usually, by optimizing a structure, the consumption of additional materials and energy can be largely prevented and the projects can be implemented in a completely economical way. Optimization can be included in the design, analysis, calculation, and manufacturing components and can significantly reduce costs or save time.

In civil engineering, the design of structures based on the usual regulations and methods will often lead to a stronger design than expected, which will cause a lot of waste of materials and capital. Therefore, today, a large number of optimization research projects in civil engineering investigate such cases.

There have always been several optimization methods in the past. In recent years, with the expansion of computer science and the efficiency of computers, the science of optimization has also made great strides and has undergone enormous changes. However, despite these improvements, it is still the subject of much research to optimize structures that are affected by dynamic forces, and it is difficult to optimize such structures. In structures that are affected by dynamic forces, the volume of calculations required for structural analysis is very high and the analysis time is significantly longer than static structures. This makes it difficult to perform the usual procedures.

An example of a structure that is constantly exposed to dynamic forces is marine structures. Marine structures cover a very wide range of structures related to the sea. One of the types of marine structures that are of great importance and widespread use, especially in our country, is the marine platforms. These platforms are designed and built in a large volume due to their wide range of applications.

In recent years, methods have been introduced in the science of optimization that have been invented using the natural processes and nature of living things. These methods have gained a lot of fans among scientists and researchers due to their excellent efficiency in a very short time. One of these methods is the genetic algorithm.

Keywords: Genetic Algorithm - Optimization of offshore platform weight - Flexibility of joints - Steel jacket structure - Optimal design



ارزیابی فلزات سنگین رسوبات حد فاصل نزدیکترین حدود خشکی به جزیره هندورابی به عنوان مسیر توسعه

شادی، رامین^۱؛ آگاه، همیرا^{۱*}؛ دالوند، معصومه^۱

پست الکترونیکی: aaagah_hom@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه غلظت آهن، روی، نیکل و وانادیم در رسوبات بستر دریا حد فاصل نزدیکترین حدود خشکی و جزیره هندورابی تعیین و با استانداردهای بین‌المللی مقایسه شد و نهایتاً منشأ آلودگی تعیین گردید. منطقه مورد مطالعه به عنوان کریدور انتقال انرژی (خطوط لوله و کابل‌های زیر دریایی) از خشکی به جزیره هندورابی توسعه منطقه، مسیر عبور از ساحل چپ‌رویه به جزیره هندورابی دارای اهمیت ویژه ای است. در منطقه مورد مطالعه ۷ ایستگاه در یک ترانسکت انتخاب و در تاریخ ۱۳۹۷/۰۳/۱۱ از هر ایستگاه ۳ نمونه مجزا تهیه شد. نمونه‌های رسوب توسط فریز درایر خشک و پس از الک شدن به کمک مخلوط اسید نیتریک و اسید کلریدریک هضم اسیدی شد. نهایتاً توسط دستگاه ICP-MS برای اندازه‌گیری فلزات سنگین مورد آنالیز قرار گرفت.

نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت آهن، روی و نیکل در رسوبات منطقه مورد مطالعه کمتر از استاندارد های بین‌المللی بوده و فلزات سنگین فوق برای کفزیان خطر بیولوژیکی محسوب نمی‌شوند.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، رسوب، هندورابی، ICP-MS.

۱. مقدمه

فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های پایدار تشکیل دهنده‌های طبیعی آب دریا بوده و علاوه بر منابع طبیعی، از طریق فعالیت‌های انسانی نیز وارد محیط‌زیست دریایی می‌شوند. به این دلیل محیط‌های دریایی مختلف از نظر مقدار و محتوای عناصر با هم متفاوت هستند (Clark, 2001). بخشی از آلاینده‌های فوق پس از ورود به محیط آبی به صورت محلول در آب درآمده و بخشی توسط جذب بر ذرات معلق بر بستر دریا ته‌نشین می‌شوند (Pote et al., 2008). میزان تجمع فلزات سنگین در بستر دریا به ساختار شیمیایی رسوبات، نرخ رسوب‌گذاری عناصر و همچنین ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی آب بستگی دارد (Karsten et al., 2008).

برخی از فلزات سنگین برای فعالیت‌های بدن ضروری و برخی غیر ضروری و سمی هستند (Canli and Atli, 2003). اسماعیلی ساری، (۱۳۸۱). آلودگی رسوبات دریا موجب مخاطرات زیستی برای موجودات بنّیک می‌شود، به این دلیل لازم است تا میزان سلامت رسوبات بستر دریا به صورت مداوم رصد شوند. جزیره هندورابی از توابع شهرستان بندر لنگه استان هرمزگان است. منطقه فوق از پتانسیل مناسبی برای توسعه و انجام فعالیت‌های عمرانی برخوردار است.

هدف از این مطالعه الف) تعیین غلظت آهن (Fe)، روی (Zn)، نیکل (Ni) و وانادیم (V) در رسوبات ترانسکت انتخابی، ب) مقایسه داده‌ها با استانداردهای بین‌المللی ج) تعیین منشأ آلودگی بود.

در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی و شکل ۲ مطالعات زیر سطحی منطقه مورد مطالعه (ترانسکتی حد فاصل چپ‌رویه و جزیره هندورابی) را نشان می‌دهد. ترانسکت انتخابی خط مستقیمی از ساحل چپ‌رویه به ساحل شمال شرقی هندورابی به طول ۶/۲ کیلومتر در حدود ۱۰۰ متری بالای دماغه شمال شرقی هندورابی بود (شکل ۱ و ۲). بستر سمت ساحل چپ‌رویه شیب ملایمی دارد. هم‌چنین جنس بستر دریا در نزدیکی هندورابی سنگی و سخت ولی در نزدیکی چپ‌رویه، ماسه‌ای است (شکل ۱).



شکل ۱) ایستگاه‌های مربوط به نمونه‌برداری رسوب در منطقه مورد مطالعه

نتایج بررسی‌های بیولوژیکی نشان داد که کفزیان موجود در کل منطقه مورد مطالعه از نظر کمی و کیفی از شرایط خوبی برخوردار بوده و در صورت انجام عملیات میدانی قدرت کافی برای زادآور و تکثیر وجود دارد (شکل ۲). مطالعات بیولوژیکی نشان داد که گونه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه در زمره گونه‌های مورد مخاطره و گونه‌های حساس، شکننده و محافظت شده نبودند.



شکل ۲) نمایی از بستر دریا در گزینه‌های مورد بررسی (ماسه‌ای و صخره‌ای و تقریباً فاقد گیاهان دریایی)،

در امتداد خط محور ترانسکت فوق از دو سو ۷ ایستگاه در اعماق ۵ متر، ۱۰ متر و ۱۵ متر برای نمونه‌برداری از رسوبات جهت تعیین فلزات سنگین، مواد آلی و دانه بندی انتخاب شدند (شکل ۱، جدول ۱). نمونه برداری در تاریخ ۱۳۹۷/۰۳/۱۱ انجام گرفت. دو ایستگاه S2 و S3 صخره‌ای بوده و نمونه‌برداری از این دو ایستگاه امکان پذیر نشد. از هر ایستگاه نمونه رسوب سطحی با سه تکرار توسط دستگاه نمونه‌بردار ون‌وین (Hydro-Bios) انجام شد.

در سال ۱۳۸۶ ریاحی بختیاری و مرتضوی مقادیر سرب و کادمیوم در رسوبات جزیره هندورابی را مورد مطالعه قرار دادند که در مقایسه با استانداردهای جهانی (به ترتیب حد آستانه ۳۰.۲۰ و ۰.۶۸ میکروگرم بر گرم)، این مقادیر در محدوده قابل تحمل گزارش شد. پاشایی راد و همکاران (۱۳۸۹) میزان تجمع ۸ فلز Fe, Mg, Zn, Pb, Cd, Ag, As و Cu را در آب‌های سطحی و رسوبات منطقه هندورابی مورد بررسی

قرار داده و بین غلظت برخی فلزات در آب و رسوب و تجمع آن‌ها در بافت دو کفه‌ای‌ها رابطه معنی‌داری گزارش نمودند. علی‌عسگری و همکاران (۱۳۹۶) غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل را در رسوبات ایستگاه‌های هندورابی، نخیلو و لاوان در فصول مختلف اندازه‌گیری کردند. بیشترین غلظت سرب و کادمیم در لاوان به ترتیب در فصول تابستان و بهار اندازه‌گیری شد.

جهت انجام عملیات آزمایشگاهی و به منظور پیشگیری از ایجاد خطا در سنجش‌های فلزات سنگین، تمامی ظروف مورد استفاده در مراحل مختلف آزمایشگاه، قبل از استفاده بر اساس توصیه (۱۹۹۴) EPA ابتدا با محلول‌های شوینده شستشو داده شدند و سپس به مدت ۲۴ ساعت در اسید نیتریک ۱۰٪ قرار داده شدند و با آب مقطر شستشو و در آن در دمای 40°C خشک گردیدند. نمونه‌های رسوب توسط دستگاه فریزدرایز خشک شدند. به دلیل دانه درشت بودن رسوبات با مش ۱۰۰ میکرون توسط الک، غربال و مورد آنالیز فلزات سنگین قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

هضم شیمیایی یک گرم نمونه رسوب توسط مخلوط (۱:۳، حجم:حجم) HCl و HNO_3 غلیظ (مرک) در ظرف تفلونی و در دمای اتاق به مدت ۱۲ ساعت و متعاقباً مدت ۴ ساعت در دمای 140°C درجه سانتی‌گراد انجام شد. پس از به حجم رساندن با آب دو بار تقطیر و عبور از صافی به وسیله فیلتر واتمن شماره ۴۲، محلول حاصل برای تعیین غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه ICP-MS1 آنالیز شد (Al-Abdali et al., 1996; Yap et al., 2002).

در این تحقیق نمودارها توسط اکسل و سایر تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم‌افزار SPSS ورژن ۱۷ صورت می‌گیرد. نرمال بودن داده با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تعیین شد. مقایسه میزان آلودگی ایستگاه‌ها توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) انجام شد که وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ ($P=0.05$) تعیین گردید. تعیین همبستگی فلزات سنگین به طریق ماتریس اسپیرمن (برای داده‌های غیرنرمال) انجام شد.

۳. نتایج

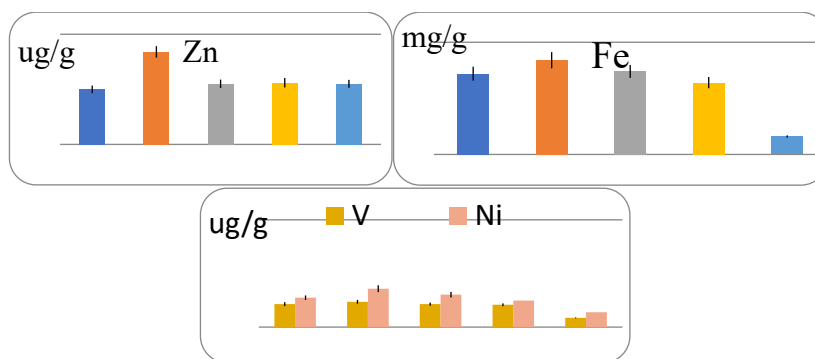
میانگین دما، شوری، اسیدیته، کدورت و اکسیژن محلول آب در کل محدوده اندازه‌گیری شده به ترتیب $27/34^{\circ}\text{C}$ ، ۳۷/۹۱ psu، ۸/۲۱، ۲/۰۴ FTU و ۵/۲۲ ppm بودند.

غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در ایستگاه‌های مورد بررسی در جدول ۱ و شکل ۳ آورده شده است.

جدول (۱) موقعیت جغرافیایی و غلظت فلزات سنگین در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	واحد	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7
Fe	mg/g	0.8±0.05	منطقه صخره‌ای و فاقد رسوب برای نمونه برداری بود		3.2±0.25	3.7±0.29	4.2±0.36	3.6±0.31
Ni	ug/g	6.9±0.47			12.4±0.91	15.1±1.3	17.9±1.6	13.7±1.05
V		4.3±0.18			10.4±0.65	10.7±0.72	11.8±0.88	10.7±0.93
Zn		5.5±0.36			5.6±0.43	5.5±0.38	8.4±0.52	5±0.34
عمق	متر	0	5	10	41	10	5	0
طول و عرض جغرافیایی		E53°40'14 N26°40'42	E53°40'19 N26°40'39	E53°40'21 N26°40'41	E53°40'55 N26°41'03	E53°42'02 N26°41'46	E53°42'33 N26°42'04	E53°43'06 N26°42'37
شن	%	99.92			98.12	18.39	71.86	31.74
سیلت		0.04			0.90	73.04	23.45	65.29
رس		0.04			0.98	8.58	4.7	2.98

¹ Inductively Coupled Plasma Mass Spectrophotometer



شکل ۳) غلظت عناصر موجود در رسوبات منطقه مورد مطالعه

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد که میزان آهن، روی، نیکل و وانادیوم در ایستگاه ۱ به طور معنی داری از سایر ایستگاه ها کمتر بود ($P < 0.05$). بر اساس آنالیز آماری توزیع غالب داده ها غیر نرمال بود، لذا بین عناصر موجود در رسوبات منطقه مورد مطالعه ضریب همبستگی Pearson تعیین شد (جدول ۲). نتایج جدول همبستگی نشان داد که وانادیوم به عنوان شاخص آلودگی نفتی با نیکل و آهن رابطه مثبت قوی معنی داری دارد. همچنین رابطه مثبت بسیار قوی معنی داری بین آهن و نیکل وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۲) ضریب همبستگی پیرسون بین عناصر موجود در رسوبات مورد مطالعه

عناصر	Fe	Ni	V	Zn
Fe	1.00			
Ni	1.0**	1.00		
V	0.97**	0.97**	1.00	
Zn	0.36	0.36	0.29	1.00

به منظور تعیین منشأ آلودگی در آب های منطقه مورد مطالعه و میزان تجمع آلودگی فلزات در رسوب، از روش های فاکتور آلودگی نسبی (Relative Contamination Factors- RCF) و فاکتور غنی شدگی (Enrichment Factors- EF) استفاده شد (جدول ۳). RCF به چهار دسته تقسیم بندی می شود: هر گاه $RCF < 1$ تجمع آلودگی منطقی است، هر گاه $1 \leq RCF < 3$ آلودگی رسوب متوسط و اگر $3 \leq RCF < 6$ آلودگی قابل توجه و $RCF > 6$ آلودگی زیاد می باشد (Pekey, et al. 2004). وقتی $0.5 \leq EF \leq 1.5$ منشأ آلودگی طبیعی و زمانی که $EF > 1.5$ باشد نشان دهنده آن است که بخشی از آلودگی موجود در رسوب از منابعی بجز منابع طبیعی نشأت گرفته است (Zhang et al. 2007). بر اساس دستورالعمل های ایالتی امریکا (Persaud et al., 1993)، کمترین و بیشترین غلظت های موثر برای آهن به ترتیب برابر ۲۰ و ۴۰ $mg\ g^{-1}$ وزن خشک می باشد. در جدول بالا غلظت فلزات متناسب با غلظت آهن (%) که از نظر فراوانی چهارمین عنصر در پوسته زمین است، نرمالیزه شد. نتایج اندازه گیری غنی شدگی نشان می دهد که آلودگی موجود در منطقه ناشی از آلودگی طبیعی است. داده های مرتبط با آلودگی نسبی نشان می دهد که رسوبات منطقه مورد مطالعه از منظر فلزات روی، آهن و نیکل کمتر از حد استاندارد و غیر آلوده بود و برای کفزیان خطر بیولوژیکی محسوب نمی شود. درشت دانه بودن ذرات رسوب (ماسه ای) می تواند یکی از علل پایین بودن تجمع غلظت فلزات فوق باشد.

جدول ۳) مقایسه متوسط غلظت عناصر ($\mu\text{g g}^{-1} \text{ d.w}$) در رسوبات منطقه مورد مطالعه با مقادیر آن‌ها در گاید لاین‌های کیفیت رسوبات دریایی NOAA و ISQGs، (در این مطالعه از مقایسه با آهن بر حسب ($\mu\text{g g}^{-1} \text{ d.w}$) استفاده شده است).

عنصرها	متوسط غلظت در این مطالعه	ERL	ERM	SQG/TEL*	PEL	RCF	متوسط پوسته زمین	EF
روی	۶	-	-	۱۲۴*	۲۷۱	۰/۳۱	۹۵	۰/۰۶
				Non polluted < ۹۰				
نیکل	۱۳/۱۹	۲۱	۵۲	Non polluted < ۲۰	-	۰/۰۵	۶۸	۰/۱۱
آهن	۳/۱			SEL: ۴۰ و LEL: ۲۰			۴۶/۷	

RCF: Relative Contamination Factor EF: Enrichment Factor, TEL: Threshold Effect Level, ERL: Effects Range Low; ERM: Effects Range Medium, PEL: probable effect level, SEL: Severe Effect Level, LEL: Lowest Effect Level, SQG: Sediment Quality Guidelines

منابع

۱. اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها و بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. تهران.
۲. پاشایی راد، ش.؛ سعیدی، ه.؛ ابطحی، ب.؛ کیابی، ب. ۱۳۸۹. بررسی میزان تجمع برخی فلزات سنگین در بافت نرم و پوسته دوکفهای خوراکی (*Amiantis umbonella*) در ساحل بندرعباس، خلیج فارس. فصلنامه محیط زیست جانوری، سال دوم، شماره ۲۲-۹.
۳. ریاحی بختیاری ع، مرتضوی ث. ۱۳۸۶. سنجش مقادیر سرب و کادمیوم در پوسته صدف مروارید ساز محار (*Pinctada radiata*) جزیره هندورابی. فصلنامه پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۴، صفحات ۱۱۲-۱۱۷.
۴. علی عسگری ا، ماشینچیان مرادی ع، احتشامی ف، جمیلی ش، ربانی م. ۱۳۹۶. بررسی تغییرات فصلی آنزیم گلوکاتایون اس ترانسفر و فلزات سنگین سرب، کادمیم و نیکل در صدف دو کفه ای مرواریدساز *Pinctada radiata*. فصلنامه زیست شناسی جانوری سال نهم شماره سوم صفحات ۷۷-۹۳.
5. Al Abdali M., Massoud M.S. and Al-Ghadban A.N., 1996. Bottom sediments of the Persian Gulf III. Trace metal contents as indicators of pollution and implications for the effect and fate of the Kuwait oil slick. *Environmental Pollution*, 93(3): 285-301.
6. Canli, M. and Atli, G. (2003) The Relationships between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and the Size of Six Mediterranean Fish Species. *Environmental Pollution*, 121, 129-136. [http://dx.doi.org/10.1016/S0269-7491\(02\)00194-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00194-X)
7. Clark, R.B., (2001). *Marine Pollution*. 5th Edition, Oxford University Press, 237 pp.
8. Karsten, J., E.Gjengedal, and H.J.Mobbsa, 2008. Trace element exposure in the environment from MSW landfill leachate sediments measured by a sequential extraction technique. *Journal of Hazardous Materials* 153:751-758.
9. Pekey H, Karakas D, Ayberk S, Tolun L, Bakoglu M. (2004). Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of Izmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. *Marine Pollution Bulloten*; 48; 946- 53.

10. Persaud, D.R., R. Jaagumagi, and A. Hayton. 1993. Guidelines for the protection and management of aquatic sediments in Ontario. Standards Development Branch. Ontario Ministry of Environment and Energy. Toronto, Canada
11. Pote, J., L. Haller, J. Loizeau, A. G. Bravo, V. Sastre, and W. Wildi, 2008. Effects of the sewage treatment plant outlet pipe extension on the distribution of contaminants in the sediments of the Bay of Vidy, lake Geneva, Switzerland. *Bioresource technology* 99:7122-7131.
12. Yap, C. K., Ismail, A., Tan, S. G., Omar, H., 2002 .Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel *Perna viridis* from the west coast of Peninsular Malaysia. *Environment International* 28:117–128.
13. Zhang, L., Ye, X., Feng, H., Jing, Y., Ouyang, T., Yu, X., Liang, R., Gao, C., Chen, W., 2007. Heavy metal contamination in western Xiamen Bay sediments and its vicinity, China. *Marine Pollution Bulletin* 54, 974–982.

Evaluation of heavy metals in sediments between Nearest Land and Hindurabi Island as development routes

Shadi, Ramin¹; Agah, Homira¹ *; Dalvand, Masomeh¹

Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science

E-mail: aaagah_hom@yahoo.com

Abstract

In this study concentration of iron, nickel, zinc and vanadium in the sediments of water bed located between nearest land and Hindurabi Island was investigated and was compared with thire international standards. Also the source of pollution was assessed. The study area, as an energy transmission corridor (pipelines and submarine cables) from land to Hindurabi Island is particularly important.

In the study area, 7 stations were selected in one transformer and 3 separate samples were prepared from each station. Sampling was performed on 31/06/2018.

Sediments were dried by freezdrier and after sieving, were digested by mixture of nitric acid and hydrochloric acid. Finally was analyzed by ICPMS to detect the heavy metals concentrations.

The results of this study showed that the concentration of iron, zinc and nickel in the sediments of the study area is lower than the international standards and has no biological hazard for benthose.

Keywords: *Heavy metal, Sediment, Hindurabi Island, ICP-MS.*



بررسی پاسخ دینامیکی جک-آپ تحت بار موج تصادفی با در نظر گرفتن مدل اندرکنشی فنرهای الاستیکی

شاهزیدی، مجید^{۱*}؛ شابختی، ناصر^۲

۱. کارشناسی ارشد سازه‌های دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، majid.shahzeidi@gmail.com

۲. استادیار دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، shabakhty@iust.ac.ir

واژگان کلیدی: جک-آپ، اندرکنش خاک و فونداسیون، مدل فنرهای الاستیکی، اسپادکن، پاسخ دینامیکی، بار موج تصادفی.

۱. مقدمه

سازه‌های دریایی جک-آپ سازه‌هایی معمولاً سه پایه دارای یک عرشه بر روی این پایه‌ها هستند. این سکوها سازه‌های متحرک خاصی هستند که به طور معمول برای عملیات حفاری بکار می‌روند اما گاهی به عنوان سکوه‌ای استخراج نیز استفاده می‌شوند. شکل بدنه این سکوها به صورت بارج‌های مثلثی بوده که مجهز به تمامی وسایل حفاری و سه پایه خرابایی شکل است. پایه‌ها را می‌توان به کمک جک‌های مخصوص (هیدرولیکی یا الکتریکی) بالا و پایین برد. بدین ترتیب هنگام انتقال سکو به میدان نفتی می‌توان با بالا بردن پایه‌ها از سکو همانند یک کشتی شناور استفاده نمود و هنگامی که به موقعیت حفاری رسید با پایین بردن پایه‌ها و اتصال فونداسیون‌ها که با نام اسپادکن شناخته می‌شوند به کف دریا می‌توان اقدام به بالا بردن عرشه تا ارتفاع مورد نظر نمود.

مورد استفاده از این سکوها عمدتاً در آب‌های کم‌عمق و حدود ۱۰۰ متر و کمتر از آن است؛ اما امروزه در صنعت فراساحل برای حفاری‌های تا عمق ۱۲۰ متر از سکوه‌ای خودبالابر که به جک-آپ مشهورند استفاده می‌شود. سکوی ایران خزر توسط شرکت صدرا برای حفاری و اکتشاف نفت در دریای خزر تا اعماق ۱۰۰ متر ساخته شده است. رفتار سکوی جک-آپ متأثر از عوامل مختلفی است که از جمله مهم‌ترین اندرکنش خاک و فونداسیون است. [1,2]

اتصال پایه به خاک به صورت گیردار [3] Chiba, Onuki, Sao 1986، اتصال به صورت مفصلی [4] Brekke 1990 و [5] Rearden 1986 اتصال را به صورت فنرهای الاستیک در نظر گرفته‌اند. همچنین [6] Cassidy و [5] Martin مدل‌های پلاستیک را پیشنهاد کردند.

در این مطالعه با اعمال بار موج تصادفی بر روی سازه دریایی جک-آپ و در نظر گرفتن مدل اندرکنشی فنرهای الاستیکی پاسخ‌های دینامیکی سازه به دست آمده و به طور دقیق مورد بررسی قرار گرفته است.

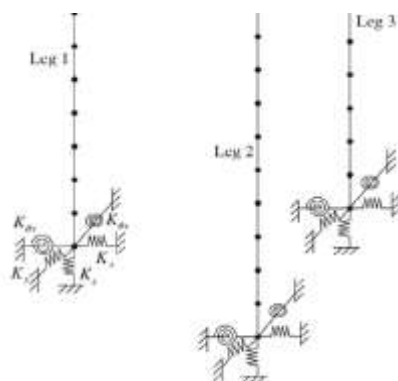
۲. مواد و روش‌ها

سکوی جک-آپ نمونه، سکوی ایران خزر بوده و شرایط محیطی منطقه‌ای در خلیج فارس با نوع خاک رسی برای این مطالعه در نظر گرفته شده‌است. عمق آب برابر ۹۱ متر بوده و سرعت حد نهایی جریان در سطح آب برابر ۱ متر بر ثانیه تعیین شده‌است.

مدلسازی سکو در نرم‌افزار ANSYS APDL صورت گرفته و عرشه سکو به صورت مجموعه‌ای از تیرهای صلب مدل شده‌است و اتصال پایه‌های سازه به عرشه به صورت گیردار فرض شده‌است. در این مدلسازی پایه‌های سکو به صورت کامل و با ابعاد و اندازه‌های دقیق آن با استفاده از المان PIPE288 مدلسازی شده که قابلیت دریافت بار موج، نیروهای هیدرودینامیکی، نیروهای هیدروستاتیکی و اثرات جرم افزوده را دارد.

اسپادکن‌های سکوهای جک-آپ دارای شکل‌های مختلفی هستند. اسپادکن سکوی حاضر به صورت مخروطی با قاعده مثلث شکل است. برای مدلسازی اسپادکن که باید به صورت صلب عمل کند از المان BEAM4 استفاده شده‌است. ذکر این نکته لازم است که نیروی موج، فشارهای هیدرودینامیکی و اثرات جرم افزوده به این المان وارد نمی‌شود.

برای اندرکنش خاک و فونداسیون سازه دریایی جک-آپ مدل اندرکنشی فنرهای الاستیکی استفاده شده است. در این مدل اندرکنشی برای اتصال اسپادکن به بستر دریا از یه فتر محوری و دو فتر دورانی به صورتی که در شکل ۱ نشان داده شده‌است استفاده می‌شود.



شکل ۱) مدل اندرکنشی فنرهای الاستیکی

برای تعیین سختی فنرها در مدل فنرهای الاستیک آیین‌نامه [7] SNAME روابط زیر را پیشنهاد داده‌است:

$$K_3 = \frac{G_r B^3}{2.71 \times 10^9} \quad (۱) \text{ دوران حول محور افقی}$$

$$K_1 = \frac{2G_v B}{1 \times 10^9} \quad (۲) \text{ در امتداد قائم}$$

$$K_2 = \frac{16G_h B(1 - \nu)}{1.7 \times 10^9} \quad (۳) \text{ در امتداد افقی}$$

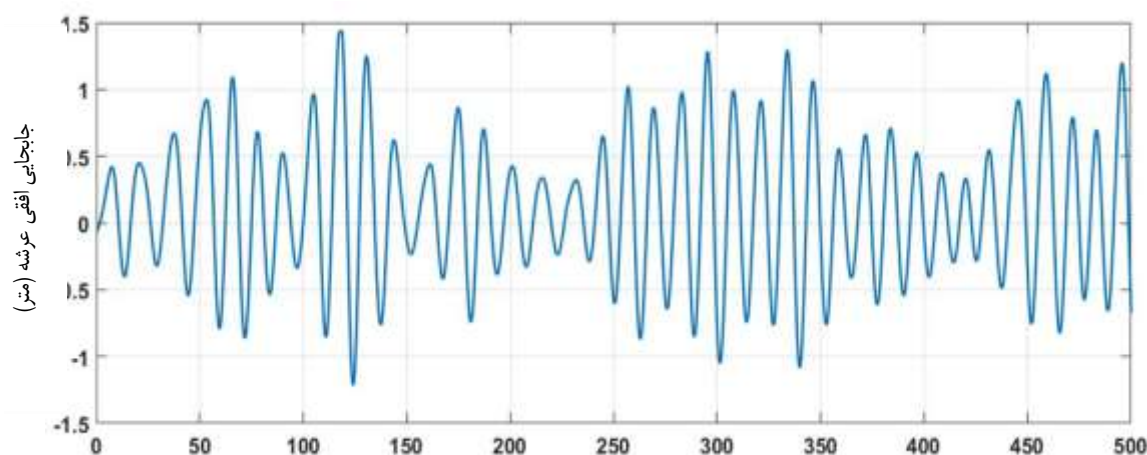
که در آن G, ν, B به ترتیب شعاع اسپادکن در محل برخورد با بستر، ضریب پواسون و مدول برشی خاک است.

برای مقایسه پاسخ‌ها از مدل اندرکنشی گیردار و مفصلی استفاده شده‌است.

۳. نتایج

سکو تحت اثر نیروهای ناشی از موج و جریان تحلیل شده و پاسخ‌های سازه محاسبه شده است. برای مدلسازی اثر موج در نرم‌افزار ANSYS مجموعه‌ای از امواج تئوری ایری با طیف موج JONSWAP به سازه اعمال شده است. با در نظر گرفتن مدل اندرکنشی فنرهای الاستیکی پاسخ‌های سازه با حالت گیردار و مفصلی مقایسه می‌شود.

سری زمانی پاسخهای دینامیکی سکوی دریایی جک-آپ برای مدت ۳۰۰۰ ثانیه با در نظر گرفتن مدل اندرکنشی فنرهای الاستیکی در شکل ۲ آمده است. پاسخها ۲۰ دقیقه ابتدایی آنالیز حذف گردیده است.



شکل ۲) نمودار جابجایی افقی عرشه-زمان برای حالت فنرهای الاستیک

پس از تعیین پاسخهای دینامیکی جک-آپ، پارامترها و شاخصهای آماری پاسخهای به دست آمده در مدل اندرکنشی فنرهای الاستیکی با مدل های گیردار و مفصلی مقایسه شده است. در جدول ۱ مقادیر پارامترهای آماری پاسخهای به دست آمده آورده شده است.

جدول ۱) پارامترهای آماری به دست آمده از پاسخهای دینامیکی

مفصلی	فنرهای الاستیکی	گیردار	
0.5726	0.4233	0.1868	میانگین
0.4725	0.3726	0.1538	میانه
0.622	0.2429	0.1597	نما (مد)
0.3826	0.3013	0.1366	انحراف معیار
0.1461	0.09	0.0186	واریانس

زمان (ثانیه)

۴. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه با توجه به اینکه امواج دریا در جهات مختلف و به صورت تصادفی به سازه اعمال می شوند از بار موج تصادفی و طیف موج JONSWAP استفاده شده است تا ارزیابی دقیق تری از پاسخهای دینامیکی جک-آپ به دست آوریم.

در جدول ۱ مشاهده می شود که مقادیر میانگین، میانه و مد در حالت گیردار بسیار پایین بوده و با توجه به اینکه سکوی جک-آپ کاملاً ثابت نیست و مقداری جابجایی دارد مدل گیردار ارزیابی نادرستی از پاسخهای سازه است. در مدل مفصلی هم این مقادیر از مدل فنرهای الاستیکی بیش تر است و این روش هم محافظه کارانه به نظر می آید.

مقادیر واریانس و انحراف معیار در جدول ۱ نشان دهنده میزان پراکندگی داده های به دست آمده است و مشخص است که روش فنرهای الاستیکی روش مناسبی برای تعیین پاسخهای دینامیکی سازه دریایی جک-آپ است.

با مقایسه پارامترهای آماری به دست آمده از پاسخ‌های دینامیکی جک-آپ در مدل اندرکنشی فنرهای الاستیکی با مدل‌های گیردار و مفصلی می‌توان گفت با توجه به این نکته که حالت گیردار ارزیابی درستی از پاسخ‌های دینامیکی جک-آپ ارائه نمی‌دهد و مدل مفصلی نیز بسیار محافظه کارانه است استفاده از مدل فنرهای الاستیکی روش بهتری برای تعیین پاسخ‌های دینامیکی این سازه است.

منابع

1. Williams M., Thompson R.G., Houlsby G., "Nonlinear Dynamic Analysis of Offshore Jack Up Unit Computers and Structures", 1998.
2. Boswell L. F., "The Jack Up Drilling Platform and Operation", Persian Gulf publishing Company, 1986.
3. Chiba S., Onuki T. and Sao K., Static and Dynamic Measurement of Bottom Fixity, The Jack Up Drilling Platform Design and Operation, Collins, London, 1986, pp. 307-327.
4. Brekke J.N. et al, "Calibration of a Jack Up Structural Analysis Procedure Using Field Measurements from a North Sea Jack Up proc, Offshore Technology Conference, 1990.
5. Martin CM. Physical and numerical modelling of offshore foundations under combined loads. DPhil thesis, University of Oxford; 1994.
6. Mark Jason Cassidy, "Non-Linear Analysis of Jack-Up Structures Subjected to Random Waves". Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy at the University of Oxford, New College Trinity Term 1999.
7. SNAME (2008a). Recommended practice for site specific assessment of mobile jack-up units, First edition – Rev.3, August 2008. T&R 5-5A.



پتانسیل اثرات فعالیت‌های لرزه‌نگاری بر پستانداران دریایی

شفیعی ثابت، سعید^{۱*}

گروه شیلات- دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صندوق پستی ۱۱۴۴

چکیده:

آلودگی‌های صوتی ناشی از فعالیت‌های انسانی در حال افزایش و گسترش در همه زیستگاه‌های آبی شامل آب شیرین و دریایی می‌باشد و امروزه به‌عنوان یک مشکل جهانی شناخته شده است. مطالعات و پژوهش‌های اخیر طیف گسترده‌ای از اثرات منفی و مخرب آلودگی‌های صوتی ناشی از فعالیت‌های انسانی را در انواع گونه‌های مختلف جانوری نشان داده است. پراکنش منابع صوتی در محیط‌های دریایی از نظر فضا و زمان متفاوت و گوناگون می‌باشد. این منابع صوتی می‌توانند به گروه‌های مختلفی دسته‌بندی شوند که شامل: حفاری‌های دریایی، سونارهای نظامی، مطالعات لرزه‌نگاری، حمل‌ونقل کشتی‌های تجاری و قایق‌های تفریحی می‌باشد. فعالیت‌های لرزه‌نگاری صنعتی به‌طور متداول جهت اکتشاف و برآورد مقدار منابع انرژی فسیلی شامل ذخایر نفت و گاز در زیر بستر دریا استفاده می‌شود. اخیراً تأثیر زیستی فعالیت‌های لرزه‌نگاری بر آبزیان و به‌طور ویژه پستانداران دریایی موجب نگرانی پژوهشگران، قانون‌گذاران و سایر ذی‌نفعان در این حیطه گردیده است. با توجه به اهمیت موضوع، در اینجا به‌طور خلاصه به بررسی اثرات بالقوه فعالیت‌های لرزه‌نگاری به‌عنوان یک منبع متداول و رایج آلودگی صوتی ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌پردازیم. از آنجاکه انجام فعالیت‌های لرزه‌نگاری در اقیانوس‌ها به‌طور جهانی در حال توسعه و گسترش می‌باشد، ارزیابی میزان تأثیرپذیری پستانداران دریایی دارای اهمیت به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: مطالعات لرزه‌نگاری، صوت، پستانداران دریایی، زیستگاه

۱. مقدمه

منشأ اصوات در محیط‌های دریایی

اصوات زمینه موجود در آب‌ها از ویژگی‌های مهم زیستگاه‌های دریایی می‌باشند (Halpern et al., 2008). این اصوات از نظر منشأ تولید متنوع بوده و شامل اصوات با منشأ غیر زیستی ناشی از جریانات فیزیکی تولیدشده شامل: حرکات باد و امواج، بارش باران در سطح اقیانوس‌ها و دریاها، رعدوبرق، جزر و مد و حرکات فیزیکی لایه‌های تکتونیک می‌باشد (Ladich, 2014). همچنین دسته دیگر از اصوات منشأ زیستی دارند که عبارت‌اند از: اصوات تولیدشده توسط بسیاری از گونه‌های جانوری: بی‌مهرگان، ماهی‌ها و پستانداران در زیستگاه‌های دریایی می‌باشند (Popper & Hastings, 2009). علاوه بر این دودسته ذکرشده، به‌ویژه در دهه‌های اخیر با توسعه جوامع بشری، پیشرفت فناوری در صنعت و توسعه کشاورزی مدرن، روند استحصال گسترده‌تر از منابع طبیعی در مناطق خشکی و دریایی، اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی نیز متداول گردیده است (Slabbekoorn et al., 2010). اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی شامل فعالیت شناورها و کشتی‌های صید و صیادی، تجاری و تفریحی، چکش‌های حفاری شرکت‌های استحصال و توسعه نفت و گاز، سونارهای نظامی و انفجارهای متعدد جهت انجام اکتشافات و مطالعات زلزله‌نگاری

می‌باشد (Hildebrand J.A., 2009). از نظر پراکنش زمانی و مکانی اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی دارای تنوع و گستردگی بالاتری نسبت به دودسته از منابع صوتی ذکر شده قبلی می‌باشند (Shafiei Sabet, Neo, & Slabbekoorn, 2016).

۲. فعالیت‌های لرزه‌نگاری

همان‌طور که قبلاً بیان شده است انفجارهای پر قدرت و با شدت صوت بالا یکی از منابع آلودگی صوتی در محیط‌های دریایی و اقیانوسی می‌باشد. پروفایل بازتاب‌های لرزه‌نگاری با استفاده از شدت صوت‌های بالا و قوی برای تصویربرداری از پوسته زمین در عمق دریاها و اقیانوس‌ها استفاده می‌شود (Hildebrand, 2004). این روش عمدتاً توسط صنایع وابسته به انرژی جهت یافتن، پایش و نظارت بر ذخایر فسیلی شامل نفت و گاز طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین مطالعات پروفایل‌های فعالیت‌های لرزه‌نگاری توسط گروه‌های دانشگاهی و دولتی برای درک بهتر و بیشتر منشأ و تاریخ تکتونیک پوسته زمین نیز انجام می‌شود (Hildebrand, 2004).

۳. اثرات اصوات ناشی از فعالیت‌های لرزه‌نگاری بر پستانداران دریایی

تقریباً ۱۱۹ گونه از پستانداران دریایی، همانند بسیاری از سایر گونه‌های جانوری دریایی، از حس شنوایی و دریافت اصوات برای درک بهتر از محیط اطراف خود استفاده می‌نمایند (Ocean Noise Mar. Mamm., 2003). به این ترتیب با توجه به اهمیت زیستی حس شنوایی و اصوات برای پستانداران دریایی، اصوات با منشأ انسانی می‌توانند بر شناسایی و درک محیط اطراف و همچنین برقراری ارتباطات درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای پستانداران دریایی تأثیرگذار باشند. امروزه با توجه به پژوهش‌های انجام شده، آلودگی‌های صوتی به عنوان یک عامل و محرک استرس شناخته شده است که می‌تواند بر شاخص‌های سلامتی بسیاری از گونه‌های جانوران و به ویژه پستانداران دریایی تأثیر منفی داشته باشد. در مطالعه‌ای نشان داده شده است که انفجارهای ناشی از تحقیقات لرزه‌نگاری می‌تواند بر فعالیت‌های سیستم عصبی و عملکرد سیستم دفاعی پستانداران دریایی تأثیرگذار باشد (Romano et al., 2004).

اصوات می‌توانند بر قدرت و توانایی شنوایی پستانداران دریایی نیز تأثیرگذار باشد که این تأثیرگذاری با توجه به میزان شدت صوت تولید شده و فاصله جانور از منبع صوتی می‌تواند به دو نوع تأثیرگذاری کلی تقسیم شود (Popper, Fewtrell, Smith, & McCauley, 2003). در تأثیرگذاری نوع اول، قرار گرفتن پستانداران دریایی در معرض اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی با شدت پایین در مدت زمان طولانی و یا شدت اصوات بالاتر در مدت زمان کوتاه می‌تواند منجر به از دست دادن قدرت شنوایی موقت گردد و بیانگر مفهوم تغییر در آستانه شنوایی موقت می‌باشد که به عبارتی تحت عنوان (Temporary Threshold Shift) و یا TTS از آن نام برده می‌شود (Finneran, 2015). مطالعات نشان داده است که اصوات تولید شده ناشی از انفجارهای لرزه‌نگاری می‌تواند بر قدرت تفکیک اصوات و همچنین تغییر در آستانه شنوایی گراز ماهی بندر (*Phocoena phocoena*) تأثیرگذار باشد (Lucke, Siebert, Lepper, & Blanchet, 2009). شاخص‌های سطح صوت و مدت زمان قرارگیری در معرض اصواتی که می‌تواند منجر به بروز تغییر در آستانه شنوایی موقت در پستانداران گردند متأثر از عواملی همچون: تکرارپذیری اصوات، مقدار سطح شدت صوت، فرکانس‌های صوتی، مدت زمان پخش صوت و وضعیت سلامتی گونه پستاندار مورد نظر و سایر عوامل دیگر می‌باشد (Popper & Hastings, 2009).

در تأثیرگذاری نوع دوم، تغییر در شدت آستانه شنوایی دائمی یا پایدار که به عبارتی تحت عنوان (permanent threshold shift) و یا PTS می‌باشد. معمولاً در این شرایط، تغییر در شدت آستانه شنوایی دائمی یا پایدار همراه با تخریب و مرگ سلول‌های حسی گوش داخلی در پستانداران دریایی می‌باشد (Saunders, Cohen, & Szvmko, 1991). در مطالعات قبلی نشان داده شده است که نهنگ‌های آبی قابلیت برقراری ارتباطات صوتی‌شان با یکدیگر را تا فاصله ۱۰ کیلومتری از منشأ تولید اصوات ناشی از مطالعات لرزه‌نگاری ازدست داده‌اند (McDonald, Hildebrand, & Webb, 1995). با توجه به اینکه پستانداران دریایی هم در زیستگاه‌های آبی دریای خزر و هم در خلیج فارس و دریای عمان پراکنش داشته و با در نظر داشتن ناوگان‌های عظیم حمل و نقل تجاری دریایی، صید و صیادی و تفریحی، تأسیسات و صنایع مختلف مستقر در دریا و همچنین

گسترش فعالیت های انسانی در مناطق ساحلی مطالعه و بررسی اثرات منابع تولید صوت بر ویژگی های زیستی پستانداران دریایی لازم و ضروری به نظر می رسد.

منابع

1. Finneran, J. J. (2015). Noise-induced hearing loss in marine mammals: A review of temporary threshold shift studies from 1996 to 2015. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(3). <https://doi.org/10.1121/1.4927418>
2. Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., ... Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948–952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>
3. Hildebrand, J. (2004). Sources of Anthropogenic Sound in the Marine Environment. Report to the Policy on Sound and Marine Mammals An International Workshop US Marine Mammal Commission and Joint Nature Conservation Committee UK London England, 50(2), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.11.041>
4. Hildebrand J.A. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series*.
5. Ladich, F. (2014). Fish bioacoustics. *Current Opinion in Neurobiology*. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2014.06.013>
6. Lucke, K., Siebert, U., Lepper, P. A., & Blanchet, M.-A. (2009). Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli . *The Journal of the Acoustical Society of America*. <https://doi.org/10.1121/1.3117443>
7. McDonald, M. A., Hildebrand, J. A., & Webb, S. C. (1995). Blue and fin whales observed on a seafloor array in the Northeast Pacific. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 98(2), 712–721. <https://doi.org/10.1121/1.413565>
8. Ocean Noise and Marine Mammals. (2003). *Ocean Noise and Marine Mammals*. <https://doi.org/10.17226/10564>
9. Popper, a. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, 75, 455–489. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02319.x>
10. Popper, A. N., Fewtrell, J., Smith, M. E., & McCauley, R. D. (2003). Anthropogenic sound: Effects on the behavior and physiology of fishes. *Marine Technology Society Journal*, 37(4), 35–40.
11. Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02319.x>
12. Romano, T. A., Keogh, M. J., Kelly, C., Feng, P., Berk, L., Schlundt, C. E., ... Finneran, J. J. (2004). Anthropogenic sound and marine mammal health: Measures of the nervous and immune systems before and after intense sound exposure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. <https://doi.org/10.1139/F04-055>

13. Shafiei Sabet, S., Neo, Y. Y., & Slabbekoorn, H. (2016). Impact of Anthropogenic Noise on Aquatic Animals: From Single Species to Community-Level Effects. In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 875, pp. 957–961). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2981-8_118
14. Saunders, J. C., Cohen, Y. E., & Szvmko, Y. M. (1991). The structural and functional consequences of acoustic injury in the cochlea and peripheral auditory system: A five year update. *Journal of the Acoustical Society of America*. <https://doi.org/10.1121/1.401307>
15. Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., & Popper, A. N. (2010). A noisy spring: The impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.04.005>

The potential impacts of seismic surveys on marine mammals

Shafiei Sabet, Saeed ^{1*}

1. Department of fisheries, Faculty of natural resources, University of Guilan

Abstract:

Man-made (anthropogenic) sound is increasing and ubiquitous throughout aquatic habitats including freshwater and marine habitats and is now recognized as a world-wide problem. Recent studies have shown a broad range of negative effects of man-made underwater sound in a variety of taxa. Man-made sound sources in the marine environment vary in space and time. And these sound sources may be grouped into general categories: offshore drilling, military sonars, seismic surveys, commercial shipping and recreational boating activities. Industrial seismic surveys are widely used to locate and estimate the quantity of fossil energy resources including oil and gas deposits beneath the seafloor. Recently, the biological impact of seismic surveys on aquatic animals particularly for marine mammals has raised concerns among researchers, regulators and stakeholders. Here briefly I argue the potential impacts of seismic surveys a prevalent source of sound produced by sound-producing human activities. As seismic surveying is becoming increasingly widespread and frequent throughout the world's oceans, it is important that we evaluate the extent to which marine mammals may be affected.

Keywords: *Seismic surveys, sound, marine mammals, habitat*



خلیج فارس و آلودگی‌های صوتی: نیاز به پایش سیمای صوتی زیستگاه‌های آبی

شفیعی ثابت، سعید*

۱. گروه شیلات- دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صندوق پستی ۱۱۴۴

چکیده:

خلیج فارس یکی از قدیمی‌ترین بزرگراه‌های آبی در دنیا بوده و از نظر تنوع زیستی شامل گونه‌های بی‌مهرگان، ماهی‌ها و پستانداران دریایی بسیار غنی می‌باشد. علاوه بر این در خلیج فارس، پراکنش‌های صخره‌های مرجانی و زیستگاه‌های جنگل‌های حرا نیز وجود دارد. خلیج فارس تقریباً ۶۶-۵۷ درصد از ذخایر انرژی فسیلی نفتی دنیا و تقریباً ۴۵ درصد از ذخایر گازی را دارا می‌باشد که در مجاورت و یا زیر بسترها قرار گرفته است. بنابراین یکی از مسیرهای آبی عمده برای حمل‌ونقل فراورده‌های نفتی در پنج دهه گذشته به حساب می‌آید. برای مدیریت پایدار و حفاظت از زیستگاه‌های آبی خلیج فارس، در مرحله اول نیاز به پایش سیمای صوتی زیستگاه‌های آبی در خلیج فارس می‌باشد. و در مرحله دوم آنالیز و تجزیه تحلیل میزان شدت و پراکنش زمانی و مکانی فعالیت‌های انسانی که منجر به تولید صوت در منطقه خلیج فارس و همچنین میزان همپوشانی پتانسیل اثرگذاری این منابع صوتی ذکر شده بر زیستگاه‌های آبی و گونه‌های جانوری و گیاهی موجود در آن پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: سیمای صوتی، خلیج فارس، زیستگاه‌های آبی، آلودگی‌های صوتی

۱. مقدمه

اهمیت منطقه خلیج فارس از نظر جغرافیایی و زیستگاهی

انسان‌ها جهت تهیه منابع غذایی غنی، ذخایر انرژی با اهمیت و استفاده از سرویس‌های ناوگان حمل‌ونقل تجاری- تفریحی و غیره نیازمند و وابسته به زیستگاه‌های دریایی و اقیانوسی و سایر منابع آبی می‌باشند. استفاده‌های انسانی از منابع طبیعی مناطق دریایی و اقیانوسی دنیا به صورت مستقیم و غیرمستقیم (Lotze et al., 2006) منجر به ایجاد تغییرات زیست‌محیطی می‌گردد (Myers & Worm, 2003) که در برخی موارد ممکن است خسارات وارده بر زیستگاه‌ها و جوامع آبی آن غیرقابل برگشت پذیر باشد (Jackson, 2001). خلیج فارس یک حوضه آبی نیمه بسته می‌باشد که در منطقه خاورمیانه قرار دارد. از نظر جغرافیایی خلیج فارس به واسطه کانال باریک تنگه هرمز و از طریق دریای عمان به آب‌های آزاد و اقیانوس‌ها مرتبط می‌باشد. خلیج فارس در باریک‌ترین منطقه در تنگه هرمز فقط دارای عرض ۵۵ کیلومتر می‌باشد (Nadim, Bagtzoglou, & Iranmahboob, 2008). میانگین عمق در خلیج فارس ۳۵ متر می‌باشد و بیشترین عمق در منطقه کانال جزایر به عمق ۱۱۰ تا ۱۶۰ متر می‌باشد (Swift & Bower, 2003).

در اوایل قرن بیستم اکتشاف نفت در منطقه خلیج فارس برای اولین بار در کشور ایران صورت گرفت (US library of congress). آب‌های محصور و مناطق ساحلی وابسته به آن در خلیج فارس با توجه به عمق کم و فعالیت‌ها و اکتشافات روزافزون منابع نفتی و توسعه و ساخت

جایگاه‌های استخراج سوخت‌های فسیلی همچنین توسعه مناطق ساحلی-گردشگری، همگی پتانسیل اثرگذاری بر اجتماعات و گونه‌های جانوری و گیاهی منحصر به فرد موجود در این منطقه جغرافیایی را دارا می‌باشند. با توجه به اینکه پراکنش و زیستگاه گونه‌های جانوری و گیاهی در خلیج فارس بشدت توسط عوامل محیطی همچون سطوح بالای شوری، دما و PH پایین کنترل می‌شود (Uddin, Gevaio, Al-Shamroukh, 2012)، لذا با توجه به موارد ذکر شده، اضافه شدن منابع آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی (Halpern et al., 2008) (همچون آلودگی نوری و صوتی) می‌تواند به عنوان عامل استرس‌زا بر حساسیت پذیری گونه‌های موجود در این منطقه بیفزاید. بنابراین بررسی و مطالعات در خصوص اندازه‌گیری و تعیین پراکنش مکانی و زمانی منابع آلاینده‌های صوتی ناشی از فعالیت‌های انسانی، شدت و پراکنش و به‌طور کلی پایش سیمای صوتی زیستگاه‌های آبی برای اولین بار در ایران پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۱) نقشه جغرافیایی ایران و موقعیت استراتژیک خلیج فارس و دریای عمان

۲. سیمای صوتی زیستگاه‌های آبی در خلیج فارس

یکی از روش‌های مدیریت و حفاظت از زیستگاه‌های آبی موجود در منطقه خلیج همیشه فارس، می‌تواند تقویت ارتباط مؤثر بین دانشگاه و مراکز علمی با مؤسسات حمل و نقل تجاری-توریستی، ادارات شیلاتی و ذی‌نفعان مختلف در منطقه خلیج فارس باشد. به‌طوری‌که انجام بررسی‌های اصولی و پایش‌های مداوم سیمای صوت در منطقه که با تلفیق دانش از پراکنش و تنوع زیستی گونه‌های جانوری و گیاهی منحصر به فرد و حساس به تغییرات زیست محیطی می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های دقیق مدیریتی، مدیریت و توسعه پایدار، کنترل و کاهش اثر اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی در منطقه کمک نماید. در اینجا، با توجه به اینکه در جستجوهای کتابخانه‌ای صورت گرفته مطالعات و یا داده‌ای در منابع علمی فارسی و انگلیسی در خصوص بررسی سیمای صوتی در منطقه خلیج فارس صورت نگرفته است، نویسنده مقاله حاضر برنامه‌ریزی‌های لازم جهت انجام و تحقق به این هدف علمی را در نظر داشته و آمادگی همکاری مشترک با سایر محققین و پژوهشگران علاقه‌مند به مسائل زیست محیطی در منطقه با اهمیت استراتژیک خلیج فارس را اعلام می‌دارد.

منابع

1. Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., ... Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948–952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>
2. Jackson, J. B. C. (2001). What was natural in the coastal oceans? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. <https://doi.org/10.1073/pnas.091092898>
3. Lotze, H. K., Lenihan, H. S., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R. G., Kay, M. C., ... Jackson, J. B. C. (2006). Depletion degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1128035>
4. Myers, R. A., & Worm, B. (2003). Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature01610>
5. Nadim, F., Bagtzoglou, A. C., & Iranmahboob, J. (2008). Coastal management in the Persian Gulf region within the framework of the ROPME programme of action. *Ocean and Coastal Management*, 51(7), 556–565. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2008.04.007>
6. Swift, S. A., & Bower, A. S. (2003). Formation and circulation of dense water in the Persian Gulf. *Journal of Geophysical Research C: Oceans*. <https://doi.org/10.1029/2002jc001360>
7. Uddin, S., Gevao, B., Al-Ghadban, A. N., Nithyanandan, M., & Al-Shamroukh, D. (2012). Acidification in Persian Gulf - Insights from pH and temperature measurements. *Journal of Environmental Monitoring*. <https://doi.org/10.1039/c2em10867d>
8. U.S. Library of Congress(2004). Persian Gulf states, discovery of oil, <[http:// countrystudies.us/persian-gulf-states/14.htm](http://countrystudies.us/persian-gulf-states/14.htm)>.

The Persian Gulf and anthropogenic sound; the need to monitor underwater soundscape of aquatic habitats

Shafiei Sabet, Saeed^{1*}

Department of fisheries, Faculty of natural resources, University of Guilan

Abstract:

Persian Gulf is one of the oldest water passages in the World and is quite rich in terms of animal biodiversity including: invertebrates, fishes and marine mammals. Moreover, it has long beautiful coral reefs and mangrove forest habitats. The Persian Gulf holds an estimated 57–66% of the world's known reserves of oil and 45% of natural gas reserves lie in the vicinity or beneath the sea beds of the Persian Gulf. Therefore, it has been the major waterway for oil transport in the past five decades. In the first step, I suggest a necessity of underwater soundscape monitoring of aquatic habitats in the Persian Gulf. And in the second step, I recommend temporal and spatial data synthesis on the distribution and intensity of sound generating human activities, the overlap of their potential impacts on aquatic habitats and aquatic species (fauna and flora) for the sustainable management and conservation of the Persian Gulf.

Keywords: *soundscape, the Persian Gulf, aquatic habitats, sound pollutions*



تغییرات رفتاری مختص به گونه در پاسخ به پخش صوت در ماهی زبرا و سیکلید دریاچه ویکتوریا

شفیعی ثابت، سعید*

گروه شیلات- دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صندوق پستی ۱۱۴۴

چکیده:

گونه‌های جانوری در زیستگاه‌های متنوعی زندگی می‌کنند و پراکنش آن‌ها به‌صورت ناهمگون در محیط‌زیست می‌باشد. با پیشرفت در فناوری و صنعتی شدن، منابع صوتی ناشی از فعالیت‌های انسانی به‌طور وسیعی در محیط‌زیست آبی اضافه گردیده است. سرعت صوت در محیط‌های آبی تقریباً پنج برابر محیط‌های خشکی می‌باشد و شواهد بیانگر این موضوع می‌باشد که آلودگی‌های صوتی ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌توانند بر رفتار بسیاری از گونه‌های جانوری تأثیرگذار باشند. به نظر می‌رسد که حساسیت‌پذیری و پاسخگویی به پخش اصوات با پاسخ‌های رفتاری مختص به گونه و همچنین استراتژی‌های ویژه بکار گرفته‌شده توسط گونه در شناگری مرتبط می‌باشد. تاکنون مطالعات و آزمایش‌های کمی در خصوص مقایسه هم‌زمان تغییرات رفتاری مختص به گونه در پاسخ به پخش صوت ماهی‌ها انجام شده است. علاوه بر این، مطالعات انجام‌شده جهت بررسی اثر پخش صوت داده‌های رفتاری به‌صورت تک‌گونه‌ای جمع‌آوری شده است. در اینجا ما استراتژی‌های رفتار شناگری به‌کاربرده شده توسط ماهی زبرا و سیکلید دریاچه ویکتوریا در پاسخ به محرک پخش صوت را مورد بررسی مقایسه‌ای قرار می‌دهیم. پیشنهاد می‌گردد که پخش صوت، پتانسیل تأثیرگذاری بر گونه‌های ماهی‌های مختلف را به روش‌های متفاوت دارا می‌باشد. آزمایش‌های بعدی و تکمیلی در محیط باز و طبیعی نیاز می‌باشد تا تفاوت در پاسخ‌های رفتار شناگری مختص به گونه در ماهی‌ها بررسی و تأیید گردد.

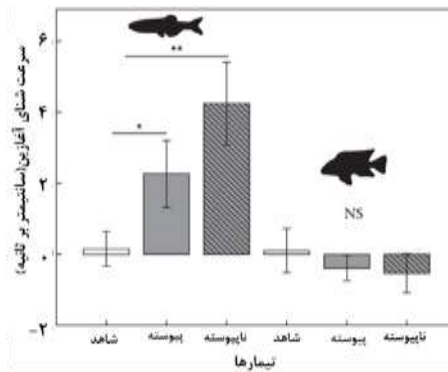
واژگان کلیدی: مختص به گونه، پخش صوت، مطالعات مقایسه‌ای، محیط‌زیست

۱. مقدمه

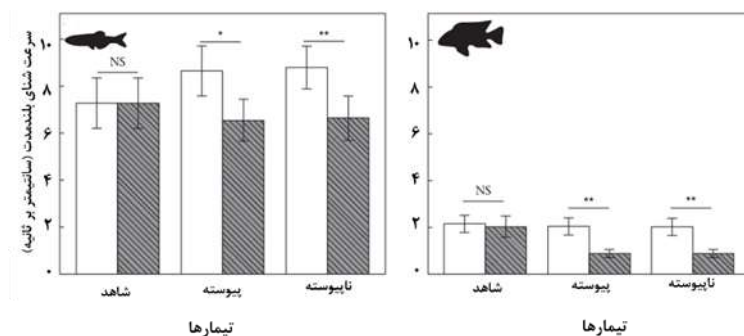
گونه‌های آبزیان با توجه به ویژگی‌ها مورفولوژی، آناتومی، فیزیولوژی و خاستگاه تکاملی در زیستگاه‌های مختلف پراکنش پیدا کرده‌اند. ماهی‌ها همانند سایر جانوران دارای قدرت شنوایی بوده و توانایی درک و دریافت اصوات را جهت برقراری ارتباطات درون‌گونه‌ای، بین‌گونه‌ای و تغذیه‌ای دارا می‌باشند. در دهه‌های اخیر، توجه رو به افزایشی در خصوص پتانسیل اثرگذاری آلودگی‌های صوتی ناشی از فعالیت‌های انسانی در نتیجه توسعه شهری، پیشرفت صنعت، کشاورزی، استخراج منابع طبیعی و فناوری مرتبط با حمل‌ونقل بر رفتار گونه‌های جانوری به‌صورت انفرادی و یا در سطوح بالاتر اجتماعی و بوم‌شناسی جمعیتی معطوف گردیده است (Blickley & Patricelli, 2010; Popper & Hastings, 2009; Slabbekoorn et al., 2010). اگرچه شواهد مطالعات قبلی نشان‌دهنده اثرگذاری اصوات ناشی از فعالیت‌های انسانی بر رفتار جانوران در طبقه‌های مختلف گونه‌ای می‌باشد، نسبتاً مطالعات کمی به‌صورت عملی به بررسی مقایسه‌ای هم‌زمان اثرات اصوات بر رفتار شناگری ماهی‌ها پرداخته شده است (Bruitjens et al., 2016; Shafiei Sabet, Wesdorp, Campbell, Snelderwaard, & Slabbekoorn, 2014; Voellmy, Purser, Flynn, et al., 2014; Voellmy, Purser, Simpson, & Radford, 2016a).

۲. تغییرات رفتار شناگری مختص به گونه در ماهی زبرا و سیکلید دریاچه ویکتوریا

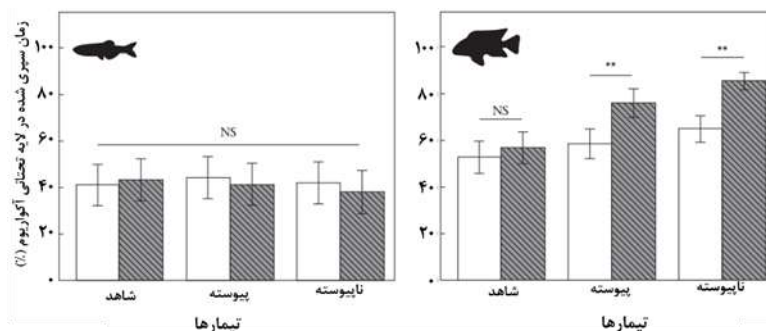
در مطالعه‌ای که توسط (Shafiei Sabet, Wesdorp, Campbell, Snelderwaard, & Slabbekoorn, 2016b) انجام گرفت، بررسی‌های مقایسه‌ای گونه‌ای ماهی زبرا *Danio rerio* و سیکلید دریاچه ویکتوریا *Haplochromis piceatus*، تغییرات رفتار شناگری در پاسخ به تیمارهای صوتی را در سه دسته کلی به شرح ذیل تقسیم‌بندی نمودند:



شکل ۱) افزایش سرعت شای آغازین (ده ثانیه) بلافاصله پس از آغاز پخش صوت، ماهی زبرا *Danio rerio* و سیکلید دریاچه ویکتوریا *Haplochromis piceatus* در پاسخ به تیمارهای صوتی پیوسته، ناپیوسته و شاهد. علائم NS بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها و ستاره‌ها اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطوح *P < 0.05; **P < 0.01 می‌باشند. شکل اقتباس شده با اجازه (Shafiei Sabet et al., 2016b).



شکل ۲) افزایش سرعت شای بلندمدت (یک دقیقه) بلافاصله پس از آغاز پخش صوت، ماهی زبرا *Danio rerio* و سیکلید دریاچه ویکتوریا *Haplochromis piceatus* در پاسخ به تیمارهای صوتی پیوسته، ناپیوسته و شاهد. علائم NS بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها و ستاره‌ها اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطوح *P < 0.05; **P < 0.01 می‌باشند. ستون‌های روشن و تیره به ترتیب بیانگر زمان قبل و بعد از پخش صوت می‌باشند. شکل اقتباس شده با اجازه (Shafiei Sabet et al., 2016b).



شکل ۳) درصد زمان سپری شده در لایه تحتانی آکوستیک (یک دقیقه) بلافاصله پس از آغاز پخش صوت، ماهی زبرا *Danio rerio* و سیکلید دریاچه ویکتوریا *Haplochromis piceatus* در پاسخ به تیمارهای صوتی پیوسته، ناپیوسته و شاهد. علائم NS بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها و ستاره‌ها اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطوح *P < 0.05; **P < 0.01 می‌باشند. ستون‌های روشن و تیره به ترتیب بیانگر زمان قبل و بعد از پخش صوت می‌باشند. شکل اقتباس شده با اجازه (Shafiei Sabet et al., 2016b).

منابع

1. Blickley, J. L., & Patricelli, G. L. (2010). Impacts of anthropogenic noise on wildlife: Research priorities for the development of standards and mitigation. *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 13(4), 274–292. <https://doi.org/10.1080/13880292.2010.524564>
2. Brintjes, R., Purser, J., Everley, K. A., Mangan, S., Simpson, S. D., & Radford, A. N. (2016). Rapid recovery following short-term acoustic disturbance in two fish species. *Royal Society Open Science*, 3(1). <https://doi.org/10.1098/rsos.150686>
3. Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02319.x>
4. Shafiei Sabet, S., Wesdorp, K., Campbell, J., Snelderwaard, P., & Slabbekoorn, H. (2016a). Behavioural responses to sound exposure in captivity by two fish species with different hearing ability. *Animal Behaviour*, 116, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.03.027>
5. Shafiei Sabet, S., Wesdorp, K., Campbell, J., Snelderwaard, P., & Slabbekoorn, H. (2016b). Behavioural responses to sound exposure in captivity by two fish species with different hearing ability. *Animal Behaviour*, 116(May), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.03.027>
6. Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., & Popper, A. N. (2010). A noisy spring: The impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(7), 419–427. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.04.005>
7. Voellmy, I. K., Purser, J., Flynn, D., Kennedy, P., Simpson, S. D., & Radford, A. N. (2014). Acoustic noise reduces foraging success in two sympatric fish species via different mechanisms. *Animal Behaviour*, 89(November 2017), 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.12.029>
8. Voellmy, I. K., Purser, J., Simpson, S. D., & Radford, A. N. (2014). Increased noise levels have different impacts on the anti-predator behaviour of two sympatric fish species. *PLoS ONE*, 9(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102946>

Species-specific behavioural changeses in response to sound exposure by Zebrafish and Lake Victoria Cichlids

Shafiei Sabet, Saeed^{1*}

Department of fisheries, Gaculty of natural resources, University of Guilan

Abstract:

Animals live in a variety of habitats and are hetergenously distributed in the environment. Progress in technology and industrilazation have widely introduced anthtopogenic sound sources in aquatic environments. In water, sound propagates about five times further than in air and increasing evidence suggest that anthropogenic sound can affect the behaviour of a diverse range of animals underwater. It is likely that susceptibility to anthropogenic sound will depend on species-specific behavioural responses and also the particular swimming strategies employed. Yet, a few comparative studies have investigated species-specific behavioural changeses in response to sound exposure simultaneously. Moreover, studies exploring the effect of sound exposure have generally collected data on only a single species. Here, I compared swimming behaviour streategies employed in response to sound exposure by Zebrafish and Lake Vitoria Cichlids. I suggest that sound exposure have the potential to affect swiming behaviour of different species in different ways. Furthure filed-based tests are needed to explore and confirm whether the interspecific differences in swimming behaviour exist in relation to real-world sound sources.

Keywords: *species specific, sound exposure, comparative studies, environment*



استفاده از بیومارهای مغز ماهی به منظور ارزیابی نورو توکسین بودن شیرین کننده مصنوعی آسپارتام

شیرمردانی، آيسان^۱؛ رفیعی، ارس^{۱*}؛ مقدسی، بابک^۲

۱. گروه زیست شناسی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، aysan.shirmardani@yahoo.com

۱. گروه زیست شناسی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، aras_marine_biology@yahoo.com

۲. گروه منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران، babak_moghaddasi@yahoo.com

واژگان کلیدی: آسپارتام، بیومارکر، ماهی کپور، سمیت عصبی، بیان ژن

۱. مقدمه

نورو توکسین (سم عصبی) قادر به تغییر فعالیت طبیعی سیستم عصبی و آسیب دائمی یا برگشت پذیر به این بافت می شود (۱). آسپارتام (Aspartame)، نوعی شیرین کننده مصنوعی غیر ساکاریدی می باشد که استفاده از آن به دلیل هزینه های پایین و کالری کم به طور چشمگیری افزایش یافته است (۲). این شیرین کننده در طول متابولیسم در بدن به فنیل آلانین، اسید آسپارتنیک و متانول شکسته می شود. غلظت بیش از حد فنیل آلانین انتقال اسیدهای آمینه های مهم به مغز را کاهش می دهد. متابولیت های متانول باعث افسردگی و سایر علائم عصبی شده که در نهایت منجر به کما می گردد (۳، ۴). سلول های آستروسیت در تغذیه و حمایت از نورون های مغز و نخاع نقشی حیاتی ایفا می کنند (۵). در آسیب های مغزی-نخاعی، سلول های آستروسیت با افزایش سریع در تولید پروتئین GFAP (Glial fibrillary acidic protein) پاسخ می دهند. بنابراین پروتئین GFAP میتواند بیومارکر افزایش سلولهای آستروسیت مغزی به علت آسیب سلولهای عصبی باشد (۶). MBP ساختار صحیح غلاف میلین را حفظ می کند و در روند میلین سازی اعصاب نقش مهمی دارد. تخریب غلاف میلین به علت سمیت عصبی منجر به ترشح پروتئین های مرتبط با آن همچون MBP می گردد که کاهش عملکرد و تمامیت غشاء عصبی را به دنبال دارد (۷، ۸). این تحقیق به هدف بررسی اثر شیرین کننده آسپارتام بر تغییرات بیان بیومارکرهای MBP و GFAP مرتبط با سمیت سیستم عصبی در ماهیان کپور صورت گرفت.

۲. مواد و روش ها

۲-۱ انتخاب و گروه بندی ماهی های کپور

برای انجام این آزمایش از تعداد ۱۲۰ عدد بچه ماهی با وزن تقریبی ۱۷۶ گرم که از استان مازندران تهیه شده بودند، استفاده شد. ماهی ها به مرکز پژوهش های زیستی پارس منتقل شده و در مخازن حاوی ۵۰ لیتر آب ریخته شدند. پس از سازگاری با شرایط، ماهی ها به صورت اتفاقی به دو گروه شاهد (بدون مجاورت با آسپارتام) و آزمایشی (مجاورت با آسپارتام) تقسیم شدند.

۲-۲ تعیین محدوده کشندگی سم آسپارتام

ماهی ها در گروه های ۸ عددی در معرض غلظت های متنوع از نوروتوکسین ها شامل ۱۲۵ و ۲۵۰ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در ۵۰ لیتر به مدت ۹۶ ساعت قرار گرفتند. در نهایت با ثبت تلفات روزانه، غلظت ۱۲۵ میلی گرم در ۱۵۰ لیتر معادل ۷۵/۱۸ گرم از آسپارتام به عنوان IC_{50} انتخاب گردید. در روز هفتم از هر مخزن ده عدد ماهی به منظور بررسی بیان ژن های مورد نظر انتخاب گردید.

۲-۲ استخراج RNA و ساخت cDNA

برای جمع آوری بافت هدف، قسمت های میانی و جلویی مغز ماهیان جدا گردید. هموژنیزه کردن بافت و استخراج RNA بر طبق پروتوکل کیت استخراج RNA- Plus Solution for total RNA isolation شرکت سیناکلون صورت گرفت. بررسی کیفیت و غلظت RNA استخراج شده به کمک دستگاه نانودراپ و ژل الکتروفورز سنجیده شد. ساخت cDNA با استفاده از کیت Sinaclon first standard cDNA synthesis صورت پذیرفت.

۲-۴ سنجش بیان ژن ها به روش Real time PCR (qPCR)

واکنش qPCR برای تکثیر ژن های MBP و GFAP طبق پروتوکل کیت sinaSYBR blue HS-Qpcr انجام شد. ژن GAPDH نیز به عنوان House keeping استفاده گردید. جدول مقادیر به شرح زیر است.

جدول ۲-۱ (غلظت و حجم مواد مورد استفاده در PCR

شماره	مواد	غلظت نهایی در تیوب	حجم نهایی (ul)
1	SinaSYBR Blue H-qPCR Mix 2x	1x	12.5
2	DNA template	1x	متغیر
۳	primer (F), primer (R)	0.2 μ M	0/5 μ l each
4	H2O	Up to 25 μ l	

پرایمرها به کمک نرم افزار آنالین IDT طراحی شدند. توالی پرایمرها در جدول ۲-۲ مشاهده می شود.

جدول ۲-۲) توالی پرایمرهای مورد استفاده برای ژن های GFAP، MBP و GAPDH

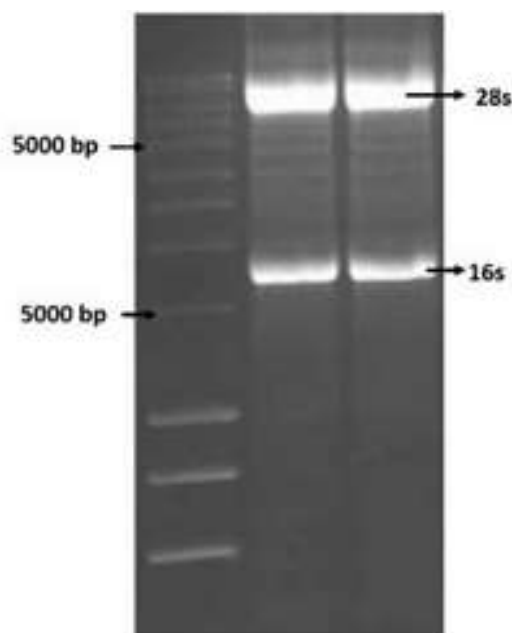
Forward primer (GFAP)	CCAGACTTAACCACTGCCCT
Reverse primer (GFAP)	TTCGAGCGATACCACTCCTC
Forward primer (MBP)	GTGAGCCACTTACTGTCC
Reverse primer (MBP)	CCCAGTCCAAATACCTCATC
Forward primer (GAPDH)	TCAATGGGGATGTGCGTTCA
Reverse primer (GAPDH)	AGGTCACATACACGGTTGCT

۲-۵ آنالیز داده ها

آنالیز داده های با استفاده از نرم افزار آماری GRAPH PAD PRISM انجام گرفت. معنی داری نتایج توسط روش های آماری T-Tests محاسبه گردیدند. ارزش های P کمتر از ۰/۰۵ بعنوان معنی دار در نظر گرفته شد. داده ها بصورت میانگین و خطاهای استاندارد میانگین (SEM) گزارش شدند.

۳. نتایج

۳-۱- کیفیت RNA: غلظت RNA استخراج شده با نانودراپ تعیین گردید به طوری که RNA حاصله در این مطالعه غلظت های 100-400 ng/ μ l داشتند. کیفیت RNA با روش الکتروفورز روی ژل آگارز تعیین شد که مشاهده صحیح باندهای مربوط به دو قطعه ۲۸S و ۱۸S بیانگر صحت استخراج RNA بود.

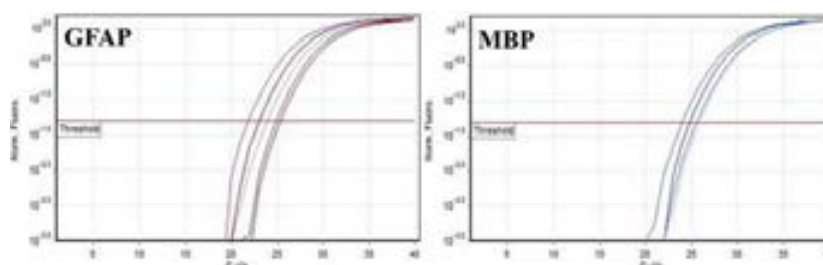


شکل ۳-۱) باندهای ۲۸S و ۱۸S به درستی قابل مشاهده هستند.

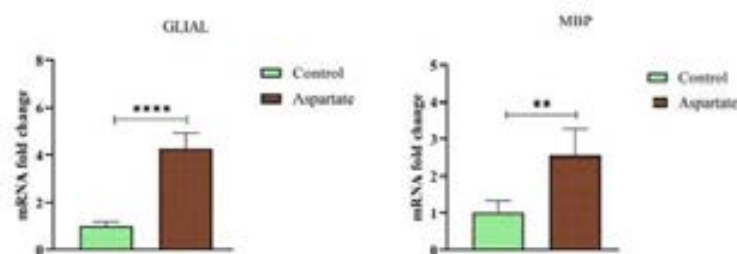
SmartLadder مورد استفاده 200-10,000 bp می باشد.

۲-۳ میزان تغییرات بیان ژن های MBP و GFAP

شکل ۳-۲ نشانگر منحنی های نیمه لگاریتمی تکثیر ژن های MBP و GFAP می باشند. خط آستانه برای تعیین CT در شکل رسم شده است. میانگین عددی CT ها در ژن MBP نسبت به GFAP بیشتر بودند که نشانگر بیان کمتر آن می باشد. بر مبنای میانگین $2^{-\Delta\Delta CT}$ ، افزایش بیان ژن های MBP و GFAP در گروه تیمار با آسپارتام، به ترتیب ۲.۵ و ۴.۲ برابر بدست آمد (شکل ۳-۳) که این میزان معنی دار بود ($P < 0.05$).



شکل ۳-۲) منحنی های تکثیر ژن های MBP و GFAP



شکل ۳-۳) تغییرات بیان ژن های MBP و GFAP در تیمار با آسپارتام نسبت به گروه کنترل.

۴. بحث و نتیجه گیری

در سمیت عصبی (neurotoxicity) عوامل زیستی، شیمیایی یا فیزیکی تأثیر نامطلوبی بر ساختار یا عملکرد سیستم عصبی مرکزی و یا محیطی می گذارند (۹). امروزه استفاده از روش های نوین برای کشف عوارض مزمن سموم شیمیایی بر مکانیسم های ژنتیکی و سلولی موجودات زنده اهمیت به بسزایی دارد. آسپارتام معمولاً به عنوان جایگزین قند در غذاها و نوشیدنی ها مورد استفاده قرار می گیرد ولی مقادیر بالای آسپارتام می

تواند به عنوان نوروتوکسین عمل کرده و سبب بروز عوارضی چون سردرد، بیخوابی و ایجاد اختلال در غلظت کاتکولامین ها در برخی از نواحی مغز گردد (۱۰، ۱۱). امروزه از بیومارکرها به منظور تشخیص بیماری های مختلف عصبی استفاده می کنند. افزایش سطح بیان پروتئین بیومارکر GFAP ارتباط مستقیمی با افزایش سلولهای آستروسیت مغزی به علت آسیب سلول عصبی در محل سمیت این سلول ها دارد (۱۲). همچنین افزایش معنی دار MBP در نمونه های خونی از بیماران آسیب دیده پارانشیم مغزی دیده شده است. بنابراین MBP می تواند مارکر مناسبی برای شناسایی آسیب های مغزی باشد (۱۳). Borg و همکاران میزان MBP خون بیماران دارای آسیب مغزی را بعد از ۳-، ۶-، ۹- ساعت بعد صدمه بررسی کردند و به ترتیب افزایش ۱۸٪، ۴۴٪ و ۵۰٪ از MBP را مشاهده نمودند (۱۴).

این مطالعه برای اولین بار به منظور بررسی میزان بیان بیومارکهای بیماریهای عصبی GFAP و MBP در بافت مغز ماهیان کپور تیمار شده با شیرین کننده آسپارتام انجام گرفته شد. در این تحقیق سعی شد که از ماهی کپور آزاد آبهای شمال کشور بجای ماهی آکواریومی *Danio rerio* معمول در تحقیقات ژنتیکی استفاده گردد زیرا به طور طبیعی و در شرایط عادی احتمال مجاورت با انواع سموم و آلودگی ها را دارد. ماهی ها در مجاورت ۴ غلظت متفاوت از آسپارتام به مدت ۳ روز قرار گرفتند و در نهایت ۷۵.۱۸ گرم از آسپارتام به عنوان IC_{50} انتخاب گردید. به منظور شناسایی اثر مستقیم آسپارتام بر بافت عصبی، استخراج RNA از لوب جلویی و میانی مغز ماهیان انجام گرفت. نتایج حاصل از real time PCR افزایش بیان ۲.۴۴ و ۴.۲ برابر را به ترتیب در ژن های MBP و GFAP نشان داد. بالا رفتن این دو پروتئین در مغز نشانگر آسیب به انواع سلول های عصبی، خصوصاً آستروسیت ها و گلیال ها و نیز تخریب غلاف میلین می باشد (۱۵). لازم به ذکر است که هر دوی این نشانگرها در سرم نیز یافت می شوند و برای تشخیص زودهنگام بسیاری از بیماری های عصبی استفاده می گردند. بنابراین استفاده از نشانگرهای زیستی جدید می تواند برای پیش بینی، تشخیص و نظارت بر سمیت عصبی استفاده شوند که در تشخیص زودهنگام زیست محیطی و بالینی ارزشمند می باشند.

منابع

1. Budny JA. Book Review: Encyclopedia of Toxicology. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA; 2015.
2. Zafar T, Naik Q, Shrivastava V. Aspartame: effects and awareness. MOJ Toxicol. 2017;3(2):23-6.
3. Aziz MH, Agrawal AK, Adhami VM, Ali MM, Baig MA, Seth PK. Methanol-induced neurotoxicity in pups exposed during lactation through mother: Role of folic acid. Neurotoxicology and teratology. 2002;24(4):519-27.
4. Love S, Perry A, Ironside J, Budka H. Greenfield's Neuropathology-Two Volume Set: CRC Press. ۲۰۱۸ ;
5. Sofroniew MV. Astrocyte barriers to neurotoxic inflammation. Nature Reviews Neuroscience. 2015;16(5):249-63.
6. Liddelow SA, Guttenplan KA, Clarke LE, Bennett FC, Bohlen CJ, Schirmer L, et al. Neurotoxic reactive astrocytes are induced by activated microglia. Nature. 2017;541(7638):481-7.
7. Zhang J, Sun X, Zheng S, Liu X, Jin J, Ren Y, et al. Myelin basic protein induces neuron-specific toxicity by directly damaging the neuronal plasma membrane. PloS one. 2014;9(9):e108646.
8. Vallières N, Berard JL, David S, Lacroix S. Systemic injections of lipopolysaccharide accelerates myelin phagocytosis during Wallerian degeneration in the injured mouse spinal cord. Glia. 2006;53(1):103-13.
9. Pellacani C, Eleftheriou G. Neurotoxicity of antineoplastic drugs: Mechanisms, susceptibility, and neuroprotective strategies. Advances in Medical Sciences. 2020;65(2):265-85.

10. Choudhary AK, Lee YY. Neurophysiological symptoms and aspartame: What is the connection? *Nutritional neuroscience*. 2018;21(5):306-16.
11. Okasha EF. Effect of long term-administration of aspartame on the ultrastructure of sciatic nerve. *Journal of microscopy and ultrastructure*. 2016;4(4):175-83.
12. Klemens J, Ciurkiewicz M, Chludzinski E, Iseringhausen M, Klotz D, Pfankuche V, et al. Neurotoxic potential of reactive astrocytes in canine distemper demyelinating leukoencephalitis. *Scientific reports*. 2019;9(1):1-16.
13. Wąsik N, Sokół B, Hołysz M, Mańko W, Juszkat R, Jagodziński PP, et al. Serum myelin basic protein as a marker of brain injury in aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Acta Neurochirurgica*. 2020;162(3):545-52.
14. Borg K, Bonomo J, Jauch EC, Kupchak P, Stanton EB, Sawadsky B. Serum levels of biochemical markers of traumatic brain injury. *International Scholarly Research Notices*. ۲۰۱۲;۲۰۱۲ .
15. Roberts RA, Aschner M, Calligaro D, Guilarte TR, Hanig JP, Herr DW, et al. Translational biomarkers of neurotoxicity: a health and environmental sciences institute perspective on the way forward. *Toxicological Sciences*. 2015;148(2):332-40.

Use fish brain biomarkers to assess the neurotoxicity of aspartame artificial sweetener

Shirmardani, Aisan¹; Rafiee, Aras^{1 *}; Moghadasi, Babak²

1. Department of Biology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Department of Natural Resources, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran

Abstract:

Numerous studies have been conducted to investigate the physiological and genetic changes of aquatic organisms in the presence of neural toxins. This project is the first investigation assessing the effects of artificial sweetener, aspartame, on expression changes of biomarkers associated with neurotoxins (GFAP, MBP) in *Cyprinus carpio* brain tissue. Among the 4 different concentrations of aspartame, ۷۸.۱۵g/l was finally selected as IC50. RNA was extracted from brain tissue. The results of an average expression obtained from qPCR indicated an increase of 3.1 and 4.9 of MBP and GFAP genes respectively in aspartame group in comparison to control. Elevated levels of these two proteins in brain suggest the probability of aspartame neurotoxicity and its damages on variety of nerve cells, as well as the destruction of the myelin sheath. Identifying and monitoring nerve damage using biomarkers can make it easier to diagnose injuries earlier than current methods and provide an opportunity to develop future treatments.

Keywords: Aspartame, Biomarker, Common carp, Neurotoxicity, Gene expression



تغییرات بیان بیومارکرهای مرتبط با سمیت سیستم عصبی (GFAP و MBP) در ماهیان کپور تیمار شده با طعم دهنده خوراکی مونوسدیم گلوتامات

شیرمردانی، آيسان^۱؛ رفیعی، ارس^{۱*}؛ مقدسی، بابک^۲

۱. گروه زیست‌شناسی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، aysan.shirmardani@yahoo.com

۱. گروه زیست‌شناسی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، aras_marine_biology@yahoo.com

۲. گروه منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران، babak_moghaddasi@yahoo.com

واژگان کلیدی: مونوسدیم گلوتامات، بیومارکر، سمیت عصبی، بیان ژن

۱. مقدمه

اکوسیستم‌های دریایی حاوی مقادیر بالایی از نوروتوکسین‌ها (سموم عصبی) هستند که ساختارهای شیمیایی و عملکردهای متنوعی دارند (۱). مونوسدیم گلوتامات (MSG) در پخت و پز به عنوان تقویت‌کننده طعم غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲). مطالعات بالینی ارتباط MSG را با سمیت عصبی، تغییرات رفتاری، آسیب دیدگی مغزی و بیماری پارکینسون نشان می‌دهند (۳). افزایش میزان گلوتامات در مغز منجر به آسیب مغزی، کم‌خونی مغزی، انهدام مزمن سلول‌های عصبی و صرع می‌گردد (۴). آستروسیت‌ها فراوان‌ترین نوع سلول درون سیستم عصبی مرکزی بوده و نقش اساسی در حفاظت از آن دارند. تحقیقات ایمونوهیستوشیمی نشان داده‌اند که پروتئین Glial fibrillary acidic protein (GFAP) بیومارکر مناسبی برای برای توصیف تغییرات آستروسیت‌ها می‌باشد (۵). افزایش تعداد آستروسیت، پاسخ متداول مغز به نوروتوکسین‌ها بوده که هم‌راستا با افزایش بیان GFAP به عنوان بیومارکر سمیت عصبی می‌باشد (۵-۸). بیشترین پروتئین درون غلاف میلین را پروتئین اصلی میلین (MBP) Myelin basic protein تشکیل می‌دهد که به بقای ساختار آن کمک می‌کند (۹، ۱۰). بالا بودن میزان MBP در مایع مغزی نخاعی می‌تواند بیومارکری در تشخیص بیماران مبتلا به تومور مغزی و یا احتمال سرطان باشد (۷، ۱۱). بنابراین تحقیق حاضر به منظور مطالعه اثر احتمالی نوروتوکسین بودن مونوسدیم گلوتامات با تکیه بر تغییرات بیان بیومارکر GFAP و MBP در ماهیان کپور انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱ گروه بندی ماهی‌های کپور و انتخاب غلظت‌های مناسب نوروتوکسین

برای انجام مطالعات آزمایشگاهی از ماهی‌های کپور (*Cyprinus Carpio*) با وزن متوسط ۱۷۶ گرم که از استان مازندران خریداری شده بود، استفاده شده و سپس به کارگاه مرکز پژوهش‌های زیستی پارس منتقل شدند. ماهیان به منظور سازگاری با شرایط آزمایشگاهی به مدت یک هفته در آکواریوم قرار گرفتند و سپس تعداد ۱۲۰ عدد بچه ماهی انتخاب و در مخازن حاوی ۵۰ لیتر آب ریخته شدند. آزمایش در ۲ تیمار

کلی و در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی اجرا شد. هر تیمار شامل ۱۰ عدد ماهی، متشکل از گروه شاهد (هیچ افزودنی به آب آن اضافه نشد) و گروه در معرض سم آسپاراتام بودند.

به منظور تعیین میزان IC_{50} ، ماهی‌ها در گروه‌های ۸ عددی در معرض غلظت‌های متنوع از مونو سدیم گلوتمات شامل ۱۲۵ و ۲۵۰ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در ۵۰ لیتر به مدت ۹۶ ساعت قرار گرفتند. در طی این آزمایش از غذا دهی به ماهی‌ها خودداری و با ثبت تلفات روزانه غلظت IC_{50} محاسبه گردید. در نهایت غلظت ۱۲۵ میلی گرم در ۱۵۰ لیتر معادل ۵.۳۷ گرم از مونو سدیم گلوتمات برای ادامه آزمایش انتخاب گردید. در روز هفتم از هر مخزن ده عدد ماهی انتخاب و سپس آزمایشات مرتبط با بررسی بیان ژن‌های مورد نظر صورت پذیرفت.

۲-۲ استخراج RNA و انجام واکنش RT-PCR

به منظور جمع‌آوری بافت هدف، ابتدا از قسمت‌های میانی و جلویی مغز ماهیان نمونه‌گیری شد و به منظور هموژنیزه شدن بافت‌ها، ۴۰۰ ماکرولیتر از بافر لیزکننده کیت استخراج RNX- Plus Solution for total RNA isolation شرکت سیناکلون به آن اضافه گشت. استخراج RNA با توجه به پروتوکول کیت انجام گرفت. بررسی کیفیت و غلظت RNA استخراج شده به کمک دستگاه نانودراپ و ژل الکتروفورز سنجیده شد. ساخت cDNA با استفاده از کیت first standard cDNA synthesis شرکت سیناکلون صورت پذیرفت. تمامی مراحل طبق دستور العمل تولید کننده انجام گرفت.

۳-۲ انجام Real Time PCR (q-PCR)

در این پژوهش واکنش Real time PCR با کمک کیت sinaSYBR blue HS-Qpcr انجام شد. پرایمرها به کمک نرم افزار آنالیز IDT طراحی شدند که به شرح زیر است.

جدول (۲-۱) توالی پرایمرهای دو ژن GFAP و MBP

Forward primer (GFAP)	CCAGACTTAACCACTGCCCT
Reverse primer (GFAP)	TTCGAGCGATAACCACTCCTC
Forward primer (MBP)	GTGAGCCACTTACTGTTCC
Reverse primer (MBP)	CCCAGTCCAAATACCTCATC
Forward primer (GAPDH)	TCAATGGGGATGTGCGTTCA
Reverse primer (GAPDH)	AGGTCACATACACGGTTGCT

مقادیر آزمایش q-PCR در جدول ۲-۲ آورده شده است.

جدول (۲-۲) غلظت و حجم مواد مورد استفاده در q-PCR

مواد	حجم	غلظت نهایی
SinaSYBR Blue H-qPCR Mix 2x	12.5	1x
پرایمر forward	0/5 μ l	0.2 μ M
پرایمر reverse	0/5 μ l	0.2 μ M
DNA template	متغیر	20 ng
DEPC water	Up to 25 μ l	

۴.۲ آنالیز داده‌ها

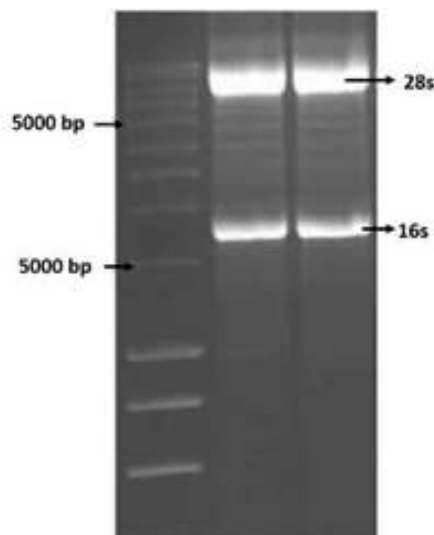
آنالیز و ترسیم نمودارهای داده‌های با استفاده از نرم افزار آماری GRAPHPAD PRISM (GraphPad Software Inc, San Diego, CA, USA) انجام گرفت. معنی داری نتایج توسط روش‌های آماری T-Tests محاسبه گردیدند. ارزش‌های P کمتر از ۰/۰۵ به عنوان معنی دار بودن در نظر گرفته شد. داده‌ها بصورت میانگین و خطاهای استاندارد میانگین (SEM) گزارش شدند.

۳. نتایج

۱.۳ نتایج استخراج RNA:

غلظت RNA های استخراج شده توسط دستگاه نانودراپ بین 100-400 ng/μl بودند. سنجش کیفیت RNA از روش الکتروفورز روی ژل آگارز، باندهای مربوط به دو قطعه ۲۸ s و ۱۸ s را نشان داد که صحت استخراج RNA را نشان می دهد.

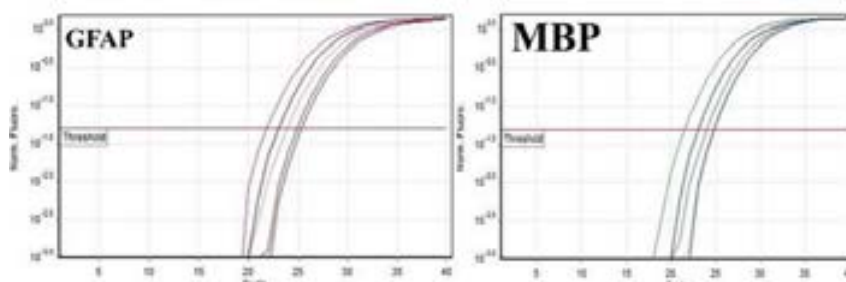
شکل ۱-۳- باندهای ۲۸s و ۱۸s به درستی قابل مشاهده هستند. SmartLadder در ستون سمت چپ می باشد.



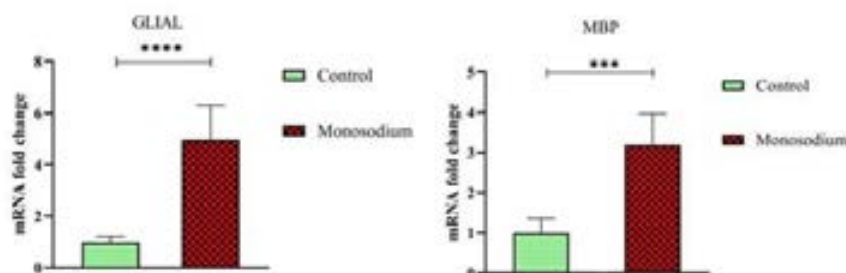
شکل ۱-۳- باندهای ۲۸s و ۱۸s به درستی قابل مشاهده هستند. SmartLadder در ستون سمت چپ می باشد.

۲.۳ بررسی تغییرات بیان ژن های MBP و GFAP

نمودار نیمه لگاریتمی از تکثیر ژن ها در شکل ۲-۳ مشاهده می شود. افزایش فلورسانس همراه با تعداد سیکل ها در نمونه های مختلف نشان داده شده است. خط آستانه برای تعیین سیکل آستانه (ct) نشان داده شده است. افزایش بیان (میانگین $2^{-\Delta\Delta CT}$) ژن های MBP و GFAP در گروه تیمار مونوگلوتامات به ترتیب ۳.۱ و ۴.۹ برابر افزایش یافته و معنی دار ($P < 0.05$) می باشد (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- نمودارهای نیمه لگاریتمی تکثیر دو ژن MBP و GFAP



شکل ۳-۳- تغییرات بیان ژن های Glial و MBP در تیمار با مونوسدیم گلوتامات نسبت به گروه کنترل.

۴. نتیجه گیری و بحث

مطالعات فراوانی در جهت بررسی تغییرات فیزیولوژیکی و ژنتیکی موجودات آبی در مواجهه با سموم عصبی در بسیاری از نقاط جهان صورت پذیرفته است (۱۲). مونو سدیم گلوتمات (MSG) به عنوان طعم دهنده باعث تشدید طعم گوشتی و خوش طعم غذا می گردد. Beas-Zarate و همکاران به بررسی اثرات سمی MSG بر انحطاط عصبی در رت های ویستار پرداختند. رت ها دچار ۱۱.۵٪ انحطاط در هیپوکامپ مغز و تغییر در فرم ستون فقرات شدند (۳). همچنین خوراندن MSG به موش های رت منجر به کاهش ۳۱٪ از cyclic-AMPK در هیپوکامپوس مغز و نیز تخریب کورتکس مغز گردید (۱۳). تزریق ۵mg از این ماده به مدت ۳۰ روز منجر به افزایش پروتئین Bax، افزایش آپوپتوز در سولهای عصبی مغز و مخچه می گردد (۱۴، ۱۵). امروزه از بیومارکرهای متعددی به منظور تشخیص زودهنگام سمیت عصبی و دیگر بیماریها استفاده می کنند (۱۶). تحقیقات ایمونوهیستوشیمی، ارتباط افزایش پروتئین بیومارکر GFAP (Glial fibrillary acidic protein) را در حین افزایش سلول های آستروسیت مغزی به علت آسیب به نورون ها و گلیال ها نشان دادند. پروتئین اصلی میلین (MBP) بیومارکری بالقوه برای بیماری های سیستم عصبی مرکزی است که در آن غلاف میلین از بین می رود. سطح پروتئین MBP در مایع مغزی نخاعی بیماران مبتلا به نوروتراوما، بیماری های عصبی مزمن و سرطان مغز افزایش می یابد (۱۱). Kaushal و همکاران با خوراندن سم عصبی آرسنیک به موش ها، متوجه افزایش بیان MBP در ماده سفید مغز شدند (۱۷). این تحقیق برای اولین بار به منظور بررسی اثرات افزودنی غذایی مونوسدیم گلوتمات بر تغییرات بیان بیومارکرهای مرتبط با سمیت سیستم عصبی (GFAP و MBP) موجود در بافت مغز ماهیان کپور انجام شده است. از آنجایی که ماهیان کپور از آبهای آزاد شمال کشور صید شدند، بنابراین امکان قرار گرفتن آنها در مجاورت انواع سموم، بسیار محتمل تر از ماهیان آکواریومی همچون *Danio rerio* می باشد که دلیل بر انتخاب این ماهی در تحقیق پیش رو می باشد. از میان ۴ غلظت متفاوت از مونو سدیم گلوتمات، در نهایت 5.37 گرم به عنوان IC_{50} انتخاب گردید. هر دو بیومارکر MBP و GFAP در سرم و سیستم عصبی مرکزی یافت می شوند. در این مطالعه که به منظور بررسی تغییرات بیان بیومارکرها در CNS بوده است، استخراج RNA از بافت مغز صورت گرفت. نتایج حاصل از میانگین $2^{-\Delta\Delta CT}$ بدست آمده از qPCR دلالت بر افزایش ۳.۱ و ۴.۹ برابر از ژن های MBP و GFAP در گروه مونوسدیم گلوتمات نسبت به کنترل داشت. بالا رفتن این دو پروتئین در مغز نشانگر بر احتمال نوروتوکسین بودن افزودنی مونوسدیم گلوتمات و آسیب به انواع سلول های عصبی و نیز تخریب غلاف میلین دارد (۷). وقایع مرتبط با سمیت های عصبی حتی ناچیز، ممکن است با استفاده از متدولوژی های کنونی، قابل تشخیص نباشند. شناسایی و نظارت بر آسیبهای عصبی با استفاده از نشانگرهای زیستی می تواند تشخیص صدمات را زودتر از روشهای فعلی تسهیل نماید که فرصتی را برای توسعه درمانهای آینده فراهم خواهد کرد.

منابع

1. Heusinkveld HJ, Westerink RH. Comparison of different in vitro cell models for the assessment of pesticide-induced dopaminergic neurotoxicity. *Toxicology in Vitro*. 2017;45:81-8.
2. Zangfrescu A, Ungurianu A, Tsatsakis AM, Nițulescu GM, Kouretas D, Veskoukis A, et al. A review of the alleged health hazards of monosodium glutamate. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2019;18(4):1111-34.
3. Kazmi Z, Fatima I, Perveen S, Malik SS. Monosodium glutamate: Review on clinical reports. *International journal of food properties*. 2017;20(sup2):1807-15.
4. Meldrum BS. Glutamate as a neurotransmitter in the brain: review of physiology and pathology. *The Journal of nutrition*. 2000;130(4):1007S-15S.

5. Klemens J, Ciurkiewicz M, Chludzinski E, Iseringhausen M, Klotz D, Pfankuche V, et al. Neurotoxic potential of reactive astrocytes in canine distemper demyelinating leukoencephalitis. *Scientific reports*. 2019;9(1):1-16.
6. O'Callaghan JP, Sriram K. Glial fibrillary acidic protein and related glial proteins as biomarkers of neurotoxicity. *Expert opinion on drug safety*. 2005;4(3):433-42.
7. Roberts RA, Aschner M, Calligaro D, Guilarte TR, Hanig JP, Herr DW, et al. Translational biomarkers of neurotoxicity: a health and environmental sciences institute perspective on the way forward. *Toxicological Sciences*. 2015;148(2):332-40.
8. Liddelow SA, Guttenplan KA, Clarke LE, Bennett FC, Bohlen CJ, Schirmer L, et al. Neurotoxic reactive astrocytes are induced by activated microglia. *Nature*. 2017;541(7638):481-7.
9. Aschner M, Costa LG. *Environmental factors in neurodevelopmental and neurodegenerative disorders*: Academic press; 2015.
10. Kierszenbaum AL, Tres L. *Histology and Cell Biology: an introduction to pathology E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2015.
11. Zavialova M, Shevchenko V, Nikolaev E, Zgoda V. Is myelin basic protein a potential biomarker of brain cancer? *European Journal of Mass Spectrometry*. 2017;23(4):192-6.
12. Khan A, Hingre J, Dhamoon AS. Manganese Neurotoxicity as a Complication of Chronic Total Parenteral Nutrition. *Case Reports in Neurological Medicine*. 2020;2020.
13. Hashem HE, Safwat ME-D, Algaidi S. The effect of monosodium glutamate on the cerebellar cortex of male albino rats and the protective role of vitamin C (histological and immunohistochemical study). *Journal of molecular histology*. 2012;43(2):179-86.
14. Sadek K, Abouzed T, Nasr S. Lycopene modulates cholinergic dysfunction, Bcl-2/Bax balance, and antioxidant enzymes gene transcripts in monosodium glutamate (E621) induced neurotoxicity in a rat model. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 2016;94(4):394-401.
15. Onaolapo OJ, Onaolapo AY, Akanmu M, Gbola O. Evidence of alterations in brain structure and antioxidant status following 'low-dose' monosodium glutamate ingestion. *Pathophysiology*. 2016;23(3):147-56.
16. Ashton NJ, Hye A, Rajkumar AP, Leuzy A, Snowden S, Suárez-Calvet M, et al. An update on blood-based biomarkers for non-Alzheimer neurodegenerative disorders. *Nature Reviews Neurology*. 2020:1-20.
17. Kaushal P, Mehra RD, Dhar P. Curcumin induced up-regulation of Myelin basic protein (MBP) ameliorates sodium arsenite induced neurotoxicity in developing rat cerebellum. *Journal of the Anatomical Society of India*. 2014;63(1):3-11.

Expression changes of biomarkers GFAP and MBP associated with neurotoxicity of the nervous system in carp fishes treated with monosodium glutamate flavor

Shirmardani, Aisan¹; Rafiee, Aras^{1 *}; Moghadasi, Babak²

1. Department of Biology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Department of Natural Resources, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran

Abstract

Biological markers can be used to predict and monitor neurotoxicity as well as many other diseases, which is valuable in early diagnosis. This study has been one of the first attempts to examine the expression of neuro biomarkers in the brain tissue of Common carp treated with monosodium glutamate. The fishes were placed in 4 different concentrations of monosodium glutamate for 3 days, and finally 37.5 g/l was selected as IC50. RNA was extracted from the anterior and middle lobes of the fish's brain. The results of real time PCR showed an over expression of 3.1 and 4.9 in the MBP and GFAP biomarkers, respectively. An increase of these two proteins indicates the damage of variety nerve cells, especially astrocytes and neuroglia, as well as the destruction of the myelin sheath surrounds nerve cell axons.

Keywords: *Monosodium glutamate, Biomarker, Neurotoxicity, Gene expression*



بررسی غلظت رسوب معلق در دلتای هندیجان با استفاده از تکنیک سنجش از دور

شیرین منش، سعیده^{۱*}؛ صدری نسب، مسعود^۲؛ سیادت موسوی، سید مصطفی^۳؛ کرمی‌خانیکی، علی^۴؛ اشتری لرکی، امیر^۵

۱. دکتري، فيزيك دريا، دانشكده علوم دريائي، دانشگاه علوم و فنون دريائي خرمشهر، خرمشهر. masoud.sadri@gmail.com

۲. دانشيار، دانشكده محيط زيست، دانشگاه تهران، تهران. masoud.sadri@gmail.com

۳. استاديوار، دانشكده مهندسي عمران، دانشگاه علم و صنعت، تهران. mostafa.siadat@gmail.com

۴. دانشيار، پژوهشكده حفاظت خاک و آبخيزداري، تهران. akk7239@yahoo.com

۵. استاديوار، دانشكده علوم دريائي، دانشگاه علوم و فنون دريائي خرمشهر، خرمشهر. 70Amir@gmail.com

واژگان کلیدی: الگوریتم، غلظت رسوب معلق، لندست ۸، دلتای هندیجان، خلیج فارس

۱. مقدمه

دلتاها آخرین محل استحصال آب شیرین بوده و حوادث هر گونه سازه دريائي اثرات قابل ملاحظه‌اي بر فرآيندهاي هيدروديناميكي رسوب منطقه خواهد داشت. بنابر اين مطالعه نحوه انتقال رسوب حاکم بر منطقه مورد مطالعه در تعيين هندسه و شکل سواحل و مصبها بسيار مفيد و لازم ميباشد. تصاویر ماهواره‌اي قابليت آشکارسازی تغييرات بسياري از پديدهها از جمله غلظت رسوب معلق سطحي در سواحل دارند. برای استفاده از اين قابليت برای مکانهای کوچک مانند دلتای رودخانه نمیتوان از الگوریتمهای جهانی برای تخمین پارامترهای فیزیکی استفاده کرد. الگوریتم حاکم بر غلظت رسوب معلق تولید شده با توجه به شرایط اقلیمی، جزرومد، امواج، توپوگرافی بستر و نوع رسوبات رودخانه و دلتای محل مورد مطالعه، كاملاً منحصر به فرد می‌باشد و لزوماً در مناطق دیگر کاربرد ندارد. بنابر این با توجه به شرایط محیطی هر منطقه الگوریتمی تهیه می‌شود که تنها می‌توان از آن برای یافتن غلظت رسوب معلق از داده‌های سنجش از دوری در همان منطقه بهره برد. از این رو انتخاب تصویر ماهواره‌ای و سنجش کارایی تصاویر، انتخاب نوع باند و روش تصحیح اتمسفری داده‌های ماهواره‌ای جهت دستیابی به الگوریتم حاکم بر غلظت رسوب معلق هر منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است. روش بهینه جهت یافتن مدل محلی غلظت رسوب معلق، استفاده از داده‌های میدانی جمع‌آوری شده در زمان تصویربرداری ماهواره‌ای است. Ritchie و همکارش در سال ۱۹۸۸، با استفاده از داده‌های میدانی برداشت شده از رودخانه می‌سی‌سی‌پی در ۲۷ روز عبور ماهواره لندست MSS و مقایسه بازتابش ۱۴ تصویر با میزان غلظت رسوب معلق روی سطح آب به رابطه رگرسیونی خطی و چندجمله‌ای با ضریب تعیین $R^2 = 0.8$ و خطای میانگین ریشه مربعات $RMSE = 4.0$ میلی گرم بر لیتر دست پیدا کردند. این تحقیق نشان داد که در غلظت‌های بین ۵۰ تا ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر می‌توان از تصاویر ماهواره لندست MSS بهره برد (Ritchie و Cooper، ۱۹۸۸). Ritchie و همکارش در سال ۲۰۰۰ نشان دادند که بین تصاویر دریافت شده در طول موج‌های مختلف با غلظت رسوب معلق هر منطقه همبستگی وجود دارد و میتوان از این باندها جهت تخمین و ارزیابی میزان غلظت رسوب معلق سطح آب استفاده کرد (Ritchie و Schiebe، ۲۰۰۰). الگوریتم حاکم بر غلظت رسوب معلق، تابع انتخاب بهینه تصاویر ماهواره‌ای است. Teodoro و همکارش در سال ۲۰۰۷، با استفاده از تصاویر ماهواره ASTER و TERRA و اندازه‌گیری میدانی در ساحل پرتغال توانستند رابطه تجربی بین بازتابش سطح آب در باند مرئی و مادون قرمز و غلظت رسوب معلق، برآورد کنند. بیش‌ترین مقدار همبستگی بین بازتابش در طول موج

بین ۵۰۰ تا ۹۰۰ نانومتر و غلظت رسوب به دست آمده توسط عملیات میدانی در مدل رگرسیون خطی و چندجمله‌ای نسبت به بقیه مدل‌ها بود. آنها نشان دادند که برای محاسبه غلظت رسوب معلق از تصاویر ماهواره‌ای، استفاده از اطلاعات یک باند خاص کافی نمی‌باشد (Teodoro و Gomes, ۲۰۰۷). مطالعه کیفیت آب دریا توسط تصاویر ماهواره‌ای نیازمند تصاویری است که با دقت بالایی تصحیح اتمسفری شده باشند و تخمین درستی از ذرات معلق بالای اتمسفر داشته باشند. در این راستا مدل‌هایی جهت تصحیح اتمسفری تصاویر حاوی آب‌های با کدورت بالا، ارائه شده است. در دلتای هندوچان تا کنون الگوریتم غلظت رسوب معلق با استفاده از تصاویر ماهواره لندست-۸ ارائه نشده است. در این تحقیق با استفاده از داده‌های میدانی غلظت رسوب معلق و داده‌های تصحیح شده تصاویر SWIR ماهواره لندست-۸، و انجام آزمون‌های آماری مختلف، الگوریتم جدیدی برای تخمین غلظت رسوب معلق در دلتای هندوچان ارائه گردید که می‌توان با استفاده از آن تغییرات غلظت رسوب را در فصولی که اندازه‌گیری وجود ندارد، و در کل سال تعیین کرد. نتایج این تحقیق می‌تواند برای مدیران و برنامه‌ریزان منابع طبیعی ساحلی، و محققین دانشگاهی مورد استفاده قرار گیرد. (جدول ۱) مشخصات جدول (فونت B mitra 10) و (Times new roman 8)

۲. مواد و روش‌ها

عملیات میدانی هم‌زمان با گذر ماهواره لندست-۸، طی دو مرحله نمونه‌برداری در تاریخ‌های ۱ اسفند ۱۳۹۴ و ۱۸ بهمن ۱۳۹۵ در مجموع ۶۴ ایستگاه نشان‌گذاری شده به وسیله دستگاه GPS در دلتای هندوچان انجام شد. شرایط بهینه انجام نمونه‌برداری میدانی زمانی است که بیشترین تغییرات در سرعت و جهت آب و همچنین میزان جابه‌جایی رسوب در سطح آب را شاهد باشیم. لذا تاریخ ۱ اسفند ۱۳۹۴ (مه‌کشند) و ۱۸ بهمن ۱۳۹۵ (که‌کشند) برای این هدف انتخاب شد. مقادیر غلظت رسوب معلق هر ایستگاه در آزمایشگاه به روش استفاده از روش وزن فیلتر خشک به دست آمد. تصحیح اتمسفری تصاویر به روش‌های مختلف انجام شد. در نهایت با مقایسه مقادیر بازتابش به دست آمده و مقادیر غلظت رسوب معلق اندازه‌گیری شده، الگوریتم SWIR که از باندهای ۶ و ۷ ($1609nm$ و $2201nm$) ماهواره لندست-۸ استفاده می‌کند (Vanhellemont و Ruddick, ۲۰۱۵) به عنوان بهترین روش تصحیح اتمسفری در منطقه دلتای هندوچان انتخاب شد. به این ترتیب مقادیر بازتابش خالص سطحی تصاویر SWIR استخراج شدند. آزمون نرمال توزیع مشاهدات با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف انجام شد. الگوریتم حاکم بر غلظت رسوب معلق در دلتای هندوچان در مرحله اول با مقایسه مقدار ضریب تعیین R^2 و ضریب همبستگی r تعیین شد. در صورتی که این مقادیر نزدیک به هم باشند، مقایسه نتایج با استفاده از آماره P ، آماره t ، پارامتر خطای استاندارد و معیار آکائیک انجام می‌شود. به این ترتیب الگوریتم محلی غلظت رسوب معلق در دلتای هندوچان حاصل شد. معنی‌داری ضرایب معادله رگرسیون با استفاده از آزمون t و آماره P مورد بررسی قرار گرفت. اعتبارسنجی مدل با روش LOOCV (leave-one-out cross-validation) انجام شد. الگوریتم به دست آمده بر تصاویر ماهواره لندست-۸ در روزهای ۱ اسفند ۹۴ و ۱۸ بهمن ۹۵ برازش داده شد و نقشه غلظت رسوب معلق در دلتای هندوچان تولید شد. برآورد تغییرات غلظت رسوب معلق سطحی در دلتا، به وسیله رسم سه پروفایل حدود ۱۲ کیلومتری عمود بر ساحل شمالی، دهانه رودخانه و ساحل جنوبی به سمت دریا بر روی نقشه‌های غلظت رسوب معلق انجام شد.

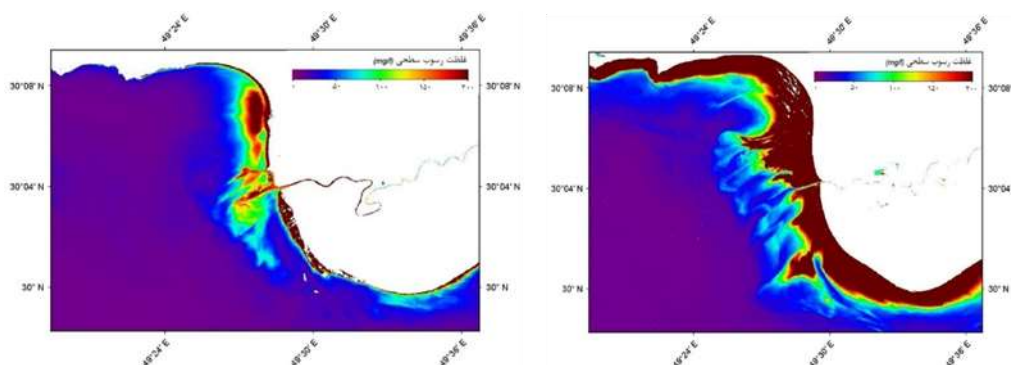
۳. نتایج

نتایج به دست آمده نشان داد که غلظت رسوب معلق در مجموع هر دو نمونه‌برداری برای ۶۴ ایستگاه در دلتای هندوچان $1 \pm 740 mg/l$ بوده است. ایستگاه‌هایی که مقادیر بازتابش بالاتری داشتند، دارای مقادیر غلظت رسوب معلق اندازه‌گیری شده بیشتری بودند ($370 mg/l$ - $150 mg/l$). این امر برای مقادیر پایین بازتابش سطحی نیز صادق است ($33 mg/l$ - $12 mg/l$). همچنین به طور کلی نقاطی که دارای غلظت بالای رسوب بودند (مقادیر بازتابش اکثر نقاط اندازه‌گیری شده در این محدوده قرار گرفته است)، مقدار بازتابش از سطح آب در باند ۴ ($655nm$) بیشتری داشته‌اند. کمترین میزان بازتابش از سطح آب در باند ۵ ($865nm$) مشاهده شد. آزمون نرمال مقادیر بازتابش در باند ۴ و باند ۵ تصویر ماهواره لندست-۸ و مقادیر غلظت رسوب اندازه‌گیری شده، نشان داد که مقدار معیار تصمیم آماره P از سطح معنی‌دار ۰/۰۵ بیشتر است. توزیع مقادیر بازتابش در باند ترکیبی $R_{rs}(655) + R_{rs}(865)$ از توزیع نرمال گوسی پیروی کرده است. در آزمون همبستگی،

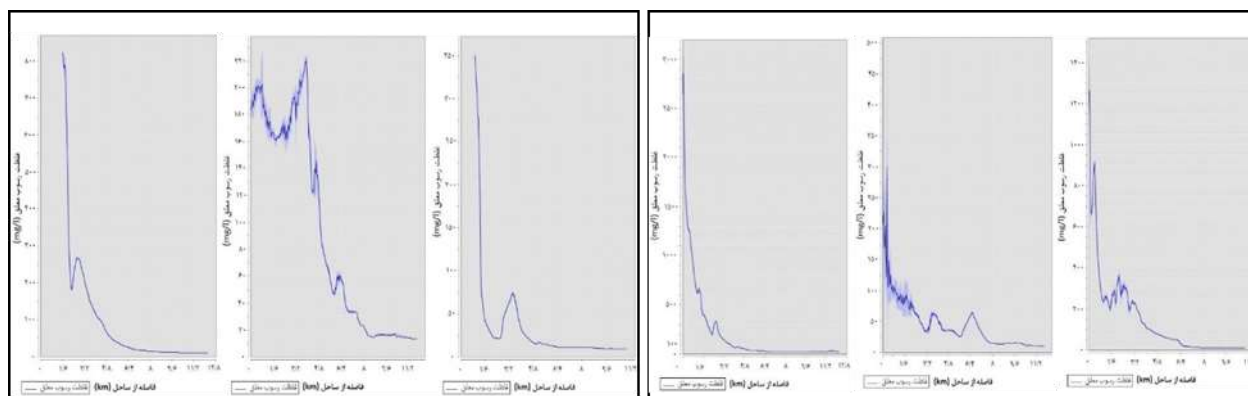
مقدار آماره P کمتر از 0.05 به دست آمد. در نتیجه همبستگی بین مقادیر غلظت رسوب معلق اندازه‌گیری شده با باند ۵ و همچنین با باندهای ترکیبی ماهواره لندست ۸ به صورت تصادفی نبوده است. مقدار ضریب تعیین R^2 و ضریب همبستگی r در معادلات انتخابی بسیار نزدیک به هم بود. همچنین مقدار آماره P تمام معادلات کمتر از 0.01 به دست آمد. از میان معادلات بررسی شده، معادله نمایی (۱) دارای مقدار آماره F بیشتر و خطای استاندارد و معیار آکائیک کمتری بود و به عنوان بهترین معادله معرفی شد.

$$(1) \quad a * \exp(b * (c + d))$$

در معادله بالا غلظت رسوب معلق بر حسب mg/l c بازتابش باند ۴ و d بازتابش باند ۵ ماهواره لندست ۸ تعیین شد. مقدار ضرایب ثابت $a=645693$ و $b=4110497$ می‌باشند. نتایج صحت‌سنجی حاصل از اعمال الگوریتم به دست آمده بر تصاویر ماهواره‌ای با ضریب همبستگی پیرسون $r = 0.93$ ، ریشه مربعات خطا $RMSE = 28/12 \text{ mg/l}$ و خطای نسبی $RRMSE = 34/24\%$ حاکی از تطابق غلظت رسوب اندازه‌گیری شده در عملیات میدانی و غلظت رسوب معلق سطحی حاصل از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای بوده است. نقشه غلظت رسوب معلق حاصل از اعمال الگوریتم بر تصاویر ماهواره‌ای در شکل (۱) آمده است. آب‌های شفاف مقادیر کمتر بازتابش از سطح، و آب‌های با شفافیت کم، بازتابش بالاتری را نشان دادند. تغییرات عمده غلظت رسوب معلق تا فاصله ۷ کیلومتری از سواحل دلتا بود. از فاصله ۷ کیلومتری تا ۱۱ کیلومتری از ساحل، غلظت رسوب معلق در دریا مقدار تقریباً ثابتی (12 mg/l) داشته است. تغییرات غلظت رسوب معلق در طول ۱۱ کیلومتر پروفایل شمالی، میانی و جنوبی در تصویر نقشه غلظت رسوبی ۱ اسفند ۹۴ و ۱۸ بهمن ۹۵ در شکل (۲) آمده است.



شکل (۱) نقشه رسوبی به دست آمده پس از اعمال الگوریتم بر تصویر ماهواره لندست ۸ در ۱ اسفند ۱۳۹۴ (راست) و در ۱۸ بهمن ۱۳۹۵ (چپ).



شکل (۲) تغییرات غلظت رسوب معلق از نزدیک ساحل تا فاصله حدود 12 km به سمت دریا در دلتای هندیجان در تاریخ ۱ اسفند ۹۴ (راست) و در تاریخ ۱۸ بهمن ۹۵ (چپ) در طول پروفایل‌های شمالی (سمت چپ)، میانی (وسط) و جنوبی (سمت راست).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج آنالیزهای آماری حاکی از هماهنگی داده‌های میدانی غلظت رسوب معلق $1 \pm (740 - 0)$ و مقادیر بازتابش ترکیب باندهای ۴ و ۵ تصاویر SWIR ماهواره لندست ۸ بود. میزان این همبستگی 0.93 با مقدار خطای $28/12 \text{ mg/l}$ ارزیابی شد. رابطه معنی‌داری به صورت

معادله نمایی با ضریب تعیین 0.88 بین غلظت رسوب معلق و مقدار بازتابش ثبت شده در داده‌های ماهواره‌ای به‌دست آمد. باد و جزرومد تا فاصله 7 کیلومتری از سواحل دلتا تاثیر به‌سزایی بر پخش رسوب معلق در سراسر ستون آب داشت. تغییرات غلظت رسوب معلق از ساحل تا فاصله 7 کیلومتری به سمت دریا روند کاهشی حدود 2800 mg/l تا 20 mg/l در تاریخ ۱ اسفند ۹۴ و 800 mg/l تا 15 mg/l در تاریخ ۱۸ بهمن ۹۵ داشت. این نتایج نشان داد که تصاویر ماهواره لندست ۸ OLI و الگوریتم محلی به‌دست آمده در تحقیق حاضر، برای محاسبه غلظت رسوب معلق در دلتای هندیجان مناسب می‌باشد. از این الگوریتم می‌توان در زمان‌هایی که امکان جمع‌آوری داده میدانی وجود ندارد، جهت برآورد غلظت رسوب معلق از تصاویر ماهواره لندست ۸ در دلتای رودخانه هندیجان استفاده کرد.

منابع

1. Ritchie, J. C., & Cooper, C. M. (1988). Comparison of measured suspended sediment concentrations with suspended sediment concentrations estimated from Landsat MSS data. *Remote Sensing*, 9(3), 379-387.
2. Ritchie, J. C., & Schiebe, F. R. (2000). Water quality. In *Remote Sensing in Hydrology and Water Management* (pp. 287-303). Springer, Berlin, Heidelberg.
3. Teodoro, A. C., & Veloso-Gomes, F. (2007). Quantification of the Total Suspended Matter concentration around the sea breaking zone from in situ measurements and TERRA/ASTER data. *Marine Georesources and Geotechnology*, 25(2), 67-80.
4. Vanhellemont, Q., & Ruddick, K. (2015). Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing: Examples from Landsat-8. *Remote Sensing of Environment*, 161, 89-106.



پتانسیل استفاده از بی‌مهرگان برای آزمایشات سم‌شناسی آبزیان

صادقی، پروین^۱؛ بادینی، محدثه^۲*

۱. استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

parvin.sadeghi@gmail.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

Badini.m1375@gmail.com

چکیده

بی‌مهرگان آبی نقش مهمی در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های آبی دارند. تلاش‌های زیادی برای شناسایی گونه‌های بی‌مهره آبی صورت گرفته است تا بتوان مدل مناسبی جهت مطالعات سم‌شناسی مطابق با استانداردهای این مطالعات ارائه داد. بی‌مهرگانی مانند سخت‌پوستان و دوکفه‌ایها به‌طور گسترده به‌عنوان گونه‌های هدف، برای مطالعات آزمایشگاهی و در مطالعات زنجیره غذایی آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرند. آن‌ها همچنین زی‌توده بزرگی را در سطح تغذیه‌ای مربوطه اشغال می‌کنند. تعدادی از گونه‌های سخت‌پوست برای مطالعات آزمایشی سم‌شناسی، مطالعه شده‌اند. سخت‌پوستان که از نظر اکولوژیک از اهمیت زیادی برخوردار هستند و به‌طور گسترده در اکوسیستم‌های آبی توزیع می‌شوند، فرصت‌های زیادی را به‌عنوان ارگانیسم‌های آزمایشی برای مطالعات سمیت آبی ارائه می‌دهند. زیرا نقش عمده‌ای در انتقال انرژی در زنجیره غذایی آبزیان دارند. همچنین به‌عنوان وسیله‌ای برای انتقال آلاینده‌های آبی در سطوح زنجیره غذایی نیز محسوب می‌شوند. در این مطالعه، پتانسیل بالقوه بی‌مهرگان آبی به‌عنوان یک جایگزین و همچنین یک مدل مکمل برای ارزیابی ریسک آلاینده‌های محیط‌های آبی مورد بررسی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: سمیت، مدل، بی‌مهرگان

۱. مقدمه

بی‌مهرگان کوچک از عوامل جدایی‌ناپذیر برای ارزیابی ریسک در محیط‌زیست هستند (Baun et al., 2008). طول زندگی کوتاه‌مدت و چرخه تولیدمثلی آن‌ها، بررسی اثرات سمی مواد شیمیایی توسط آن‌ها در محیط‌زیست را امکان‌پذیر کرده است (Lagadic and Caquet, 1998). بنابراین، بی‌مهرگانی مانند سخت‌پوستان و صدف‌ها به‌طور گسترده به‌عنوان گونه‌های هدف، برای مطالعات آزمایشگاهی و در مطالعات زنجیره غذایی آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرند. آن‌ها همچنین زی‌توده بزرگی را در سطح تغذیه‌ای مربوطه اشغال می‌کنند. تعدادی از گونه‌های سخت‌پوست برای مطالعات آزمایشی سم‌شناسی، مطالعه شده‌اند. دافنی یک نمونه کلاسیک برای این موارد است (Papillon and Maximilian, 2007). با این حال، برخی از سخت‌پوستان دیگر مانند کپه‌پود منطقه بین جزر و مدی *Tigriopus japonicus* نوید خوبی برای تبدیل شدن به یک ارگانیسم آزمایشی را نشان داده‌اند (Raisuddin et al., 2007). از لحاظ حساسیت در پاسخ به آلاینده‌ها کپه‌پود *T. japonicus* در شرایط استرس‌زا و در پاسخ به آلاینده‌هایی مانند اشعه ماوراءبنفش (UV)، تشعشعات گاما و برخی از فلزات سنگین دارای

قدرت تحمل و پایداری بالایی است (Rhee et al., 2012). امروزه توسعه و ظهور تکنیک‌های پیشرفته در شاخه سم‌شناسی به نظارت و ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی، نشانگرهای زیستی و آزمایشات سم‌شناسی در سطوح مختلف کمک کرده است (Ankley et al., 2009).

P. nana یک کوپه‌پود از راسته cyclopoid گونه‌ای پلانکتونی در آب‌های لب‌شور است. متعلق به راسته Cyclopoida است که شامل بیش از ۱۵۰۰ گونه و زیرگونه است و تقریباً نیمی از آن‌ها متعلق به خانواده Cyclopidae هستند. آن‌ها نقش مهمی در ارتباط با زنجیره‌های غذایی آبزیان، از جلبک‌های فیتوپلانکتونی میکروسکوپی یا اعضای حلقه میکروبی گرفته تا مصرف‌کنندگان ثانویه مانند ماهی دارند. *P. nana* به‌عنوان یک منبع غذایی مهم برای بسیاری از لاروهای در حال توسعه، لاروهای پست، ماهی‌های جوان و سایر سخت‌پوستان محسوب می‌شود (Pinto et al., 2001). همچنین به‌عنوان غذای زنده در آبی‌پروری استفاده می‌شود (Lee, 2006). *P. nana* دارای قدرت تحمل زیادی نسبت به دامنه‌های تغییرات گسترده شوری و دما دارد. در مورد محیط دریایی، ارگانسیم مدل مناسب ممکن است اطلاعاتی از تنظیمات فیزیوشیمیایی و سازگاری در شرایط تنش‌زای محیطی را ارائه دهد (Cassidy et al., 2007). موقعیت‌های مختلف فیلوژنتیک و سطوح تغذیه‌ای ارگانسیم‌های آزمایشی نیز از پارامترهای مهم برای انتخاب هستند. در این مطالعه، مناسب بودن *P. nana* به‌عنوان یک ارگانسیم آزمایشی بر اساس این معیارها بررسی شده است. یکی از چالش برانگیزترین موضوعات در مطالعات سم‌شناسی، پیدا کردن یک مدل مناسب برای ارزیابی سمیت حاد و مزمن آلاینده‌ها در گونه‌های و جنس‌های مختلف و در مراحل رشد آن‌ها است. چنین ارگانسیم آزمایشی همچنین باید درک مکانیسم عملکرد سمیت را در سطوح مختلف مطالعات بیولوژیکی تسهیل کنند (یعنی مولکولی، سلولی، کل ارگانسیم و سطح جمعیت) (Won et al., 2015a,b). به‌نوعی، یک ارگانسیم آزمایشی می‌تواند برای تعدادی از اهداف مانند انجام آزمایشات سم‌شناسی استاندارد و مقایسه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد تا چگونگی مقابله ارگانسیم‌ها با سموم و درک ارتباط بین پاسخ‌های ارگانسیم‌ها به سموم در فرد، جمعیت و سطح جامعه مشخص شود.

۲. مواد و روش‌ها

در مطالعات سم‌شناسی با توجه به انتخاب نوع ماده مورد آزمایش، غلظت‌های مختلفی از ماده آلاینده را در زمان‌های مختلف بر موجود مورد مطالعه تیمار می‌دهند تا ابتدا غلظت کشنده متوسط ماده آلاینده محاسبه شود. سپس غلظت‌های تحت کشنده را بر اساس غلظت کشنده متوسط انتخاب می‌نمایند تا در طی مدت زمان آزمایش موجود، زنده بماند تا بتوان اثرات ماده آلاینده را بر روی آن بررسی نمود.

۳. نتایج و بحث

اخیراً، از بی‌مهرگان در ارزیابی سمیت مواد شیمیایی مختلف محیطی استفاده شده است. در هر یک از این مطالعات سم‌شناسی، سازگاری قابل توجهی در پاسخ به قرار گرفتن در معرض آلاینده‌ها نشان داده‌اند (Ki et al., 2009; Won and Lee, 2015). بی‌مهرگان به دلیل اندازه کوچک، چرخه تولیدمثل کوتاه و سهولت در پرورش و کنترل آنها در مطالعات سم‌شناسی آبزیان کاربرد فراوان دارند. تأثیرات تشعشع اشعه ماوراءبنفش بر روی موجودات آبی در سال‌های اخیر نگرانی بزرگی را به دنبال داشته است. زیرا، این امر تأثیر منفی بر رابطه تولیدکنندگان اولیه و مصرف‌کنندگان در شبکه غذایی دارد و در نتیجه اثرات بعدی بر عملکرد اکوسیستم و چرخه بیوژئوشیمیایی خواهد داشت که منجر به اثرات بعدی بر عملکرد اکوسیستم و چرخه بیوژئوشیمیایی (مربوط به چرخه انتقال عناصر شیمیایی و مواد ساده بین سیستم‌های زنده و محیط) می‌شود (Dahms and Lee, 2010). تابش اشعه ماوراءبنفش با جذب فوتون‌های پرانرژی می‌تواند مستقیماً باعث ایجاد تغییر در بیوسنتز پروتئین و DNA شود و می‌تواند به‌طور غیرمستقیم گونه‌های اکسیژن فعال ایجاد کند (ROS). ROS، که از نظر شیمیایی دارای گونه‌های واکنش‌پذیر شیمیایی و حاوی اکسیژن هستند، ممکن است آسیب بزرگی به پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و چربی‌ها وارد کنند (Rhee et al., 2012). برای ارزیابی اثرات اشعه ماوراءبنفش در فیزیولوژی تولیدمثل و ماکرو مولکول‌ها بی‌مهرگان در معرض طیف وسیعی از دوزهای اشعه ماوراءبنفش قرار گرفتند تا پارامترهای چرخه زندگی مانند مرگ‌ومیر و تولیدمثل را در آنها تجزیه و تحلیل کنند. علاوه بر این، نشانگرهای زیستی استرس اکسیداتیو مانند سطح ROS، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان (به‌عنوان مثال، گلوکاتایون S-ترانسفراز [GST] و سوپراکسید

دیسموتاز [SOD] و پراکسیداسیون لیپیدها نیز مورد بررسی قرار گرفت (Won et al., 2014). میزان بقای بی مهرگان از جمله *P. nana* پس از تابش اشعه ماوراءبنفش به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت. ایجاد اثرات مخرب بر روی کیسه تخم و کاهش میزان هج در زاده‌ها و ایجاد خسارت بر تخمدان ماده‌های قرارگرفته در معرض اشعه ماوراءبنفش مشاهده شد. فعالیت GST و SOD در پاسخ به اشعه ماوراءبنفش افزایش یافته بود. افزایش پراکسیداسیون لیپید (LPO) با کاهش در ترکیب اسیدهای چرب ضروری مانند اسید ایکوزاپنتائوئیک (EPA) و اسید داکوزهگزائوئیک همراه بود (DHA) (Won et al., 2014). این یافته‌ها نشان می‌دهد که تابش اشعه ماوراءبنفش تأثیر منفی بر فیزیولوژی تولیدمثل موجودات دارد که ممکن است بر میزان باروری سطح جمعیت *P. nana* تأثیر منفی بگذارد (Won et al., 2015a,b). علاوه بر این، تابش اشعه ماوراءبنفش باعث کاهش چشمگیر در میزان سرعت رشد و تخم‌گذاری *P. nana* شده است (Won et al., 2015a,b). آسیب کیسه تخم ناشی از اشعه ماوراءبنفش با کاهش نرخ هج مرحله ناپلی سخت‌پوستان ارتباط نزدیکی داشت. با استفاده از آزمایش کلروفیل A و ایزوتوپ کربن پایدار در زمان نهفتگی جنین، کاهش وابسته به دوز در مصرف مواد غذایی و میزان جذب مواد مغذی در پاسخ به اشعه ماوراءبنفش مشاهده شد. این مشاهدات حاکی از آن است که *P. nana* توانایی اساسی در تغییر وضعیت انرژی متعادل از رشد و تولیدمثل به ترمیم و سازگاری DNA دارد (Won et al., 2015a,b). دوز ۲۴ ساعته LD50 از اشعه ماوراءبنفش برای *P. nana* ۶/۹ کیلوژول بر مترمکعب بود درحالی‌که دوز ۴۸ ساعته LD50 برای *Tigriopus japonicus* ۲۶/۴ کیلوژول بر مترمکعب بود (Rhee et al., 2012). افزایش وابسته به دوز که باعث آسیب کیسه تخم در پاسخ به اشعه ماوراءبنفش در *P. nana* (Won et al., 2015a,b) نشان می‌دهد که تابش اشعه ماوراءبنفش می‌تواند اثر قابل‌توجهی در تولید مثل کوپه پودها ایجاد کند. اختلالات تولیدمثلی و کاهش باروری در تخمک ماده‌های *P. nana* غالباً پس از تابش اشعه ماوراءبنفش مشاهده شد، نشان می‌دهد که اشعه ماوراءبنفش باعث ایجاد اختلال در مکانیسم‌های هج کوپه‌پودها، به‌احتمال زیاد به دلیل افزایش سطح ROS می‌شود (Rhee et al., 2012). در *P. nana*، شکل‌گیری پیشرفته پراکسیدهای لیپیدی و متعاقب آن باعث کاهش EPA و DHA توسط استرس اکسیداتیو پس از تابش اشعه ماوراءبنفش نشان داده شد (Won et al., 2014). بالاین‌حال، در اثر تابش اشعه ماوراءبنفش در *P. nana*، در اثر کاهش در EPA و DHA شده باعث تغییر در ترکیب اسیدهای چرب نشده است (Won et al., 2015a,b). نتایج منفی رادیوایزوتوپ‌ها بر روی موجودات دریایی با ارزیابی اثرات اشعه گاما بر رشد و باروری در *P. nana* مورد بررسی قرار گرفت (Won and Lee, 2014). پس از قرار گرفتن در معرض اشعه گاما، میزان مرگ‌ومیر ($LD50-96\text{ h} = 172\text{ Gy}$) و اختلال در تخمدان ماده‌ها وابسته به دوز در *P. nana* افزایش یافت. در بیش از ۳۰ گروه تحت تابش گاما، باعث عقب‌ماندگی رشد در جنین‌ها شد؛ بنابراین زاده‌های بزرگ‌سالان رشد نکردند (Won and Lee, 2014). به‌خصوص، در تخمدان ماده‌ها *P. nana* کیسه‌های تخم دوطرفه غیرطبیعی نشان داده شدند و لارو آن‌ها به‌طور عادی رشد نمی‌کنند. همچنین، افزایش وابسته به دوز در سطح اکسیداتیو با فعالیت‌های آنزیمی آنتی‌اکسیدانی بالا و فعالیت‌های ترمیمی DNA Gy یافت شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که پرتوهای گاما می‌تواند استرس اکسیداتیو و آسیب DNA را در *P. nana* القا کند، در نتیجه باعث عقب‌ماندگی رشد و اختلال در تولیدمثل ایجاد شده است. تولیدمثل کوپه‌پود یکی از عوامل اصلی افزایش جمعیت آبزیان دیگر است (Camus et al., 2009)، زیرا به‌طور نزدیکی با نرخ هج تخم‌ها، لارو ناپلی و بقاء کوپه‌پود و نرخ رشد آن‌ها مرتبط است. اختلال و آسیب در رشد و تولید مثل در *P. nana* می‌تواند نگرانی بزرگی داشته باشد، زیرا ناتوانی در تولیدمثل عامل مهمی برای تولید آبی‌پروری و احیای اکوسیستم است. یافته‌های اشعه ماوراءبنفش و اشعه گاما نشان می‌دهد که *P. nana* یک ارگانیسم آزمایشگاهی مناسب برای ارزیابی اثرات این دو آلاینده است.

۴. نتیجه‌گیری

بی‌مهرگان آبی زیستی مطلوبی را برای مطالعات سم‌شناسی نشان می‌دهند (اندازه کوچک، باروری بالا، چرخه زندگی کوتاه، تولیدمثل جنسی، مراحل زندگی مشخص، سهولت در کشت و نگهداری) که می‌توان از آن‌ها به‌عنوان یک ارگانیسم مدل دریایی در تحقیقات اکوفیزیولوژیکی و اکوتوکسیکولوژیکی استفاده کرد. پراکنش، فراوانی زیاد و در دسترس بودن، استفاده از آنها در آزمایشات را تسهیل می‌کند. دانش موجود در مورد حساسیت‌های آنها نسبت به عوامل استرس‌زا از روی طیف الکترومغناطیسی و اطلاعات موجود در ژنوم آن، استفاده از

آنها را به عنوان یک ارگانیسم حساس را تقویت می کند. برای مثال *P. nana* به دلیل داشتن چرخه زندگی کوتاه و یک کشت نسبتاً آسان در شرایط آزمایشگاهی، برای ارزیابی تأثیر مواد شیمیایی سمی بر آمادگی بیولوژیکی اطلاعات مفیدی ارائه می دهد. آزمایش های چند نسل ممکن است اطلاعاتی را در مورد چگونگی تأثیر عوامل تنش زا بر تناسب بیولوژیکی گونه ها و چگونگی سازگاری یک گونه با عوامل استرس زا سمی فراهم کند. مطالعات مختلف نشان می دهند که بی مهرگان آبی با ویژگی های مطلوب بیولوژیکی، پراکندگی وسیع جغرافیایی و محیطی به عنوان یک مدل کوچک در مطالعات سم شناسی آبیان مطرح هستند. این امر به ویژه برای مطالعات ارزیابی ریسک مربوط به زیستگاه های آلوده دریایی / رودخانه های آلوده و تنظیمات آبی پروری حائز اهمیت است.

منابع

1. Ankley, G.T., Bennett, R.S., Erickson, R.J., Hoff, D.J., Hornung, M.W., Johnson, R.D., Mount, D.R., Nichols, J.W., Russom, C.L., Schmieder, P.K., Serrano, J.A., Tietge, J.E., Villeneuve, D.L., 2009. Adverse outcome pathways: a conceptual framework to support ecotoxicology research and risk assessment. *Environ. Toxicol. Chem.* 29, 730–741.
2. Baun, A., Hartmann, N.B., Grieger, K., Kusk, K.O., 2008. Ecotoxicity of engineered nanoparticles to aquatic invertebrates: a brief review and recommendations for future toxicity testing. *Ecotoxicology* 17, 387–395.
3. Camus, T., Zeng, C., McKinnon, A.D., 2009. Egg production, egg hatching success and population increase of the tropical paracalanid copepod, *Bestiolina similis* (Calanoida: Paracalanidae) fed different microalgal diets. *Aquaculture* 297, 159–175.
4. Cassidy, C.L., Lemon, J.A., Boreham, D.R., 2007. Impacts of low-dose gamma-radiation on genotoxic risk in aquatic ecosystems. *Dose-Response* 5, 323–332.
5. Dahms, H.-U., Lee, J.-S., 2010. UV radiation in marine ectotherms: molecular effects and responses. *Aquat. Toxicol.* 97, 3–14.
6. Lee, W., Lee, J.-S., 2006. The complete mitochondrial genome of the intertidal copepod *Tigriopus* sp. (Copepoda: Harpacticidae) from Korea and phylogenetic considerations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 333, 251–262.
7. Ki, J.-S., Park, H.G., Lee, J.-S., 2009. The complete mitochondrial genome of the cyclopoid copepod *Paracyclops nana*: a highly divergent genome with novel gene order and atypical gene numbers. *Gene* 435, 13–22.
8. Lagadic, L., Caquet, T., 1998. Invertebrates in testing of environmental chemicals: are they alternatives? *Environ. Health Perspect.* 106S, 593–611.
9. Papillon, D., Maximilian, J.T., 2007. Evolution of *Hox3* and *ftz* in arthropods: insights from the crustacean *Daphnia pulex*. *Dev. Genes Evol.* 217, 315–322.
10. Pinto, C.S.C., Souza-Santos, L.P., Santos, P.J.P., 2001. Development and population dynamics of *Tisbe biminiensis* (Copepoda: Harpacticoida) reared on different diets. *Aquaculture* 198, 253–267.

11. Raisuddin, S., Kwok, K.W.H., Leung, K.M.Y., Schlenk, D., Lee, J.-S., 2007. The copepod *Tigriopus*: a promising marine model organism for ecotoxicology and environmental genomics. *Aquat. Toxicol.* 83, 161–173.
12. Rhee, J.-S., Kim, B.-M., Choi, B.-S., Lee, J.-S., 2012. Expression pattern analysis of DNA repair-related and DNA damage response genes revealed by 55K oligomicroarray upon UV-B irradiation in the intertidal copepod, *Tigriopus japonicus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 155C, 359–368.
13. Won, E.-J., Lee, J.-S., 2015. Gamma radiation induces growth retardation, impaired egg production, and oxidative stress in the marine copepod *Paracyclops nana*. *Aquat. Toxicol.* 150, 17–26.
14. Won, E.-J., Dahms, H.-U., Kumar, K.S., Shin, K.-H., Lee, J.-S., 2015a. An integrated view of gamma radiation effects on marine fauna: from molecules to ecosystems. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22, 17443–17452.
15. Won, E.-J., Han, J., Lee, Y., Kumar, K.S., Shin, K.-H., Lee, S.-J., Park, H.G., Lee, J.-S., 2015b. In vivo effects of UV radiation on multiple endpoints and expression profiles of DNA repair and heat shock protein (Hsp) genes in the cyclopoid copepod *Paracyclops nana*. *Aquat. Toxicol.* 165, 1–8.

Potential of the invertebrate for aquatic toxicologist testes

Sadeghi, Parvin¹; Badini, Mohadeseh ^{2*}

1. Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science, Chabahar Maritime University, Chabahar Email:parvin.sadeghi@gmail.com
2. Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science, Chabahar Maritime University, Chabahar Email:Badini.m1375@gmail.com

Abstract:

Aquatic invertebrates play an important role in assessing the environmental impact of pollutants on aquatic ecosystems. Many efforts have been made to identify invertebrate aquatic species in order to provide a suitable model for toxicological studies in accordance with the standards of these studies. Invertebrates such as crustaceans and bivalves are widely used as target species for laboratory studies and in aquatic food chain studies. They also occupy a large amount of energy at the relevant nutritional level. A number of crustacean species have been studied for toxicological experimental studies. Crustacean with ecologically important role, which are widely distributed in aquatic ecosystems, offer many opportunities as experimental organisms for toxicity studies. Because they play a major role in energy transfer in aquatic food chains. They are also considered as a means of transporting aquatic contaminants at the food chain levels. In this study, the potential of aquatic invertebrates as an alternative as well as a complementary model for assessing the risk of aquatic pollutants has been investigated.

Keywords: *Toxicity, Model, Invertebrate*



بررسی رابطه طولی-وزنی ماهی حلواسیاه (*Parastromateus niger*) در آبهای ساحلی جزیره قشم (استان هرمزگان)

صحرايي، حسن^{۱*}؛ ريبيسي، هادي^۲؛ پيرعلي زفره ئي، احمدرضا^۳

۱. دانشجوی دکترا، (hasansahraei22@gmail.com)

۲. استادیار، (raeisi_hadi@yahoo.com)

۳. دکترا، (ahmadreza.pirali@gmail.com)

چکیده:

پارامترها و محاسبه آماری رابطه طول وزن ۸۶ نمونه از ماهیان حلواسیاه موجود در مناطقی از آب‌های ساحلی جزیره قشم واقع در استان هرمزگان در اسفند ماه سال ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. طول کل بر حسب میلی‌متر و با دقت ۰/۱ میلی‌متر و وزن کل بر حسب گرم با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شدند. طول کل و وزن کل ماهیان به ترتیب در محدوده ۱۵/۸۰ تا ۵۶/۲۰ میلی‌متر و ۶۹ تا ۳۱۲۸ گرم قرار داشت. میانگین طول کل و وزن کل به ترتیب $25/08 \pm 0/76$ میلی‌متر و $358/93 \pm 52/22$ گرم بود. رابطه طول-وزن برای ترکیب دو جنس محاسبه شد. این رابطه برای ترکیب دو جنس در این منطقه به صورت $W=0.0267L^{2.8756}$ بدست آمد. در این رابطه مقدار b برای ۸۶ نمونه ۲/۸۷ بود.

واژگان کلیدی: ماهی حلوا سیاه، بیولوژی، رابطه طول-وزن، جزیره قشم.

۱. مقدمه

ماهی حلوا سیاه (*Parastromateus niger*) جز مهمترین ماهیان پلاژیک تجاری آبهای جنوبی ایران است که بدلیل افزایش آلودگی‌ها و بهره‌برداری و صید بی‌رویه ذخایر آن در حال کاهش است. گونه از خانواده گیش ماهیان (Carangidae) و معمولاً بصورت Schooling شنا می‌کنند (Carpenter et al., 1997). حوزه انتشار این ماهی در ایران از شمال خلیج فارس تا دریای عمان می‌باشد. رابطه طول-وزنی امری مورد نیاز در زمینه مدیریت و حفاظت از ذخایر شیلاتی است (Treer et al., 2008). این رابطه اطلاعاتی را در مورد موقعیت ماهی و الگوی رشد ایزومتریک و آلومتریک در اختیار ما قرار می‌دهد (Ricker, 1975). هدف از این مطالعه بررسی رابطه طول-وزن ماهی حلواسیاه در آبهای ساحلی جزیره قشم است.

۲. مواد و روش‌ها

در این تحقیق در مجموع ۸۶ عدد ماهی در یک دوره نمونه برداری در اسفندماه ۱۳۹۸ در مناطقی از آبهای ساحلی جزیره قشم مورد مطالعه قرار گرفتند (شکل ۱). نمونه‌های صید شده جهت اندازه‌گیری‌های بعدی در فرمالین ۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه شیلات دانشگاه گنبد کاووس منتقل شدند. در آزمایشگاه طول کل بر حسب میلی‌متر با دقت ۰/۱ میلی‌متر و وزن کل بر حسب گرم با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد. رابطه

طول و وزن در ماهی ها رابطه نمایی بوده که با کمک لگاریتم به رابطه خطی تبدیل می شود (Wootton, 1990). که در این معادله W وزن ماهی بر حسب گرم، L طول کل بر حسب میلی متر، a ضریب ثابت و b ضریب منحنی است (King, 1995).

$$W=aL^b$$

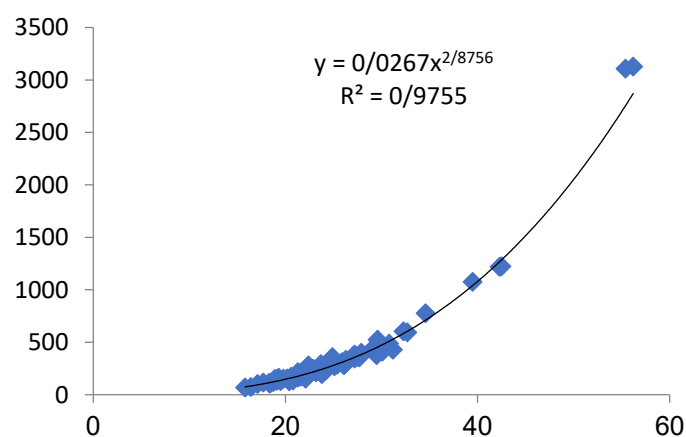
$$\ln W=\ln a+b\ln L$$



شکل (۱) موقعیت جزیره قشم و محل نمونه برداری بر روی نقشه

۳. نتایج

رابطه طول-وزن با استفاده از آنالیز رگرسیون منحنی محاسبه شد و نتایج در شکل ۲ آورده شد. طول کل و وزن کل ماهیان به ترتیب در محدوده ی ۱۵/۸۰ تا ۵۶/۲۰ میلی متر و ۶۹ تا ۳۱۲۸ گرم قرار داشت. میانگین طول کل و وزن کل به ترتیب $25/08 \pm 0/76$ و $358/93 \pm 52/22$ بود.



شکل (۲) رابطه نمایی طول-وزن ماهی حلواسیاه جزیره قشم

۴. بحث و نتیجه گیری

مقایسه b بدست آمده با $b=3$ حاکی از آن است که گونه مورد نظر در این منطقه دارای رشد آلومتریک منفی است. پارامترهای مختلفی از جمله جنسیت، رسیدگی غدد جنسی، مرحله رشد، پروخالی بودن معده، فصل می توانند بر رابطه طول-وزن تاثیر بگذارند (Bagenal and Tesch, 1987). الگوی رشد به طور مستقیم تحت تاثیر فاکتور وضعیت و رابطه طول-وزن قرار دارد. مشخصه های رابطه طول-وزن (a و b) در بررسی ارزیابی ذخایر آبزیان بسیار مهم است و می توان از روی الگوی رشد یک گونه ابزی را در بین مناطق مختلف مورد مقایسه قرار داد. همچنین بعنوان شاخص کاربردی برای تعیین وضعیت رشد ابزی به کار می برند (Gonzales Acosta et al. 2004). اگر b برابر یا نزدیک به عدد باشد ابزی دارای رشد همگون است و رشد ابزی در همه ابعاد به طور یکسن صورت می گیرد (Wootton, 1990).

منابع

1. Bagenal, T.B. and Tesch, F.W. 1987. Age and growth. In: Bagenal, T. (Ed.). Methods for assessment of fish in freshwaters, 3rd edition. IBP Handbook number 3. Blackwell Scientific Publication, Oxford. pp 101-136 (chapter 5).
2. Carpenter, K., Krupp, F., Jones, D., Zajonz, U. 1997. The living marine resources of Kuwait, eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates. FAO Species identification field Guide for fishery purposes. P: 293.
3. Gonzales Acosta, A. F., De La Cruz Agüero, G. and La Cruz Agüero, J. 2004. Length-weight relationship of fish species caught in a mangrove swamp in the Gulf of California (Mexico). Journal of Applied Ichthyology. 20 (2): 154-155.
4. King, M., 1995. Fishery biology, assessment and management. Fishing News Books, 340 p.
5. Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can., 191: 1-382.
6. Treer, T., Sperm, N., Torcu-Koc, H., Sun, Y. and Piria, M. 2008. Short communication Length-weight relationships of freshwater fishes of Croatia. J. Appl. Ichthyol., 626-628.
7. Wootton, R.J. 1990. Ecology of Teleosty fishes. Chapman and Hall. Ltd. 404 pp.

Length-weight relationship of black pomfret (*Parastromateus niger*) in coastal waters of Qeshm Island (Hormozgan, Iran)

Sahraei, Hasan^{1*}; Raeisi, Hadi¹; Pirali Zefrehei, Ahmad Reza²

1. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Agriculture, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
2. Department of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract:

Parameters and related statistics of the length-weight relationship of Black pomfret some coastal waters of Qeshm Island were estimated for 86 specimens caught in northern Qeshm Island in Hormozgan Province in March 2020. Total length and weight of each fish were measured to the nearest 0.1 mm and 0.1 g. total length and weight ranged from 15.80 to 56.20mm and 69 to 3128g, respectively. Average total length and weight was 25.08 ± 0.76 (SD)mm and 358.93 ± 52.22 (SD)g, respectively. The relationship was calculated for the combination of the two sexes. The weight-length relationship (WLR) was estimated as $W=0.0267L^{2.8756}$ for the population. The b value for 86 samples was 2.87.

Keywords: *Black pomfret, Biology, Length-weight relationship, Qeshm Island.*



سنجش میزان سطح فلز سنگین کادمیوم در بافت عضله ماهی صبیتی در بندر عسلویه

ضیائیان نوربخش، هانیه^۱؛ عبیدی، رزاق^{۲*}

۱. استادیار گروه منابع طبیعی - تکثیر و پرورش آبزیان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

واژگان کلیدی: کادمیوم، بندر عسلویه، *Acanthopagrus cuvieri*

۱. مقدمه

آبزیان منبع اقتصادی و غذایی بسیار مهمی برای بشر هستند. ماهی‌ها از جمله آبزیانی هستند که به عنوان یک منبع پروتئینی ارزشمند در سبد غذایی بسیاری از مردم وجود دارند. آنها عناصر شیمیایی سنگین را در بافت‌ها و اندام‌های خود جمع نموده و نهایتاً در جریان چرخه زیستی این مواد وارد زنجیره غذایی می‌شود که یک عامل سمی بالقوه برای میکروارگانیسم‌ها محسوب می‌شوند و در نهایت به انسان انتقال می‌یابند (Amini ranjbar and Sotoudehnia, 2005; Chen, 1999). از این رو پایش فلزات سنگین مسئله مهمی برای متخصصان علوم تغذیه، پزشکی و محیط زیست می‌باشد (Belitz *et al*, 2001, ozden, 2010). فلزات سنگین نقش مهمی را در سیستم‌های بیولوژیکی بازی می‌کنند و در صورتی که میزان این فلزات بیش از اندازه در محیط بالا باشد تأثیرات سمی را در پی خواهند داشت (Mortazavi and Sharifian, 2012). از مشخصات مسمومیت با فلز سنگین کادمیوم می‌توان پروتئینه و قندی شدن ادرار، اسید آمینه‌ای شدن اوره، سرطان پروستات، سرطان ریه، اسهال، تهوع، استفراغ، کوتاهی تنفس، سردرد، تب، اختلال در عملکرد کلیه، افزایش فشار خون و افزایش دفع کلسیم و فسفر و بیمارهای قلبی را نام برد (Robands and Worsfold, 2000).

ماهی صبیتی (*Acanthopagrus cuvieri*) از خانواده (Sparidae) می‌باشد و جز ماهیان با ارزش خوراکی محسوب می‌شود که نقش مهمی در برنامه غذایی انسان دارد. ماهی صبیتی گونه‌ای کفزی در آب‌های شور است که روی بسترهای نرم و مناطق ساحلی با بستر سخت و در لای قله سنگ‌ها یافت می‌شود (Romero, 2002 ; Randall *et al.*, 1997 ; Kailola *et al.*, 1993).

۲. مواد و روش‌ها

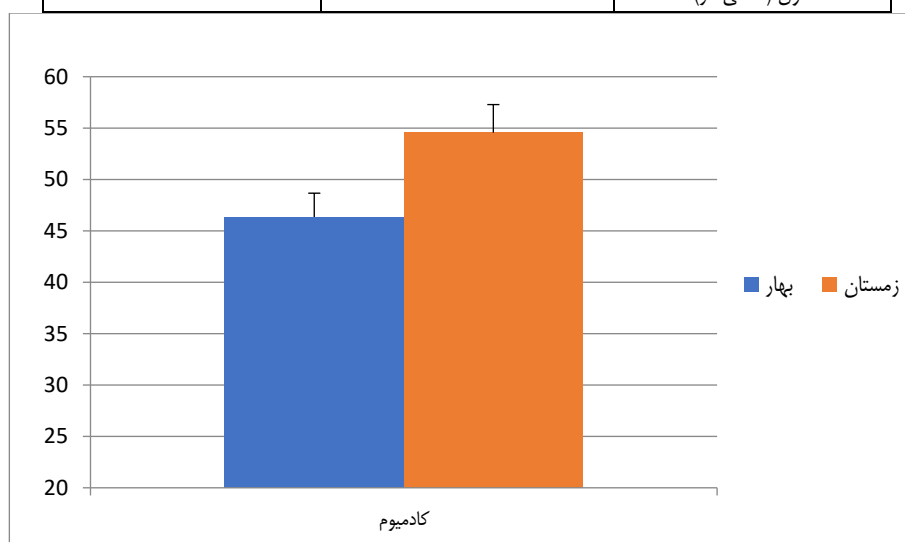
تحقیق صورت گرفته در صیدگاه بندر عسلویه انجام پذیرفته است. برای نمونه‌برداری، در زمستان و بهار سال ۱۳۹۵ تعداد ۲۰ قطعه ماهی صبیتی (*Acanthopagrus cuvieri*) به صورت تصادفی از بندر عسلویه صید شد. بعد از بیومتری، بافت عضله نمونه‌ها جداسازی و هضم شیمیایی آنها به روش موپام انجام گرفت (MOOPAM, 1999) و با استفاده از دستگاه جذب اتمی اسپکتوفتومتر مدل (PG AA 500) میزان سطح فلز کادمیوم در بافت عضله اندازه‌گیری شد.

۳. نتایج

طی این پژوهش بافت عضله ۲۰ قطعه ماهی صیبتی (*A. cuvieri*) با میانگین وزنی $1157/66 \pm 10/12$ گرم در فصل زمستان و $1003/30 \pm 19/68$ گرم در فصل بهار و میانگین طولی $36/80 \pm 0/68$ سانتی متر در فصل زمستان و $34/54 \pm 0/84$ سانتی متر در فصل بهار جهت اندازه گیری سطح فلزسنگین کادمیوم مورد نمونه برداری قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده شد که بیشترین کمترین میزان فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی صیبتی (*A. cuvieri*) در فصول زمستان و بهار به ترتیب ($54/76$ و $46/86$) و ($54/30$ و $45/90$) میکروگرم در کیلوگرم وزن خشک بود. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که میانگین فلزسنگین کادمیوم در فصل زمستان نسبت به میزان بدست آمده در فصل بهار بیشتر بود. بر اساس آزمون T-test انجام گرفته بین میزان فلزسنگین کادمیوم در دو فصل بهار و زمستان اختلاف معنی داری وجود داشت ($P < 0.05$) (شکل ۱).

جدول (۱) میانگین وزن و طول ماهی صیبتی *Acanthopagrus cuvieri* در فصول بهار و زمستان (N=20)

فصل		میانگین
زمستان	بهار	
$1157/66 \pm 10/12$	$1003/30 \pm 19/68$	وزن (گرم)
$36/80 \pm 0/68$	$34/54 \pm 0/84$	طول (سانتی متر)



شکل (۲) میانگین و انحراف از معیار فلزسنگین کادمیوم در فصول بهار و زمستان (میکروگرم در کیلوگرم وزن خشک)

۴. بحث و نتیجه گیری

علت اختلاف تجمع فلزات سنگین در تحقیقات مختلف با توجه به شرایط اکولوژیک، زیستی و فعالیت های متابولیکی متفاوت است و به محل زندگی، رفتار تغذیه ای، سطح غذا، سن، اندازه، زمان ماندگاری فلزات سنگین و فعالیت های تنظیمی هموستازی بدن ماهی بستگی دارد (Canli and Atli, 2003). همچنین روش سنجش فلزات سنگین و دستگاه های مورد استفاده مختلف نیز در نتایج می تواند تاثیر گذار باشد.

در تحقیقات نشان داده شد که بیشترین میزان فلز کادمیوم در آبشش ها سپس فلس ها و استخوان ها تجمع می یابد (Al-Weher, 2008). همچنین در بررسی های دیگر تایید شده است که کادمیوم در اندام های مختلفی ذخیره می شود، اما مکان اصلی ذخیره آن در موجودات آبی علاوه بر کبد و کلیه، بیشتر پوست، آبشش و استخوان ها می باشد (Van Aardt and Endmann, 2004)، که می تواند دلیل اصلی پایین بودن این فلز در این مطالعه نیز باشد. همچنین قابل ذکر است که کادمیوم از جمله عناصری است که ماهیان احتمالاً قادر به تنظیم آن هستند. بر اساس نظر Bremner (۱۹۷۹) حذف کادمیوم از طریق آبشش ها و همچنین از راه کبدی- صفراوی در روده رخ می دهد و ترشح موکوس وسیله مهمی برای کاهش غلظت این عنصر در ماهی محسوب می شود (Raeisi et al., 2014; Monserfrad et al., 2012).

نتایج به دست آمده طی فعالیت‌های پژوهشی زمانی اعتبار می یابد که با استانداردهای بین المللی موجود مقایسه شوند. نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری غلظت فلزسنگین مورد مطالعه (کادمیوم) با استانداردهای بین‌المللی WHO، FAO، NHMRC و UK(MAFF) نشان داد که میزان فلز کادمیوم از حد مجاز استانداردهای بین المللی ذکر شده کمتر بوده و خطری سلامت مصرف کنندگان در این منطقه را تهدید نمی کند. با این وجود آلودگی شناسایی شده در بافت عضله ماهی صیبتی می تواند ناشی از ورود پساب حاصل از صنایع پتروشیمی و نفت و گاز مستقر در منطقه عسلویه به دریا باشد. با توجه به محدود بودن منابع مالی در تحقیقات پژوهشی از سوی دانشجویان و محققان، این مطالعه به بررسی و اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین پرداخته است. از این رو پژوهش‌هایی که در زمینه آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی انجام می‌شوند از دیدگاه سلامت انسان و بهداشت عمومی به تکامل یافته‌های علمی کمک خواهند کرد. با انتشار رسمی نتایج، آنها به موسسات و سازمان‌های ذیربط که متولی امر هستند ارجاع داده خواهند شد تا به منظور پیشگیری و کنترل مقدار آلاینده‌ها اقدام نمایند. چرا که ورود آلاینده‌ها به منابع آبی نتیجه فعالیت شرکت‌ها، کارخانه‌ها، نیروگاه‌ها و سازمان‌های کلان کشوری می‌باشد و تصمیم‌گیری برای کنترل آنها از توان یک شخص محقق با بودجه‌ای محدود خارج است. بنابراین تنها راه آگاه کردن مسئولین مربوطه هشدار دادن به آنها و پیگیری در خصوص میزان وجود آلودگی هاست.

پیشنهاد می‌گردد با پایش‌های مداوم تمامی آلاینده‌های محیطی در آب، رسوب و آبزیان خلیج فارس در جهت لزوم اطمینان از سلامت مصرف سایر آبزیان توسط سازمان‌های مربوطه و مسئولین ذی ربط صورت پذیرد و به جهت کنترل منابع آلاینده نیز مدیریت مناسب اتخاذ گردد تا ذخایر آبزیان که به عنوان یکی از مهمترین منابع پروتئینی به حساب می‌آیند دچار صدمات کمتری ناشی از عوامل آلاینده شوند.

جدول ۲) مقایسه سطح فلزسنگین کادمیوم در بافت عضله ماهی صیبتی *Acanthopagrus cuvieri* با استانداردهای بین المللی (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک)

منابع	کادمیوم	استانداردها
Madany <i>et al.</i> , 1996	۰/۲	سازمان بهداشت جهانی (WHO)
Dural <i>et al.</i> , 2006	۰/۳	سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)
Darmono and Denton, 1990	۰/۰۵	مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)
Mormede and Davies, 2001	۰/۲	وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان (MAFF)
مطالعه حاضر (بهار)	۰/۰۴۶	<i>Acanthopagrus cuvieri</i> (بندر عسلویه)
مطالعه حاضر (زمستان)	۰/۰۵۴	<i>Acanthopagrus cuvieri</i> (بندر عسلویه)

منابع

1. Amini Ranjbar, A. and Sotoodenia, F., 2005. Accumulation heavy metals in muscle tissue of *Mugil auratus* and its relationship with some biometrical characteristics (standard length, weight, age and sex). Iranian Fisheries Scientific Journal, 3: 1-19.
2. Chen, M.H., Chen, C.Y., 1999. Bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in grey mullet, *Liza macrolepis*. Marine Pollution Bulletin 39:239-244.
3. Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P., 2001. Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Berlin. Springer. 15p.
4. Ozden, O., 2010. Seasonal differences in the trace metal and macrominerals in shrimp (*Parapenaeus longirostris*) from Marmara Sea. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*. 162(1-4): 191-199.

5. Mortazavi, M.S. and Sharifian, S., 2012. Metal Concentrations in Two Commercial Fish from Persian Gulf, in Relation to Body Length and Sex. Bull Environ Contam Toxicol 89:450–454. DOI 10.1007/s00128-012-0702-z.
6. Robands, K., Worsfold, P., 2000. Cadmium. Journal Toxicology and Analysis, Pergam press. London, UK.
7. Kailola, P.J., M.J. Williams, P.C. Stewart, R.E. Reichelt, A. McNee and C. Grieve, 1993. Australian fisheries resources. Bureau of Resource Sciences, Canberra, Australia. 422 p.
8. Randall, J.E., G.R. Allen and R.C. Steene, 1997. Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. Second Edition. Revised and expanded edition. Crawford House Publishing Pty Ltd. Bathurst, NSW, Australia. 557 p.
9. Romero, P., 2002. An etymological dictionary of taxonomy. Madrid, unpublished.
10. Moopam, 1999. Manual of Oceanographic Observations and Pollutant Analyses Methods, Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, Kuwait, V-28 pp.
11. Canli, M. and Atli, G., 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution, 121(1): 129–136.
12. Al-Weher, S.A., 2008. Levels of heavy metal Cd, Cu and Zn in three fish species collected from the northern Jordan valley, Jordan. Jordan Journal of Biological Sciences, 1 (1): 41-46.
13. Van Aardt, W.J. and Erdman, R., 2004. Heavy metals (Cd, Pb, Cu, Zn) in mudfish and sediments from three hard-water dams of the Mooi river catchment, south Africa. Journal of Water, 30: 211-218.(<http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v30i2.5066>)
14. Raeisi, S., Sharifi Rad, J., Sharifi Rad, M. and Zakariaei, H., 2014. Analysis of heavy metals content in water, sediments and fish from the Gorgan bay, southeastern Caspian sea, Iran. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2 (6): 2162-2172.
15. Monsefrad, F., Imanpour Namin, J. and Heidary, S., 2012. Concentration of heavy and toxic metals Cu, Zn, Cd, Pb and Hg in liver and muscles of *Rutilus frisii kutum* during spawning season with respect to growth parameters. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(4): 825-839.
16. Bremner, I., 1979. Mammalian absorption, transport and excretion of cadmium. In: Webb (ed). The chemistry, biochemistry and biology of cadmium. Elsevier/North-Holand, 175-193p.



Measurement the level of heavy metal (Cd) in muscle tissue of *Acanthopagrus cuvieri* in Asaluyeh Port

Ziaecian Nourbakhsh, H.¹; Obeidi, R.^{2*}

1. Department of Natural Resources- Reproduction and Culture of Aquatics, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran.
2. Young Researchers and Elite Club, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran.

Abstract

The present research was carried out with the aim of measuring the level of the heavy metal of Cd in the muscle tissues of the *Acanthopagrus Cuvieri* in Asaluyeh port in Bushehr Province. To this end, 20 *A. Cuvieri* with an average weight of 1157.66 ± 10.12 and 1003.30 ± 19.68 gr were hunted in winter and spring of 2016, respectively. Then, 1 gr of the powdered tissue sample was isolated and the acid digestion of the samples was carried out by 10 ml of concentrated nitric acid using the Moopam method. To measure the levels of the Cd a (PG AA500) atomic absorption spectrophotometer was employed. The results of measuring the concentrations of the heavy metal in the muscle tissues of the *A. Cuvieri* suggested that the mean and standard deviation value of Cd during winter and spring were $(54.56 \pm 0.13, 46.35 \pm 0.27) \mu\text{g/kg}$ dry weight respectively. These figures show a significant difference between the results of winter and spring ($P < 0.05$). The result of measuring heavy metals in the study area were lower than the international WHO, FAO, NHMRC, and UK(MAFF) standards and therefore these concentrations pose no threat to consumers.

Keywords: Cd, Asaluyeh port, *Acanthopagrus cuvieri*



شکل‌پذیری ریختی خانواده Neritidae چالشی برای آرایه‌شناسی مبتنی بر صفات ریختی در شکم

پایان

علوی یگانه، محمد صادق^{۱*}، سلیمانی چشم، محبوبه^۲، سیف آبادی، سید جعفر^۳

۱. استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، malavi@modares.ac.ir

۲. فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، m.soleymani371@gmail.com

۳. دانشیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، jseyfabadi@gmail.com

واژگان کلیدی: *Nerita adenensis* دریای عمان، خط‌شناسه DNA

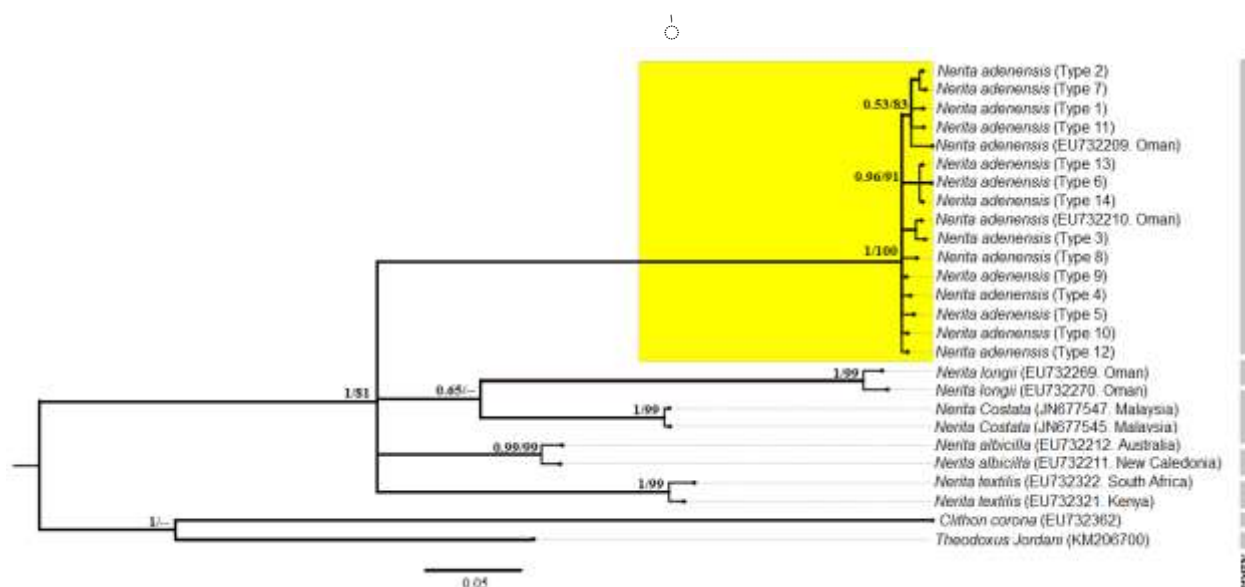
۱. مقدمه

شکم‌پایان با حدود ۶۵ الی ۸۰ هزار گونه بزرگترین رده از نرم‌تنان محسوب می‌شوند. خانواده Neritidae با حدود ۳۰۰ گونه شناخته شده از ۱۶ جنس مختلف در بوم سازگان‌های با آب شیرین، لب شور و دریایی در نواحی معتدل و حاره ای پراکنش دارند (Eichhorst 2016). ۱۶ جنس مختلف در بوم سازگان‌های با آب شیرین، لب شور و دریایی در نواحی معتدل و حاره ای پراکنش دارند (Eichhorst 2016). صدف در گونه‌های این خانواده عموماً دارای قله کوتاه، دهانه هلالی شکل عریض و از سوی دیگر ساختارهای شکلی و الگوهای رنگی متنوع می‌باشد که این امر شناسایی را تا حدی دشوار نموده است. بر همین اساس گونه‌های زیادی از این خانواده که پیش از این بر مبنای صفات ریختی توصیف شده‌اند هم‌اکنون به عنوان مترادف synonyme قبلی شناخته می‌شوند (Tan and Clements 2008). احتمالاً برخی از این اختلافات ریختی با شرایط زیستگاهی مرتبط می‌باشد (Minton and Gunderson 2001). Eichhorst (2016) در این تحقیق چندریختی گونه Aden nerite از این خانواده با نام علمی *Nerita adnensis* از طریق بررسی توالی دو ژن COI از میتوکندری و ATPSα از هسته در ۱۴ مورفوتیپ شناسایی شده از سواحل دریای عمان مورد بررسی قرار گرفته است.

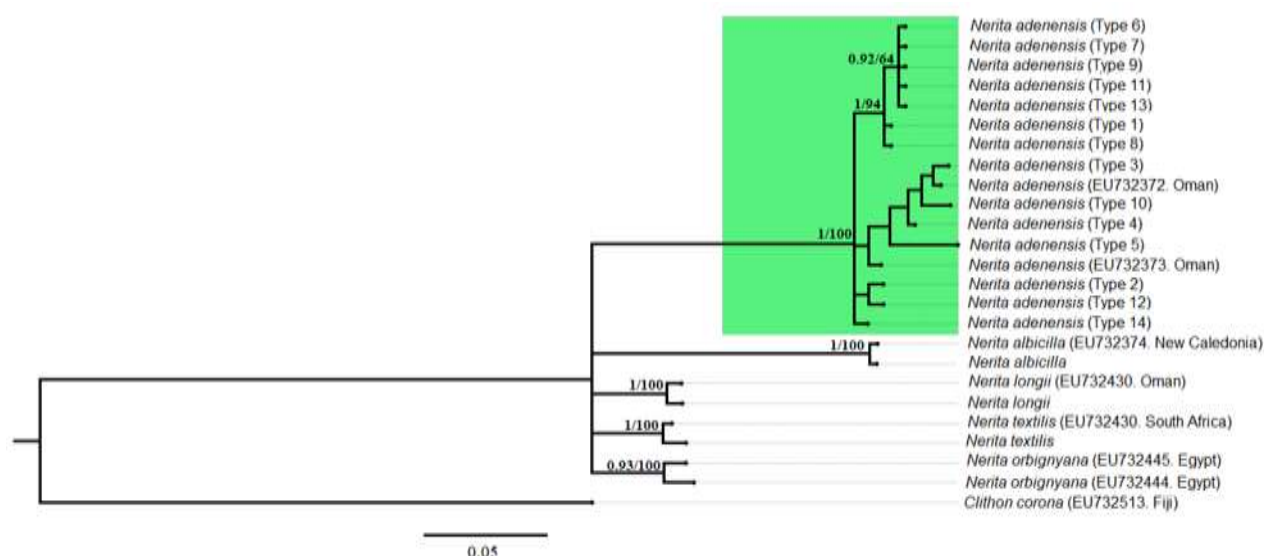
۲. مواد و روش‌ها

تعداد ۳۴۱ نمونه از گونه *N. adenensis* از سه ایستگاه واقع در مناطق بین جزرومدی سواحل شمالی دریای عمان جمع‌آوری شد. همچنین نمونه‌های مرتبط با سایر گونه‌های شناسایی شده نیز جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها بر اساس کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی و عکس‌برداری شد و بخشی از بافت جهت انجام آزمایش‌های ژنتیکی و استخراج DNA از هر یک از مورفوتیپ‌های شناسایی شده برداشت شد. قطعه‌ای به طول ۶۵۸ جفت باز از ژن میتوکندریایی COI و قطعه‌ای به طول ۲۹۲ جفت باز از ژن هسته‌ای ATPSα پس از تکثیر مورد توالی‌یابی قرار گرفت. ترسیم درخت تبارشناسی از دو روش تشابه بیزین BL و حداکثر تشابه ML صورت گرفت. برای تعیین محدوده گونه از ابزار اینترنتی Automatic Barcode Gap Discovery (ABGD) استفاده شد.

۳. نتایج



شکل ۱) درخت تبارشناسی ترسیم شده بر مبنای توالی ژن COI برای هاپلوتایپ‌های شناسایی شده از ۱۴ مورفوتیپ گونه *Nerita adenensis* بر مبنای روش *Maximum likelihood* و *Bayesian likelihood*. خطوط تیره بیانگر نتایج روش ABGD در تعیین محدوده گونه می باشد.



شکل ۱) درخت تبارشناسی ترسیم شده بر مبنای توالی ژن Cytb برای هاپلوتایپ‌های شناسایی شده از ۱۴ مورفوتیپ گونه *Nerita adenensis* بر مبنای روش *Maximum likelihood* و *Bayesian likelihood*

۴. بحث و نتیجه گیری

مکانیسم تعیین و بیان صفت رنگ در Neritidae کاملاً شناخت شده نیست اما مدارک موجود بیانگر نقش سلولهای ترشحی در گویسته Mantle و کنترل آن تحت سیستم اعصاب مرکزی می باشد (Budd et al. 2014). این مکانیسم خود تحت تاثیر ترکیبی از عوامل ژنتیکی و شیبهای محیطی از قبیل تغییرات شوری، دما، منابع غذایی و شکارچیان قرار دارد. شکل پذیری ریختی در زیستگاههای متفاوت پیش از این در دو گونه دیگر از این خانواده؛ *Neritona granosa* و *Puperita pupa* نیز گزارش شده است (Vaughan and Eichhorst 2006). برخی از مطالعات پیشنهاد می دهند که اثر انتخابی شکارچی predator-mediated selection احتمالاً توجیه اصلی در ظهور الگوهای مختلف صدف در شکمپایان در یک زیستگاه واحد باشد (Reimchen 1979; Hughes and Mather 1986; Rosin et al. 2013).

(Takeuchi et al. 2018). به طور عمومی این جنبه از ویژگیهای زیستی و بوم شناختی شکم پایان کمتر مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج این تحقیق تایید کننده ریخت پذیری بالا در گونه *N. adenensis* می باشد که می بایست درانتخاب صفات مناسب ریختی برای آرایه شناسی و رده بندی گونه های این خانواده مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1. Budd, A., McDougall, C., Green, K. & Degnane, B.M. (2014) Control of shell pigmentation by secretory tubules in the abalone mantle. *Frontiers in Zoology* 11, 62.
2. Eichhorst, T.E. (2016). *Neritidae of the World. Volume I*, ConchBooks. Hackenheim
3. Haumahu, S. & Uneputty, P.A. (2018). Morphometric variation of ten species of *Nerita* (Mollusca: Gastropods) in rocky intertidal zone of Oma Village, Central Moluccas, Eastern Indonesia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 6, 276–280.
4. Hughes, J.M. & Mather, P.B. (1986). Evidence for predation as a factor in determining shell color frequencies in a mangrove snail *Littorina* sp. (Prosobranchia: Littorinidae). *Evolution* 40, 68–77.
5. Minton, R.L. & Gunderson, R.W. (2001) *Puperita tristis* (d'Orbigny, 1842) (Gastropoda: Neritidae) is an ecotype of *Puperita pupa* (Linnaeus, 1767). *American Malacological Bulletin* 16, 13–20.
6. Puillandre, N., Lambert, A., Brouillet, S. & Achaz, G. (2012). ABGD, Automatic Barcode Gap Discovery for primary species delimitation. *Molecular Ecology* 21, 1864–1877.
7. Rosin, Z. M., Kobak, J., Lesicki, A., & Tryjanowski, P. (2013). Differential shell strength of *Cepaea nemoralis* colour morphs—implications for their anti-predator defence. *Naturwissenschaften*, 100(9), 843-851.
8. Reimchen, T.E. (1979). Substratum heterogeneity, crypsis, and colour polymorphism in an intertidal snail (*Littorina mariae*). *Canadian Journal of Zoology* 57, 1070–1085.
9. Takeuchi, S., Suzuki, K., Nakagawa, T. & Tanaki, A. (2018). Visual crypsis as a possible function of polymorphic shell coloration in the infaunal clam *Ruditapes philippinarum*. *Journal of sea research* 138, 8–18.
10. Tan, S.K. & Clements, R. (2008) Taxonomy and distribution of the Neritidae (Mollusca: Gastropoda) in Singapore. *Zoological Studies* 47, 481–494.
11. Vaughan, B. & Eichhorst, T. (2006) Thoughts on species and speciation-phenoplasticity. *American Conchologist* 34, 26–29.

Phenoplasticity of Neritidae; Challenge for Morphological Taxonomy of Gastropoda

Mohammad Sadegh Alavi-Yeganeh*, Mahboobeh Soleimani-Cheshom¹, Jafar Seyfabadi

Department of Marine Science, Tarbiat Modares University

Abstract:

Fourteen morphotypes of Aden Nerite (*Nerita adenensis*) from Chabahar Bay, the northern Gulf of Oman, were sequenced for mitochondrial cytochrome c oxidase I and nuclear ATPS α genes. COI sequences across all morphotypes yielded uncorrected genetic distances $p = 0.013-0.017$, whereas interspecific $p = 0.11-0.16$ among congeneric species. For ATPS α , across all morphotypes, $p = 0.00-0.03$, whereas between *N. adenensis* and congeneric species, $p = 0.07-0.19$. Morphological analysis revealed a high degree of plasticity in shell colour, pattern and structure. Our descriptions provided here will be helpful in identifying this problematic taxon, which our genetic analyses show is best regarded a single variable biological species.

Keywords *Nerita adenensis*, Oman Sea, DNA Barcoding



محاسبه تبادل آب، انتقال شوری و حرارتی در تنگه هرمز

عزیزپور، جعفر

استادیار پژوهشکده علوم دریایی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران، ایران.

E-mail: azizpour@inio.ac.ir

واژگان کلیدی: تنگه‌ی هرمز، تبادل آب، انتقال شوری، انتقال حرارت.

۱. مقدمه

خلیج فارس در ردیف دریاهای کم‌عمق محسوب می‌شود. عمق آن به ندرت از ۱۰۰ متر تجاوز می‌کند و ژرفای متوسط آن حدود ۳۵ متر است، و در دهانه‌ی تنگه هرمز به بیش از ۱۰۰ متر می‌رسد. در واقع تمام خلیج فارس تشکیل یک فلات قاره را می‌دهد (Reynolds, 1993; Yao, 2008; Yao and Johns, 2010a) هر چند در برخی نقاط عمق ۱۶۵ متر نیز برای این خلیج به ثبت رسیده است. Johns و همکاران (Johns et al., 2003) به مطالعه‌ی ویژگی‌های فیزیکی و هیدرودینامیک آب با استفاده از یک سامانه‌ی مهار در قسمت جنوبی تنگه‌ی هرمز پرداختند. این اندازه‌گیری‌ها از دسامبر ۱۹۹۶ تا مارس ۱۹۹۸ به طول انجامید. آب چگال خروجی از خلیج فارس، حالت تقریباً پایدار از عمق ۴۰ متری تا بستر با سرعت حدود 20 cm s^{-1} را نشان می‌داد. جهت حرکت آب در لایه‌ی سطحی با مکان و زمان متغیر بود. میزان شوری خروجی آب خلیج فارس از قسمت جنوبی تنگه‌ی هرمز در طی سال $39/40 - 3/8 \text{ psu}$ بود که بیشینه‌ی مقدار شوری در ماه‌های زمستان اتفاق می‌افتد. متوسط سالیانه‌ی آب خروجی از تنگه‌ی هرمز $0.15 \pm 0.03 \text{ sv}$ بود. Yao and Johns (2010b) با استفاده از مدل عددی HYCOM گردش آب، انتقال توده‌های آب و تبادل آب در تنگه‌ی هرمز، خلیج فارس و دریای عمان را بررسی کردند. نتایج مدل‌سازی آن‌ها نشان می‌داد آب سطحی ورودی از اقیانوس هند به دو شاخه تقسیم می‌شود که یکی در امتداد خط ساحلی ایران و دیگری با چرخش به سمت جنوب و تحت تأثیر باد شمال غربی قرار می‌گیرد. جبهه‌های آب شور در محدوده‌ی تنگه‌ی هرمز با برخورد آب شور خلیج فارس و آب سطحی اقیانوس هند تشکیل می‌شوند. نفوذ آب سطحی اقیانوس هند در خلیج فارس برای فصل تابستان بیشتر از فصل زمستان است.

۲. مواد و روش‌ها

تبادل آب بین دریای عمان و خلیج فارس در محدوده‌ی تنگه‌ی هرمز با استفاده از داده‌های جریان، دما و شوری آب بدست آمده از مدل‌سازی عددی محاسبه شد. مدل‌سازی عددی استفاده شده در این تحقیق، مدل عددی FVCOM است که در واقع یک مدل گردش عمومی آب با روش حجم محدود محسوب می‌شود (Chen et al., 2006). منطقه‌ی شبیه‌سازی شامل حوضه‌ی آبی خلیج فارس و قسمتی از دریای عمان در محدوده‌ی جغرافیایی $22/5^{\circ}\text{N}$ تا 31°N و $47/5^{\circ}\text{E}$ تا 60°E است (شکل ۱). داده‌های ژرفاستی از داده‌های GEBCO با قدرت تفکیک ۳۰ ثانیه استفاده شده است. فاصله‌ی بین نقاط شبکه از کمینه‌ی حدود یک کیلومتر در منطقه‌ی تنگه‌ی هرمز تا حدود ۳۵ کیلومتر در مرز باز متغیر است. نوسانات سطح آب در گره‌های مرز باز، به صورت دامنه و فاز ۸ مؤلفه‌ی جزر و مدی $M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, P_1, O_1, Q_1$ اعمال

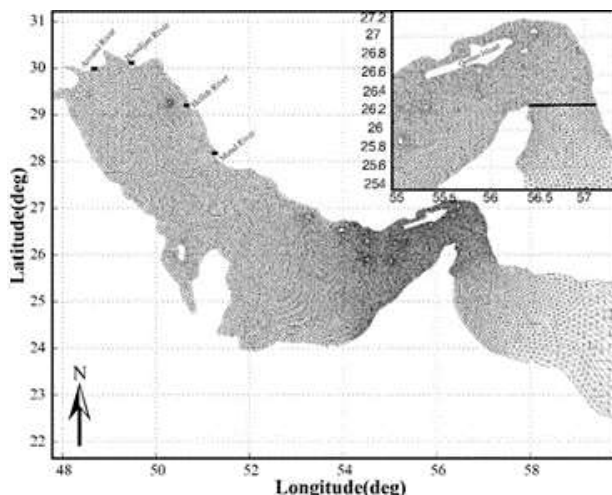
شده است. اطلاعات باد مورد نیاز برای شبیه‌سازی، از داده‌های موقت سرعت شرق سو و شمال سوی پایگاه ECMWF تأمین شده است. این اطلاعات ۶ ساعته بوده و دارای دقت مکانی ۰/۱۲۵ درجه است که روی شبکه‌ی محاسباتی مورد نظر درون‌یابی گردیده است. داده‌های سری زمانی نیم‌رخ دما و شوری در محل گره‌های مرز باز و از ابتدای اوت سال ۲۰۰۸ تا ابتدای اوت سال ۲۰۱۳ از خروجی مدل HYCOM استخراج و به عمق‌های استاندارد مورد نیاز مدل اعمال شدند. داده‌های دبی رودخانه‌های اروندرود، مند، هندیجان و حله از داده‌های ارائه شده در مقاله‌ی Elhakeem و همکاران (Elhakeem et al., 2015) و به‌صورت متوسط روزانه استخراج و به مدل اعمال شدند. مدل در مد کُرفشاری، در ۲۱ لایه، برای پنج سال اجرا شده و نتایج سال پنجم به عنوان نتایج ارائه شده است. نتایج حاصل از مدل سازی عددی با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ (Azizpour et al., 2014; Azizpour et al., 2016) واسنجی و صحت سنجی (روش داده‌گواری) شده‌اند. داده‌های دما و شوری در نزدیک‌ترین گره‌ها و داده‌های سرعت و جهت جریان در نزدیک‌ترین المان‌های مقطع انتخاب شدند (شکل ۱). با استفاده از روش استفاده شده در Yari و همکاران (Yari et al., 2012) حجم آب ورودی و خروجی، انتقال حرارت و انتقال شوری در محدوده‌ی تنگه‌ی هرمز محاسبه و ارائه شده است. حجم آب، شار حرارتی و شار شوری از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$V = \iint v dx dz,$$

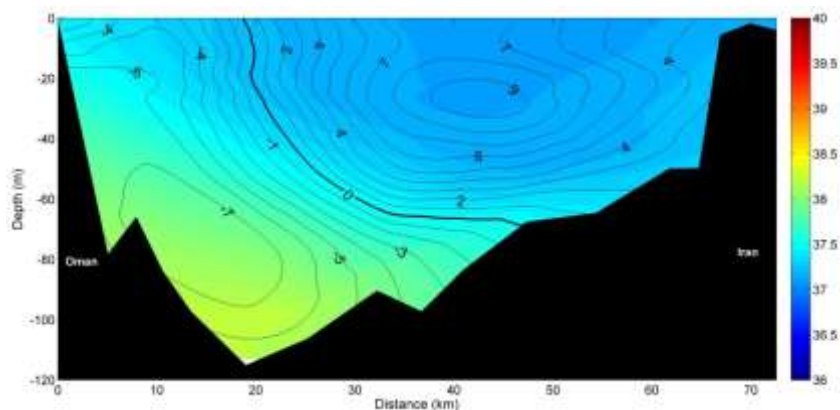
$$H_A = \iint \rho C_p \theta v dx dz,$$

$$S_T = \iint \rho S v dx dz$$

در روابط ۱ تا ۳، θ ، S ، ρ و C_p به‌ترتیب سرعت در راستای تنگه (عمود بر مقطع)، دمای آب، شوری آب، چگالی آب و ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب هستند. چگالی آب 1026 kg/m^3 و ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب $\frac{1}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ در ۴۲۰۰ در نظر گرفته شد.



شکل ۱) محدوده‌ی اجرای مدل و مقطع در نظر گرفته شده برای محاسبه تبادل آب در تنگه هرمز



شکل ۲) نمودار متوسط جریان و شوری آب سالانه مربوط به مقطع نشان داده شده در شکل ۱

۳. نتایج

شکل‌های ۲ نمودارهای مربوط به متوسط جریان و شوری سالیانه آب در مقطع نشان داده شده در شکل ۱ برای سال آخر مدل عددی را نشان می‌دهد. جریان ورودی به خلیج فارس با اعداد مثبت و جریان خروجی با اعداد منفی نشان داده شده‌اند. در ماه اوت ۲۰۱۲ جریان آب به دو قسمت جریان ورودی و خروجی تقسیم شده است. بیشینه مقدار سرعت جریان ورودی و خروجی به ترتیب $19/11 \text{ cm s}^{-1}$ و $18/34$ بود. آب با شوری کمتر از قسمت شرقی مقطع وارد و با شوری بیشتر از قسمت غربی خارج می‌شود. بیشینه و کمینه مقدار شوری به ترتیب $38/50 \text{ psu}$ و $37/62$ بود. در ماه سپتامبر ۲۰۱۲، بیشینه مقدار سرعت جریان خروجی در مقایسه با جریان ورودی بیشتر است. کمینه و بیشینه مقدار شوری آب در این ماه به ترتیب عبارت اند از: $37/25 \text{ psu}$ و $38/99$. کمینه مقدار شوری در لایه‌ی سطحی آب ورودی و بیشینه‌ی آن در آب خروجی و نزدیک بستر ملاحظه می‌شود. در این ماه نیز به مانند ماه اوت آب ورودی از قسمت شرقی وارد و آب خروجی از قسمت غربی خارج می‌شوند. نمودار جریان و سرعت مربوط به ماه اکتبر ۲۰۱۲ مشابه ماه‌های اوت و سپتامبر است. در این ماه متوسط سرعت جریان ورودی بیشتر از جریان خروجی است. کمینه مقدار شوری در عمق حدود ۴۰ متری برای ماه نوامبر و در آب ورودی قابل مشاهده است. در ماه دسامبر ۲۰۱۲ اختلاف بین بیشینه و کمینه‌ی شوری نسبت به ماه‌های قبلی کمتر است. بیشینه‌ی سرعت جریان خروجی بیشتر از جریان ورودی است ولی سرعت جریان در مقایسه با ماه‌های قبلی کمتر است. آب در سطح مقطع بیشتری وارد خلیج فارس می‌شود. برای ماه ژانویه ۲۰۱۳ اختلاف بیشینه و کمینه‌ی شوری در این ماه به حدود $0/52 \text{ psu}$ می‌رسد. بیشینه‌ی سرعت جریان ورودی و خروجی در این ماه به ترتیب عبارت اند از: $10/42 \text{ cm/s}$ و $7/20$. سرعت جریان آب ورودی و خروجی برای ماه فوریه ۲۰۱۳ نزدیک به هم بوده و اختلاف در حدود 1 cm s^{-1} با هم دارند و سرعت جریان خروجی بیشتر از جریان ورودی است. اختلاف کمینه و بیشینه‌ی شوری $0/75 \text{ psu}$ است. جریان خروجی از تنگه‌ی هرمز در ماه مارس ۲۰۱۳ از سطح و قسمت مرکز و همچنین از عمق حدود ۴۵ متر تا بستر اتفاق می‌افتد. برخلاف سایر ماه‌های قبلی، مرز دو لایه‌ی آب ورودی و خروجی بصورت افقی است. اختلاف بین بیشینه سرعت جریان ورودی و خروجی در حدود 1 cm s^{-1} است. سرعت جریان ماه آوریل ۲۰۱۳ در لایه‌ی عمقی مشابه ماه مارس است. جریان خروجی در سطح، از مرز ایران اتفاق می‌افتد. سرعت جریان خروجی در لایه‌ی نزدیک به بستر بیشتر از لایه‌ی سطحی است. نمودار سرعت جریان در ماه مه ۲۰۱۳ نشان دهنده ورود آب از دریای عمان از قسمت میانی و حداکثر تا عمق ۷۰ متری اتفاق می‌افتد. جریان خروجی از قسمت غربی و شرقی و همچنین از عمق ۷۰ متر تا بستر خارج می‌شود. بیشینه مقدار شوری آب خروجی $38/47 \text{ psu}$ و کمینه شوری آب ورودی $36/74 \text{ psu}$ است. نمودار سرعت جریان و شوری مربوط به ماه‌های جون و ژوئیه ۲۰۱۳ مشابه هم است. سرعت جریان ورودی در ماه جون و جریان خروجی در ماه ژوئیه بیشتر است. هرچند که سرعت جریان ورودی و خروجی در ماه جون بیشتر از ماه ژوئیه است. شوری آب خروجی در ماه ژوئیه بیشتر از ماه جون است.

متوسط سرعت جریان و شوری سالیانه آب در شکل ۲ نشان داده شده است. آب با شوری کمتر از قسمت شرقی (سواحل ایران) وارد خلیج فارس شده و با شوری بیشتر از قسمت غربی (سواحل عمان) خارج می‌شود. بیشینه مقدار سرعت جریان ورودی و خروجی آب عبارت اند از: $9/62 \text{ cm s}^{-1}$ و $7/99$. نمودار متوسط شوری نشان دهنده ورود آب با شوری کمتر از سمت شرقی و لایه‌ی سطحی و خروج آب با شوری بیشتر و از لایه‌ی نزدیک بستر است. جدول‌های ۱-۳ به ترتیب حجم تبادل آب، شار گرمایی و شار شوری در ماه‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول (۱) متوسط حجم آب تبدلی در مقطع مشخص شده در شکل ۱ برحسب سوردراپ ($SV \equiv 10^6 m^3 s^{-1}$)

Month	August ۲۰۱۲	September ۲۰۱۲	October ۲۰۱۲	November ۲۰۱۲	December ۲۰۱۲	January ۲۰۱۳	February ۲۰۱۳	March ۲۰۱۳	April ۲۰۱۳	May ۲۰۱۳	June ۲۰۱۳	July ۲۰۱۳	mean
Hin	$2/01E11$	$1/86E14$	$2/02E14$	$1/67E14$	$7/88E13$	$7/23E13$	$6/00E13$	$2/44E13$	$3/4E13$	$5/46E13$	$1/70E14$	$8/66E13$	$9/56E13$
Hout	$1/8E14$	$-1/81E14$	$-1/86E14$	$-1/30E14$	$-8/02E13$	$6/01E13$	$-6/56E13$	$5/06E13$	$-5/5E13$	$-7/83E13$	$-1/47E14$	$-1/08E14$	$-9/34E13$
Hnet	$1/8E11$	$3/87E10$	$1/81E11$	$2/45E11$	$-1/61E10$	$8/11E10$	$-3/7E10$	$1/74E11$	$-1/4E11$	$-1/59E11$	$1/54E11$	$-1/4E11$	$1/42E10$

جدول (۲) متوسط شار گرمایی تبدیلی در مقطع مشخص شده در شکل ۱ برحسب وات

Month	August ۲۰۱۲	September ۲۰۱۲	October ۲۰۱۲	November ۲۰۱۲	December ۲۰۱۲	January ۲۰۱۳	February ۲۰۱۳	March ۲۰۱۳	April ۲۰۱۳	May ۲۰۱۳	June ۲۰۱۳	July ۲۰۱۳	mean
Flux _{in}	۱/۵۶	۱/۴۹	۱/۶۶	۱/۴۴	۰/۷۱	۰/۷۲	۰/۶۱	۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۵۱	۱/۴۲	۰/۶۹	۰/۸۷
Flux _{out}	-۱/۴۴	-۱/۵۰	-۱/۵۶	-۱/۲۲	-۰/۷۷	-۰/۶۰	-۰/۶۷	-۰/۵۱	-۰/۵۴	-۰/۷۵	-۱/۲۹	-۰/۸۷	-۰/۸۳
Flux _{net}	۷/۸E-۴	-۶/۰E-۵	۷/۱۷E-۴	۰/۰۰۲	-۳/۹۸E-۴	۷/۵E-۴	-۳/۹E-۴	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۱۴	-۰/۰۰۱۶	۸/۸۵E-۴	-۰/۰۰۱۲	۱/۸۸E-۴

جدول (۳) متوسط شار شوری تبدیلی در مقطع مشخص شده در شکل ۱ برحسب کیلوگرم بر ثانیه

Month	August ۲۰۱۲	September ۲۰۱۲	October ۲۰۱۲	November ۲۰۱۲	December ۲۰۱۲	January ۲۰۱۳	February ۲۰۱۳	March ۲۰۱۳	April ۲۰۱۳	May ۲۰۱۳	June ۲۰۱۳	July ۲۰۱۳	mean
Sin	۶۰E۱۰	۵۷E۱۰	۶۷E۱۰	۵۴E۱۰	۲۷E۱۰	۲۷E۱۰	۲۳E۱۰	۹۲E۹	۱۳E۱۰	۱۹E۱۰	۵۳E۱۰	۲۶E۱۰	۳۲E۱۰
Sout	-۵۶E۱۰	-۵۸E۱۰	-۴۷E۱۰	-۴۷E۱۰	-۳۰E۱۰	-۲۳E۱۰	-۲۵E۱۰	-۱۹E۱۰	-۲۰E۱۰	-۲۸E۱۰	-۴۹E۱۰	-۳۳E۱۰	-۳۳E۱۰
Snet	۲۵E۷	-۱۰E۷	۱۶E۷	۴۷E۷	-۱۸۰E۷	۲۷E۷	-۱۷E۷	-۶۹E۷	-۵E۷	-۶۳E۷	۲۳E۷	-۴۸۰E۷	-۱۱۱E۷

بیشترین و کمترین حجم آب وارد شده به خلیج فارس (دریای عمان) به ترتیب در ماه اکتبر و مارس (اکتبر و مارس) اتفاق افتاده است. در فصول سرد سال (پاییز و زمستان) آب ورودی و خروجی از تنگه‌ی هرمز قابل تفکیک تر نسبت به فصل گرم سال (بهار و تابستان) است. به عبارت دیگر اختلاف شوری آب ورودی و خروجی از تنگه‌ی هرمز در فصل سرد در مقایسه با فصل گرم بیشتر است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به تبخیر زیاد آب در خلیج فارس در مقایسه با ورودی آب از رودخانه‌ها و بارش، قسمتی از این آب از طریق تنگه‌ی هرمز و از آب‌های دریای عمان جبران می‌شود. با توجه به متغیر بودن میزان بارش، ورودی آب از رودخانه‌ها و تبخیر در فصول مختلف، مقدار آب تبدیلی از تنگه هرمز نیز متغیر خواهد بود. از طرف دیگر آب چگال خروجی از خلیج فارس نقش مهمی در انتقال گرما و شوری به دریای عمان و اقیانوس هند دارد. در حقیقت بخش مهمی از تهویه آب‌های قسمت‌های عمیق اقیانوسی، توسط آب‌های چگال دریاهای حاشیه‌ای مانند خلیج فارس، دریای مدیترانه و دریای احمر اتفاق می‌افتد (Peters et al., 2005). نتایج حاصل از مدل‌سازی عددی نشان می‌دهد که آب با شوری کمتر از قسمت ایرانی تنگه‌ی هرمز وارد خلیج فارس و با شوری بیشتر از قسمت مجاور کشور عمان خارج می‌شود. همچنین نتایج حاصل برای تبادل شوری بیانگر این است که به طور متوسط سالانه مقداری از نمک موجود در آب به صورت شوری از خلیج فارس (1.11E7 کیلوگرم بر ثانیه) و از طریق تنگه‌ی هرمز خارج می‌شود. تبادل حرارتی حاکی از آن است که انرژی گرمایی از دریای عمان وارد خلیج فارس می‌شود. جالب است این انرژی گرمایی در فصول گرم سال وارد خلیج فارس وارد می‌شود که می‌تواند ناشی از تبخیر زیاد در این فصول باشد. در این ماه‌های فصول به غیر از ماه سپتامبر، ورودی آب به خلیج فارس نسبت به خروجی آن بیشتر است و این نشان می‌دهد که انرژی گرمایی تبادل شده از طریق آب تبدیلی از تنگه‌ی هرمز در ارتباط کامل است.

منابع

1. Azizpour, J., Chegini, V., Khosravi, M., Einali, A., 2014. Study of the Physical Oceanographic Properties of the Persian Gulf, Strait of Hormuz and Gulf of Oman Based on PG-GOOS CTD Measurements. Journal of the Persian Gulf 5, 37-48.
2. Azizpour, J., Siadatmousavi, S.M., Chegini, V., 2016. Measurement of tidal and residual currents in the Strait of Hormuz. Estuarine, Coastal and Shelf Science 178, 101-109.
3. Chen, C., Cowles, G., Beardsley, R., 2006. An unstructured grid, finite-volume coastal ocean model: FVCOM user manual, SMAST/UMASSD.
4. Elhakeem, A., Elshorbagy, W., Bleninger, T., 2015. Long-term hydrodynamic modeling of the Persian Gulf. Marine Pollution Bulletin 94, 19-36.

5. Johns, W.E., Yao, F., Olson, D.B., Josey, S.A., Grist, J.P., Smeed, D.A., 2003. Observations of seasonal exchange through the Straits of Hormuz and the inferred heat and freshwater budgets of the Persian Gulf. *J. Geophys. Res.* 108, C12, 3391.
 6. Peters, H., Johns, W.E., Bower, A.S., Fratantoni, D.M., 2005. Mixing and entrainment in the Red Sea outflow plume. Part I: Plume structure. *Journal of Physical Oceanography* 35, 569-583.
 7. Reynolds, R.M., 1993. Physical oceanography of Persian Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman—Results from the Mt Mitchell expedition. *Marine Pollution Bulletin* 27, 35-59.
 8. Yao, F., 2008. Water mass formation and circulation in the Persian Gulf and water exchange with the Indian Ocean.
 9. Yao, F., Johns, W.E., 2010a. A HYCOM modeling study of the Persian Gulf: 1. Model configurations and surface circulation. *J. Geophys. Res.* 115, C11017.
 10. Yao, F., Johns, W.E., 2010b. A HYCOM modeling study of the Persian Gulf: 2. Formation and export of Persian Gulf Water. *J. Geophys. Res.* 115, C11018.
- Yari, S., Kovačević, V., Cardin, V., Gačić, M., Bryden, H.L., 2012. Direct estimate of water, heat, and salt transport through the Strait of Otranto. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 117.



تأثیر نوسانات سطح تراز آب دریای خزر و فعالیت‌های انسانی در تخریب زیستگاه‌ها و تنوعات زیستی گونه‌های گیاهی مستقر در تپه‌های ماسه‌ای ساحلی

علی نژاد تبریزی، طاهره^{۱*}؛ تیرگان، سامره^۲؛ خوشروان، همایون^۳؛ نقی‌نژاد، علیرضا^۴

۱. کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست سواحل، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، t.alinejhad@ut.ac.ir
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد زیست‌شناسی، سیستماتیک-اکولوژی گیاهی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر، h_khoshravan@yahoo.com
۳. استادیار پژوهشی، عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات آب، h_khoshravan@yahoo.com
۴. دانشیار، گیاه‌شناسی-اکولوژی گیاهی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر، a.naqinezhad@umz.ac.ir

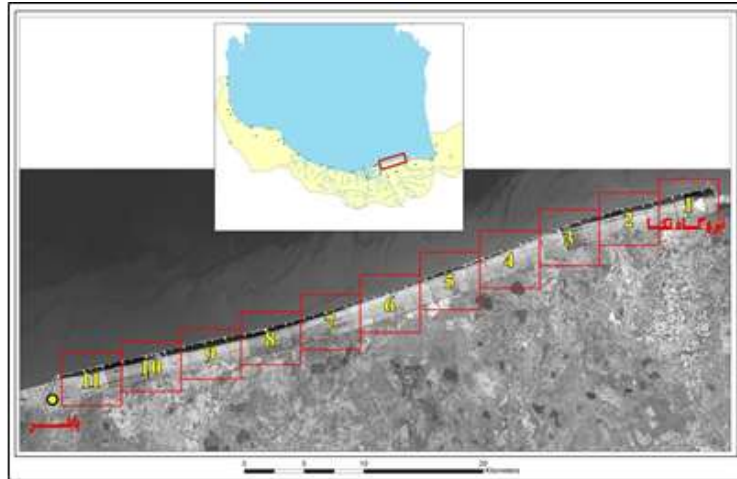
واژگان کلیدی: دریای خزر، سواحل مازندران، زیست بومگان، تپه‌های ماسه‌ای

۱. مقدمه

خطوط ساحلی ماسه‌ای تنها ۲۰٪ از کل خطوط ساحلی جهان را اشغال نموده‌اند (Van der Maarel, 2003). تپه‌های ماسه‌ای معمولاً در مناطق مختلف با شرایط آب و هوایی خشک، نیمه خشک و معتدل مشاهده می‌شوند، اما از میزان فراوانی آن‌ها در مناطق حاره و فرا حاره‌ای کاسته می‌شود که علت آن مرتبط با پوشش گیاهی بسیار متراکم در این مناطق، سرعت کم باد و رطوبت موجود در دانه‌های ماسه‌ای است (خوشروان، ۱۳۷۹). شدت آسیب‌پذیری فرسایشی تپه‌های ماسه‌ای به ساختار مورفولوژی آن‌ها، شرایط آب و هوایی و ماهیت هیدرودینامیکی دریا (ارتفاع جذر و مد، انرژی امواج، بزرگی و تناوب مد طوفان) بستگی دارد (Pye et al., 2007). حفاظت از تپه‌های ماسه‌ای ساحلی در برنامه‌های مدیریت جامع مناطق ساحلی (ICZM) از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. زیرا آنها نقش بسیار موثری را در ثبات مناطق ساحلی در مقابل نیروهای فرساینده محیطی ایفا می‌کنند. از بین رفتن این منابع طبیعی مهم، سبب افزایش حساسیت و نرخ شدت آسیب‌پذیری سواحل شده و با افزایش سطح تراز آب دریاها و اقیانوس‌ها، خطر فرسایش و آب‌گرفتگی اراضی ساحلی به شدت افزایش می‌یابد. سواحل جنوبی دریای خزر در بیش‌تر مناطق دارای پوشش ماسه‌ای است و در برخی مناطق ساحلی، تپه‌های ماسه‌ای به شکل توسعه یافته قابل مشاهده است. متأسفانه طی سال‌های ۱۳۵۷-۱۳۷۴ افزایش سطح تراز آب دریای خزر به میزان ۲۵۰ سانتی‌متر سبب شد که بخش وسیعی از خاکریز ساحلی و تپه‌های ماسه‌ای دچار تخریب و فرسایش گردند (Kroonenberg et al., 2000) و توسعه فعالیت‌های انسانی از قبیل ساخت بندر و اسکله‌های تجاری و صیادی، دیواره‌های حفاظت ساحلی، جاده و توسعه مناطق شهری طی چند دهه گذشته خسارات جبران‌ناپذیری را به تپه‌های ماسه‌ای و تنوع زیستی گونه‌های گیاهی مستقر بر روی آن وارد نمود (Khoshrovan and Rouhanizadeh, 2011). بنابراین در این مقاله علمی، میزان فرسایش تپه‌های ماسه‌ای، نرخ جابجایی خط ساحلی دریای خزر تحت تأثیر نوسانات سطح تراز آب و عکس‌العمل اکولوژیکی زیستگاه‌های مختلف گونه‌های گیاهی در این نواحی، به عنوان مسائل اصلی پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در سواحل جنوبی دریای خزر، در حد فاصل نیروگاه نکا تا حاشیه شرقی شهر بابلس به طول ۵۸ کیلومتر قرار دارد (شکل ۱). در این بخش از سواحل دریای خزر، بار ماسه‌ای رودخانه‌ها شرایط را برای رسوبگذاری مواد ماسه‌ای در ناحیه پس کرانه‌ای فراهم می‌کنند و توسعه تپه‌های ماسه‌ای در این منطقه متأثر از این فرآوری رسوبی مناسب در ناحیه ساحلی بوده است. با توجه به وجود تنوع زیستی مناسب در زیستگاه‌های مختلف ساحلی، این منطقه به عنوان مقطع نمونه ارزیابی تأثیرپذیری زیست بومگان گیاهی تپه‌های ماسه‌ای در مقابل نوسانات سطح تراز آب دریای خزر و دخالت‌های انسانی انتخاب شد. در مجموع با برداشت ۷۸ پلات با عرض ۵×۵ متر در طول ۱۱ زون اندازه‌گیری طی بهار و تابستان ۱۳۹۷، گونه‌های گیاهی مستقر در منطقه خاکریز ساحلی تا انتهای بخش پشتی تپه‌های ماسه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱) موقعیت جغرافیایی، زون‌های ۱۱ گانه مورد بررسی در مطالعات

همچنین جهت بررسی وضعیت تغییر شکل خطوط ساحلی، خاکریز ساحلی و تپه‌های ماسه‌ای طی دوره زمانی مقارن با افزایش سطح تراز آب دریای خزر (۱۹۷۸-۱۹۹۵)، از عکس‌های هوایی مربوط به سال ۱۹۸۳ میلادی با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ و تصاویر سنجنده PAN ماهواره IRS با قدرت تفکیک ۵/۸ متر متعلق به سال ۲۰۰۴ میلادی استفاده گردید.

۳. نتایج

نتایج حاصل از مقایسه تصاویر هوایی و ماهواره‌ای متعلق به سال‌های ۱۹۸۳-۲۰۰۴ نشان می‌دهد که نرخ جابجایی خط ساحل تحت تأثیر افزایش سطح تراز آب دریای خزر طی دوره فوق‌الذکر، در یازده زون منتخب از مقادیر کمی متفاوتی برخوردار می‌باشد (جدول ۱). به منظور مطالعه گونه‌های گیاهی در تپه‌های ماسه‌ای، تعداد ۱۷۴ گونه گیاهی، متعلق به ۱۳۴ جنس و ۴۵ خانواده شناسایی شد. همچنین نتایج حاصل از مطالعه تصاویر هوایی و ماهواره‌ای و مشاهدات میدانی در (زون‌های ۱۱ گانه)، نشان دهنده شدت آسیب دیدگی متفاوت تنوعات زیستی و زیستگاه‌های گیاهی می‌باشد و بر اساس معیار میزان تخریب و فرسایش، زیستگاه‌های مورد بررسی به سه گروه عمده بر اساس ویژگی فرسایشی و تخریبی، تقسیم می‌شوند. از جمله گیاهانی که به شدت در نواحی تخریبی حضور داشتند و جایگزین گیاهان تپه‌های ماسه‌ای شدند عبارتند از *Tribulus terrestris*, *Oxalis corniculata*, *Oenothera biennis*, *Melilotus indicus*, *Euphorbia maculate* و *Kickxia elatine subsp. Crinita* و *Verbena officinalis*, *Juncus turkestanicus*, *Carthamus lanatus var. terrestris*.

جدول ۱) میزان نرخ جابجایی خط ساحلی و فرسایش اراضی ساحلی و تغییر شکل تپه های ماسه ای در منطقه مورد مطالعه طی سال های ۱۹۸۳-۲۰۰۴

zone	میزان جابجایی خط ساحلی (m)		مساحت ناحیه ساحلی فرسایش یافته (m ²)	مساحت ناحیه رسوبگذاری (m ²)	مساحت تپه های ماسه ای تخریب شده	میزان درصد تخریب تپه های ماسه ای
	حداکثر	حداقل				
1	200+	120	55056	293610	424309	100
2	125	125	294092	0	1028649	77
3	205	97	763067	0	417251	42
4	110	75	584484	0	533604	86
5	130	40	454308	237	223079	51
6	125	40	602474	0	105319	13/5
7	120	90	601885	0	106955	8/5
8	125	40	511741	0	128776	8
9	155	80	578840	0	670050	31
10	150	65	520699	0	1609343	72/5
11	215	65	548808	0	648468	58

۴. بحث و نتیجه گیری

در یک جمع بندی کلی در این پژوهش می توان چنین استنتاج نمود که عوارض مورفولوژیکی بخش خشک ساحل ماسه ای دریای خزر (خاکریز و تپه های ماسه ای) زیستگاه بسیار مهمی برای رشد و نمو گونه های گیاهی و توسعه پوشش گیاهی می باشد. افزایش سطح تراز آب دریای خزر و دخالت های انسانی به عنوان مهم ترین عوامل مؤثر در از بین رفتن تنوعات زیستی و زیستگاه های گیاهان ساحلی بوده است و متأسفانه در مناطق ساحلی مشرف به محدوده های شهری بزرگ مانند بابلسر و یا مجتمع های صنعتی - تجاری بزرگ نظیر نیروگاه نکا، شدت آسیب دیدگی زیست بومگان گیاهان ساحلی بسیار زیاد می باشد. تغییر پوشش زمین، توسعه کاربری اراضی مختلف اعم از جاده سازی، اسکله های تجاری و حفاظتی، شهرسازی و کشاورزی صدمات جدی را به تپه های ماسه ای زده است و در منطقه مورد مطالعه میزان فرسایش تپه های ماسه ای مجموعاً ۵۸۹۵۸۰۳ متر مربع معادل حدود ۵۸۹ هکتار طی دوره زمانی ۱۳۸۳-۱۳۶۲ می باشد. در حال حاضر سامان دهی سواحل و حفاظت از مناطق ساحلی و تنوعات زیستی مستقر در آن به عنوان یکی از برنامه های مهم مدیریت جامع مناطق ساحلی محسوب می شود و در صورت عدم نظارت کافی و الزامات اجرایی برای برنامه های حفاظتی، متأسفانه ذخائر ژنتیکی ارزشمند گیاهان سازگار با محیط خشک ساحلی برای همیشه از تپه های ماسه ای به جای مانده در سواحل جنوبی دریای خزر از بین خواهد رفت و مشکلات زیست محیطی عدیده ای رقم خواهد خورد.

تشکر و قدردانی

این مقاله پژوهشی با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران ماونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تهیه شده است.

منابع

۱. خوشروان، ه. (۱۳۷۹). استفاده از روش های بیولوژیک در حفاظت مناطق ساحلی بخش جنوبی دریای خزر. وزارت نیرو، سازمان مدیریت منابع آب ایران، مرکز مطالعات و تحقیقات منابع آب دریای خزر.

2. Khoshrovan, H., & Rouhanizadeh, S. (2011). The impact coastal modification and Caspian rapid sea level change on the Amirabad coastal zone, Iran. International Journal of Natural Resources and Marine Science, 2, 1-11.

3. Kroonenberg, S. B., Badyukova, E. N., Storms, J. E. A., Ignatov, E. I., & Kasimov, N. S. (2000). A full sea-level cycle in 65 years: barrier dynamics along Caspian shores. *Sedimentary Geology*, 134(3-4), 257-274.
 4. Pye, K., Saye, S. E., & Blott, S. J. (2007). Sand Dune Processes and Management for Flood and Coastal Defence. Part 2. Sand Dune Processes and Morphology. Joint Defra/Environment Agency Flood and Coastal Erosion Risk Management R & D Programme, R & D Technical report FD1302. TR.
- Van Der Maarel, E. (2003). Some remarks on the functions of European coastal ecosystems. *Phytocoenologia*, 33(2-3), 187-202

Caspian Sea fluctuation and anthropogenic impact on the habitats and biodiversity of flora species in the Coastal sand dunes

Alinejadtabriizi, Tahereh ^{1*}; Tiregan, Samereh ²; Khoshnavan, Homayoun ³; Naqinezhad, Alireza ⁴

1. Department of Environmental Engineering, Environmental Engineering, University of Tehran

2. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, University of Mazandaran

Water research institute, ministry of Energy

3. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, University of Mazandaran

Abstract:

Sand dunes are important factors for the stability of the coasts, and vegetation plays a decisive role in their creation. In this research paper, studying the effects of the Caspian Sea level fluctuations and human intervention on the transformation of habitats and biodiversity of coastal plants on sand dunes is assumed as the main goal. The morphological structure of coastal sand dunes and the biodiversity of their plant species were investigated by selecting 12 study axes in the eastern coast of the central Mazandaran (Babolsar-Amirabad), also the major changes of the sand dunes in coastal lands during the period of the Caspian Sea water level rise, between 1978-1995, was evaluated using the remote sensing. The results show that coastal dunes in the southern coasts of the Caspian Sea are divided into three groups, intact or healthy, semi-healthy and completely destructed. In total, 174 plant species belonging to 134 genera and 75 families were identified in coastal embankment ecosystems as well as in active, middle and back sand dunes of the coast. The effects of human intervention (changes in land cover and land use) and increasing in the Caspian Sea level during 1978-1995 were identified as factors affecting the damage of coastal sand dunes.

Keywords: *Caspian Sea, Mazandaran shores, Ecosystems, Sand dunes*



ریخت شناسی گل فشان های جنوب ایران

فراحی قصرابونصر، صدیقه^{*}

استادیار، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، farahisedigheh@inio.ac.ir; farahisedigheh@yahoo.com

چکیده

جایگاه های گل فشانی جنوب و جنوب شرق ایران در زون برخوردی زاگرس و ناحیه فرورانش مکران واقع شده اند. پس از بررسی میدانی و در نظر گرفتن پارامتر های ریخت شناسی (ماکزیمم ارتفاع، ساختار استخر و گریفون، سطح پوشش)، این گل فشان ها در ۵ گروه کلیتقسیم بندی شدند. این گروه ها شامل گل فشان های چند دهانه ای، کشیده شده، سپر شکل، مخروطی با پهلوهایی در حال فرورانش و گودال مانند هستند. شدت و فرکانس خروج گل و سیالات، و درصد هر یک از مواد خروجی و در نهایت غلظت آن از عواملی هستند که بر ریخت شناسی موثر است.

واژگان کلیدی: گل فشان، ریخت شناسی، جنوب و جنوب شرقی ایران

۱. مقدمه

گل فشان به عنوان یک واژه توصیفی در نظر گرفته می شود که نشاندهنده تخلیه سطحی گل، آب و گاز است بدون اینکه توجهی به جایگاه ها و فرآیند زمین شناسی ایجاد و کنترل کننده سیالات توجهی داشته باشد. گاهی اوقات نیز این اصطلاح به اشتباه اشاره به مفهوم ماگمایی یا آتشفشانی یا جایگاههای غیر رسوبی و زمین گرمایی دارد مانند خروجی های گرمایی در سیستم زمین گرمایی یلواستون یا گازخان های غنی از دی اکسید کربن که در ایتالیای مرکزی به عنوان گل فشان معرفی شده است (G. Etiope & Martinelli, 2009; Mazzini & Etiope, 2017). کاربرد صحیح واژه گل فشان یک موضوع بحث برانگیز در بین محققین مختلف بوده است که وجه مشترک این مباحث شامل تخلیه حداقل یک سیستم سه فاز (گاز، آب، و رسوب و گاهی اوقات نفت)، خروج گاز و آب شور مربوط به سیستم درونزادی تولید هیدروکربن (گاز غالب متان و گاهی اتان به اضافه هیدروکربن ها)، وجود سنگ های رسوبی بی ثبات در نتیجه رسوبگذاری سریع، و تشکیل شیل های متحرک، دیابیرها یا پشته های گلی و حضور قطعات برشی درون مواد تخلیه شده است. بر این اساس گل فشان ها در سطح گسترده ای در حاشیه های فعال (زون های فشارشی مجموعه های برافزایشی، کمربندهای رورانده)، حاشیه های غیرفعال، حوضه های رسوبی عمیق در ارتباط با مرزهای فعال صفحات، نواحی دلتایی، یا نواحی دارای دیابیرهای نمکی گسترده ای دارد. اساسا، گل فشان ها در حوضه های نفتی واقع شده اند و بخشی از سیستم نفتی به حساب می آیند (G. J. T. E. s. H. D. S. Etiope, Switzerland, 2015). گل فشان ها در نواحی کرانه ای و دور از کرانه ای و عمیق دیده می شوند. بر اساس مجموعه داده های بدست آمده توسط اتیوپی (G. J. T. E. s. H. D. S. Etiope, Switzerland, 2015) گل فشان ها در نواحی کرانه ای حداقل در ۲۶ کشور اروپایی، آسیایی، آمریکایی و اقیانوسیه (در آفریقا موردی ثبت نشده است) پراکندگی دارند. ایران از جمله کشور های آسیایی است که دارای پراکندگی گل فشان در شمال و جنوب است. هرچند در سالهای اخیر در نواحی مختلف مطالعات جامع و کاملی بر روی گل فشان ها صورت گرفته است و بسیاری از ابهامات موجود

درباره آنها آشکار شده است اما متاسفانه گلفشان‌های موجود در بخش جنوبی ایران بسیار کم مورد مطالعه قرار گرفته است. در این بین می‌توان به مطالعات انجام شده توسط دهقانیان و همکاران (Dehghanian, Abedpour, & Mirhosseini, 2015)، نگارش (Negaresht, 2008)، نژادافزلی (Nezhadafzali, Lak, & Ghorashi, 2017; Nezhadafzali, Lak, Sarvati, & Bayatani, 2012; Nezhadafzali, Shayan, Lak, Yamani, & Ghorashi, 2016) اشاره کرد. بر اساس مطالعات انجام شده تفکیکی بر مبنای ریخت‌شناسی در گل‌فشان‌های جنوب کشور صورت نگرفته است در این تحقیق بر اساس آخرین تقسیم‌بندی کلی که توسط مازینی و اتیوپی (Mazzini & Etiope, 2017) ارائه شده است به بررسی ریخت‌شناسی گل‌فشان‌ها از نظر ماکزیمم ارتفاع، رنگ، ساختار گریفون و استخر پرداخته شده و نوع ریخت‌شناسی تعیین شده است.

۲. مواد و روش‌ها

طی عملیات میدانی جایگاه‌های گل‌فشانی واقع در جنوب و جنوب شرق ایران که در ناحیه زون ساختاری زاگرس و زون فرورائش مکران واقع شده‌اند مورد ارزیابی قرار گرفت و پارامترهای مختلف ریخت‌شناسی عمارت گل‌فشانی شامل ارتفاع، سطح پوشش، وجود یا عدم وجود گریفون و استخر گل و دریاچه سالسا مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس بر اساس طبقه‌بندی کلی که مازینی و اتیوپی (Mazzini & Etiope, 2017) برای ریخت‌شناسی انواع گل‌فشان‌های موجود در دنیا ارائه کردند نوع ریخت‌شناسی هر گل‌فشان مشخص گردید.

۳. نتایج

به علت تنوع گسترده اشکال و اندازه‌های گل‌فشان‌ها تعریف یک طبقه‌بندی بر اساس ریخت‌شناسی کار دشواری است. یک طبقه‌بندی کلی توسط مازینی و اتیوپی (Mazzini & Etiope, 2017) بر اساس مطالعه گلفشان‌ها و تجربیات صحرایی بدست آمده در آذربایجان، کریمه، ترینیداد، رومانی، اندونزی، ایران، ایتالیا ارائه شده است که در آن ۱۲ نوع گل‌فشان از نظر ریخت‌شناسی معرفی شده است که شامل مخروطی، کشیده شده، کیک شکل (سپر شکل)، چند دهانه‌ای، شکل دیاپیر در حال رشد، گردن سفت، باتلاق مانند، فلات مانند، شکل دهانه اصابتی یا ضربتی، ساختار در حال فرونشست، پهلوه‌ای در حال فرونشست، حفره یا گودال فروریخته است.

در این تحقیق پس از بررسی و بازدید میدانی و مشاهده مشخصات مربوط به گریفون، دهانه، استخر و ارتفاع ریخت‌شناسی مربوط به جایگاه‌های گل‌فشانی جنوب و جنوب شرق ایران بررسی گردید (جدول ۱). بر اساس نتایج حاصل ریخت‌شناسی این گل‌فشان‌ها در ۵ گروه چند دهانه‌ای، کشیده شده، کیک مانند، مخروطی با پهلوه‌ای در حال فرونشست و گودال مانند قرار می‌گیرد (شکل ۱).



شکل ۱) مثال‌هایی از انواع ریخت‌شناسی موجود در گل‌فشان‌های جنوب و جنوب شرقی ایران. الف) ساختار کشیده شده (گلفشان سرخکوه) ب) ساختار سپر شکل (گل‌فشان سندمیرعبان، گل‌فشان مخروطی با پهلوه‌ای در حال فرونشست (گل‌فشان ناپک) و گل‌فشان گودال مانند (عین)

جدول ۱) انواع ریخت شناسی موجود در گل فشان های جنوب و جنوب شرقی ایران با ذکر مثال و مشخصات.

ریخت شناسی	گل فشان	گریفون	استخر	بیشینه ارتفاع از سطح دریا (متر)	سطح پوشش
چند دهانه ای	طالوار، گزی	ندارد	استخر های تقریبا دایره ای شکل با قطرهای مختلف	۱۶	دهانه های گل فشان های طالوار و گزی به ترتیب در منطقه در حدود ۳۰۰ و ۷۰۰ متر مربع پراکنده شده اند.
ساختار کشیده شده	گتان، سرخکوه	دارای گریفون های با اندازه های مختلف برخی هم فاقد گریفون	دارای استخر های دایره ای، نزدیک به دایره ای و نامنظم	۶۰	گل فشان سرخکوه محدوده ۱۸۰۰۰ متر مربع پوشش می دهد. قطر قاعده مخروط یکی از گل فشان های گتان به حدود ۴۰ متر می رسد.
سپر شکل	توجک، سندمیرتعبان	دارای گریفون متوسط تا بزرگ	دارای استخر دایره ای تا نامنظم	۱۵	سندمیرتعبان و توجک به ترتیب منطقه ای در حدود ۵۰۰ تا ۱۲۰۰۰ متر مربع را دربر می گیرند.
مخروطی با پهلوهایی در حال فرونشست	ناپک، بلبوک، چیلسرباهو	دارای گریفون بزرگ	نمونه های فعال دارای استخر دایره ای شکل و غیر فعال فاقد استخر	۲۰	ناپک، بلبوک و چیلسر به ترتیب در ۱۰۶* و ۱۰۴* و ۲۰۰۰ متر مربع گسترده شده اند.
نوع گودال مانند	عین	ندارد	دارای دریاچه سالسا با شکل نامنظم (چشم شکل)	۳۰	در ۳۰۰۰ مترمربع گسترده شده است

۴. بحث و نتیجه گیری

ریخت شناسی گل فشانها متفاوت بوده و انعکاس دهنده خصوصیات متعددی است که مکانیسم فوران و فرسایش کنترل کننده آن است. عوامل مکانیکی و دینامیکی کنترل کننده شامل فرکانس و شدت فوران است. همچنین غلظت مواد خروجی و درصد گل و سیالات و قطعات برشی موجود از عوامل موثر بر ریخت شناسی هستند. به عنوان مثال انفجارهای کوتاه مدت قوی و با گاز فراوان منجر به پراکنده شدن برش گلی روی سطح وسیع تری شده که در نهایت یک ریخت شناسی مسطح و قالبدار با توسعه عمودی نسبتا ضعیف ایجاد می کند. فوران های برش گلی غلیظ متوالی ساختارهای بزرگ مانند شکل های مخروطی قدیمی با جریان های متعدد برهم نهشته ایجاد می کند (مانند گل فشان ناپک). بر عکس این حالت ریخت شناسی های با گسترش جانبی و مسطح و یکنواخت و ایجاد دریاچه در دهانه حاصل فعالیت گل فشان های رقیق با آب غالب هستند (گل فشان عین). نهایتا شکل حاصل تحت تاثیر عرض کانال خروجی (مثلا کانال های عریض تر تحت فشار مواد را بر سطح وسیع تری پخش می کند) و عمق بالآمدن دارد. علاوه بر این عوامل، اندازه و ریخت شناسی گل فشان شدیداً تحت تاثیر توپوگرافی محلی اولیه منطقه و عواملی مانند نوع فرسایش (باد، باران، جریان های زیرین (برای گل فشان های دور از کرانه))، نرخ فرونشست حوضه، ضخامت توالی موثر، و مشخصات ساختارها و لایه های محصور کننده است. گل فشان های دور از کرانه بیشتر به صورت جانبی گسترش یافته اند که این حاصل غلظت پایین رسوبات فورانی و فقدان فرآیندهای خشک شدگی و از دست دادن آب (تحت شرایط اشباع از آب) است. در مجموعه های گل فشانی موجود در جنوب و جنوب شرقی ایران با توجه به تغییراتی که در شدت و فرکانس فوران و همچنین غلظت گل خروجی وجود دارد ساختارهای ریخت شناسی ذکر شده شکل گرفته است. البته ساختارهایی مانند کشیده شده تابع نوع ساختارهای موجود در منطقه گسلها و طاقدیس موجود در منطقه است که گل فشان سرخکوه در امتداد گسل گاوبندی و گل فشان گتان در امتداد طاقدیس بونجی شکل گرفته است. و در نهایت تحت تاثیر این عوامل ۵ نوع ریخت شناسی چند دهانه ای، کشیده شده، کیک مانند، مخروطی با پهلوهایی در حال فرونشست و گودال مانند در این مجموعه های گل فشانی جلوه گری می کند.

منابع

1. Dehghanian, M., Abedpour, Z., & Mirhosseini, S. M. J. I. J. O. E. S. (2015). Gatan Mud Volcanoes, Oman Sea Coast in Southwestern Hormozgan, Iran. 7(1), 37-45.
2. Etiope, G., & Martinelli, G. J. J. o. S. G. (2009). ‘ ‘Pieve Santo Stefano’ ’ is not a mud volcano: Comment on ‘ ‘Structural controls on a carbon dioxide-driven mud volcano field in the Northern Apennines’ ’ (by Bonini, 2009).
3. Etiope, G. J. T. E. s. H. D. S., Switzerland. (2015). Natural gas seepage. 199, 199.
4. Mazzini, A., & Etiope, G. (2017). Mud volcanism: an updated review. *Earth-Science Reviews*, 168, 81-112.
5. Negaresh, H. (2008). Mud volcanoes in Sistan and Baluchestan Provinces, Makran Coast, Southeast Iran.
6. Nezhadafzali, K., Lak, R., & Ghorashi, M. (2017). Investigation of geomorphological changes and sediment characteristics of Napag Mud volcanoes, Makran, Iran.
7. Nezhadafzali, K., Lak, R., Sarvati, M., & Bayatani, F. (2012). Introduction and study of Nezhad Afzali mud volcano site, Gatan mud volcanoes and geotourism significance of them (Jask).
8. Nezhadafzali, K., Shayan, S., Lak, R., Yamani, M., & Ghorashi, M. (2016). Determination, geochemical investigation and sediment provenance in the Makran coast.

Morphology of the southern and southeastern mud-volcanoes of Iran

Farahi Ghasr-Aboonahr, Sedigheh^{1*}

Non-living science department, Iranian national institute for oceanography and atmospheric science

Abstract

Mud-volcanoes sites are located in Zagros collision zone and Makran subduction zone at south and southeastern of Iran. These mud -volcanic sites, based on morphological parameters, divided into 5 general groups. This classification has been done by considering parameters such as maximum elevation, cover area, pool and gryphon structure. These morphological groups include multi-crater morphology, elongated morphology, pie -shaped morphology, cone with subsiding flanks morphology and sink-hole morphology. The intensity and frequency of outflow of mud and fluids, and the percentage of each output material and ultimately its density and viscosity are factors that affect morphology.

Keywords: *Mud-volcano, morphology, south and southeastern, Iran*



باد سطحی بر روی دریاهای پیرامونی ایران

فرجامی، حسین

عضو هیات علمی پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، h.farjami@inio.ac.ir

واژگان کلیدی: باد سطحی، اسکرومتری ماهواره‌ای، دریاهای پیرامونی، داده‌های بازتحلیل

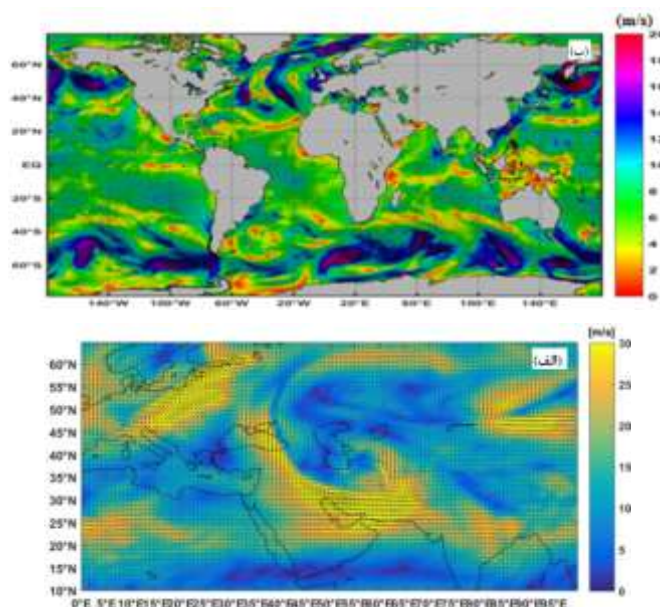
۱. مقدمه

باد سطحی روی دریاها و اقیانوس‌ها نقش اساسی در اندرکنش جو و اقیانوس به ویژه توسعه و شکل‌گیری امواج، جریان‌های دریایی، تغییرات دمای سطحی، پدیده‌های کوچک مانند امواج ساحلی و بزرگ مقیاس مانند مونسون و النینو ایفا می‌کند [۱]. مولفه افقی باد سطحی تنشی بر سطح دریاها و اقیانوس‌ها وارد می‌کند. این تنش باعث انتقال توربولانسی تکانه باد به محیط دریایی می‌گردد. جریان هوا با استفاده از میدان باد و جرم بسته هوا یا چگالی آن تعیین می‌گردد. Stoffelen در سال ۱۹۹۸ نشان داد، پایش فشار یا دما به تنهایی نمی‌تواند جهت بررسی جریان هوا کافی باشد. در مناطق غیرحاره‌ای، تنها مولفه اندازه میدان باد را می‌توان با میدان دما یا فشار جوی استخراج کرد [۲]. بنابراین لازم است میدان باد جهت بدست آوردن چرخش جوی در مناطق مختلف از جمله مناطق حاره‌ای و غیرحاره‌ای به شکل بزرگ مقیاس، میان مقیاس و ریز مقیاس پایش گردد. بر روی دریاها و اقیانوس‌ها کمبود و نبود داده‌های میدانی از مشکلات اساسی در مطالعه و استفاده از آنها در بخش‌های مختلف زندگی بشر است. برای مثال کشتی‌ها و بویه‌ها سطح محدودی از دریاها و اقیانوس‌ها را پوشش می‌دهند. بنابراین مشکل زمانی و مکانی در داده‌های میدانی پارامترهای جوی وجود دارد. معمولاً کشتی‌ها از شرایط خاص جوی مثل طوفان دوری می‌کنند، بنابراین در چنین شرایطی داده‌ای توسط کشتی‌ها ثبت نمی‌شود. هر چند بویه‌ها از دقت مناسبی برخوردارند اما پوشش مکانی خیلی محدودی دارند [۳]. یکی از روش‌های جمع‌آوری داده‌های باد سطحی استفاده از سنجنده‌های ماهواره‌ای است. این سنجنده‌ها می‌توانند در شرایط ابری و غیر ابری، روز و شب سطح دریاها و اقیانوس‌ها را پایش نمایند. معروف‌ترین این سنجنده‌ها، سنجنده اسکرومتری است. اگر چه این اسکرومتر سنجنده باد است اما ارتباط تنگاتنگی با تنش سطحی دارد. این سنجنده قابلیت‌های ویژه‌ای در شرایط متفاوت در زمان باد شدید و طوفان‌های حاره‌ای دارند. همچنین سنجنده‌های اسکرومتری در موقع ایجاد پیچه‌های میان مقیاس تحت جبهه‌های مختلف هوای گرم و سرد که باعث شنواری بسته‌های هوا می‌شوند، قابلیت ویژه‌ای در اندازه‌گیری باد سطحی دارند [۴]. در این پژوهش با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری اسکرومتری ماهواره‌ای، داده‌های بازتحلیل و اندازه‌گیری میدانی به بررسی باد سطحی بر روی دریاهای پیرامونی ایران که شامل دریای خزر در شمال ایران و خلیج فارس و دریای عمان در جنوب کشور پرداخته شده است. به دلیل محدودیت در ارائه مطالب تنها نتایج تحلیل داده‌های یکی از ایستگاه‌ها در جنوب کشور در این مقاله آورده شده است.

۲. مواد و روش‌ها

بانک داده و اطلاعات جوی و دریایی جهانی گوناگونی در مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی کشورهای مختلف وجود دارد. این داده و اطلاعات جهت اجرای مدل‌های پیش‌بینی و تحقیقات در بخش‌های مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای داده‌های باد سطحی یکی از بهترین و کامل‌ترین بانک اطلاعات، مجموعه داده‌های باز تحلیل ¹ECMWF است. بانک داده‌های ERA5 آخرین نسخه‌ی مجموعه داده‌های اقلیمی بازتحلیل ECMWF است، که داده‌های جوی و برخی پارامترهای اقیانوسی به صورت ساعتی بر روی خشکی‌ها و دریاها در این بانک اطلاعات ذخیره شده است. این داده‌ها به شکل منظم در طول و عرض جغرافیایی با دقت $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ در 37° سطح فشاری و ارتفاعی قابل دسترسی است. این داده‌ها از سال ۱۹۵۰ تا زمان حال قابل دسترس خواهند بود. داده‌های مذکور به فرمت NetCDF و grib به شکل جهانی هستند. در این تحقیق داده‌های باد سطحی با برنامه‌نویسی در محیط پایتون و استفاده از سیستم عامل لینوکس از بانک اطلاعات (<https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>) در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ میلادی تهیه گردید.

یکی دیگر از منابع اطلاعاتی در این زمینه داده‌های اسکرومتری ماهواره است. اسکرومتر یک ابزاری است که روی ماهواره‌ها نصب می‌شود و در شرایط مختلف برای اندازه‌گیری دو بعدی میدان باد سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ابزار به صورت غیرمستقیم بردار باد را از روی ناهمواری‌های ریز مقیاس سطح دریا اندازه‌گیری می‌کند. ناهمواری ریزمقیاس به این معنی است که طول امواج سطحی از مرتبه سانتی‌متر تا دسی‌متر باشد. بنابراین اسکرومتر پالس‌های راداری را از طریق چندین آنتن یا از طریق آنتن چرخشی به سمت سطح ناهموار دریاها ساطع می‌کند و توان بازگشتی امواج راداری یا سطح مقطع راداری نرمال شده^۲ را ثبت می‌کند. با استفاده از توابع مدل ژئوفیزیکی^۳ (GMF) باد سطحی عملیاتی بر روی سطح دریاهای آزاد استخراج می‌گردد [۲]. سنسورهای اسکرومتری مختلفی روی ماهواره‌های گوناگون نصب شده است که باد سطحی روی دریاها و اقیانوس‌ها را در شرایط جوی گوناگون ثبت می‌کنند. نمونه‌ای از باد سطحی با استفاده از بانک اطلاعات بازتحلیل ERA5 و داده‌های اسکرومتری در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱) نمونه از داده باد سطحی بازتحلیل (الف) و اسکرومتری ماهواره‌ای (ب) در تاریخ ۱۸ مارس ۲۰۱۹ ساعت ۰۶:۰۰ UTC.

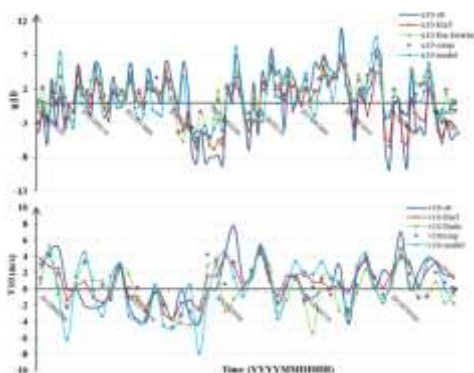
۳. نتایج

¹ European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

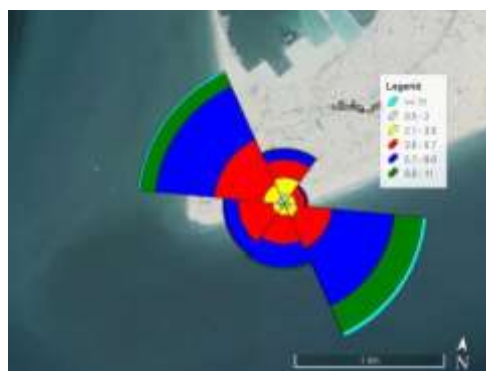
² Normalized Radar Cross Section (NRCS)

³ Geophysical Model Functions

نتایج بررسی میدان باد سطحی در سه بخش شامل دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان بر اساس داده‌های اندازه‌گیری میدانی، اندازه‌گیری ماهواره‌ای و داده‌های بازتحلیل بررسی شده است. در ابتدا علاوه بر بررسی دقت باد سطحی مجموعه داده‌های مختلف، میدان باد غالب بر اساس روش‌های آماری تحلیل گردیده است. سپس بر اساس مجموعه داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده باد سطحی بر روی دریاهای پیرامونی ارزیابی و تصحیح گردیده است. جهت بررسی مشخصه هر یک از مجموعه داده‌های اندازه‌گیری میدانی، داده‌های بازتحلیل و اسکترومتري ماهواره‌ای از شاخص‌های آماری استفاده شده است. به عنوان نمونه بر اساس شاخص‌های مرکزی و پراکندگی هر یک از مجموعه داده‌ها در موقعیت ایستگاه جاسک، هر سه مجموعه داده‌های باد سطحی مقدار میانگین حدود ۵ متر بر ثانیه را برای باد سطحی نشان می‌دهند. اما مقدار بیشینه اندازه‌گیری میدانی در حدود ۴ متر بر ثانیه بیشتر از دیگر مجموعه داده‌ها است و داده‌های اسکترومتري انحراف معیار بیشتری نسبت به دیگر داده‌ها دارد. این امر گویای آن است در این موقعیت اسکترومتري و بازتحلیل برای بررسی اکستریم‌های منطقه نیاز به بازبینی و تصحیح روش‌های استخراج این داده‌ها دارند. گل باد حاصل از داده‌های سینوپتیکی و سری زمانی داده‌های اسکترومتري، داده‌های بازتحلیل ERA5، ERA-Interim در مقایسه با داده‌های دیده‌بانی هواشناسی در موقعیت ایستگاه هواشناسی بندر جاسک در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است. این نمودارها نشان می‌دهند مدل هواشناسی جهانی (ERA5) و اسکترومتري ماهواره‌ای برای سرعت باد کمینه و بیشینه نیاز به تصحیح دارند.



شکل ۳) سری زمانی باد سطحی در موقعیت ایستگاه هواشناسی بندر جاسک در ساحل دریای عمان



شکل ۲) گل باد حاصل از داده‌های سینوپتیکی در موقعیت ایستگاه هواشناسی بندر جاسک

بررسی نمودار چندک-چندک داده‌های بازتحلیل ERA5 و داده‌های اسکترومتري CCMP برای ایستگاه سینوپتیک بندر جاسک نشان دادند، هم داده‌های اسکترومتري و هم داده‌های بازتحلیل دارای توزیع نرمالی است و از رابطه خطی تبعیت می‌کنند. رابطه همبستگی داده‌های اسکترومتري و داده‌های بازتحلیل در موقعیت این ایستگاه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱) رابطه داده‌های مشاهداتی با داده‌های باد سطحی بازتحلیل و اسکترومتري بر روی دریای عمان

رابطه همبستگی	سرعت باد (متر بر ثانیه)
$Y=0.83x+0.1$	داده‌های اسکترومتري
$Y=0.66x+0.67$	داده‌های بازتحلیل

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق جهت برآورد میدان باد سطحی دریاهای پیرامونی ایران از داده‌های بازتحلیل و داده‌های اسکترومتري استفاده گردیده است. به این منظور داده‌های ۶ ساعته میدان باد سطحی بر روی دریای خزر بر اساس مجموعه داده‌های بازتحلیل ERA5، ERA-Interim، ASCAT و CCMP با استفاده از داده‌های بویه‌ها در آب کم عمق و ایستگاه خودکار هواشناسی بر روی سکوی نفتی در آب عمیق و نیز داده‌های سینوپتیکی ایستگاه‌های هواشناسی در جزایر خلیج فارس جهت برآورد میدان باد و شرایط دریا مورد بررسی قرار گرفت. همچنین دقت هر یک از مجموعه داده‌های ERA5، ERA-Interim و اسکترومتري ارزیابی گردیدند. بررسی‌ها نشان داد مجموعه داده‌های اسکترومتري خطای کمتری نسبت به داده‌های بازتحلیل دارند و رابطه تصحیح هر کدام از مجموعه داده‌ها تهیه گردید و برای دریای عمان و خلیج

فارس ارائه گردید. در نهایت الگویی برای باد سطحی دریای خزر ارائه گردید. باید یادآور شد جهت بالا بردن دقت باد سطحی مجموعه داده‌های بازتحلیل و اسکترومتري لازم است تصحیحات به شکل بازه سرعتی صورت پذیرد.

منابع

1. J. Xing, J. Shi, Y. Lei, X.-Y. Huang, and Z. Liu, "Evaluation of HY-2A scatterometer wind vectors using data from buoys, ERA-interim and ASCAT during 2012-2014," Remote Sensing, vol. 8, no. 5, p. 390, 2016.
2. A. Stoffelen and D. Anderson, "Scatterometer data interpretation: Estimation and validation of the transfer function CMOD4," Journal of Geophysical Research: Oceans, vol. 102, no. C3, pp. 5767-5780, 1997.
3. R. Atlas and R. Hoffman, "The use of satellite surface wind data to improve weather analysis and forecasting at the NASA Data Assimilation Office," in Elsevier Oceanography Series, vol. 63: Elsevier, 2000, pp. 57-78.
4. H. Farjami and A. R. E. Hesari, "Assessment of sea surface wind field pattern over the Caspian Sea using EOF analysis," Regional Studies in Marine Science, p. 101254, 2020.



مروری بر منابع تاثیر فلز سنگین سرب بر ماهی

فیروز کوهی، یاسمن *

دانشجوی ارشد دانشگاه دریانوردی و علوم دریای چابهار

چکیده:

سرب یکی از سمیترین فلزات سنگین در محیط زیست بخصوص اکوسیستم های آبی است. سرب به میزان کمی به طور طبیعی در محیط وجود دارد اما بیشترین منشا تولید این فلز توسط انسان است. ماهیان در بالای زنجیره غذایی قرار دارند و مستعدترین آبریان قرارگیری در معرض فلزات سنگین بخصوص سرب هستند. ماهی را می توان برای ارزیابی میزان آلودگی محیط در محیط آبی استفاده کرد. سرب باعث تجمع و بزرگنمایی زیستی در محیط شده که در نهایت باعث برهم خوردن تعادل محیط زیست و به خطر افتادن سلامت انسان میشود. سمیت ناشی از سرب باعث ایجاد استرس اکسیداتیو در ماهی و فعال شدن آنزیم های آنتی اکسیدانی برای از بین بردن این استرس میشود. علاوه بر این ، قرار گرفتن در معرض سرب پاسخ های ایمنی را به عنوان یک سموم سیستم ایمنی بدن آلوده می کند.

واژگان کلیدی: سرب، ماهی، آلودگی، سمیت عصبی، آنتی اکسیدان، اکسیداتیو

۱. مقدمه

فلزات سنگین را می توان به عنوان مواد شیمیایی خطرناک طبقه بندی کرد که باعث ایجاد عوارض جانبی خطرناکی برای موجودات به ویژه برای سلامتی انسان و محیط زیست می شوند. طبق مطالعات Gunatilake (۲۰۱۵) ، فلزات سنگین عناصر با چگالی بیش از ۵ گرم بر متر مکعب با وزن اتمی از ۶۳/۵ تا ۲۰۰/۶ گرم بر مول هستند. دلیل اصلی خطرناک بودن فلزات سنگین این است که توسط موجودات زنده از بین نمی روند و غیرقابل تجزیه هستند به همین دلیل در آب تجمع یافته و ترکیبات پیچیده ای را با مواد آلی و معدنی از طریق ترکیب و جذب تشکیل می دهند. آبریان و گیاهان آبی که در آب آلوده به فلزات سنگین هستند می توانند فلزات سنگین را در بافت های خود جذب کنند (Rochyatun and Rozak, 2007). بر اساس تحقیقات اگر آب یا رسوبات حاوی فلزات سنگین باشند، فلزات سنگین به راحتی با مولکول های پروتئین در سلول های موجودات از جمله آن هایی که در بافت ماهیچه ای آبریان (بخصوص ماهی) وجود دارند، متصل می شوند (Mallongi et al., 2017). به طور کلی فلزات سنگین به دودسته تقسیم می شوند که فلزات ضروری و فلزات غیر ضروری که فلزات سنگین ضروری مانند آهن، استرانسیم، منگنز، مس، روی و ... به مقدار کافی برای حفظ سوخت و ساز و کمک به حمل و نقل سلول توسط بدن لازم است. هر فلز سنگین ضروری دارای محدوده بهینه متفاوت است که مصرف بیش از این محدوده ممکن است باعث ایجاد عوارض مضر شود (Syafiuddin et al., 2018). فلزات غیرضروری به دلیل ویژگی و پایداری آن ها در محیط، مضر هستند و باعث تجمع و ایجاد اثرات مخرب در موجودات می شوند (Araujo et al., 2019). آلودگی محیط زیست با فلزات سنگین می تواند اثرات جدی مانند ناهنجاری های ژنتیکی، مشکلات

فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و اختلالات رفتاری در موجودات آبی ایجاد کند (Scott et al., 2003). ماهی‌ها به آلودگی فلزات سنگین حساس هستند و برای ارزیابی اثرات مختلف آلاینده‌های آبی استفاده می‌شوند (Paul et al., 2019).

یکی از فلزات سنگین که اغلب باعث آلودگی می‌شود سرب است. سرب یک فلز غیر ضروری سمی است که هیچ تأثیر مفیدی در موجودات زنده ندارد و یک سم متابولیک تجمع پذیر غیر اختصاصی است که طیف گسترده‌ای از سیستم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مانند سیستم‌های قلبی-عروقی، عصبی-مرکزی و عصبی-محیطی، کلیوی، سیستم ایمنی و تولید مثل موجودات زنده را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Pain et al., 2019). به عنوان مثال Pb^{2+} باعث برانگیختن Ca^{2+} و کالمودولین^۱ می‌شود تا انتشار ترانسمیترهای عصبی^۲ در نورون‌ها را تحریک کند (Zhong et al., 2017). سرب یکی از اجزای طبیعی پوسته زمین است و به طور کلی در مقادیر کمیاب در خاک، گیاهان و آب یافت می‌شود (Cheng and Hu, 2010). وجود سرب به صورت فلز جامد در پوسته زمین با چگالی ۱۱/۳۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، نقطه ذوب ۳۲۷ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش ۱۷۵۵ درجه سانتی‌گراد است (Omar et al., 2019). سرب در آب با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در حلال‌های آلی قابل حل نیست (Lenntech, 2019). اگرچه سرب در محیط‌های آبی فراگیر است، اما مقادیر بالای قرار گرفتن در معرض سرب ناشی از فعالیت‌های انسانی ناشی می‌شود (Omar et al., 2019). سرب در آب، هوا و خاک پایدار است و عمدتاً از محصولات مختلف از جمله تولید باتری، سیمان، به عنوان یک افزودنی برای سوخت خودروها، رنگ کاری، لچیم کاری، رنگ کاری، سرامیک، لوله‌های آب، محافظ دستگاه‌های اشعه ایکس و معدن کاری و ذوب باشد (Kim and Kang, 2016a, Fortoul et al., 2005). تقاضا برای سرب به دلیل رشد بخش صنعت هرساله در حال افزایش است (Omar et al., 2019). صنعت باتری مسئول ۸۰٪ از مصرف سرب در سراسر جهان است که در آن بیش از دو سوم سرب به عنوان باتری اتومبیل استفاده می‌شود. چین یکی از اصلی‌ترین کشورهای تولیدکننده سرب برای باتری‌های مبتنی بر سرب است که انتظار می‌رود تقاضای تولید سرب را افزایش دهد (Statista, 2018). در سال ۲۰۱۱، سرب توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO^۳) به عنوان یکی از ده ماده شیمیایی خطرناک ذکر شده است که به دلیل تأثیر منفی زیاد آن حتی در غلظت کم، به نگرانی اصلی بهداشت عمومی تبدیل شده است. امروزه افزایش غلظت سرب در دریا به دلیل افزایش صنایع موجود در نزدیکی دریاها و تخلیه زباله آن‌ها به محیط آبی ایجاد می‌شود (Verstraeten et al., 2008). در اواخر قرن بیستم مسمومیت با سرب در انسان به عنوان یک مسئله بهداشت عمومی و تأثیر مخرب بر حافظه کودکان توجه محققان گسترده‌ای را به خود جلب کرده است (Stroud, 2014).

موجودات زنده از طریق آب یا بلع خاک آلوده یا از طریق تغذیه گیاهان یا موجودات پایین دست خود که آلوده به سرب هستند در معرض این آلاینده قرار می‌گیرند (Pain et al., 2015). در لنج‌ها به دلیل اینکه رنگ‌های پایه سرب‌دار به خوبی به چوب می‌چسبند بیشتر از رنگ سرب‌دار استفاده می‌شود (Davidson et al., 1998). قرار گرفتن در معرض طولانی مدت این فلز می‌تواند باعث تغییر گسترده‌ای در جامعه زیست محیطی شود و ممکن است به نابودی کامل گونه‌های اثرگذار و اقتصادی مانند ماهیان، سخت‌پوستان و دوکفه‌ای‌ها منجر شود (Omar et al., 2019). ماهی منبع اصلی پروتئین در وعده‌های غذایی روزانه در بخش بزرگی از کره زمین است. بنابراین آلودگی فلزات سنگین در سیستم آبریزان اکنون نگرانی بزرگی برای سلامت و اقتصاد بشر است. سرب در واقع باعث تشکیل مجموعه‌های قوی و پایداری با اسید هیومیک^۴ و سایر مواد آلی می‌شود (Guibaud et al., 2003). علاوه بر این، قرار گرفتن در معرض سرب تعادل آنتی‌اکسیدان‌ها را مختل می‌کند و باعث استرس اکسیداتیو و مسمومیت با سرب می‌شود. قرار گرفتن در معرض سرب باعث افزایش پاسخ آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در ماهی از طریق تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS^5) می‌شود (Kim and Kang, 2017a). قرار گرفتن در ماهیان در معرض سرب نیز به دلیل وابستگی زیاد سرب به گلبول‌های قرمز، اثرات سمی بر ساختار غشایی و عملکرد غشای سلول‌های خونی ماهیان دارد و این امر باعث افزایش حساسیت به فشارهای اکسیداتیو می‌شود (Gurer and Ercal, 2000). ماهی‌ها از طریق غذا در دستگاه گوارش و آب موجود در

¹ Calmodulin

² Neurotransmitters

³ World Health Organization

⁴ Humic acid

⁵ Reactive oxygen species

آبشها در معرض فلزات قرار می‌گیرند. کبد عمل سم‌زدایی را انجام داده و فلزاتی را که از درون روده‌ها وارد آن می‌شوند را آزاد می‌کند (Omar et al., 2019). Paul و همکاران (۲۰۱۴) همچنین پیشنهاد کرده‌اند که سرب به‌عنوان خطرناک‌ترین سم مهم سیستم ایمنی در حیوانات عمل می‌کند. اثرات سمی قرار گرفتن در معرض سرب متنوع است و تجزیه و تحلیل جامع برای تعیین اثرات سمی فلز سرب در ماهی لازم است (Omar et al., 2019). بنابراین، هدف از این بررسی، مطالعه الگوهای تجمع سرب، استرس اکسیداتیو، سمیت عصبی و تغییر در پاسخ‌های ایمنی در ماهی است (Lee et al., 2019).

منبع و وقوع آلودگی سربی

سرب می‌تواند به‌طور طبیعی یا با فعالیت‌های انسانی وارد محیط شود. فوران آتشفشانی که به‌طور طبیعی رخ می‌دهد، باعث آزاد شدن ترکیبات مختلف آلی و معدنی از جمله فلزات سنگین مانند سرب به جو می‌شود (Akpor et al., 2014). منابع اصلی انتشار سرب در سیستم‌های آبی فاضلاب خانگی، ذوب و پالایش هستند: فرآورده‌های تولید: مانند فلزات، پالپ و کاغذ، فرآورده‌های نفتی و دفع لجن فاضلاب هستند. آلاینده‌های سرب‌دار ممکن است به‌طور مستقیم به حوضه‌های آبی و بدون هیچ‌گونه تصفیه قبلی مانند رودخانه‌ها جریان یابند، یا ابتدا پس‌آب صنعتی در تصفیه‌خانه فاضلاب تصفیه شده و سپس به رودخانه تخلیه می‌شود. باین‌حال، برخی از سرب به‌طور مؤثر در طی فرایند تصفیه از بین نمی‌رود و مستقیماً به رودخانه تخلیه می‌شود (Omar et al., 2019). آلودگی سرب در محیط زیست عمدتاً از گسترش فعالیت‌های صنعتی و شهری مانند معادن است که سالانه رشد می‌کند. قرار گرفتن در معرض ترکیب معدنی مانند بوکسیت در آب‌وهوا در محل معدنکاری باعث AMD یا خروج مایع اسیدی از محل می‌شود (Lee et al., 2017). سطح خارج شده که حاوی غلظت بالایی از فلزات سنگین مانند آرسنیک و سرب از محل معدن است، به نزدیک‌ترین آب جریان پیدا می‌کند و باعث ایجاد اثرات مضر برای اکوسیستم آبی می‌شود زیرا سرب قابل تجزیه و تخریب پذیری نیست و در زنجیره غذایی باقی خواهد ماند؛ بنابراین معادن به این طریق محیط آبی را با سرب آلوده می‌کنند. سرب در ارگانسیم‌های آبی تجمع می‌یابد و باعث ایجاد بزرگنمایی زیستی در شبکه غذایی می‌شود که سرانجام با مصرف مواد غذایی دریایی توسط انسان باعث تجمع زیستی در انسان و ایجاد اثرات مخرب بر سلامت آن‌ها می‌شود (Ong and Gan, 2017). جدای از فعالیت‌های معدنکاری، سرب همچنین می‌تواند با سایر فعالیت‌های صنعتی مانند صنعت نقاشی و رنگ‌آمیزی وارد محیط شود. عملکرد سرب به‌عنوان یک افزودنی در رنگ‌ها باعث می‌شود که رنگ زمان کمتری برای خشک شدن، مقاومت در برابر رطوبت و دوام بیشتری داشته باشد. گسترش بخش‌های صنعتی، آلاینده‌های سربی زیادی از جمله تولید رنگ و سرب را تولید می‌کنند. گزارش شده است که غلظت سرب مورد استفاده در رنگ تا ده برابر بیشتر از حد مجاز است (Omar et al., 2019). صنایع آبکاری فلزات که فرایند الکتروشیمیایی را اعمال می‌کنند نیز در توزیع سرب نقش دارند. این فرایند شامل رسوب لایه‌های محافظ نازک بر روی سطوح فلزات آماده شده است که می‌تواند سرب را از طریق ریختن و تخلیه محصول آزاد کند (Akpor et al., 2014).

به غیر از این، سرب می‌تواند در طی فرایند توزیع آب از تصفیه‌خانه به محل تخلیه وارد توسط لوله‌های سربی وارد آب شود. غلظت سرب با گذشت زمان در آب باقی مانده در لوله سرب‌دار افزایش می‌یابد (WHO, 2011a). خوردگی لوله سربی به عنوان غالب‌ترین منبع برای این مشکل گزارش شده است (Chowdhury et al., 2018). پیش‌ازین، لوله‌های سرب در سیستم توزیع آب مورد استفاده قرار می‌گرفتند و باعث می‌شوند لوله در هنگام حرکت آب دچار زنگ‌زدگی و آزاد شدن سرب در آب شود (Omar et al., 2019). باین‌حال، امروزه استفاده از لوله‌های سرب در بسیاری از کشورها با لوله‌های آهن گالوانیزه با پوشش روی (Zn) جایگزین شده است که درواقع باوجود اینکه منبع سرب در آب است اما مقدار سرب کمتری دارد (Omar et al., 2019). تنظیم pH در طول تصفیه آب نیز برای حفظ pH بهینه بین دامنه‌های ۸ و ۸/۵ پس از کلرزی بسیار مهم است تا از انحلال سرب در آب جلوگیری شود (WHO, 2011a). علاوه بر این، غلظت سرب در سیستم لوله‌کشی نیز به دما، اکسیژن محلول، کلر و سختی آب وابسته است (Ong et al., 2007). شایع‌ترین سرب در محیط از طریق آلودگی آب، خاک و هوا است (Binkowski, 2017). تجمع سرب در زیست‌توده‌های آبی ممکن است باعث تجمع آن در آبزیان شود که در نتیجه به‌طور بالقوه برای مصرف‌کنندگان بالاتر از جمله انسان به‌عنوان بالاترین مصرف‌کننده خطرناک باشد. هدف خاص مسمومیت با سرب در انسان،

برای کودکان باعث کاهش توانایی مغزی می شود، درحالی که در بزرگسالان می تواند باعث اختلال در فشارخون بالا و سمیت دیگر بافت ها شود. مطالعات نشان داد که هرگونه افزایش سطح سرب در خون ۱۰ میلی گرم در دسی لیتر منجر به کاهش ضریب هوشی به ۲/۵ یا ۰.۹۷۵ نمره ضریب هوشی شود (Mallongi et al., 2017).

تجمع زیستی سرب در بافت های مختلف ماهی

اثرات سمی فلزات سنگین موجود در ماهی در درجه اول ناشی از تجمع زیستی^۱ و همچنین مکانیسم های دفع کننده، متابولیک و سم زدایی ناشی از جذب فلز است (Eroglu et al., 2015). کبد یک سیستم دفع فلزات در ماهیان است که با اتصال فلزات به استروئیدهای موجود در صفرا در معرض سرب قرار می گیرند. اجتماع فلزات صفراوی (Pb) یا توسط دیواره روده مجدداً جذب می شوند یا با مدفوع خارج می شوند (Zhai et al., 2017). فلزاتی که از طریق آبشش و کبد وارد بدن می شوند از طریق سیستم گردش خون در بدن آزاد می شوند (Zhai et al., 2017). باوجوداینکه برخی از فلزات توسط کلیه و آبشش خارج می شوند اما بسیاری از آن ها در بافتهای مختلف تجمع پیدا می کنند (Kim and Kang, 2014). طبق گفته های Ramachandra (۲۰۱۴)، سه مسیر اصلی برای جذب فلزات سنگین در موجودات آبی به خصوص ماهی وجود دارد، که شامل جذب یون های فلزی آزاد از طریق سطح تنفس به جریان خون، جذب منفعل پراکنده بر روی سطوح بدن و جذب با مصرف مواد غذایی هستند. از بین فلزات مختلف، سرب یکی از تجمع پذیرترین فلزات سمی است که به دلیل داشتن خواص ویژه به راحتی پیوند اتم های اکسیژن و گوگرد را در پروتئین ها تشکیل می دهد تا یک مجموعه پایدار تشکیل دهد (Verstraeten et al., 2008).

قرار گرفتن در معرض غلظت های مزمن سرب باعث ایجاد اختلال در یون های تنظیم کننده هموستازی مانند Ca^{2+} ، K^{+} و Na^{+} می شود (Grosell et al., 2006). در بین یون ها، Ca^{2+} و Pb^{2+} در یک رابطه متضاد با یکدیگر قرار دارند (Alves et al., 2006). Ca^{2+} بر سمیت غلظت های حاد و مزمن سرب در ماهیان تأثیر می گذارد، زیرا Ca^{2+} به ماهی کمک می کند تا تجمع سرب بدن را با عملکرد خود باعث کاهش سرب در ماهیان شود (Rogers et al., 2003). بعلاوه Ca^{2+} دارای خاصیت محافظتی در برابر سرب انباشته شده در بافت ها توسط رژیم غذایی است (Alves et al., 2006). این اثر محافظتی توسط مکانیسم تنظیم کننده Ca^{2+} در آبشش و روده ایجاد می شود. Ca^{2+} توزیع سرب در بافت ها را تنظیم می کند (Alves et al., 2006). Ahmad و همکاران (۲۰۱۲) عملکردهای Ca^{2+} را در حذف فلزات از جمله روی، کروم، سرب، کادمیوم، مس و آهن نشان دادند و الگوی حذف این فلزات توسط Ca^{2+} به صورت $Pb^{2+} > Ca^{2+} > Zn^{2+} > Cu^{2+} > Fe^{3+} > Cr^{3+}$ بیان کردند (Lee et al., 2019).

روند تجمع فلزات در ماهی در اثر قرار گرفتن در معرض آب یا رژیم غذایی متفاوت است. در صورت قرار گرفتن در معرض آب، احتمالاً تجمع نسبتاً بالایی در بافت آبشش مشاهده می شود. زیرا در هنگام تنفس و فشار اسمزی در معرض یون های فلزی آب قرار دارند (Alves et al., 2006). اما در صورت قرار گرفتن در معرض فلزات از طریق رژیم غذایی میزان بالایی تجمع در بافت روده یافت می شود (Castro-Gonzalez and Mendez Armenta, 2008). حیوانات بالای زنجیره غذایی به جای قرار گرفتن در معرض آب، به طور فزاینده ای تحت تأثیر رژیم غذایی قرار می گیرند (Kim and Kang, 2015b). ماهی هایی که در معرض مسیر رژیم غذایی قرار دارند فراهمی زیستی کمتری به روده دارند، اما ماهی هایی که در معرض مسیر آب قرار دارند در معرض غلظت ۲۰ تا ۶۰ برابر بیشتری قرار دارند (Alsop et al., 2016). قرار گرفتن در معرض غلظت های مزمن سرب منجر به رسوب آن و بی حرکتی در استخوان ها می شود (Ryan et al., 2000). ماهی های دریایی برای جلوگیری از کم آبی در اثر فشار اسمزی زیاد آب دریا، مقدار زیادی آب می نوشند و تجمع فلز در بافت روده نسبتاً برجسته می شود. برعکس ماهی های آب شیرین به طور فعال یون ها را از طریق یونیوسیت ها به آبشش ها می رسانند تا در محیط فشار اسمزی کم یون ها را در بدن حفظ کنند و در نتیجه با تجمع فلز منجر به تجمع زیاد در بافت های آبشش می شوند (Kim and Kang, 2014). در ماهی، آبشش و روده بالاترین

¹ Bioaccumulation

میزان تجمع را نشان می‌دهند، زیرا آن‌ها فلزات را مستقیماً از طریق آب یا غذا جذب می‌کنند (Kim and Kang, 2017b). بسیاری از نویسندگان تجمع زیاد سرب را در آبشش و بافت‌های روده ماهی گزارش کرده‌اند (Lee et al., 2019).

بافت‌های کبد و کلیه به‌عنوان ارگانهای هدف برای ایجاد اثرات سمی در اثر مواجهه با سرب شناخته می‌شوند و قرار گرفتن در معرض غلظت‌های مزمن سرب باعث تجمع زیاد آن در این اندام‌ها می‌شود (Patra et al., 2001). مطالعات بسیاری نشان دادند که بیشترین تجمع سرب در ماهیان در این دو بافت صورت می‌گیرد که علت آن ممکن است به دلیل عملکرد این بافت‌ها در سم‌زدایی و انتشار مواد سمی باشد (Javed, 2012; Zhai et al., 2017). طحال ماهی نیز یک بافت مهم برای از بین بردن xenobiotics از خون است. بنابراین، ممکن است غلظت بالای سرب را جمع کند (Kim and Kang, 2015). تجمع در بافت‌های ماهیچه‌ای ماهی یک نشانگر بسیار مهم ایمنی مواد غذایی است، زیرا این بافت شایع‌ترین بافت مصرفی ماهی توسط انسان است. گزارش شده است که تجمع سرب در عضله در مقایسه با سایر بافت‌ها بسیار کمتر است (Zhai et al., 2017). به‌طور کلی، تجمع سرب بیشتر در اندام‌های فعال متابولیکی مانند کبد، کلیه مشاهده شده است تا بافت ماهیچه‌ای ماهیان (Kim and Kang, 2017a). سرب به تجمع در بافت‌های ماهی از جمله استخوان، آبشش، کلیه، کبد و فلس معروف است. بیشتر تحقیقات نشان داد که الگوی تجمع فلز سرب در ماهیان بیشتر به‌صورت کلیه < کبد < آبشش < ماهیچه است (Lee et al., 2019).

تجمع فلز در بافت‌های ماهی باعث تولید استرس اکسیداتیو از طریق تولید ROS مانند پراکسید هیدروژن، رادیکال‌های سوپراکسید و رادیکال‌های هیدروکسیل می‌شود (Eroglu et al., 2015). پراکسید هیدروژن با واکنش فنتون به رادیکال هیدروکسیل تبدیل می‌شود که باعث ایجاد استرس اکسیداتیو می‌شود و باعث آسیب پروتئین، پراکسیداسیون لیپیدها و آسیب DNA / RNA می‌شود (Kim et al., 2017a). استرس اکسیداتیو به دلیل عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و سیستم‌های سم‌زدایی بیولوژیکی، یعنی پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی مانند SOD، CAT، GSH و GST رخ می‌دهد. بنابراین، پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند یک شاخص قابل اعتماد و حساس برای ارزیابی استرس اکسیداتیو ماهیان در معرض فلزات باشد (Kim et al., 2017b). فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در ماهی‌های در معرض سرب به‌طور کلی به دلیل مکانیسم‌های دفاعی در برابر تولید ROS افزایش می‌یابد (Kim and Kang, 2017a). قرار گرفتن در معرض سرب اثرات سمی در ماهی از طریق استرس اکسیداتیو و تولید ROS دارد و واکنش‌های آنتی‌اکسیدانی مانند SOD، CAT، GSH، GST و TBARS¹ مهم‌ترین شاخصهای استرس اکسیداتیو در ماهیان در معرض سرب هستند (Lee et al., 2019).

ایجاد سمیت عصبی در ماهی

آسیب اکسیداتیو با قرار گرفتن در معرض غلظت‌های بالای سرب در ماهی ارتباط دارد و قرار گرفتن در معرض غلظت‌های مزمن سرب در ماهی باعث اختلال در سلول‌های عصبی شده که منجر به اختلالات عملکرد رفتاری و شناختی می‌شود (Zhu et al., 2016). نوعی سمیت عصبی ایجاد می‌کند که باعث ایجاد اختلالات عصبی می‌شود. سرب با اختلال در شار کلسیم و عملکردهای تنظیم‌کننده کلسیم بر سمیت عصبی تأثیر می‌گذارد. سایر مکانیسم‌های بالقوه ممکن است بیوفیزیک غشای سلولی را تحت تأثیر قرار دهند و باعث تحریک استرس اکسیداتیو و نکرور سلول می‌شوند (Marchetti, 2003). سرب با کلسیم، یونی مهم برای انتشار و تنظیم انتقال دهنده‌های عصبی با تقلید کاتیون کلسیم، رقابت می‌کند و به سیستم انتقال کلسیم سیستم عصبی متصل می‌شود. بنابراین، قرار گرفتن در معرض سرب باعث ایجاد تغییر در هموستاز کلسیم می‌شود که بر انتقال عصبی تأثیر می‌گذارد (Westerink and Vijverberg, 2002). گونه‌های مختلف پروتئین‌های مغز توسط پروتئین‌های ZNFs² بزرگ‌ترین طبقه از عوامل رونویسی که اجازه می‌دهد اتصال به اسیدهای نوکلئیک برای تنظیم رونویسی باشد کنترل می‌شوند، در اثر قرار گرفتن در معرض سرب به دلیل تعویض روی توسط یون‌های سرب تحت تأثیر قرار می‌گیرند. قرار گرفتن در معرض سرب همچنین باعث صدمات عصبی و تحریکات شدید حرکتی همراه با فشارخون بالا در ماهی می‌شود (Ziaazet al., 2013).

¹ Thiobarbituric acid reactive substances

² Zinc-finger proteins

سمیت عصبی ناشی از فلزات از جمله سرب با مهار فعالیت کولین استراز رخ می‌دهد. چون کولین استراز عملکرد اصلی را در انتقال نورون‌ها به‌وسیله کاتابولیزه کردن استیل کولین پس از آزاد شدن در شکاف عصبی سیناپسهای کولینرژیک^۱ در انتقال عصبی دارد. سمیت عصبی شدید می‌تواند باعث مرگ شود و مهار کولین استراز یک پارامتر خوب برای ارزیابی سمیت عصبی از قرار گرفتن در معرض فلزات در نظر گرفته‌شده است (Nunes et al., 2014). قرار گرفتن در معرض سرب باعث آسیب سیناپسی و تغییر در انتقال دهنده‌های عصبی در ماهی می‌شود و باعث بروز مشکلات عصبی و رفتاری می‌شود و همبستگی بالایی بین سیستم‌های انتقال‌دهنده عصبی و آدنوزین تری فسفات (ATP) مشاهده شد. پس از انتشار نوکلئوتیدهای خارج سلولی، ATP، یک پیام رسان مهم، به آدنوزین دی فسفات (ADP)، آدنوزین مونوفسفات (AMP) و آدنوزین کاتابولیزه می‌شود. از بین این عوامل، آدنوزین دارای اثرات محافظت‌کننده عصبی عمده‌ای است. قرار گرفتن در معرض سرب بر فعالیت اکتو نوکلئوتیداز، یک مسیر بزرگ آنزیمی برای کنترل سیگنالینگ پورینرژیک^۲ تأثیر می‌گذارد (Senger et al., 2006). بنابراین، قرار گرفتن در معرض سرب می‌تواند باعث ایجاد تغییرات ساختاری یا عملکردی در پروتئین‌ها، تغییر در بیان ژن و اختلال در فرآیندهای انتقال و ترمیم DNA شود (Richetti et al., 2011). Rice و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کرده‌اند که سرعت چرخش سر و دوره شنا در ماهیان که در معرض سرب قرار دارند با افزایش غلظت سرب کاهش یافته است. کیم و کانگ (۲۰۱۷) گزارش دادند که قرار گرفتن در معرض سرب در ماهی در اثر سمیت عصبی ناشی از ماهی و استیل کولین استراز *Sebastes schlegelii* (AchE) شدیداً توسط قرار گرفتن در معرض رژیم غذایی سرب مهار می‌شود. Kim و Kang (۲۰۱۷a) گزارش دادند که قرار گرفتن در معرض سرب در ماهی باعث تحریک سمیت عصبی شده و استیل کولین استراز (AchE) ماهی به شدت با قرار گرفتن در معرض رژیم غذایی سرب مهار شد. فعالیت AchE به عنوان یک نشانگر زیستی قابل اعتماد و حساس به منظور ارزیابی سمیت عصبی ناشی از سرب شناخته شده است (Chiang et al., 2016). سمیت عصبی در ماهی‌های ناشی از قرار گرفتن در معرض سرب در بسیاری از مطالعات گزارش شده است و از شاخص‌های سمیت عصبی می‌توان به‌عنوان نشانگرهای مهم برای ارزیابی سمیت زیر قرار گرفتن در معرض سرب استفاده کرد (Lee et al., 2019).

ایجاد پاسخ ایمنی در ماهی

قرار گرفتن در معرض سرب به‌عنوان یک سمیت ایمنی محیطی باعث ایجاد تغییر در پاسخ ایمنی ماهی‌ها می‌شود (Small, 2004). بعلاوه، سرب باعث ایجاد تغییراتی در عملکردهای ایمنی در حیوانات از جمله اختلالات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و عصبی می‌شود (Paul et al., 2014) و Dunier (۱۹۹۶) اظهار کرد که قرار گرفتن در معرض سرب در ماهی باعث کاهش فعالیت خون‌سازی در طحال، فعالیت فاگوسیت و کاهش تولید آنتی‌بادی‌ها می‌شود. Adeyemo و همکاران (۲۰۱۰) گزارش داده‌اند که تحریک سیستم ایمنی بدن و آسیب بافتی در ماهیان در معرض سرب می‌تواند منجر به افزایش لنفوسیت‌ها شود. با این حال، قرار گرفتن در معرض طولانی‌مدت باعث کاهش لنفوسیت‌ها و گلبول‌های سفید به دلیل صدمات سیستم ایمنی بدن می‌شود. تعداد گلبول‌های سفید و تعداد لنفوسیت‌های موجود در ماهیان در معرض سرب به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. این به دلیل ترشح کورتیزول ناشی از واکنش در برابر استرس، کوتاه شدن طول عمر لنفوسیت‌ها یا ترویج آپوپتوز آنها است (Witeska, 2005). Zelikoff (۱۹۹۳) گزارش داد که تزریق سرب به قزل‌آلا قهوه‌ای، *Salmo trutta*، به‌طور معنی‌داری مقادیر آنتی‌بادی را کاهش می‌دهد، کیم و کانگ (۲۰۱۶) گزارش دادند که قرار گرفتن در معرض سرب بر پاسخ ایمنی برای عواملی مانند ایمونوگلوبولین M پلاسما (Ig M) و بر فعالیت لیزوزیم ماهی تأثیر گذاشته است که ممکن است در اثر تحریک سیستم ایمنی بدن در برابر سرب ایجاد شده باشد. سرب شناخته‌شده است که با کنترل بیان سیتوکین‌ها باعث ایجاد پاسخ ایمنی شود (Yin et al., 2018). سیتوکین شامل اینترلوکین‌ها (ILs^۳) و نکروز تومور (TNFs^۴) پروتئینی است که سیگنال‌ها را بین سلول‌های مختلف تنظیم می‌کند، باعث ایجاد پاسخ ایمنی و نقش مهمی در تنظیم مکانیسم ایمنی دارد (Savan and Sakai, 2006). در میان این سیتوکین‌ها، اینترلوکین ۱۰ (IL-10) در پاسخ

^۱ Cholinergic synapses

^۲ Purinergic signaling

^۳ Interleukins

^۴ Tumor necrosis

ایمینی التهابی سلولی و فاکتور نکروز تومور- α (TNF- α) در التهاب، آپوپتوز و پاسخ ایمینی نقش دارد (Savan and Sakai, 2006; Dai et al., 2018). Dai و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که بیان ژن IL-10 mRNA و TNF- α در کپور ماهی در معرض سرب افزایش یافته است و غلظت خاص سرب می‌تواند آسیب جدی به فعالیت سیستم ایمینی ماهی داشته باشد. سرب با القای فعالیت پروتئین کینازهای فعال شده با میتوز (MAPKs) بر پاسخ ایمینی تأثیر می‌گذارد. MAPK ها برای انتقال انواع سیگنال به هسته سلول‌ها از جمله پاسخ‌های استرس و آپوپتوز مهم هستند (Johnson and Lapadat, 2002). MAPK ها از سه مؤلفه فرعی تشکیل شده‌اند: کینازهای تنظیم شده با سیگنال خارج سلولی ($ERKs^1$)، کینازهای آمینو ترمینال c-Jun ($JNKs^2$) و زیرمجموعه p38 ERKs باعث تکثیر و تمایز سلول می‌شود. JNKs بقای سلولی و آپوپتوز را تنظیم می‌کند. p38 در گیر در التهاب و آپوپتوز است (Cao et al., 2014). علاوه بر این، سرب همچنین بیان Hsp70 را در ماهی تحریک می‌کند (Yin et al., 2018). Hsp70 با فعال کردن عملکرد سیستم ایمینی سلول‌های T (نوعی لنفوسیت) و سلول‌های NK^3 ، عملکردهای مهمی در حمل و نقل داخل سلولی و نگهداری و تولید اختصاصی تومور دارد (Radons and Multhoff, 2005). علاوه بر این، Hsp70 باعث ترشح یک سیتوکین مانند IL و TNF^4 می‌شود (Johnson and Flechner, 2006). بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که سرب اثر منفی بر روی پاسخ‌های ایمینی مانند لنفوسیت‌ها، لکوسیت‌ها، التهاب و آپوپتوز در ماهی دارد. سرب نه تنها فعالیت بیومولکولهای مختلف را مهار می‌کند بلکه با اختلال در انتقال سیگنال داخل سلولی به عنوان سمیت ایمینی بدن نیز شناخته شده است. بنابراین، تغییر در پاسخ ایمینی ماهی به عنوان شاخص مهمی برای تعیین اثرات سمی قرار گرفتن در معرض سرب استفاده شده است (Lee et al., 2019).

۲. نتیجه گیری

قرار گرفتن در معرض سرب اثرات سمی زیادی در ماهی ایجاد می‌کند و عملکردهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مقابل بسیاری از اشکال سمیت ناشی از قرار گرفتن در معرض سرب، تجمع زیستی یک عامل نماینده اثرات سمی سرب است. تجمع سرب در ماهی باعث ایجاد استرس اکسیداتیو با تولید ROS می‌شود و واکنش‌های آنتی‌اکسیدانی مانند SOD، CAT، GST، GSH و TBARS در ماهی برای محافظت از آن‌ها در برابر استرس اکسیداتیو فعال می‌شوند. قرار گرفتن در معرض سرب با اختلال در عملکرد انتقال‌دهنده عصبی باعث سمیت عصبی در ماهی نیز می‌شود. پاسخ ایمینی نیز با اثرات سمی تغییر می‌کند. در نتیجه، قرار گرفتن در معرض سرب در ماهی اثرات سمی در سیستم‌های مختلف ایجاد می‌کند و از شاخص‌های تحت تأثیر سمیت سرب می‌توان به عنوان یک پارامتر مهم برای ارزیابی سمیت سرب در محیط آبی استفاده کرد (Lee et al., 2019).

۳. منابع

1. Adeyemo, O. K., Adedeji, O. B., & Ofor, C. C. (2010). Blood lead level as biomarker of environmental lead pollution in feral and cultured African catfish (*Clarias gariepinus*). *Nigerian veterinary journal*, 31(2).
2. Ahmad, K., Bhatti, I. A., Muneer, M., Iqbal, M., & Iqbal, Z. (2012). Removal of heavy metals (Zn, Cr, Pb, Cd, Cu and Fe) in aqueous media by calcium carbonate as an adsorbent. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 2, 48-53.
3. Akpor, O. B., Ohiobor, G. O., & Olaolu, D. T. (2014). Heavy metal pollutants in wastewater effluents: sources, effects and remediation. *Advances in Bioscience and Bioengineering*, 2(4), 37-43.

¹ Extracellular signal-regulated kinases

² c-Junamino-terminal kinases

³ Natural killer cells

4. Alsop, D., Ng, T. Y. T., Chowdhury, M. J., & Wood, C. M. (2016). Interactions of waterborne and dietborne Pb in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*: bioaccumulation, physiological responses, and chronic toxicity. *Aquatic Toxicology*, 177, 343-354.
5. Alves, L. C., & Wood, C. M. (2006). The chronic effects of dietary lead in freshwater juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed elevated calcium diets. *Aquatic toxicology*, 78(3), 217-232.
6. Araujo, G. S., Pavlaki, M. D., Soares, A. M. V. M., Abessa, D. M. S., & Loureiro, S. (2019). Bioaccumulation and morphological traits in a multi-generation test with two *Daphnia* species exposed to lead. *Chemosphere*, 219, 636-644.
7. Binkowski, Ł. J. (2017). The influence of environmental conditions on lead transfer from spent gunshot to sediments and water: Other routes for Pb poisoning. *Chemosphere*, 187, 330-337.
8. Castro-González, M. I., & Méndez-Armenta, M. (2008). Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental toxicology and pharmacology*, 26(3), 263-271.
9. Chiang, C. W., Ng, D. Q., Lin, Y. P., & Chen, P. J. (2016). Dissolved organic matter or salts change the bioavailability processes and toxicity of the nanoscale tetravalent lead corrosion product PbO₂ to medaka Fish. *Environmental science & technology*, 50(20), 11292-11301.
10. Chowdhury, S., Kabir, F., Mazumder, M. A. J., & Zahir, M. H. (2018). Modeling lead concentration in drinking water of residential plumbing pipes and hot water tanks. *Science of the Total Environment*, 635, 35-44.
11. Dai, J., Zhang, L., Du, X., Zhang, P., Li, W., Guo, X., & Li, Y. (2018). Effect of lead on antioxidant ability and immune responses of crucian carp. *Biological trace element research*, 186(2), 546-553.
12. Davidson, P. W., Myers, G. J., Cox, C., Axtell, C., Shamlaye, C., Sloane-Reeves, J., ... & Berlin, M. (1998). Effects of prenatal and postnatal methylmercury exposure from fish consumption on neurodevelopment: outcomes at 66 months of age in the Seychelles Child Development Study. *Jama*, 280(8), 701-707.
13. Dunier, M. (1996). Water pollution and immunosuppression of freshwater fish. *Italian Journal of Zoology*, 63(4), 303-309.
14. Eroglu, A., Dogan, Z., Kanak, E. G., Atli, G. Ü. L. İ. Z. A. R., & Canli, M. U. S. T. A. F. A. (2015). Effects of heavy metals (Cd, Cu, Cr, Pb, Zn) on fish glutathione metabolism. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(5), 3229-3237.
15. Fortoul, T. I., Moncada-Hernández, S., Saldivar-Osorio, L., Espejel-Maya, G., Mussali-Galante, P., del Carmen Ávila-Casado, M., ... & Ávila-Costa, M. R. (2005). Sex differences in bronchiolar epithelium response after the inhalation of lead acetate (Pb). *Toxicology*, 207(2), 323-330.
16. Grosell, M., Gerdes, R., & Brix, K. V. (2006). Influence of Ca, humic acid and pH on lead accumulation and toxicity in the fathead minnow during prolonged water-borne lead exposure. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 143(4), 473-483.

17. Guibaud, G., Tixier, N., Bouju, A., & Baudu, M. (2003). Relation between extracellular polymers' composition and its ability to complex Cd, Cu and Pb. *Chemosphere*, 52(10), 1701-1710.
18. Gunatilake, S. K. (2015). Methods of removing heavy metals from industrial wastewater. *Methods*, 1(1), 14 .
19. Javed, M. (2012). Effects of zinc and lead toxicity on the growth and their bioaccumulation in fish. *Pak. Vet. J*, 32(3), 357-362.
20. Johnson, G. L., & Lapadat, R. (2002). Mitogen-activated protein kinase pathways mediated by ERK, JNK, and p38 protein kinases. *Science*, 298(5600), 1911-1912.
21. Johnson, J. D., & Fleshner, M. (2006). Releasing signals, secretory pathways, and immune function of endogenous extracellular heat shock protein 72. *Journal of leukocyte biology*, 79(3), 425-434.
22. Kim, J. H., & Kang, J. C. (2014). The selenium accumulation and its effect on growth, and haematological parameters in red sea bream, *Pagrus major*, exposed to waterborne selenium. *Ecotoxicology and environmental safety*, 104, 96-102.
23. Kim, J. H., & Kang, J. C. (2015). The arsenic accumulation and its effect on oxidative stress responses in juvenile rockfish, *Sebastes schlegelii*, exposed to waterborne arsenic (As³⁺). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 39(2), 668-676.
24. Kim, J. H., & Kang, J. C. (2016a). The immune responses in juvenile rockfish, *Sebastes schlegelii* for the stress by the exposure to the dietary lead (II). *Environmental toxicology and pharmacology*, 46, 211-216.
25. Kim, J. H., Oh, C. W., & Kang, J. C. (2017a). Antioxidant responses, neurotoxicity, and metallothionein gene expression in juvenile Korean rockfish *Sebastes schlegelii* under dietary lead exposure. *Journal of Aquatic Animal Health*, 29(2), 112-119.
26. Kim, J. H., Park, H. J., Kim, K. W., Hwang, I. K., Kim, D. H., Oh, C. W., ... & Kang, J. C. (2017b). Growth performance, oxidative stress, and non-specific immune responses in juvenile sablefish, *Anoplopoma fimbria*, by changes of water temperature and salinity. *Fish physiology and biochemistry*, 43(5), 1421-1431.
27. Kim, J.H., Oh, C.W., Kang, J.C., 2017. Antioxidant responses, neurotoxicity, and metallothionein gene expression in juvenile Korean rockfish *Sebastes schlegelii* under dietary lead exposure. *J. Aquat. Anim. Health* 27, 112–119.
28. Lee, J. W., Choi, H., Hwang, U. K., Kang, J. C., Kang, Y. J., Kim, K. I., & Kim, J. H. (2019). Toxic effects of lead exposure on bioaccumulation, oxidative stress, neurotoxicity, and immune responses in fish: a review. *Environmental toxicology and pharmacology*, 68, 101-108.
29. Lee, K. Y., Ho, L. Y., Tan, K. H., Tham, Y. Y., Ling, S. P., Qureshi, A. M., ... & Nordin, R. (2017). Environmental and occupational health impact of bauxite mining in Malaysia: a review. *IIUM Medical Journal Malaysia*, 16(2).

30. Lenntech. (2019). Lead (Pb) - Chemical properties, health and environmental effects. Retrieved on January 1, 2019, from <https://www.lenntech.com/periodic/elements/pb.htm>.
31. Mallongi, A., La Ane, R., & Birawida, A. B. (2017). Spatial Lead Pollution in Aquatic Habitats and the Potential Risks in Makassar Coastal Area of South Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 16(2), 51-55.
32. Marchetti, C. (2003). Molecular targets of lead in brain neurotoxicity. *Neurotoxicity research*, 5(3), 221-235.
33. Nunes, B., Brandão, F., Sérgio, T., Rodrigues, S., Gonçalves, F., & Correia, A. T. (2014). Effects of environmentally relevant concentrations of metallic compounds on the flatfish *Scophthalmus maximus*: biomarkers of neurotoxicity, oxidative stress and metabolism. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(12), 7501-7511.
34. Omar, S., Muhamad, M. S., Te Chuan, L., Hadibarata, T., & Teh, Z. C. (2019). A review on lead sources, occurrences, health effects, and treatment using hydroxyapatite (HAp) adsorbent made from fish waste. *Water, Air, & Soil Pollution*, 230(12), 275.
35. Ong, C., Ibrahim, S., & Sen Gupta, B. (2007). A survey of tap water quality in Kuala Lumpur. *Urban Water Journal*, 4(1), 29-41.
36. Ong, M. C., & Gan, S. L. (2017). Assessment of metallic trace elements in the muscles and fins of four landed elasmobranchs from Kuala Terengganu Waters, Malaysia. *Marine pollution bulletin*, 124(2), 1001-1005.
37. Pain, D. J., Cromie, R., & Green, R. E. (2015). Poisoning of birds and other wildlife from ammunition-derived lead in the UK. In *Oxford Lead Symposium* (p. 58).
38. Pain, D. J., Mateo, R., & Green, R. E. (2019). Effects of lead from ammunition on birds and other wildlife: A review and update. *Ambio*, 48(9), 935-953.
39. Paul, N., Chakraborty, S., & Sengupta, M. (2014). Lead toxicity on non-specific immune mechanisms of freshwater fish *Channa punctatus*. *Aquatic Toxicology*, 152, 105-112.
40. Paul, S., Mandal, A., Bhattacharjee, P., Chakraborty, S., Paul, R., & Mukhopadhyay, B. K. (2019). Evaluation of water quality and toxicity after exposure of lead nitrate in fresh water fish, major source of water pollution. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45(4), 345-351.
41. Radons, J., & Multhoff, G. (2005). Immunostimulatory functions of membrane-bound and exported heat shock protein 70. *Exerc Immunol Rev*, 11(1), 17-33.
42. Ramachandra, T. V. (2014). Biosorption: techniques and mechanisms.
43. Rice, C., Ghorai, J. K., Zalewski, K., & Weber, D. N. (2011). Developmental lead exposure causes startle response deficits in zebrafish. *Aquatic toxicology*, 105(3-4), 600-608.

44. Rochyaton, E., & Rozak, A. (2007). Observation on heavy metals in sediment of Jakarta bay waters. *MAKARA JOURNAL OF SCIENCE*, 11(1), 28-36.
45. Rogers, J. T., Richards, J. G., & Wood, C. M. (2003). Ionoregulatory disruption as the acute toxic mechanism for lead in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic toxicology*, 64(2), 215-234.
46. Savan, R., & Sakai, M. (2006). Genomics of fish cytokines. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, 1(1), 89-101.
47. Scott, G. R., Sloman, K. A., Rouleau, C., & Wood, C. M. (2003). Cadmium disrupts behavioural and physiological responses to alarm substance in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Experimental biology*, 206(11), 1779-1790.
48. Senger, M. R., Rico, E. P., de Bem Arizi, M., Frazzon, A. P. G., Dias, R. D., Bogo, M. R., & Bonan, C. D. (2006). Exposure to Hg^{2+} and Pb^{2+} changes NTPDase and ecto-5'-nucleotidase activities in central nervous system of zebrafish (*Danio rerio*). *Toxicology*, 226(2-3), 229-237.
49. Small, B. C. (2004). Effect of isoeugenol sedation on plasma cortisol, glucose, and lactate dynamics in channel catfish *Ictalurus punctatus* exposed to three stressors. *Aquaculture*, 238(1-4), 469-481.
50. Statista (2018). World production of lead from 2005 to 2017 (in 1,000 metric tons). Retrieved November 19, 2018, from <https://www.statista.com/statistics/264872/worldproduction-of-lead-metal/>
51. Stroud, D. A. (2015). Regulation of some sources of lead poisoning: a brief review. In *Proceedings of the Oxford lead symposium* (pp. 8-26). Oxford, UK: Edward Grey Institute, University of Oxford.
52. Syafiuddin, A., Salmiati, S., Hadibarata, T., Kueh, A. B. H., Salim, M. R., & Zaini, M. A. A. (2018). Silver nanoparticles in the water environment in Malaysia: inspection, characterization, removal, modeling, and future perspective. *Scientific reports*, 8(1), 1-15.
53. Verstraeten, S. V., Aimo, L., & Oteiza, P. I. (2008). Aluminium and lead: molecular mechanisms of brain toxicity. *Archives of toxicology*, 82(11), 789-802.
54. Westerink, R. H., & Vijverberg, H. P. (2002). Ca^{2+} -independent vesicular catecholamine release in PC12 cells by nanomolar concentrations of Pb^{2+} . *Journal of neurochemistry*, 80(5), 861-873.
55. Witeska, M. (2005). Stress in fish-hematological and immunological effects of heavy metals. *Electronic journal of ichthyology*, 1(1), 35-41.
56. World Health Organization. (2011a). Guidelines for drinking water quality. World Health Organization.
57. Yin, Y., Zhang, P., Yue, X., Du, X., Li, W., Yin, Y., Yi, C., Li, Y., 2018. Effect of sub-chronic exposure to lead (Pb) and *Bacillus subtilis* on *Carassius auratus gibelio*: bioaccumulation, antioxidant responses and immune responses. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 161, 755–762.
58. Zelikoff, J. T. (1993). Metal pollution-induced immunomodulation in fish. *Annual Review of Fish Diseases*, 3, 305-325.

59. Zhai, Q., Wang, H., Tian, F., Zhao, J., Zhang, H., & Chen, W. (2017). Dietary *Lactobacillus plantarum* supplementation decreases tissue lead accumulation and alleviates lead toxicity in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 48(9), 5094-5103.
60. Zhong, B., Wang, X., Mao, H., Wan, Y., Liu, Y., Zhang, T., & Hu, C. (2017). A mechanism underlies fish GRP78 protection against Pb²⁺ toxicity. *Fish & Shellfish Immunology*, 66, 185-188.
61. Zhu, B., Wang, Q., Shi, X., Guo, Y., Xu, T., & Zhou, B. (2016). Effect of combined exposure to lead and decabromodiphenyl ether on neurodevelopment of zebrafish larvae. *Chemosphere*, 144, 1646-1654.
62. Zizza, M., Giusi, G., Crudo, M., Canonaco, M., & Facciolo, R. M. (2013). Lead-induced neurodegenerative events and abnormal behaviors occur via ORXRergic/GABAARergic mechanisms in a marine teleost. *Aquatic toxicology*, 126, 231-241.

An overview of the sources of the impact of the heavy metal lead on fish

Firouzkouhi, Yasaman *

yasaman.firouzkouhi@gmail.com

Abstract:

Lead is one of the most toxic heavy metals in the environment, especially in aquatic ecosystems. Lead is present in small amounts naturally in the environment, but is the most abundant source of human production. Fish are at the top of the food chain and are the most susceptible aquatic animals exposed to heavy metals, especially lead. Fish can be used to assess the extent of environmental pollution in the aquatic environment. Lead causes bioaccumulation and biomagnification in the environment, which ultimately upsets the balance of the environment and endangers human health. Lead toxicity causes oxidative stress in fish and activation of antioxidant enzymes to relieve this stress. In addition, exposure to lead contaminates the immune response as a toxin of the immune system.

Keywords: *Lead, fish, pollution, neurotoxicity, antioxidant, oxidative*



ارزیابی و مدیریت منابع ساحلی با استفاده از تکنولوژی سنجش از راه دور

فیروز کوهی، یاسمن^{۱*}؛ لقمانی، مهران^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی دریایی، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار،

yasaman.frouzkouhi@gmail.com

۲. استادیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، loghmani.mehran@gmail.com

چکیده

مدیریت منابع طبیعی ساحلی و دریایی بسیاری از چالش‌ها را به وجود می‌آورد زیرا با جمعیت رو به رشد جهانی و تغییر آب‌وهوا افزایش استراتژی‌های بهتر را برای حفظ منابعی که سلامت، اقتصاد و بهزیستی کلی انسان به آن‌ها وابسته است، امری ضروری می‌باشد. برای ارزیابی وضعیت و روند تغییرات منابع ساحلی در مناطق بزرگ‌تر، مدیران در سازمان‌های دولتی و سرمایه‌گذاران خصوصی در سراسر جهان به‌طور فزاینده‌ای به فناوری‌های سنجش از راه دور روی آورده‌اند. قابلیت‌های کوتاه و مختصر تکنیک سنجش‌ازدور امکان ارزیابی‌هایی دقیق‌تر را نسبت به روش‌های مرسوم و عمومی ارائه داده است. هدف این مطالعه مروری نشان دادن کاربرد تکنیک‌های سنجش‌ازدور ماهواره‌ای است که توانایی‌های مدیریتی را با موفقیت در بخش‌های ساحلی بهبود بخشیده است. داده‌های مربوط به مدیریت مناطق ساحلی توسط این تکنولوژی در این مطالعه به‌طور خلاصه بیان شده و نمونه‌هایی از بررسی داده‌های سنجش از راه دور آب‌سنگ‌های مرجانی، تالاب‌ها، کیفیت آب و سلامت عمومی، پشتیبانی از شیلات و فعالیت‌های آبی‌پروزی ارائه شده است.

واژگان کلیدی: سنجش از راه دور، منابع ساحلی، آب‌سنگ‌های مرجانی، تالاب‌ها

۱. مقدمه

از سال ۲۰۱۰، بیش از ۲.۵ میلیارد نفر در اکوسیستم ساحلی زندگی می‌کنند که به‌طور فزاینده‌ای این اکوسیستم در برابر تأثیرات طبیعی و انسان‌شناسی آسیب‌پذیر شده‌اند (Sale et al. 2014). از آنجاکه تقاطع زمین و دریا، مناطق ساحلی پیچیده و متغیر هستند. وسایل تحقیقات عمومی منطقه ساحلی محدودیت‌هایی دارند. طی چند دهه آینده، این مناطق تحت تأثیر تغییر دمای جوی و اقیانوس، بالا آمدن سطح آب، شیمی اقیانوس، الگوهای آب‌وهوا و افزایش تقاضای جمعیت رو به رشد جهانی قرار خواهد گرفت. بدون ایجاد راهکارهای مناسب برای مدیریت استفاده از منابع، این تغییرات منجر به افزایش خطرات برای سلامتی انسان آسیب اقتصادی و تجاری به خدماتی که از این اکوسیستم‌ها به دست می‌آوریم می‌شود (Pettorelli et al. 2014). برای بهبود مدیریت اکوسیستم ساحلی، امروزه سازمان‌های جهانی زیادی از طریق تکنولوژی سنجش از راه دور ارزیابی‌های دقیقی را انجام داده‌اند (Kachelreiss et al. 2014). تکنیک‌های سنجش‌ازدور باعث بهبود قابل ملاحظه‌ای توانایی در مشاهده محیط و فرآیندهای آن شده است (Heumann, 2011). در واقع سنجش‌ازدور در توسعه منابع، برنامه ریزی و مدیریت منطقه ساحلی، نظارت بر تغییرات ساحلی و درک فرآیندهای فیزیکی در محیط ساحلی با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مورد استفاده قرار گرفته است؛ اما در حال حاضر، فناوری‌های سنجش‌ازدور در مدیریت محیط زیست مورد استفاده قرار نمی‌گیرند (Drakopoulos

(Schaeffer et al. 2014) و همکاران (۲۰۱۳) براساس بررسی داخلی پرسنل آژانس حفاظت از محیط‌زیست که مسئولیت ادغام تحقیقات علمی در تصمیم‌گیری‌های مربوط به سیاست و مدیریت را بر عهده داشتند، چهار مضمون اصلی در مورد دلیل عدم بهره‌برداری از این فناوری‌ها را شناسایی کردند که شامل هزینه‌ها و دقت داده‌ها، عدم اطمینان در مورد تداوم مأموریت ماهواره‌ای و مشکل در تصمیم‌گیری اخذ مجوز اداری برای استفاده از سنجش‌ازدور بودند. علاوه بر این، مدیران ممکن است با وسعت داده‌های ماهواره‌ای فعلی ناآشنا باشند و بنابراین ممکن است تصور کنند که تصاویر موجود برای رفع نیازهای آن‌ها کافی نباشد (McCarthy et al. 2017).

هر سنسور ماهواره‌ای برای مجموعه‌های خاصی از برنامه‌ها طراحی شده است. شکل ۱ وضوح مکانی سنسورهای ماهواره Landsat 8 را با ماهواره WorldView-2 مقایسه می‌کند. وضوح طیفی کوچک‌ترین پنجره در طول موج یا فضای فرکانس طیف الکترومغناطیسی است که به‌طور گسسته توسط یک سنسور نمونه‌برداری می‌شود. سنسورها به‌طور معمول چندین باند طیفی دارند که قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی را در وضوح طیفی مختلف نمونه‌برداری می‌کنند. وضوح زمانی در واقع فرکانس یا زمان تجدیدنظری است که در آن سنسور اندازه‌گیری‌های بعدی در همان مکان را جمع می‌کند. علاوه بر این، سنسورها و سیستم‌عامل‌های ماهواره‌ای باید برای رعایت تعدادی از حداقل نیازها به‌منظور مشاهده پدیده‌های خاص طراحی شوند. به‌عنوان مثال، بسیاری از سنسورهای ماهواره‌ای که برای مشاهده اقیانوس در محدوده قابل مشاهده طیف الکترومغناطیسی (رنگ منعکس شده) و در مادون قرمز (تابش حرارتی ساطع شده) طراحی شده‌اند، دارای وضوح جزئی فضایی تقریباً یک کیلومتر مربع هستند (McCarthy et al. 2017).



شکل ۱) MODIS در ماهواره Terra ناسا این تصویر را در ۲۶ سپتامبر ۲۰۰۸، سیزده روز پس از طوفان ایکه در ساحل به دست آورد. نواحی قهوه‌ای موجود در تصویر نتیجه عمل طوفان بزرگی است که ایکه به درون تگزاس و لوئیزیانا به داخل زمین فشار آورد و باعث خراب شدن مرداب شد. اعتبارات: NASA / GSFC. Klemas, (2011)

بخش‌های مدیریت

آب‌سنگ‌های مرجانی

آب‌سنگ‌های مرجانی گرمسیری کم‌عمق از اکوسیستم‌های متنوع و پربازده در اقیانوس هستند (Bellwood and Hughes 2001). در سطح جهان، ارزش اقتصادی صخره‌ها سالانه ۳۰ میلیارد دلار است (Chen et al. 2015). این اکوسیستم برای رفاه اجتماعی و اقتصادی افرادی که در مناطق ساحلی زندگی می‌کنند بسیار مهم هستند زیرا غذاهای دریایی، مواد دارویی، تفریحی و محافظت ساحلی را تأمین می‌کنند (Burke et al. 2011). باوجود این مزایای زیست‌محیطی و اجتماعی، آب‌سنگ‌های مرجانی در معرض تلفات عمده زیستگاه قرار دارند (Baker)

et al. 2008. گرم شدن تدریجی دمای جهانی سطح دریا (SST^1) یکی از مهم‌ترین عوامل استرس‌زا محیطی است که مسئول کاهش پوشش مرجانی است (et al. 2012). Chollelt. ایجاد استراتژی‌های مدیریت قوی‌تر صخره‌های مرجانی نیاز به شناسایی عوامل استرس‌زا منطقه‌ای (به‌عنوان مثال، SST ، کاهش کیفیت آب به دلیل فرسایش ساحلی یا رواناب ساحلی) و ارزیابی آن‌ها دارد (Aswani et al. 2015). مشاهدات ماهواره داده‌های باکیفیت و ارزانی را برای تقویت درک پویایی آبسنگ‌های مرجانی را ارائه داده‌اند. بررسی‌های گسترده روش‌ها و برنامه‌های سنجش‌ازدور را برای مشاهده و نظارت از آبسنگ‌های مرجانی پوشش می‌دهد. به‌طور خاص، از داده‌های ماهواره‌ای برای نظارت و پیش‌بینی سفید شدن مرجان‌ها و مرگ‌ومیر، نقشه‌برداری جهانی از زیستگاه آبسنگ‌های مرجانی، ارائه نماهای مختصر و مفید از فرآیندهای بزرگ اقیانوسی در مقیاس بزرگ و ارزیابی تغییرات در کیفیت آب استفاده شده است (McCarthy et al. 2017). مشاهدات ماهواره‌ای، همراه با سری زمانی محلی در محل از مشاهدات زیست ژئوشیمیایی و مدل‌های پیش‌بینی، برای پشتیبانی بهتر از ابتکارات مدیریت مبتنی بر اکوسیستم مورد نیاز است. به‌عنوان مثال، داده‌های استرس دمایی (به‌عنوان مثال، مناطق هشدار دهنده سفیدکننده؛ شکل ۱) توسط برنامه ملی اقیانوس‌شناسی و اتمسفر ($NOAA^2$) برنامه مشاهدات آبسنگ‌های مرجانی در پاسخ به نیازهای مدیریت ساحلی و آبسنگ‌ها ایجاد شده است. داده‌های و بررسی‌های $NOAA$ از تصاویر ماهواره‌ای زمینی و قطبی جهانی به‌صورت روزانه با اطمینان شرایط تنش حرارتی را در ۹۵٪ از آبسنگ‌های جهان کنترل می‌کند (Liu et al. 2014). در اکثر نقاط جهان داده‌های ماهواره‌ای به‌عنوان بخشی از گزارش‌های شرایط شبکه هشداردهنده زود هنگام برای شناسایی عوامل سفیدکنندگی مرجان‌ها استفاده می‌شوند و برای درک و هدف‌گیری بیشتر شیوع بیماری‌های مرجانی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Walter 2015). این مدل‌ها، همراه با شبکه‌های نظارتی به پاسخ‌های مدیریتی برای موفقیت کمک می‌کنند. علاوه بر این، تغییرات حاد در کیفیت آب ساحلی که آبسنگ‌های مرجانی را احاطه کرده‌اند، می‌توانند به‌طور بالقوه سلامت آبسنگ‌ها را تغییر دهند (Pollock et al. 2014). میزان رسوب‌گذاری، بر اثر فعالیت‌های لایروبی یا تخلیه رودخانه، در طول مناطق ساحلی و مجاور آبسنگ با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور با وضوح بالا و وضوح زمانی آزادانه از سنسورهای نظیر طیف‌سنجی تصویربرداری با وضوح متوسط ($MODIS^3$) و لندست برآورد شده است (Barnes et al. 2015). ترکیبی از تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا با عکس‌برداری هوایی و تشخیص نور و داده‌های متغیر (IKONOS) که از بازده‌های گوناگون برای انجام نقشه‌برداری لیزری برای ساخت مدل‌های ارتفاعی دیجیتال استفاده می‌کند، منجر به ایجاد نقشه‌های دقیق زیستگاه بنتیک برای آبسنگ‌ها، از جمله برخی از گونه‌های مرجانی آبسنگ ساز در معرض خطر است (Wirt et al. 2015). محققان کمیسیون شیلات و حیات‌وحش با موفقیت از این نقشه‌های زیستگاه برای شناسایی توزیع *A. cervicornis* و *palmata* استفاده کردند و مناطقی از بستر مناسب برای زیستگاه لاروهای مرجانی *Acropora spp.* را شناسایی کردند (Magris et al. 2015).

تالاب‌ها

تخمین زده‌شده که تالاب‌های جهانی دارای خدماتی با ارزش میلیاردها دلار هستند. که شامل زیستگاه‌ها مناسب برای تولید مثل و لارو آبریان، تصفیه و حذف مواد مغذی و جامد معلق، محافظت در برابر سیل، کنترل فرسایش، تفریح، زیبایی‌شناسی و سایر ارزش‌های فرهنگی هستند (Turner and Gannon 2014). علیرغم اهمیت آن‌ها، وسعت حوزه‌های تالاب در قرن بیستم به دلیل توسعه آلودگی و افزایش سطح دریا کاهش چشمگیری داشته‌اند (Dahl and Stedman 2013). در پاسخ، آژانس‌های مدیریت در سراسر جهان احیا و حفاظت از تالاب‌ها را به‌عنوان اهداف اولویت‌شناسایی کرده‌اند و بسیاری از آن‌ها از فن‌آوری‌های سنجش‌ازدور استفاده کرده‌اند تا به دستیابی به این اهداف کمک کنند. پیشرفت‌های اخیر، در وضوح مکانی، طیفی و زمانی سنسورهای ماهواره و همچنین کاهش هزینه‌های مربوط به دستیابی و پردازش داده‌ها، باعث افزایش قابلیت حسگرهای ماهواره‌ای به‌عنوان ابزارهای مدیریت تالاب شده است (McCarthy et al. 2017). نیازهای مدیریتی زیر از طریق داده‌های سنجش‌ازدور انجام‌شده است: نقشه‌برداری در سطح سایت، حوضه و سطح جهانی، فهرست موجودی و ارزیابی پایه،

¹ surface temperature

² National Oceanic and Atmospheric Administration

³ Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

ارزیابی وضعیت و روند، نظارت و گزارش دهی، برنامه‌ریزی و اجرای مدیریت (MacKay et al. 2009). نقشه‌برداری از تالاب‌ها برای مدیریت عملی و اهداف تصمیم‌گیری بسیار مهم است (MacKay et al. 2009). با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Landsat، MacAlister و Mahaxay (۲۰۰۹) با موفقیت نقشه‌برداری تالاب‌های حوضه پایین رودخانه Mekong در جنوب شرقی آسیا را انجام دادند. آن‌ها ۳۱ تالاب و ۲۳ گروه غیر تالاب را در پنج منطقه آزمایشی شناسایی کردند. تصاویر با استفاده از روش حداکثر احتمال مشترک به حداقل واحد نقشه‌برداری از ۶۰ متر طبقه‌بندی شدند. اکنون این نقشه‌ها برای برنامه‌ریزی منابع و حفاظت در سطح استانی و ملی در کشورهای لاوس، کامبوج و ویتنام مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین برنامه‌ریزی برای استفاده از آب، راهبردها و تدوین برنامه مدیریت حفاظت از تالاب‌ها را امکان‌پذیر می‌کند (MacAlister and Mahaxay 2009). Castañeda و Herrero (۲۰۰۹) از تصاویر لندست برای نقشه‌برداری، ترسیم و نظارت بر تالاب‌ها استفاده کردند. از این تصاویر برای تعیین وضعیت حفاظت و عملکرد ۵۳ تالاب استفاده شد. آن‌ها دریافتند که ۶۰٪ از زیستگاه‌ها در برابر انواع عوامل تنش‌زای محیطی و انسانی، از جمله تشدید کشاورزی، دفع زباله و از بین رفتن پوشش گیاهی بومی بسیار آسیب‌پذیر هستند. برای تعیین بهترین شاخص‌های پوشش گیاهی برای تمایز پوشش گیاهی باتلاق‌ها از طریق سنجش از راه دور، داده‌های مربوط به محدوده میکروویو چندگانه و حسگرهای ماهواره‌ای با برد قابل مشاهده مقایسه شدند. نویسندگان نتیجه گرفتند که شاخص پوشش گیاهی پیشرفته (EVI) و شاخص جهانی نظارت بر محیط‌زیست از SPOT VEGETATION و EVI از ENVISAT MERIS در شناسایی کلاسهای زیستگاه تالاب‌ها بیشترین تأثیر را داشتند. شاخص حاصل از داده‌های رادار دیافراگم پیشرفته مصنوعی میکروویو نیز برای تخمین رطوبت خاک مورد استفاده قرار گرفت و حتی در زمانی که داده‌های نوری مفید نبود، حتی در شرایط ابری نیز مؤثر واقع شدند. Dabrowska-Zielinska و همکاران (۲۰۰۹) از داده‌های سنجش‌ازدور، نور مرئی و میکروویو برای نظارت بر تالاب‌ها استفاده کردند. آن‌ها تالاب‌های Biebrza در شمال شرقی لهستان را مورد آزمایش قرار دادند که یکی از بزرگ‌ترین اکوسیستم‌های تالابی در اروپا است. به‌منظور تدوین استراتژی مدیریتی، مدیران نیاز به نقشه‌برداری از تالاب‌های باقیمانده داشتند تا زیستگاه‌های باتلاقی را مشخص کنند. با توجه به وسعت زیاد مناطق، انزوا و زمین‌های چالش برانگیز، روش‌های مرسوم و عمومی بررسی امکان‌پذیر نبود. این شرایط فرصتی را برای محققان فراهم کرده است تا ضمن تحقق یک نیاز اساسی برای مدیریت تالاب، روش‌های جدیدی را برای نقشه‌برداری از تالاب‌ها کشف کنند. برای تعیین بهترین شاخص‌های پوشش گیاهی و تمایز آن‌ها از بخش‌های مختلف با استفاده از سنجش از راه دور، داده‌های مربوط به محدوده میکروویو چندگانه و حسگرهای ماهواره‌ای با برد قابل مشاهده مقایسه شدند. نویسندگان نتیجه گرفتند که شاخص جهانی نظارت بر محیط زیست با استفاده از برنامه ماهواره‌ای SPOT VEGETATION و شاخص پوشش گیاهی پیشرفته (EVI) با استفاده از برنامه ماهواره‌ای ENVISAT MERIS در شناسایی بخش‌های مختلف زیستگاه باتلاق‌ها بیشترین تأثیر را داشتند. شاخص سطح برگ (LAI) حاصل از داده‌های رادار دیافراگم پیشرفته مصنوعی میکروویو نیز برای برآورد رطوبت خاک استفاده شد. داده‌های این رادار حتی در زمانی که داده‌های نوری قابل استفاده نبود و حتی در شرایط ابری نیز مؤثر واقع شدند.

نتایج مطالعه مطالعات گسترده نشان داد که از تصاویر با وضوح نسبتاً زیاد می‌توان با موفقیت برای شناسایی و توصیف زیستگاه‌های تالاب مناسب برای مدیریت و برای نظارت بر تغییرات در پوشش گیاهی تالاب ناشی از رطوبت خاک و تغییرات رطوبت ناشی از زهکشی تالاب‌های انسانی استفاده کرد (McCarthy et al. 2017).

کیفیت آب

نظارت بر کیفیت آب ساحلی معمول توسط سازمان‌های مدیریتی انجام می‌شود اما اغلب پرهزینه است (Bierman et al. 2011). به دلیل محدودیت هزینه، ایستگاه‌های نمونه‌برداری فقط می‌توانند بخش کوچکی از بدنه آب را نشان دهد و فقط می‌توانند در یک نقطه از زمان، شرایط کیفیت آب در یک مکان ارائه دهند. در اینجا، سنجش از راه دور کیفیت آب با عنوان اندازه‌گیری هم‌زمان سه عامل تولید رنگ که به

"رنگ" کلی بدنه آب کمک می‌کند تعریف‌شده است: کلروفیل-a، مواد معدنی معلق و ماده آلی محلول رنگی ($CDOM^1$). این پارامترها نور را در ستون آب جذب و پراکنده می‌کنند تا حدی که از فضا قابل اندازه‌گیری هستند. این ویژگی‌ها از نظر پراکنش و جذب دارای خصوصیات نوری (تجلی خصوصیات رادیومتری یک جسم) منحصر به فردی هستند که باعث می‌شود سهم نسبی آن‌ها در رنگ کلی آب تمایز یابد (Bukata 2005). کلروفیل-a نماینده‌ای برای زیست توده ذرات جلبکی (فیتوپلانکتون)، یک پارامتر اساسی در بررسی کیفیت آب ساحلی است و می‌تواند نشان‌دهنده افزایش مواد مغذی در آب باشد (Schaeffer et al. 2012). $CDOM$ به‌عنوان بخش رنگی مخزن کربن آلی محلول تعریف شده است (Blough and Del Vecchio 2002). این سه ماده هم‌زمان با حسگر MODIS قابل ارزیابی هستند. وضوح آب یکی دیگر از پارامترهای مهم در مدیریت کیفیت آب ساحلی مربوط به جذب نور و پراکندگی ذرات معدنی است که اغلب به‌عنوان کدورت یا کل رسوبات معلق گزارش شده، وضوح آب اندازه‌گیری میزان کاهش نور در ستون آب است که ممکن است منجر به کاهش کیفیت آب شود که می‌تواند بر بهره‌وری و سلامت اکوسیستم ساحلی تأثیر بگذارد (Cloern et al. 2013). به‌عنوان نمونه در خلیج Tampa، سه ماده تشکیل‌دهنده آب (کلروفیل-a، کدورت و $CDOM$) هم‌زمان با حسگر MODIS با استفاده از روش‌های Chen و همکاران (۲۰۰۷) و Le و همکاران (۲۰۱۲) ارزیابی شد. توجه به این نکته حائز اهمیت است که این رویکردها، به‌ویژه برای کلروفیل-a، کاملاً بومی بوده و به‌طور گسترده‌ای در محیط‌های متنوع قابل استفاده نیستند (et al. 2017 McCarthy). مشاهدات ماهواره‌ای برای ارزیابی و نظارت بر کیفیت آب ساحلی در مطالعات متعدد استفاده شده است. رویدادهای "آب‌سیاه" در جنوب غربی فلوریدا با استفاده از MODIS و داده‌های سنسور میدان دید گسترده (SeaWiFS) توسط Zhao و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده شد. یک مطالعه توسط Thompson و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از داده‌های سنسور MODIS، تنوع فصلی قابل توجه در کیفیت آب را در ریف‌های آب‌سنگی استرالیا نشان داد. Barnes و همکاران (۲۰۱۳a) از داده‌های سنسورهای Landsat و MODIS برای بررسی تغییرات تاریخی در کیفیت آب در رشته‌ای از جزایر گرمسیری فلوریدا (Florida Keys) از دهه ۱۹۸۰ تا به امروز استفاده کردند. با استفاده از ماهواره $GOCI^2$ که اخیراً راه اندازی شده است، Jang و همکاران (۲۰۱۶) شاخص‌های کیفیت آب را برای مناطق ساحلی کره ایجاد کردند. این فناوری برای جامعه سنجش‌ازدور وجود دارد تا بتواند اندازه‌گیری‌های سودمند و مختصر شاخص‌های مربوط به کیفیت آب را در اختیار مدیران قرار دهد، اما این داده‌ها در حال حاضر به‌صورت عملیاتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند (Schaeffer et al. 2013). برای کمک به مدیران در ارزیابی شرایط کیفیت آب، یک ابزار پشتیبانی از تصمیم‌گیری در خلیج Tampa، فلوریدا توسط Le و همکاران (۲۰۱۳) بر اساس داده‌های ماهواره‌ای ماتریس تصمیم‌گیری در مورد کیفیت آب ($WQDM^3$) ساخته شد. بر اساس اهداف و آستانه وضوح آب و غلظت کلروفیل-a از قبل تعیین شده از شاخص‌های ماهواره‌ای حاصل از این دو پارامتر برای ایجاد $WQDM$ استفاده شده است که میانگین سالانه کیفیت آب را ردیابی می‌کند تا به مدیران در تصمیم‌گیری کمک کند. رنگ "سبز" در $WQDM$ نشانگر شرایط "خوب" است که نیازی به اقدام مستقیم مدیران ندارد. رنگ "زرد" نشان می‌دهد که یکی از دو شاخص کیفیت آب بیش از یک انحراف استاندارد از آستانه خود فراتر رفته است. شرایط زرد نشان می‌دهد که مدیران باید نسبت به تغییر شرایط هوشیار باشند. رنگ "قرمز" در صورتی وجود دارد که هر دو شاخص کیفیت آب بیش از دو انحراف استاندارد از آستانه خود عبور کرده و شرایط کیفیت آب ضعیف را نشان دهد. اگر شرایط "قرمز" به مدت دو سال متوالی ادامه یابد، اقدامات مدیریتی لازم است (Le et al., 2013). درحالی‌که این ماتریس‌های $WQDM$ به‌صورت سالانه در گزارش‌های برنامه خلیج Tampa تولید می‌شوند، عمدتاً مبتنی بر داده‌های سایت، داده‌های ماهواره‌ای کیفیت آب هستند که می‌توان آن‌ها را در وب‌سایت آزمایشگاه اقیانوس‌شناسی نوری دانشگاه فلوریدا جنوبی یافت (http://optics.marine.usf.edu/projects/vbs.html) (McCarthy et al. 2017).

¹ Colored dissolved organic matter² Geostationary Ocean Color Imager³ Water Quality Decision Matrix

سلامت عمومی

تکنیک‌های سنجش‌ازدور برای ارزیابی نگرانی‌های بهداشت عمومی به‌طور گسترده در مناطق ساحلی استفاده‌شده است. آلودگی هوای جهانی یکی از مهم‌ترین خطرات سلامتی محیط‌زیست است و بیشتر ناشی از فعالیت‌های انسانی افزایش‌یافته مانند سوختن سوخت‌های فسیلی است (Wigbels 2011). مشاهدات جهانی آلاینده‌های هوا مانند ذرات معلق در هوا، ازن تروپوسفر، دی اکسید نیتروژن تروپوسفر، مونوکسید کربن، فرمالدئید و دی اکسید گوگرد در حال حاضر به‌طور گسترده‌ای در دسترس است. در میان انواع آلودگی هوا، گردوغبار موجود در هوا که دارای فلزات سنگین و ذرات خطرناک یکی از مضرترین آن‌ها محسوب می‌شوند (Yan et al. 2015). آلودگی هوای شهری یکی از ۱۵ علت اصلی مرگ‌ومیر در سطح جهان است (Bechle et al. 2013). پیش‌بینی‌های قابل‌اعتماد از خطرات بهداشت عمومی مانند امواج گرما، قسمت‌های طولانی‌مدت گرما، ازن اتمسفر، گردوغبار و سایر ذرات معلق در هوا که باعث واکنش‌های آسم می‌شوند برای بهبود سلامت عمومی بسیار مهم هستند (Shamir and Georgakakos 2014). برآورد داده‌های سنجش از راه دور ذرات معلق در هوا می‌تواند به ارزیابی بهتر کیفیت هوا منجر شود. به‌عنوان مثال، مشاهدات ماهواره‌ای دی اکسید نیتروژن از دستگاه مانیتورینگ ازن اندازه‌گیری قابل‌توجهی از سطح دی اکسید نیتروژن در سطح زمین را در یک منطقه بزرگ فراهم می‌کند (Bechle et al. 2013). علاوه بر این، محققان دانشگاه پلی تکنیک هنگ کنگ از داده‌های سنجش‌ازدور برای ارزیابی توزیع گردوغبار در مناطق شهری استفاده کردند (Yan et al. 2015). Yan و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که اماکن ساختمانی و ساختمان‌های کم ارتفاع با کاربری نامناسب زمین دو منبع اصلی آلودگی گردوغبار هستند. این تکنیک روشی کم‌هزینه و مؤثر برای نظارت و مدیریت ریزش گردوغبار در یک محیط شهری ارائه داد. مطالعات متعدد حاکی از آن است که سموم شکوفایی مضر جلبک می‌توانند در هوا آزاد شوند یا در آبزیان تجمع یافته و منجر به نگرانی‌های بهداشت عمومی مانند آسم، مسمومیت و فلج شدن، آسیب‌های عصبی، فراموشی و ایجاد مسمومیت در اثر مصرف آبزیان شوند (Randolph et al. 2008). در امتداد غرب حاشیه فلوریدا، بلوم جلبکی *Karenia brevis* با استفاده از داده‌های سنجش از راه دور کلروفیل-a و خطوط انتشاری نور فلورسانس ارتفاعات که از ماهواره‌های SeaWiFS و MODIS به دست آمده‌اند، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. داده‌های ماهواره‌های ابزاری برای شناسایی و هشدارهای مقدماتی در مقیاس بزرگ فراهم می‌کند تا خطرات ناشی از این بلوم مضر جلبکی را کاهش دهد (Soto Ramos et al. 2017). برای مدیریت بهتر خطرات سلامتی مرتبط با گرما، به اطلاعات در مورد تغییرپذیری درون‌شهری از آسیب‌پذیری در برابر وقایع موج گرما نیاز است. در بریزین استرالیا، دمای سطح زمین را از داده‌های ماهواره‌ای MODIS برای بررسی تأثیر دما بر ذات‌الریه کودکان استفاده کردند (Xu et al. 2014). Kandya و Mohan (۲۰۱۵) با استفاده از داده‌های سطح زمین توسط ماهواره‌های Terra و Aqua MODIS در برنامه مطالعات منطقه‌ای یکپارچه موسسه آسیایی، تأثیر شهرنشینی بر دمای سطح زمین در هند را بررسی کردند. آن‌ها پس از فهمیدن سطح خطر مرگ‌ومیر انسان در طی یک دوره طولانی گرمای شدید، خواستار کاهش اقدامات شدید و فوری عوامل افزایش سطح دما شدند.

استفاده از داده‌های ماهواره‌ای برای اهداف اپیدمیولوژیک^۱، از جمله مشخص کردن محیط‌هایی که حامل‌های میکروبی بیماری‌زا (VBD^۲) هستند (مانند پشه، کنه و مگس) در آن‌ها رشد می‌کنند، توانایی ما در تعیین توزیع بیماری، تأثیر آن‌ها بر جمعیت و تغییرات آن‌ها را در طول زمان بهبود داده است (Garni et al. 2014). تنوع در اجزای محیطی، مانند دما و بارش، تأثیرات مهمی بر چرخه عمر پشه دارد. شناخت الگوهای مکانی و زمانی جمعیت پشه برای کنترل و پیشگیری از ابتلا به VBD بسیار مهم است (Chuang et al. 2012). تحقیق انجام شده توسط دانشگاه ایالتی داکوتای جنوبی از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰، از داده‌های رادیومتری میکروویو پیشرفته ناسا و داده‌های ایستگاه آب و هوایی برای شناسایی موفقیت‌آمیز معیارهای محیطی و پیش‌بینی بهتر پویایی جمعیت پشه‌های *Aedes vexans* و *Culex tarsalis* که باعث بهبود اثربخشی سیستم‌های هشدار دهنده ابتلا به بیماری پشه شده استفاده‌شده است (Chuang et al. 2012; Méndez-Lázaro et al. 2014). سنسورهای ماهواره‌ای اطلاعات زیادی در مورد طیف گسترده‌ای از پارامترهای آب ارائه می‌دهند که می‌توانند برای درک تغییرات مکانی بیماری‌های ناشی از عوامل حمل‌کننده و آب مورد استفاده قرار گیرند (Rodó et al. 2013). باکتری Cholera در آب‌های گرم رشد

¹ epidemiological² Vector-borne diseases

می‌کند. بنابراین ترکیبی از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و داده‌های قدیمی Cholera، محققان را قادر می‌سازد الگوهای موجود در شیوع Cholera را درک کنند (McCarthy et al. 2017). Lobitz و همکاران (۲۰۰۰) از SST مشتق شده از ماهواره برای ارزیابی چگونگی افزایش درجه حرارت آب با افزایش تعداد موارد Cholera در مناطق ساحلی استفاده کردند. این فعالیت‌ها منجر به پیشرفت در مدیریت سلامت در مناطق ساحلی، به‌ویژه با ایجاد سیستم‌های هشدار دهنده برای کاهش شیوع بیماری در جوامع ساحلی شده است (McCarthy et al. 2017). به‌عنوان مثال، Anyamba و همکاران (۲۰۰۹) توانستند با استفاده از ماهواره SST، بارندگی و یک شاخص پوشش گیاهی، مدل‌های نقشه‌برداری از ریسک را تولید کنند تا مکان و زمان فعالیت ویروس RVF¹ را با مدت ۲ تا ۶ هفته قبل از شیوع اختلال در آفریقا اختلال داده که باعث فعالیت‌های پاسخ شده و شیوع بیماری را کاهش داده است. بعلاوه، سیستم‌های هشدار زودرس مالاریا از شاخص‌های خطر انتقال مانند بارندگی زیاد غیرمعمول، برای پیش‌بینی زمان و شدت بیماری همه‌گیری مالاریا ۲ تا ۴ ماه قبل از شیوع توسط داده‌های سنجش‌ازدور اختلال داده شد تشخیص زود هنگام شیوع این بیماری امکان فعال‌سازی زود هنگام کنترل حامل بیماری و اجرای سایر اقدامات کنترل مؤثر را فراهم کرده است (Lowe et al. 2011).

شیلات و آبی‌پروری

در حال حاضر کمبود جهانی مواد غذایی وجود دارد، بنابراین نیاز به افزایش تولید مواد غذایی است. یک راه حل بالقوه برای این مشکل شامل بهبود مدیریت جهانی و گسترش آبی‌پروری پایدار است. برای گسترش این منبع تجدید پذیر و با رشد سریع، صنعت باید بر محدودیت‌های مهم فیزیکی، اقتصادی و زمانی زیستی غلبه کند (IOCCG 2009; Nath et al. 2000). استفاده از سیستم‌های سنجش‌ازدور و اطلاعات جغرافیایی، علاوه بر داده‌ها و روش‌های سنتی، ممکن است توانایی مدیران را در پرداختن به این محدودیت‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود بخشد (Meaden and AguilarManjarrez 2013). سنجش‌ازدور مجموعه ابزارهای مفیدی را ارائه می‌دهد که می‌توانند به سرعت محیط‌های آبی را از نظر پارامترهای فیزیکی کیفیت آب (به‌عنوان مثال، دمای سطح دریا، شوری، افزایش سطح دریا، کدورت، جریان‌ات، CDOM، پوشش یخ، عمق سنجی به سرعت مشاهده کنند، کشند قرمز و نشت نفت) و فرآیندهای بیولوژیکی (به‌عنوان مثال، کلروفیل-a و بهره‌وری اولیه خالص) و تسهیلاتی را که در فعالیت‌ها و برنامه‌های آبی‌پروری پشتیبانی کنند (McCarthy et al. 2017). مشاهدات SST برای شناسایی مناطقی که دارای فراجوشی (upwelling) هستند و منجر به تولید اولیه و پشتیبانی از بخش‌های تولیدی می‌شوند، استفاده می‌شود (Rueda-Roa 2012). مدیران شیلات برای پیش‌بینی تجمع ماهی در فضا و زمان و مدیریت منابع شیلات دریایی به این محصولات سنجش‌ازدور متکی هستند (Habtes 2014). چندین مطالعه اولیه درباره شیلات از سنسورهای رادیومتری با وضوح بسیار پیشرفته (AVHRR) و سنسورهای ماهواره‌ای رنگی ناحیه ساحلی برای کمک به نظارت بر تن ماهیان در سواحل کالیفرنیا استفاده کردند (Bakun 2006). مهاجرت، توزیع، در دسترس بودن و قابلیت صید ماهی تن تحت تأثیر شرایط اقیانوس‌شناسی قرار گرفته است (Lindo-Atichati et al 2012). تن ماهیان تمایل دارند که در امتداد ساحل در نزدیکی مرزهای سطح جلوی که مربوط به نقاطی دارای فراجوشی است در امتداد ساحل مرکزی کالیفرنیا جمع شوند. شدت بالا آمدن از طریق تصاویر SST از AVHRR مشخص شد (McCarthy et al. 2017). ذخایر اختاپوس نیز تحت تأثیر شاخص‌های محیطی مانند بالا آمدن آب ساحل یا فراجوشی قرار دارد (Faure et al. 2000). Faure و همکاران (۲۰۰۰) رابطه بین ذخایر اختاپوس و شاخص‌های محیطی را مورد بررسی قرار دادند که هر دو سالانه و فصلی در سواحل موریسانی تغییر می‌کنند. در این مطالعه از سنسور Meteosat برای داده‌های SST استفاده شده و داده‌های تلاطم باد را از مجموعه داده‌های وسیع جوی اقیانوس به دست آوردند.

اولویت اصلی توسعه پایدار آبی‌پروری انتخاب مناسب سایت است. روند انتخاب موقعیت یا سایت‌هایی که شرایط طبیعی متناسب با گونه‌های ماهی پرورشی و تأثیر آن بر محیط اطراف ممکن است با استفاده از ابزارها و تکنیک‌های سنجش‌ازدور بهبود یابد (Alexandridis et al. 2008). Mustapha و Saitoh از داده‌های سنسور تصاویر میکروویو ویژه (Microwave/Imager Special Sensor) و داده‌های

¹ Rift Valley Fever

SeaWiFS که نشان‌دهنده پوشش یخ، تنش باد و بلوم در بهار هستند برای انتخاب سایت آبی پروری مناسب برای اسکالوپ در ژاپن استفاده کردند. برخی دیگر از MODIS، SeaWiFS و Advanced Land Observing از داده‌های ماهواره‌ای SST، کلروفیل-a، کدورت، مواد جامد معلق و عمق سنجی برای انتخاب نقشه سایت استفاده کرده‌اند (Radiarta and Saitoh 2009).

چالش‌های سنجش از راه دور در مناطق ساحلی

بسیاری از چالش‌ها در تفسیر داده‌های ماهواره‌ای برای برنامه‌های مدیریت ساحلی وجود دارد. به‌عنوان مثال، تداخل پوشش ابر با نور مرئی، بنابراین مانع استفاده از تصاویر جمع‌آوری شده در محدوده مرئی و مادون قرمز طیف الکترومغناطیسی می‌شود. بسته به کاربرد تحقیق، ممکن است از مسئله استفاده از تصاویر جمع‌آوری شده در محدوده مایکروویو طیف الکترومغناطیسی اجتناب شود زیرا تحت تأثیر پوشش ابر قرار نمی‌گیرد، یا با استفاده از تصاویر با وضوح زمانی بالا که ممکن است فرصت‌های بیشتری را برای دستیابی به تصاویر بدون ابر فراهم کند (McCarthy et al. 2017). علاوه بر اصلاح جوی، بازتاب از کف دریا در مناطق کم عمق ساحلی نیز هنگام مطالعه خواص ستون آب باید از داده‌های دورافتاده و عمیق صرف نظر شود. الگوریتم‌هایی برای تخمین غلظت کلروفیل-a از داده‌های ماهواره‌ای طراحی شده‌اند، به‌عنوان مثال به استفاده از باندهای طیفی در بخش قابل مرئی طیف که در آن نور به راحتی در آب نفوذ می‌کند و منعکس کننده قسمت پایین است، اعتماد کنید (Bukata 2005). حذف قسمت‌های عمیق تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات ساحلی، به‌طور خاص برای آب‌هایی که دارای نوری واضح هستند، همچنان دشوار است، اگرچه پیشرفت‌های مهمی صورت گرفته است (Barnes et al. 2013b). یک راه حل این است که با پوشاندن ساده یا حذف داده‌ها از مناطق کم عمق‌تر از یک عمق خاص با استفاده از داده‌های عمق سنجی (McCarthy et al., 2017). هنگام نقشه‌برداری از تالاب‌ها و سایر زیستگاه‌های ساحلی کشند قرمز و تغییرات دیگر سطح آب به‌خصوص هنگام مقایسه تصاویر به‌دست آمده در زمان‌های مختلف روز یا سال باید در نظر گرفته شود (McCarthy and Halls 2014). نقشه‌های پوشش گیاهی غوطه‌ور و بین جزرومدی ممکن است تحت تأثیر تغییرات سطح آب و همچنین توسط اجزای ستون آب قرار بگیرند (به‌عنوان مثال، رسوبات معلق، فیتوپلانکتون و مواد آلی محلول). در حالت ایده آل، تصاویر سری زمانی با زمان کسب انتخاب می‌شوند که هم‌زمان با سطح آب یکسان هستند. سطح آب دقیق برای پاسخ به این تغییرات لازم است. به‌طور گسترده‌تر، توصیه می‌شود ارزیابی دقیق هر محصول ماهواره‌ای یا به‌صورت موقت توسط کاربران داده یا از ارائه‌دهندگان داده در صورت درخواست جمع‌آوری شود (McCarthy et al. 2017). بسیاری از مطالعات مدیریت ساحلی از تصاویر Landsat، AVHRR، SeaWiFS، MODIS که به‌صورت رایگان در دسترس هستند استفاده کرده‌اند که شامل چندین دهه پوشش مداوم داده‌ها است و وضوح مکانی متوسط تا زیاد را ارائه می‌دهد که هر سال امکان پوشش تقریباً جهانی مناطق زمین را فراهم می‌کند. تصاویر تجاری با وضوح مکانی بالاتر، از QuickBird، IKONOS و WorldView-2، برای مطالعات موردی منابع ساحلی محلی یا منطقه‌ای استفاده شده است، اما ممکن است گسترش استفاده از این گونه تصاویر در مناطق مطالعه بزرگ در حال حاضر از نظر هزینه‌ای بسیار مشکل باشد (McCarthy and Halls 2014; McCarthy et al. 2015). با این وجود، MacKay و همکاران (۲۰۰۹) خاطرنشان کردند که، برای نقشه‌برداری تالاب، تصاویر با وضوح بالا (به‌عنوان مثال، وضوح ۱-۴ متر) به احتمال زیاد مفیدتر از طیف‌های بالا و متوسط-فضایی (یعنی ۱۰ تا ۳۰ متر) به دلیل ساختار مکانی کوچک و ناهمگن فضاها تالاب در سراسر جهان مفیدتر است.

۲. نتایج

با افزایش جمعیت و تمرکز جمعیت در کنار سواحل، رویکردهای فعلی برای مدیریت منابع ساحلی نیازمند به‌روزرسانی است. ابزارهای سنجش از راه دور مبتنی بر فضا توانایی مدیران منابع ساحلی را برای همگام شدن با افزایش فشار جمعیت بر منابع ساحلی و بهبود استراتژی‌های سازگاری با تغییرات آب‌وهوا تقویت می‌کنند. درواقع سواحل به دلیل داشتن منابع طبیعی غنی و اکوسیستم‌های آسیب‌پذیر، برای توسعه اقتصادی و احیای اکولوژیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. تکنیک‌های سنجش از دور با ارائه پوشش‌های مهم، نقشه‌برداری و طبقه‌بندی

ویژگی‌های پوشش زمینی از جمله پوشش گیاهی، خاک، آب و جنگل‌ها، ابزاری قدرتمند برای پایش سطح و جو زمین در مقیاس جهانی، منطقه‌ای و حتی محلی است.

منابع

1. Aswani S, Mumby PJ, Baker AC, Christie P et al. (2015) Scientific frontiers in the management of coral reefs. *Front Marine Sci* 2 (50):1–13
2. Baker A, Glynn PW, Riegl B (2008) Climate change and coral reef bleaching: an ecological assessment of long-term impacts recovery trends and future outlook. *Estuar Coast Shelf Sci* 80:435–471
3. Bakun A (2006) Front and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptive response and competitive advantage. *Sci Mar* 70(S2):105–122
4. Barnes BB, Hu C, Holekamp KL, Blonski S, Spiering BA, Palandro D, Lapointe B (2013a) Use of Landsat data to track historical water quality changes in Florida keys marine environments. *Remote Sens Environ* 140:485–496
5. Barnes BB, Hu C, Kovach C, Silverstein R (2015) Sediment plumes induced by the Port of Miami dredging: analysis and interpretation using Landsat and MODIS data. *Remote Sens Environ* 170:328–339
6. Barnes BB, Hu C, Schaeffer BA, Lee Z, Palandro DA, Lehrter JC (2013b) MODIS-derived spatiotemporal water clarity patterns in optically shallow Florida Keys waters: a new approach to remove bottom contamination. *Remote Sens Environ* 134:377–391
7. Bechle MJ, Millet BD, Marshall JD (2013) Remote sensing of exposure to NO₂: satellite versus ground-based measurement in a large urban area. *Atmos Environ* 69:345–353
8. Bellwood DR, Hughes TP (2001) Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs. *Science* 292(5521):1532–1535.
9. Bierman P, Lewis M, Ostendorf B, Tanner J (2011) A review of methods for analysing spatial and temporal patterns in coastal water quality. *Ecol Indic* 11:103–114
10. Blough NV, Del Vecchio R (2002) Chromophoric DOM in the coastal environment. In: Hansell DA, Carlson CA (Eds) *Biogeochemistry of Marine Dissolved Organic Matter*, Academic, San Diego, CA
11. Bukata RP (2005) *Satellite Monitoring of Inland and Coastal Water Quality: Retrospection, Introspection, Future Directions*. CRC Press, Boca Raton FL
12. Burke L, Reyter K, Spalding M, Perry A (2011) *Reefs at risk revisited*. World Resources Institute Washington p 130
13. Chen PY, Chen CC, Chu L, McCarl B (2015) Evaluating the economic damage of climate change on global coral reefs. *Global Environ Change* 30:12–20

14. Chen Z, Hu C, Comny RN, Muller-Karger F, Swarzenski P (2007a) Colored dissolved organic matter in Tampa Bay, Florida. *Mar Chem* 104(1–2):98–109
15. Chollett I, Müller-Karger FE, Heron S, Skirving W, Mumby PJ (2012) Seasonal and spatial heterogeneity of recent sea surface temperature trends in the Caribbean Sea and southeast Gulf of Mexico. *Mar Pollut Bull* 64:956–965
16. Chuang TW, Henebry GM, Kimball JS, VanRoekel-Patton DS, Hildreth MB, Wimberly MC (2012) Satellite microwave remote sensing for environmental modeling of mosquito population dynamics. *Remote Sens Environ* 125:147–156
17. Cloern JE, Foster SQ, Kleckner AE (2013) Review: Phytoplankton primary production in the world's estuarine-coastal ecosystems. *Biogeosciences Discussions* 10:17725–17783
18. Dabrowska-Zielinska K, Gruszczynska M, Lewinski S, Hoscilo A, Bojanowski J (2009) Application of remote and in situ information to the management of wetlands in Poland. *J Environ Manage* 90:2261–2269
19. Dahl T, Stedman S (2013) Status and trends of wetlands in the coastal watersheds of the Conterminous United States 2004 to 2009. US Department of the Interior Fish and Wildlife Service and National Oceanic and Atmospheric Administration National Marine Fisheries Service (p 46)
20. Drakopoulos, P., Ghionis, G., Lazogiannis, K., & Poulos, S. (2014). Toward Precise Shoreline Detection and Extraction from Remotely Sensed Images With The Use Of Wet And Dry Sand Spectral Signatures. *Fresen. Environ. Bull*, 23, 2809-2813.
21. Faure V, Cheikh AI, Herve D, Cury P (2000) The importance of retention processes in upwelling areas for recruitment of *Octopus Vulgaris*: the example of the Arguin bank (Mauritania). *Fish Oceanogr* 94:343–355
22. Garni R, Tran A, Guis H, Baldet T, Benallal K, Boubidi S, Harrat Z (2014) Remote sensing land cover changes and vector-borne diseases: Use of high spatial resolution satellite imagery to map the risk of occurrence of cutaneous leishmaniasis in Ghardaïa, Algeria. *Infect Genet Evol* 28:725–734
23. Habtes SY (2014) Variability in the Spatial and Temporal Patterns of Larval Scombrid Abundance in the Gulf of Mexico. Dissertation, University of South Florida
24. Herrero J, Castañeda C (2009) Delineation and functional status monitoring in small saline wetlands of NE Spain. *J Environ Manage* 90:2212–2218
25. Heumann B (2011) Satellite remote sensing of mangrove forests: recent advances and future opportunities. *Prog Phys Geog* 35:87–108
26. IOCCG (2009) Remote sensing in ifsheries and aquaculture. In: Forget . -H, Stuart V and Platt T (ed) Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group 8 IOCCG, Dartmouth, Canada
27. Kachelreiss D, Wegmann M, Gollock M, Pettorelli N (2014) The application of remote sensing for marine protected area management. *Ecol Indic* 36:169–177

28. Klemas, V. (2011). Remote sensing techniques for studying coastal ecosystems: An overview. *Journal of Coastal Research*, 27(1), 2-17.
29. Le C, Hu C, English D, Cannizzaro J, Chen Z, Feng L, Boler R, Kovach C (2012) Towards a long-term chlorophyll-a data record in a turbid estuary using MODIS observations. *Prog Oceanogr* 109:90–103
30. Le C, Hu C, English D, Cannizzaro J, Kovach C (2013) Climate-driven chlorophyll-a changes in a turbid estuary: observations from satellites and implications for management. *Remote Sens Environ* 130:11–24
31. Lindo-Atichati D, Bringas F, Goni G, Muhling B, Muller-Karger F, Habtes S (2012) Varying mesoscale structures influence larval fish distribution in the northern Gulf of Mexico. *Mar Ecol Prog Ser* 463:257–267
32. Liu G, Heron SF, Eakin CM, Muller-Karger FE, Vega-Rodriguez M et al. (2014) Reef-scale thermal stress monitoring of coral ecosystems: New 5-km global products from NOAA Coral Reef Watch. *Remote Sens* 6:11579–11606
33. Lobitz BM, Beck L, Huq A, Wood B, Fuchs G, Faruque ASG, Colwell R (2000) Climate and infectious diseases: use of remote sensing for detection of *Vibrio cholera* by indirect measurements. *Proc Natl Acad Sci Biol* 97(4):1438–1443
34. MacAlister C, Mahaxay M (2009) Mapping wetlands in the Lower Mekong Basin for wetland resource and conservation management using Landsat EMT images and field survey data. *J Environ Manage* 90:2130–2137
35. MacKay H, Finlayson CM, Fernandez-Prieto D, Davidson N, Pritchard D, Rebelo L-M (2009) The role of earth observation (EO) technologies in supporting implementation of the Ramsar Convention on Wetlands. *J Environ Manage* 90:2234–2242
36. Magris RA, Treml EA, Pressey RL, Weeks R (2015) Integrating multiple species connectivity and habitat quality into conservation planning for coral reefs. *Ecography* 38:001–016
37. McCarthy MJ, Halls J (2014) Habitat mapping and change assessment of coastal environments: an examination of WorldView-2 QuickBird and IKONOS satellite imagery and airborne LiDAR for mapping barrier island habitats. *Int J GeoInf* 3:297–325
38. McCarthy MJ, Merton EJ, Muller-Karger FE (2015) Improved coastal wetland mapping using very-high 2-meter spatial resolution imagery. *Int J Appl Earth Obs* 40:11–18
39. McCarthy, M. J., Colna, K. E., El-Mezayen, M. M., Laureano-Rosario, A. E., Méndez-Lázaro, P., Otis, D. B., ... & Muller-Karger, F. E. (2017). Satellite remote sensing for coastal management: A review of successful applications. *Environmental Management*, 60(2), 323-339.
40. Meaden GJ, Aguilar-Manjarrez J (2013) Advances in geographic information systems and remote sensing for fisheries and aquaculture CROM version FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No 552, Rome FAO p 425

41. Méndez-Lázaro P, Muller-Karger FE, Otis D, McCarthy MJ, PeñaOrellana M (2014) Assessing climate variability effects on dengue incidence in San Juan Puerto Rico. *Int J Environ Res Public Health* 11(9):9409–9428
42. Nath SS, Bolte JP, Ross LG, Aguilar-Manjarrez J (2000) Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. *Aquacult Eng* 23:233–278. doi:101016/ S0144-8609(00)00051-0
43. Pettorelli N, Laurance WF, O'Brien TG, Wegmann M, Nagendra H, Turner W (2014) Satellite remote sensing for applied ecologists: opportunities and challenges. *J Appl Ecol* 51:839–848
44. Pollock FJ, Lamb JB, Field SN, Heron SF, Schaffelke B, Shedrawi G, Bourne DG, Willis BL (2014) Sediment and turbidity associated with offshore dredging increase coral disease prevalence on nearby reefs. *PloS One* doi:101371/journalpone0102498
45. Randolph K, Wilson J, Tedesco L, Li L, Pascual DL, Soyeux E (2008) Hyperspectral remote sensing of cyanobacteria in turbid productive water using optically active pigments chlorophyll-a and phycocyanin. *Remote Sens Environ* 112:4009–4019
46. Rodó X, Pascual M, Doblas-Reyes FJ, Gerhunov A, Stone DA, Giorgi F, Hudson PJ, Kinter J, Rodríguez-Arias MA, Dtnseth NC, Alonso A, García-Serrano J, Dobson AP (2013) Climate change and infectious diseases: can we meet the need for better prediction? *Clim Change* 118:625–640
47. Rueda-Roa D (2012) On the spatial and temporal variability of upwelling in the southern Caribbean Sea and its influence on the ecology of phytoplankton and of the Spanish sardine (*Sardinella aurita*). Dissertation, University of South Florida
48. Sale, P. F., Agardy, T., Ainsworth, C. H., Feist, B. E., Bell, J. D., Christie, P., ... & Daw, T. M. (2014). Transforming management of tropical coastal seas to cope with challenges of the 21st century. *Marine Pollution Bulletin*, 85(1), 8-23.
49. Schaeffer BA, Hagy JD, Conmy RN, Lehrter JC, Stumpf RP (2012) An approach to developing numeric water quality criteria for coastal waters using the SeaWiFS satellite data record. *Environ Sci Technol* 46:916–922
50. Schaeffer BA, Schaeffer KG, Keith D, Lunetta RS, Conmy R, Gould RW (2013) Barriers to adopting satellite remote sensing for water quality management. *Int J Remote Sens* 34(21):7534–7544
51. Shamir E, Georgakakos PK (2014) MODIS Land Surface Temperature as an index of surface air temperature for operational snowpack estimation. *Remote Sens Environ* doi:org/101016/jrse201406001
52. Soto Ramos I, Muller-Karger FE, Hu C, Wolny J (2017) Characterization of *Karenia brevis* blooms on the West Florida Shelf using ocean color satellite imagery: Implications for bloom maintenance and evolution. *J Appl Remote Sens* doi:10.1117/1. JRS.11.012002
53. Thompson A, Schroeder T, Brando VE, Schaffelke B (2014) Coral community responses to declining water quality: Whitsunday islands great barrier Reef Australia. *Coral Reefs* 33 (4):923–938

54. Turner M, Gannon R (2014) Values of Wetlands. North Carolina State University
<http://www.waterncsu.edu/watershedss/info/wetlands/valueshtml> Accessed 21 Apr 2014
 55. Walter C (2015) "BleachWatch Current Conditions Report" Mote Marine Laboratory and Florida Keys National Marine Sanctuary 2015 Accessed Sep 11 2015
 56. Wigbels L (2011) Using Air Observation Data to Improve Health in the United States: Accomplishments and future challenges Report to Center for Strategic and International Studies ISBN: 978-089206-668-1
 57. Wirt KE, Hallock P, Palandro D, Semon Lunz K (2015) Potential habitat of *Acropora* spp on reef of Florida Puerto Rico and the US Virgin Islands. *Global Ecol Conservation* 2:242–255
 58. Xu Z, Liu Y, Ma Z, Li S, Hu W, Tong S (2014) Impact of temperature on childhood pneumonia estimated from satellite remote sensing. *Environ Res* 132:334–341
 59. Yan X, Shi W, Zhao W, Luo N (2015) Mapping dustfall distribution in urban areas using remote sensing and ground spectral data. *Sci Total Environ* 506–507:604–612
 60. Yan X, Shi W, Zhao W, Luo N (2015) Mapping dustfall distribution in urban areas using remote sensing and ground spectral data. *Sci Total Environ* 506–507:604–612
- Zhao J, Hu C, Lapointe B, Melo N, Johns EM, Smith RH (2013) Satellite-observed Black Water events off Southwest Florida: implications for Coral Reef health in the Florida Keys National Marine Sanctuary. *Remote Sens* 5(1):415–431

Assessment and management of coastal resources using remote sensing technology

Firouzkouhi, Yasaman ^{1*}; Loghmani, Mehran ²

1. Master student in Marine Pollution, Department of Marine Biology, Chabahar University of Maritime, yasaman.firouzkouhi@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Marine Biology, Chabahar University of Maritime, loghmani.mehran@gmail.com

Abstract

Coastal and marine natural resource management poses many challenges because it is imperative that, with a growing global population and climate change, better strategies be developed to conserve the resources on which human health, economy and overall well-being depend. To assess the state and trend of shoreline resource change in larger areas, managers have increasingly turned to remote sensing technologies in government agencies and private investors around the world. The short and concise capabilities of the remote sensing technique have made it possible to make more accurate assessments than conventional methods. The purpose of this review study is to demonstrate the application of satellite remote sensing techniques that have successfully improved management capabilities in coastal areas. Data related to coastal management by this technology are summarized in this study and are provided .examples of remote sensing data from coral reefs, wetlands, water quality and public health, fisheries support and aquaculture activities.

Keywords: Remote Sensing, Coastal resources, Coral reefs, Wetlands



مطالعه پارامترهای شیمی کربنات در جنگل حرای نایبند (استان بوشهر)

قائمی، مریم*

عضو هیات علمی (استادیار)، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، رایانامه: mghaemi@inio.ac.ir

واژگان کلیدی: شیمی کربنات، جنگل حرا، نایبند، استان بوشهر

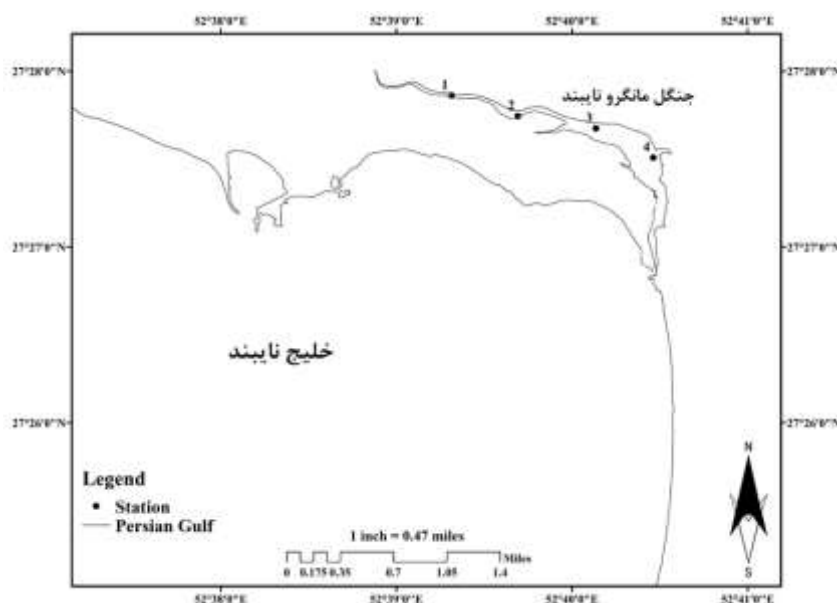
۱. مقدمه

برآوردهای فعلی حاکی از آن است که اقیانوس‌ها تقریباً یک سوم کربن دی اکسید (CO_2) جو را که از احتراق سوخت‌های فسیلی، تولید سیمان و تغییر کاربری اراضی آزاد شده است، را جذب کرده‌اند [۱]. هیدرولیز CO_2 در آب دریا غلظت یون هیدروژن (H^+) را افزایش می‌دهد و در نتیجه pH آب دریا را کاهش می‌دهد، فرایندی که "اسیدی شدن اقیانوس‌ها" نامیده می‌شود [۲]. با اسیدی شدن اقیانوس‌ها، توانایی کلسیفایرهای دریایی برای تشکیل اسکلت‌های کلسیت و آراگونیت کاهش می‌یابد [۳]. این امر می‌تواند پیامدهای قابل توجهی در جهان داشته باشد. به عنوان مثال، کاهش اشباعیت کلسیت (Ω_{Ca}) و آراگونیت (Ω_{ar}) تهدیدی برای صخره‌های مرجانی و فیتوپلانکتون‌ها است که حداقل از ۲۵٪ موجودات دریایی جهان محافظت می‌کنند و تقریباً مسئول نیمی از تولیدات اولیه جهانی هستند [۴]. ظرفیت اقیانوس‌ها در جذب CO_2 اتمسفر و نقش قلیائیت در بافری کردن اثر اسیدی شدن اقیانوس‌ها باعث افزایش توجه به مطالعه پارامترهای شیمی کربنات شده است. Sippo و همکاران این مساله را مطالعه کردند که آیا جنگل‌های مانگرو محرک اسیدی شدن اقیانوس‌ها هستند یا نقش بافری در برابر آن دارند [۵]. Chakraborty و همکاران، اسیدی شدن جنگل‌های مانگرو ساندربان را مورد مطالعه قرار داده و نقش پوشش گیاهی مانگرو را در تنظیم روند اسیدی شدن در آن منطقه جغرافیایی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند [۶]. بر اساس دستور العمل مرکز هماهنگی بین‌المللی اسیدی شدن اقیانوس‌های آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (OA-ICC) برای مطالعه سیستم کربناتی حداقل ۲ پارامتر از ۴ پارامتر این سیستم باید اندازه‌گیری شود که عبارتند از: کربن معدنی حل شده (DIC)، فشار CO_2 (pCO_2)، pH و قلیائیت کل (TA).

جنگل‌های مانگرو در سواحل جنوبی ایران با وسعت ۹۲۰۰ هکتار از قسمت‌های شرقی دریای عمان (خلیج گواتر) شروع می‌شوند و تا قسمت‌های غربی خلیج فارس در دیر (استان بوشهر) ادامه پیدا می‌کند. استان بوشهر در سه ناحیه دارای جنگل حرا است. این نواحی عبارت‌اند از: جنگل حرای برد خون یا مل گنزه، خور بردستان و خلیج نایبند. رویشگاه جنگل‌های مانگرو در استان بوشهر آخرین نواحی پراکنشی این اجتماعات درختی کمیاب در ناحیه ساحلی شمالی خلیج فارس هست و عملاً در مقیاس جهانی، آخرین محدوده پراکنش جهانی آن‌ها در سواحل شمال غربی آسیا محسوب می‌گردد. هرچند قطعاتی کوچک از اجتماعات مانگرو در بندر دیر (به وسعت یک هکتار) و پوزه ماشه در منطقه مل گنزه (به وسعت ۲۲ هکتار) وجود دارد اما اجتماعات مانگرو در خلیج نایبند با وسعت ۳۹۰ هکتار وسیع‌ترین اجتماعات مانگرو در مدارهای بالای ۲۷ درجه در خلیج فارس محسوب می‌گردد. نایبند، بزرگترین جنگل حرای استان بوشهر، تا حد زیادی متأثر از فعالیت‌های نفتی و گازی و آلودگی‌های ناشی از آنها (منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس) قرار دارد. لذا مطالعه پارامترهای سیستم کربنات در این منطقه حائز اهمیت است.

۲. مواد و روش‌ها

نمونه برداری از جنگل حرای نایبند در دو فصل زمستان (اسفند ۹۵) و تابستان (شهریورماه ۹۵) صورت گرفت. پس از انجام مطالعات اولیه و با توجه به وسعت این رویشگاه، ۴ ایستگاه جهت نمونه‌برداری انتخاب شد (شکل ۱). نمونه‌های آب با سه تکرار جمع‌آوری گردیدند.



شکل ۱) موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری شده در جنگل مانگرو نایبند

از pH متر WTW 3210 و شوری سنج WTW 350i و DO متر HACH برای سنجش پارامترهای pH، دما، شوری و اکسیژن محلول در محل استفاده گردید. اندازه‌گیری قلیائیت کل توسط روش پتانسیومتری به روش سل-باز^۱ در مرحله‌ای در آزمایشگاه انجام شد [۷]. مقدار Ω_{arg} ، pCO_2 و DIC از قلیائیت کل و pH و با استفاده از CO2SYS محاسبه شدند [۸].

۳. نتایج

جدول ۱ دامنه و میانگین هر یک از پارامترهای فیزیکوشیمیایی مورد مطالعه (اکسیژن محلول، pH، دما و شوری) را به ترتیب در فصل‌های تابستان و زمستان نشان می‌دهد. جدول ۲ پارامترهای سیستم کربنات در منطقه مورد مطالعه را به ترتیب در فصل‌های تابستان و زمستان نشان می‌دهد.

^۱ Open-cell potentiometric titration

جدول ۱) دامنه، میانگین و خطای استاندارد پارامترهای فیزیکوشیمیایی مورد مطالعه در دو فصل تابستان و زمستان

فصل	پارامتر فیزیکوشیمیایی	دامنه	میانگین $\pm$ خطای استاندارد
تابستان	دما ($^{\circ}\text{C}$)	۳۳/۹-۳۸/۰	۳۶/۰ $\pm$ ۰/۰۹
	اکسیژن محلول (mg/l)	۶/۴۳-۹/۷۶	۷/۹۵ $\pm$ ۰/۰۷
	pH	۶/۷۴-۷/۱۴	۶/۹۵ $\pm$ ۰/۰۱
	شوری (psu)	۳۸/۱-۴۲/۵۰	۴۰/۰۲ $\pm$ ۰/۱
زمستان	دما ($^{\circ}\text{C}$)	۲۴/۰-۲۷/۳	۲۵/۳ $\pm$ ۰/۰۹
	اکسیژن محلول (mg/l)	۹/۳۷-۱۳/۲۲	۱۰/۰۸۷ $\pm$ ۰/۰۱
	pH	۸/۳۶-۸/۵۰	۸/۴۱ $\pm$ ۰/۰۰۳
	شوری (psu)	۳۱/۱-۳۳/۰	۳۲/۲ $\pm$ ۰/۰۴

جدول ۲) میانگین پارامترهای سیستم کربنات ($\pm$ خطای استاندارد) در دو فصل تابستان و زمستان

فصل	pH	TA ($\mu\text{mol/kg}$)	DIC ($\mu\text{mol/kg}$)	pCO ₂ (μatm)	Ω_{arg}
تابستان	۶/۹۵ ($\pm$ ۰/۰۱)	۲۹۳۵/۵۱ ($\pm$ ۸/۱۹)	۳۱۸۵/۹ ($\pm$ ۱۵/۰)	۱۳۵۶۴/۷ ($\pm$ ۵۳/۰)	۰/۵۲ ($\pm$ ۰/۰۱)
زمستان	۸/۴۱ ($\pm$ ۰/۰۰۳)	۲۴۷۶/۹۸ ($\pm$ ۱/۰)	۲۰۲۷/۷ ($\pm$ ۳۲/۸۲)	۲۳۶/۴ ($\pm$ ۲/۳۴)	۵/۱۸ ($\pm$ ۰/۳)

۴. بحث و نتیجه گیری

مقدار pH شاخص اسیدیته و قلیائیت آب است و تغییرات آن ممکن است فرایندهای شیمیایی، عملکرد فیزیولوژیکی موجودات زنده و میزان سمیت ترکیبات سمی (به عنوان مثال، آمونیاک) را تحت تأثیر قرار دهد [۹ و ۱۰]. در تمام ایستگاههای مورد مطالعه، pH متوسط در فصل زمستان به طور معنی داری بیشتر از تابستان مشاهده شد. Sreeush و همکاران نیز در مطالعه خود مشاهده کردند که در طول تابستان، مقدار pH به سمت مقادیر کمتر (اسیدی تر) کاهش می یابد [۱۱]. این ویژگی در امتداد سواحل بسیار برجسته است جاییکه در آن آپولینگ مقدار قابل توجهی DIC را تأمین می کند. همچنین افزایش قابل ملاحظه pCO₂ در این فصل به دلیل نشر گاز CO₂ از تاسیسات نفتی مجاور این ناحیه می تواند عامل دیگری برای کاهش pH و اسیدی شدن آب ایستگاههای مورد بررسی در فصل تابستان باشد. غلظت اکسیژن محلول (DO) یک پارامتر حیاتی برای ارزیابی شرایط زندگی موجودات آبی هوازی و سایر فرایندهای شیمیایی در اکوسیستمهای آبی است [۱۰]. در این مطالعه، کاهش سطح اکسیژن محلول در فصل تابستان در مناطق مورد مطالعه به احتمال زیاد به دلیل افزایش دمای آب، شوری و ورود آب شیرین کمتر به همراه فعالیت های بیولوژیکی مانند مصرف اکسیژن توسط ارگانیسم ها برای تنفس و تجزیه فعال ماده آلی هست [۱۰]. شوری به عنوان عامل نخست و اصلی در میان متغیرهای محیطی در محیط های دریایی محسوب می شود که از طریق ورودی آب شیرین و دما به مقدار زیادی بر وضعیت دینامیکی آب های ساحلی و مصبی تأثیر می گذارد. به طور کلی تغییرات شوری در زیستگاه های آب شور مانند مصب، مانگرو و آب های ساحلی به دلیل ورود آب های شیرین از رودخانه، رواناب زمینی ناشی از مانسون یا تغییرات جزر و مدی است. نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که میانگین شوری در فصل تابستان از زمستان بیشتر است. مقدار بیشتر در تابستان می تواند به میزان بالاتر تبخیر همراه با کاهش جریان آب شیرین و زهکشی زمین نسبت داد [۱۲]. کاهش شوری در زمستان ممکن است به دلیل بارش های سنگین در این فصل باشد [۱۳]. میزان قلیائیت در ایستگاه های مورد مطالعه از ۲۷۵۷/۰۹ تا ۳۰۹۶/۸۶ میکرومول در کیلوگرم در فصل تابستان و ۲۴۵۲/۳ تا ۲۴۹۴/۹ میکرومول در کیلوگرم در فصل زمستان متغیر بود. pCO₂ روند معکوس نسبت به pH نشان داد. نتایج آنالیز آماری نشان دهنده همبستگی منفی معنی دار میان قلیائیت کل و pH در دو فصل بود. در تابستان، قلیائیت کل با دما همبستگی منفی معنی دار نشان داد. در زمستان، قلیائیت کل با شوری همبستگی مثبت معنی دار نشان داد. تولید بیولوژیکی قسمت های سخت، از قبیل پوسته و اسکلت، اصلی ترین فرآیندی است که بر میزان اشباعیت تأثیرگذار است و علاوه بر آن مبادله CO₂ در مرز هوا-دریا، اختلاط فیزیکی، ورودی آب شیرین و تغییر درجه حرارت بر درجه اشباع تأثیر می گذارد. در صورتیکه مقدار $\Omega_{\text{arg}} > 1.0$ باشد، بدنه آبی نسبت به آراگونیت فوق اشباع و

اگر $\Omega_{arg} < 1.0$ باشد حالت اشباع نشده است. در این تحقیق، محاسبه میزان اشباعیت آراگونیت (Ω_{arg}) در دو فصل نشان داد که در فصل زمستان آب مناطق مورد مطالعه در حالت فوق اشباع نسبت به آراگونیت ($\Omega_{arg} = 5/18$) و در فصل تابستان در حالت اشباع نشده اند ($\Omega_{arg} = 0/52$) که این امر می‌تواند به دلیل پایین بودن pH در فصل تابستان (به دلیل بالا بودن pCO_2) باشد. نتایج مطالعه Omer نشان داد در طول فصل زمستان مقادیر Ω_{arg} در سواحل عمان و جنوب دریای عرب $4/09$ و در شمال (خلیج عمان) و غرب دریای عرب کمی پایین‌تر بود. در مقابل، در طول فصل تابستان در سواحل عمان کمترین مقدار Ω_{arg} ($2/13$) مشاهده شد. در این مطالعه، در فصل زمستان، میانگین pH سطح آب و Ω_{arg} در دریای عرب به ترتیب $8/07 \pm 0/01$ ، $3/9 \pm 0/1$ گزارش شد. تولید بیولوژیکی نسبتاً بالا، به دلیل سرمای زمستان و اختلاط ناشی از وزش بادهای مانسون شمال شرقی، دلیل افزایش pH عنوان شد. در طول فصل تابستان وزش بادهای مانسون جنوب غربی باعث آپولینگ در امتداد سواحل دریای عمان و در نتیجه pH بسیار کم ($\approx 7/9$) می‌شد که این امر منجر به کاهش میزان اشباعیت آراگونیت ($\Omega_{arg} = 2/35$) گردید [۱۴].

منابع

1. Sabine, C. L., Feely, R. A., Gruber, N., Key, R. M., Lee, K., Bullister, J. L., ... & Millero, F. J. (2004). The oceanic sink for anthropogenic CO₂. *science*, 305(5682), 367-371.
2. Caldeira, K., & Wickett, M. E. (2003). Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature*, 425(6956), 365-365.
3. Kleypas, J. A., Buddemeier, R. W., Archer, D., Gattuso, J. P., Langdon, C., & Opdyke, B. N. (1999). Geochemical consequences of increased atmospheric carbon dioxide on coral reefs. *science*, 284(5411), 118-120.
4. Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. T., & Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *science*, 281(5374), 237-240.
5. Sippo, J. Z., Maher, D. T., Tait, D. R., Holloway, C., & Santos, I. R. (2016). Are mangroves drivers or buffers of coastal acidification? Insights from alkalinity and dissolved inorganic carbon export estimates across a latitudinal transect. *Global Biogeochemical Cycles*, 30(5), 753-766.
6. Chakraborty, S., Zaman, S., Pramanick, P., Raha, A. K., & Mukhopadhyay, C. (2013). D and A. Mitra. Acidification of Sundarbans mangrove estuarine system. *Discovery Nature*. ISSN: 2319-5703, 6(14), 14-20.
7. Dickson, A. G., Sabine, C. L., & Christian, J. R. (2007). *Guide to best practices for ocean CO₂ measurements*. North Pacific Marine Science Organization.
8. Lewis, E., Wallace, D., & Allison, L. J. (1998). *Program developed for CO₂ system calculations* (No. ORNL/CDIAC-105). Brookhaven National Lab., Dept. of Applied Science, Upton, NY (United States); Oak Ridge National Lab., Carbon Dioxide Information Analysis Center, TN (United States).
9. Hameed, H. A., & Aljorany, Y. S. (2011). Investigation on nutrient behavior along Shatt Al-Arab River, Basrah, Iraq. *J. Appl. Sci. Res*, 7(8), 1340-1345.

10. Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (2012). *Pond aquaculture water quality management*. Springer Science & Business Media.
11. Sreeush, M. G., Rajendran, S., Valsala, V., Pentakota, S., Prasad, K. V. S. R., & Murtugudde, R. (2019). Variability, trend and controlling factors of Ocean acidification over Western Arabian Sea upwelling region. *Marine Chemistry*, 209, 14-24.
12. Srilatha, G., Thilagavathi, B., & Varadharajan, D. (2012). Studies on the physico-chemical status of Muthupettai mangrove, south east coast of India. *Advances in Applied Science Research*, 3(1), 201-207.
13. Mitra, A. R. U. N. A. B. H. A., Patra, K. C., & Panigrahy, R. C. (1990). Seasonal variations of some hydrographical parameters in a tidal creek opening into the Bay of Bengal. *Mahasagar*, 23(1), 55-62.
14. Omer, W. (2010). Ocean acidification in the Arabian Sea and the Red Sea (Master's thesis).



مروری بر پاسخ‌های سازشی بوم‌سازگان مانگرو در برابر اثرات تغییر اقلیم

قدرتی شجاعی، مهدی^۱

استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس mshojaei@modares.ac.ir

چکیده

تغییرات اقلیم به طور گسترده‌ای بوم‌سازگان‌های مانگرو را تهدید می‌کند که باعث تغییر در ساختار، عملکرد و خدماتی می‌شود که به انسان و طبیعت ارائه می‌دهند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که از میان جنبه‌های مختلف تغییر اقلیم، افزایش سطح آب دریاها بیشترین تاثیر را بر روی این بوم‌سازگان حساس خواهد گذاشت. در مواجهه با این تهدیدات، بوم‌سازگان مانگرو هم با گرفتن و ذخیره دی اکسید کربن نقش مهمی در مقابله با اثرات تغییر اقلیم ایفا می‌کنند. کربن آبی، کربنی است که در بوم‌سازگان‌های گیاهی ساحلی در رسوبات، زی‌توده زنده بالای خاک (برگ‌ها، شاخه‌ها و تنه اصلی)، زی‌توده زنده زیر خاک (ریشه‌ها) و نیز زی‌توده غیر زنده (باقی‌مانده برگ و چوب مرده) ذخیره می‌شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که میزان ذخیره کربن در بوم‌سازگان گیاهی ساحلی تا ۱۰ برابر بیشتر از بوم‌سازگان خشکی است که اهمیت آنها را در مقابله با اثرات تغییرات اقلیم نشان می‌دهد. در اقلیم خشک خلیج فارس، درختان مانگرو در حد نهایی تحمل فیزیولوژیک خود نسبت به گرما و شوری زندگی می‌کنند. ولی این شرایط و تولیدات کم آنها در مقایسه با اقلیم‌های مرطوب به معنای عدم توانایی آنها در ذخیره کربن نیست. در این مقاله ضمن مروری بر وضعیت فعلی جنگل‌های مانگروی ایران و عواملی که سلامت آنها را تهدید می‌کنند، نقش این بوم‌سازگان در گرفتن و ذخیره دی اکسید کربن محیطی بررسی و با میانگین‌های جهانی مقایسه خواهد شد.

واژگان کلیدی: مانگرو، تغییرات اقلیم، خلیج فارس

۱. مقدمه

جنگل‌های مانگروها که در مناطق جزرومدی و بین‌خشکی و دریا پراکنش دارند، عمدتاً در بین عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و ۳۰ درجه جنوبی یافت می‌شوند. حدود ۷۰ گونه از گیاهان مانگرو شناسایی شده است که در ۱۲۴ کشور جهان پراکنش دارند. آسیا، آفریقا و آمریکای مرکزی به ترتیب دارای بیش‌ترین سطح پوشش جهانی مانگروها می‌باشند. بیش‌ترین تنوع زیستی مانگروها مربوط به منطقه هند-آرام غربی^۱ می‌باشد. حدود ۴۸٪ از پوشش کل جنگل‌های مانگرو مربوط به پنج کشور (اندونزی، استرالیا، برزیل، نیجریه و مکزیک) است (Giri et al., 2011). علیرغم نقش بسیار مهم بوم‌سازگان مانگرو برای اجتماعات ساحلی موجودات، سطح زیر پوشش آن‌ها با سرعت زیادی در حال کم شدن است. در طول ۵۰ سال گذشته حدود ۵۰٪ از سطح پوشش مانگروها کاهش یافته است و احتمالاً طی دهه‌های آینده مقدار بیش‌تری از این جنگل‌ها به علت فعالیت‌های انسانی از بین خواهند رفت (Alongi, 2002). عوامل استرس‌زای انسانی (مانند آلودگی، برداشت، آبی‌پروری، عدم مدیریت فاضلاب‌ها، توسعه کشاورزی، ساخت اسکله) در کنار تاثیرات ناشی از تغییرات اقلیم بوم‌سازگان‌های مانگرو را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Taillardat et al., 2018).

¹ Indo-West Pacific

تغییرات اقلیم به طور عمده از طریق افزایش دما، افزایش میزان دی‌اکسیدکربن اتمسفر، افزایش سطح آب اقیانوس‌ها، تغییر الگوی چرخه‌های اقیانوسی، تغییرات روند بارندگی‌ها و وقوع طوفان‌ها بر سلامت بوم‌سازگان مانگرو تاثیر می‌گذارند. از بین تمام این عوامل، افزایش نسبی سطح آب دریا، بزرگترین تهدید برای مانگروها به شمار می‌رود. اگرچه تا به امروز اثرات این تهدید نسبت به دخالت‌های انسان مانند تبدیل مانگروها به مزارع آب‌زی‌پروری و کشاورزی ناچیز است. افزایش سطح آب دریا یکی از قطعی‌ترین عواقب گرمایش جهانی است، که در حال حاضر اتفاق افتاده است. افزایش جهانی سطح آب دریاها از سال ۱۹۸۰ تا پایان قرن بیست و یکم (۲۰۹۹-۲۰۹۰) حدود ۰/۱۸ تا ۰/۵۹ متر خواهد بود (Birchenough et al., 2015). با این حال تغییرات سطح آب دریا در هر منطقه وابسته به شرایط مختلفی مانند فاکتورهای زمین‌ساختی^۱ و ساختارهای هیدرودینامیکی منطقه است. نرخ رسوب‌گذاری در جنگل‌های مانگرو می‌تواند چگونگی مقابله آن‌ها در برابر تغییرات سطح آب دریا را تعیین کند. اگر نرخ رسوب‌گذاری در مانگروها با نرخ افزایش سطح آب دریا برابر باشد، جنگل مانگرو به حیات خود ادامه می‌دهد و در طول این دوره پایدار خواهد بود. ولی اگر نرخ رسوب‌گذاری در مانگروها کم‌تر از نرخ افزایش سطح آب دریا باشد، قسمتی از جنگل که به سمت دریا است غرقاب شده و از بین خواهد رفت.

در برابر تاثیرات تغییرات اقلیم بر مانگروها و سایر بوم‌سازگان گیاهی ساحلی (شوره‌زارهای ساحلی^۲ و علفزارهای دریایی^۳)، این بوم‌سازگان نیز نقش مهمی در مقابله با اثرات تغییر اقلیم ایفا می‌کنند. کربن آبی^۴، کربنی است که در بوم‌سازگان‌های گیاهی ساحلی در رسوبات، زی‌توده زنده بالای خاک (برگ‌ها، شاخه‌ها و تنه اصلی)، زی‌توده زنده زیر خاک (ریشه‌ها) و نیز زی‌توده غیر زنده (باقی‌مانده برگ و چوب مرده) ذخیره می‌شود (McLeod et al., 2011). همانند کربن ذخیره شده در گیاهان خشکی‌زی، کربن آبی نیز در فواصل زمانی کوتاه (چند سال تا چند دهه) در زی‌توده زنده گیاهان وارد می‌شود. ولی بر خلاف بوم‌سازگان خشکی، کربن گرفته شده توسط بوم‌سازگان‌های ساحلی می‌تواند به مدت زمان بسیار طولانی (تا چندین قرن) در رسوبات باقی‌مانده و به یک ذخیره بسیار بزرگ تبدیل شود (McLeod et al., 2011; Schile et al., 2017). در بوم‌سازگان‌های خشکی به علت در دسترس بودن بالای اکسیژن، فعالیت‌های اکسیداسیون میکروبی شدید است که باعث آزاد سازی دوباره دی‌اکسیدکربن ذخیره شده به اتمسفر می‌شود. این در حالی است که در بوم‌سازگان‌های کربن آبی، خاک توسط آب اشباع شده و میزان اکسیژن آن به شدت پایین است که باعث می‌شود کربن ذخیره شده مجدداً وارد اتمسفر نشده و به مرور زمان روی هم انباشته شود. در بوم سازگان مانگرو کربن ذخیره شده بر مبنای منشأ آن به دو نوع تقسیم می‌شود که شامل کربن درون‌زا (با منشأ تولیدات اولیه بوم‌سازگان)^۵ و کربن برون‌زا (با منشأ خارجی)^۶ است. در نوع درون‌زا، کربن در یک مکان تولید و انباشته می‌شود. گیاهان طی عمل فتوسنتز، دی‌اکسیدکربن را از اتمسفر و یا اقیانوس می‌گیرند (تولیدکنندگان اولیه) و به منظور افزایش زی‌توده، آن را به بافت گیاهی (برگ، شاخه و ریشه) تبدیل می‌کنند. بخش عمده‌ای از این زی‌توده در ریشه‌ها قرار دارند که به دلیل شرایط بی‌اکسیژن، به مدت بسیار طولانی در داخل رسوبات ذخیره خواهند شد (Alongi, 2002). در نوع برون‌زا، کربنی که در خارج از بوم‌سازگان تولید شده است، در آن ذخیره می‌شود. نرخ طولانی مدت انباشتگی کربن در رسوبات بوم‌سازگان‌های آبی بین ۱۸ تا ۱۷۱۳ گرم کربن به ازای هر متر مربع در سال^۷ است. میانگین نرخ انباشتگی کربن در رسوبات مانگرو بیشتر از علف‌زارهای دریایی و شوره‌زارهای ساحلی و حدود ۲۲۶ گرم کربن به ازای هر متر مربع در سال است. این امر نشان می‌دهد که میزان ذخیره کربن در بوم سازگان گیاهی ساحلی تا ۱۰ برابر بیشتر از بوم سازگان خشکی است که اهمیت آنها را در مقابله با اثرات تغییرات اقلیم نشان می‌دهد (Alongi, 2002). در این مقاله ضمن مروری بر وضعیت فعلی جنگل‌های مانگروی ایران و عواملی که سلامت آنها را تهدید می‌کنند، نقش این بوم سازگان در گرفتن و ذخیره دی اکسید کربن محیطی بررسی و با میانگین‌های جهانی مقایسه خواهد شد. آنچه که در نهایت به آن می‌توان اشاره کرد اینک، از بین رفتن این جنگل‌ها نه تنها باعث از بین رفتن بسیاری از خدماتی خواهد شد که این بوم‌سازگان ارائه می‌دهند، بلکه حیات و بقای گونه‌های جانوری و گیاهی

¹ Tectonic² Salt tidal marshes³ Seagrass meadows⁴ Blue carbon⁵ Autochthonous carbon⁶ Allochthonous carbon⁷ g C m⁻²yr⁻¹

وابسته به آنها را در معرض خطر قرار می‌دهد. از این رو تلاش برای حفظ این جنگل‌ها، احیای بخش‌های از بین رفته روش‌های علمی و آگاهی بخشی عمومی در مورد اهمیت آنها باید در راس برنامه‌های مدیریتی موجود قرار گیرد.

منابع

1. Alongi, D.M., 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environ. Conserv.* 29, 331–349.
2. Birchenough, S.N.R., Reiss, H., Degraer, S., Mieszkowska, N., Borja, Á., Buhl-mortensen, L., Braeckman, U., Craeymeersch, J., Mesel, I. De, Kerckhof, F., Kröncke, I., Parra, S., Rabaut, M., Schröder, A., Colen, C. Van, Hoey, G. Van, 2015. Climate change and marine benthos : a review of existing research and future directions in the North Atlantic.
3. Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L.L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., Duke, N., 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 20, 154–159.
4. Mcleod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C.M., Lovelock, C.E., Schlesinger, W.H., Silliman, B.R., 2011. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Front. Ecol. Environ.* 9, 552–560.
5. Schile, L.M., Kauffman, J.B., Crooks, S., Fourqurean, J.W., Glavan, J., Megonigal, J.P., 2017. Limits on carbon sequestration in arid blue carbon ecosystems. *Ecol. Appl.* 27, 859–874.
6. Taillardat, P., Friess, D.A., Lupascu, M., 2018. Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. *Biol. Lett.* 14, 20180251.

A review of the adaptive responses of mangroves to the climate change

Ghodrati Shojaei, Mehdi

Department of Marine Biology and Natural Resource, Tarbiat Modares University

mshojaei@modares.ac.ir

Climate change threatens the mangrove and has the potential to alter the structure, functions, and services of mangroves. Among the effects of climate change, sea-level rise has the significant impact on mangrove survival, especially where there is limited area for landward migration. In the face of the effects of climate change, mangroves are playing a significant role by absorbing and storing carbon dioxide. Blue carbon refers to organic carbon sequestered and stored in the biomass and sediment of vegetated marine ecosystems (mangrove forests, salt marsh, and seagrass beds), has recently has received extensive attention from international counterparts. Recent findings have shown that mangroves sequester ten times more carbon than tropical forests by area, and thus are extremely valuable for their long-term carbon storage capacity. In arid systems of the Persian Gulf, mangroves are adapted to survive near the limit of their tolerance for extremes in temperature, salinity, and rainfall. Despite these limits, low primary production does not necessarily prevent the long-term accumulation of soil carbon pools in blue carbon ecosystems. I reviewed the effects of climate change on mangrove ecosystems and their roles in carbon sequestration in the arid mangrove ecosystem of the Persian Gulf.

Keywords: *Mangrove, Climate Change, Persian Gulf*



تحلیل شکلی اتولیت در دو گونه از ماهیان گل خورک جزیره قشم، خلیج فارس

قنبری فردی، مهدی^۱؛ زارعی، رقیه^۲؛ غلامی، زینب^۳

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران، meghfardi@gmail.com

۲. گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، تهران، ایران، r.zarei@alzahra.ac.ir

۳. گروه علوم محیطی و زمین، پالئوتولوژی و زمین‌زیست‌شناسی، دانشگاه لودویک ماکسیمیلیان، مونیخ، آلمان، zgholami2005@gmail.com

چکیده

شکل اتولیت‌ها در ماهیان برای جداسازی جمعیت‌ها و گونه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. اتولیت‌ها ساختارهایی درون گوش داخلی ماهیان استخوانی هستند که به منظور شنوایی و تعادل مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مطالعه حاضر به بررسی تنوع شکل اتولیت در دو گونه گل خورک همجا *Boleophthalmus dussumieri* و *Scartelaos tenuis* پرداخته شده است. نمونه‌ها متعلق به جزیره قشم در خلیج فارس بودند. جهت بررسی شکل اتولیت‌ها از تحلیل الیپتیکال فوریه استفاده شد، به این منظور تصاویر میکروسکوپ الکترونی اتولیت‌های *sagittae* سمت چپ تهیه شدند. تصاویر با استفاده از نرم افزار *tpsDig* و *PAST* مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. تحلیل‌های مولفه‌های اصلی و ممیزی برای مقایسه جداسازی نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که به کمک این شیوه نمونه‌های متعلق به هر گونه از گونه دیگر کاملاً جدا می‌شوند. این نتایج قدرت ریخت‌سنجی هندسی را برای تفکیک این دو گونه از گل خورک‌ها نشان می‌دهد. همچنین نتایج نشان دادند که استفاده از ویژگی‌های اتولیت و به ویژه ریخت‌سنجی هندسی آن می‌تواند به عنوان منبع موثقی برای تحلیل‌های پالئوتولوژی، فیلوژنی، تاکسونومی و بوم‌شناسی ماهیان مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ریخت‌سنجی هندسی، اتولیت، گاموماهیان، *Boleophthalmus*، *Scartelaos tenuis*، *dussumieri*

۱. مقدمه

اتولیت در ماهیان از سه بخش *sagittae*، *utricle* و *lagena* تشکیل شده است (Nolf, 1985). در بسیاری از ماهیان استخوانی ریخت‌شناسی بخش *sagitta* از نظر تاکسونومی اهمیت دارد (Tuset et al., 2008; Nolf, 2013). اگر چه تنوع درون گونه‌ای نیز در برخی از گونه‌ها دیده می‌شود و فاکتورهای محیطی، اکولوژیکی و رفتاری نیز در برخی مطالعات بر اتولیت‌ها تاثیر داشته‌اند (Torres et al., 2000; Volpedo & Echeverria, 2003; Lombarte et al., 2010; Gierl et al., 2018). مطالعات زیادی در مورد تغییرات شکل اتولیت و تحلیل‌های ریخت‌شناسی هندسی ماهیان انجام شده است که منجر به جدایی جمعیت‌های مختلف شده است، از آنجمله به مطالعات خانواده *Gobiidae* نیز می‌توان اشاره کرد (Yu et al., 2014; Bănară et al., 2017; Lord et al., 2012; Lombarte et al., 2018). تحلیل

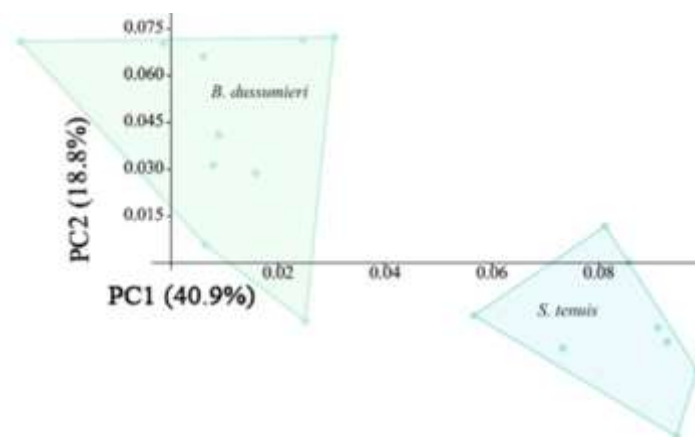
های ریخت‌شناسی هندسی به نسبت سایر تحلیل‌ها کم‌هزینه‌تر هستند و از این شیوه برای به تصویر کشیدن شباهت‌ها و تفاوت‌ها و تحلیل‌های چند متغیره آنها در شکل نمونه‌ها می‌توان استفاده کرد. گل‌خورک‌ها ساکن مناطق بین جذر و مدی و فوق‌جذر و مدی بسترهای گلی و جنگل‌های مانگرو اقیانوس هند و کل منطقه غربی اقیانوس آرام هستند. ده جنس از این ماهیان وجود دارد اما تنها چهار جنس *Boleophthalmus*, *Periophthalmus*, *Periophthalmodon* و *Scartelaos* زمانی را در خشکی سپری می‌کنند. مطالعه حاضر به بررسی مقایسه‌ای شکل اتولیت در دو گونه *Scartelaos tenuis* و *Boleophthalmus dussumieri* می‌پردازد که تا حدی شباهت شکلی بر اساس مقیاس‌های مورفومتری سنتی دارند. در نتیجه نقش این ساختمانها در جدایی این گونه‌ها مشخص شود و همچنین با مقایسه نتایج این داده‌ها با نتایج تحلیل‌های مولکولی صحت این شیوه مورد آزمون قرار گیرد.

۲. مواد و روش‌ها

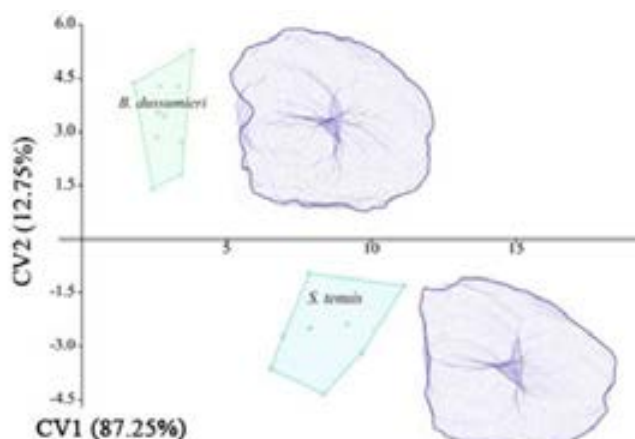
تعداد ۱۸ نمونه از گونه‌های *B. dussumieri* و *S. tenuis* از جزیره قشم (بزرگترین جزیره حاضر در خلیج فارس) در خلیج فارس نمونه برداری شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه با استفاده از صفات تاکسونومیک مورد شناسایی قرار گرفتند. اتولیت‌ها از نمونه‌ها جدا شده و در محلول یک درصد KOH تمیز شدند. تصاویر اتولیت‌ها توسط میکروسکوپ استرئو و میکروسکوپ الکترونی (SEM LEO 1430 VP) (VEGA3 TESCAN) شکل ۱ محل نمونه برداری را نشان می‌دهد. به منظور انجام تحلیل برون خط تصاویر با استفاده از نرم افزارهای (tpsUtil v. 1.38, tpsDig v. 2.16 and GMTP (Rohlf, 2006; Rohlf, 2013; Taravati and Darvish, 2010). مورد آماده‌سازی قرار گرفتند و داده‌های به دست آمده در نرم افزار PAST مورد تحلیل قرار گرفتند. در این مطالعه از شیوه برون خط (outline) استفاده شد که در این شیوه متناسب با نقاط شکل، ضرایب تابع ریاضیاتی به عنوان متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرند. تحلیل مولفه‌های اصلی و تحلیل متغیرهای کانونی برای بررسی نمونه‌ها انجام شد.

۳. نتایج

نتایج تحلیل مولفه‌های اصلی نشان داد که افراد این دو گونه *Boleophthalmus dussumieri* و *Scartelaos tenuis* تحت PC2 (18.8%) از یکدیگر کاملاً جدا می‌شوند و میزان موفقیت جدایی آنها ۱۰۰ درصد بوده است. تحلیل متغیرهای کانونی شکل اتولیت نیز مشخص کردند که دو گونه بر اساس CV2 (12.75%) از یکدیگر تفکیک می‌شوند.



شکل ۱) تحلیل مولفه‌های اصلی شکل اتولین در دو گونه مورد مطالعه (فونت B Mitra 10) و (فونت Times new Roman 8)



شکل ۲) تحلیل متغیرهای کانونی شکل اتولیت در دو گونه مورد مطالعه

۴. بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات sensu Agorreta et al., 2013 نشان داد که نتایج تحلیل‌های ریختی اتولیت‌ها در مورد برخی از تبارهای Gobiidae قابل قبول تر است. همچنین شکل اتولیت‌ها و مورفومتری آنها می‌تواند تنوع جغرافیایی درون یک گونه را نشان دهد، به عنوان مثال مطالعات Reichenbacher et al., 2009 در شبه جزیره عربستان و Teimori et al., 2012 در جنوب ایران در مورد گونه *Aphanius dispar* این مساله را نشان داده است.

مطالعه حاضر جدایی گونه‌های *Scartelaos tenuis* و *Boleophthalmus dussumieri* را بر اساس شکل اتولیت نشان داد که در تایید داده‌های مولکولی نیز می‌باشد. از نتایج این مطالعه برای تحلیل‌های سیستماتیک و فیلوژنی می‌توان استفاده کرد، این مساله در مورد نمونه‌هایی که به هر علتی دچار تخریب شده‌اند و شناسایی آنها توسط صفات معمول ممکن نیست به خصوص حائز اهمیت هستند و به این صورت شناسایی دقیق آنها ممکن می‌شود. به خصوص از آنجایی که اتولیت‌ها ساختمانهای سخت بدن ماهیان هستند و احتمال فسیل شدن آنها زیاد است، از نتایج مطالعه حاضر به عنوان الگویی برای شناسایی سایر ماهیان و مشخص کردن زیستی آنها در مطالعات پالئونتولوژی و فیلوژنی نیز می‌توان استفاده کرد. در مورد نقش عوامل اکولوژیکی و محیطی روی شکل اتولیت این ماهیان در کنار فاکتورهای ژنتیکی در مطالعه حاضر بررسی انجام نشده است اما می‌تواند موضوع بررسی مطالعات آینده باشد.

منابع

1. Bănar, D., Morat, F., & Creteanu, M. (2017). Otolith shape analysis of three gobiid species of the Northwestern Black Sea and characterization of local populations of *Neogobius melanostomus*. CYBIUM, 41(4), 325-333.
2. Gierl C., Liebl D., Anda R., Vukić J., Esmacili H.R. & Reichenbacher B. 2018. What can goby otolith morphology tell us?, Cybium: international journal of ichthyology 42(4):349-363.
3. Lord, C., Morat, F., Lecomte-Finiger, R., & Keith, P. (2012). Otolith shape analysis for three *Sicyopterus* (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae) species from New Caledonia and Vanuatu. Environmental Biology of Fishes, 93(2), 209-222.
4. Lombarte, A., Palmer, M., Matallanas, J., Gomez-Zurita, J. & Morales-Nin, N. 2010. Ecomorphological trends and phylogenetic inertia of otolith sagittae in Nototheniidae. Environ. Biol. Fishes 89: 607–618.

5. Lombarte, A., Miletić, M., Kovačić, M., Otero-Ferrer, J. L., & Tuset, V. M. (2018). Identifying sagittal otoliths of Mediterranean Sea gobies: variability among phylogenetic lineages. *Journal of Fish Biology*, 92(6), 1768–1787. doi:10.1111/jfb.13615
6. Nolf, D. (1985). *Handbook of paleoichthyology, Volume 10, Otolithi piscium* (Vol. 10). München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
7. Nolf, D. (2013). *The diversity of fish otoliths, past and present*. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences.
8. Reichenbacher, B., Sienknecht, U., Küchenhoff, H., & Fenske, N. (2007). Combined otolith morphology and morphometry for assessing taxonomy and diversity in fossil and extant killifish (*Aphanius*, † *Prolebias*). *Journal of Morphology*, 268(10), 898-915.
9. Reichenbacher, B., Feulner, G. R., & Schulz-Mirbach, T. (2009). Geographic variation in otolith morphology among freshwater populations of *Aphanius dispar* (Teleostei, Cyprinodontiformes) from the southeastern Arabian Peninsula. *Journal of Morphology*, 270(4), 469-484.
10. Rohlf, F. J. (2013): tpsDig v2.17. Retrieved from <http://life.bio.sunysb.edu/morph>.
11. Rohlf, F. J. (2006): tpsUtil v1.38. Retrieved from <http://life.bio.sunysb.edu/morph>.
12. Taravati, S. and Darvish, J. 2010. GMTP: Geometric Morphometric Tools Package. Version 2.0 Beta Program.
13. Teimori, A., Schulz-Mirbach, T., Esmaeili, H. R., & Reichenbacher, B. (2012). Geographical differentiation of *Aphanius dispar* (Teleostei: Cyprinodontidae) from southern Iran. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 50(4), 289-304.
14. Torres, G.J., Lombarte, A. & Morales-Nin, B. 2000. Variability of the sulcus acusticus in the sagittal otolith of the genus *Merluccius* (Merlucciidae). *Fish. Res.* 46: 5–13.
15. Tuset, V. M., Lombarte, A., & Assis, C. A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(S1), 7–198.
16. Volpedo, A. & Echeverria, D.D. 2003. Ecomorphological patterns of the sagitta in ifsh on the continental shelf off Argentina. *Fish. Res.* 60: 551–560.
17. Yu, X., Cao, L., Liu, J., Zhao, B., Shan, X., & Dou, S. (2014). Application of otolith shape analysis for stock discrimination and species identification of five goby species (Perciformes: Gobiidae) in the northern Chinese coastal waters. *Chinese journal of oceanology and limnology*, 32(5), 1060.

Otolith shape analysis of two mudskippers of Qeshm Island, Persian Gulf

;Ghanbarifardi, Mehdi¹; Zarei, Roghaieh²; Gholami, Zeinab³

1. Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
2. Department of plant sciences, Faculty of biological sciences, Alzahra University, Tehran, Iran
3. Department of Earth and Environmental Sciences, Palaeontology and Geobiology, Ludwig Maximilians-Universität München, Munich, Germany

Abstract

Shape of otolith in fishes have been used to significantly differentiate different stock or species. They are located in the inner ear of bony fishes, where they operate as integral pieces of the hearing and equilibrium organs. The variability of otolith shape of two syntopic species of mudskippers *Boleophthalmus dussumieri* and *Scartelaos tenuis* from the tidal flat of Qeshm island in the Persian Gulf were studied based on Elliptic Fourier Analysis. SEM pictures of left sagittae otoliths were used. Data were acquired using tpsDig program and then statistical analysis were done using PAST software. Principal component analysis and Discriminant analysis could separate the specimens of every species with 100% classification success. The result of the present study revealed the power of geometric morphometrics in discriminating of these two mudskippers. Geometric morphometric of otoliths could be considered as a reliable source for paleontology, phylogeny, taxonomy and ecology studies of fishes.

Keywords: Geometric morphometrics, otolith, Gobiidae, *Scartelaos tenuis*, *Boleophthalmus dussumieri*



ترویج علوم جنوبگان، چالش‌ها و فرصت‌ها

قیم اشرفی، محمود^{۱*}؛ سواری، احمد^۲

۱. دانشجوی دکتری تخصصی بیولوژی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر m.ashrafi@kmsu.ac.ir

۲. استاد بیولوژی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر savari32@yahoo.com

واژگان کلیدی: جنوبگان، قاره جنوبگان، قطب جنوب

۱. مقدمه

جنوبگان و قاره جنوبگان

از اختلاف محور زمین نسبت به مدار گردش آن به دور خورشید به میزان ۲۳.۵ درجه، اختلاف طول شب و روز ایجاد می‌شود. این اختلاف در هر مختصات کره زمین از اعتدالین اول بهار و اول پاییز تا روز اول تابستان و زمستان افزایش یافته و دوباره کاهش می‌یابد. همچنین میزان اختلاف آن از مدار استوا تا قطبین افزایش می‌یابد، تا جایی که تنها ۲۳.۵ درجه مانده تا به نقطه قطب شمال و جنوب یعنی در مدار ۶۶.۵ درجه شمالی و جنوبی حداقل یک روز از سال طول شب و یک روز از سال طول روز ۲۴ ساعت کامل است. این مدار جایی است که محدوده شمالگان و جنوبگان از آنجا آغاز می‌شود (۱). از مدار ۶۶.۵ درجه جنوبی تا مدار ۹۰ درجه جنوبی Antarctic نام دارد که در زبان فارسی به آن جنوبگان گویند. در این منطقه جغرافیایی یک خشکی شامل فلات قاره و کوههای یخ موجود است که به آن Antarctica گویند که معادل مناسب آن در زبان فارسی قاره جنوبگان می‌باشد. مدارهای ۹۰ درجه شمالی و جنوبی کوچکترین مدارهای کره زمین هستند که در واقع یک نقطه هستند که تمام نصف النهارهای زمین در آنجا به هم میرسند و محور گردش زمین به دور خود می‌باشد. به مدار ۹۰ درجه جنوبی South Pole گویند که با نام قطب جنوب می‌شناسیم (۱).

قاره جنوبگان تحت سلطه یخ هاست و سردترین مکان روی کره زمین است. این قاره یک صحرای خشک است و بارش برف و باران کمی دارد. این قاره خالی از سکنه است و تنها دانشمندان و ساکنان موقت بیس‌ها (پایگاه‌ها) در آن حضور دارند و همچنین گردشگران ماجراجو نیز در تابستان‌ها به این قاره سفر میکنند (۲ و ۸). جنوبگان با وسعت حدود ۳۴ میلیون کیلومتر مربع شامل قاره جنوبگان (بزرگتر از قاره اروپا)، اقیانوس جنوبی، صفحات یخی و جزایر متعدد و ویژگی‌های محیطی و علمی منحصر به فردی است (۳).

محیط زیست جنوبگان

محیط زیست جنوبگان حداکثری و جایگاه بدترین هاست و حیات وحش آن منحصر به فرد و تنها معطوف به نوار باریک ساحل آن و اقیانوس جنوبی اطراف آن است و مناطق داخلی آن خالی از حیات می‌باشد. گروه‌هایی از پستانداران دریایی، پنگوئن‌ها، آبزیان و چند گونه خز و جلبک در آن زیست میکنند (۱ و ۲).

کمیته علمی تحقیقات جنوبگان - اسکار (Scientific Committee on Antarctic Research)

در سال ۱۹۵۹ میلادی تأسیس گردید و موظف است تا اقداماتی همچون بنیاد نهادن، توسعه و هماهنگی تحقیقات علمی بین المللی در منطقه جنوبگان و اقیانوس جنوبی را در درجه کیفی بالا انجام دهد. همچنین اسکار (SCAR) تحقیقات مربوط به تأثیر منطقه جنوبگان در اکوسیستم کره زمین را نیز انجام میدهد و مشاوره های علمی مستقل به جلسات شورای معاهده جنوبگان ارائه میکند (۴ و ۵).

معاهده جنوبگان (Antarctic Treaty)

در تاریخ یکم دسامبر سال ۱۹۵۹ توسط ۱۲ کشوری که دانشمندانش در طول سال ژئوفیزیک بین المللی ۱۹۵۷-۱۹۵۸ در قاره جنوبگان و اطراف آن فعالیت داشته اند به امضا رسید و هم اکنون ۵۴ عضو دارد. طبق مفاد این معاهده، جنوبگان تنها جهت مقاصد صلح آمیز قابل استفاده است و تحقیقات علمی در آن منطقه آزاد است و باید نتایج آن به اشتراک عموم برسد (۴ و ۶).

مرکز ملی تحقیقات جنوبگان ایران

برای حضور در جنوبگان و بهره مندی از مزایا و منافع موجود در آن بویژه در مقوله پژوهش و تحقیقات علمی، همچنین جهت اطمینان از استفاده بهینه از امکانات و بودجه های اختصاص یافته و نیز جهت جلوگیری از فعالیت های موازی و اتلاف منابع، آغاز، ارتقاء و ساماندهی پژوهش در این حوزه و برقراری ارتباط موثر و سازنده با نهادهای علمی بین المللی در زمینه جنوبگان و نیاز به وجود یک مرکز در سطح ملی با بررسی الگوهای مشابه، مرکز ملی تحقیقات جنوبگان ایران تأسیس شد و در سال ۲۰۱۴ به عضویت اسکار درآمد (۳).

در این مقاله با کمک منابع، چالش ها و فرصت های ترویج علوم جنوبگان در ایران طرح و بررسی گردیده است.

۲. مواد و روش ها

برای نگارش این مقاله از منابع معتبر ارائه شده توسط کمیته علمی تحقیقات جنوبگان، معاهده جنوبگان و سازمان ناسا و همچنین مصاحبه با دکتر ابوالفضل صالح رییس مرکز ملی تحقیقات جنوبگان ایران و پروفسور احمد سواری عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر و همچنین مقالات ترویجی مجله اینترنتی ایران آنتارکتیک استفاده شده است.

۳. نتایج**چالش های ترویج علوم جنوبگان**

تاکنون ۳۰ کشور که از پیشرفته ترین کشورها در حوزه های علوم و تکنولوژی هستند به طور دائم در این سرزمین مستقر بوده و در حال انجام فعالیت های علمی هستند. کشورهای در حال توسعه نیز مشتاقانه در حال ورود به این سرزمین هستند حتی کشورهایی (مانند ترکیه و جمهوری آذربایجان) که هیچ ارتباط مستقیم دریایی با این بخش از کره زمین ندارند. ما به شدت از قافله عقب مانده ایم و ضروری است در اسرع وقت زیر ساختهای لازم را برای بهرمندی کشور از این منطقه وسیع از نیم کره جنوبی فراهم نماییم (۳).

اهمیت این موضوع را میتوان با موضوع مشابه دیگری که هم اکنون مهم است و باید به آن به عنوان یک نمونه اشاره شود توضیح داد و آن مسئله اعماق اقیانوس ها میباشد. معاهده ای مشابه معاهده جنوبگان توسط کشورهایی که در اعماق دریا مطالعه میکنند در حال تنظیم است. کشورهایی که بر روی اعماق اقیانوس مطالعه میکنند شامل چند کشور محدود میشوند و در آینده همین کشورها مدعی مالکیت و حق بهره برداری و دخالت در آن خواهند شد. مثلاً ممکن است از کشورهای دیگر بیایند و نسبت به اعماق دریای مکران (عمان) صاحب حق بشوند. مثل همان اتفاقی که در معاهده جنوبگان افتاد و ۱۲ کشور اولیه، خود را صاحب حق بیشتر میدانند. به عنوان مثال امریکا نقطه قطب جنوب

را اشغال کرده است و ما اگر بخواهیم در جنوبگان بیس (پایگاه) تأسیس کنیم نمیتوانیم به قطب جنوب برویم و باید سایر مناطق باقی مانده جنوبگان را انتخاب کنیم. ما نسبت به آیندگان مسئول هستیم و درست است که دیر شده است ولی هنوز فرصت حضور داریم (۷).

مسئله چالش برانگیز دیگر این موضوع است که عضویت ایران در اسکار بصورت وابسته و بدون حق رای میباشد و برای عضویت بصورت کامل پس از راه اندازی یک برنامه علمی منظم، انجام پژوهش به طرق مختلف از جمله اعزام محقق از طریق برنامه های علمی سایر کشورهای پیشرو در این زمینه و تقویت رزومه علمی کشور می توان برای تبدیل شدن به یک عضو کامل درخواست را به این کمیته ارسال نمود (۳).

ولی چالش بزرگ این هدف همکاری حوزه های مختلفی همچون علوم اقیانوس شناسی، هوافضا، نجوم، زمین شناسی، تغییر اقلیم، مهندسی، علوم پایه، پزشکی و سایر علوم و همچنین بخش های فنی و مهندسی میباشد. و همچنین مصوبه مجلس شورای اسلامی و عضویت ایران در معاهده جنوبگان یکی دیگر از چالش های پیش روست که هنوز انجام پذیرفته است. از آنجا که معاهده جنوبگان مرجع حاکمیتی در جنوبگان می باشد این گام بسیار مهم است (۳).

اهمیت و فرصت های ترویج علوم جنوبگان در ایران

برای اهمیت ترویج علوم جنوبگان میتوان به موارد زیر اشاره کرد (۷):

- ✓ همانطور که تولید آگاهی و فعالیت های زیست محیطی در کشور باعث حساس شدن مردم نسبت به حفاظت از محیط زیست ایران شده است، با حضور در جنوبگان و ترویج علوم آن نیز میتوانیم باعث تولید آگاهی نسبت به حفاظت از کره زمین بشویم.
- ✓ جنوبگان دارای منابع عظیم نفت و گاز، منابع معدنی و موجودات دریایی می باشد و با حضور و مطالعه در جنوبگان، علوم در ایران نیز توسعه پیدا خواهد کرد. به عنوان مثال با مطالعه بر موجودات و منابع شیلاتی جنوبگان و کسب تجربه میتوانیم صنایع شیلات و صیادی در آبهای دوردست را توسعه دهیم.
- ✓ موضوع دیگری که باید به آن توجه شود این است که جنوبگان ۹۰ درصد آب شیرین جهان را در خود جای داده است و آینده کشورهای جهان بخصوص کشورهای مناطق خشک به آن وابسته خواهد بود. جنوبگان کنترل کننده آب و هوای کل کره زمین است و تغییرات اقلیمی در محیط جنوبگان به شدت تأثیر گذار است. تغییرات جنوبگان نیز در اقلیم و آب و هوای کل کره زمین مؤثر است و در نتیجه ما برای حفاظت از منافع کشور خودمان در موضوع آب و هوا و تغییرات اقلیمی باید در جنوبگان حاضر باشیم و نظارت کنیم.
- ✓ حضور ما در جنوبگان به جهت حفاظت از تنوع زیستی جهان مهم است. حفاظت از این موجودات میتواند باعث حفاظت از کل حیات کره زمین بشود. امروزه ژاپن به بهانه تحقیقات علمی در حال صید های عظیم تجاری کربل ها و نهنگ ها است و ما باید مانع از این کار بشویم. کره زمین متعلق به کل مردم جهان است و نتایج فعالیت های انسانها در سرنوشت کل کره زمین مؤثر است.
- ✓ حضور در جنوبگان، شاخص توسعه یافتگی کشور در علوم و تکنولوژی است و میتواند باعث ایجاد غرور ملی و توسعه عزت فرهنگی و اجتماعی و ایجاد نشاط در جوانان بشود. جوانان با این حس توانمندی، برای توسعه کشور و به جهت کسب افتخارات بیشتر و همچنین برای سربلندی کشور عزیزمان تلاش مضاعف خواهند کرد.

بحث و نتیجه گیری و پیشنهادات

با توجه به چالش های مطرح شده در بخش نتایج و اهمیت موضوع، در یک چشم انداز کوتاه و تا زمان مناسب شدن شرایط تحقق اهداف بلند مدت به جهت تأسیس بیس ایرانی و حضور در جنوبگان پیشنهادات زیر برای ترویج علوم جنوبگان ارائه میگردد (۷):

- ✓ ایجاد یک مجله علمی در موضوع جنوبگان، که مثلاً میتواند نام آن Journal of Antarctic Research باشد. این پیشنهاد را میتوانیم به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری بدهیم و مجری آن میتواند پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی باشد و دانشگاه های علوم و فنون دریایی نیز میتوانند با آن همکاری داشته باشند. در این مجله میتوان مقالات مرتبط به زبان فارسی و انگلیسی چاپ

نمود. این مقالات علاوه بر تولید آگاهی و ترویج علوم در ایران، میتوانند به جهت تثبیت عضویت ایران در اسکار نیز مورد استفاده قرار گیرند.

✓ با برگزاری همایشی با عنوان ایران در جنوبگان تمام جنبه‌های مختلف نحوه و اهمیت حضور ایران در جنوبگان را میتوان بررسی کرد. در این همایش پژوهشگران، اساتید، دانشجویان، متخصصین دریانوردی و ماجراجویان میتوانند شرکت کنند. با دعوت از سفیران جنوبگان میتوان تجارب عملی این افراد را به اشتراک گذاشت. این همایش میتواند بصورت سالانه برگزار شود و دانشگاه‌ها و پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی و سایر پژوهشگاه‌های مرتبط میتوانند در برگزاری آن مشارکت کنند.

✓ پیشنهاد دیگر نگارش کتاب علمی است. با دعوت از متخصصین و پژوهشگران کشور میتوان از هر یک از افراد تقاضا شود تا یک فصل در حوزه تخصص خودشان در موضوع جنوبگان نگارش کنند و با تجمیع آن میتوان یک کتاب مناسب در همین موضوع داشت.

✓ مستندسازی نیز یکی دیگر از روش‌های ترویج علوم جنوبگان است. از فیلم‌ها و تصاویری که ایرانی‌ها از سفرهای خودشان به مناطق قطبی تهیه کرده‌اند میشود استفاده کرد و میتوان با پژوهشگران مصاحبه کرد. در این مستند میتوان از جنوبگان و اهمیت حضور ایران در جنوبگان صحبت شویم. با پخش این مستند از تلویزیون ملی نیز میتوان ذهن جامعه را نسبت به این مهم آماده کرد.

منابع

۱. محمود قیم اشرفی، آنتارکتیک چیست و آنتارکتیکا کجاست؟، مجله اینترنتی ایران آنتارکتیک، ۱۳۹۸
۲. محمود قیم اشرفی، در جنوبگان چه میگذرد؟، مجله اینترنتی ایران آنتارکتیک، ۱۳۹۸
۳. محمود قیم اشرفی، ابوالفضل صالح، معرفی مرکز ملی تحقیقات جنوبگان ایران (مصاحبه با آقای دکتر ابوالفضل صالح)، مجله اینترنتی ایران آنتارکتیک، ۱۳۹۸
۴. محمود قیم اشرفی، معرفی کمیته علمی تحقیقات جنوبگان، مجله اینترنتی ایران آنتارکتیک، ۱۳۹۸
۵. محمود قیم اشرفی، احمد سواری، ترویج علوم جنوبگان (مصاحبه با پروفسور احمد سواری)، مجله اینترنتی ایران آنتارکتیک، ۱۳۹۸
۶. آدرس مجله اینترنتی ایران آنتارکتیک <http://www.iranantarctic.com/>

7. The Scientific Committee on Antarctic Research <https://www.scar.org/>

8. <https://www.ats.aq/> Antarctic Treaty

9. What Is Antarctica? NASA <https://www.nasa.gov/>

Promoting Antarctic Science, Challenges and Opportunities

Ghayyem Ashrafi, Mahmoud ^{1*}; Savari, Ahmad ²

1. PhD student in Marine Biology, Khorramshahr Uni. of Marine Sciences and Technology, m.ashrafi@kmsu.ac.ir
2. Professor of Marine Biology, Khorramshahr Uni. of Marine Sciences and Technology, savari32@yahoo.com

Abstract:

Antarctica is the earth's fifth-largest continent. It is covered in ice and covers Earth's the South Pole. Antarctica is the coldest place on Earth. It is a desert. It does not rain or snow a lot there. Antarctica is too cold for people to live for a long time. Scientists take turns going there to study. Tourists visit Antarctica in the summers. The oceans around Antarctica are home to many types of whales. Antarctica is also home to seals and penguins. The Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) is a thematic organisation of the International Science Council (ISC), and was created in 1958. SCAR provides objective and independent scientific advice to the Antarctic Treaty Consultative Meetings on issues of science and conservation affecting the management of Antarctica and the Southern Ocean and on the role of the Antarctic region in the Earth system. The Antarctic Treaty was signed in Washington on 1 December 1959 by the twelve countries whose scientists had been active in and around Antarctica during the International Geophysical Year (IGY) of 1957-58. The challenges of promoting Antarctic science are full membership in SCAR and membership in Antarctic Treaty. Importance and opportunities of promoting Antarctic sciences in Iran are: Awareness about the protection of the planet; Protecting the interests of our country in the matter of climate change; Conservation the world's biodiversity; And presence in the Antarctic is an indicator of the country's development in science and technology. Suggestions for promoting Antarctic science are: Creating a scientific journal on the subject of the Antarctic; Conference about Antarctic; Write a scientific book; And documentation about Antarctic science.

Keywords: *Antarctic, Antarctica, South Pole*



تغییرات خصوصیات کیفی آب اطراف قفس‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در حوضه جنوبی دریای خزر: کیشهر و عباس‌آباد

کاظمی صیقلی، سودابه^۱؛ بانی، علی^{۱*}؛ حیدری، بهروز^۱؛ ابطحی، بهروز^۳؛ قدرتی شجاعی، مهدی^۵

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان.
۲. پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان.
۳. گروه زیست‌شناسی و زیست‌فناوری دریا و آبزیان، دانشکده علوم فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، تهران.
۴. پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران، تهران.
۵. گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت‌مدرس، نور، مازندران.

*نویسنده مسئول: bani@guilan.ac.ir

چکیده

پرورش ماهی در قفس به عنوان یکی از روش‌های بهینه پرورشی در سراسر دنیا در حال رشد و توسعه است. در این مطالعه تأثیرات زیست‌محیطی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس در آب‌های سواحل جنوبی دریای خزر بر پارامترهای مختلف فیزیکوشیمیایی آب مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری‌ها در دو مکان فعال پرورشی کیشهر و عباس‌آباد در حوضه جنوبی دریای خزر در دو مرحله آذر ۹۶ (ابتدای دوره پرورش) و خرداد ۹۷ (انتهای دوره پرورش) انجام شدند. میزان فسفر کل (TP)، نیتروژن کل (TN)، نیترات، کربن آلی کل (TOC)، کلروفیل و اکسیژن محلول (DO) در ستون آب در ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری شامل ناحیه‌ی قفس‌ها و فواصل ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ متری شرقی و غربی و ۲۰۰۰ متر غربی قفس‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد غلظت TN، نیترات، TOC و کلروفیل a در محل قفس‌ها و اطراف قفس‌ها در پایان دوره‌ی پرورش نسبت به ابتدای دوره و همچنین نسبت به ایستگاه شاهد افزایش معنی‌دار داشت ($P < 0.05$)؛ همچنین مقایسه‌ی غلظت TP در محل و ایستگاه شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$). با توجه به نتایج حاصل در این مطالعه، پرورش ماهی در قفس می‌تواند باعث تغییر در پارامترهای کیفیت آب شود. همچنین با توجه به روند رو به رشد پرورش ماهی در قفس در حوضه جنوبی دریای خزر، اتخاذ شیوه‌های مدیریتی صحیح جهت کاهش اثرات منفی آن بر محیط دریا ضروری است.

واژگان کلیدی: پرورش ماهی در قفس، قزل‌آلای رنگین‌کمان، دریای خزر.

۱. مقدمه

تقاضای جهانی برای آبزیان، به عنوان منبع غذایی برای انسان به سرعت رو به رشد است. از سال ۱۹۹۰ تاکنون میزان صید رشد کمی داشته، در حالی که میزان رشد در آبزی‌پروری چشمگیر بوده است (۱). در دهه‌های اخیر، پرورش آبزیان در قفس در بسیاری از کشورهای دنیا از جمله ایران رواج یافته و با توجه به مزایایی که دارد مورد توجه صنعت آبزی‌پروری قرار گرفته است. افزایش مواد آلی در ستون آب به عنوان

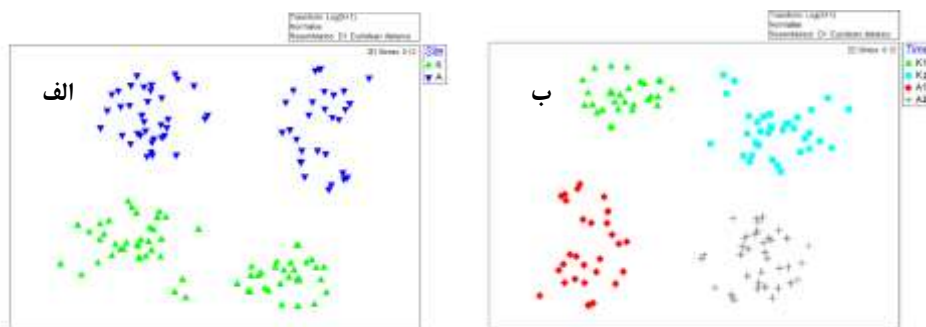
یکی از گسترده‌ترین تأثیرات این نوع پرورش در نظر گرفته می‌شود که طی آن مقدار زیادی مواد آلی به طور مستقیم وارد آب می‌شود (۲ و ۳). تغییر در کیفیت آب موجب تحریک تولیدات اولیه شده که متعاقباً می‌تواند پوشش گیاهی و جانوری محیط اطراف به ویژه بستر را تحت تأثیر قرار دهد (۴، ۵، ۶، ۷ و ۸). مطالعه روی اثرات محیطی پرورش آبزیان در قفس، در بسیاری از نقاط دنیا انجام شده است. تغییرات در خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب به عنوان اولین تأثیر آبی‌پروری می‌تواند تا فواصل معینی نسبت به محل قرارگیری قفس‌ها وجود داشته باشد (۲، ۹ و ۱۰). هدف اصلی این تحقیق بررسی تغییرات فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در مناطق پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در قفس در حوضه جنوبی دریای خزر (منطقه‌ی عباس‌آباد و کیشهر) است.

۲. مواد و روش‌ها

محل‌های نمونه‌برداری موردنظر، دو منطقه عباس‌آباد در استان مازندران ($36^{\circ}46'40.0''N$ و $51^{\circ}7'27.6''E$) و کیشهر در استان گیلان ($37^{\circ}26'58.3''N$ و $50^{\circ}6'15.0''E$) بودند. گونه پرورشی در قفس‌های بنا شده در این مناطق *Oncorhynchus mykiss* (قزل‌آلای رنگین‌کمان) بود. نمونه‌برداری‌ها از آذر ۱۳۹۶ تا خرداد ۱۳۹۷ طی یک دوره پرورش یک‌ساله و در ابتدا و پایان دوره انجام شد. در هر مکان ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری (با ۳ تکرار در هر ایستگاه) در فواصل مکانی مختلف نسبت به محل قفس‌ها (مرکز دسته‌ی قفس‌ها، فاصله‌ی ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ متری شرقی و غربی مکان‌های پرورش) در نظر گرفته شد. با توجه به جریان غالب غرب به شرق در جنوب خزر، ایستگاه شاهد در ۲۰۰۰ متر غربی قفس‌ها در نظر گرفته شد. در کیشهر ۸ قفس و در عباس‌آباد ۵ قفس فعال (از ۸ قفس) وجود داشت. پارامترهایی از جمله عمق، دما، شوری، pH، اکسیژن محلول (DO) و اکسیژن اشباع ($O_2\%$) توسط دستگاه Idronaut Ocean Seven 316 CTD در محل نمونه‌برداری به‌صورت پروفایل کامل ستون آب ثبت شدند. نمونه‌های آب با استفاده از بطری نمونه‌برداری Niskin از عمق ۱۰ متر برداشته شدند. فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب شامل کربن آلی کل (TOC)، COD، BOD، فسفر کل (TP) و نیتروژن کل (TN)، نترات، ذرات معلق کل (TSS) و کلروفیل a بودند که با استفاده از روش‌های استاندارد American Public Health Association انجام شدند (۱۱). بررسی توزیع نرمال تمامی داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk صورت گرفت. جهت مقایسه زمانی و مکانی فاکتورهای مورد نظر، آزمون‌های آماری Paired-Samples T-test، Independent-Samples T-test و MDS (در سطح معنی‌داری ۹۵٪) با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 19 و Primer 6 انجام شدند.

۳. نتایج

میزان فاکتورهای کیفیت آب در محل قفس‌های پرورش ماهی مورد مطالعه در طول دوره‌ی چند ماهه‌ی فعالیت پرورشی در هر دو مکان کیشهر و عباس‌آباد با افزایش نسبی همراه بودند؛ به استثنای فاکتور TP که میزان آن در پایان دوره نسبت به فاز اول نمونه‌برداری افزایش نداشت. مقایسه‌ی آماری فاکتورهای اندازه‌گیری شده نشان داد که در انتهای دوره‌ی پرورش میزان BOD و TOC در محل قفس‌ها و دو ایستگاه ۵۰ متری، نسبت به ایستگاه شاهد (۲۰۰۰ متر غربی) بیشتر بوده و دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0.05$)؛ همچنین میزان COD در هر دو مکان پرورشی در ایستگاه قفس‌ها نسبت به ایستگاه شاهد افزایش معنی‌دار داشت ($P < 0.05$). در فاز دوم نمونه‌برداری مقادیر TP و TSS در محل قفس‌ها در مقایسه با ایستگاه شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$). نتایج حاصل از آنالیز داده‌های TN و کلروفیل a افزایش معنی‌دار این پارامترها در ایستگاه قفس و نزدیک به قفس نسبت به ایستگاه شاهد را نمایان ساخت ($P > 0.05$). با توجه به نتایج آزمون‌ها، در کیشهر تمامی فاکتورهای محیطی به جز درصد اشباعیت اکسیژن در دو زمان ابتدا و انتهای دوره‌ی پرورشی تفاوت معنی‌دار نشان دادند ($P < 0.05$). در عباس‌آباد هم به غیر از فاکتورهای کلروفیل a و DO (اکسیژن محلول) همه‌ی پارامترهای کیفیت آب، در دو زمان ابتدا و انتهای دوره‌ی پرورش ماهی تفاوت معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$). براساس نتایج آنالیز MDS، بین کیشهر و عباس‌آباد از نظر کیفیت آب داخل قفس‌ها و محیط اطراف تمایز وجود داشت. این تمایز در ابتدا و انتهای دوره پرورش در هر کدام از مکان‌های پرورشی هم قابل مشاهده بود (شکل ۱).



شکل ۱) آنالیز MDS که نمایانگر تمایز بین الف) دو مکان عباس‌آباد (A) و کباشهر (K) در طول کل دوره‌ی پرورش و ب) دو زمان نمونه‌برداری (اول و پایان) در هر کدام از مکان‌های عباس‌آباد (۱K و ۲K) و کباشهر (۱A و ۲A) است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

براساس نتایج به دست آمده، فعالیت پرورش ماهی در قفس در دو مکان پرورشی مورد مطالعه همراه با تغییراتی در میزان برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب بود. ارزیابی کیفیت آب در محل قفس‌ها و اطراف آنها به عنوان اولین سطح از تغییرات و منشأ سطوح بعدی تغییرات زیست‌محیطی (اعم از آب و رسوب) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تولید مواد آلی از طریق مزارع پرورش که دارای تراکم بالایی از آبزیان هستند، بیشتر از محیط طبیعی است (۱۲)؛ در نتیجه افزایش مواد آلی در ستون آب محل قفس‌ها و اطراف آنها قابل مشاهده خواهد بود. نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد غلظت نیترژن کل و نیترات در محل قفس‌ها و اطراف قفس‌ها در پایان دوره‌ی پرورش نسبت به ابتدای دوره در هر دو مکان کباشهر و عباس‌آباد افزایش داشته است که با نتایج مطالعات قبلی در نقاط دیگر دنیا مطابقت دارد. همچنین وجود اختلاف معنی‌دار بین میزان این ترکیبات نیترژنی در محل قفس‌ها (ایستگاه صفر) نسبت به ایستگاه‌های دور از قفس‌ها نشان از تأثیر فعالیت پرورشی در این افزایش دارد. در بسیاری از مطالعات روی کیفیت آب مزارع پرورش ماهی در قفس در مناطق دریایی مختلف که دارای گونه‌های متفاوت با استراتژی‌های پرورشی مختلف بودند، مقدار نیترژن آزاد شده از این مزارع قابل توجه بوده است؛ به طوری که تا ۹۵٪ میزان نیترژن اطراف قفس می‌تواند ناشی از غذای مصرفی باشد که به صورت پسماند و یا مواد ترش‌خی از گونه‌های پرورشی وارد محیط شده است (۱۳). با توجه به نتایج مطالعه حاضر میزان فسفر کل در انتهای دوره‌ی پرورش در تمامی ایستگاه‌ها در هر دو مکان نمونه‌برداری نسبت به ابتدای دوره کاهش داشت که می‌تواند ناشی از تغییرات فصلی باشد (۱۴). همچنین اختلاف معنی‌داری هم بین میزان فسفر کل در محل قفس‌ها و ایستگاه‌های نزدیک به قفس‌ها با ایستگاه شاهد مشاهده نشد. این عدم تفاوت در میزان فسفر کل ستون آب اطراف قفس با شرایط طبیعی می‌تواند به دلیل پایین بودن درصد فسفر (۰/۹٪-۰/۶٪) در ترکیب غذای ماهیان قزل‌آلای پرورشی در هر دو مکان مورد بررسی در این مطالعه باشد. بررسی‌های انجام شده در زمینه‌ی تغییرات کیفیت در ستون آب اطراف قفس‌های ماهیان سالمون در نقاط مختلفی از جمله شمال غرب اقیانوس آرام (۱۵)، شیلی (۱۶) و نیوفاندلند کانادا (۱۷) تغییرات و افزایش معنی‌داری را در غلظت ترکیبات فسفوری در مقایسه با ایستگاه‌های شاهد گزارش نکردند. TOC (کربن آلی کل) نیز به عنوان یکی دیگر از عوامل مهم و دخیل در تولیدات اولیه از جمله ترکیبات آلی است که در سنجش کیفیت ستون آب مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۳ و ۱۸). بر اساس نتایج این مطالعه، غلظت TOC در ستون آب محل قفس‌ها و در دو ایستگاه ۵۰ متری در هر دو مکان پرورشی نسبت به ابتدای دوره افزایش داشته است که این میزان در مقایسه با ایستگاه شاهد هم به طور معنی‌دار افزایش داشت. افزایش TOC در محیط می‌تواند منجر به یوتروفیکاسیون و در نتیجه تغییر در تنوع جوامع زیستی در ستون آب و بستر شود؛ از این رو می‌تواند به عنوان شاخصی برای سلامت اکوسیستم اطراف قفس‌ها مورد استفاده قرار گیرد (۱۹). شرایط پرورشی و نوع مدیریت آن عامل اصلی و مؤثر بر میزان اثرات محیطی ناشی از پرورش آبزیان در قفس است. غذادهی اصولی همراه با محاسبات دقیق باعث کاهش پسماند غذا شده و دامنه‌ی افزایش مواد آلی در ستون آب را محدود می‌کند؛ در مطالعاتی که در مناطق جغرافیایی مختلف با استراتژی‌های پرورشی متفاوت صورت گرفته است، مشخص شده است که با به کارگیری شیوه‌های مدیریتی مدرن، مواد مغذی ستون آب در محدوده‌ی اطراف قفس‌ها از حد نرمال تجاوز نمی‌کند (۱۳ و ۲۰). نتایج پژوهش حاضر نشان داد فعالیت پرورش ماهی در قفس می‌تواند باعث تغییر میزان پارامترهای کیفیت آب در محل قفس‌ها و اطراف آن شود. از این رو، با توجه به

روند رو به رشد این صنعت در حوضه‌ی جنوبی دریای خزر و شرایط منحصربه‌فرد این دریا، برای کاهش تأثیرات منفی این نوع از آبی‌پروری به‌کارگیری شیوه‌های مدیریتی مدرن و مناسب با شرایط زیست‌محیطی و توجه به فاصله قفس‌ها و صدور مجوز بهره‌برداری بر اساس ظرفیت تحمل (Carrying Capacity) منطقه لازم و ضروری است.

تشکر و قدردانی

از پژوهشکده حوضه آبی خزر دانشگاه گیلان بابت حمایت این مطالعه در قالب طرح پژوهشی (شماره طرح:) قدردانی به عمل می‌آید. همچنین از حمایت‌های لجستیک پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی جهت انجام مراحل نمونه‌برداری نهایت تشکر را داریم.

منابع

1. FAO. (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K. N., & Plaiti, W. (2000). Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES Journal of Marine Science*, 57(5), 1462–1471. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0925>.
3. Guo, L., & Li, Z. (2003). Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture*, 226(1–4), 201–212. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00478-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00478-2).
4. Beveridge, M.C., (2004). Cage aquaculture. John Wiley & Sons.
5. Borja, Á., Rodríguez, J. G., Black, K., Bodoy, A., Embrow, C., Fernandes, T. F., Forte, J., Karakassis, I., Muxika, I., Nickell, T. D., Papageorgiou, N., Pranovi, F., Sevastou, K., Tomassetti, P., & Angel, D. (2009). Assessing the suitability of a range of benthic indices in the evaluation of environmental impact of fin and shellfish aquaculture located in sites across Europe. *Aquaculture*, 293(3–4), 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.04.037>.
6. Huang, Y. C. A., Hsieh, H. J., Huang, S. C., Meng, P. J., Chen, Y. S., Keshavmurthy, S., Nozawa, Y., & Chen, C. A. (2011). Nutrient enrichment caused by marine cage culture and its influence on subtropical coral communities in turbid waters. *Marine Ecology Progress Series*, 423, 83–93. <https://doi.org/10.3354/meps08944>.
7. Lacson, A. Z., Piló, D., Pereira, F., Carvalho, A. N., Cúrdia, J., Caetano, M., Drago, T., Santos, M. N., & Gaspar, M. B. (2019). A multimetric approach to evaluate offshore mussel aquaculture effects on the taxonomical and functional diversity of macrobenthic communities. *Marine Environmental Research*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.104774>.
8. Lima, L.S., Pinto, T.K., de CS Brandão, B., Santos, W., Hamilton, S., Domingues, E.C., Klein, A.P., Schettini, C.A., Poersch, L.H., Cavalli, R.O., (2019). Impact of cage farming of cobia (*Rachycentron canadum*) on the benthic macrofauna in a tropical region. *Aquaculture*, 512, 734314.

9. Guo, L., Li, Z., Xie, P., & Ni, L. (2009). Assessment effects of cage culture on nitrogen and phosphorus dynamics in relation to fallowing in a shallow lake in China. *Aquaculture International*, 17(3), 229–241. <https://doi.org/10.1007/s10499-008-9195-5>.
10. Yucel-Gier, G., Kucuksezgin, F., Kocak, F., (2007). Effects of fish farming on nutrients and benthic community structure in the Eastern Aegean (Turkey). *Aquaculture Research*, 38, 256-267.
11. American Public Health Association. (1998). Water Environment Federation (APHA, AWWA, and WEF). Standard methods for the examination of water and wastewater, 9-31.
12. Pittenger, R., Anderson, B., Benetti, D., Dayton, P., Dewey, B., Goldberg, R., Rieser A., Sher A., Sturgulewski, A. (2007). Sustainable marine aquaculture: fulfilling the promise; managing the risks. Report of the Marine Aquaculture Task Force.
13. Price, C., Black, K. D., Hargrave, B. T., & Morris, J. A. (2015). Marine cage culture and the environment: Effects on water quality and primary production. *Aquaculture Environment Interactions*, 6(2), 151–174. <https://doi.org/10.3354/aei00122>.
14. Nasrollahzadeh, H. S., Din, Z. B., & Foong, S. Y. (n.d.). Spatial and temporal distribution of macronutrients and phytoplankton before and after the invasion of the ctenophore , *Mnemiopsis leidyi* , in the Southern Caspian Sea. November 2013, 37–41. <https://doi.org/10.1080/02757540802310967>.
15. Nash, C.E. (editor). (2001). The net-pen salmon farming Industry in the Pacific Northwest. U.S. Dept. Commer., NOAA Technical Memorandum, NMFS-NWFSC-49, 125.
16. Soto, B. D., & Norambuena, F. (2004). Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile : a large-scale mensurative experiment. *20*, 493–501.
17. Tlusty, M. F., & Robin, A. P. M. (2005). Reconciling Aquaculture ' s Influence on the Water Column and Benthos of an Estuarine Fjord – a Case Study from Bay d ' Espoir , Newfoundland. *5*(July), 115–128.
18. Jiang, Z. B., Chen, Q. Z., Zeng, J. N., Liao, Y. B., Shou, L., & Liu, J. (2012). Phytoplankton community distribution in relation to environmental parameters in three aquaculture systems in a Chinese subtropical eutrophic bay. *Marine Ecology Progress Series*, 446, 73-89.
19. Kalantzi, I., & Karakassis, I. (2006). Benthic impacts of fish farming: Meta-analysis of community and geochemical data. *Marine Pollution Bulletin*, 52(5), 484–493. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.09.034>.
20. Price, C. S., & Morris, J. A. (2013). Marine cage culture and the environment: Twenty-first century science informing a sustainable industry. *Marine Finfish Aquaculture and the Environment*, 1–156.



انواع گونه‌های ماهی مرکب در خلیج فارس و دریای عمان

کشاوَرز، موسی^{۱*}

۱. استادیار زیست‌دریا، گروه زیست دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، musakeshavarz@gmail.com

واژگان کلیدی: سرپایان، خلیج فارس، *Sepiidae*، *Sepia pharaonis*

۱. مقدمه

از نظر پیدایش و تکامل سرپایان برای اولین بار در دوره کامبرین فوقانی در دریاها ظاهر شده اند، اغلب اشکال زیررده Nautiloidea در طول دوره ژوراسیک یعنی حدود ۱۵۰ تا ۱۸۰ میلیون سال پیش بوجود آمدند و امروزه تا حد زیادی بوسیله گروه‌های جدیدی که متعلق به زیر رده Coleoidea بوده جایگزین شده اند (Yong et al., 1998). سرپایان منحصرأ دریازی و یک گروه استنوهالین در نظر گرفته می شوند. سرپایان نسبت به سایر نرم‌تنان دارای ویژگی‌های بیشتر و ساختمان بدنی پیچیده تری هستند. صدف بطور کامل رشد یافته و در اشکال فسیلی و چندین نمونه زنده مانند نوتیلوس میتوان مشاهده نمود برخی از گونه‌ها دارای صدف کوچک و داخلی هستند. یکی از گروه‌های ارزشمند سرپایان موجود در منطقه خلیج فارس و دریای عمان سپیاهای متعلق به خانواده Sepiidae بوده که دارای ارزش تجاری چشم‌گیری در صنعت شیلاتی دارند. سپیاهای عمدتاً ساکن در بستر بوده و در رنج وسیعی از زیستگاهها شامل بسترهای صخره‌ای، ماسه‌ای و گلی، جلبک‌ها و علفزارهای دریایی و آبسنگ‌های مرجانی حضور دارند و آنها نسبت به اسکوییدها دارای شنای آهسته‌تری می‌باشند. سپیاهای توانایی به دست آوردن شناوری خنثی بوسیله تنظیم مقادیر نسبی گاز و مایع در حفرات صدف داشته و بوسیله عملکرد باله‌ها در میان ستون آب شناور می‌مانند. برخی گونه‌ها در پاسخ به تغییرات دمایی آب مهاجرت فصلی داشته و معمولاً در آبهای کم عمق در هنگام تخم‌ریزی تجمع می‌کنند (خدادادی، ۱۳۹۰).

۲. مواد و روش‌ها

این مقاله از نوع توصیفی بوده و سعی شده است در جهت شناخت هرچه بیشتر که گونه‌های غالب سپیا در منطقه خلیج فارس و دریای عمان پرداخته شده و گونه‌های مورد از نظر اکولوژیکی و زیستی معرفی شوند.

۳. نتایج

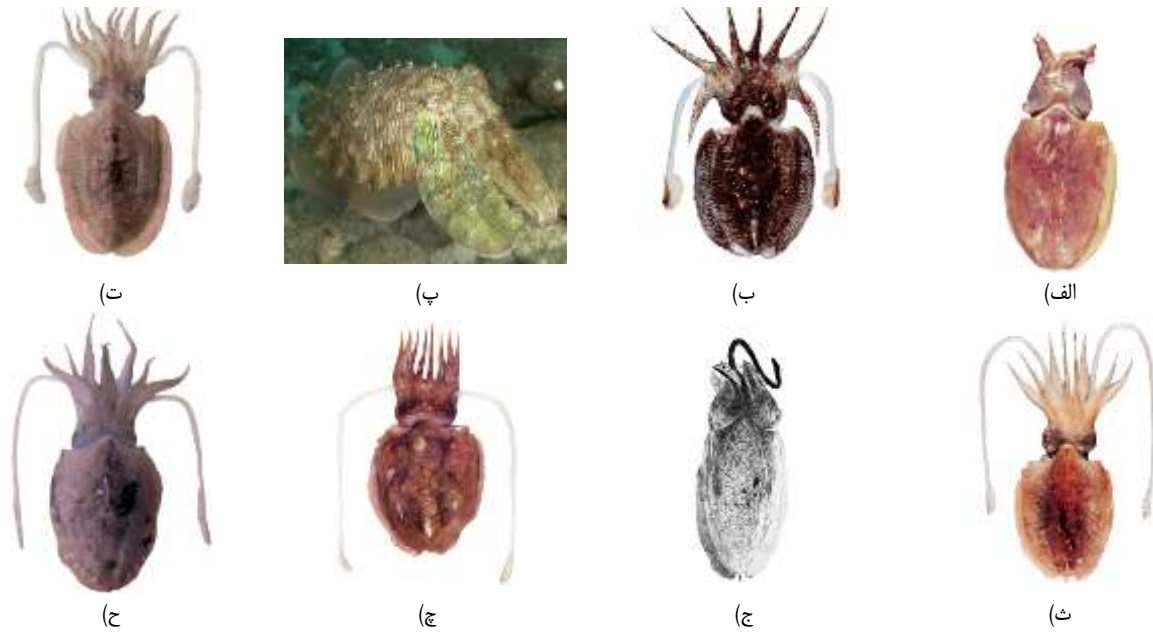
نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که عمده‌ترین گونه‌های ماهی مرکب در خلیج فارس و دریای عمان ۸ نوع گونه با ظاهر، ویژگی‌های منحصربه‌فرد و پراکنش متفاوت هستند که به صورت خلاصه در جدول ۱، فراهم شده است. این ماهی‌های مرکب از دو جنس *Sepia* (۷ گونه) و *Sepiella* (۱ گونه) شناسایی شده که هر دو متعلق به خانواده Sepiidae می‌باشند. گونه *Sepia arabica* (Massy, 1916)، دارای بدنی کشیده و کم پهنا بوده و بخش عقبی گرد بوده (شکل ۱، الف)، مانند بیضی شکل با فاصله قابل توجهی بین لوب‌های عقبی باله‌ها وجود

دارد. باله‌ها در یک سوم انتهایی عریض‌تر بوده، سر نسبت به مانتل دراز و باریک است. تانتاکول‌ها خیلی کشیده، گرز تانتاکول با مکنده‌های هم اندازه و کوچک در ۵ تا ۶ ردیف می‌باشد (شکل ۲، الف). مخروط داخلی آن U شکل با ستون‌های درخشان و مخروط بیرونی قاشقی شکل کوچک و بدون خار است. رنگ بدن ارغوانی مایل به قرمز بوده، سر با کروماتوفورهای زیادی پوشیده، کروماتوفورها پشت مانتل به صورت لکه‌های پراکنده بوده، نیمه عقبی باله‌ها ۱۰ تا ۱۲ لکه کروماتوفوری ارغوانی مایل به قرمز پوشیده شده است. شکل ۳، الف، صدف این جانور را نشان می‌دهد. این گونه، یک گونه کفزی بوده که در اعماق ۸۰ تا ۲۷۲ متری حضور دارد. در مورد این گونه اطلاعات اندکی در دست بوده و بیشتر به عنوان صید ضمنی در ترال‌های میگو گرفته می‌شود. بیشترین طول مانتل آن تا ۷ سانتی‌متر می‌رسد (Jazayeri et al., 2011; Papan, 2011).

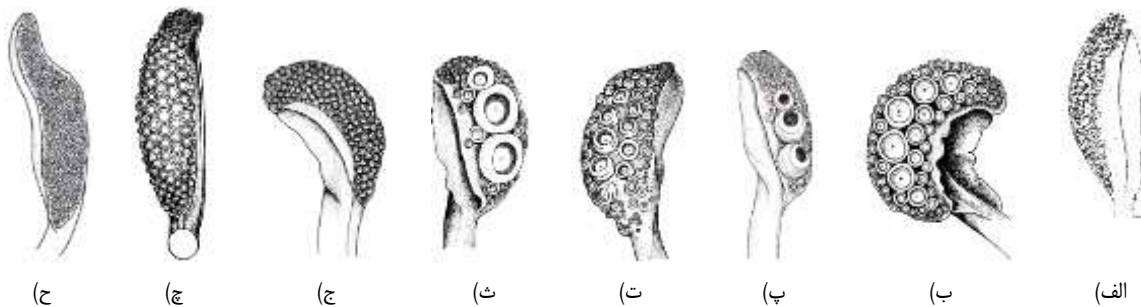
جدول (۱) گونه‌های غالب سپیای خلیج فارس و دریای عمان

گونه	نام علمی	وضعیت در لیست IUCN	پراکنش جغرافیایی گونه در جهان
<i>Sepia arabica</i>	<i>Sepia arabica</i> (Massy, 1916)	داده ناکافی	خلیج فارس، خلیج عدن، خلیج عرب، دریای سرخ، جزایر Laccadive و اقیانوس هند
<i>Sepia latimanus</i>	<i>Sepia latimanus</i> (Quoy & Gaimard, 1832)	داده ناکافی	جنوب موزامبیک، سرتاسر اقیانوس هند، جنوب ژاپن، جنوب استرالیا و دریای مرجان
<i>Sepia omani</i>	<i>Sepia omani</i> (Adam and Rees, 1966)	حداقل نگرانی	دریای عمان، آب‌های فراساحلی پاکستان و هند غربی
<i>Sepia pharaonis</i>	<i>Sepia pharaonis</i> (Ehrenberg, 1831)	داده ناکافی	دریای سرخ، خلیج فارس، ژاپن، خلیج تایلند، شمال استرالیا و دریای عدن
<i>Sepia prashadi</i>	<i>Sepia prashadi</i> (Winckworth, 1936)	حداقل نگرانی	موزامبیک جنوبی تا خلیج عدن، دریای سرخ، دریای زرد، خلیج فارس، سواحل غرب و شرق هند و سریلانکا
<i>Sepia murrayi</i>	<i>Sepia murrayi</i> (Adam & Rees, 1966)	داده ناکافی	دریای عمان، خلیج عدن و سومالی
<i>Sepia savignyi</i>	<i>Sepia savignyi</i> (Blainville, 1827)	داده ناکافی	نواحی غرب اقیانوس هند، دریای سرخ، خلیج فارس و دریای عمان
<i>Sepiella inermis</i>	<i>Sepiella inermis</i> (Orbigny, 1848)	داده ناکافی	خلیج فارس، دریای سرخ، جنوب دریای عرب، سواحل شرقی و غربی هند، جزایر آندامان ^۱ ، اندونزی، مالزی و ویتنام

^۱ Andaman Islands



شکل ۱) نمای پشتی گونه‌های سپیای خلیج فارس و دریای عمان. الف) *Sepia arabica*; ب) *Sepia latimanus*; پ) *Sepia omani*; ت) *Sepia pharaonis*; ث) *Sepiella inermis*; ج) *Sepia prashadi*; چ) *Sepia murrayi*; ح) *Sepia savignyi*; ز) *Sepia savignyi*.



شکل ۲) گرز تانتاکولی گونه‌های سپیای خلیج فارس و دریای عمان. الف) *Sepia arabica*; ب) *Sepia latimanus*; پ) *Sepia omani*; ت) *Sepia pharaonis*; ث) *Sepiella inermis*; ج) *Sepia prashadi*; چ) *Sepia murrayi*; ح) *Sepia savignyi*; ز) *Sepia savignyi*.

گونه *Sepia latimanus* (Quoy & Gaimard, 1832) (شکل ۱، ب)، پس از *S. apama* بزرگترین کاتل فیش می‌باشد. گرزهای تانتاکولی (شکل ۲، ب) شبه هلالی شکل و با پنج ردیف متشکل از ۸۰ مکنده توسعه یافته است. یک شکاف یا شیار عمیقی بین کیل شنای و غشار نگهدارنده پشتی در نزدیکی ناحیه حاوی مکنده موجود است. صدف (شکل ۳، ب) بیضی شکل و به همراه خار مقاومی و مخروط داخلی است. *S. latimanus* یک گونه ساحلی است که در آبسنگ‌های مرجانی تا عمق ۳۰ متری یافت می‌شود و غالبترین گونه کاتل فیش‌های ساکن در آبسنگ‌های مرجانی هستند. جنس نر برای انتخاب جفت وارد نزاع شده و اکثر جدال‌ها بدون صدمه جدی به پایان می‌رسد سپس نرها قلمرو خود را مشخص نموده و جفت‌گیری صورت می‌گیرد. این گونه دارای توانایی سریعی برای تغییر رنگ خود بوده و معمولاً یک الگوی قهوه‌ای و سفید خال‌دار بوده و چشمان بزرگ آنها یک حاشیه زرد رنگ براقی دارند. این گونه روز فعال بوده و شکار خود را با استفاده از نشان دادن باندهای رنگی ریتمی در طول بدن، مجذوب خود می‌کند مانند سایر سرپایان از رنگ برای هشدارهای اجتماعی، استتار و معاشقه استفاده می‌شود. این گونه از ماهیان و سخت‌پوستانی مانند میگوها و لابسترها تغذیه کرده و این کاتل فیش به عنوان یک گونه ارزشمند تجاری محسوب می‌گردد. بیشترین طول مانتل در این گونه، تا ۵۰ سانتی‌متر و وزن ۱۰ کیلوگرم می‌رسد (Barratt and Allcock, 2012; Juliann, 2016).



شکل ۳) صدف گونه‌های سپیای خلیج فارس و دریای عمان. الف) *Sepia arabica*; ب) *Sepia latimanus*; پ) *Sepia omani*; ت) *Sepia pharaonis*; ث) *Sepia* (ح) *Sepiella inermis*; چ) *Sepia murrayi*; ج) *Sepia savignyi*; ح) *Sepiella inermis*.

گونه *Sepia omani* (Adam and Rees, 1966) (شکل ۱، پ)، دارای مانند بیضی‌شکل که حاشیه جلویی پشت مانند مثلثی شکل و سطح پشتی مانند رگه‌های عرضی قهوه‌ای تیره رنگی دارد. باله در نزدیکی حاشیه مانند دیده می‌شود. گرزهای تانتاکولی (شکل ۲، پ) پهن و عریض می‌باشند. قطعات مخروط داخلی پهنای یکسانی داشته، تا حدی ضخیم و از طرف عقبی V شکل و قطعات مخروط خارجی تا حدی به طرف گسترش یافته و یک ساختار فنجان‌ی شکل ایجاد می‌کنند. شکل ۳، پ، نیز صدف این جانور را نشان می‌دهد. این گونه، یک گونه بنتیکی است که در عمق ۵۰ تا ۲۱۰ متری حضور دارد. بیشترین طول مانند در جنس نر و ماده این جانور به ترتیب تا ۹۶ و ۱۲۰ میلی‌متر می‌رسد.

گونه *Sepia pharaonis* (Ehrenberg, 1831) (شکل ۱، ت) یک گونه کاتل‌فیش ارزشمند تجاری در غرب منطقه ایندوپاسفیک است. در این گونه مانند وسیع است. نمای کلی صدف (شکل ۳، ت) بیضی‌شکل و نوک تیز، سطح پشتی آن سفید کرمی رنگ و به طور یکنواخت برجسته می‌باشد. جانور به رنگ ارغوانی مایل به قرمز یا مایل به قهوه‌ای کمرنگ دیده می‌شود. سر و بازوها با یک الگوی نواری مخطط عرضی، سطح پشتی مانند لکه‌های سفید رنگ و یک الگو مخطط عرضی دارد. *S. pharaonis* جزء ارزشمندترین کاتل‌فیش در شمال اقیانوس هند محسوب بوده و غالب‌ترین گونه‌ای است که در خلیج فارس صید می‌شود. گونه‌ای اپی بنتیکی تا بنتیکی بوده و در آب‌های ساحلی کم عمق فراوان بوده و معمولاً روی بسترهای ماسه‌ای و جلبکی یافت می‌شود. این گونه نواحی با بیشترین مقدار تابش نور را ترجیح داده و در طول روز بسترهای گلی و در طول شب بسترهای ماسه‌ای و گلی به یک اندازه ترجیح می‌دهد. بیشترین طول مانند این گونه ۴۲ سانتی‌متر و وزن آن به ۵ کیلوگرم می‌رسد (Nabhitabhata and Nilaphat, 1999; Peng et al., 2017; Tito et al., 2015).

گونه *Sepia prashadi* (Winckworth, 1936) (شکل ۱، ث)، یک کاتل‌فیش با سایز متوسط و مانند عریض می‌باشد. سطح پشتی مانند به همراه نوارهای عرضی نامنظم می‌باشد. نمای کلی صدف (شکل ۳، ث) بیضی‌شکل اما تا حدی به طرف جلویی تحلیل رفته با سطح پشتی زیر و سه برآمدگی طولی است. مخروط خارجی از طرفین کیتینی و در بخش عقبی آهکی شده است. پشت جانور قهوه‌ای و نوارهای عرضی آبی کم‌رنگی دارد. این گونه کفزی در آب‌های کم‌عمق حدود ۴۰ تا ۵۰ متری پراکنش دارد. بیشترین فراوانی این گونه در آب‌های شمال شرقی اقیانوس هند در هنگام فراجوشی دیده می‌شود. جنس نر جهت جذب ماده برای رابطه جنسی حرکات متنوعی از خود نشان می‌دهند. بیشترین طول مانند آن تا ۱۴ سانتی‌متر می‌رسد (Jereb and Roper, 2006; Sundaram and Sarang, 2004).

گونه *Sepia murrayi* (Adam & Rees, 1966) (شکل ۱، ج)، دارای مانند مستطیلی‌شکل و حاشیه جلویی پشت آن مثلثی‌شکل است. باله‌ها عریض و بخش‌های عقبی به یک شکاف کم پهنای بین آنها ختم می‌شود. نمای کلی صدف (شکل ۳، ج) نیزه‌ای‌شکل با ساختاری مستقیم است. قطعات مخروط داخلی از طرف جلو کم پهنای و از طرف عقب عریض، U شکل است. به طور مشابه، این گونه نیز یک گونه کفزی، محدوده عمق نامشخص بوده و تنها در عمق ۱۰۶ متری ثبت شده است. بیشترین طول مانند آن تا ۴ سانتی‌متر می‌رسد (www.zen-ika.com).

گونه *Sepia savignyi* (Blainville, 1827) (شکل ۱، چ) یک کاتل فیش سایز متوسط با مانتل عریض و بیضی شکل می‌باشد. باله‌ها عریض می‌باشند. گرز تانتاکولی (شکل ۲، چ) کم‌پهنا با هشت ردیف مورب مکنده که برخی از ردیف‌های مرکزی تا حدی بزرگ‌تر از بقیه می‌باشند. غشاهای نگهدارنده پشتی و شکمی به پایه گرز متصل نمی‌شوند. گرز مستقیم، کشیده و سطح در برگیرنده مکنده، با هشت مکنده در ردیف‌های عرضی برجسته می‌باشد. نمای کلی صدف (شکل ۳، چ) بیضی شکل و تا حدی نوک تیز است. خطوط رشد جلویی U شکل وارونه است. قطعات مخروط داخلی تقریباً به دو سوم طول منطقه شیاردار گسترش می‌یابد. جانور به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود. این گونه، یک گونه کفزی که در آب‌سنگ‌های مرجانی در عمق حدود ۲۵ تا ۷۰ متری دیده می‌شود. این گونه پس از *S. apama* بزرگ‌ترین گونه کاتل فیش محسوب می‌شود. در این گونه، ماده‌ها نسبت به نرها رشد سریع‌تری دارند و به اندازه بزرگ‌تر می‌رسند. بیشترین طول مانتل این گونه تا ۱۹ سانتی‌متر می‌رسد (Amal et al., 2019; Mehanna and El-Gammal, 2010).

گونه *Sepiella inermis* (Orbigny, 1848) (شکل ۱، ح) یک کاتل فیش کوچک و مانتل بیضی شکل که دارای یک منفذ در بخش عقبی است. باله‌ها آبی کم‌رنگ می‌باشند و حاشیه جلویی آنها به طرف ناحیه گردنی گسترش یافته است. در این گونه کیف به خوبی توسعه یافته و چشم‌ها بزرگ و برجسته می‌باشند. سر جانور، کوتاه و عریض بوده و از طریق یک گردن کم‌پهنایی به مانتل متصل شده است. آرواره این گونه به شدت رنگی بوده و از قهوه‌ای تیره تا قهوه‌ای روشن متغیر می‌باشد. صدف (شکل ۳، ح) با مخروط خارجی قاشقی شکل است. رنگ موجود در سطح پشتی قهوه‌ای خاکستری یا ارغوانی با ردیفی از ماهیچه‌های قرمز در طول پایه باله‌ها تزیین شده است و یک سری نقاط سفیدرنگ روی سطح پشتی جانبی مانتل وجود دارد. سطح شکمی خاکستری کم‌رنگ یا قهوه‌ای کم‌رنگ است. این گونه یک غذای تجاری مهمی بوده که به وسیله ترال کشی و صید با نور در شب گرفته می‌شود و در عمق ۴۰-۲۰ متری حضور دارد. جنس ماده نسبت به نرها رشد سریع‌تری داشته و به طور قابل توجهی بزرگ‌تر از نر می‌باشد. عمر این گونه حدود ۱ سال تخمین زده می‌شود. مطالعات روی این گونه نشان داده که مراحل بلوغ در این گونه وسیع بوده به طوری که در تمام طول سال نمونه‌های بالغ و تخم‌ریزی کرده موجود است. در طول جفت‌گیری نرها رنگ تیره نشان می‌دهند در حالی که ماده‌ها در مقایسه کم‌رنگ‌تر هستند. تخم‌ها به صورت کپسول‌های سیاه براق بوده که به بستر با سطوح سخت چسبیده می‌شود. کاتل فیش به تخم‌ها یک پوشش جوهری جهت استتار از دست شکارچیان اضافه می‌کند. تخم‌ها تقریباً پس از ۱۲ روز هچ شده و در ابتدا در افراد هچ شده زندگی پلانکتونی بوده و توسط جریان‌ات اقیانوسی پراکنده می‌شوند و از لارو میگو و پاروپایان تغذیه می‌کنند، آنها پس از ۵ روز وارد فاز بنتیکی شده و تبدیل به جونابل می‌شوند (Ghofa, 1998; Sundaram and Khan, 2009 and 2011).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نرمتان سهم قابل توجهی در بازارهای جهانی داشته و صید و تکثیر و پرورش جهانی آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، بیش از ۲۰٪ بازار تجارت آبزیان به این گروه از جانوران تعلق دارد، در عین حال نرمتان در زنجیره‌های غذایی موجود در دریا نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نمایند. این نقش علاوه بر وجود جانور بالغ و دخالت آن در زنجیره‌های غذایی بسیاری از ماهیان و سایر آبزیان، به وجود لاروهای حاصله از نرمتان به عنوان منبع عظیم غذایی برای بسیاری از بی مهرگان و مهره داران اشاره کرد (Paine, 1996). نرمتان همچنین بعنوان دومین و سومین سطح غذایی مورد استفاده سایر آبزیان قرار گرفته و می‌توانند بعنوان نمایه‌ای از میزان کل تولیدات و شاخصی برای کیفیت آب محسوب می‌شوند.

به نظر می‌رسد که سپیاه با داشتن اهمیت غذایی و اقتصادی بطور شایسته مورد توجه قرار نگرفته اند پس پیشنهاد می‌شود که جنبه‌های زیستی و ارزیابی ذخایر گونه‌ها به صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفته و از این طریق بتوانیم به عنوان یک منبع زیستی جهت صادرات آنها استفاده کنیم.

۱. خدادادی، رجب. انتخاب مناسبترین سازه جهت احیا ماهی مرکب. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده میگوی ۱۳۹۰.
2. Alagarswami, K. & Meiyappan, M. M. 1989. Prospects for increasing Cephalopod Production of India. Central Marine Fisheries Research Institute (Indian Council of Agricultural Research)
3. Amal, M. Amin., Alaa, M. M. Elhalfawy., Hafz, M. M. Khouraiha. & Mervat, A. M. Ali. (2019). Some Biological Aspect and Gonads Histology of *Sepia savignyi* (Blainville, 1827), in the Gulf of Suez, Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Zoology Department, Faculty of Science, Ain Shams University, Cairo, Egypt. Vol. 23(2): 43 – 54. ISSN: 1110 – 6131
4. Barratt, I.; Allcock, L. (2012). "*Sepia latimanus*". The IUCN Red List of Threatened Species. 2012: e.T162505A904969.
5. Bock, C; Claireaux, G; Pörtner, Hans-Otto (2010). Acid-base regulatory ability of the cephalopod (*Sepia officinalis*) in response to environmental hypercapnia". Journal of Comparative Physiology B. 180 (3): 323–335.
6. Boletzky, S.V. (1983). *Sepia officinalis*. In Cephalopod Life Cycles, vol. 1. P.R. Boyle (Ed.). Academic, Toronto. pp. 31-52.
7. Castro B. G., and Guerra A. N. G. E. L. 1990. "The diet of *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) and *Sepia elegans* (D'Orbigny, 1835) (Cephalopoda, Sepioidea) from the Ria de Vigo (NW Spain)." Sci. Mar. 54.4: 375-388.
8. Ghofar, A. (1998). The Biology of Spineless cuttlefish *Sepiella inermis* (Orbigny, 1848) in the North costal water of Java. Journal of Coastal Development, 1(3), 179-188.
9. <http://www.zen-ika.com>
10. <https://www.researchgate.net>
11. Jazayeri, A., Papan, F., Motamedi, H., & Mahmoudi, S. (2011). Karyological investigation of Persian Gulf cuttlefish (*Sepia arabica*) in the coasts of Khuzestan province. Life Science Journal, 8(2), 849-852.
12. Jereb, P. & Roper, C. F. E. (2006). *Sepia prashadi* (Winckworth, 1936). Cephalopods of the World: Chambered Nautiluses and Sepioids: an annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Rome: Food & Agriculture Organization of the United Nations. pp. 111–112. ISBN: 9789251053836.
13. Jereb, P. and Roper, C.F.E. (2005). Cephalopods of the world. Volume 1. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. 262 p.
14. Julian, Finn. (2016). "*Sepia latimanus* (Quoy & Gaimard, 1832)". World Register of Marine Species. Flanders Marine Institute.

15. Laptikhovsky, V. & Ourens, R. (2017). Identification guide for shelf cephalopods in the UK waters (North Sea, the English Channel, Celtic and Irish Seas). Centre for the Environment, Fisheries and Aquaculture Science, UK. Ver. 2.
16. Magdalena, G., Melzner, F., Langenbuch, M., & Bock, C. (2010). Seawater carbonate chemistry and biological processes of *Sepia officinalis* during experiment.
17. Mehanna, S. F., & El-Gammal, F. I. (2010). Growth and population dynamics of the cuttlefish *Sepia savignyi* in the Gulf of Suez, Red Sea. Indian J. Fish, 57(1), 1-6.
18. Nabhitabhata, J., & Nilaphat, P. (1999). Life cycle of cultured pharaoh cuttlefish, *Sepia pharaonis* (Ehrenberg, 1831). Phuket Marine Biological Center Special Publication, 19(1), 25-40.
19. Neves, A., Cabral, H., Sequeira, V., Figueiredo, I., Moura, T., & Gordo, L. S. (2009). Distribution patterns and reproduction of the cuttlefish, *Sepia officinalis* in the Sado estuary (Portugal). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 89(3), 579-584.
20. Paine, R. T. 1996. Food web complexity and species diversity. Am. Nat. 100, 65-75
21. Papan, F., Jazayeri, A., Motamedi, H., & Mahmoudi, S. (2011). Study of the nutritional value of Persian Gulf squid (*Sepia arabica*). J. Am. Sci, 7(1), 154-157.
22. Peng, R. B., Wang, P. S., Jiang, M. W., Ruan, P., Han, Q. X., & Jiang, X. M. (2017). Effect of salinity on embryonic development of the cuttlefish *Sepia pharaonis*. Journal of the World Aquaculture Society, 48(4), 666-675.
23. Reid, A. & P. Jereb. (2005). Family Sepiolidae. In: P. Jereb & C.F.E. Roper, eds. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Volume 1. Chambered nautilus and sepioids (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 4, Vol. 1. Rome, FAO. pp. 153–203.
24. Sundaram, S., & Khan, M. Z. (2009). Stock assessment of *Sepiella inermis* (Orbigny, 1848) from Mumbai waters. Journal of the Marine Biological Association of India, 51(2), 178-183.
25. Sundaram, S., & Khan, M. Z. (2011). Biology of the spineless cuttlefish *Sepiella inermis* (Orbigny, 1848) from Mumbai waters. Indian Journal of Fisheries, 58(2), 7-13.
26. Sundaram, S., & Sarang, J. D. (2004). Occurrence of *Sepia prashadi* off Mumbai. Marine Fisheries Information Service, Technical and Extension Series, 180, 15-15. p. 1068. ISSN: 0254-380X
27. Tito O. D., Traifalgar R. F. M. and Pan. M. V. (2015). Feeding Responses of Cuttlefish (*Sepia pharaonis*) at Early Hatchling Stages Asian Journal of Animal Sciences 9 (6): 396-403. ISSN: 1819-1878
28. Young, R. E., Vecchione, M. & Donovan, D. T. 1998. The evolution of coleoid cephalopods and their present biodiversity and ecology. South Africa Journal of Marine Science, 20, 393-420.



Types of Cuttlefish species in Persian Gulf and Oman Sea

Keshavarz, Mousa^{1*}

Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

Abstract:

One of the valuable groups of cephalopods in the Persian Gulf and Oman Sea is the Sepiidae family, which has a significant commercial value in the fisheries industry. It has been identified 8 species of cuttlefish belonging to the two genera *Sepia* (7 species) and *Sepiella* (1 species), both belongs to the Family of Sepiidae in the southern waters of our country. In this research, there are overviews of their ecology and biology.

Keywords: Cephalopoda, Persian Gulf, Sepiidae, *Sepia pharaonis*



آیا ماهیان زیستگاه مرجانی خلیج چابهار از درختان حرا و جلبک‌های علفی به عنوان منطقه نوزادگاهی استفاده می‌کنند؟

کوچک نژاد، عماد^۱؛ قاضی‌لو، امیر^۱؛ کر، کمال الدین^۱؛ ارشادی فر، حمید^۱

واژگان کلیدی: سرشماری بصری، BRUV، خلیج چابهار، اتصال بین زیستگاهی

۱. مقدمه

در این مطالعه جوامع ماهیان سه زیستگاه مرجانی، حرا و جلبک‌های علفی در خلیج چابهار با استفاده از تکنیک‌های سرشماری بصری و BRUV مورد بررسی قرار گرفتند. هدف از این مطالعه بررسی نقش زیستگاه‌های حرا و جلبک‌های علفی در غنای گونه‌ای ماهیان مرجانی و بررسی نقش احتمالی آن زیستگاه‌ها در در چرخه زیستی برخی از گونه‌های ماهیان مرجانی است.

۲. مواد و روش

در روش سرشماری بصری جمع‌آوری داده از جوامع ماهیان با استفاده از روش belt transect visual census در یک مساحت ۱۰۰ متر مربع (۲۵ متر طول و ۴ متر عرض) انجام شد. با این حال، با توجه به عمق کم زیستگاه حرا حتی در زمان مد کامل، کدورت بالای آب و فرار ماهیان از سایه غواص، تصاویر ضبط شده به وسیله غواصی سطحی کیفیت لازم برای شناسایی گونه‌های ماهیان را نداشت. بنابراین تصمیم گرفته شد تا از روش BRUV^۱ برای ثبت تصویر از ماهیان ساکن در زیستگاه حرا استفاده شود. ماهیان مشاهده‌شده به صورت Max N (شمارش تعداد ماکزیمم از افراد یک گونه که برای مدت زمانی مشخصی (معمولاً ۳۰ ثانیه تا یک دقیقه) در تصویر حضور دارند) ثبت شدند. تصاویر ضبط شده از ماهیان با استفاده از راهنماهای تصویری ماهیان (مانند: Carpenter et al., 1997; Field, 2015; Psomadakis, 2015) تا پایین‌ترین تاکسونومیک ممکن شناسایی شدند.

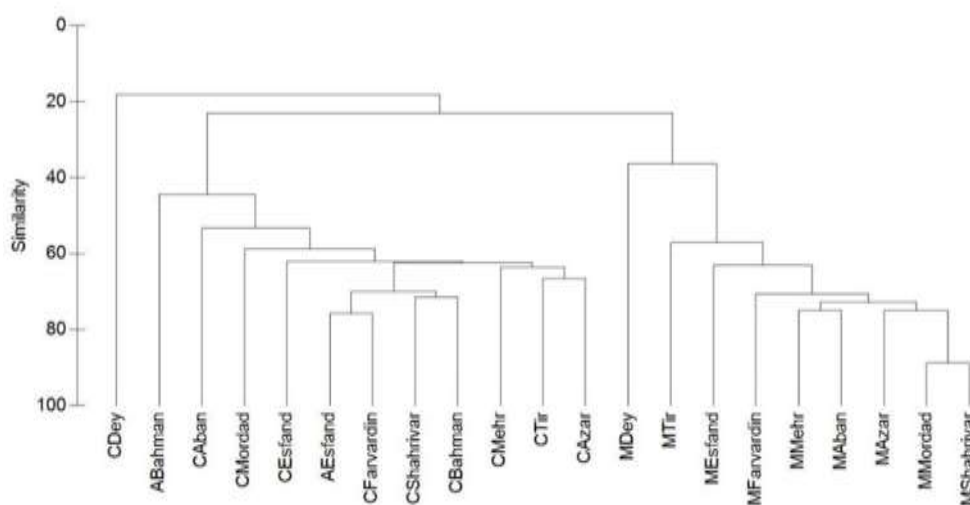
برای مطالعه ساختار جامعه ماهیان از آنالیز non-metric multi-dimensional scaling (nMDS) بر اساس شاخص تشابه Jaccard از داده‌های حضور و عدم حضور ماهیان در ماه‌ها و زیستگاه‌های مختلف استفاده شد. آزمون خوشه‌ای (Cluster analysis) با روش single linkage بر اساس همان شاخص تشابه انجام شد و نتایج آن بر نمودار صفحه‌ای حاصل از nMDS ترسیم گردید (Forcada et al. 2008).

آزمون PERMANOVA (permutational multivariate ANOVA) (Anderson 2000) با ۹۹۹ permutations بر اساس شاخص تشابه Jaccard از داده‌های حضور و عدم حضور ماهیان در ماه‌ها و زیستگاه‌های مختلف برای بررسی معنی‌داری اختلاف بین ساختار جامعه ماهیان در زیستگاه‌ها و فصل‌های مورد مطالعه انجام شد.

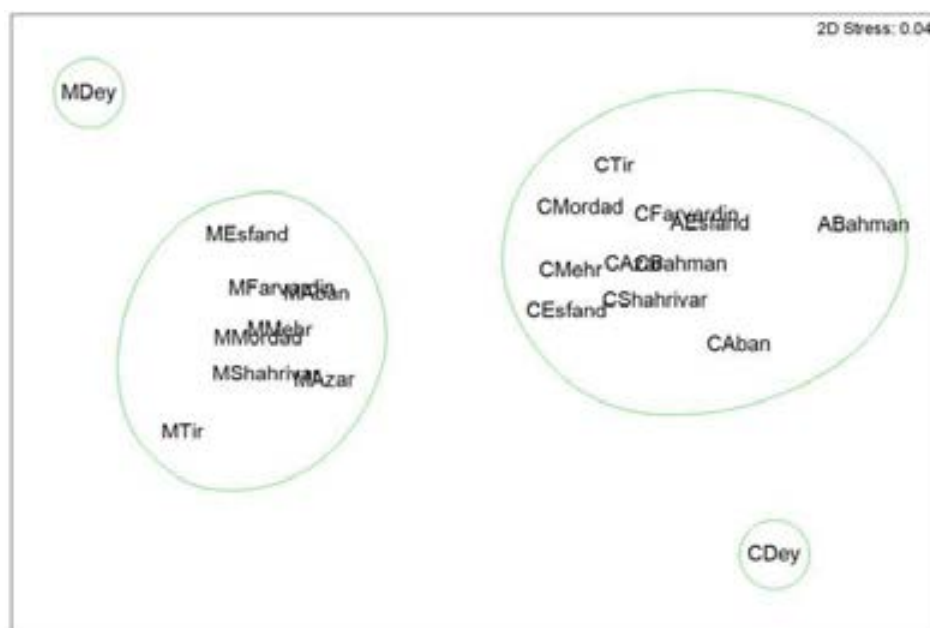
۳. نتایج

^۱ Baited remote underwater videography

در این مطالعه، در مجموع، ۱۳۸۴ ماهی متعلق به ۵۰ گونه در ۳۳ خانواده مشاهده شد. در زیستگاه مرجانی، ۳۴ گونه در ۲۴ خانواده ثبت شد. در مقایسه با زیستگاه مرجانی، ماهیان کمتری در زیستگاه حرا (۱۷ گونه در ۱۲ خانواده) و زیستگاه جلبک‌های علفی (۱۴ گونه در ۹ خانواده) مشاهده شد. فراوان‌ترین خانواده‌های ماهیان از نظر تعداد افراد در زیستگاه مرجانی به ترتیب Pomacentridae, Apogonidae و Caesionidae بودند که در مجموع ۵۹/۹ درصد از کل جامعه ماهیان در زیستگاه مرجانی را تشکیل می‌دادند. در زیستگاه حرا فراوان‌ترین خانواده‌ها Clupeidae, Ambassidae و Sparidae بودند که در مجموع ۸۹/۳۷ درصد از کل جامعه ماهیان در زیستگاه حرا را تشکیل می‌دادند. در زیستگاه جلبک‌های علفی، خانواده Nemipteridae با فراوانی ۳۰/۱۳ فراوان‌ترین خانواده در این زیستگاه بود. ۱۹ گونه تنها در زیستگاه مرجانی دیده شدند و ۱۴ گونه تنها در زیستگاه حرا مشاهده شده است و گونه مشترکی بین زیستگاه حرا و جلبک‌های علفی مشاهده نشد بنابراین هیچ گونه‌ای در هر سه زیستگاه به طور مشترک حضور نداشت. با این حال، تعداد گونه‌های مشترک بین زیستگاه‌های مرجانی و جلبک‌های علفی چشمگیر بود و تنها ۲ گونه از گونه‌های مشاهده شده در جلبک‌های علفی تنها در آن زیستگاه مشاهده شدند. داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نمی‌کردند و استفاده از ترانسفورمسیون در نرمال‌سازی توزیع داده‌ها بی‌فایده بود. بنابراین از آنالیزها و آزمون‌هایی استفاده شد که نیاز به فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها نداشتند. شاخص‌های تشابه نشان می‌دهند که جوامع ماهیان را صرف نظر از ماه و مکان نمونه برداری می‌توان به دو دسته بزرگ “مرجانی-جلبک‌های علفی” و “حرا” تقسیم کرد (MDS, Stress: 0.04). با این حال، در ماه دی به علت تنوع زیستی پایین و نبود/کمبود اشتراک در گونه‌های مشاهده شده با سایر دفعات نمونه برداری زیستگاه‌های حرا و مرجانی از گروه‌های اصلی متمایز شده‌اند (شکل ۱ و ۲). نتایج آزمون Permanova (فاکتورهای ثابت: فصل-زیستگاه) بر اساس حضور و عدم حضور گونه‌ها در هر سه زیستگاه‌ها و در ماه‌های مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین زیستگاه‌های مورد مطالعه وجود دارد ($F = 8.9066, P = 0.001$) و متغیر “فصل” اثر معنی‌داری بر ساختار جمعیت ماهیان ندارد ($F = 1.2382, P = 0.245$).



شکل ۱) آنالیز خوشه‌ای ساختار جوامع ماهیان (حضور و عدم حضور) در زیستگاه‌های مورد مطالعه به صورت ماهانه بر اساس شاخص تشابه Jaccard و single linkage method. حرف اول نشان دهنده زیستگاه (C: مرجان، M: حرا، A: جلبک‌های علفی) و سایر حروف نشان‌دهنده زمان (ماه) نمونه‌برداری است.



شکل ۲) ترسیم دوبعدی از Multi Dimesional Scaling (MDS) ساختار جوامع ماهیان (حضور و عدم حضور) در زیستگاه‌های مورد مطالعه به صورت ماهانه - نتایج آنالیز خوشه در سطح تشابه ۴۰٪ به صورت خطوط بسته نشان داده شده است. حرف اول نشان دهنده زیستگاه (C: مرجان، M: حرا، A: جلبک‌های علفی) و سایر حروف نشان‌دهنده زمان (ماه) نمونه‌برداری است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

دسته‌بندی جوامع ماهیان در زیستگاه‌های حرا، مرجانی و جلبک‌های علفی بر اساس حضور و عدم حضور گونه‌های ماهی در ماه‌های مورد مطالعه نشان داد که دو جامعه اصلی مرجانی-جلبک‌های علفی و حرا به خوبی از یکدیگر تفکیک شده‌اند (شکل‌های ۲۰ و ۲۱) و نمودار MDS نتایج به دست آمده به صورت توصیفی تکمیل کرد. علیرغم فاصله جغرافیایی که بین زیستگاه مرجانی و جلبک‌های علفی انتخاب شده برای این مطالعه وجود دارد. منطقه رویش جلبک‌های علفی در کنار یک patch مرجانی از مرجان‌های مغزی شکل خانواده faviidae است و یکی از دلایل اصلی رویش جلبک‌ها در این منطقه وجود سنگ‌ها و coral rubbleها بر روی بستر و در نزدیکی آن patch مرجانی است. بنابراین همپوشانی قابل توجه بین گونه‌های ماهی مرجانی و گونه‌های حاضر در زیستگاه جلبک‌های علفی قابل انتظار است.

با توجه به آنکه تراکم قابل توجهی از گونه‌های *Terapon jarbua*، *Rhabdosargus sarba* و *Acanthopagrus berda* در زیستگاه حرا و در گروه‌های طولی نابالغ مشاهده شد مسلم است زیستگاه حرا در خلیج چابهار را می‌توان یک منطقه نوزادگاهی مناسب برای این گونه‌ها باشد. به علاوه، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که امکان وابستگی گونه مرجانی-صخره‌ای *Lutjanus ehrenbergii* به بستر جنگل حرا در خلیج چابهار به عنوان یک منطقه نوزادگاهی وجود دارد. یافته‌های سرشماری بصری و BRUV در زیستگاه‌های حرا، جلبک‌های علفی و مرجانی در خلیج چابهار نشان داد که امکان ontogenetic shifts در محل زندگی این گونه در خلیج چابهار وجود دارد.

منابع

1. Anderson, M.J., 2000. NPMANOVA: a FORTRAN computer program for non-parametric multivariate analysis of variance (for any two-factor ANOVA design) using permutation tests. Dep. Stat. Univ. Auckl. 177-188.
2. Carpenter, K.E., Harrison, P.L., Hodgson, G., Alsaffar, A.H., Alhazeem, S.H., 1997. The corals and coral reef fishes of Kuwait.

3. Field, R. 2015. Reef Fishes of Oman. 543p.
4. Forcada, A., Bayle-Sempere, J.T., Valle, C., Sánchez-Jerez, P., 2008. Habitat continuity effects on gradients of fish biomass across marine protected area boundaries. Mar. Environ. Res. 66, 536–547.
5. Psomadakis, P.N., 2015. Field identification guide to the living marine resources of Pakistan.



شناسایی و بررسی پراکنش بریوزوئن‌ها در سواحل ایرانی خلیج فارس و دریای عمان

گروه زیست‌شناسی و زیست‌فناوری دریا و آبزیان، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

*a_nasrolahi@sbu.ac.ir

واژگان کلیدی: بریوزوئن، آب‌های ساحلی، سواحل ایرانی، دریای عمان، خلیج فارس

۱. مقدمه

تنوع زیستی، ذخیره‌ای ارزشمند و در عین حال آسیب‌پذیر است. از بین رفتن تنوع زیستی در طی دو قرن گذشته به طور مستقیم و غیر مستقیم با رشد جمعیت انسانی، الگوی ناپایدار مصرف منابع و تغییرات زیست‌محیطی مرتبط بوده است (Rousseau & Van Hecke, 1999). تخریب تنوع زیستی زمین خساراتی را بدنبال دارد که در بسیاری از موارد برای بشر جبران‌ناپذیر است. بقای کره زمین در گرو حفظ تنوع زیستی آن است. شبکه گسترده‌ای از فرایندهای متقابل بین موجودات زنده، زنجیره غذایی و فاکتورهای گوناگون زیست‌محیطی وجود دارد. از این رو اولین گام در حفظ تنوع زیستی شناخت آن است. بریوزوئن‌ها یا اکتوپروکتا شاخه‌ای از بیمهرگان آبزی هستند که به صورت کلونی زندگی می‌کنند و در پهنه‌های آبی سراسر جهان یافت می‌شوند. این موجودات هم از نظر اکولوژیک و هم از دیدگاه اقتصادی بسیار حائز اهمیت هستند. تقریباً ۶۰۰۰ گونه از آنها شناسایی شده است (Fuchs, 2011). بریوزوئن‌ها مدت‌ها به عنوان شاخه‌ای جزئی و گاهی اوقات بی‌اهمیت شهرت داشتند اما این بدان معنی نیست که این شاخه جانوری کمیاب باشد. در برخی از محیط‌ها این جانوران به عنوان ارگانیسم‌های غالب آن زیستگاه بحساب می‌آیند. این جانوران بر روی قسمت‌های زیرین قایق‌ها، بدنه کشتی‌ها، پایه‌های اسکله‌ها و حتی سیستم‌های تاسیسات دریایی و آب‌شیرین‌نشست می‌کنند. همچنین برخی از بریوزوئن‌ها بر روی صدف‌ها، جلبک‌ها و درختان مانگرو نشست می‌کنند (Sokolover et al., 2018; Tilbrook et al., 2001). هرکلونی بریوزوئن شامل افراد کوچک یکسانی از لحاظ ژنتیکی می‌باشد که زوئید نامیده می‌شود و ممکن است از لحاظ اندازه و شکل متفاوت باشد. اکثر بریوزوئن‌ها دارای اسکلت آهکی بوده و برخی اسکلت غیر آهکی دارند (Cook et al., 2018). تا زمانی که این موجودات در حد گونه و یا جنس شناسایی نشده باشند، نمی‌توان مطالعه علمی دیگری بر روی آنها انجام داد. با این وجود، به لحاظ اهمیت فراوان این گروه از گونه‌های دریازی، متأسفانه تاکنون مطالعه‌ای در شناخت این گروه در آبهای ایرانی دریای عمان صورت نگرفته است. در این مطالعه به بررسی و شناسایی بریوزوئن‌ها در سواحل ایرانی دریای عمان و خلیج فارس پرداخته ایم.

۲. مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر نمونه بریوزوئن‌ها از روی اجسام مختلف شامل: سنگ، پلاستیک، صدف، چوب، بویه‌های ناوبری و دیگر اشیاء در طول سواحل ایرانی خلیج فارس در طی چندین مرحله نمونه برداری در سال ۱۳۹۷ جمع‌آوری شدند. همچنین در بندر چابهار در دریای عمان پنل‌های PVC به مدت ۴ ماه در عمق پنج متری کارگزاری شد و طی چندین مرحله پنل‌ها بررسی و نمونه‌های بریوزوئن جدا شدند. در آزمایشگاه بریوزوئن‌های متصل به پنل‌ها و دیگر اشیاء جدا شده و توسط سفیدکننده عمومی حاوی ۵/۲٪ سدیم هیپوکلرید سفید شدند. سپس به منظور پاک کردن مواد رسوبی باقی مانده، نمونه‌ها توسط آب مقطر به صورت قطره چکانی شسته شدند و در مجاورت هوا خشک گردیدند. بعد از بررسی‌های اولیه توسط میکروسکوپ دوچشمی و عکس برداری به وسیله دوربین دیجیتال (Canon 70D)، نمونه‌ها به وسیله دستگاه کندو پاش مغناطیسی با طلا پوشیده

شدند و توسط میکروسکوپ الکترونی (SEM) Hitachi 3500 در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید بهشتی عکس برداری صورت گرفت. سپس شناسایی ابتدایی گونه‌ها براساس خصوصیات مورفولوژی با استفاده از عکسهای SEM و استفاده از کلیدهای شناسایی و مقالات صورت گرفت.

۳. نتایج

در این مطالعه در مجموع ۱۲ گونه متعلق به ۱۰ جنس و ۸ خانواده شناسایی شد. این جنس‌ها شامل موارد زیر می‌باشد:

Acanthodesia Canu & Bassler, 1919, *Arbopercula* Nikulina, 2010, *Conopeum* Gray, 1848, *Microporella* Hincks, 1877, *Nellia* Busk, 1852, *Parasmittina* Osburn, 1952, *Pleurocodonellina* Soule & Soule, 1973, *Poricella* Canu, 1904, *Schizoporella* Hincks, 1877, *Trematooecia* Osburn, 1940.

از میان جنس‌های ذکر شده در این مطالعه، دو جنس *Schizoporella* Hincks, 1877 و *Trematooecia* Osburn, 1940 مربوط به دریای عمان و ۱۰ جنس مربوط به خلیج فارس است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

علیرغم شناسایی شاخه بربوزوئن‌ها در آب‌های مختلف در دنیا، تا کنون مطالعه جامعی در شناسایی این جانوران در دریای عمان صورت نگرفته است. مطالعه حاضر اولین گزارش از بربوزوئن‌های کیلوستوم دریای عمان می‌باشد. در این مطالعه برای اولین بار تعداد ۲ گونه از سواحل شمالی دریای عمان شناسایی و گزارش شده است. تعداد ۷ گونه شناسایی شده در این مطالعه، با مطالعه اخیر برادری و همکاران ۲۰۱۹ در سواحل شمالی خلیج فارس که شامل ۱۵ گونه است، مشترک می‌باشد. مقایسه گونه‌های شناسایی شده در این مطالعه با مطالعات اندکی که در این پهنه آبی صورت گرفته، نشان می‌دهد که تعداد بربوزوئن‌های دریای عمان و خلیج فارس بیشتر از میزان شناسایی شده در این مطالعه می‌باشد. بنابراین نیاز بیشتری به مطالعه تنوع زیستی واقعی این جانوران وجود دارد. این نتایج نشان دهنده حضور گونه‌های غیر بومی متعددی از بربوزوئن‌ها در این منطقه است که با توجه به فعالیت‌های کشتیرانی زیاد در این حوزه دور از انتظار نیست. این نتایج در ایجاد بانک اطلاعاتی گونه‌ها و در نهایت اتخاذ استراتژیهای مدیریتی بهتر در جهت حفظ تنوع زیستی خلیج فارس بسیار حائز اهمیت است.

منابع

1. Baradari, H., Nasrolahi, A., & Taylor, P. D. (2019). Cheilostome Bryozoa of the northern Persian Gulf, Iran. *Zootaxa*, 4619(3), 459–486. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4619.3.3>
2. Cook, P. L., Bock, P. E., Gordon, D. P., & Weaver, H. J. (2018). *Australian BRYOZOA Volume 1 Biology, Ecology and Natural History. 1*. www.publish.csiro.au
3. Fuchs, J. (2011). New Insights into the Evolution of Bryozoa - An Integrative Approach.
4. Rousseau, R., & Van Hecke, P. (1999). Measuring biodiversity. *Acta Biotheoretica*, 47(1), 1–5. <https://doi.org/10.1023/A:1002093825480>
5. Sokolover, N., Ostrovsky, A. N., & Ilan, M. (2018). *Schizoporella errata* (Bryozoa, Cheilostomata) in the Mediterranean Sea: abundance, growth rate, and reproductive strategy. *Marine Biology Research*, 14(8), 868–882.
6. Tilbrook, K. J., Hayward, P. J., & Gordon, D. P. (2001). Cheilostomatous Bryozoa from Vanuatu. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 131(1), 35–109.



پیشنهاد معیارهایی برای تعیین منطقه خطر ناشی از ناپایداری و فرسایش سواحل سنگی مکران براساس

مشاهدات در منطقه گوردیم

هادی گریوانی^{*۱}

پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، Gerivani@inio.ac.ir

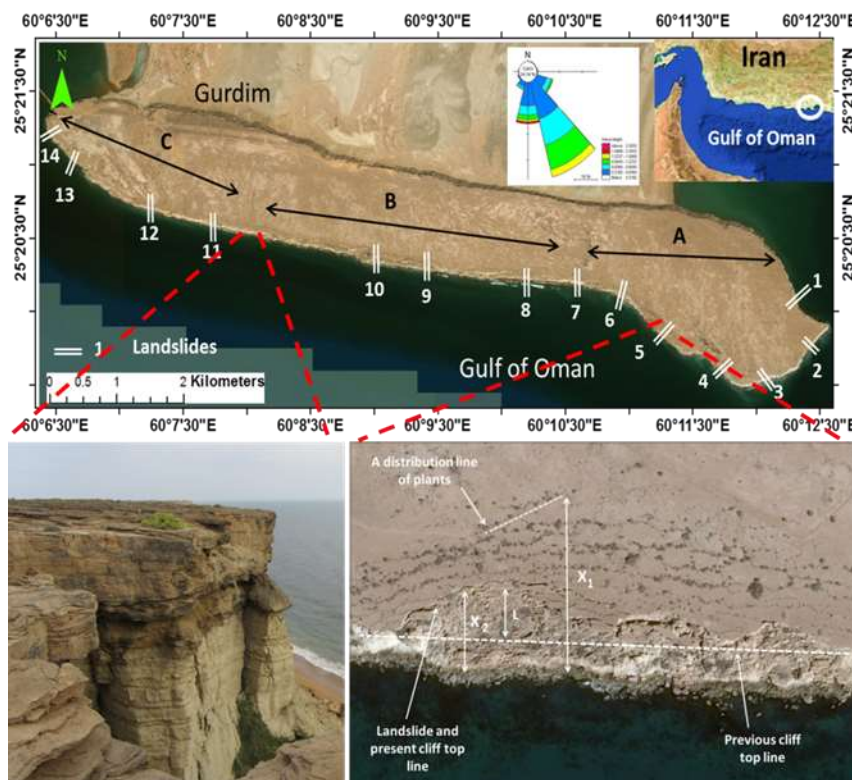
واژگان کلیدی: گوردیم، مکران، سواحل سنگی، منطقه خطر، مدیریت سواحل

۱. مقدمه

تخمین زده می‌شود که سواحل سنگی حدود ۸۰ درصد سواحل دنیا را تشکیل داده‌اند با این وجود بیشتر مطالعات تا دهه پیش بر روی سواحل رسوبی تمرکز داشته است [1-3]. ناپایداری سواحل سنگی و فرسایش آنها به مرور زمان خسارات مالی قابل توجهی داشته و در شرایطی ممکن است تهدیدی برای زندگی ساکنان مناطق ساحلی باشد. بهترین و موثرترین راهکار برای کاستن از خطر ناپایداری و فرسایش سواحل ممانعت از ساخت و ساز در منطقه خطر است [4-9] اگر چه در مواردی که ساخت تاسیسات نیازمند نزدیکی به ساحل بوده یا از پیش ساخت و ساز انجام شده است از روشهای پایدار کننده نیز استفاده می‌شود. منطقه خطر (Hazard Zone) به صورت نواری به موازات خط ساحلی تعریف شده و چندین معیار برای تعیین این محدوده در نقاط مختلف دنیا پیشنهاد شده است [4-11]. یکی از معیارها بر مبنای ناپایداریهای تاریخی در منطقه بنا شده است به این ترتیب که توصیه می‌کند میانگین یا بیشینه عرض ناپایداریهای گذشته در یک منطقه به عنوان منطقه خطر در نظر گرفته شود [9]. دو معیار دیگر نیز بر مبنای ویژگیهای هندسی صخره‌ها پیشنهاد شده است. معیار پیشنهاد شده توسط NRC که منطقه خطر را محدوده بین خطرالراس ساحل و محل تقاطع صفحه ای فرضی با زمین بالای صخره که از پای ساحل عبور کرده و شیب ۲۰ درجه نسبت به افق دارد، تعریف می‌کند [8] معیار دیگر منطقه خطر را دو برابر ارتفاع ساحل سنگی از پای دامنه تعریف می‌کند [9] که تقریباً معادل محل برخورد صفحه‌ای با زاویه ۲۶/۵ درجه است.

در بررسی‌های اولیه به منظور استفاده از معیارهای ذکر شده در سواحل سنگی دریای عمان مشاهده شد که در برخی از موارد، نتایج قابل قبولی به دست نمی‌آید. در منطقه گوردیم، سواحل سنگی فلات مانندی به ارتفاع حدود ۵۰ متر (شکل ۱) وجود دارد که بنا به دلایل زیر، برای ارزیابی معیارهای پیشین و پیشنهاد معیارهایی مختص سواحل سنگی مکران مناسب به نظر می‌رسد: (۱) از زمین‌شناسی ساده‌ای متشکل از دو لایه افقی برخورد بوده که از این نظر برای مطالعه اندرکنش دریا و ساحل مناسب است. لایه فوقانی از لوماشل‌های آهکی مقاومتر و لایه زیرین از تناوب لایه‌های مارن و ماسه سنگ مارنی تشکیل شده است. (۲) زمین لغزش‌ها و ناپایداری‌های متعددی مشاهده می‌شود. (۳) دامنه‌های جنوبی این منطقه فلات گونه، رو به دریا و دامنه‌های شمالی آن رو به خشکی قرار دارد. بنابراین امکان مطالعه اثرات فرسایشی امواج و جریانات دریایی با مقایسه دامنه‌های جنوبی و شمالی وجود دارد. (۴) بر روی صخره‌ها درزه‌هایی به موازات خط الراس صخره‌ها تشکیل شده که مناطق ناپایدار را نشان می‌دهد. علاوه بر این در فواصل بعضاً بسیار دورتر بوته‌های گیاهان بومی منطقه در امتداد خطواره‌هایی به موازات خط الراس وجود دارد که وجود درزه‌های ناپیدا را نشان می‌دهند. این خطواره‌ها امکان تخمین منطقه خطر در اثر ناپایداری سواحل در آینده را فراهم می‌نمایند.

در این مطالعه بر مبنای الگوی گسترش درزه‌ها و خطواره‌های گیاهی سعی شده است، معیارهای پیشین برای تعیین منطقه خطر ارزیابی شده و معیارهایی مختص این منطقه پیشنهاد گردد.



شکل ۱) منطقه مورد مطالعه. در این شکل، ناپایداری‌های مورد مطالعه و مشخصات هندسی صخره‌ها که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته نمایش داده شده است.

۲. مواد و روش‌ها

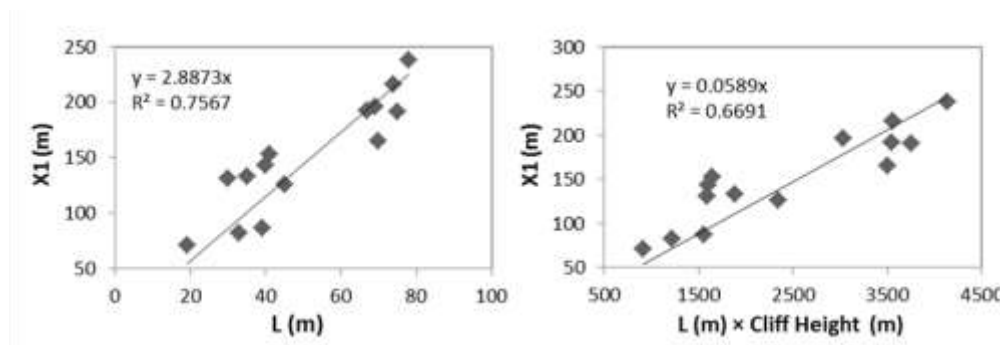
به منظور انجام این مطالعه، موقعیت درزه‌ها و خطواره‌های گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای شناسایی و راقومی شدند. سپس پارامترهای هندسی سواحل در محل ۱۴ ناپایداری مهم منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های توپوگرافی و بازدیدهای میدانی اندازه‌گیری شدند. این پارامترهای عبارتند از: ارتفاع ساحل سنگی (H)، فاصله بین دورترین خطواره گیاهی از پای صخره (X_1)، فاصله بین خط الراس و پاشنه زمین‌لغزش (X_2) و عرض محدوده ناپایدار شده (L) (شکل ۱). با تعیین پارامترهای هندسی سواحل، منطقه خسر بر مبنای دو مورد از معیارهای پیشین تعیین شده و به منظور صحت سنجی با منطقه خطر تعیین شده بر مبنای الگوی گسترش خطواره‌های گیاهی مقایسه شدند. در نهایت با مقایسه منطقه خطر تعیین شده براساس الگوی گسترش خطواره‌های گیاهی و سایر پارامترهای هندسی سواحل سنگی، معیارهایی برای تعیین منطقه خطر در این سواحل سنگی مکران ارائه شده است.

۳. نتایج

بررسی دو معیار پیشنهاد شده توسط NRC [8] و Reinen-Hamill و Reynolds [9] در منطقه نشان می‌دهد که در بسیاری از موارد منطقه خطر تعیین شده توسط این دو معیار، کمتر از منطقه گسترش خطواره‌های گیاهی و درزه‌های موازی با ساحل بوده و در برخی موارد از جمله در محل زمین‌لغزش ۱۰ (شکل ۱)، منطقه خطر تعیین شده توسط این دو معیار بر روی سطح زمین‌لغزش قرار می‌گیرد که طبیعتاً منطقی نیست. از این رو تلاش شد با بررسی ارتباط بین پارامترهای هندسی سواحل و منطقه خطر تعیین شده خطواره‌های گیاهی، معیارهایی توسعه داده شود.

یکی از پارامترهایی که توسط مطالعات پیشین [9] نیز توصیه شده است، عرض منطقه ناپایدار شده است. در شکل ۲، مقایسه این پارامتر هندسی با عرض منطقه ناپایدار در ۱۴ زمین‌لغزش مورد مطالعه در گوردیم نمایش داده شده است. براین اساس ارتباط قابل قبولی میان این دو قابل مشاهده بوده و می‌توان ۳ برابر عرض زمین‌لغزش (L) از پای دامنه را به عنوان منطقه خطر ناپایداری در نظر گرفت.

پارامتر هندسی بسیار مهم دیگر، ارتفاع ساحل است که در معیارهای پیشین نیز استفاده از آن پیشنهاد شده است. هر چه ارتفاع صخره‌ها بیشتر باشد انتظار می‌رود منطقه وسیع‌تری بر روی صخره‌ها در معرض خطر ناپایداری قرار داشته باشد. با در نظر گرفتن این نکات که عرض منطقه خطر با ارتفاع صخره‌ها (H) و عرض زمین‌لغزش (L) ارتباط مستقیم دارد و اعمال یک ضریب ثابت می‌توان رابطه‌ای را برای تخمین منطقه خطر پیشنهاد کرد که در شکل ۲، این رابطه مورد آزمون قرار گرفته است. همانطور که در این نمودار مشاهده می‌شود ارتباط قابل قبولی با ضریب ۰/۰۶ بین عرض منطقه خطر از پای دامنه و مضربی از ارتفاع دامنه و عرض زمین‌لغزش وجود دارد.



شکل ۲) بررسی ارتباط میان منطقه خطر ناپایداری با پارامترهای هندسی سواحل در ۱۴ زمین‌لغزش مورد مطالعه در منطقه گوردیم

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با مطالعه الگوی گسترش خطی پوشش گیاهی که در امتداد درزه‌های ناپیدا و به موازات ساحل توسعه یافته، منطقه در معرض خطر در آینده نزدیک مورد شناسایی قرار گرفت. با مقایسه منطقه خطر تعیین شده به این روش با منطقه خطر تخمین زده شده توسط معیارهای پیشین، مشخص شد که این معیارها در منطقه مورد مطالعه با خطاهایی همراه است. از این رو با بررسی ارتباط بین پارامترهای هندسی سواحل سنگی و منطقه خطر تعیین شده براساس خطواره‌های گیاهی، مشخص شد که می‌توان ارتباط قابل قبولی بین ارتفاع سواحل و عرض زمین‌لغزش با منطقه در معرض خطر تعیین نمود. معمولاً منطقه خطر که در آن هر گونه ساخت و ساز را ترجیحاً ممنوع اعلام می‌کنند، برای دوره عمر مفید سازه‌هاست که به طور معمول ۱۰۰ سال در نظر گرفته می‌شود. از این رو برای برآورد منطقه خطر نهایی که مورد استفاده قرار می‌گیرد باید میزان پسروری ساحل در طول ۱۰۰ سال آینده را نیز در نظر گرفت. علاوه بر این همانطور که در برخی از مطالعات پیشین نیز مورد توجه قرار گرفته است، با توجه به نوع کاربری اراضی بالای صخره‌ها و درجه ریسک آن، ضریب اطمینانی نیز در محاسبات باید افزوده شود. از این رو برای منطقه مورد مطالعه خواهیم داشت:

$$\text{Hazard Zone Width} = \text{Safety Factor} ((0.06 \times L \times H) + \text{Cliff Recession})$$

علاوه بر این معیار، معیار ساده‌تری نیز بر مبنای عرض زمین‌لغزشهای پیشین پیشنهاد می‌شود که عبارت است از سه برابر عرض زمین‌لغزش از پای صخره‌ها. لازم به توضیح است که صخره‌های سنگی در منطقه مکران عموماً از زمین‌شناسی مشابهی با منطقه گوردیم برخوردار بوده و اقلیم موج و جریان نیز برای همه آنها تقریباً مشابه است. بنابراین احتمالاً یافته‌های حاصل از این مطالعه و معیارهای پیشنهادی قابل تعمیم به سایر مناطق نیز خواهد بود.

منابع

1. Emery KO, Kuhn GG (1982) Sea cliffs: their processes, profiles, and classification. Geological Society of American Bulletin 93: 644-654
2. Trenhaile AS (1987) The Geomorphology of Rock Coast. Oxford Univ. Press, Oxford, pp. 384, 1987

3. Naylor LA, Stephenson WJ, Trenhaile AS (2010) Rock coast geomorphology: recent advances and future research directions. *Geomorphology* 114:3–11.
4. Center H (2000) *Evaluation of Erosion Hazards*. Washington, DC pp.205
5. Del Río L, Gracia FJ (2009) Erosion risk assessment of active coastal cliffs in temperate environments. *Geomorphology* 112:82-95
6. Lee EM, Clark AR (2002) *Investigation and management of soft rock cliffs*. Thomas Telford, London p.382
7. Komar PD, McDougal W, Marra J, Ruggiero P (1999) The rational analysis of setback distances: Applications to the Oregon Coast. *Shore and Beach* 67:41-49
8. NRC National Research Center (1990) *Managing coastal erosion*. National Academies Press, Washington DC. p 182
9. Teixeira SB (2006) Slope mass movements on rocky sea-cliffs: a power-law distributed natural hazard on the Barlavento Coast, Algarve, Portugal. *Cont Shelf Res* 26:1077-1091
10. Jongens R, Gibb J, Alloway B (2007) A new hazard zonation methodology applied to residentially developed sea-cliffs with very low erosion rates, East Coast Bays, Auckland, New Zealand. *Nat Hazards* 40:223-244
11. Marques F (2009) Sea cliff instability hazard prevention and planning: examples of practice in Portugal. *J Coastal Res*:856-860



اجتماعات بیوفولینگ آبسنگ‌های مرجانی خلیج چابهار

گلی نیا، پریسا^۱؛ نصرالهی، علی^{۱*}؛ قاضی لو، امیر^۲

۱. گروه زیست‌شناسی و زیست‌فناوری دریا و آبیان، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

*a_nasrolahi@sbu.ac.ir

۲. ایستگاه پژوهش و فناوری اقیانوس‌شناسی و علوم جوی شهرستان چابهار، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، چابهار، ایران

واژگان کلیدی: بیوفولینگ، درصد پوشش، زیتوده، دریای عمان، خلیج چابهار

۱. مقدمه

بیوفولینگ^۱ (چسبندگی زیستی) به تجمع و چسبیدن موجودات بر روی سطوح مستغرق در آب دریا اطلاق می‌شود. این سطوح می‌توانند شامل بسترهای طبیعی غیرزنده مانند سنگ، چوب و صخره‌های مرده مرجانی، بسترهای مصنوعی مانند سازه‌های دریایی، بدنه کشتی‌ها و قایق‌ها و خطوط لوله و همچنین بدن موجودات زنده باشند. مهم‌ترین ویژگی جوامع بیوفولینگ تغییرات مداوم در ترکیب گونه‌ای و ساختار جمعیت آن‌ها با گذر زمان است که این تغییرات می‌توانند تحت تاثیر عوامل زیستی یا غیر زیستی باشند (Pati et al., 2015). بررسی اجتماعات بیوفولینگ از نظر اقتصادی و اکولوژیک دارای اهمیت فراوانی است. از نظر اقتصادی این اجتماعات با نشست روی سطوح، باعث صدمه زدن به ساختارهایی مانند بدنه کشتی‌ها و قایق‌ها، خطوط لوله و سازه‌های ساحلی می‌شوند (Schultz et al., 2011). همچنین این اجتماعات در انتقال انرژی بین زنجیره‌های غذایی و ایجاد ساختارهای پیچیده به عنوان زیستگاه دارای اهمیت هستند (Schultz et al., 2011; Yebra et al., 2004). بنابراین، مطالعه ابعاد مختلف این پدیده برای درک بهتر مفاهیم اکولوژیک و همچنین کاهش خسارات ناشی از پدیده بیوفولینگ ضروری است. با توجه به اهمیت این اجتماعات، مطالعات گوناگونی در سراسر جهان در این باره صورت گرفته (Nacorda et al., 2018; Pati et al., 2015; Poloczanska & Butler, 2010) ولی بررسی این

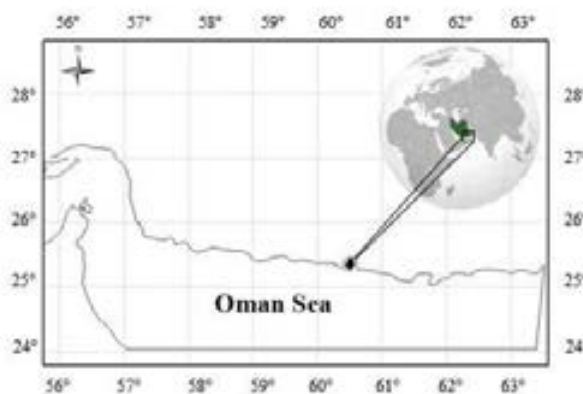
اجتماعات در ایران تنها در مطالعات معدودی انجام شده است (Golnia et al., 2019; Khosravi et al., 2019). در مطالعه حاضر، با استفاده از روش پنل‌گذاری، نشست بیوفولینگ‌های آبسنگ‌های مرجانی خلیج چابهار مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه در دریای عمان در خلیج چابهار از خرداد ماه ۱۳۹۸ تا آبان ماه ۱۳۹۸ انجام گرفت (شکل ۱). در این پژوهش در مجموع تعداد ۱۵ پنل PVC با ابعاد ۱۵×۱۵×۰/۳ سانتی‌متر به صورت عمودی در عمق ۵ متری در کنار آبسنگ‌های مرجانی با استفاده از بلوک‌های سیمانی در آب نصب گردید. یک لاگر دمایی جهت ثبت روزانه دما (هر یک ساعت یکبار در طول شبانه‌روز) در کنار پنل‌ها نصب شد. این پنل‌ها در سه دوره در آب قرار گرفتند. پنل‌های دوره اول به مدت ۱۳۹ روز (از خرداد ماه ۱۳۹۸ تا آبان ماه ۱۳۹۸)، پنل‌های دوره دوم به مدت ۱۱۰ روز (از تیر ماه ۱۳۹۸ تا آبان ماه ۱۳۹۸) و پنل‌های دوره سوم به مدت ۶۳ روز (از شهریور ماه ۱۳۹۸ تا آبان ماه ۱۳۹۸) در آب باقی ماندند. پس از جمع‌آوری پنل‌ها در هر دوره

^۱ Biofouling

از آن‌ها عکس‌برداری شد و سپس پتل‌ها به آزمایشگاه منتقل و گروه‌های‌های بیوفولینگ تا پایین‌ترین حد ممکن شناسایی شدند. برای محاسبه درصد پوشش تاکسون‌های نشست کرده روی پتل، از نرم‌افزار CPCe نسخه ۴/۱ استفاده شد. همچنین وزن تر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و به عنوان زیتوده مورد استفاده قرار گرفت. همچنین تاثیر دوره غرقاب‌سازی بر فاکتورهای زیستی گفته شده با استفاده از آنالیز ANOVA یک‌طرفه پس از نرمال‌سازی داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ بررسی شد.



شکل ۱) ایستگاه نمونه برداری واقع در آبسنگ‌های مرجانی خلیج چابهار

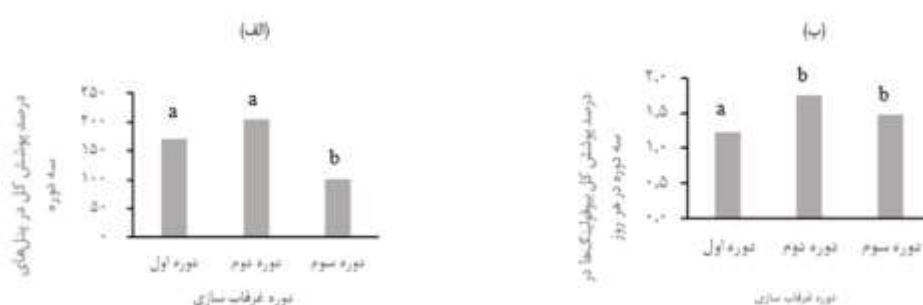
۳. نتایج

در این مطالعه تعداد ۱۵ پتل در طی سه دوره زمانی مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش، دو گونه‌ی *Amphibalanus amphitrite* و *Amphibalanus venustus* از کشتی‌چسب‌ها، *Styela* sp.، *Polyclinum* sp.، *Didemnum* sp.، *Trididemnum* sp. و *Phallusia nigra* از اسیدین‌ها، *Hydroides elegans*، *Hydroides operculata*، *Spirobranchus* sp.، *Hydroides bulbosa*، *Hydroides homocerus*، *Sabellidae*، *Spirobranchus elatensis*، *Spirobranchus tetracerus*، *Serpula hartmanae*، *Spirorbinae* از کرم‌های پرتار، گونه‌های *Naira turdus*، *Indothais lacera*، *Pinctada* sp.، *Isognomon* sp.، *Chama pacifica* از نرم تنان، *Schizoporella* sp. و *Celleporaria* sp. از بریوزوئن‌ها و همچنین دو نمونه جلبک قرمز و دو نمونه جلبک سبز شناسایی شدند.

نتایج آنالیز ANOVA یک طرفه نشان داد که تاثیر دوره غرقاب‌سازی بر زیتوده کل ($p > 0.05$, $F = 7.65$) و زیتوده کل به ازای هر روز ($p > 0.05$, $F = 6.90$) معنی دار نیست. بر اساس نتایج این آنالیز، تاثیر دوره غرقاب‌سازی بر درصد پوشش کل ($p < 0.05$, $F = 42.57$) و درصد پوشش به ازای هر روز ($p < 0.05$, $F = 13.87$) معنی دار است. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد با وجود عدم معنی‌داری، بیش‌ترین میزان زیتوده کل بیوفولینگ‌ها در طول مدت مطالعه، مربوط به دوره اول و کم‌ترین میزان آن مربوط به دوره سوم است. زیتوده کل به ازای هر روز، در دوره سوم بیش‌ترین مقدار و در دوره اول، کم‌ترین میزان را به خود اختصاص داده است (شکل ۲). همچنین نتایج نشان داد که درصد پوشش کل در دوره دوم غرقاب‌سازی پتل‌ها، بیش‌ترین مقدار و در دوره سوم کم‌ترین میزان را داشت. درصد پوشش کل به ازای هر روز در دوره دوم بیش‌ترین و در دوره اول دارای کم‌ترین مقدار بود (شکل ۳).



شکل ۲) زیتوده کل بیوفولینگها در سه دوره (الف) و زیتوده کل به ازای هر روز (ب).



شکل ۳) درصد پوشش کل بیوفولینگها در سه دوره (الف) و درصد پوشش کل به ازای هر روز (ب). حروف انگلیسی مشابه بالای میله‌ها نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار و حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بررسی اجتماعات بیوفولینگ در این مطالعه نشان داد که میزان درصد پوشش و تا حدی زیتوده بیوفولینگها در طول سه دوره متفاوت است. با توجه به اینکه میزان دوره غرقاب سازی در دوره اول بیشترین و در دوره سوم کمترین است پیروی روند میزان زیتوده از طول این دوره‌ها قابل انتظار است. از طرفی، میزان زیتوده به ازای روز، نشان می‌دهد بیشترین فشار نشست بیوفولینگها در دوره اول اتفاق افتاده و سپس این فشار در دوره‌های بعدی کاهش یافته است. درصد پوشش در دوره دوم مطالعه احتمالاً به دلیل غالب بودن گونه‌هایی مانند بریوزوئها و جلبک‌ها که سطح بیشتری را در بر می‌گیرند دارای بیشترین مقدار بوده است. از آنجاکه بررسی میانگین داده‌های دمایی در طول سه دوره تفاوت قابل توجهی را نشان نداد، می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت در دیگر فاکتورهای محیطی مانند میزان نوترینت‌ها، کلروفیل و پلانکتون‌ها احتمالاً در تراکم و تنوع بیوفولینگها در طول سه دوره موثر بوده است. جوامع بیوفولینگ در زنجیره غذایی و همچنین تنوع زیستی اکوسیستم‌های مرجانی نقش مهمی دارند. بنابراین بررسی تغییرات این جوامع مخصوصاً در دوره شدت تغییرات اقلیمی حائز اهمیت است. از طرفی امروزه با گسترش صنایعی نظیر کشتی‌رانی و پیش بینی افزایش میزان بیوفولینگها با گرمایش جهانی (Poloczanska & Butler, 2010) انجام مطالعاتی از این دست، برای مدیریت کارآمد در جهت جلوگیری از خسارات اقتصادی آن مهم بشمار می‌رود.

منابع

1. Golinia, P., Nasrolahi, A., & Barboza, F. R. (2019). Biofouling in the Southern Caspian Sea: recruitment and successional patterns in a low diversity region. *Community Ecology*, 20(2), 110–120.
2. Khosravi, M., Nasrolahi, A., Shokri, M. R., Dobretsov, S., & Pansch, C. (2019). Impact of warming on biofouling communities in the northern Persian Gulf. *Journal of Thermal Biology*, 85, 102403.

3. Nacorda, H. M. E., Austero, N. M., Pagdilao, C. R., Tan, K. S., & Azanza, R. V. (2018). Marine biofouling communities of Manila South Harbor, Philippines. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 35(1-2), 115–123.
4. Pati, S. K., Rao, M. V, Balaji, M., Lucena-Moya, P., Brawata, R., Kath, J., ... Barth, B. J. (2015). Spatial and temporal changes in biofouling community structure at Visakhapatnam harbour, east coast of India. *Tropical Ecology*, 56(2), 139–154.
5. Poloczanska, E. S., & Butler, A. J. (2010). Biofouling and climate change. *Biofouling*, 333.
6. Schultz, M. P., Bendick, J. A., Holm, E. R., & Hertel, W. M. (2011). Economic impact of biofouling on a naval surface ship. *Biofouling*, 27(1), 87–98.
7. Yebra, D. M., Kiil, S., & Dam-Johansen, K. (2004). Antifouling technology—past, present and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings. *Progress in Organic Coatings*, 50(2), 75–104.

Biofouling assemblages of Coral reefs in the Chabahar Bay

Golinia, Parissa¹; Nasrolahi, Ali^{1*}; Ghazilou, Amir²

1. Department of Marine Biology, Faculty of Life Sciences and Technology, Shahid Beheshti University, A_nasrolahi@sbu.sc.ir

2. Chabahar Oceanography and Atmospheric Research and Technology Station, National Institute for Oceanography and Atmospheric science, Tehran, Iran

Abstract

Biofouling is applied to the colonization, accumulation and growth of living organisms on different substrata exposed to aquatic environment. Studying the biofouling is important because of its economical impact on offshore installations and shipping industry, also because of its ecological importance in food chain and ecosystem functions. In general, few studies have been conducted on biofouling in Iran. Current study was conducted to investigate the settlement of biofouling assemblages of coral reefs in Chabahar Bay in June till November 2019. Three sets of PVC panels (15×15×0.3 cm) were deployed vertically at 5m depth. The first-period panels remained in water for 139 days, the second- for 110 days, and the third for 63 days. After collection, the panels were photographed and then transferred to the laboratory. CPCe 4.1 software was used to calculate the cover percentage of biofoulers on the panel. Biofouling samples were identified to the lowest possible level. Also, the biomass of the samples was measured. The water temperature was also measured every one hour during the study by a thermo-logger. The results of this study showed that the highest percentage of cover was in the second period and the highest amount of biomass was in the first period. The cover percentage of biofoulers in the second period of the study was probably the highest due to the predominance of species such as bryozoans and algae with a large surface area. Average temperature data during three periods did not show a significant difference. We, thus, speculate that other environmental factors such as amount of nutrient, chl *a* and plankton density rather than temperature have driven biofouling diversity and abundance. As biofouling assemblages are important components in the coral reef ecosystems, obtaining basic information about them especially so in the course of climate change is fundamental.

Keywords: Biofouling, Cover percentage, Biomass, Gulf of Oman, Chabahar Bay



ساختار جوامع روی‌زی لاک‌پشت پوزه‌عقابی (*Eretmochelys imbricata*) تخم‌گذار در سواحل

ایرانی خلیج فارس

لقمان نیا، جواد^۱؛ نصرالهی، علی^{۱*}؛ حسن زاده کیابی، بهرام^۱؛ رضایی عطاقلی پور، محسن^۲

۱. گروه زیست‌شناسی و زیست‌فناوری دریا و آبزیان، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، تهران.

۲. موسسه حفاظت از محیط زیست قشم (QECI)، جزیره قشم، هرمزگان.

*نویسنده مسئول: a_nasrolahi@sbu.ac.ir

۱. مقدمه

سطح بدن لاک‌پشت‌های دریایی (بوژه سطح کاراپاس) می‌تواند محل مناسبی برای نشستن طیف وسیعی از موجودات دریایی باشد (۱، ۲، ۳ و ۴). این موجودات که با اتصال به سطوح زنده رشد می‌کنند، روی‌زی (epibiont) نامیده می‌شوند (۴ و ۵). بسیاری از جانوران دریایی (مانند لاک‌پشت‌ها، نهنگ‌ها و خرچنگ‌ها) می‌توانند میزبان این موجودات باشند (۱، ۶، ۷ و ۸). بیشتر روی‌زی‌ها به عنوان همسفره‌های اختیاری در نظر گرفته می‌شوند و ممکن است در سایر زیستگاه‌های دریایی هم مشاهده شوند (۹ و ۱۰) اما برخی دیگر همسفره‌های اجباری جانوران دریایی متحرک مانند لاک‌پشت‌ها هستند (۱۱).

مطالعه و پایش جانوران دریایی بزرگ و پرتحرک مانند لاک‌پشت‌های دریایی بسیار سخت است (۹). امروزه با پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه‌ی ژنتیک مولکولی و روش‌های ردیابی ماهواره‌ای، کشف مراحل مخفی زندگی این جانوران بسیار ساده‌تر از گذشته شده است، اما این ابزارها هنوز هم بسیار پر هزینه هستند (۹). این محدودیت‌ها ما را ملزم می‌نماید که به منظور حفاظت از این جانوران در معرض خطر انقراض روش‌های کم هزینه‌تری را هم برای بررسی مراحل مختلف زندگی آنها مد نظر قرار دهیم.

پنج گونه از هفت گونه لاک‌پشت دریایی که در اقیانوس‌های سراسر جهان پراکنده شده‌اند در خلیج فارس نیز گزارش شده‌اند. در این میان لاک‌پشت پوزه‌عقابی که در لیست قرمز اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت (IUCN) به عنوان گونه به شدت در معرض خطر انقراض معرفی شده است، به همراه لاک‌پشت سبز (*Chelonia mydas*)، از بیشترین فراوانی در آبهای خلیج فارس برخوردارند (۱۷). رابطه‌ی همزیستی بین لاک‌پشت‌های دریایی و روی‌زی‌هایشان می‌تواند اطلاعات مفیدی در مورد بوم‌شناسی (۱۲)، رفتار (۶ و ۸) و الگوهای استفاده از زیستگاه‌ها (۹) توسط این خزندگان دریایی را در اختیار ما قرار دهد. از این رو در این تحقیق ما بر آن شدیم تا جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی تخم‌گذار را در دو زیستگاه متفاوت در خلیج فارس بررسی نماییم. سوال اصلی این تحقیق آن بود که نشان دهیم آیا ساختار جوامع همزیست لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی تخم‌گذار در زیستگاه‌های تولیدمثلی پراکنده شده در سطح خلیج فارس با یکدیگر تفاوت معنی داری دارند و می‌توانند اطلاعاتی را در خصوص بوم‌شناسی میزبان خود فراهم نمایند یا خیر. از این رو جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی تخم‌گذار در دو زیستگاه دور از هم، شامل یک زیستگاه در پارک ملی دیر-نخیلو که در میانه خلیج فارس واقع شده و تحت تأثیر شرایط ویژه این پهنه آبی (شامل شوری و دمای بالا) قرار

دارد، و زیستگاه دیگر در ساحل شیب دراز جزیره قشم که تحت تأثیر جریان های ورودی به خلیج فارس از دریای عمان قرار داشته و محیط معتدل‌تری دارد، مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

نمونه‌های روی‌زی سطح بدن لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی تخم‌گذار در فصل تخم‌گذاری این گونه در خلیج فارس، یعنی فصل بهار، در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ از دو منطقه ساحل شیب‌دراز جزیره قشم در استان هرمزگان واقع در نزدیکی تنگه هرمز ($26^{\circ}41'N$, $55^{\circ}55'E$)، و پارک ملی دیر-نخیلو (DNNP) (دو جزیره‌ی خالی از سکنه ام‌الگرم و نخیلو) در استان بوشهر در قسمت میانی خلیج فارس ($27^{\circ}54'N$, $51^{\circ}26'E$) جمع‌آوری گردیدند.

برای دستیابی به لاک‌پشت‌ها، به مدت ۷ شب در جزایر ام‌الگرم و نخیلو در پارک ملی دیر-نخیلو، و به مدت ۳۰ شب در ساحل شیب‌دراز جزیره قشم، عملیات گشت‌زنی در ساحل انجام گردید. جهت جلوگیری از ایجاد مزاحمت برای لاک‌پشت‌ها در طی فرآیند تخم‌گذاری، عکس‌برداری و نمونه‌برداری از روی‌زی‌های هر لاک‌پشت پس از اتمام تخم‌گذاری و هنگام بازگشت جانور به دریا صورت می‌گرفت. در ابتدا ذرات شن و ماسه مزاحم موجود روی سطح بدن لاک‌پشت با آب دریا شسته شد و سپس طول خمیده کاراپاس (CCL) توسط متر نواری اندازه‌گیری شد. پس از ثبت اندازه لاک‌پشت، سطوح کاراپاس، پلاسترون، سر و نواحی نرم (فلیپرها و کشاله) بدن لاک‌پشت عکس‌برداری گردید و جهت شناسایی دقیق گونه‌ها و جلوگیری از آسیب به لاک‌پشت و روی‌زی‌ها، تنها تعداد محدودی از کشتی‌چسب‌ها بصورت فیزیکی و با رعایت نکات ایمنی توسط کاردک جداسازی شده و درون ظرف‌های حاوی اتانول ۹۶٪ نگهداری شدند. همچنین به منظور جمع‌آوری نمونه‌های روی‌زی، سه ناحیه از سطح کاراپاس هر لاک‌پشت (هر کدام به اندازه تقریباً ۹ سانتیمتر مربع) با استفاده از تیغ اسکالپل بصورت تصادفی به آرامی تراشیده شد و به ظرف‌های نگهداری حاوی محلول فرمالدهید ۴٪ منتقل گردید. به منظور مطالعه‌ی جوامع دیاتومه، سه نمونه به اندازه حدوداً 4 cm^2 از کناره فلس‌ها از روی کاراپاس هر لاک‌پشت جمع‌آوری و به لوله‌های فالکن ۵ میلی‌لیتری برچسب خورده حاوی فرمالدهید ۴٪ منتقل گردید (۲).

تاکسون‌های روی‌زی لاک‌پشت‌ها با استفاده از کلیدهای محلی تا پایین ترین حد ممکن شناسایی شدند. برای شناسایی کشتی‌چسب‌ها تا حد گونه از نشانه‌های ظاهری مخصوصاً صدف خارجی و ساختارهای ترگوم و اسکوتوم استفاده شد. از کلیدهای شناسایی استاندارد Chan و همکاران (۲۰۰۹)، Hayashi (۲۰۱۲) و شهدادی و همکارانش (۲۰۱۴) جهت شناسایی دقیق کشتی‌چسب‌ها استفاده شد (۱۳، ۱۴ و ۱۵).

آزمون آماری PERMANOVA جهت کشف وجود تفاوت در ساختار جوامع روی‌زی در دو مکان شیب‌دراز و پارک ملی دیر-نخیلو بکار برده شد. از آزمون شباهت SIMPER برای یافتن تاکسون‌های با بیشترین تأثیرگذاری در ایجاد این تفاوت استفاده گردید. همچنین نمودار nMDS جهت بررسی دیداری شباهت و تفاوت این دو مکان ترسیم شد.

۳. نتایج

در طول فصل تخم‌گذاری لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی، در مجموع ۴۶ لاک‌پشت در دو منطقه‌ی ساحل شیب‌دراز جزیره قشم (تعداد ۱۸ لاک‌پشت) و جزایر ام‌الگرم و نخیلو (تعداد ۲۸ لاک‌پشت) در پارک ملی دیر-نخیلو در استان بوشهر، مورد بررسی قرار گرفتند. طول خمیده کاراپاس لاک‌پشت‌های بررسی شده در شیب‌دراز، $69/5$ تا 78 سانتیمتر بود، در حالیکه این عدد در پارک ملی دیر-نخیلو از $67/5$ تا 77 سانتیمتر بود. همچنین، میانگین طول خمیده کاراپاس در شیب‌دراز $73/6 \pm 0/6$ و در پارک ملی دیر-نخیلو $71/9 \pm 0/5$ محاسبه گردید.

در دو منطقه نمونه‌برداری، در مجموع ۵۴ تاکسون ریز روی‌زی (میکروفون)، میان روی‌زی (میوفون) و درشت روی‌زی (ماکروفون) در سطح کاراپاس لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی شناسایی شد، که ۲۸ دیاتومه، پنج جلبک رشته‌ای، چهار گونه کشتی‌چسب، سه تاکسون روزن‌دار، دو تاکسون

دوجورپا، یک تاکسون دوکفه ای، یک پاروپا، یک ده‌پا، یک استراکود، یک شکم‌پا، یک هاپتوفیت، یک زالو، یک کیسه‌تن، یک نماتود، یک پرتار، یک اسفنج و یک تانائید را شامل می‌شد.

آزمون آماری PERMANOVA تفاوت آماری مشخصی را در ساختار جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی، بین دو مکان نمونه‌برداری نشان داد ($F = 17.51, P < 0.001$). همچنین آزمون شباهت SIMPER نشان داد که میزان تفاوت در ساختار جوامع دو مکان نمونه‌برداری برابر با ۳۹/۵٪ است و این تفاوت عمدتاً بدلیل فراوانی تاکسون‌های Harpacticoida (۱۹/۳۳٪)، *Quinqueloculina* spp. (۱۶/۷۸٪)، Rotaliida (۱۲/۴۸٪) و Ostracoda (۱۱/۲٪) است. همچنین نمودار nMDS نشان داد که ساختار جوامع بطور قابل‌توجهی وابسته به مکان بود.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان دادند که در بین درشت روی‌زی‌ها، کشتی‌چسب‌ها بیشترین فراوانی و همچنین بیشترین درصد حضور را روی لاک‌پشت‌های میزبان داشتند، آنچه با یافته‌های سایر مطالعات مربوط به بررسی جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌های دریایی مطابقت دارد (رجوع شود به ۱۶، ۷ و ۳). همچنین دو گونه کشتی‌چسب *Chelonibia testudinaria* و *Platylepas hexastylus* در هر دو مکان نمونه‌برداری روی همه‌ی افراد لاک‌پشت مشاهده شدند. گونه کشتی‌چسب *Stephanolepas muricata* نیز برای اولین بار در این پژوهش از خلیج فارس گزارش شده است.

در بین تاکسون‌های میان روی‌زی (میوفون)، تاکسون پاروپای Harpacticoida دارای بیشترین فراوانی و بیشترین درصد حضور بوده و بر روی همه‌ی لاک‌پشت‌های بررسی شده مشاهده گردید. Correa و همکارانش (۲۰۱۳) نیز این پاروپایان را بر روی ۹۰٪ لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی تخم‌گذار در سواحل Pernambuco کشور برزیل در اقیانوس اطلس مشاهده نمودند. هرچند در مطالعه آن‌ها این سخت پوستان از نظر فراوانی به‌عنوان دومین تاکسون میوفون شناخته شدند و بیشترین فراوانی میوفون‌ها در آن تحقیق به تاکسون Ostracoda تعلق داشت. برخلاف مطالعه‌ی Correa و همکارانش (۲۰۱۳) که نماتودها سومین تاکسون فراوان بودند، در پژوهش حاضر تاکسون روزن‌دار Rotaliida سومین تاکسون فراوان بود و با درصد حضور ۱۰۰٪ در شیب‌دراز و ۹۶٪ در پارک ملی دیر-نخیلو، دومین تاکسون میوفون با درصد وقوع بالا شناخته شد.

لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی بیشتر عمر خود را در صخره‌های مرجانی در حال تغذیه هستند. این رفتار تغذیه‌ای موجب نشستن لارو گونه‌های مختلف روی‌زی روی سطح بدن آنها می‌شود (۱۶) که مصداق مفهوم اشتراک جغرافیایی و اکولوژیک کُنام (niche) میزبان و روی‌زی است (۱). به بیان دیگر ساختار جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌های دریایی در مراحل مختلف زندگی آن‌ها، به عنوان مثال زمانی که در نواحی پلاژیک (ستون آب) زندگی می‌کنند نسبت به زمانی که در نواحی ساحلی زندگی می‌کنند، متفاوت است (۱). Domènech و همکاران در سال ۲۰۱۵ مشاهده کردند که جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌های سرخ ساکن غرب و قسمت مرکزی دریای مدیترانه شباهت زیادی با یکدیگر داشته، اما با جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌های سرخ تخم‌گذار ساکن بخش شرقی این دریا به طور معنی‌داری تفاوت داشتند. آن مطالعه نشان داد که عامل فاصله‌ی مکانی، هر چند در یک پهنه‌ی آبی، احتمالاً به دلیل وجود شرایط محیطی متفاوت، می‌تواند موجب ایجاد تفاوت در جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌های دریایی در دریای مدیترانه گردد. در این مطالعه نیز برای بررسی این فرضیه ساختار جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌های پوزه‌عقابی خلیج فارس بین دو زیستگاه با شرایط محیطی متفاوت، یکی در قسمت میانی خلیج فارس (پارک ملی دیر-نخیلو) که تحت تأثیر شرایط غیر طبیعی خلیج فارس (دما و شوری بالا) قرار دارد، و دیگری (شیب‌دراز) در تنگه هرمز که تحت تأثیر جریان‌های ورودی به خلیج فارس از دریای عمان شرایط معتدل تری را دارد، با یکدیگر مقایسه شدند. تحلیل‌های آماری داده‌ها تفاوت معنی‌داری در ساختار جوامع روی‌زی بین دو مکان نمونه‌برداری (تنگه هرمز و قسمت میانی خلیج فارس) نشان داد. از طرفی نمودار nMDS تأییدی بر این فرضیه است که فاصله‌ی جغرافیایی می‌تواند باعث ایجاد تفاوت در ساختار جوامع روی‌زی لاک‌پشت‌ها شود. همچنین آزمون شباهت SIMPER مشخص کرد که تفاوت در ساختار جوامع روی‌زی بیشتر به دلیل تفاوت در فراوانی تاکسون‌های Harpacticoida، *Quinqueloculina* spp.، Rotaliida و Ostracoda است. فراوانی Harpacticoida در شیب‌دراز حدوداً ۱/۵

برابر دیر-نخیلو بود. لذا ممکن است فراوانی این پاروپایان بر روی لاک‌پشت‌های دریایی بتواند به عنوان یک نشانگر، شرایط اکولوژیکی زیستگاه این خزندگان دریایی را بازتاب دهد. از این لحاظ بررسی اکولوژی این سخت‌پوستان حائز اهمیت بسیار بوده و پیشنهاد می‌گردد در مطالعات بعدی تأثیر عوامل محیطی (همانند شوری، دما، اکسیژن محلول، نور و ...) روی این سخت‌پوستان روی‌زی مورد بررسی قرار گرفته و دامنه تاب‌آوری آنها نسبت به هریک از فاکتورهای محیطی به طور دقیق مورد ارزیابی کمی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری به دلیل اختصاص کمک هزینه پژوهشی برای این طرح (به شماره ۹۷۰۱۴۶۱۶) قدردانی بعمل می‌آید. همچنین از حمایت‌های محیط زیست سازمان منطقه آزاد قشم و اداره محیط زیست استان بوشهر جهت انجام نمونه‌برداری‌های میدانی، کمال تشکر را داریم. همچنین از گروه مردمی ناتوران خمیس "محافظان لاک‌پشت" که در ساحل شیب‌دراز جزیره قشم با ما همکاری کردند، بسیار سپاسگزاریم.

منابع

1. Frick MG, Pfaller JB. Sea Turtle Epibiosis. In: The biology of sea turtles. 2013. p. 399–426. Available from: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b13895-16>
2. Majewska R, Santoro M, Bolaños F, Chaves G, De Stefano M. Diatoms and other epibionts associated with Olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles from the Pacific Coast of Costa Rica. PLoS One. 2015;10(6).
3. Pfaller JB, Frick MG, Reich KJ, Williams KL, Bjorndal KA. Carapace epibionts of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) nesting at Canaveral National Seashore, Florida. J Nat Hist. 2008;42(13–14):1095–102.
4. Wahl M. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. 1989;58:175–89.
5. Harder T. Marine Epibiosis: Concepts, Ecological Consequences and Host Defence. In Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2008. p. 1–13. Available from: https://doi.org/10.1007/7142_2008_16
6. Domènech F, Badillo FJ, Tomás J, Raga JA, Aznar FJ. Epibiont communities of loggerhead marine turtles (*Caretta caretta*) in the western Mediterranean: Influence of geographic and ecological factors. J Mar Biol Assoc United Kingdom. 2015;95(4):851–61.
7. Fuller WJ, Broderick AC, Enever R, Thorne P, Godley BJ. Motile homes: A comparison of the spatial distribution of epibiont communities on Mediterranean sea turtles. J Nat Hist. 2010;44(27):1743–53.
8. Robinson NJ, Lazo-Wasem EA, Paladino F V., Zardus JD, Pinou T. Assortative epibiosis of leatherback, olive ridley and green sea turtles in the Eastern Tropical Pacific. J Mar Biol Assoc United Kingdom [Internet]. 2016;97(6):1–8. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-marine-biological-association-of-the-united-kingdom/article/assortative-epibiosis-of-leatherback-olive-ridley-and-green-sea-turtles-in-the-eastern-tropical-pacific/A52EAB323544364AF55785A7C7DEEB1C>
9. Pfaller JB, Alfaro-Shigueto J, Balazs GH, Ishihara T, Kopitsky K, Mangel JC, et al. Hitchhikers reveal cryptic host behavior : new insights from the association between Planes major and sea turtles in the Pacific Ocean. Mar Biol. 2014;161(9):2167–2178. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00227-014-2498-3>

10. Wahl M, Mark O. The predominantly facultative nature of epibiosis : experimental and observational evidence *. 1999;187:59–66.
11. Casale P, D'Addario M, Freggi D, Argano R. Barnacles (Cirripedia, Thoracica) and associated epibionts from sea turtles in the central mediterranean. *Crustaceana*. 2012;85(4–5):533–49.
12. Lazo-Wasem EA, Pinou T, Niz AP De, Feuerstein A. Epibionts Associated with the Nesting Marine Turtles *Lepidochelys olivacea* and *Chelonia mydas* in Jalisco , Mexico : A Review and Field Guide Epibionts Associated with the Nesting Marine Turtles *Lepidochelys olivacea* and *Chelonia mydas* in Jalisco , Mexico. *Bull Peabody Museum Nat Hist*. 2011;52(October):221–40.
13. Chan BKK ;Prabowo. RE ;Lee. K-S, Prabowo RE, Lee K-S. Crustacean Fauna of Taiwan: Barnacles, Volume I - Cirripedia: Thoracica excluding the Pyrgomatidae and Acastinae. Taiwan. 2009 Sep 1 [cited 2018 Jan 23]; Available from: <http://ir.sinica.edu.tw/handle/201000000A/40967>
14. Hayashi R. Atlas of the barnacles on marine vertebrates in Japanese waters including taxonomic review of superfamily Coronuloidea (Cirripedia: Thoracica). *J Mar Biol Assoc United Kingdom*. 2012;92(1):107–27.
15. Shahdadi A, Sari A, Naderloo R. A checklist of the barnacles (Crustacea: Cirripedia: Thoracica) of the Persian Gulf and Gulf of oman with nine new records. *Zootaxa*. 2014;3784(3):201–23.
16. Corrêa GVV, Ingels J, Valdes Y V., Fonsêca-Genevois VG, Farrapeira CMR, Santos GAP. Diversity and composition of macro- and meiofaunal carapace epibionts of the hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus, 1822) in Atlantic waters. *Mar Biodivers*. 2013;44(3):391–401.
17. Gasperetti, J., Stimson, A.F., Miller, J.D., Ross, J.P. and Gasperetti, P.R. Turtles of Arabia. *Fauna of Saudi Arabia*. 1993;13(1):70-236.



زمین شیمی رسوبات بخش شمالی خلیج فارس در محدوده کشور ایران

لک؛ راضیه

دانشیار پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (lak_ir@yahoo.com)

واژگان کلیدی: (زمین شیمی، رسوب، خلیج فارس)

۱. مقدمه

منشا رسوبات عهد حاضر بخش شمالی خلیج فارس، نهشته‌های تخریبی رودخانه‌ای، شیمیایی، بیوشیمیایی و بادی می‌باشد (Lak et al., 2009). نهشته‌های تخریبی رودخانه‌ای از اروندرود و بعضی رودخانه‌های سواحل شمالی نظیر زهره و کارون تامین می‌شود. طغیان اروندرود نقش کمی در تامین رسوب دارد زیرا بیشتر رسوبات در بخش دلتا به دام افتاده و تنها بخش کوچکی از آن (حدود ۱۰ درصد) به خلیج می‌رسد (Emery, 1956; Milliman and Meade, 1983; Al-Bakri and El-Sayed, 1991). رسوبات بادی عمدتاً توسط بادهای جنوب غربی که شمال نامیده می‌شود، تامین می‌شوند (Purser, 1973). طوفان‌های غبار مقادیر نسبتاً زیادی از مواد تخریبی ریز دانه را از دشت‌های ساحلی و بیابان‌های شمالی، شمال غرب (عراق) و صحرای عربستان با خود به داخل خلیج می‌آورند (Sugden, 1963; Khalaf et al., 1979; Ahmadi-Birgani, 2018; Al-Bakri et al., 1984). با توجه به منشأ چندگانه رسوبات بستر خلیج فارس، لازم است منشأ عناصر در رسوبات با توجه به منشأ رسوب، تعیین شود. بسیاری از مطالعات ژئوشیمی عناصر به دلیل توسعه صنایع و فعالیت‌های انسانی و تمرکز فلزات کمیاب در لایه‌های سطحی صورت گرفته است (Belluchi et al., 2003). مطالعات رسوب‌شناسی، محیط رسوبی و ژئوشیمی آلی نسبتاً جامعی از رسوبات هولوسن سواحل جنوبی خلیج فارس توسط محققین مختلفی نظیر Purser (1973) صورت پذیرفته است، اما در بخش ایرانی کمتر مطالعه شده است. در سال ۲۰۱۵، Behbahani و همکاران به مطالعه مقادیر مواد آلی در رسوبات سطحی بخش ایرانی خلیج فارس پرداختند. اما به طور کلی نیاز به مطالعات در این زمینه‌ها در سواحل شمالی (ایرانی) خلیج فارس احساس می‌شود.

نهشته‌های جوان کرانه‌های بخش ایرانی خلیج فارس، تقریباً بیش از ۵۰ درصد رسوبات کانی‌های کربناته هستند که در نمونه‌های مطالعه شده کاملاً این مورد مشاهده شده است. دلیل این امر آن است که علاوه بر کربنات‌های حل شده بوسیله رودخانه‌ها (چنانی و همکاران، ۱۳۸۷)، وجود سازندهای آهکی موجود در این خلیج و انحلال و رسوبگذاری مجدد آن سبب این امر است (Hartmann et al., 1971). لازم به ذکر است که در سمت ایرانی خلیج فارس با توجه به وجود رشته کوه‌های زاگرس شیب بستر زیاد است (Purser, 1973) و میزان بار رودخانه‌ای وارده به حوضه نیز زیاد می‌باشد که در نهایت باعث کاهش شوری آب، کاهش pH محیط و از طرفی افزایش میزان بار معلق و در نهایت ایجاد بستر گلی می‌گردد. به طور کلی رسوبات آواری غالباً ریزدانه و در اندازه ماسه ریز و سیلت می‌باشد و شامل کانی‌های کوارتز، فلدسپار، مسکویت، کانی‌های رسی و در بعضی مناطق دیوپسید، همتایت، پیروکسن، گرافیت، ژپس و باریت می‌باشد. کانی‌های رسی شامل کلریت، ایلیت، کائولینیت، پلی گورسکیت و مونت‌موریونیت است که کلریت فراوانترین کانی رسی حوضه خلیج فارس محسوب می‌گردد. علاوه بر آن خرده‌های اسکلتی و ذرات ریز آهکی آواری نیز در رسوبات دیده می‌شود. رسوبات شیمیایی و بیوشیمیایی

شامل کانی‌های آراگونیت، کلسیت، دولومیت و اندکی هالیت می‌باشد. ائید به فراوانی در رسوبات اعماق مختلف دیده می‌شود. پلت و اینتراکلاست در برخی مناطق مشاهده می‌شود. رسوبات بیوشیمیایی غالباً در اندازه ماسه درشت و گراول می‌باشد (بهبهانی و لک، ۱۳۹۸). Amjadi et al, (2012) یک منشا دیگر برای کانی‌های رسی در خلیج فارس در نظر گرفته اند که ورود آنها از دریای عمان می‌باشد. از آنجاییکه محیط رسوبی خلیج فارس یک محیط رسوبی حساس و از لحاظ اکولوژیکی بی‌نظیر می‌باشد، این تحقیق با هدف شناسایی مقادیر عناصر موجود در رسوبات و شناسایی منشأ آن‌ها و آلودگی‌های فلزات سنگین احتمالی، انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

حدود ۵۰۰ نمونه رسوب سطحی در شبکه نمونه برداری سیستماتیک با فواصل ۱۵ کیلومتر از بخش ایرانی خلیج فارس برداشت شد. عمق نمونه‌ها توسط دستگاه اکوساندر تعیین گردید. کروز دریایی توسط شناور اجاره ای ۸۵ متری مقام متعلق به نیروی دریایی ارتش انجام گرفت. نمونه‌برداری توسط دستگاه گرب نوع Van Veen متعلق به کمپانی هیدروبیوس آلمان انجام شده است. نمونه‌ها پس از آماده سازی، پودر و به آزمایشگاه‌های مرکز پژوهش‌های کاربردی سازمان زمین شناسی کشور ارسال گردید. آنالیز شیمیایی عناصر، توسط دستگاه ICP-OES مدل Variant 735-ES برای عناصر Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, Cr, Ni, Cu, Sr, Ba, Zn, Mn, Ti, P, Be, Li, Mo, V, La, Nb, Sc, Y, As, Bi و دستگاه جذب اتمی برای عناصر آرسنیک، مولیبدن، تنگستن و بیسموت صورت گرفت. پس از اخذ نتایج، داده‌ها در محیط Excel و نرم افزار SPSS پردازش و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور تعیین جوامع آماری مختلف و تعیین بدنه اصلی متغیرها، منحنی‌های P-P Plot و Q-Q Plot ترسیم گردید تا به کمک آن مقادیر خارج از رده مشخص گردد و در جدول فراوانی عناصر دارای مقدار منطقی گردند. ضرایب همبستگی بین عناصر از روش Spearman تعیین گردید. علت انتخاب این روش آن است که تعدادی از عناصر توزیع نرمال ندارند و روش Spearman مستقل از چگونگی توزیع عناصر است. تعیین پاراژنرها و نحوه ارتباط عناصر با یکدیگر توسط آنالیز خوشه‌ای انجام و به منظور تعیین منشأ رسوبات و تفکیک عناصر مختلف بر اساس ژنر آن‌ها، آنالیز فاکتوری صورت پذیرفت.

۳. نتایج

نتایج آنالیز شیمیایی رسوبات و پارامترهای آماری مقادیر عناصر در جدول ۱ نشان داده شده است.

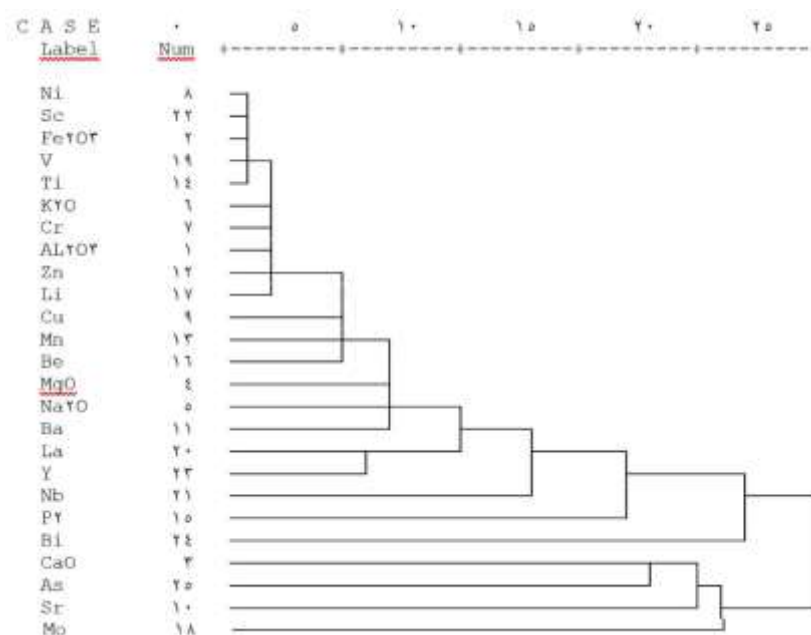
جدول (۱) پارامترهای آماری متغیرها

	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Mg O (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	Cr(ppm)	Ni(ppm)	Cu(ppm)	Sr(ppm)	Ba(ppm)	Zn(ppm)
Mean	4.47	2.49	22.72	2.83	1.64	1.05	81.47	60.40	13.35	1117.20	113	37.64
Median	4.51	2.51	22.16	2.62	1.60	1.07	79.08	61.43	13.82	927.14	102	36.38
Std. Deviation	2.38	1.09	7.16	1.40	0.60	0.51	50.71	33.02	7.12	762.36	86	16.46
Skewness	0.08	-0.09	0.39	0.32	0.84	0.33	2.43	-0.03	0.79	1.79	4.30	0.50
Kurtosis	-0.75	-0.18	-0.43	- 1.14	3.89	2.28	11.95	-0.82	3.92	5.38	25.06	0.05
Minimum	0.08	0.07	8.90	0.09	0.02	0.04	0.13	1.68	0.56	71.16	2.25	16.10
Maximum	10.35	5.10	37.50	6.86	5.42	4.12	400	126	55.00	5466	700	100
Kurt+Ske w	-0.67	-0.27	-0.04	- 0.82	4.73	2.61	14.37	-0.85	4.71	7.17	29.36	0.55

	Mn (ppm)	Ti (ppm)	P (ppm)	Be (ppm)	Li (ppm)	Mo (ppm)	V (ppm)	La (ppm)	Nb (ppm)	Sc (ppm)	Y (ppm)	As (ppm)	Bi (ppm)
Mean	371	1708	739	0.58	21.75	0.64	50.86	18.87	7.42	7.44	14.10	6.22	0.18
Median	378	1674	716	0.60	22.19	0.52	51.66	17.19	7.46	7.11	13.64	5.40	0.17
Std. Deviation	155	680	234	0.22	11.51	0.47	24.86	9.32	3.34	2.75	6.43	4.19	0.05
Skewness	0.15	0.36	0.45	-0.23	0.56	5.14	0.17	0.23	0.41	0.28	0.40	2.28	0.92
Kurtosis	0.89	-0.49	0.54	-0.64	2.90	35.7	-0.18	-0.94	-0.24	-1.13	-0.47	7.35	2.83
Minimum	9.09	806	200	0.03	0.99	0.22	1.08	0.71	2.00	4.00	4.90	0.75	0.10
Maximum	810	3510	1310	1.23	95.72	4.75	141.5	41.61	15.10	12.60	29.1	30	0.45
Kurt+Ske w	1.04	-0.13	0.99	-0.87	3.46	40.9	-0.02	-0.71	0.17	-0.84	-0.08	9.63	3.75

۴. بحث و نتیجه‌گیری

ضرایب همبستگی و دندوگرام خوشه‌ای عناصر (شکل ۱) نشان داد ضریب همبستگی عنصر Ca به جز عناصر منیزیم، استرانسیوم و آرسنیک با سایر عناصر، منفی است. این موضوع بیانگر آن است که سه عنصر ذکر شده منشأ بیولوژیکی دارند. بدیهی است که عناصر منیزیم و استرانسیوم در رسوبات بیوشیمیایی افزایش می‌یابد پس منشأ درون حوضه‌ای و در شبکه کربنات کلسیم (عمدتاً آراگونیت) که از ترسیب مستقیم آب دریا، تشکیل می‌شود، وارد می‌گردد. به احتمالاً عنصر آرسنیک جذب بافت ارگانیسم‌ها شده است. ضریب همبستگی بالای بین نیکل و وانادیوم حاکی از منشأ یکسان که به نظر می‌رسد برخی از منشأ آن، منشأ نفتی است می‌باشد از سوی دیگر با عناصر پوسته‌ای نیز همبستگی بالایی نشان می‌دهند این موضوع حاکی از آن است که نیکل و وانادیوم حاصل از آلودگی‌های نفتی به صورت معلق در آب، جذب کانی‌های رسی گردیده است. چنانی و همکاران (۱۳۸۷)، با مطالعه ژئوشیمی رسوبات محدوده خورموسی مشخص کرده‌اند که در اثر اختلاط آب شور دریا و آب شیرین رودخانه اروندرود بسیاری از عناصر سنگین محلول در آب این رودخانه در دهانه آن ته‌نشست می‌کنند و وارد دریا نمی‌شوند. در نتیجه عناصر سنگین در دهانه اروندرود نسبت به سایر بسترها تجمع بالایی نشان می‌دهند.



شکل ۱) آنالیز خوشه‌ای فراوانی عناصر در رسوبات

عناصر نیکل، اسکاندیم، وانادیوم، تیتان و آهن در یک رده با بیشترین قرابت قرار گرفته‌اند. عناصر کلسیم، استرانسیوم، آرسنیک و مولیبدن نیز در یک گروه منتهی با همبستگی کمتر قرار گرفته‌اند. پیش از این سهراب‌پور و همکاران در سال ۲۰۰۳ و Karbasi (۱۹۹۸) به بیان اینکه وانادیوم به عنوان یک عنصر مشخص کننده وجود نفت، با عناصر پوسته‌ای Al, Fe, Sc به شدت با Ce, Co, Cs, Mg, Mn, K, Ti و حتی V مرتبط می‌باشند، پرداختند.

در آنالیز فاکتوری، عناصر در ۵ فاکتور یا عامل اصلی قرار می‌گیرند. مقدار KMO نیز مقدار خوبی است (۰.۹۱۱). هر چه مقدار KMO به عدد یک نزدیک تر باشد، خطا پایین تر است. عناصری که در هر فاکتور بیشترین تأثیر را دارند، به رنگ زرد و آن عناصری که تأثیر نسبتاً بالایی دارند به رنگ سبز در جدول ۲ (Rotated Component Matrix) مشخص شده‌اند. به عبارت دیگر عناصر دارای ۵ منشأ می‌باشند. گروه اول شامل عناصر Sc, V, Ti, Ni, Cr, Cu, Zn, Mn, Na, K, Li, Be, Ba, Nb, Y می‌باشد که دارای منشأ زمینی (ژئوژنیک) هستند. توسط رودخانه‌ها از فرسایش سنگ‌های قدیمی‌تر به داخل حوضه رسوبی خلیج فارس حمل شده‌اند توزیع فلزات سنگین با منشأ زمینی از قبیل کروم، نیکل، منگنز، تیتان و وانادیوم در خورهای سواحل خلیج فارس بسیار بیشتر از میانگین این عناصر در رسوبات است لذا آنومالی اقتصادی محسوب می‌گردد. در مقایسه بین آنالیز خوشه‌ای و آنالیز فاکتوری مشخص است که نیکل، اسکاندیم، وانادیوم، تیتان دارای یک منشأ و قرابت نزدیکتر دیگری با هم دارند و آن هم منشأ نفتی است اما علاوه بر آن در اثر جذب سطحی به کانی‌های رسی از الگوی عناصر با منشأ زمینی تبعیت نموده‌اند. منشأ عناصر گروه دوم شامل عناصر کلسیم، منیزیم و استرانسیوم است که مربوط به رسوبات با منشأ زیستی (بیوژنیک) می‌باشند. در گروه سوم عناصر آرسنیک، مولیبدن و باریم قرار می‌گیرد اما در اغلب اسکاتر پلات‌های ترسیمی باریم در گروه عناصر دسته اول قرار می‌گیرد و دو عنصر مولیبدن و آرسنیک همراه با استرانسیوم و کلسیم قرار می‌گیرند و نشان می‌دهد که این عناصر به صورت محلول در آب، تمایل به پیوند با کربنات‌ها داشته و جذب کربنات‌ها می‌گردند و ته‌نشست می‌کنند. هنگامی که فلزات سنگین به آب‌های ساحلی وارد می‌شوند به سرعت با اجزای محیط همراه می‌شوند و در رسوبات کف ته‌نشست می‌کنند. بیسموت در گروه چهارم قرار می‌گیرد که به دلیل عدم ارتباط ژنتیکی با سایر عناصر، منشأ آن آنتروپوژنیک است و آلودگی زیست محیطی معرفی می‌شود. همچنین فسفر در گروه پنجم قرار می‌گیرد که منشأ درون حوضه‌ای برای آن می‌توان در نظر گرفت. منشأ فسفر در سواحل شمالی خلیج فارس به دلیل پدیده آپولینگ و رشد میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه سایر آبریان می‌باشد.

نتایج به دست آمده حاکی از آن است که ماکزیمم مقادیر عناصر AS, Cr, Ni, V بیش از حداکثر مقدار مجاز تعیین شده در رسوبات می‌باشد که اغلب مربوط به بخش شمالی تنگه هرمز به ویژه نواحی کم عمق، ساحلی و خورهای آن منطقه است که نسبت به رسوبات داخل خلیج فارس حتی مناطقی که فعالیت‌های نفتی در حال انجام است دارای مقادیر بالاتری از فلزات سنگین هستند. منشأ این عناصر رودهایی است که از سمت شرق وارد خلیج فارس می‌شوند و در مسیر حرکت خود از افیولیت ملانژهای مکران عبور می‌نمایند. مقادیر عناصر مس، کادمیوم، مولیبدن، سرب و روی در رسوبات سطحی بخش ایرانی خلیج فارس در حد مجاز می‌باشد.

به طور کلی پژوهش انجام شده در خصوص زمین شیمی رسوبات سطحی خلیج فارس در بخش ایرانی حاکی از آن است که عناصر دارای پنج منشأ مختلف است:

- ✓ عناصر AS, Cr, Ni, V دارای منشأ آلودگی نفتی است (فاکتور ۱).
- ✓ عناصر کلسیم، منیزیم و استرانسیوم با منشأ بیوژنیک و درون حوضه‌ای مشخص می‌گردند (فاکتور ۲).
- ✓ عناصر آرسنیک و مولیبدن به صورت محلول در آب از رودخانه‌ها وارد دریا گردیده و جذب کربنات‌ها شده‌اند (فاکتور ۳).
- ✓ عنصر بیسموت، آلودگی زیست محیطی محسوب می‌گردد و آنتروپوژنیک است (فاکتور ۴).

✓ منشا فسفر درون حوضه‌ای است. فسفر در سواحل شمالی خلیج فارس به دلیل پدیده آپولینگ و رشد میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه سایر آبریان می‌باشد (فاکتور ۵).

✓ مقادیر عناصر مس، کادمیوم، مولیبدن، سرب و روی در رسوبات سطحی بخش ایرانی خلیج فارس در حد مجاز می‌باشد.

جدول ۲) آنالیز فاکتوری- رنگ زرد بیانگر عناصری است که بیشترین تاثیر را در یک منشا یا فاکتور خاص دارند. رنگ سبز بیانگر عناصری هستند که تأثیر نسبتاً بالایی در یک منشا یا فاکتور خاص دارند.

	1	2	3	4	5
Al ₂ O ₃	0.875	0.412	0.037	-0.076	-0.056
Fe ₂ O ₃	0.967	-0.052	0.107	0.037	0.092
CaO	-0.591	0.654	0.33	-0.038	0.037
MgO	0.467	0.776	0.181	-0.098	0.019
Na ₂ O	0.66	0.475	-0.381	-0.043	0.164
K ₂ O	0.945	0.142	-0.097	0.04	-0.009
Cr	0.897	-0.153	0.084	0.065	0.123
Ni	0.957	0.051	-0.122	0.013	0.059
Cu	0.836	0.158	-0.262	-0.061	-0.095
Sr	-0.771	0.16	-0.401	0.169	0.166
Ba	0.634	-0.207	0.515	0.073	0.039
Zn	0.921	0.065	-0.115	-0.021	0.011
Mn	0.774	-0.142	0.462	0.05	0.056
Ti	0.936	-0.149	0.105	-0.037	-0.113
P	0.327	0.123	-0.543	0.188	0.658
Be	0.803	0.315	0.053	-0.046	-0.132
Li	0.835	0.185	-0.343	0.042	-0.059
Mo	0.015	-0.01	0.634	-0.144	0.437
V	0.959	0.136	0.142	-0.043	-0.071
La	0.23	-0.918	-0.013	0.142	0.068
Nb	0.585	-0.391	-0.261	-0.364	-0.089
Sc	0.96	-0.098	-0.022	-0.02	0.009
Y	0.578	-0.7	0.144	-0.005	0.115
Bi	0.376	0.179	0.211	0.803	-0.185
As	-0.159	0.261	0.748	-0.055	0.163

سپاسگزاری

بی‌شک این پژوهش بدون مساعدت و همکاری سایر عزیزان امکان پذیر نبود و نویسنده بر خود لازم می‌دانم از مساعدت‌های دفتر زمین شناسی دریایی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور سپاسگزاری کنم. از زحمات آقایان علی محمدی، نادر چنانی، علی شکبیا آزاد، افشین کریمخانی، مجید معینی، رضا بهبهانی، علیرضا داداش‌زاده، محمد رضا انسانی، حمید افتخاری، علیرضا صالحی‌پور، سید علی اسماعیلی، حامد هوشمند، علی ابراهیمی، ساعد محمدپور، قاسم منتظری و بهرام کدخدا به سبب سه ماه تلاش شبانه روزی جهت عملیات میدانی قدردانی می‌شود.

منابع

۱. چنانی، ن.، لک، ر.، فیاضی، ف.، ۱۳۸۷. بررسی میزان، پراکندگی و تعیین منشأ عناصر سنگین Cr, Ni, Cu, Zn, V, Pb در رسوبات سطحی آبراهه خور موسی "شمال غربی خلیج فارس". همایش و نمایشگاه تخصصی محیط زیست
۲. بهبهانی، ر.، لک، ر.، ۱۳۹۸. پراکندگی اجزای رسوبی و بررسی کانی‌شناختی در بخش شمالی خلیج فارس (پهنه دریایی و رودخانه-های ورودی)، رسوب‌شناسی کاربردی، دوره ۷، شماره ۱۳، ۵۶-۵۷ ص.

3. Ahmady-Birgani, H., Mcqeen, K. G. and Mirnejad, H. (2018). Characteristics of mineral dust impacting the Persian Gulf. *Aeolian Research*, 30: 11-19.
4. Al-Bakri, D. and El-Sayed, M., 1991. Mineralogy and provenance of the clastic deposits of modern intertidal environment of the Northern Persian Gulf. *Marine Geology*, 97, 121-135.
5. Al-Ghadban, A. N., Al- Dousari, A. M, Al- Kadi, A., Behbahani, M., Caceres, P., 1998. Mineralogy, genesis and sources of surficial sediments in ROPME Sea area. In: Otsuki et al., (eds.), offshore environment of the RPME Sea area after the war- related oil spill. B Terra Scientific Publishing Company (TERRAPUB), Tokyo, 65- 88p.
6. Amjadi, S. Harami, R. M. Mahmudy-Gharaie, M. H. Mahboubi, A. and Alizade, H. (2012). Clay mineralogy and its relationship to provenance in Oman continental shelf-Chabahar Area (Persian Language). *Iranian Journal of Oceanography*, 2: 1-10.
7. Belluchi, L.G., El Mouni, B., Collavani, F., Frigani, M. and Albertazzi, S., 2003. Heavy metals in Morocco Lagoon and river sediments. *Journal de Phys. IV* 107(1), pp. 139-142.
8. Behbahani, R., Hosseinyar, Gh. R. and Lak, R. (2015). The controlling parameters on organic matter preservation within the bottom sediments of the northern part of the Persian Gulf. *Neues Jahrbuch for Geology and Paleontology*, 276:267-283.
9. Emery, O.P., 1956. Sediments and water of Persian Gulf. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist*, 40, 2354-2383.
10. Hartmann, M., Lange, H., Seibold, E., Walger, E., 1971. Geologic- hydrologic and surface sedimentology in the Persian Gulf. Pangaea publisher, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.548404>
11. Karbassi, A.R., 1998. Geochemistry of Ni, Zn, Cu, Pb, Co, Cd, V, Mn, Fe, Al and Ca in sediments of North Western part of Persian Gulf. *Int. Env. Studies*, 54, 205-212.
12. Khalaf, F.I., Saleh, S., Al-Houty, F., Ansari, L. and Shublag, W., 1979. Mineralogy and grain size distribution of dust fallout in Kwait. *Atmospheric Environment*, 13, 1719-1723.
13. Lak, R., Mohammadi, A., Behbahani, R., Moeini, M., Shidnia, S., 2009, Verification of the Persian Gulf Sea level changes in Holocene through sedimentary core obtained from sea floor of Bushehr neighboring areas, applied geology, Mashad, Iran
14. Milliman, J.D. and Meade, R.H., 1983. World-wide delivery of river sediment to the Oceans. *Geology*, 91, 1-21.
15. Purser, B.H., 1973. The Persian Gulf, Holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow Epicontinental Sea, springer-verlag, 471p
16. Sohrabpour, M., Athari allaf, M., Khamooshi, C., 2003. Element Characterization of the Persian Gulf sediments near the Bushehr Nuclear Power Plant. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 260, No.3, 637-640.



17. Sugden, W., 1963. Some aspects of sedimentation in Persian Gulf. *Sedimentary Petrology*, 33, 355-364.
18. Swift, S.A., Bower, A.S., 2006. Formation and Circulation of dense water in Persian Gulf.

Sedimentary geochemistry of the northern part of the Persian Gulf in the territory of Iran

Lak; Razyeh ^{1*}

Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran (lak_ir@yahoo.com)

Abstract

The Persian Gulf is a shallow depression tectonically evolved during the Late Tertiary. This basin forms completely over the continental shelf. Sediments have four major sources; fluvial, eolian, chemical and biochemical. In this research, geochemistry studies of sediments' elements of the Iranian border of the Persian Gulf in the area more than 110000 kilometers square was carried out.

Due to industrial development plus petroleum industry and human activities, geochemistry studies of sediments' elements of the Persian Gulf is very important. However, as part of marine geology studies' objectives, this research was carried out. Its main aims were to verify the source of elements in sediments, and to determine the environmental pollutants in the sediments of the northern part of the Persian Gulf as far as the Iranian water boundary. 500 surficial sedimentary samples were taken through Marine Geology cruise of the Geological Survey of Iran. The water depth was measured at the sampling site. After powder preparation, samples were analyzed by ICP-OES device. Data processing was implemented through SPSS software. Having determined the correlation coefficient, cluster and factor analyses, relationship determination among various factors through scatter plot was carried out. Iron, aluminum, nickel, vanadium, scandium, titanium, chromium, zinc, copper, manganese, sodium, potassium, lithium and beryllium have geogenic origin, coming to the sedimentary basin by wind and clastic sediments. Calcium, magnesium and strontium are intra-basinal and have biogenic origin. One of the sources chromium, nickel, vanadium and arsenic is oil pollution. Arsenic and molybdenum are absorbed at the available value by living organisms and deposited in them. Phosphorus has intra-basinal origin, and bismuth is assumed as environmental pollutant.

Keywords (*Geochemistry, sediment, Persian Gulf*)



ارزیابی خطر سونامی در سواحل مکران

مجیدی نیک مهیار^{۱*}، بیگلری سعدی^۲

۱. دانشجوی دکتری اقیانوس‌شناسی، دانشگاه علوم و فنون خرمشهر، m.majidynik@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی تهران، saadibiglari1370@gmail.com

واژگان کلیدی: سواحل مکران، گسل مکران، ارزیابی خطر سونامی، دریای عمان

۱. مقدمه

با آزاد شدن انرژی در بستر دریا در اثر یک رخداد، مانند زلزله و یا ایجاد واریزه‌های فلات قاره و یا انفجارات مهیب و یا برخورد اجرام بزرگ و با انرژی فراوان مانند شهاب سنگ‌های بزرگ به سطح دریا که با انتقال انرژی فراوانی به دریا همراه است، یک خیزش بزرگی از موج بر روی آب دریا بوجود می‌آید. این موج با سرعتی تا ۸۰۰ کیلومتر بر ساعت به اطراف و به سمت سواحل حرکت می‌کند. با نزدیک شدن این موج به هر ساحل، از طول موج آن کاسته و به ارتفاع آن افزوده می‌گردد. این موج به علت انرژی زیادی که دارد پس از رسیدن به ساحل تا مسافت‌های زیادی در خشکی پیشروی می‌نماید.

در بسیاری موارد، سونامی با پس‌روی دریا همراه است. به این ترتیب که در ابتدا بخش‌هایی از دریا که در مجاورت ساحل قرار دارند، با پس‌روی دریا از آب خالی شده و پس از مدتی موج بزرگ سونامی به پیش آمده و تا کیلومترها در خشکی پیشروی می‌کند. در بسیاری موارد در هنگام وقوع سونامی، امواج دریا از حالت طبیعی خارج شده و به جای حرکت نوسانی به سمت خشکی، به شکل امواج گرداب گونه‌ای در می‌آیند و در مناطق کم‌عمق سواحل گردابه‌های بزرگی را بوجود می‌آورند. موج سونامی در طول پیشروی خود در خشکی، شهرها و روستاها و عوارض قرار گرفته بر روی سطح زمین را ویران کرده و نابود می‌سازد.

سواحل جنوبی ایران در مجاورت اقیانوس هند در معرض خطر سونامی ناشی از منطقه فرورانش گسل مکران قرار دارد. بررسی سابقه وقوع سونامی در منطقه مکران نشان می‌دهد که این منطقه یکی از سونامی خیزترین نواحی در منطقه‌ی اقیانوس هند به شمار می‌آید. از دیدگاه لرزه زمین‌ساختی، فعالیت‌های لرزه‌ای زیادی نظیر بسیاری از گوه‌های فزاینده دنیا در منطقه مکران انتظار می‌رود؛ ولی این منطقه فعالیت لرزه‌ای کمی از خود نشان می‌دهد. بر خلاف اکثر نواحی فرورانش دنیا، در جبهه گوه فزاینده مکران یک گودال اقیانوسی مشاهده نمی‌شود. مورد ذکر شده با مطالعه‌ی داده‌های لرزه‌نگاری دوبعدی بازتابی جمع‌آوری شده به وسیله شرکت ملی نفت ایران در قسمت غربی دریای عمان مورد تایید قرار گرفته است. به علاوه تغییرات شدید عمق کف دریا در جهت شمال به جنوب بوده و نیز لایه‌های رسوبی ضخیم، پیچیدگی ساختاری و وجود گسلش فراوان را تایید می‌نماید.

مطالعات اخیر صورت گرفته بر اساس اطلاعات به دست آمده از یک شبکه GPS نشان می‌دهد که سرعت فرورانش صفحه اقیانوسی عمان به زیر صفحه ایران در منطقه مکران حداقل حدود ۱۹ میلی‌متر در سال می‌باشد. از منظر تاریخی، سواحل جنوب شرقی مکران تحت تاثیر سونامی‌های متعددی قرار گرفته است. آخرین زمین لرزه بزرگ رویداده در این منطقه، زمین لرزه ۱۹۴۵ پاسنی با بزرگای ۸/۱ بود که

سونامی عظیمی را در این منطقه به وجود آورد. این زمین‌لرزه و سونامی منتج از آن سبب کشته شدن حداقل حدود ۴۰۰۰ نفر و خسارت اقتصادی زیادی در کشورهای پاکستان، عمان و ایران گردید. برخلاف بخش شرقی منطقه مکران پهنه فرورانش بخش غربی مکران فاقد وقوع زمین‌لرزه‌های تاریخی بوده و در ۲۵ سال گذشته هم رویداد زمین‌لرزه‌ای بزرگ یا متوسط در آن گزارش نشده است.

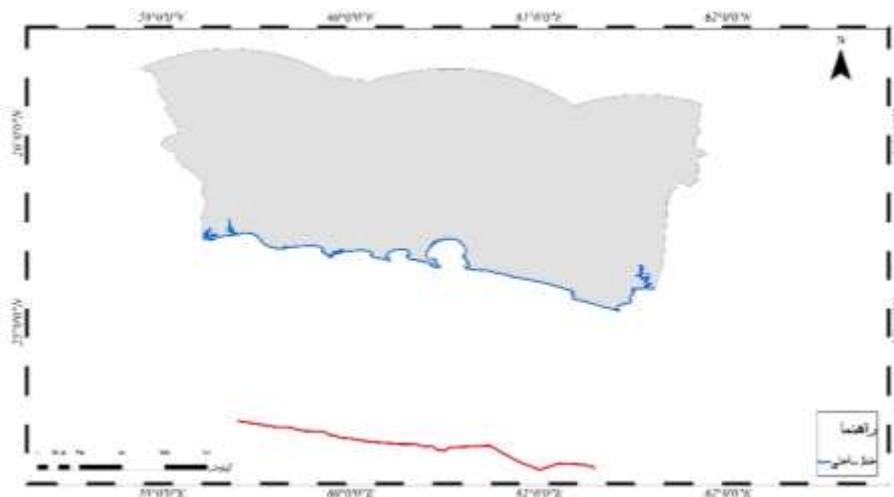
۲. مواد و روش‌ها

در طرح حاضر در راستای دستیابی به مناطق مستعد و در معرض خطر سونامی از روش‌های آنالیز چند معیاره استفاده نموده‌ایم. از جمله عوامل و متغیرهای تاثیرگذار بر شدت برخورد امواج سونامی با سواحل می‌توان به فاصله از ساحل، ارتفاع سطح تا ۴ متر، شیب ساحل، پوشش گیاهی و ارتفاع‌های بیش از ۴ متر اشاره نمود. از این‌رو به دلیل اهمیت ارتفاع تراز مناطق ساحلی نسبت به سطح تراز دریا، مناطق ساحلی تا ارتفاع کمتر از ۱۵ متر به عنوان مناطق آسیب‌پذیر نسبت به امواج سونامی در نظر گرفته شده و در مانرینس وزن‌دهی آنالیز چند معیاره مطابق با جدول زیر وزن‌دهی گردیده‌اند.

جدول ۱) ضرایب پارامترهای تاثیرگذار بر سونامی در سواحل مکران

ارتفاع از ۴ متر	پوشش گیاهی	شیب ساحل	ارتفاع تا ۴ متر	فاصله از ساحل	سونامی
۱	۱	۱	۱	۱	فاصله از ساحل
۱/۵	۱	۱	۱	۱/۵	ارتفاع تا ۴ متر
۱	۱	۱	۱/۳	۳/۷	شیب ساحل
۱	۱	۱/۳	۱/۵	۱/۷	پوشش گیاهی
۱	۳/۵	۱/۵	۱/۷	۱/۹	ارتفاع بیش از ۴ متر

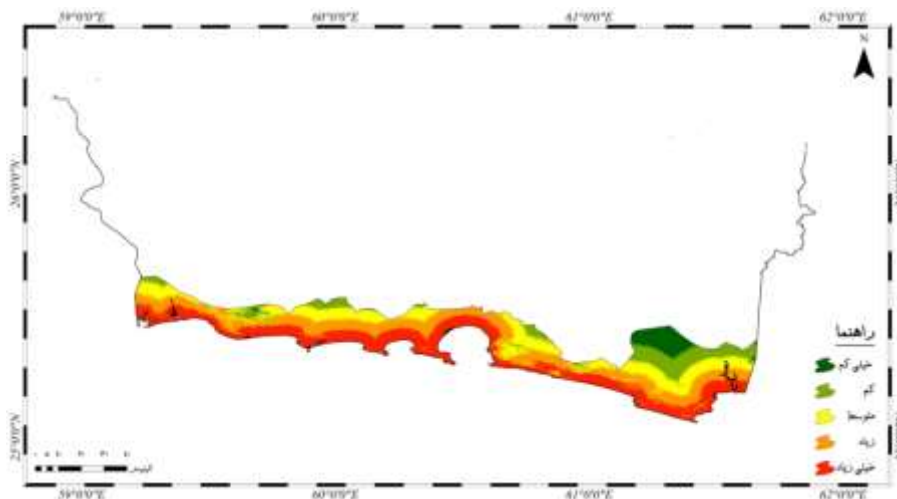
در شکل ۱ موقعیت گسل مکران هم‌راستا با سواحل مکران و استان سیستان و بلوچستان در دریای عمان نمایش داده شده است. بر اساس آنچه پیشتر نیز توضیح داده شده، عوامل موثر بر تشدید خطر امواج سونامی در مواجهه با مناطق ساحلی از تغییر آنالیز چند معیاره AHP در بسته نرم‌افزاری GIS بر اساس وزن‌دهی جدول ۱ مورد ارزیابی قرار گرفته و نهایتاً پهنه‌بندی خطر در ۵ کلاس خیلی کم‌خطر، کم‌خطر، خطر متوسط، خطر زیاد و خطر خیلی زیاد در نوار ساحلی حاصل گردیده است.



شکل ۱) موقعیت قرارگیری گسل مکران در دریای عمان

۳. نتایج

با توجه به آنچه در خصوص ارزیابی خطر گفته شد، پس از اعمال آنالیز چند معیاره بر متغیرهای موثر بر تشدید خطر امواج سونامی، نقشه پهنه‌بندی خطر مطابق با شکل ۲ بدست آمده است. بر اساس نتایج بدست آمده از نقشه ارزیابی خطر سونامی، بیشتر شهرها و روستاهای حاشیه ساحل در منطقه خطر خیلی زیاد قرار دارند. شهرهای بندری چابهار و کنارک در خلیج امگایی چابهار در منطقه قرمز رنگ قرار گرفته‌اند.



شکل ۲) ارزیابی خطر سونامی در سواحل مکران و استان سیستان و بلوچستان

۴. بحث و نتیجه گیری

با توجه به پهنه بندی خطر صورت گرفته نسبت به عواملی همچون ارتفاع، شیب، پوشش گیاهی و فاصله از ساحل؛ همچنین سابقه ایجاد سونامی ناشی از فعالیت گسل مکران در دریای عمان، ضروری است تا نگاه ویژه ای در این زمینه صورت گیرد. خلیج چابهار و به تبع آن منطقه در حال توسعه مکران از جمله مناطقی است که دارای برنامه های بلند و ایجاد ساختارهای تجاری و نظامی گوناگونی می باشد. لذا پیشگیری و شناخت مخاطرات طبیعی همچون سونامی می تواند به توسعه پایدار این منطقه بیانجامد.

منابع

۱. م اللهیار، گ برادران، ع حق شناس، م حسینی، ر کمالیان، ع کبریایی، م نعمتی، م سلطانی، ۲۰۱۰. تجزیه و تحلیل خطر سونامی های ناشی از گسل مکران بر سواحل ایرانی دریای عمان، نهمین همایش بین المللی سواحل بنادر و سازه های دریایی.

2. www.chabaharport.pmo.ir
3. Murty T, 1999. Tsunami on the coastline of india, science of tsunami hazard, vol 17, p 167-172.
4. Soltanpour m, haghshenas s, 2006. Tsunami attacks on Iranian coastlines; history and prediction, 7th international conference on coasts, ports & marine structure, ICOPMAS, Tehran, Iran.
5. www.inio.ac.ir



پایش تغییرات خط ساحلی جزیره فارسی

مجیدی نیک، مهیار^{۱*}؛ بیگلری، سعدی^۲

۱. دانشجوی دکتری اقیانوس‌شناسی، دانشگاه علوم و فنون خرمشهر، m.majidynik@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی تهران، saadibiglari1370@gmail.com

واژگان کلیدی: جزیره فارسی، خط ساحلی، تصاویر ماهواره‌ای، Google Earth Engine

۱. مقدمه

پایش مستمر و بلند مدت ویژگی‌های مختلف سواحل از جمله مولفه‌های تاثیرگذار در راستای استفاده بهینه از منابع طبیعی و مدیریت پایدار سواحل بشمار می‌آید. با توجه به ماهیت متغیر خطوط ساحلی و فرآیندهای رسوب‌گذاری و رسوب‌برداری در طول سواحل، همواره بررسی میزان تغییرات دراز مدت در این نواحی امری حیاتی و نیازمند پایش مستمر بوده است. جزیره فارسی واقع در مناطق مرکزی خلیج فارس و حد فاصل کشور عزیزمان ایران و کشور عربستان سعودی به عنوان یکی از نقاط استراتژیک شمرده می‌شود. این جزیره به همراه جزیره عربی در فاصله ۱۳ مایلی جنوب آن به عنوان جزیره‌های تعیین کننده مرز بین دو کشور قلمداد می‌شوند. از این‌رو در طرح حاضر بر آن شدیم تا تغییرات دراز مدت جزیره فارسی را با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور در سامانه تحت وب Google Earth Engine ارزیابی نماییم.

برنامه‌ریزی و مدیریت مؤثر از پیش شرح‌های توسعه پایدار در مناطق ساحلی می‌باشد. در چند دهه اخیر، حدود ۷۰ درصد از سواحل جهان تحت تاثیر فرسایش مداوم و پسروری خط ساحلی قرار گرفته‌اند، به طوری که کمیته بین‌المللی جغرافیا، مناطق ساحلی را از منحصربفردترین مناطق طبیعی در نظر گرفته است. این قلمرو به عنوان محل تلاقی دهنده فرآیندهای ژئومورفیک دریا با خشکی تلقی می‌گردد و از نظر محیط زیستی، مناطق ساحلی به دلیل دارا بودن اکوسیستم‌های حساس از اهمیت و ارزش بالایی برخوردار می‌باشند. میانگین جهانی سطح دریا تا قرن ۲۰ افزایش یافته است و انتظار می‌رود در این قرن با توجه به ذوب شدن یخ‌ها و انبساط حرارتی، سطح آب‌ها نیز، افزایش یابد؛ که به منزله تهدیدی جدی برای پایداری و ثبات اکوسیستم‌های ساحلی و تحت تاثیر قرار گرفتن زندگی اکثر ساکنین، در این نواحی می‌باشد.

بدین منظور برای مقابله با این مشکلات، نظارت بر پویایی خط ساحلی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و این نظارت اطلاعات ضروری برای درک واکنش تغییرات خط ساحلی به تغییرات آب و هوایی حاضر و اثرات انسان را فراهم می‌سازد. همچنین مناطق ساحلی از نظر محیط زیستی به دلیل دارا بودن اکوسیستم‌های حساس و مولد، از اهمیت و ارزش بالایی برخوردار می‌باشند. مسائل جدیدی مانند تغییرات دوره‌ای آب و هوای کره زمین و در نتیجه تغییرات سطح آب دریا؛ حرکات آب دریا و نقش آن در بهره‌برداری از سواحل؛ پیشروی یا پسروی دوره‌ای خط ساحلی تحت تاثیر فرآیندهای فرسایش و نشست زمین از جمله مسائلی هستند که مطالعات گسترده در زمینه تغییرات دوره‌ای خطوط ساحلی را، ایجاب می‌نمایند. بدین منظور جهت کنترل بهینه، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و توسعه ابزارهای جدید جهت تحلیل داده‌های جغرافیایی می‌توان به استخراج ویژگی‌های آب از جمله خطوط ساحلی اقدام نمود.

عدم مدیریت پایدار مناطق ساحلی باعث مشکلات متعدد محیط زیستی از جمله فرونشست زمین، نفوذ آب دریا و فرسایش ساحلی شده است. از این رو به منظور دستیابی به یک مدیریت پایدار در منطقه، شناسایی و تحلیل تغییرات مکانی و زمانی امری لازم و ضروری است. بنابراین استفاده از داده‌های سنجش از دور ماهواره‌ای برای مشاهده خط ساحلی در مقیاس بزرگ و بررسی رابطه بین قدرت تفکیک زمانی و مکانی، کارآمد و مناسب می‌باشد. در گذشته برای پایش این خطوط از روش‌های سنتی و علوم زمینی استفاده می‌گردید که علاوه بر هزینه و زمان‌بر بودن، به دلیل پیچیدگی پهنه‌های آبی و حرکت‌های سریع آنها، شناسایی بسیاری از تغییرات غیر ممکن بوده است. امروزه سنجش از دور ماهواره‌ای به عنوان یک ابزار مؤثر، سریع و مقرون به صرفه جهت تهیه نقشه و پایش تغییرات و کارآمدترین منبع اطلاعاتی برای بررسی و تفسیر فرم‌های ساحلی، سطوح جزر و مدی، تغییرات خطوط ساحلی، عمق و ژرفای آب و نظایر آن استفاده می‌گردد.

روش‌های مختلفی جهت استخراج خط ساحلی از تصاویر ماهواره‌ای وجود دارد، که هر یک از روش‌ها دارای نقاط قوت و ضعف منحصر به فردی می‌باشند. از آن جایی که داتلود تصاویر ماهواره‌ای در استخراج تغییرات خطوط ساحلی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور زمان بر بوده و از طرفی عدم قابلیت اجرای خودکار و هم‌زمان بر روی سایر مناطق، منجر گردیده که در پژوهش حاضر از سامانه تحت وب *Google Earth Engine* استفاده نمائیم. از جمله مزیت‌های پایش خطوط ساحلی در سامانه تحت وب *GEE* نسبت به سایر روش‌ها می‌توان به: صرفه جویی در زمان؛ کاهش هزینه‌های پایش؛ سرعت بالا در انجام محاسبات و قابلیت اجرای خودکار بر روی سایر مناطق اشاره نمود. سامانه مذکور توانایی تجزیه و تحلیل داده‌ها در مقیاس بسیار بزرگ جغرافیایی را فراهم نموده است. علاوه بر این به محققان می‌توانند الگوریتم‌ها و مدل‌های خود را در سامانه تحت وب *GEE* اجرا و با سایر پژوهشگران توسعه دهند.

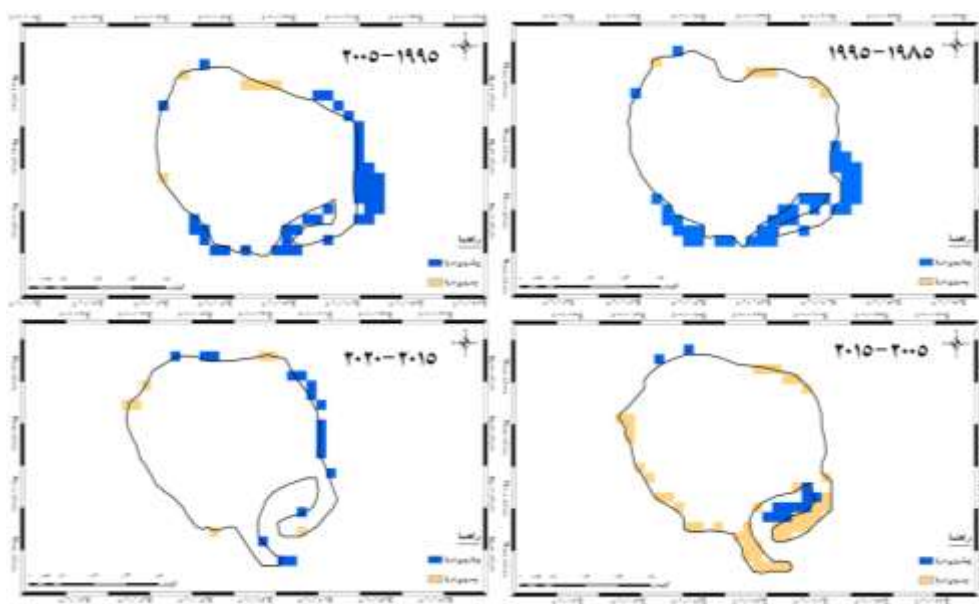
۲. مواد و روش‌ها

همانطور که در بخش پیش نیز بدان اشاره شد، در طرح حاضر تغییرات خطوط ساحلی جزیره فارسی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور مورد بررسی و پایش قرار گرفته است. جزیره فارسی در ۶۵ مایلی جنوب‌غربی بندر بوشهر و مرز بین ایران و عربستان واقع شده است. اطراف این جزیره از جمله مناطق عمیق و مرکزی خلیج فارس بوده؛ که به یکباره در نزدیکی جزیره فارسی و جزیره عربی از عمق آب کاسته شده و جزایر مذکور نمایان گردیده است. جهت باد غالب و به طبع آن امواج غالب در اطراف این جزایر شمال‌غربی می‌باشد.

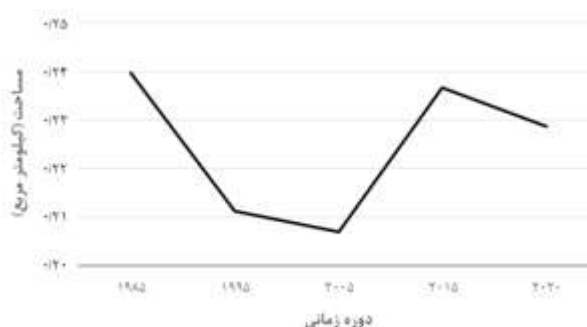
در پژوهش حاضر جهت استخراج خطوط ساحلی در دراز مدت از تصاویر ماهواره‌ای حد فاصل سال‌های ۱۹۸۵ لغایت ۲۰۲۰ میلادی استفاده گردیده است. تصاویر دریافتی در سامانه تحت وب *GEE* مورد ارزیابی قرار گرفته و الگوریتم‌های استخراج خطوط ساحلی با استفاده از تکنیک‌های جدا نمودن آب از خشکی بر روی تصاویر بدون ابر و قابل پردازش، اعمال شده است. تصاویر مجموعه ماهواره‌های لندست از جمله لندست ۵ و لندست ۸ به عنوان تصاویر منتخب مورد ارزیابی و پردازش قرار گرفته‌اند.

۳. نتایج

بررسی دوره‌ای تصاویر ماهواره‌ای حاکی تغییرات گسترده در اطراف جزیره فارسی است. این تغییرات در تمامی مناطق اطراف جزیره در دوره‌های بررسی شده در شکل زیر نمایش داده شده است؛ اما تغییرات در قسمت‌های جنوب‌شرقی جزیره به دلایلی همچون احداث موج‌شکن و فعالیت‌های انسانی شدیدتر از سایر نقاط است. در بازه سال‌های ۱۹۸۵ لغایت ۲۰۰۵ و در یک دوره ۲۰ ساله فرسایش ساحل بیش از رسوب گذاری در قسمت‌های شرقی و جنوب‌شرقی جزیره حادث گردیده است. در شکل ۲ نیز تغییرات مساحت جزیره در بازه مذکور بصورت تایم سری ارائه شده است.



شکل (۱) تغییرات بلند مدت خط ساحلی در اطراف جزیره فارس؛ ۱۹۸۵ لغایت ۲۰۲۰



شکل (۲) تغییرات مساحت جزیره فارس؛ ۱۹۸۵ لغایت ۲۰۲۰

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به موقعیت استراتژیک و ویژه جزیره فارسی در تعیین مرزهای آبی در دورترین نقطه تحت حاکمیت کشور و اهمیت بیش از پیش سکونت در این منطقه؛ حفظ و نگهداری سواحل این جزیره امری ضروری و غیرقابل کتمان است. از این رو می‌توان اینگونه بیان نمود که طرح حاضر با نگاهی اجمالی به روند تغییرات خط ساحلی در جزیره گام اولیه و ابتدایی در درک و شناخت جامع و کامل فرآیندهای هیدرودینامیک و موثر بر سواحل جزیره بوده و می‌بایست در صورت صلاحدید متولیان امر تحقیقات به مراتب جامع‌تر صورت گیرد.

منابع

۱. م ثروتی، ر منصوری، م قهرودی، ۱۳۹۶. بررسی تغییرات خط ساحلی کرانه‌های جنوب خاوری دریای خزر طی دوره زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۵، فصلنامه ژئومورفولوژی کمی، سال ششم، شماره ۲.
۲. س نگهبان، ک باقری، س حیدری، ۱۳۹۶. بررسی و پایش تغییرات خط ساحلی شرق تنگه هرمز با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور، پژوهش‌های فرسایش محیطی، دوره ۱، شماره ۴.

3. Gorelick N, Hancher M, Dixon M, Lyushchenko S, Thau D, Moore R, 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, remote sensing of environment, 202, 18-27.



4. Kirwan ML, Megonigal JP, 2013. Tidal wetland stability in the face of human impact and sea level rise, Nature, 53-60.
5. Kumar L, Ghosh MK, 2012. Land cover change detection of hativa island, Bangladesh, using remote sensing techniques, Appl. Remote sensing, 6(10).



بررسی اثر CDOM بر سنجش از دور غلظت ذرات معلق آب توسط سنجنده MODIS

محمدپور، غلامرضا^۱

هیئت علمی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

چکیده:

با بهره‌گیری از روش‌های سنجش از دور و نمونه‌برداری‌های میدانی توسط کشتی کاوشگر خلیج فارس در خلیج فارس و دریای عمان، غلظت ذرات معلق آب (SPM) در این منطقه با استفاده از دورسنجی بازتابی (R_{rs}) گرفته شده از سنجنده Moderate resolution imaging Spectroradiometer (MODIS) در کانال‌های ۱۲ و ۱۳ مدل‌سازی شد. این مدل‌سازی بر اساس طول موج‌های مرکزی ۶۶۷ و ۵۵۵ نانومتر انجام گرفت. هم‌چنین، حساسیت این مدل نسبت به تغییرات مواد آلی رنگی محلول (CDOM) در طول موج‌های کم‌تر از ۶۰۰ نانومتر در طیف مرئی بررسی شد. برای اندازه‌گیری‌های انجام شده در شهریورماه ۱۳۹۷ و با بهره‌گیری از مدل نوری $R_{rs}(667)/R_{rs}(555)$ روشن شد که این مدل نوری می‌تواند غلظت ذرات معلق آب در این مناطق را با مدل توانی و با دقت قابل ملاحظه‌ای ($y = 27.64 \times 10^{-0.76}$, $r^2 = 0.91$, $N = 15$) تخمین بزند. هم‌چنین، نتایج مدل نوری به دست آمده می‌تواند با تغییر در غلظت CDOM در آب دریا تحت تأثیر قرار گرفته و با کم‌تر شدن غلظت CDOM، دقت این مدل در تخمین غلظت ذرات معلق آب افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، ذرات معلق آب، MODIS، CDOM

۱. مقدمه

غلظت ذرات معلق آب^۱ در واحد حجم یکی از فراسنج‌های اساسی در مطالعات دریایی است که برای پایش فرآیندهای دریایی در زیست بوم به کار می‌رود. از جمله‌ی این فرآیندها، کیفیت آب و سلامتی زیست بوم است که به دلیل عوامل طبیعی و یا انسانی به طور روزانه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بررسی تغییرات غلظت ذرات معلق آب، فرآیندی ضروری برای مدل‌سازی مواد آلی آلوده‌کننده آب به شمار می‌آید (Staats et al., 2001). هم‌چنین، نقش ذرات معلق آب در جا به جایی و پخش فلزات سنگین و ریز و نیز تأثیر آن‌ها بر شبکه غذایی در دریا بسیار قابل ملاحظه است (Bewers and Yeats, 1978; Dunton et al., 2012). از نگاهی دیگر، تغییر پذیری اقلیم نقش مهمی در غلظت و توزیع ذرات معلق آب داشته و باعث می‌گردد که به طور مستقیم و یا غیر مستقیم، شبکه‌های غذایی و پخش مواد آلی و فلزات سنگین نیز از این امر متأثر گردند (Verney et al., 2009). درک فرآیند پویاشناختی ذرات معلق آب در خلیج فارس از این رو بسیار مهم است که این بستر آبی بزرگ، به عنوان یک منبع اقتصادی مهم، نقشی اساسی در زندگی بسیاری از ساکنان همسایه آن ایفا می‌نماید. در دهه‌های گذشته، خلیج فارس شاهد تغییرات بسیاری بوده است که مستقیماً و یا به طور غیر مستقیم به عوامل انسانی، جنگل‌زدایی و سد سازی مربوط شده‌اند (Sale et al., 2011).

^۱ Suspended particulate matter (SPM)

اندازه گیری های میدانی ذرات معلق آب در خلیج فارس و دریای عمان برای نخستین بار انجام شده و به ناخواست، تا پیش از گشت های دریایی پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی توسط کاوشگر خلیج فارس، داده ای در این باره موجود نبوده و یا تنها در بخش های خاص و کوچکی اندازه گیری شده است. البته در آب های ساحلی و دریایی سراسر جهان، اندازه گیری غلظت ذرات معلق به بهره گیری از روش های سنجش از دور مرسوم بوده، چرا که با این روش ها، می توان مدل های تجربی زیست-نوری^۱ را تدوین نموده و توزیع غلظت و پویایی این ذرات را، در زمان های مختلف و بی نیاز از نمونه برداری میدانی، منطقه پایش نمود. اما این نکته وجود دارد که مدل های نوری تجربی با دقت بالایی همراه نیستند و باید عواملی که باعث ضعف قطعیت آن ها می شوند را شناسایی نمود. این مهم، با اندازه گیری های میدانی دقیق ترکیبات شیمیایی آب میسر است. برای نمونه، پژوهش ها نشان می دهند که غلظت بالای ذرات آلی رنگی محلول^۲ (CDOM) باعث تخمین بیش از اندازه غلظت ذرات معلق آب می شوند (Montes-Hugo et al., 2012). دلیل القاء چنین خطایی در محاسبات، این است که CDOM در طول موج های نسبتاً کوتاه (کم تر از ۶۰۰ نانومتر) توانایی زیادی در جذب نور دارد. در این پژوهش، برای کاهش تأثیر CDOM بر محاسبات مربوط به تخمین SPM، رابطه میان SPM و بازتابش دورسنجی^۳ در طول موج های بلندتر در بازه ی نور مرئی (۶۶۵ نانومتر) بررسی شده است. در این طول موج ها، CDOM کم ترین جذب نور را دارا است (Cao et al., 2018).

هدف از این تحقیق، بررسی صحت و دقت یک مدل نوری با کمینه کردن اثر CDOM بر روی نتایج تخمین آن، در آب های جنوبی کشور بود. در بخش نخست، یک مدل نوری تجربی برای محاسبه ی اندازه ی جذب CDOM به عنوان تابعی از R_{rs} ارائه شد. سپس، رابطه تغییرات میان غلظت های ذرات معلق تخمینی و میدانی با ضریب جذب CDOM بررسی شده و خطاهای اعمال شده در تخمین به دلیل توزیع اندازه ذرات معلق و ترکیب شیمیایی آب مشخص شدند.

۲. مواد و روش ها

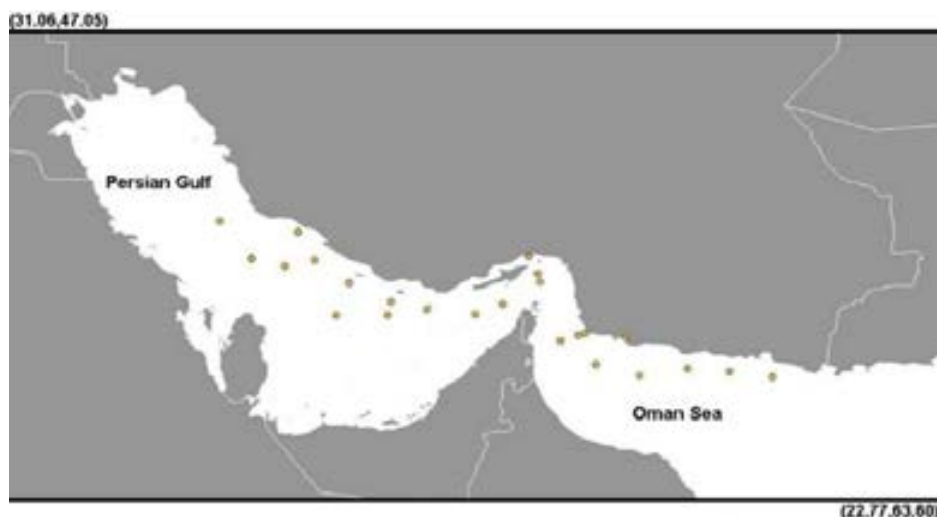
خلیج فارس و دریای عمان آب راهه های جنوب کشور هستند که نقش مهمی در زندگی همسایگان آن دارند. نمونه برداری از تاریخ ۴ تا ۱۱ مهرماه ۱۳۹۷ توسط شناور کاوشگر خلیج فارس، از دهانه ی رود اروندر در خلیج فارس ($27^{\circ} 24' 20''$, $50^{\circ} 28' 37''$) تا نزدیکی بندر چابهار در دریای عمان ($24^{\circ} 55' 37''$, $60^{\circ} 43' 58''$) و برای ۲۴ ایستگاه انجام شد. هم چنین، به دلیل هم پوشانی داده ها، از داده های مربوط به ۱۶ ایستگاه برای هم پوشانی با تصاویر هم زمان مربوط به ماهواره MODIS^۴ بهره گیری شد (شکل ۱). نمونه های آب از سطح (عمق ۰-۲ متری) برداشته شده و با روش فیلتراسیون (Mueller et al., 2003)، ذرات معلق آب بر روی فیلترهای ۰/۷ میکرونی (CHM) جمع آوری شده و پس از خشک کردن به روش انجماد با دستگاه Freeze Dryer، وزن کثی آن ها انجام گردید. تغییرات مکانی CDOM در آب های خلیج فارس و دریای عمان نیز هم زمان با نمونه برداری ذرات معلق و از عمق سطحی انجام گرفت. نمونه های آب با فیلتر سرسرنجی ۰/۲ میکرون فیلتر شده و سپس جذب آن ها توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (AnalytikJena-Specord 210) با محفظه های ۰/۱ متری اندازه گیری شد (Nieke et al., 1997).

^۱ Bio-optical models

^۲ Chromophoric dissolved organic matter (CDOM)

^۳ Remote sensing reflectance (R_{rs})

^۴ Moderate resolution imaging Spectroradiometer (MODIS)



شکل (۱) منطقه مورد مطالعه، خلیج فارس و دریای عمان. ایستگاه‌ها با دایره زرد رنگ نشان داده شده‌اند.

این پژوهش نشان داد که غلظت CDOM با نزدیک شدن به سمت ساحل افزایش می‌یابد. مدل نوری مورد استفاده برای تخمین غلظت SPM بر اساس مقادیر R_{rs} استخراج شده از تصاویر ماهواره ای هم زمان با نمونه برداری ها و نیز یک مدل نوری از پیش طراحی شده (Montes-Hugo and Mohammadpour, 2012) بوده است. در بهره گیری از تصاویر ماهواره ای MODIS، از مدل تصحیح جوی استاندارد استفاده شده است. پژوهش‌های پیشین نشان دادند که تابع توانی دقیق ترین تابع ریاضی برای تخمین غلظت SPM در آب‌های ساحلی است (Mohammadpour et al., 2015; Montes-Hugo and Mohammadpour, 2013).

$$SPM = A \left[\frac{R_{rs}(665)}{R_{rs}(555)} \right]^B$$

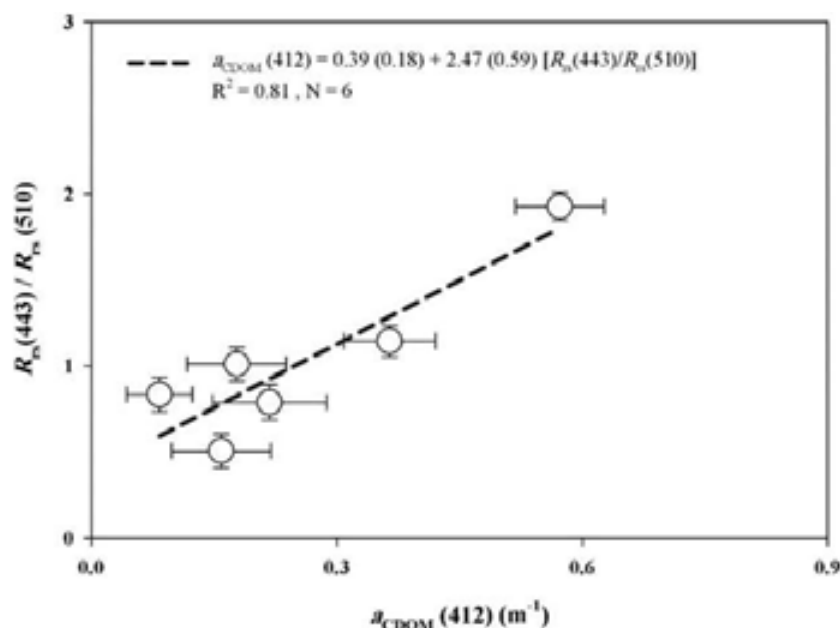
که در این رابطه، غلظت ذرات معلق به گرم بر متر مکعب (gm^{-3})، $A=27.636$ و $B=0.758$ و ضریب تعیین (r^2) این رابطه برابر 0.91 (برای تعداد ۱۵ ایستگاه) است. بنابراین، این رابطه برای ذرات معلق با غلظت متغیر در بازه ی $14/8 - 6/3$ گرم بر متر مکعب کارآمد بوده است.

هم چنین، در تهیه مدل نوری مربوط به CDOM، از مدلی از پیش تهیه شده که دارای دو ویژگی اصلی است بهره برده شد. این دو ویژگی عبارتند از وابستگی تغییرات CDOM به نسبت $R_{rs}(443)/R_{rs}(510)$ و تغییرات خطی این نسبت با CDOM (Schwarz, 2005). برای استخراج مقادیر R_{rs} مرتبط با CDOM از همان روش مربوط به SPM استفاده شده است.

$$a_{CDOM}(412) = 0.39 + 2.47 \left[\frac{R_{rs}(443)}{R_{rs}(510)} \right] \quad (2)$$

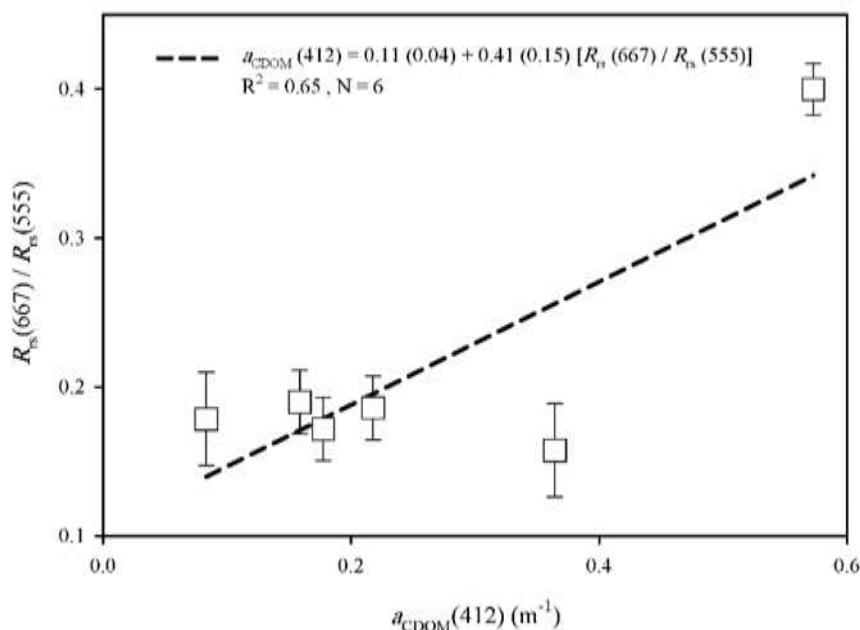
۳. نتایج

اندازه گیری‌ها نشان دادند که ضریب جذب CDOM در آب‌های ساحلی منطقه مورد مطالعه بیش تر از مقدار آن در مناطق دور از ساحل است. این شیو در مقدار ضریب جذب CDOM به دلیل کم تر شدن غلظت آب شیرین و بالاتر رفتن شوری دریا بوده که باعث غلظت CDOM و بنابراین، کاهش تدریجی جذب نور از نوار آبی به نوار سرخ و فروسرخ می‌گردد (Bowers and Brett, 2008). بررسی‌ها بر روی داده‌های به دست آمده نشان دادند که تغییرات ضریب جذب CDOM با مدل $R_{rs}(443)/R_{rs}(510)$ در ارتباط مستقیم است (شکل ۲). تابع خطی به دست آمده از این مدل، قادر بود دست کم 81% تغییرات $a_{CDOM}(412)$ را توجیه کند. در این رابطه، مقادیر مربوط به مدل $R_{rs}(443)/R_{rs}(510)$ در دامنه ی $0.51 - 1.93$ و مقادیر مربوط به ضریب جذب CDOM در بازه ی 0.08 تا 0.57 بر متر در نوسان بود.



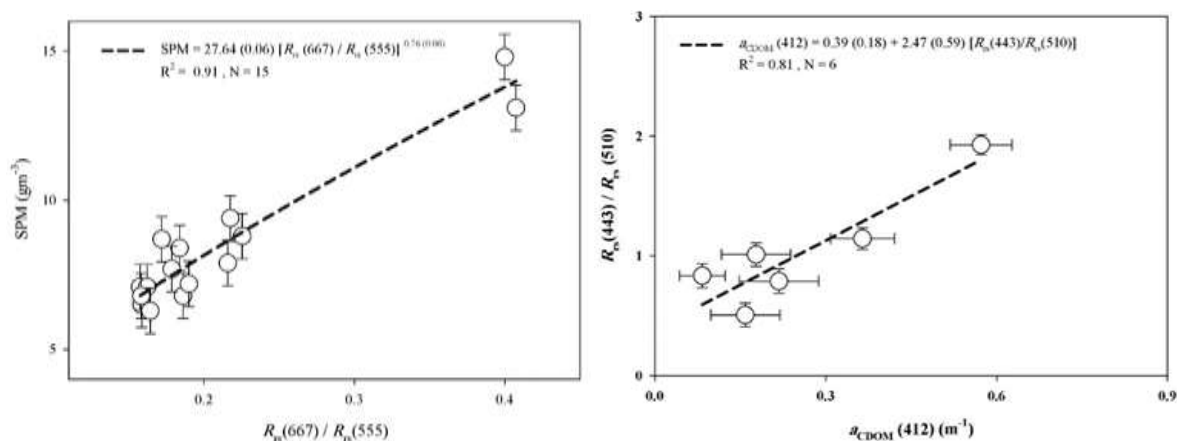
شکل ۲. رابطه میان تغییرات ضریب جذب CDOM در نوار طیفی ۴۱۲ نانومتری و مدل سنجش از دور $R_{rs}(443)/R_{rs}(510)$ و تغییرات خطای استاندارد.

از آنجایی که CDOM در طول موج های کوتاه جذب بیش تری از نور خورشید را نشان می دهد، آب هایی که حاوی غلظت بیش تری از CDOM باشند نیز تأثیر بیشتری بر تغییرات نسبت $R_{rs}(667)/R_{rs}(555)$ خواهند داشت (شکل ۳). در واقع، رابطه ی $a_{CDOM}(412)$ با $R_{rs}(667)/R_{rs}(555)$ نشان دهنده ی ارتباط مستقیم این تغییرات با یکدیگر در ایستگاه های نزدیک به ساحل است که حاوی غلظت بیشتری از CDOM هستند.



شکل ۳. تغییرات $a_{CDOM}(412)$ با $R_{rs}(667)/R_{rs}(555)$ و خطای استاندارد اندازه گیری در هر ایستگاه

از سوی دیگر، مدل دورسنجی نوری $R_{rs}(667)/R_{rs}(555)$ نشان داد که می تواند با دقتی قابل ملاحظه غلظت SPM را در منطقه مورد مطالعه تخمین بزند (شکل ۴). بررسی ها نشان می دهند که با افزایش غلظت SPM، نسبت $R_{rs}(667)/R_{rs}(555)$ نیز افزایش یافته و این نسبت می تواند نماینده خوبی در تخمین غلظت SPM در آب های خلیج فارس و دریای عمان باشد.



شکل ۴) نمودار تغییرات غلظت ذرات معلق با تغییرات نسبت $R_{rs}(667) / R_{rs}(555)$ ، خطای استاندارد و مدل توانی به دست آمده از این رابطه

۴. بحث و نتیجه گیری

با این که در مطالعات مربوط به فرایندهای بیوژئوشیمیایی، تخمین غلظت ذرات معلق آب توسط روش های سنجش ازدور روشی کارآمد به شمار می رود، اما تأثیر CDOM بر مدل های نوری برای تخمین این مقدار، در مناطق ساحلی قابل ملاحظه است. در این تحقیق که در آب های ساحلی و آزاد خلیج فارس و دریای عمان انجام گرفت، ضریب جذب CDOM قادر بود بیش از ۶۰٪ از تغییرات نسبت $R_{rs}(667) / R_{rs}(555)$ را توجیه کند ($R^2 = 64\%$, $SE = 0.06$). از همین رو، بسیار ضروری است که اثر CDOM، هنگام تخمین غلظت SPM و بر اساس R_{rs} استفاده شده در مدل، محاسبه و حذف شود. مشابهاً، در پژوهش دیگری اثر CDOM بر دقت محاسبه تخمین SPM، توسط مدل انتقال بازتابی^۱ محاسبه شده است (Montes-Hugo and Mohammadpour, 2012). نتایج این پژوهش ها نشان می دهند که با افزایش غلظت CDOM، مدل نوری طراحی شده بر اساس R_{rs} نیز متناسب با آن، تغییر می کند. این امر در آب های آزاد دریا و اقیانوس کم رنگ تر بوده، چرا که غلظت CDOM از ساحل به دریا روندی نزولی دارد. هم چنین، بیش ترین غلظت CDOM را می توان در هنگام بارش های زمستانه و پس از آن در آب های ساحلی و مصب ها مشاهده نمود. شیب کم تر تغییرات CDOM با مدل نوری R_{rs} نسبت به غلظت SPM را می توان به توزیع غلظت و اندازه ی ذرات معلق در آب نسبت داد. هم چنین، با نزدیک شدن به ساحل و افزایش غلظت CDOM و SPM، باید انتظار تداخل بیش تر اثر CDOM در تخمین دورسنجی SPM را داشت. نتایج این تحقیق هم چنین نشان می دهد که برای بررسی اندازه ی این اثر، به اندازه گیری های نوری میدانی بیش تری نیاز است. این فراسنج ها عبارتند از میزان میرایی نور^۲ در نمونه آب هر منطقه، پس بازتاب^۳ ذرات معلق و محلول، تعیین ترکیب شیمیایی ذرات معلق و بهره گیری از مدل انتقال بازتابی نور برای شبیه سازی ویژگی های ذاتی^۴ و محیطی^۵ ذرات. مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است که نشان می دهند چگونه ترکیب شیمیایی ذرات معلق آب و طیف اندازه ذرات، می توانند در تعیین مدل زیست-نوری مناسب نقش کلیدی ایفا کنند (Mohammadpour et al., 2017, 2015).

نکته ی دیگر در بهره گیری و توسعه مدل های زیست-نوری، استفاده از نسبت های مربوط به R_{rs} و در طول موج های بلند سرخ است. در واقع، استفاده از نسبت R_{rs} ، باعث از بین رفتن اثر بازتابش خورشید^۶ در محاسبات شده، و استفاده از طول موج های بالا، از این رو که در این طول موج ها، جذب CDOM به کمینه مقدار خود می رسد و ناپایداری محاسباتی به دلیل CDOM را به کمینه مقدار خود می رساند (Mohammadpour et al., 2014). این تحقیق نشان داد که برای تخمین غلظت SPM در هر بستر آبی در جهان، نمی توان اثر نورهای جنبی و مزاحم رسیده به حس گر نوری را نادیده گرفت. با بهره گیری از دستگاه های پیشرفته در زمینه ی دانش نورشناسی دریا، این امکان

¹ Radiative transfer simulations

² Light attenuation

³ Backscattering

⁴ Inherent Optical Properties (IOPs)

⁵ Apparent Optical Properties (AOPs)

⁶ Sun glint

وجود دارد که تخمین غلظت ذرات معلق آب با روش های سنجش از دور به دقت بالاتری دست پیدا کند. در نتیجه، خطا در پیش بینی و پایش رخدادهای ناهنجار دریایی مانند شکوفایی های جلبکی خطرناک^۱، آلودگی های شیمیایی و باکتریایی و پخش آن ها و تغییرات ناهنجار دمای سطح آب به دلیل فرایندهای بیوژئوشیمیایی ناهنجار به شدت کاهش خواهد یافت.

منابع

1. Bowers, J.M., Yeats, P.A., 1978. Trace metals in the waters of a partially mixed estuary. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 7, 147–162. [https://doi.org/10.1016/0302-3524\(78\)90071-3](https://doi.org/10.1016/0302-3524(78)90071-3)
2. Bowers, D.G., Brett, H.L., 2008. The relationship between CDOM and salinity in estuaries: An analytical and graphical solution. *J. Mar. Syst.* 73, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2007.07.001>
3. Cao, F., Tzortziou, M., Hu, C., Mannino, A., Fichot, C.G., Del Vecchio, R., Najjar, R.G., Novak, M., 2018. Remote sensing retrievals of colored dissolved organic matter and dissolved organic carbon dynamics in North American estuaries and their margins. *Remote Sens. Environ.* <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.11.014>
4. Dunton, K.H., Schonberg, S. V., Cooper, L.W., 2012. Food Web Structure of the Alaskan Nearshore Shelf and Estuarine Lagoons of the Beaufort Sea. *Estuaries and Coasts* 35, 416–435. <https://doi.org/10.1007/s12237-012-9475-1>
5. Mohammadpour, G., Gagné, J.-P., Larouche, P., Montes, M., 2017. Optical properties of size and chemical fractions of suspended particulate matter in littoral waters of Quebec. *Biogeosciences Discuss.* 1–35. <https://doi.org/10.5194/bg-2017-159>
6. Mohammadpour, G., Montes-hugo, M.A., Gagne, J., Larouche, P., De, S., Rimouski, M. De, 2014. a Meris-Based Model for Estimating the Concentration of Suspended Particulates in the St . Lawrence Estuary 5156–5159.
7. Mohammadpour, G., Montes-Hugo, M.A., Stavn, R., Gagné, J.P., Larouche, P., 2015. Particle Composition Effects on MERIS-Derived SPM: A Case Study in the Saint Lawrence Estuary. *Can. J. Remote Sens.* 41, 515–524. <https://doi.org/10.1080/07038992.2015.1110012>
8. Montes-Hugo, M., Gagne, J.P., Demers, S., Cizmeli, S., Mas, S., 2012. Ocean colour and distribution of suspended particules in the St. Lawrence Estuary. *EARSel eProceedings* 11 1–11. <https://doi.org/10.12760/01-2012-1-01>
9. Montes-Hugo, M.A., Mohammadpour, G., 2013. Satellite-derived suspended particulates in the Saint Lawrence Estuary: Uncertainties due to bottom effects. *Can. J. Remote Sens.* 39, 444–454. <https://doi.org/10.5589/m13-050>
10. Montes-Hugo, M.A., Mohammadpour, G., 2012. Biogeo-optical modeling of SPM in the St. Lawrence Estuary. *Can. J. Remote Sens.* 38, 197–209.

¹ Harmful Algal Blooms (HAB)

11. Mueller, J.L., Bidigare, R.R., Trees, C., Balch, W.M., Dore, J., Drapeau, D.T., Karl, D.M., Van Heukelem, L., Perl, J., 2003. Ocean optics protocols for satellite ocean color sensor validation, Revision 5, Volume V: Biogeochemical and bio-optical measurements and data analysis protocols. Ocean Color web page V, 36.
12. Nieke, B., Reuter, R., Heuermann, R., Wang, H., Babin, M., Theriault, J.C., 1997. Light absorption and fluorescence properties of chromophoric dissolved organic matter (CDOM), in the St. Lawrence Estuary (Case 2 waters). *Cont. Shelf Res.* 17, 235–252. [https://doi.org/10.1016/S0278-4343\(96\)00034-9](https://doi.org/10.1016/S0278-4343(96)00034-9)
13. Sale, P.F., Feary, D.A., Burt, J.A., Bauman, A.G., Cavalcante, G.H., Drouillard, K.G., Kjerfve, B., Marquis, E., Trick, C.G., Usseglio, P., Van Lavieren, H., 2011. The growing need for sustainable ecological management of marine communities of the Persian Gulf. *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0092-6>
14. Schwarz, J.N., 2005. Derivation of dissolved organic carbon concentrations from SeaWiFS data. *Int. J. Remote Sens.* <https://doi.org/10.1080/01431160410001723691>
15. Staats, N., De Deckere, E., Kornman, B., Van Der Lee, W., Termaat, R., Terwindt, J., De Winder, B., 2001. Observations on Suspended Particulate Matter (SPM) and Microalgae in the Dollard Estuary, The Netherlands: Importance of Late Winter Ice Cover of the Intertidal Flats. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 53, 297–306. <https://doi.org/10.1006>
16. Verney, R., Lafite, R., Brun-Cottan, J.C., 2009. Flocculation potential of estuarine particles: The importance of environmental factors and of the spatial and seasonal variability of suspended particulate matter. *Estuaries and Coasts*. <https://doi.org/10.1007/s12237-009-9160-1>



بررسی پتانسیل شکوفایی جلبکی در فصول مختلف در سواحل حوزه جنوبی دریای خزر (۱۳۹۷-۹۸)

مخلوق، آسیه^۱؛ نصراله زاده ساروی، حسن^۲*؛ روحی، ابوالقاسم^۳؛ کیهان ثانی، علیرضا^۴

۱. کارشناس ارشد آزمایشگاه، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد

کشاورزی، مازندران، ساری، asieh_makhlough@yahoo.com

۲. هیات علمی (دانشیار) پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی،

مازندران، ساری، hnsaravi@gmail.com

۳. هیات علمی (استادیار) پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی،

مازندران، ساری، roohi_ark@yahoo.com

۴. کارشناس آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی،

مازندران، ساری، keyhansani@yahoo.com

واژگان کلیدی: شکوفایی جلبکی، تغییرات فصلی، دریای خزر، ایران

۱. مقدمه

شکوفایی جلبکی تحت تاثیر تغییرات فصلی، چرخه‌های زندگی و جایگزینی گونه‌ها امری عادی در طبیعت محسوب می‌گردد. اما تحت شرایط جدید حاکم بر اکوسیستم‌های آبی (اعم از تغییرات آب و هوایی و افزایش آلودگی‌ها و مواد مغذی در دسترس) شکوفایی ممکن است به شکل غیرمعمول رخ دهد. تاکنون حدود ۳۰۰ گونه در دنیا بعنوان میکروجلبک‌های تولید کننده شکوفایی معرفی شده‌اند که ۵۰ گونه از آن توان تولید سم را نیز دارند. سالانه تعداد فراوانی از موارد مسمومیت ناشی از مصرف ماهی، صدف و دیگر غذاهای آلوده به سم میکروجلبک گزارش می‌گردد. در حوزه ایرانی دریای خزر ثبت شکوفایی با شواهد میدانی تاکنون در اوایل و اواسط مهر بترتیب در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵، اواخر مرداد تا اواسط شهریور در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ گزارش شده است. شکوفایی جلبکی اثرات منفی بر سلامت مردم، بهداشت غذاهای دریایی، منابع طبیعی، اکوسیستم، مزارع پرورش آبزیان، فعالیتهای اقتصادی وابسته به دریا و گردشگری می‌گذارد. بنابر اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی این رویداد و نیز انجام فعالیت‌های آبی‌پروری که از اواسط پاییز تا اواسط بهار در دریای خزر انجام می‌شود، هدف مقاله حاضر آن است که پتانسیل فصلی شکوفایی جلبکی را در حوزه ایرانی این اکوسیستم (سال ۱۳۹۷-۹۸) مورد بررسی قرار دهد. نتایج این مطالعه نقش کاربردی در فعالیت‌های آبی‌پروری پایدار و هم‌سو با محیط زیست در این اکوسیستم آبی دارد.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه در حوزه ایرانی دریای خزر، در ۸ نیم خط از سواحل بندر ترکمن، امیرآباد، بابلسر، نوشهر، تنکابن، سفیدرود، انزلی و آستارا صورت پذیرفت. نمونه برداری در سال ۱۳۹۷ (پاییز و زمستان) و ۱۳۹۸ (بهار و تابستان) و در لایه‌های سطحی، ۱۵ و ۳۰ متر انجام گردید. بررسی فیتوپلانکتون شامل شناسایی گونه‌ای و تعیین تراکم طبق روش رسوب گذاری و سانتریفیوژ صورت گرفت. تعیین کلروفیل با روش استخراج با استون و قرائت با اسپکتروفتومتر انجام شد. وقوع شکوفایی بر اساس غلظت کلروفیل برای زمان‌های دارای میانگین بیش از میانه سالانه

بیان می شود (Thomalla et al., 2011). در نقاط دارای تراکم فیتوپلانکتون کل بیش از ۷۵۰ میلیون سلول در مترمکعب، بعنوان زمان های شکوفایی بر اساس تراکم کل در نظر گرفته می شود (Revilla et al., 2009). برای بیان شکوفایی در سطح گونه سه سطح کم، متوسط و پرتراکم در نظر گرفته می شود. در این طبقات تراکم گونه بترتیب ۱۰۰-۱۰۰۰، ۱۰۰۰-۱۰۰۰۰ و بیش از ۱۰۰۰ سلول در میلی لیتر می باشد (Anderson et al., 2010).

۳. نتایج

در این مطالعه ۱۲۵ گونه فیتوپلانکتون شناسایی گردید. باسیلاریوفیتا و پیروفیتا بترتیب با ۴۹ و ۱۷ درصد مشارکت در لیست گونه ای، دو رتبه نخست را دارا گردیدند. رتبه های بعدی مربوط به کلروفیتا و سیانوفیتا بود. در طی مطالعه حداکثر و حداقل تراکم فیتوپلانکتون (میلیون در مترمکعب) بترتیب در فصول زمستان (358 ± 43) و تابستان (458 ± 17) ثبت شد و میانه سالانه کلروفیل $2/09$ میلی گرم در مترمکعب بدست آمد. مقادیر میانگین کلروفیل در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ($1/19$ ، $2/05$ ، $2/18$ و $1/86$ میلی گرم در مترمکعب) گزارش گردید. به این ترتیب وقوع شکوفایی طبق مقادیر کلروفیل در فصل پاییز بود ولی طبق تراکم کل فیتوپلانکتون در هیچ یک از فصول رخ نداده است. اما لازم است که در قضاوت نهایی، سایر خصوصیات تجمع فیتوپلانکتونی یعنی تراکم در سطح گونه های غالب و خصوصیات اکولوژیکی آنها نیز مورد توجه قرار گیرد. بررسی تراکم گونه ها نشان داد که ۴ گونه از باسیلاریوفیتا (*Cyclotella meneghiniana*، *Oscillatoria* sp. و یک گونه از کلروفیتا (*Binuclearia lauterbornii*) دارای ویژگی شکوفایی بودند. در بین آنها گونه های *Pseudonitzschia seriata* و *Oscillatoria* sp. جزو گونه های سمی و مضر محسوب می شوند. *Pseudonitzschia seriata* توان تولید سم نورو توکسین (Domoic Acid) را دارد. این سم در صورت انباشتگی، می تواند سبب بیماری و مرگ در پستانداران و پرندگان دریایی و نیز انسان گردد. جنس *Oscillatoria* ضمن دارا بودن پتانسیل تولید شکوفایی دارای گونه هایی که توانایی تولید طیف گسترده ای از توکسین ها (نورو توکسین، سیتوتوکسین و هپاتوتوکسین) را دارا می باشد. تراکم *Oscillatoria* sp. فقط در فصل پاییز به مرز شکوفایی (شکوفایی کم تراکم) رسید، ولی تراکم *Pseudonitzschia seriata* در همه فصول بجز فصل تابستان دارای ویژگی شکوفایی بود. چنانکه در فصل زمستان تراکم آن تا گروه متوسط تراکم افزایش یافت. به این ترتیب در فصل تابستان هیچ یک از گونه های مضر دارای افزایش تراکم در حد شکوفایی نبودند.

۴. نتیجه گیری

با توجه به افزایش تراکم دو گونه سمی و مضر *Pseudonitzschia seriata* و *Oscillatoria* sp. بخصوص در فصول پاییز و زمستان، ضروری است که پیش بینی های لازم در خصوص مهار شکوفایی احتمالی با شواهد میدانی باید صورت گیرد. این امر بدلیل همزمانی با دوره پرورش ماهی در دریای خزر (از اواسط پاییز تا اواسط بهار) دارای اهمیت بیشتری می گردد. توجه به اثرات متقابل آبرزی پروری و شکوفایی جلبکی از نکات کلیدی در آبرزی پروری پایدار و همگام با محیط زیست محسوب می شود.

منابع

1. Anderson, C.R., Sapiano, M.R.P., Bala Krishna, M.B., Long, W., Tango, P.J., Christopher, W.B. and Raghu, M. 2010. Predicting potentially toxigenic Pseudo-nitzschia blooms in the Chesapeake Bay, Journal of Marine Systems, 83(3-4): 127-140.



2. Revilla, M., Franco, J., Bald, J., Borja, A., Seoane and S. and Valencia, V. 2009. Assessment of the phytoplankton ecological status in the Basque coast (northern Spain) according to the European Water Framework Directive. *Journal of Sea Research*, 61:60–67.
3. Thomalla, S.J., Fauchereau, N., Swart, S. and Monterio, P.M.S. 2011. Regional scale characteristics of the seasonal cycle of chlorophyll in the Southern Ocean, *Biogeosciences*, 8: 2849-2866.

The survey of seasonal algal bloom potential in the Iranian coastal of southern Caspian Sea (2018-2019)

Makhlough Asieh¹; Nasrollahzadeh Saravi, Hassan^{2*}; Roohi, Abolghasem³; Keyhansani, Alireza⁴

1. M.Sc. Lab. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

2. Associate Prof. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

3. Asistant Prof. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

4. B.Sc. Lab. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

Abstract:

Algae bloom has negative effects on public health, seafood health, natural resources, aquaculture farms, economic activities related to marine ecosystem and tourism. Due to the ecological and economic importance of this event, the goal of this paper is to study the bloom potential in different seasons of 2018-2019 in the Iranian coastal of Caspian Sea. In this study, the determination of bloom was based on chlorophyll-a concentration and total phytoplankton and species abundance. The results of chlorophyll concentration indicated to bloom condition in autumn, but did not occur in any of the seasons according to total phytoplankton abundance. The assessment at species level showed that the abundance of *Cyclotella meneghiniana*, *Dactyliosolen fragilissima*, *Pseudonitzschia seriata*, *Thalassionema nitzschioides*, *Oscillatoria* sp. and *Binuclearia lauterbornii* had a bloom feature. Among them *Pseudonitzschia seriata* and *Oscillatoria* sp. are considered toxic and harmful species. The abundance of *Oscillatoria* sp. Classified in low-density bloom in the fall. The abundance of *Pseudonitzschia seriata* increased in the winter up to the medium-density group. The results of this study are important for aquaculture activities with considering the interactions between aquaculture and algae bloom, as well as increasing of the algal bloom potential in the same time of fish farming period in the Caspian Sea (from mid-autumn to mid-spring). The subject is important for stable aquaculture and environmentally friendly activities in the Caspian Sea.

Keywords: Algal bloom, seasonal changes, Caspian Sea, Iran



الگوی مکانی توزیع ماکروبن‌توزهای خلیج چابهار پیش از مانسون

مقصودلو، عبدالوهاب

استادیار پژوهشگاه می اقیانوس‌شناسی و علوم جوی wahabbio@gmail.com

چکیده:

در مطالعه حاضر ساختار جامعه های ماکرو بن‌توزی در مسیر سه ترانسکت در سواحل شرقی و غربی و شمالی خلیج چابهار در فصل پیش از مانسون در ۱۳۹۵ بررسی گردید. نتایج حضور ۸۷ گونه ماکروبن‌توز شامل ۲۲ گونه دو جور پا، ۱۴ گونه سخت پوست، ۳۱ گونه نرم و تقریباً ۲۰ گونه از رده پرتاران را نشان داد. نتایج فراوانی نشان داد که دو جورپایان و کرم های پرتار جامعه غالب خلیج چابهار را تشکیل می دهند بطوری که ۸۷ درصد ترکیب جوامع ماکروبن‌توزی مربوط به این دو گروه است. آزمون PERMANOVA مشخص نمود که اختلاف معنی داری در ساختار جوامع زیستی اعماق مختلف وجود دارد ($P < 0.05$). نتیجه PERMANOVA PAIR-WISE TESTS نشان داد این اختلاف بین جوامع ساکن اعماق میانی (۱۵-۳ متر گروه c) با جوامع بین کشندی (گروه a، $P = 0.008$) و نواحی کم عمق (گروه b، $P = 0.013$) است. آزمون SIMPER بمنظور آشکار کردن گونه هایی که مسئول شباهت و یا عدم شباهت درون و بین گروه های عمقی که اختلاف معنی دار با یکدیگر دارند نشان داد که گونه های دو جورپا *Ampelisca brevicornis*، *Indischnopus herdmani* و نیز نرم تن دو کفه ای *Donax cf. bipartitus* عامل ۳۰٪ اختلاف گروه عمقی c,b هستند. همچنین گونه دو جورپای *Ampelisca brevicornis* و نیز پلی کت ها بویژه *Pectinaria sp.* عامل ۳۰٪ اختلاف گروه عمقی c,a هستند. مقایسه توزیع مکانی فراوانی با ترکیب جوامع ماکروبن‌توزی در مطالعه حاضر نشان داد که سواحل شمالی و بویژه جنوب غرب خلیج چابهار از تنوع ساختاری بیشتری برخوردار هستند و بخش های میانی خلیج چابهار تنوع ساختاری رضایت بخشی ندارند ولذا انجام مطالعات محیطی گسترده تر در این ناحیه با تاکید بر آلاینده های رسوبی به پیشنهاد می گردد. همچنین نتایج مطالعه حاضر به اهمیت نقش فاکتور عمق در توزیع جوامع ماکروبن‌توزی اشاره دارد که این موضوع می تواند در استراتژی های پایش و چیدمان ایستگاه های نمونه برداری کمک نماید.

واژگان کلیدی: کفزیان درشت اندازه، خلیج مکران، توزیع مکانی

۱. مقدمه

مطالعه ساختار جوامع کفزیان بعنوان یک شاخص زیستی در تعیین تغییرات تنوع زیستی، ارزیابی اثرات آلودگی دریا، و به بیان دیگر در ارزیابی کیفیت زیستگاه های دریایی اهمیت زیادی دارد (Borja, 2004, Roozbahani et al., 2010, Krupp, 2002). بررسی سوابق مطالعات پیشین نشان می دهد که مطالعات آرایه شناسی متعددی روی تاکسون های کفزی دریای مکران صورت گرفته است؛ Melvill 1896 (Hogarth 1988; Bosch and Bosch 1982 Melvill 1896). اولین گشت منسجم در آبهای خلیج فارس و دریای عمان به سال های ۱۳۵۵-۱۳۵۸ هجری شمسی و در قالب طرح UNDP-FAO بر می گردد. در آبهای مکران موسسه تحقیقات شیلات ایران اولین پروژه تحقیقاتی پایش ذخایر کفزیان را در سال ۱۳۷۷ شروع نمود (ممتازی و مقصودلو ۱۳۹۵). نیکویان (۱۳۸۰) فراوانی، پراکنش و میزان توده

زنده ماکروبتوزهای خلیج چابهار را در سال ۱۳۷۴ بررسی و بیشترین فراوانی را بترتیب از دوجورپایان (۲۱٪)، کرم های حلقوی (۱۹٪)، نرم تنان (۲۷٪) و سایر کفزیان بویژه خارپوستان (۳۳٪) گزارش نمود. سلیمانی راد و همکاران (۱۳۹۰) جمعیت ماکروبتوزهای منطقه حفاظت شده خورگابریک در شهرستان جاسک، را بررسی و ۵۳ گونه متعلق به ۳۱ خانواده را شناسایی نمودند. پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی ایران (۱۳۹۳-۱۳۹۱) گشت تحقیقاتی (PGGOOS) را در آبهای دور از ساحل خلیج فارس و دریای مکران به انجام رسانید. در آبهای مکران گشت فوق جوامع ماکروبتیک جانوری آبهای ساحلی و دور از ساحل (حداقل ۱۹ متر و حداکثر ۲۱۰ متر) محدوده خلیج پزم تا حوالی گوادر مورد مطالعه کیفی قرار گرفت و در بین تاکسون های تشکیل دهنده، زیرشاخه سخت پوستان با ۴۸٪ و پس از آن دو شاخه نرم تنان با ۲۸٪ و کرم های حلقوی (۲۲٪) بیشترین درصد ترکیب جوامع ماکروبتوز را بخود اختصاص دادند. هدف مطالعه حاضر بررسی الگوی مکانی توزیع جوامع ماکروبتوزی صرفنظر از در نظر گیری عوامل محیطی در نقاط مختلف خلیج چابهار است. همچنین پاسخ به سئوالاتی همچون که آیا جوامع ماکروبتوزی در نقاط مختلف خلیج چابهار همگن هستند؟ و نیز آیا اختلافی در ساختار جوامع کفزی در اعماق مختلف وجود دارد.

۲. مواد و روش ها

۱۹ ایستگاه با اعماق مختلف در مسیر سه ترانسکت در سواحل شرقی و غربی و شمالی خلیج چابهار انتخاب گردید. از این میان سه ایستگاه در عمق صفر ناحیه جزرو مدی قرار داشتند که بسته به ماهیت بستر نرم در شرق و غرب خلیج چابهار نمونه برداری گردیدند (ایستگاه های A7, A9, Prg). بمنظور انجام آنالیز های آماری، ایستگاه های نمونه برداری مطابق جدول ۱ گروه بندی شدند. نمونه های کفزی پیش از شروع مانسون و در دی ماه ۱۳۹۵ با گراب (سطح مقطع ۰/۲۵ متر مربع) در مناطق زیر کشندی و با کوادرات ۰/۲۵ در ۰/۲۵ متر مربع و سه تکرار جمع آوری گردیدند. پس از برداشت نمونه و غربال کردن آنها (با غریال ۰/۵ میلی متر)، بمنظور شناسایی بهتر، نمونه ها در ابتدا در محلول نارکوتیزر کلرید منیزیم ایزوتونیک با آب دریا ۷٪ قرار گرفته و سپس در الکل ۷۰ درصد تثبیت شدند. نمونه های تثبیت شده به آزمایشگاه منتقل و و سپس با استفاده از استریو میکروسکوپ نیکون (SMZ 1500) شناسایی شدند. شناسایی گروه های مختلف کفزی تا پایین ترین صنف تاکسونومیک ممکن، با کمک کلیدها، اطلس های شناسایی و یا راهنماهای میدانی قابل دسترس، مقالات و پایگاههای تاکسونومیک اینترنتی موجود در زمینه شناسایی کفزیان که فهرست آنها در منابع آمده است انجام شد. بمنظور انجام آنالیزهای آماری و نیز مصور سازی توزیع مکانی شاخص ها از نرم افزار های ذیل و حسب مورد استفاده گردید: PRIMER Ver. 6.1.12 and PERMANOVA ver.1.0.2; Arc GIS 10.6.1 software (Esri and GeoEye, 2018).

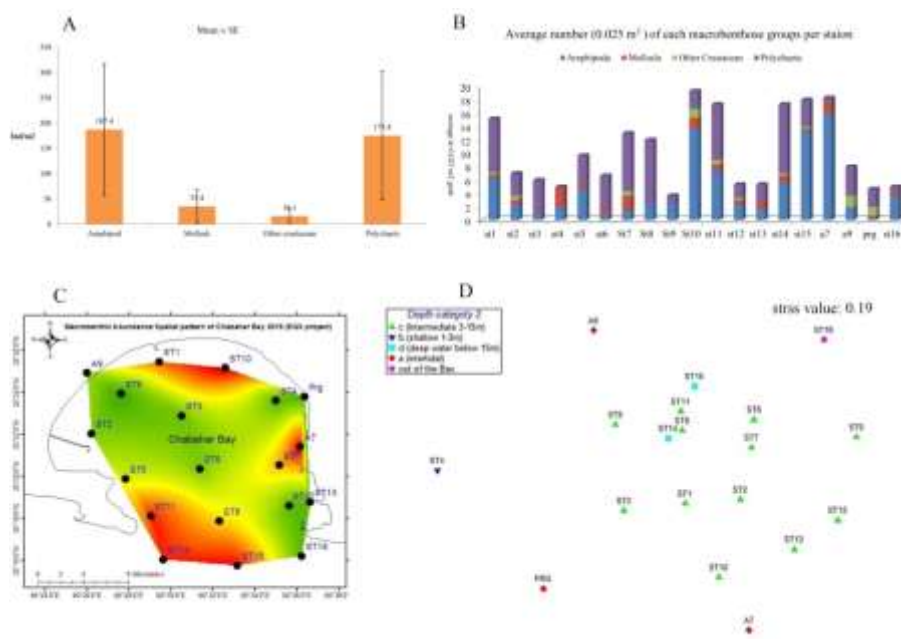
جدول ۱) ایستگاه های مورد مطالعه و گروه بندی عمق بمنظور انجام آزمون های آماری

گروه بندی عمق	Depth (meter)	ایستگاه نمونه برداری	گروه بندی عمق	Depth (meter)	ایستگاه نمونه برداری
c (Intermediate 3-15m)	13	ST11	c (Intermediate 3-15m)	5	ST1
c (Intermediate 3-15m)	8	ST12	c (Intermediate 3-15m)	4	ST2
c (Intermediate 3-15m)	14	ST13	c (Intermediate 3-15m)	10	ST3
d (deep water below 15m)	16	ST14	b (shallow 1-3m)	3	ST4
d (deep water below 15m)	19	ST15	c (Intermediate 3-15m)	7	ST5
a (intertidal)	0	A7	c (Intermediate 3-15m)	12	ST6
a (intertidal)	0	A9	c (Intermediate 3-15m)	9	ST7
a (intertidal)	0	Prg	c (Intermediate 3-15m)	13	ST8
out of the Bay	22	ST16	c (Intermediate 3-15m)	6	ST9
c (Intermediate 3-15m)	8	ST12	c (Intermediate 3-15m)	6	ST10

۳. نتایج

در مطالعه حاضر ۸۷ گونه ماکروبتوز شناسایی گردید شامل: ۲۲ گونه دو جور پا (Amphipoda) از ۱۱ خانواده که خانواده Ampeliscidae فراوانترین خانواده بود، ۱۴ گونه سخت پوست دیگر متعلق به ۴ راسته و ۱۴ خانواده که راسته ده پایان (mostly Decapoda followed by Tanaidacea and Cumacea: 4%) بیشترین فراوانی را داشت، ۳۱ گونه از شاخه نرم تنان نیز متعلق به ۱۱ راسته و ۲۱ خانواده که

خانواده های Carditidae و Terebridae بیشترین فراوانی را داشتند، ۲۰ گونه از رده پرتاران (Polychaeta) متعلق به ۶ راسته از ۲۰ خانواده بود که از آنها ۱۰ گونه شناسایی شده و ۱۰ گونه دیگر از ۱۰ خانواده متفاوت شناسایی نشد. فراوانی کل ماکروبتوز های نمونه برداری شده ۷۸۷۳ عدد در متر مربع محاسبه گردید در این میان بیشترین میانگین فراوانی بدست آمده متعلق به سخت پوستان دو جورپا و کرم های پرتار بود بطوری که ۸۷ درصد ترکیب جوامع ماکروبتوزی مربوط به این دو گروه ثبت شد. آزمون ANOSIM نشان داد که تا حدی می توان تفکیک معنی داری بین گروه های عمقی ماکروبتوز ها یافت (Global R: 0.454; $P < 0.05$). آزمون PERMANOVA مشخص نمود که اختلاف معنی داری در جوامع زیستی در نقاط مختلف جغرافیایی از سواحل نمونه برداری خلیج چابهار وجود ندارد ($P > 0.05$) اما در گروه بندی اعماق مختلف ساختار جوامع زیستی اختلاف معنی دار داشته ($P < 0.05$). PERMANOVA PAIR-WISE TESTS. این اختلاف بین جوامع ساکن اعماق میانی (۱۵-۳ متر گروه c) با جوامع بین کشندی (گروه a $P = 0.008$) و نواحی کم عمق (گروه b, $P = 0.013$) است. آزمون SIMPER بمنظور آشکار کردن گونه هایی که مسئول شباهت و یا عدم شباهت درون و بین گروه های عمقی که اختلاف معنی دار با یکدیگر دارند نشان داد که گونه های دو جورپا *Indischnopus herdmani*, *Ampelisca brevicornis* و نیز نرم تن دو کفه ای *Donax cf. bipartitus* عامل ۳۰٪ اختلاف گروه عمقی c,b هستند. همچنین گونه دو جورپای *Ampelisca brevicornis* و نیز پلی کت ها بویژه *Pectinaria sp.* عامل ۳۰٪ اختلاف گروه عمقی c,a هستند. شکل ۱ بیانگر فراوانی گروه های مختلف ماکروبتوزی و نیز توزیع مکانی آن در مقیاس توزیع جغرافیایی و توزیع آماری است.



شکل ۱) A مقادیر میانگین و انحراف معیار گروه های مختلف ماکروبتوزی، B ترکیب فراوانی ماکروبتوزی در ایستگاه های مختلف، C توزیع مکانی فراوانی ماکروبتوزی و، D آزمون رج بندی nMDS در گروه های مختلف عمقی.

۴. بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر ۸۷ گونه ماکروبتوز شناسایی گردید که ۲۲ گونه آن متعلق به دو جور پایابان، ۱۴ گونه سایر سخت پوستان، ۳۱ گونه نرم تن و تقریباً ۲۰ گونه کرم پرتار بود. فراوانی کفزیان مورد مطالعه ۷۸۷۳ فرد/متر مربع محاسبه گردید که از این میان، دوجورپایان ۴۵٪ کل جامعه ماکروبتوزی را تشکیل داده و پس از آن کرم های پرتار (۴۲٪ شامل ۳۳۲۰ فرد در متر مربع) نرم تنان (۹٪) و دیگر سخت پوستان (۴٪) مراتب بعدی از لحاظ فراوانی را دارند. لقمانی و همکاران (۱۳۹۵) با مطالعه جوامع پرتار نواحی زیر کشندی خلیج چابهار ۳۶ خانواده پرتاران با میانگین تقریبی ۱۱۰۰ فرد در پیش مانسون را گزارش نمودند. Taheri and Yazdani (2007) ۳۲ گونه ماکرو بتوزی را در مناطق بین کشندی چابهار گزارش نمودند و عنوان کردند که کرم های پرتار با ۱۹۳۵ فرد در متر مربع جامعه غالب در پیش مانسون است.

دهانی و همکاران (۱۳۹۲) عنوان کردند فراوانی گروه های مختلف کفزی بترتیب بصورت : اول کرم های پرتار، سپس کرم های کم تار، سخت پوستان ، دو کفه ای ها و خارپوستان است. نیکویان (۱۳۷۴) نیز فراوانی کل ماکروبنئوزی خلیج چابهار را در دامنه ۴۶۰۰-۱۳۰۰۰ فرد در متر مربع گزارش نمود که در آن جامعه نرم سایر کفزیان بویژه خارپوستان و سایر سخت پوستان (۳۳٪) ، نرم تنان (۲۶٪) دو جور پا (۲۱٪) و سپس پرتار (۱۹٪) بیشترین سهم را بخود اختصاص می دهند. با نگاهی اجمالی به سیر مطالعات ۲۵ ساله در خلیج چابهار مشخص می گردد که فراوانی جوامع ماکروبنئوزی از نظر ساختاری از ۱۳۷۴ (بترتیب فراوانی: خارپوستان و سایر سخت پوستان ، نرم تنان ، دوجور پایان، پرتاران) تغییر یافته است به دو جور پایان، پرتاران و نرم تنان. این در حالی است که از نظر تنوع گونه ای نرم تنان (۳۱ گونه) در رده اول، دوجورپایان (۲۲ گونه) در رده دوم و پرتاران (۲۰ گونه) در رده سوم قرار دارند. بنظر می رسد فعالیت های لایروبی در خلیج چابهار که بویژه در دهه اخیر افزایش یافته است باعث تخریب بستر های رودولیت (rhodolith beds) در منطقه شده که زیستگاه اصلی خارپوستان و مارسانان است. (Gondim et al., 2014) اظهار داشتند که بستر های رودولیت زیستگاه عمده خارپوستان است. تغییر فراوانی جوامع نرم تن شاید بدلیل اثرات تغییر اقلیم و اسیدی شدن آب باشد چرا که این موجودات در طی مراحل مختلف رشدی خود در مقایسه با دیگر کفزیان نسبت به اسیدی شدن آب آسیب پذیرترند (Parker et al., 2013; Gazeau et al., 2013). مقایسه توزیع مکانی فراوانی با ترکیب جوامع ماکروبنئوزی در مطالعه حاضر نشان داد که سواحل شمالی وبویژه جنوب غرب خلیج چابهار از تنوع ساختاری بیشتری برخوردار هستند و بخش های میانی خلیج چابهار تنوع ساختاری رضایت بخشی ندارند ولذا انجام مطالعات محیطی گسترده تر در این ناحیه با تاکید بر آلاینده های رسوبی به پیشنهاد می گردد. همچنین نتایج مطالعه حاضر به اهمیت نقش فاکتور عمق در توزیع جوامع ماکروبنئوزی اشاره دارد که این موضوع می تواند در استراتژی های پایش و چیدمان ایستگاه های نمونه برداری کمک نماید.

تشکر و قدردانی: نویسندگان بر خود لازم می دانند تا از صندوق حمایت از پژوهشگران که از مطالعه فوق حمایت مالی نمود (شماره طرح مصوب ۹۷۰۰۴۵۱۳) و نیز پژوهشگاه می اقیانوس شناسی و علوم جوی (شماره طرح مصوب ۰۹-۰۹-۰۱-۰۱-۳۹۵) تشکر و قدردانی نماید.

منابع

۱. تجلی پور، م.، ۱۳۷۳ بررسی سیستماتیک و انتشار نرم تنان سواحل ایرانی خلیج فارس. سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۴۰۳ صفحه.
۲. حسین زاده صحافی، ه.؛ دقوکی، ب.؛ رامشی، ح.، ۱۳۷۹ اطلس نرم تنان خلیج فارس، موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، چاپ اول، ۲۴۸ صفحه.
۳. دهانی اسماعیل ، شکوری آرش و جعفری حسین (۱۳۹۲) بررسی ساختار جوامع ماکروبنئوز در سواحل گلی منطقه زیر جزر و مدی خلیج چابهار. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار. ۹۲ ص.
۴. سلیمانی راد آسیه، کامرانی احسان، کشاورز موسی، وزیری زاده امیر، بهره مند مرتضی (۱۳۹۰). بررسی بوم شناختی جمعیت ماکروبنئوزهای منطقه حفاظت شده خورگابریک در شهرستان جاسک (دریای عمان). اقیانوس شناسی: پاییز ۱۳۹۰، دوره ۲، شماره ۷؛ از صفحه ۳۱ تا صفحه ۳۷.
۵. سلیمانی راد، آسیه، کشاورز، موسی، بهره مند. مرتضی، کامرانی. احسان، وزیری زاده. امیر (۱۳۹۲). بررسی اثرات مانسون تابستانه بر ساختار جوامع ماکروبنئوتیک خور جاسک (دریای عمان). مجله بوم شناسی آبزیان، شماره ۳، صفحات ۵۰-۳۹.

۶. ممتازی, فرزانه, مقصودلو and عبدالوهاب, ۲۰۱۷. مطالعه کیفی ساختار جوامع بی مهرگان کفزی نواحی ایرانی زیرکشندی شمال شرق دریای مکران (عمان). (اقیانوسشناسی. 7(28), pp.37-46.

۷. نیکویان علیرضا (۱۳۸۰). برآورد پتانسیل صید کفزیان در خلیج چابهار از طریق محاسبه تولید ثانویه ماکروبتنوزها. مجله علمی شیلات ایران (فارسی): تابستان ۱۳۸۰, دوره ۱۰, شماره ۲; از صفحه ۷۷ تا صفحه ۱۰۲.

8. Bonyadi Naeini, N.; Rahimian, H., 2009. Intertidal scale worms (Polychaeta, Polynoidae and Sigalionidae) from the northern coasts of the Persian Gulf and Gulf of Oman. ZooKeys, 31: 53-59. Bosch, D.; Bosch, E., 1982. Seashells of Oman. London: Longman Group Limited, 212P.
9. Borja, A., 2004. The biotic indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools." Marine Pollution Bulletin, 48(3-4):405-408.
10. Dallwitz, M.J.; Paine, T.A.; Zurcher, E.J., 2002. Onwards. Interactive identification using the Internet. <http://deltaintkey.com>, version 9/2007.
11. Fauchald, K., 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, 28 Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles. 188P.
12. Fauvel, P., 1911. Annélides polychètes du golfe *Persique* recueillies par M.N. Bogoyawlensky. Archives de Zoologie Expérimentale et Générale, Série, 56: 353- 439.
13. Fauvel, P., 1918. Annélides polychètes des côtes d'Arabie récoltées par M. Ch. Pérez. Bulletin du Muséum
14. Gazeau, F., Parker, L.M., Comeau, S., Gattuso, J.P., O'Connor, W.A., Martin, S., Pörtner, H.O. and Ross, P.M., 2013. Impacts of ocean acidification on marine shelled molluscs. Marine biology, 160(8), pp.2207-2245.
15. Gondim, A.I., Dias, T.L.P., Cristina de Souza Duarte, R., Riul, P., Lacouth, P. and Christoffersen, M.L., 2014. Filling a knowledge gap on the biodiversity of rhodolith-associated Echinodermata from northeastern Brazil. Tropical Conservation Science, 7(1), pp.87-99.
16. Hibberd, T., 2009. Field identification guide to Heard Island and McDonald Islands benthic invertebrates Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography, 53(8-10): 985-1008
17. Jones, D.A., 1986. A field guide to the sea shores of Kuwait and the Persian Gulf. University of Kuwait, 192P.
18. Melvill, J.C. 1896. Description of marine mollusca from the Arabian Sea, Persian Gulf and Gulf of Oman. Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society, 41-53.
19. Melvill, J.C., 1928. The marine Mollusca of the Persian Gulf, Gulf of Oman and north Arabian Sea through the collection of Captain F.W. Townsend, 1893-1914. Proceedings of the Malacological Society of London, 18: 93-117.

20. Naderloo, Z.; Türkay, M., 2012. Decapod crustaceans of the littoral and shallow sublittoral Iranian coast of the Persian Gulf: Faunistics, Biodiversity and Zoogeography. *Zootaxa*, 3374: 1-67.
21. National d'Histoire naturelle, Paris, 24(5): 329-344.
22. Parker, L.M., Ross, P.M., O'Connor, W.A., Pörtner, H.O., Scanes, E. and Wright, J.M., 2013. Predicting the response of molluscs to the impact of ocean acidification. *Biology*, 2(2), pp.651-692.
23. Roozbahani, M. M.; Nabavi, S. M.; Farshchi, P.; Rasekh, A., 2010. Studies on the benthic macroinvertebrates diversity species as bioindicators of environmental health in Bahrekan Bay (Northwest of Persian Gulf). *African Journal of Biotechnology*, 9(39).
24. Taheri M, Yazdani Foshtomi M, Bagheri H. Community Structure and Biodiversity of Intertidal Sandy Beach Macrofauna in Chabahar Bay, Northeast of Oman Gulf, IR Iran. *JPG*. 2010; 1 (1) :17-26
25. Wehe, T.; Fiege, D., 2002. Annotated checklist of the polychaete species of the seas surrounding the Persian Peninsula: Red Sea, Gulf of Aden, Arabian Sea, Gulf of Oman, Persian Gulf. *Fauna of Arabia*, 19: 7-238.
26. Wesenberg-Lund, E., 1949. Polychaetes of the Persian Gulf. In: Danish scientific investigations in Iran. Jessen K, Spärck R (Eds), 4: 247-400.
27. Yousefi, S.; Rahimian, H.; Nabavi, S.; Glasby, C., 2011. Nereididae (Annelida: Polychaeta) from intertidal habitats in the Gulf of Oman, Iran. *Zootaxa*, 3013: 48-64.

Spatial Pattern of Macrobenthose Distribution in Chabahar Bay before Monsoon

Maghsoudlou, Abdolvahab

Assistant professor: Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Sciences (INIOAS)

Corresponding author: wahabbio@gmail.com

Abstract

In the present study, the structure of macro-benthic communities of Chabahar Bay in the pre-Monsoon season in 2016 was investigated. We identified 87 species of macrobenthos contain 22 amphipods species, 14 species of other crustaceans, 31 species of molluscs, and approximately 20 polychaetes species. The results showed that amphipods and polychaetes make up the majority of the macrobenthose communities in Chabahar Bay. The PERMANOVA test revealed that there is a significant difference in the community structure of macrobenthoses at different depths ($P < 0.05$). PERMANOVA Pair-Wise test also showed that this difference is between the communities living in the middle depths (3-15 meters: group C) with intertidal communities (group A, $P = 0.008$) and shallow areas (group B, $P = 0.013$). The SIMPER test to identify species that are responsible for similarity or dissimilarity within and between depths groups showed that the two species of *Indischnopus herdmani*, *Ampelisca brevicornis*, as well as *Donax cf. bipartitus* are the cause of 30% of the difference of dissimilarity between depth groups of C and B. For depth group C and A the *Ampelisca brevicornis* and polychaetes, especially *Pectinaria* sp are responsible for 30% dissimilarity. Comparing the macrobenthose spatial distribution with the composition of macrobenthose communities in the present study showed that the northern and especially the southwest coasts of Chabahar Bay are more structurally diversity than to the middle parts of the, therefore extensive environmental studies in middle parts of the bay are recommended with emphasis on sediment pollutants. The results of the present study also point to the importance of the role of depth factor in the distribution of macrobenthose communities, which can help in monitoring strategies and arrangement of sampling stations.

Keywords: Makran Sea, Macrobenthos, spatial pattern



بررسی میزان عناصر سنگین در ماهیان شیر (*Scomberomorus commerson*) و شهری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) در محیط GIS

مکرم، مرضیه^۱؛ عبیدی، رزاق^{۲*}

۱. عضو هیئت علمی بخش مرتع و آبخیزداری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز
۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران. ایمیل: Rasagh.Obeidi@gmail.com

واژگان کلیدی: نیروگاه پارس جنوبی، عسلویه، فلزات سنگین، کیفیت آب، شاخص خطر غیر سرطان (NHQI) و (HMPI) GIS.

۱. مقدمه

مطالعات نشان می‌دهد که پساب کارخانجات پتروشیمی مانع از رشد جلبک *Selarolstrom apricorntum* و خزہ *ibba L* شده و میزان جوانه زنی دانه *Lactuca* را ۱۵ درصد کاهش می‌دهد (Sherry, 1994). با توجه به اینکه جلبک‌ها نقش مهمی در زنجیره غذایی موجودات آبی در آب از جمله ماهی‌ها دارند، اهمیت بررسی مطالعات در زمینه آلودگی آب‌ها توسط پساب کارخانجات مختلف از جمله پتروشیمی را نشان می‌دهند (Joseph and Joseph, 2002). مطالعات مختلفی در زمینه آلودگی آب به فلزات سنگین تاکنون صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به Yu و همکاران (۲۰۰۱)، Olivares-Rieumont و همکاران (۲۰۰۵)، Kang و همکاران (۲۰۱۰)، Fato و همکاران (۲۰۱۹) اشاره نمود. آبریان عناصر شیمیایی سنگین را در بافت‌ها و اندام‌های خود جمع می‌نمایند و نهایتاً در جریان چرخه زیستی این مواد وارد زنجیره غذایی می‌شود که یک عامل سمی بالقوه برای میکروارگانیسم‌ها و سایر موجودات محسوب می‌شوند و در نهایت به انسان انتقال می‌یابند. از این رو پایش فلزات سنگین مسئله مهمی برای متخصصان علوم تغذیه، پزشکی و محیط زیست می‌باشد (Belitz et al., 2001). با توجه به اینکه فلزات سنگین در منطقه عسلویه مشکلاتی بواسطه تجمع در بدن موجودات زنده ایجاد می‌کنند، بررسی غلظت فلزات سنگین در آب و اثر آن‌ها بر روی ماهیان مهم به نظر می‌رسد. با توجه به اهمیت موضوع هدف از این مطالعه بررسی غلظت فلزات سنگین در ماهیان شیر (*Scomberomorus commerson*) و شهری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) در آب‌های خلیج فارس در محیط GIS می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه نمونه‌های ماهی شامل گونه‌های شیر (*Scomberomorus commerson*) و شهری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) به تعداد هر کدام ۱۴ قطعه در منطقه عسلویه توسط صیادان بومی تهیه شدند. ماهی‌ها توسط یخدان حاوی یخ تحت دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شدند. همه فلزات سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل HR-CS AAS مورد سنجش قرار گرفتند. در ادامه به منظور بررسی میزان آلودگی در عضله ماهی شاخص NHQI برای هر یک از ماهیان محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین NHQI بر اساس روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا عمل شد. برای یک ترکیب واحد، NHQI نسبت CDI به دوز مرجع

است. رابطه ۱ برای محاسبه سمیت سیستمیک (خطر غیر سرطان زا) به کار گرفته شد (رابطه ۱). $CDI = \text{جذب مزمن روزانه آلاینده (mg/kg-day)}$

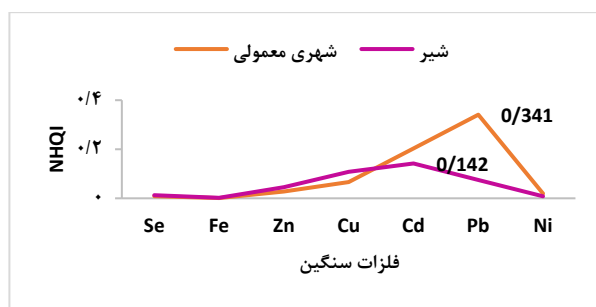
$$NHQI = \frac{CDI}{RFD} \quad (۱)$$

در این مطالعه به منظور تهیه نقشه‌های پهنه بندی برای هر یک از فاکتورهای مؤثر در آلودگی عضله ماهی از روش کریجینگ استفاده شد (معادله ۲) که در آن $\gamma(h)$ تعداد زوج داده جدا شده به فاصله h مقدار اندازه‌گیری شده می‌باشد و x موقعیت نمونه‌های می‌باشد.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z(x_i + h)] \quad (۲)$$

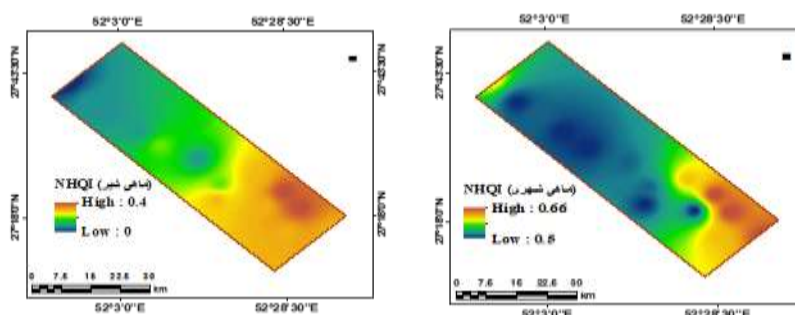
۳. نتایج

NHQ محاسبه شده برای این مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. مقادیر این فلزات برای NHQI برای ماهی شهری برای مقادیر Se, Fe, Zn, Cu, Cd, Pb, Ni به ترتیب 0.009, 0.001, 0.028, 0.066, 0.203, 0.341, 0.019 است. برای ماهی شیر نیز مقادیر Se, Fe, Zn, Cu, Cd, Pb, Ni به ترتیب 0.049, 0.362, 0.016, 0.16, 0.083, 0.006, 0.37 می‌باشد. همانگونه که در شکل ۱ دیده می‌شود، پتانسیل خطرپذیری ۶ فلز Se, Fe, Zn, Cu, Cd, N برای یک و کمتر از یک و برای Pb نزدیک به یک می‌باشد.



شکل ۱) برآورد خطر بالقوه ناشی از فلزات سمی موجود در بافت عضله ماهی شیر و شهری

همچنین با توجه به شکل ۲ معلوم می‌شود که در ۲ ماهی مقادیر شاخص NHQI در نزدیکی نیروگاه‌ها بیشتر از سایر مناطق می‌باشد. ماهی شهری طبق شکل ۲ دارای مقادیر NHQI بیشتری نسبت به ماهی شیر می‌باشد و منطقه وسیع تری را از نظر آلودگی به خود اختصاص داده است که علت آن مکان زندگی این ماهی می‌توان دانست که در اعماق که حاوی آلودگی بیشتری هستند زندگی می‌کنند.



شکل ۲) نقشه پهنه بندی شاخص NHQI

۴. بحث و نتیجه‌گیری

تجمع فلزات سنگین حاصل از صنایع گاز و پتروشیمی توسط آبزیان می‌تواند اطلاعات مفیدی را برای نظارت بر آلودگی‌های محیطی فراهم کند. در این مطالعه، با توجه به بالا بودن میزان فلزات در عضلات ماهی، در مقایسه با استاندارد جهانی، پیشنهاد می‌گردد که استفاده از این

گونه در این منطقه، با مراقبت‌های لازم انجام گیرد. همچنین جهت حصول اطمینان از سلامت مصرف سایر آبریان، باید پایش‌های مداوم تمامی آلاینده‌های محیطی در آب، رسوب و آبریان خلیج فارس، صورت پذیرد و به جهت کنترل منابع آلاینده نیز مدیریت مناسب اتخاذ گردد، تا ذخایر آبریان که به عنوان یکی از مهمترین منابع پروتئینی به حساب می‌آیند دچار صدمات کمتری شوند.

منابع

1. Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P., 2001. *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Berlin: Springer, 342P. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2008.06.057
 2. Fato, F.P., Li, D.W., Zhao, L.J., Qiu, K. and Long, Y.T., 2019. Simultaneous Removal of Multiple Heavy Metal Ions from River Water Using Ultrafine Mesoporous Magnetite Nanoparticles. *ACS Omega*, 4(4): 7543-7549.
 3. Joseph, V., Joseph, A., 2002. Ecology and seasonal variation of microalgal community in an oil refinery effluent holding pond: monitoring and assessment. *Environ Monit Assess* 80(2): 175–85.
 4. Kang, J.H., Lee, S.W., Cho, K.H., Ki, S.J., Cha, S.M. and Kim, J.H., 2010. Linking land-use type and stream water quality using spatial data of fecal indicator bacteria and heavy metals in the Yeongsan river basin. *Water Research*, 44(14): 4143-4157.
 5. Olivares-Rieumont, S., De la Rosa, D., Lima, L., Graham, D.W., Katia, D., Borroto, J., Martínez, F. and Sánchez, J., 2005. Assessment of heavy metal levels in Almendares River sediments—Havana City, Cuba. *Water Research*, 39(16): 3945-3953.
 6. Sherry, J.P., Scott, B.F., Nagy, E., et al., 1994. Investigation of the sublethal effects of some petroleum refinery effluents. *Aquat Ecosyst Health* 3: 129–37.
- Yu, K.C., Tsai, L.J., Chen, S.H. and Ho, S.T., 2001. Chemical binding of heavy metals in anoxic river sediments. *Water Research*, 35(17): 4086-4094.

Investigating the amount of heavy elements in lionfish (*Scomberomorus commerson*), common turtle (*Lethrinus nebulosus*) in GIS

Mokarram, M. ¹; Obeidi, R. ^{2*}

1. Department of Range and Watershed Management, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

2. Young Researchers and Elite Club, Islamic Azad University of Bushehr, Bushehr, Iran

Abstract

Due to the fact that the South Pars power plant can be affected by the pollution of the Persian Gulf waters on the region's aquifers, in this study, the spatial distribution of non-carcinogenic health risk of heavy metals in *Scomberomorus commerson*, and *Lethrinus nebulosus* was investigated. For this purpose, the NHQI index was used to determine the contamination rate of these fish muscles and finally, using Kriging method, which is one of the geostatistical methods, the spatial distribution of NHQI index in the study area in GIS environment was investigated. The results showed that the lowest NHQI value is for *Scomberomorus commerson* with 0.394 fish, which does not pose a health risk. In general, fish living near the surface of the water (*Scomberomorus commerson*) were less polluted by heavy metals than fish living high deeps (*Lethrinus nebulosus*). The results of interpolation maps also showed that the fish in the southern part of the study area, which were located near the power plant, are more polluted than the fish in the northern part of the region.

Keywords: Pars power plant, Asaluyeh, Heavy metals, Water quality, Non carcinogenic Hazard Quotient (NHQI), Heavy metal pollution indices (HMPI), GIS.



ارزیابی جوامع دوجورپای (Crustacean: Amphipoda) خلیج چابهار با استفاده از شاخص‌های غنای گونه‌ای و تنوع تاکسونومیک

ممتازی، فرزانه

استادیار پژوهشگاه می اقیانوس‌شناسی و علوم جوی momtazi.f@gmail.com

چکیده

در اغلب مطالعات بوم‌شناسی جوامع، بررسی تنوع زیستی در سطح گونه‌ها و به صورت انفرادی در نظر گرفته شده و عموماً از شاخص‌های سنتی همچون شاخص تنوع گونه‌ای شانون در ارزیابی تنوع گونه‌ای توجه شده است. شاخصهای جدید تنوع و تمایز تاکسونومیک با ملاحظه پراکندگی روابط بین گونه‌ها در سطوح مختلف خویشاوندی نسبت به سایر شاخص‌های مرسوم تنوع زیستی اطلاعات بیشتری را در سطوح بالاتر از گونه در اختیار بوم‌شناسان قرار میدهد. در این مطالعه با استفاده از این شاخص‌ها به بررسی تنوع و تمایز ساختار تاکسونومیک جوامع دوجورپا در ۱۹ سایت خلیج چابهار پرداخته شد. در مطالعه حاضر ۲۱ گونه دوجورپا متعلق به ۱۴ جنس از ۱۲ خانواده شناسایی شد که در آن خانواده Ampeliscidae فراوانترین خانواده و *Amplisca* فراوانترین جنس بود. شاخص تنوع شانون در محدوده ۰-۲/۹ و با میانگین ۱/۲ بر مبنای لگاریتم دو محاسبه شد. بیشترین توزیع فراوانی جوامع دوجورپا در سواحل شرق و شمال شرق و جنوب غرب خلیج بوده است. بیشترین مقدار شاخص میانگین تمایز تاکسونومیک در ایستگاه‌های سواحل غرب و جنوب غرب و جنوب شرق خلیج بود. همچنین، ایستگاه‌های واقع در سواحل غربی و جنوب شرقی خلیج همچنین دارای مقدار شاخص تغییرات تاکسونومیک بیشتر بودند. بنابراین با توجه، به آنکه ضرایب تاکسونومیک بالاتر بیانگر شرایط اکولوژیک مناسبتری می‌باشند می‌توان نتیجه گرفت که بخش میانی خلیج چابهار دارای شرایط نامناسب تری از لحاظ اکولوژیک برای دوجورپایان و سایر جانوران می‌باشد.

واژگان کلیدی: شاخص تمایز تاکسونومیک، *AvTD*، *VarTD*، آمفی بود، دریای عمان

۱. مقدمه

در طول سالها، چندین فرمول در ادبیات اکولوژی برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای براساس تعداد گونه‌ها و فراوانی نسبی آنها مطرح شده است. یکی از اشکالات شاخص‌های غنای گونه‌ای (نظیر شانون-وینر، سیمپسون، مارگالف و بریلوین) وابستگی شدید این شاخص‌ها به اندازه نمونه برداری است بدون آنکه به تنوع تاکسونومیک موجود در جامعه توجه نمایند. برای مثال، کاملاً مشخص است که جامعه‌ای با ۱۰ گونه از یک جنس دارای تنوع زیستی پایین تری از جامعه‌ای است که شامل ۱۰ گونه از جنس‌های مختلف می‌باشد اما به دلیل این که این شاخص‌ها عموماً توصیف‌کننده آخرین سطح طبقه‌بندی (گونه) می‌باشند نمیتوانند اختلاف بین این دو جامعه را تشخیص دهند (عشوری، ۱۳۹۵). شاخص‌های جدید تاکسونومیک به ساختار و روابط تاکسونومیک علاوه بر توزیع فراوانی گونه‌ها در زیستگاه توجه دارند. شاخص تمایز تاکسونومیک نسبت به سایر شاخص‌های تنوع زیستی نظیر غنای گونه، شانون وینر و مارگالف اطلاعات بیشتری را در اختیار بوم‌شناسان قرار می‌دهد. مرسوم ترین نوع شاخص تمایز تاکسونومیک در این خصوص دو شاخصی است که توسط کلارک و واریک (Clark and Warwick, 1998, 1999) تعریف گردیده و در آن میانگین فاصله بین همه جفت گونه‌ها در یک جامعه محاسبه می‌شود: شاخص میانگین تمایز تاکسونومیک (Average

(Δ^+ , Δ^+ -DELTA taxonomic distinctness) و شاخص واریانس تمایز تاکسونومیک (Δ^+ -DELTA taxonomic distinctness) (Variation in taxonomic distinctness) هرچه مقدار Δ^+ کمتر باشد نشان دهنده طول نسبتاً کوتاه بین انشعابات درخت تبارشناسی است به عبارت دیگر خانواده ها و راسته های کمتری به ازای کل گونه ها وجود دارد. از سویی هرچه مقدار Δ^+ بزرگتر باشد نشان دهنده توزیع نامتعادل ساختار فیلوژنی است. همچنین همانطور که گونه زایی افزایش میابد (عدم یکنواختی گونه ها) واریانس تمایز تاکسونومیک به خوبی افزایش می یابد و گونه ها در تعداد کمی از خانواده ها تجمع مییابند. در محیط های خشکی ایران و بمنظور بررسی پوشش گیاهی استفاده از شاخص های تمایز تاکسونومیک بیشتر مورد توجه قرار گرفته است اما در محیط های دریایی کمتر به کاربرد شاخص تمایز تاکسونومیک توجه شده و عمدتاً شاخص های سنتی همچون شاخص شانون در ارزیابی تنوع گونه ای خلیج فارس و دریای عمان بکار رفته است. هدف مطالعه حاضر محاسبه شاخص های غنای گونه ای و تمایز تاکسونومیک بر مبنای جوامع دو جورپا در خلیج چابهار و مقایسه آنها با هم است.

۲. مواد و روش ها

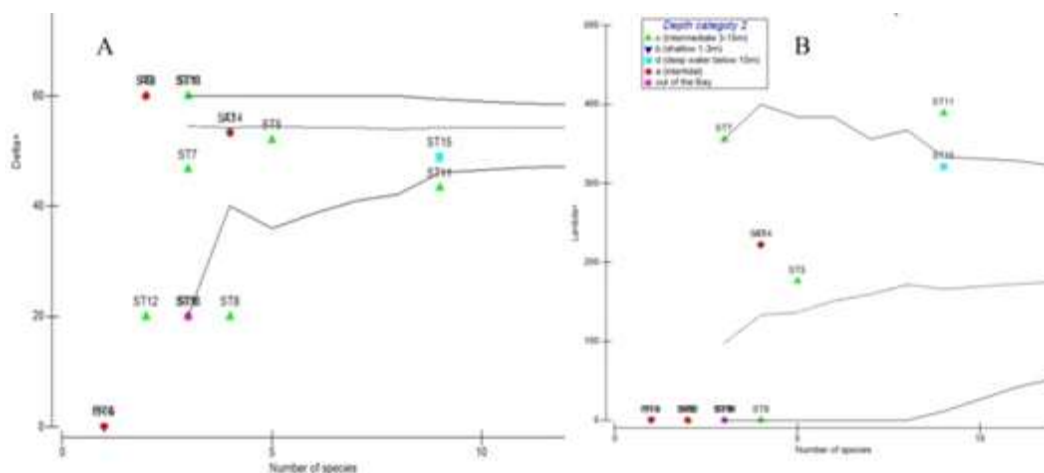
۱۹ ایستگاه با اعماق مختلف در مسیر سه ترانسکت در سواحل شرقی و غربی و شمالی خلیج چابهار انتخاب گردید. از این میان سه ایستگاه در عمق صفر ناحیه جزرو مدی قرار داشتند که بسته به ماهیت بستر نرم در شرق و غرب خلیج چابهار نمونه برداری گردیدند (ایستگاه های A7, A9, Prg). نمونه های کفزی پیش از شروع مانسون و در دی ماه ۱۳۹۵ با گراب (سطح مقطع ۰/۰۲۵ متر مربع) در مناطق زیر کشندی و با کوادرات ۰/۲۵ در ۰/۲۵ متر مربع و سه تکرار جمع آوری گردیدند. پس از برداشت نمونه و غربال کردن آنها (با غربال ۰/۵ میلی متر)، بمنظور شناسایی بهتر، نمونه ها در ابتدا در محلول نارکوتیزر کلرید منیزیم ایزوتونیک با آب دریا ۷٪ قرار گرفته و سپس در الکل ۷۰ درصد تثبیت شدند. نمونه های تثبیت شده به آزمایشگاه منتقل و و سپس با استفاده از استریو میکروسکوپ نیکون (SMZ 1500) و توسط کلید های شناسایی همچون Keable (2006) و Bruce (1986) و نرم افزار طراحی شده توسط متخصصان تاکسونومی Intkey که برنامه نرم افزاری آن توسط Dalwitz (2005) ساخته شده است تا پایین ترین سطح تاکسونومیک ممکن شناسایی گردیدند. بمنظور انجام آنالیزهای آماری و نیز مصور سازی توزیع مکانی شاخص ها از نرم افزار های ذیل و حسب مورد استفاده گردید: PRIMER Ver. 6.1.12 and PERMANOVA ver.1.0.2; Arc GIS 10.6.1 software (Esri and GeoEye, 2018).

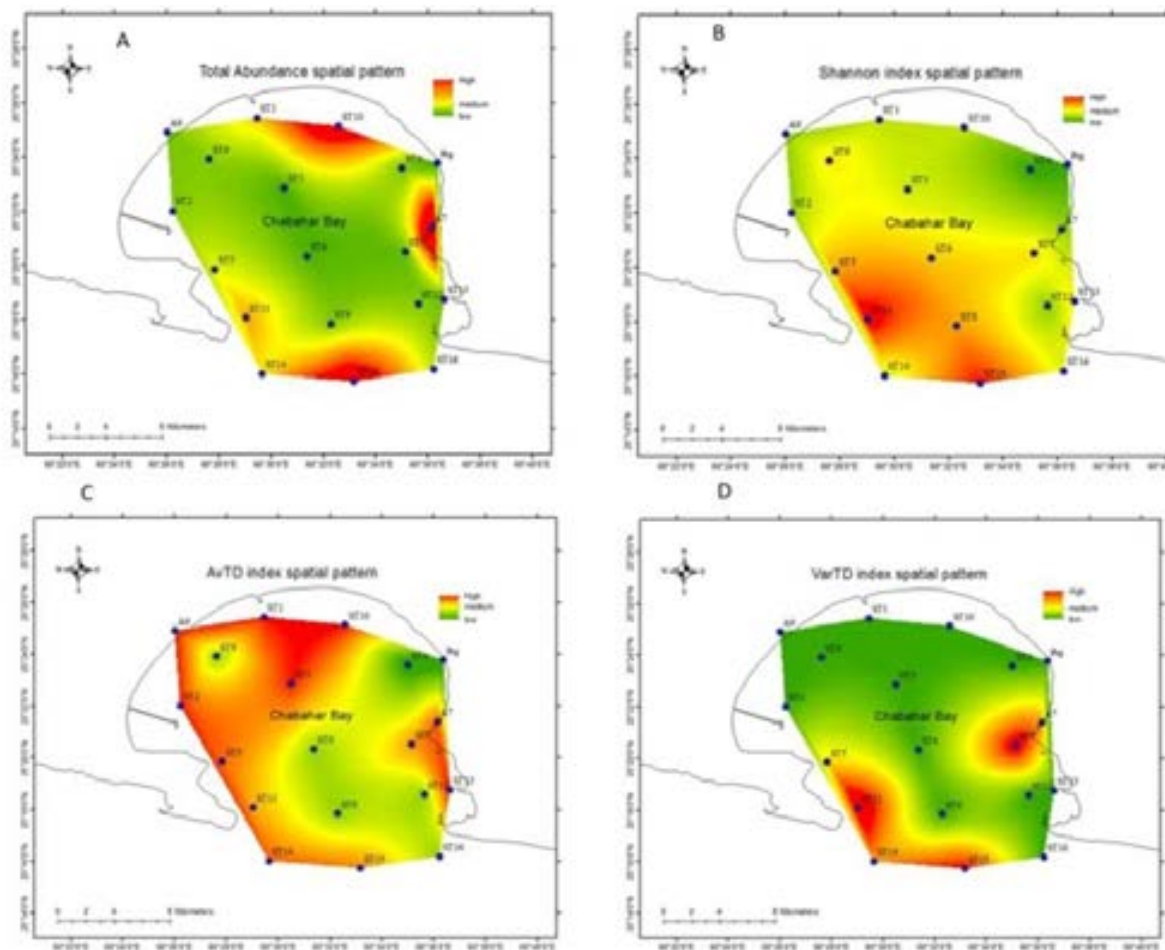
۳. نتایج:

در مطالعه حاضر ۲۱ گونه متعلق به ۱۴ جنس از ۱۲ خانواده شناسایی شد که در آن خانواده Ampeliscidae فراوانترین خانواده و *Amplisca* فراوانترین جنس بود (جدول ۱). شاخص تنوع شانون در محدوده ۰-۲/۹ و با میانگین ۱/۲ بر مبنای لگاریتم دو محاسبه شد. مقدار شاخص میانگین تمایز تاکسونومیک (دلتا پلاس) نیز در محدوده ۶۰-۰ با میانگین ۳۹/۸ تعیین گردید. مقدار لامبدا پلاس و یا شاخص تغییرات میانگین تمایز تاکسونومیک در محدوده ۳۸۹-۰ و بمقدار متوسط ۸۹ محاسبه شد (جدول ۱ و شکل ۱A-B). بیشترین توزیع فراوانی جوامع دوجورپا در سواحل شرق و شمال شرق و جنوب غرب خلیج گزارش می گردد. ایستگاه های واقع در ساحل جنوب غرب خلیج همچنین دارای شاخص تنوع گونه ای شانون بیشتر در مقایسه با ایستگاه ها سواحل شرقی و میانی خلیج داشتند. بیشترین توزیع مقدار دلتا پلاس نیز در ایستگاه های سواحل غرب و جنوب غرب و جنوب شرق خلیج بود. ایستگاه های واقع در سواحل غربی و جنوب شرقی خلیج همچنین دارای مقدار لامبدا پلاس بیشتر بودند (شکل ۲A-D).

جدول (۱) فهرست گونه های دوجورپایان مشاهده شده و حضور و عدم حضور آنها در ایستگاه های مختلف

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11	ST12	ST13	ST14	ST15	A7	A9	PRG	ST16
<i>Ampelisca cyclops</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+
<i>brevicornis</i> A	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Ampelisca</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ampelisca</i> sp.2	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Ampelisca</i> sp.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Ampelisca</i> sp.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>zamboangae</i> A	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Byblis</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceradocus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Indischnopus herdmanni</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
<i>Latigammaropsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Leptocheirus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Leucothoe</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Metatiron brevidactylus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Monoliropus kazemii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Photis</i> sp.	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Rhinoecetes brevipodus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tryphosella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Urothoe grimaldi</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Urothoe platydactyla</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Xenocheria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-





شکل ۲ توزیع مکانی شاخص های محاسبه شده در مطالعه حاضر

۴. بحث و نتیجه گیری:

پاسخ شاخص غنای گونه ای به تغییرات محیطی در زیستگاههای متفاوت بدلیل وابستگی این شاخص ها به نوع زیستگاه و پیچیدگی آن یکنواخت نیست (Warwick, R.M., 2008). برای مثال، اگر پس از یک آشفته گی محیطی، اکثر گونه های یک جامعه که همگی متعلق به یک جنس هستند توسط گونه هایی از جنسهای مختلف اما با همان فراوانی جایگزین شوند، آنالیزهای تنوع مرسوم، قادر به آشکارسازی اثرات آشفته گی های محیطی بر روی تنوع گونه ای نخواهند بود (عشوری ۱۳۹۵). زمانی که کل سلسله مراتب طبقه بندی گونه ها در نظر گرفته شود میتوان درک بهتری از پاسخ جوامع به محدودیت های محیط اطراف خود داشته باشیم. نتایج شاخص تنوع گونه ای در مطالعه حاضر (شکل B ۲) حاکی از آن است که خلیج چابهار در بیشتر ایستگاه ها دارای تنوع گونه ای پایین است حال آنکه شاخص میانگین تمایز تاکسونومیک بغیر از ایستگاه های ۹، ۱۶، ۱۲، ۶ و ۸ در بیشتر مناطق خلیج چابهار حاکی از متنوع بودن جوامع دوجورپا در منطقه دارد. این ایستگاه ها در نمودار زنگوله ای شاخص میانگین تمایز تاکسونومیک نیز در خارج از محدوده اطمینان ۹۵٪ و در پایین آن قرار گرفته اند. ارایه دهندگان شاخص های تنوع و تمایز تاکسون (Warwick & Clarke (1995) اظهار داشتند که با افزایش گرادیان آلودگی شاخص تمایز تاکسونومیک کاهش می یابد عبارتی (Clarke and Warwick (1998) معتقد بودند که در سایت های آلوده مقادیر میانگین شاخص تمایز تاکسونومیک در نمودار زنگوله ای (funnel plot) در خارج محدوده ۹۵٪ مورد اطمینان و در قسمت پایین نمودار قرار می گیرد بر این اساس می توان چنین اظهار داشت که ایستگاه های فوق الذکر شرایط اکولوژیک سالمی ندارند. این نکته با توجه به آنکه دوجورپایان موجودات حساس تری در مقایسه با دیگر کفزیان (De-la-Ossa (2012) هستند می تواند فرضیه آلودگی ایستگاه های فوق الذکر را تقویت نماید

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می دانند تا از صندوق حمایت از پژوهشگران که از مطالعه فوق حمایت مالی نمود (شماره طرح مصوب ۹۷۰۰۴۵۱۳) و نیز پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی (شماره طرح مصوب ۰۹-۰۹-۰۱-۰۱۱-۰۳۹۵) تشکر و قدردانی نماید.

منابع

۱. عشوری پروانه، جلیلی عادل، دانه کار افشین، زارع چاهوکی محمد علی، حمزه بهنام. (۱۳۹۵) ارزیابی جوامع گیاهی با استفاده از شاخص های جدید تنوع تاکسونومیکی (مطالعه موردی: مراتع اطراف استان تهران). مرتع. ۱۰ (۱): ۹۴-۱۰۸.
2. Warwick, R. M., and K. R. Clarke. "New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress." *Oceanographic Literature Review* 7, no. 43 (1996): 727.
3. Warwick, R.M., 2008. Average taxonomic diversity and distinctness. In *Encyclopedia of Ecology* (pp. 300-305). Academic Press Oxford.
4. Warwick, R.M., Clarke, K.R., 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology* 35, 532-543.
5. De-la-Ossa-Carretero, J.A., Del-Pilar-Ruso, Y., Giménez-Casaldueiro, F., Sánchez-Lizaso, J.L. and Dauvin, J.C., 2012. Sensitivity of amphipods to sewage pollution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 96, pp.129-138.

Assessment of Amphipoda communities in Chabahar Bay using species richness and Taxonomic distinctness indices

Momtazi, Farzaneh

Assistant professor: Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Sciences (INIOAS)

Corresponding author: momtazi.f@gmail.com

Abstract:

In most ecological studies of societies, traditional indicators such as the Shannon species diversity index have generally been used in assessing species diversity. New taxonomic distinctness indices have been considered phylogenetic relatedness of species and as a result they provide more information for ecologists. In the present contribution traditional species richness index along with taxonomic distinctness indices were used to evaluate amphipods communities of Chabahar Bay. Sampling was carried out in 19 stations during January 2016. We identified 21 species belong to 14 genera and 12 families. Amphipodidae was most abundant family. Shannon index was 0-2.9 with average value of 1.2. The highest distribution of amphipod communities was on the east, northeast and southwest coasts of the bay. The highest average taxonomic distinctness index (AvTD) was calculated for west, southwest and southeast. Therefore, considering that higher taxonomic distinctness indices indicate more suitable ecological conditions, it can be concluded that the middle part of Chabahar Bay has more unfavorable ecological conditions for amphipods and other macrobenthos.

Keywords: AvTD, VarTD index, Makran Bay, Amphipoda



مطالعات هیدروشیمی نواحی ساحلی خزر جنوبی

منبوهی، احمد^{۱*}؛ مهدی نیا، علی^۲؛ حمزه پور، علی^۳

۱. استادیار پژوهشی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، Manbohi@inio.ac.ir

۲. دانشیار پژوهشی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، Mehdiinia @inio.ac.ir

۳. کارشناس پژوهشی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، hamzehpoor.ali@inio.ac.ir

واژگان کلیدی: مواد مغذی، آب‌های ساحلی، هیدروشیمی دریای خزر

۱. مقدمه

نواحی ساحلی محیط‌هایی با تولید بالا و نیز مکان زیستی ارزشمندی می‌باشند. این مناطق به دلیل جمعیت بالای حاشیه آنها و نیز تخریب خشکی‌های ساحلی توسط انسان که ناشی از عواملی نظیر شهری شدن، توسعه صنایع و فعالیت‌های کشاورزی است در معرض تغییرات محیطی بزرگی قرار دارند (Kathiravan, Natesan, & Vishnunath, 2017).

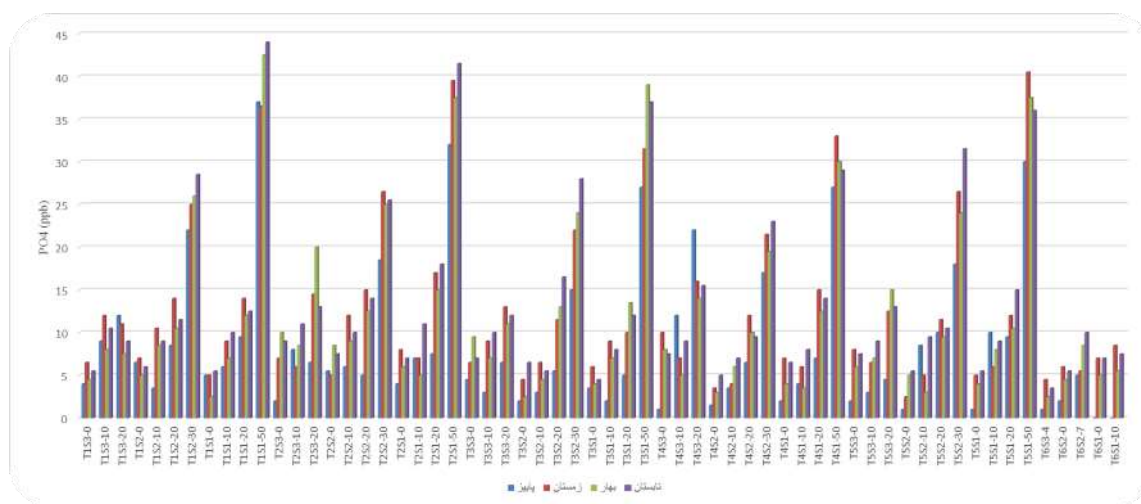
در قرن اخیر اثرات ناشی از آلودگی‌های انسانی که منجر به ورود نیتروژن، فسفر و سیلیس شده افزایش یافته است. پایش کیفیت آب‌های ساحلی یکی از دغدغه‌های اصلی قرن حاضر است و ابزار مفیدی جهت مدیریت و ایجاد قوانین برای نواحی ساحلی می‌باشد. توزیع مواد مغذی در دریا به عواملی نظیر بارندگی، ورود آب شیرین و نیز فعالیت‌های انسانی بستگی دارد (Dong *et al.*, 2010). به دلیل افزایش فعالیت‌های انسانی و ایجاد شهرها در کنار نواحی ساحلی، ورود مواد مغذی به آب‌های ساحلی در دهه‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است. یوتروفیکاسیون اکوسیستم‌های ساحلی که ناشی از اشباع بیش از حد مواد مغذی است، بسیار گسترده می‌باشد. علاوه بر تخلیه مواد مغذی از خشکی، تغییرات غلظت مواد مغذی آب‌های ساحلی را می‌توان به پدیده‌های دریایی نظیر فراجوشی (upwelling) ارتباط داد، به طوری که تولید اولیه سواحل می‌تواند افزایش یابد. به ویژه در مناطق ساحلی که جمعیت زیادی در اطراف سواحل زندگی می‌کنند، غلظت بالای مواد مغذی می‌تواند به شدت به چرخه طبیعی محیط زیست دریایی آسیب وارد کند، بنابراین اندازه‌گیری آنها در آب‌های ساحلی از اهمیت فراوانی برخوردار است. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی توزیع مکانی و زمانی غلظت مواد مغذی در آب‌های ساحلی خزر جنوبی است.

۲. مواد و روش‌ها

تمام مواد مورد استفاده در این گزارش کار از شرکت های مرک و سیگما-آلد ریچ تهیه شدند. محلول‌های استاندارد استوک از تمام مواد تهیه شده و با رقیق سازی این مواد، محلول های مورد نیاز تهیه شدند. جهت اندازه‌گیری غلظت مواد مغذی از روش کالریمتری MOOPAM استفاده شد و همه محلول‌ها و معرف‌ها بر طبق این دستور کار تهیه گردیدند (Environment, 2010). جهت ارزیابی وضعیت بوم‌سامانه ساحلی دریای خزر، نمونه برداری در ۶ ترانسکت موازی با ساحل بندر ترکمن (T6)، لاریم (T5)، چالوس (T4)، رامسر (T3)، کیشهر (T2) و لیسار (T1) انجام شد. در هر ترانسکت سه ایستگاه (S1 ایستگاه عمیق و S3 کم عمق ترین ایستگاه) و در هر ایستگاه چند عمق مختلف انتخاب شدند.

۳. نتایج

نتایج نشان می‌دهند که کمترین و بیشترین میزان فسفات معدنی به ترتیب 1ppb و 44 بوده که به ترتیب مربوط به فصول پاییز و تابستان است. در کل می‌توان گفت که در طی چهار فصل، با افزایش عمق (از سطح به عمق) میزان فسفات معدنی افزایش یافته است. همچنین به صورت کلی می‌توان گفت که در طی هر چهار فصل، ترانسکت‌های شرق خزر (لاریم و بندر ترکمن) میزان سیلیکات کمتری نسبت به ترانسکت‌های دیگر دارند. همچنین در کل در اکثر ایستگاه‌ها با افزایش عمق (از سطح به عمق) و به ویژه در عمیق‌ترین لایه از ایستگاه‌های اول، میزان سیلیکات افزایش قابل توجهی نشان می‌دهد. کمترین و بیشترین میزان نیترات به ترتیب $3/94\text{ppb}$ و $153/56$ بوده که به ترتیب مربوط به فصول تابستان و زمستان است. در کل می‌توان گفت که در تمام ایستگاه‌ها، میزان نیترات آب در عمق از سطح بیشتر بوده و با افزایش عمق، میزان نیترات بیشتر شده است. همچنین می‌توان گفت که میزان نیترات در ترانسکت‌های چالوس، رامسر و کیشهر از بقیه ترانسکت‌ها بالاتر بود. علاوه بر این کمترین و بیشترین میزان آمونیوم به ترتیب $11/92\text{ppb}$ و $81/42$ بوده که به ترتیب مربوط به فصول زمستان و تابستان است. در کل می‌توان گفت که در تمام ایستگاه‌ها در طی چهار فصل، میزان آمونیوم آب در عمیق‌ترین لایه آب از سطح کمتر است.



شکل ۱) نمودار تغییرات فسفات معدنی لایه‌های مختلف آب در ۶ ترانسکت تعیین شده در چهار فصل.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

سطح مواد مغذی در دریای خزر حتی در خزر شمالی پایین است (Dumont, 1998). نسبت نیتروژن به فسفر دارای محدوده بسیار باریک در دریای خزر است و مقادیر آن چند برابر کمتر از دیگر دریاها است. بیشترین میزان فسفات معدنی در فصل تابستان و کمترین میزان آن در فصل پاییز تعیین شد. در کل می‌توان گفت که در طی چهار فصل، با افزایش عمق (از سطح به عمق) میزان فسفات معدنی افزایش یافته است. با توجه به روش پیشنهادی توسط Marin (۲۰۰۸)، میزان فسفات در وضعیت خوب (Good) قرار دارد. در دسترس بودن سیلیس محلول می‌تواند تأثیر بارزی بر روی گونه‌های غالب جوامع فیتوپلانکتون داشته باشد (Ren, 2002). بیشترین میزان سیلیکات در فصول تابستان و بهار و کمترین میزان آن در فصل پاییز تعیین شد. به صورت کلی می‌توان گفت که در طی هر چهار فصل، ترانسکت‌های شرق خزر (لاریم و بندر ترکمن) میزان سیلیکات کمتری نسبت به ترانسکت‌های دیگر دارند. همچنین در کل در اکثر ایستگاه‌ها با افزایش عمق (از سطح به عمق) میزان سیلیکات افزایش قابل توجهی نشان می‌دهد. نیترات یکی از مهم‌ترین منابع ازت برای شکوفایی فیتوپلانکتون‌ها در زیست بوم دریایی است. با توجه به روش پیشنهادی توسط Marin، میزان نیترات در وضعیت خوب قرار دارد. در کل در تمام ایستگاه‌ها، میزان نیترات آب در عمق از سطح بیشتر بوده است. همچنین میزان نیترات در ترانسکت‌های چالوس، رامسر و کیشهر از بقیه ترانسکت‌ها بالاتر بود. Dumont (۱۹۹۸) گزارش کرده است که در خزر شمالی و مرکزی حداقل غلظت آمونیوم در زمستان و حداکثر آن در تابستان مشاهده گردید. بیشترین میزان آمونیوم در فصل تابستان و کمترین میزان آن در فصل زمستان تعیین شد. میزان آمونیوم در مناطق میانی بیشتر از مناطق شرقی و غربی خزر جنوبی است. با توجه روش

پیشنهادی توسط Marin، میزان آمونیوم در وضعیت خوب قرار دارد. مشخص شد که آمونیوم در تمام فصول در لایه بالایی به دلیل فعالیت‌های زیستی بالا نسبت به لایه زیرین بالاتر بوده است.

منابع

1. Dong, J.-D., Zhang, Y.-Y., Shao Wang, Y., Wu, M.-L., Zhang, S., & Cai, C.-H. (2010). Chemometry use in the evaluation of the sanya bay water quality. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58, 339-352.
2. Dumont, H. J. (1998). The Caspian Lake: History, biota, structure, and function. *Limnology and Oceanography*, 43(1) 44-52.
3. Environment, R. O. f. t. P. o. t. M. (2010). *Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods* (Fourth Edition ed.): Kuwait : Regional Organization for the Protection of the Marine Environment.
4. Kathiravan, K., Natesan, U., & Vishnunath, R. (2017). Spatio-temporal variability of hydro-chemical characteristics of coastal waters of Gulf of Mannar Marine Biosphere Reserve (GoMMBR), South India. *Applied Water Science*, 7(1), 361-373. doi: 10.1007/s13201-014-0251-1
5. Marin V., Moreno, M., Vassallo, P., Vezzulli, L., Fabiano, M. (2008) Development of a multistep indicator-based approach (MIBA) for the assessment of environmental quality of harbours, *ICES Journal of Marine Science*, 65 (8) 1436-1441, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn117>.
6. Ren, L. (2002). Biogeochemical Conversion of Nitrogen in Enclosed Pelagic Coastal Ecosystems of the German Bight: Mesocosm and Modelling Studies. Doctoral dissertation, Hamburg University, Germany. pp 161.



تشخیص مواد مغذی به کمک میکروفلوئیدیک و نرم افزار ابداعی تلفن همراه هوشمند

منبوهی، احمد

استادیار پژوهشی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، Manbohi@inio.ac.ir

واژگان کلیدی: مواد مغذی، آب‌های ساحلی، میکروفلوئیدیک برپایه کاغذ (μ PADs)، رنگ سنجی، نرم افزار تلفن همراه

۱. مقدمه

یکی از مراحل مهم در μ PAD توانایی کمی سازی آنالیت می باشد. برای تشخیص آنالیت ها از روش های رنگ‌سنجی، الکتروشیمیایی، فلوروسانس، الکترومینسانس، تشخیص برپایه نانوذرات، کمی لومینسانس و نیز ترکیب این روش ها استفاده شده اند (Cate, Adkins, 2015; Mettakoonpitak, & Henry, 2015). بیشترین روش شناسایی در μ PAD رنگ سنجی بوده چون آنالیز نسبتاً ساده بوده و اینکه فناوری با سیستم های گزارش دهی برپایه تلفن هوشمند سازگار است. علاوه بر این دکتورها (اسکتر، CCD و ...) تقریباً ارزان بوده و به راحتی می توان با آنها کار کرد و همچنین بعضی از آنها قابل حمل نیز می باشند (Rattanarat et al., 2013; Zhu et al., 2014). فناوری برپایه تلفن هوشمند به سرعت در حال پیشرفت بوده و عکس برداری و قدرت پردازش عکس پنجره جدیدی جهت استفاده از آنها در μ PAD را فراهم آورده است. به طور مثال آهن و مس (Koesdjo et al., 2015) و گلوکز (Chun, Park, Han, Jang, & Yoon, 2014) به کمک کاغذ و تلفن همراه شناسایی و تشخیص داده شده اند.

به دلیل نیاز بازار و عوامل دیگر، تلفن همراه هوشمند فرصت‌های جدیدی جهت آنالیز در مناطق کمتر توسعه یافته، چه به صورت پردازش در محل و یا با انتقال داده‌ها به مراکز مشخص، ایجاد کرد. علاوه بر این افزایش حافظه دستگاه‌ها باعث شد اطلاعات در محل جمع آوری شده و جهت انتقال به مرکز، بدون نیاز به انتقال نمونه، ذخیره شوند. به دلیل اینکه تلفن‌های هوشمند دارای منبع نور (فلاش نور یا LED) و دوربین دیجیتال جهت تشخیص بوده، آنها را می توان در حد اسپکتروفتومترها، فلورومترها و فتودیودهای سلیکونی دانست (Doeven et al., 2014).

در این پژوهش به کمک میکروفلوئیدیک برپایه کاغذ (μ PADs) -نرم افزار تلفن همراه هوشمند مواد مغذی در آب تشخیص داده شدند. جهت اندازه گیری غلظت های پایین از روش پیش تغلیظ استفاده شد. پس از انجام مراحل پیش تغلیظ برای آنالیت ها، واکنشگرها افزوده شدند و پس از خشک شدن μ PADs عملیات آنالیز و پردازش انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

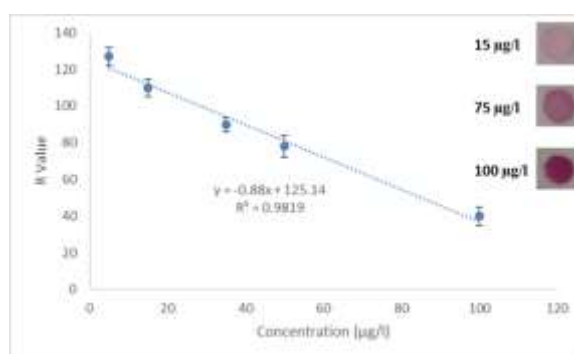
تمام مواد مورد استفاده در این گزارش کار از شرکت های مرک و سیگما-آلدريج تهیه شدند. محلول‌های استاندارد استوک از تمام مواد تهیه شده و با رقیق سازی این مواد، محلول های مورد نیاز تهیه شدند. جهت اندازه‌گیری غلظت مواد مغذی از روش کالریمتری MOOPAM استفاده شد و همه محلول‌ها و معرف‌ها بر طبق این دستور کار تهیه گردیدند (Environment, 2010). جهت تهیه μ PADs از پارافین و الگوی از پیش تهیه شده استفاده شد. نرم افزار که به نام On-site Analyzer بوده برای سیستم عامل اندروید ۷.۱.۱ تهیه شد اما با تقریباً تمام نسخه های اندروید

قابل استفاده می باشد. گرفتن تصاویر و پردازش آنها به کمک تلفن هوشمند A8+ (۱۶ مگاپیکسل) شرکت سامسونگ صورت گرفت. نرم افزار تلفن همراه تهیه شده به راحتی قابل استفاده بوده و می تواند به صورت خودکار مختصات جغرافیایی نمونه برداری را ثبت کرده و به کاربران دیگر ارسال کند. پس از انتخاب اندازه تصویر و انتخاب گزینه "اندازه گیری"، مقادیر RGB و Gray محاسبه می شوند. پس از آن، مقادیر RGB، Gray، غلظت (تا) ۶ آنالیت، ضرایب ۶ معادله کالیبراسیونی، مختصات جغرافیایی جایی که تصویر گرفته شده به همراه توضیحاتی که کاربر به دلخواه می تواند وارد کند، ذخیره شده و می توان از طریق پیامک، شبکه های اجتماعی، شبکه های ارتباطی و ... ارسال کرد. این نرم افزار در مراحل ابتدایی آن قرار دارد و با ارتقاء آن می تواند وظایف مختلفی را انجام دهد. مشاهده شد که کانال رنگ های آبی، قرمز و آبی به ترتیب بیشترین حساسیت را برای اندازه گیری فسفات معدنی، نیتريت و سیلیکات دارند و بنابراین ما نیز از این کانال ها استفاده کردیم.

۳. نتایج

جهت ساختن یک محدوده کاری برای تشخیص آنالیت ها، رابطه غلظتی آنالیت ها با سیگنال در یک محدوده وسیع بررسی شد. پس از انجام پیش تغلیظ، برای فسفات محدوده غلظتی ۵-۱۰۰ $\mu\text{g/l}$ بررسی شد. R^2 بدست آمده برای فسفات ۰/۹۹۱ می باشد. حد تشخیص به صورت غلظتی که سه برابر انحراف استاندارد شاهد سیگنال تولید می کند محاسبه شد. همچنین تکرارپذیری μPAD ساخته شده برای فسفات بررسی شد. درصد RSD بدست آمده ۷/۲ محاسبه شد. یکی از مشکلات اندازه گیری فسفات با این روش، زمان مورد نیاز جهت خشک شدن متوالی کاغذ (یا همان انجام پیش تغلیظ) می باشد. برای نیتريت پیش تغلیظ انجام شد و محدوده غلظتی ۵-۱۰۰ $\mu\text{g/l}$ بررسی شد (شکل ۱). R^2 بدست آمده برای نیتريت ۰/۹۸۲ می باشد. تکرارپذیری μPAD ساخته شده برای نیتريت ۵/۴ درصد محاسبه شد. برای سیلیکات نیز با انجام پیش تغلیظ، محدوده غلظتی ۱۰-۶۰۰ $\mu\text{g/l}$ بررسی شد. R^2 بدست آمده برای نیتريت ۰/۹۹۳ می باشد. تکرارپذیری μPAD ساخته شده برای سیلیکات ۵/۱ درصد محاسبه شد. علاوه بر این، برای فسفات و آمونیوم بدون انجام پیش تغلیظ، منحنی های کالیبراسیون در محدوده ۱۰/۵-۰ mg/l بدست آمد. برای نیتريت و سیلیکات نیز بدون انجام پیش تغلیظ، منحنی های کالیبراسیون ۱۰/۵-۰ mg/l و ۱-۲۰ mg/l بدست آمد. آب رودخانه ها و پساب ها را به راحتی و بدون انجام پیش تغلیظ و در زمان کوتاهی احتمالاً بتوان آنالیز کرد.

جهت اندازه گیری غلظت آنالیت ها در نمونه های حقیقی آب دریا، چندین نمونه از آب های ساحلی بندر بوشهر به کمک μPADs بررسی شدند و نشان می دهد که تعیین غلظت آنالیت ها بدون اثر قابل توجهی از ماتریس نمونه انجام می شود و نتایج بدست آمده با کمک μPADs با نتایج استاندارد همخوانی خوبی دارند.



شکل ۱) منحنی کالیبراسیون برای نیتريت به کمک μPADs و نرم افزار تلفن همراه تهیه شده.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در کل برخلاف اندازه‌گیری در محلول و به روش استاندارد (به کمک دستگاه طیف سنج)، انجام واکنش‌ها بین آنالیت‌ها و واکنشگرها سریعتر انجام شده و فقط زمان پیش تغلیظ تا حدودی زیاد می‌باشد. به طور مثال در روش استاندارد جهت اندازه‌گیری سیلیکات، بین تزریق مخلوط واکنشگر با تزریق اکسالیک اسید و آسکوربیک اسید حدود ۲۰ دقیقه زمان نیاز است که در روش پیشنهادی این زمان به ۵ دقیقه کاهش یافت.

نتایج حاصل نشان داد که سنسورهای طراحی شده با حساسیت بالا، پایداری زمانی مناسبی دارند. هزینه کم جهت آنالیز و نیز آنالیز در محل از دیگر مزیت‌های این روش است. یکی از محدودیت‌های این روش به ویژه برای غلظت‌های پایین، زمان زیاد جهت انجام پیش تغلیظ می‌باشد.

در روش پیشنهادی ما تمام مراحل از گرفتن تصویر تا آنالیز آن و محاسبه غلظت نمونه مجهول به کمک نرم‌افزار برپایه تلفن همراه هوشمند انجام می‌گیرد و بنابراین می‌توان به کمک μ PADs تهیه شده آنالیز در-محل انجام داد. در مقایسه با μ PAD های تهیه شده جهت شناسایی مواد مغذی، روش پیشنهادی ما دارای گستره غلظتی مناسب و حد تشخیص پایین بوده و بنابراین جهت آنالیز آب دریا مناسب می‌باشد. در صورتی که آنالیز آب دارای غلظت‌های بالاتر مواد مغذی (در حد میلی گرم در لیتر) همانند آب رودخانه یا پساب تصفیه‌خانه مورد نظر باشد، به کمک روش پیشنهادی می‌توان بدون نیاز به مراحل پیش تغلیظ، این کار را انجام داد و بنابراین زمان آنالیز بسیار کاهش خواهد یافت و به حدود کمتر از یک ساعت می‌رسد. با این حال یکی از محدودیت‌های روش پیشنهادی برای نمونه‌های آب دریا در حال حاضر زمان آنالیز نسبتاً بالا (جهت انجام پیش تغلیظ) می‌باشد.

منابع

1. Cate, D. M., Adkins, J. A., Mettakoonpitak, J., & Henry, C. S. (2015). Recent Developments in Paper-Based Microfluidic Devices. *Analytical Chemistry*, 87(1), 19-41. doi: 10.1021/ac503968p
2. Chun, H. J., Park, Y. M., Han, Y. D., Jang, Y. H., & Yoon, H. C. (2014). Paper-based glucose biosensing system utilizing a smartphone as a signal reader. *BioChip Journal*, 8(3), 218-226. doi: 10.1007/s13206-014-8308-7
3. Doeven, E. H., Barbante, G. J., Kerr, E., Hogan, C. F., Endler, J. A., & Francis, P. S. (2014). Red-Green-Blue Electrogenenerated Chemiluminescence Utilizing a Digital Camera as Detector. *Analytical Chemistry*, 86(5), 2727-2732. doi: 10.1021/ac404135f
4. Environment, R. O. f. t. P. o. t. M. (2010). *Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods* (Fourth Edition ed.): Kuwait : Regional Organization for the Protection of the Marine Environment.
- Koesdjojo, M. T., Pengpumi, S., Wu, Y., Boonloed, A., Huynh, D., Remcho, T. P., & Remcho, V. T. (2015). Cost Effective Paper-Based Colorimetric Microfluidic Devices and Mobile Phone Camera Readers for the Classroom. *Journal of Chemical Education*, 92(4), 737-741. doi: 10.1021/ed500401d



تالاب‌های حرا و اهمیت آن‌ها در صید و صیادی میگو موزی (*Penaeus merguiensis*)

مومنی، محمد^{۱*}؛ بهزادی، سیامک^۲؛ سالارپوری، علی^۳؛ درویشی، محمد^۴؛ آقاجری، شیوا^۵؛ صفائی، محسن^۶

۱. استادیار پژوهشی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. *msmk63@yahoo.com

۲. استادیار پژوهشی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. s.behzady@yahoo.com

۳. استادیار پژوهشی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. salarpouri@gmail.com

۴. استادیار پژوهشی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. m.darvishi70@yahoo.com

۵. کارشناس پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. saghagary@yahoo.com

۶. دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ص. پ: ۳۹۹۵

msn_safaie@yahoo.com

۶. دانشیار پژوهشکده منطقه ای جنگل‌های حرا، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ص. پ: ۳۹۹۵ msn_safaie@yahoo.com

چکیده:

مناطق ساحلی نقش مهمی در چرخه زیستی میگوهای خانواده پنائید دارند. در این بین تالابهای واجد پوشش حرا در چرخه زیستی میگوهای موزی در مرحله پست لاروی تا جوانی مهم هستند. عملیات نمونه برداری از پست لارو و بچه میگوها و همچنین پلانکتون‌های جانوری و لارو آبزیان در تالابها از اسفند تا تیرماه صورت پذیرفت. نتایج نشان دادند که تراکم کوبه پودآها و لارو سخت پوستان که غذای بچه میگوها هستند همزمان با افزایش تراکم میگوها در تالاب افزایش می‌یابد. تراکم میگوها و لارو سخت پوستان در تالابهای شرقی شامل کلاهی و تیاب کمتر از تالابهای غربی شامل کولغان و لافت -خمیر می‌باشد. از طرفی صید میگو در صیدگاه‌های شرقی نیز کمتر از صیدگاه‌های غربی بوده که نشان دهنده شرایط غیر مساعد در تالابهای شرقی می‌باشد. در سالهای اخیر وجود آلودگی‌های ساحلی تاثیر مهمی بر زیستگاه میگو داشته و باعث بروز مشکلاتی در پایداری ذخایر آبزیان شده است. مقایسه نتایج این تحقیق با اطلاعات سالهای گذشته نشان می‌دهد خصوصیات اکولوژیک در تالابهای شرقی از شرایط مساعدتری نسبت به تالابهای غربی برخوردار می‌باشد. این امر موجب می‌گردد صید میگو در صیدگاه‌های شرقی از وضعیت مناسبتری نسبت به صیدگاه‌های غربی برخوردار باشد.

واژگان کلیدی: میگو، هرمزگان، تالاب، خلیج فارس، دریای عمان

۱. مقدمه

صید میگو از گذشته عاملی تاثیر گذار در ارتزاق و اقتصاد ساحل نشینان در خلیج فارس بوده است. از سال ۱۳۶۱ که کنترلی بر صید میگو اعمال شده است، حافظت و بهره برداری پایدار از ذخایر این آبزیان مورد توجه قرار گرفته است (عظیمی، ۱۳۶۴). در سالهای اخیر استفاده از مدل های مختلف در ارزیابی ذخایر و شبیه سازی جمعیت میگو ابزاری کارآمد در مدیریت بهینه صید بوده و در کنار آن انجام گشتهای تحقیقاتی ماهیانه و بررسی خصوصیات محیطی زیستگاه میگو نیز در این میان عامل مهمی در پیشبرد مدیریت بهینه صید بوده است (مومنی و همکاران، ۱۳۹۴). معمولاً مرحله پست لاروی تا جوانی میگوها در مناطق ساحلی و تالاب ها سپری می گردد. این مناطق به علت تامین غذا و نقشی حفاظتی در بقاء بچه میگوها و میزان رکروتمنت آنها و در نهایت در افزایش میزان صید سالانه میگو بسیار مهم می باشند (Nagelkerken and Faunce, 2008). در سالهای اخیر وجود برخی موارد مانند استفاده نادرست از مناطق ساحلی، صید غیرمجاز و تغییرات اقلیم در زیستگاه میگو باعث بروز مشکلاتی در پایداری ذخیره شده است. وجود آلودگی های ساحلی نه تنها بر جوامع آبزی موجود در این مناطق اثر منفی داشته بلکه در امر پرورش میگو نیز اثرات سوئی داشته است.

۲. مواد و روش ها

نمونه برداری از پست لارو میگو و ایکتیوپلانکتون در تالاب ها؛ تالابهای مجاور صیدگاه میگوی تجاری هرمزگان شامل تالابهای کلاهی، تیاب (شمالی و جنوبی)، کولغان، لافت-خمیر می باشد. نمونه برداری از پلانکتونهای جانوری از فروردین ماه و به مدت ۵ ماه در سال ۱۳۹۵ با استفاده از یک فروند قایق موتوری با بامبونت با چشمه تور ۳۵۰ میکرون صورت پذیرفت. نمونه های صید شده در فرمالین با غلظت ۱۰ درصد نگهداری شده و به آزمایشگاه انتقال داده شد. لارو میگو و همچنین کوپه پودا و مرحله زوا سخت پوستان با استفاده از منابع موجود در آزمایشگاه شناسایی شده و تراکم آن با استفاده از حجم آب فیلتر شده بوسیله تور، محاسبه و ثبت گردید (Brusca and Brusca, 2003; Conway and White, 2003; Heales et al., 1985). نمونه برداری از بچه میگوها؛ نمونه برداری از میگوهای موجود در تالابها جهت شناسایی و تراکم آنها با تور ترال کف انجام پذیرفت. این عملیات از فروردین ماه و به مدت ۴ ماه با استفاده از یک فروند قایق صورت گرفت. نمونه های میگو و آبزیان صید شده به آزمایشگاه منتقل شده و شناسائی شدند و سپس مورد زیست سنجی قرار گرفت. آبزیان صید شده و از جمله میگوها نیز شناسائی شدند (Fischer, 1984; Carpenter and Niem, 1998; and Bianchi, 1984). برای استاندارد سازی تراکم آبزیان مورد بررسی از شاخص صید بر ساعت (CPUE) طبق معادله زیر استفاده شد (Sparre and Venema, 1998):

$$CPUE = C/t \quad \text{در این معادله } C \text{ مقدار آبزی به دام افتاده با تور ترال یا بامبونت و } t \text{ زمان به ساعت می باشد.}$$

۳. نتایج

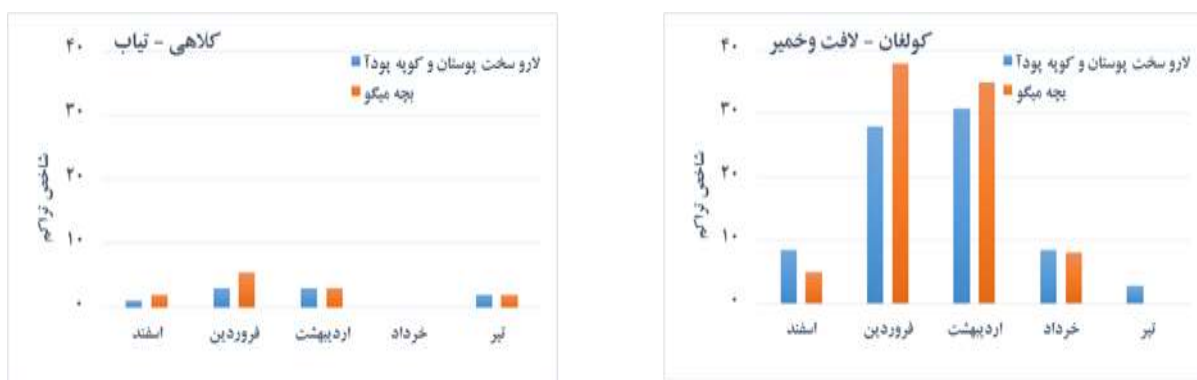
نتایج تحقیق مشخص نمود که پست لارو میگو در تالابهای مورد بررسی در شرق استان (تالاب های کلاهی، تیاب و کولغان) در فروردین تا اوایل خرداد با افزایش تراکم روبرو بوده اند. مهاجرت بچه میگوها از دریا به تالاب پس از تخمیزی میگوهای مولد بوده که بعد از سپری شدن مراحل تکامل لاروی صورت پذیرفته است. تحقیق حاضر نیز نشان می دهد که تراکم پست لاروها و بچه میگوها در خوریات مورد بررسی پس از فصل تخمیزی و در فروردین و اردیبهشت ماه افزایش داشته است (شکل ۱).

در تالابهای قسمت غربی صیدگاه میگو (تالاب خمیر و پل) پست لارو میگوها که بیشتر مربوط به گونه موزی (*Penaeus merguensis*) می باشد با یک ماه تاخیر نسبت به تالابهای شرقی (کلاهی، تیاب و کولغان) به محیط تالابها وارد شده و در نهایت نیز با یک ماه تاخیر بچه میگوها از تالابها خارج شده و به جمعیت مادری خود در دریا می پیوندند. در این تحقیق مشخص گردید بچه میگوهای موزی تا حداکثر اوایل تیرماه در تالابها مانده و پس از آن با مهاجرت به دریا به شدت از تراکم آنها در تالاب کاسته می گردد. همچنین مشخص گردید که تراکم زئوپلانکتونها و لارو کوپه پوداها که به عنوان غذای اصلی بچه میگوها هستند درست در زمانی که بچه میگوها در تالاب مستقر می گردند افزایش می یابند. این وضعیت در تالاب لافت-خمیر و کولغان بیشتر از تالابهای کلاهی و تیاب می باشد. با توجه به نتایج این تحقیق تراکم بچه میگوها نیز در تالابهای

شرقی مشرف بر صیدگاه میگو بسیار کمتر از تالابهای مشرف بر صیدگاه های غربی است. علاوه بر این، کاهش لارو سخت پوستان و کوپه پوداها در تالابهای شرقی نیز (که خود غذای بچه میگوها هستند) به نسبت تالابهای غربی بیشتر است (شکل ۱).

۴. بحث و نتیجه گیری

تحقیقات مشخص کرده اند که تولید اولیه مناطق رویشگاهی حرا ناشی از سه نوع جوامع تولید کننده بوده که شامل، درختان حرا، جوامع فیتوپلانکتونی و جوامع کف مانند برخی از باکتری ها می باشد (Chong, 1995). در این تحقیق مشخص گردید که میگوهای موزی بین دو تا سه ماه در این محیط پر تولید تالاب باقی مانده و سپس به دریا مهاجرت می کنند. میزان میگوی صید شده در صیدگاه اصلی آنها در دریا رابطه مستقیم با میزان خروج میگوها از تالابها دارد (Vance, et al., 1998). اهمیت خوریات بعنوان زیستگاه برخی از میگوها مبتنی بر سه فرضیه است که شامل حفاظت در برابر شکارچیان، وجود مواد غذایی و ویژگی پناهگاهی این منطقه در برابر مخاطرات فیزیکی مانند امواج دریایی (Manson et al., 2005). مومنی و همکاران (۱۳۹۴) مشخص کرده اند که تخم ریزی میگوها از دی تا اسفندماه صورت پذیرفته است. بنابراین مهاجرت بچه میگوها پس از تخم ریزی میگوهای مولد بوده که بعد از سپری شدن مراحل تکامل لاروی صورت پذیرفته است. تحقیق حاضر نیز نشان می دهد که تراکم پست لاروها و بچه میگوها در خوریات مورد بررسی پس از فصل تخم ریزی و در فروردین و اردیبهشت ماه افزایش داشته است.



شکل ۱) تغییرات تراکم لارو سخت پوستان و کوپه پوداها در تالاب کولغان و لافت-خمیر و تالاب کلاهی و تیاب

جوامع حرا در مناطق مورد مطالعه تحت تاثیر صنایع ساحلی همجوار قرار دارند. وجود استخرهای پرورشی میگو در منطقه تیاب که خروجی آنها به تالاب تیاب رها می گردند، وجود کاگاه های تولید لنج های صیادی و باربری وجود تاسیسات استخراج معادن در کنار تالاب لافت-خمیر و همچنین کارخانه سیمان خمیر (حدود هفت کارگاه فعال در حاشیه تالاب لافت-خمیر در این تحقیق مشاهده گردید که تقریباً در همه فصول به فعالیت مشغول هستند) و یا قاچاق سوخت که تقریباً در همه تالابهای مورد مطالعه وجود دارند، از جمله فاکتورهای مهم و تاثیر گذار بر محیط زیست این خوریات است. Bingham و Kathiresan (۲۰۰۱) بیان می دارند که وجود تاسیسات صنعتی در کنار جوامع حرا آلاینده هایی را مانند پسماندها و فلزات سنگین به رسوبات کف تالابها منتقل نموده و انواع تولیدات نفتی در این مناطق باعث از بین رفتن اکوسیستم جنگلی آن می گردند. از طرفی وجود مزارع پرورش آبزیان در کنار جنگل های حرا عامل تهدید کننده ای برای آنها محسوب می گردد. خروج پساب استخرهای پرورش میگو در تالاب تیاب موجب افزایش آلودگی و حتی ذرات معلق در کف تالاب شده است (مرتضوی، ۱۳۷۸). تجمع ذرات معلق در کف تالاب موجب لجنی شدن کف شده و محیط را برای استقرار بچه میگوها نامساعد می کند. در عمل کاهش صید میگو در صیدگاه های شرقی (سیریک تا هرمز) بیشتر از صیدگاه های غربی (هرمز تا خمیر) می باشد. با توجه به نتایج این تحقیق تراکم بچه میگوها نیز در تالابهای شرقی مشرف بر صیدگاه میگو بسیار کمتر از تالابهای مشرف بر صیدگاه های غربی است. علاوه بر این، کاهش لارو سخت پوستان و کوپه پوداها در تالابهای شرقی نیز (که خود غذای بچه میگوها هستند) به نسبت تالابهای غربی بیشتر است. این امر می تواند نشان دهنده تخریب زیستگاه در این مناطق باشد.

منابع

۱. عظیمی، ا. ۱۳۶۴، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی بررسی وضعیت ذخایر میگو منطقه بوشهر و شرایط هیدرولوژیکی آن، مرکز تحقیقات شیلاتی خلیج فارس (بوشهر).
۲. مرتضوی، م. ص. ۱۳۷۸. بررسی وضعیت اکولوژیک استخرهای پرورش میگو در منطقه تیاب، موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، ۷۶ص.
۳. مومنی، م.، سالارپوری، ع. بهزادی، س. درویشی، م. خواجه نوری، ک. دقوقی، ب. و کی مرام، ف. و صفایی، م.، ۱۳۹۴، ارزیابی ذخایر میگو موزی در آبهای ساحلی استان هرمزگان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، ۵۹ ص.
4. Brusca R.C. and Brusca, G.J., 2003. Invertebrates, Second edition, Sinauer Associates Inc Publication, 1-936.
5. Carpenter, K.E. and Niem, V.H. (eds), 1998. FAO species identification guide for fishery purposes, The living marine resources of the Western Central Pacific, Volume 2, Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks, Rome FAO, 687-1396 p.
6. Chong, V. C., 1995. In: The prawn-mangrove connection-fact or fallacy? Seminar on the productivity and sustainable utilization of brackish water mangrove ecosystem, Japan International Research Center for Agriculture Science (JIRCAS), 12-13 December 1995, Kuala Lampur, Malaysia, Pp. 56-61.
7. Fischer, W. and G. Bianchi (eds.), 1984. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51). Prepared and printed with the support of the Danish International Development Agency (DANIDA). FAO, Rome. Vol. 1-6: pag. var.
8. Heales, D.S., Polzin, H.G. and Staples, D.J., 1985. Identification of the postlarvae of the commercially important *Penaeus* species in Australia, in Second Australian National Prawn Seminar, editors: P.C. Rothlisberg, B.J. Hill and D.J. staples., 41-46
9. Kathiresan, K. and Bingham, B.L. 2001. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. Advances in Marine Biology, 40, 81-251.
10. Manson, F.J., Loneragan, N.R., Harch, B.D, Skilleter, G.A. and Williams L., 2005. A broad-scale analysis of links between coastal fisheries production and mangrove extent: A case-study for northeastern Australia, Fisheries Research 74 69–85.
11. Nagelkerken I. and Faunce, C.H., 2008. What makes mangroves attractive to fish? Use of artificial units to test the influence of water depth, cross-shelf location, and presence of root structure, Estuarine, Coastal and Shelf Science 79, 559–565.
12. Sparre, P. and C. venema, 1998. Introduction to tropical Fish Stock Assessment, FAO of the united nation, Part – 1- manual. P. 376.



13. Vance, D.J., Haywood, M.D.E., Heales, D.S., Kenyon, R.A., and Loneragan, N.R., 1998. Seasonal and annual variation in abundance of postlarval and juvenile banana prawns *Penaeus merguensis* and environmental variation in two estuaries in tropical Northeastern Australia: a six years study, Mar. Ecol. Prog. Ser., 163: 21-36

Mangrove wetlands and their importance in fisheries of banana shrimp (*Penaeus merguensis*)

Momeni, M.^{1*}; Behzadi, S.¹; Salarpouri, A.¹; Darvishi, M.¹; Safaei, M.^{2,3}; Aghagary, S.¹

1. Persian Gulf and Oman sea Ecology Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran.
2. Fisheries Department, University of Hormozgan, Bandar Abbas, P.O. Box:3995, Iran
3. Mangrove Forest Research Center, University of Hormozgan, Bandar Abbas, P.O. Box:3995, Iran

*corresponding e-mail: msmk63@yahoo.com

Abstract:

Coastal areas play an important role in the biological cycle of the penaeid shrimp. Banana shrimps migrate to the estuaries with mangrove and stay there to juveniles. Sampling from shrimp post larvae and juveniles, ichthyoplankton and aquatic living larvae was carried out in the estuaries from March to July. The results showed that the densities of copepods and larvae of crustaceans, which are shrimp food, increase with increasing shrimp density in the creek. The density of shrimp and larvae of crustaceans in eastern creeks, Kolahi and Tiba, were lower than western creeks, Koolaghan, Laft and Khamir. On the other hand, catch the shrimp in eastern creeks is also less than western, which indicates unsustainable conditions in eastern creeks. In recent years, coastal contamination has had significant impacts on shrimp habitat and has caused problems in the sustainability of aquatic resources. Comparison the results of present study with past data showed that ecological characteristics in eastern creeks had more favorable conditions than western creeks that make catch of shrimp had better position in the eastern creeks in recent years.

Keywords: shrimp, Hormozgan, estuary, Persian Gulf, Oman sae



روند تغییرات سطح تروفیکی و ریسک یوتروفیکاسیون در سه دهه ۷۰، ۸۰ و ۹۰ در سواحل حوزه جنوبی دریای خزر

نصراله زاده ساروی، حسن^(*)؛ افراپی بندپی، محمد علی^(۲)؛ مخلوق، آسیه^(۳)

۱. هیات علمی (دانشیار)، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج
جهاد کشاورزی، مازندران، ساری، hnsaravi@gmail.com

۲. هیات علمی (استادیار)، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج
جهاد کشاورزی، مازندران، ساری، mafraei@yahoo.com

۳. کارشناس ارشد آزمایشگاه، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و
ترویج جهاد کشاورزی، مازندران، ساری، asieh_makhlough@yahoo.com

واژگان کلیدی: سطح تروفیکی، ریسک یوتروفیکاسیون، دریای خزر، ایران

۱. مقدمه

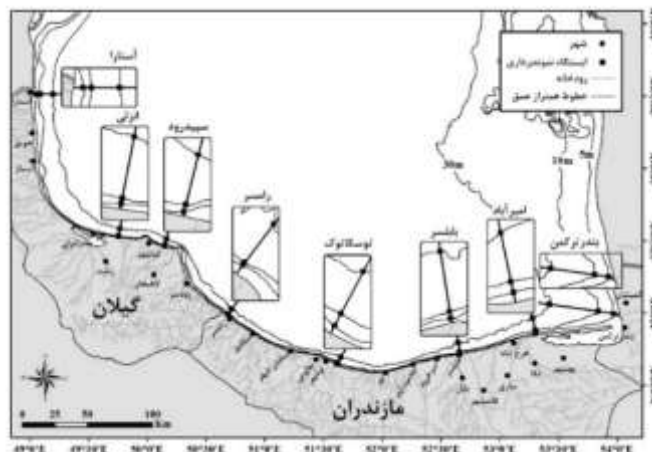
تعیین سطح تروفیکی و ریسک یوتروفیکاسیون یکی از پارمترهای مهم مطالعات آبی است. انواع شاخص‌های تروفیکی توسط محققین مختلف پیشنهاد شده که در اکوسیستم‌های آبی گوناگون مورد استفاده قرار گرفته است (Carlson and Simpson, 1996). در تحقیقات اخیر از روش چند پارامتری جهت تعیین شاخص‌های مختلف پیشنهاد شده است. در این روش‌ها با استفاده از فاکتورهای فسفر معدنی (DIP)، نیتروژن معدنی (DIN)، اکسیژن محلول (DO) و کلروفیل a -Chl (Chl-a)، شاخص‌ها جهت طبقه‌بندی تروفیکی منابع آبی ارائه شده است. یکی از این شاخص‌ها که در آبهای ساحلی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Trophic Index) TRIX است. این شاخص از ترکیب خطی چهار متغیر نیتروژن معدنی (DIN) و فسفر کل (TP) (به عنوان عوامل غیر زنده جهت تولید زی توده)، کلروفیل a - (نمادی از زی توده فیتوپلانکتون) و درصد اکسیژن اشباعیت (به عنوان یک شاخص بیوتیک یا اندازه‌گیری تولیدات) حاصل می‌شود (Vollenweider et al., 1998). در سالهای اخیر Pettine و همکاران (2007) یک شاخص تروفیکی جدیدی (ریسک یوتروفیکاسیون) را برای اکوسیستم‌های دریایی ارائه کرده‌اند. هدفی که در تحقیق حاضر دنبال می‌گردد شامل تعیین سطح تروفیکی حوزه جنوبی دریای خزر دراز مدت (دهه‌های ۷۰، ۸۰ و ۹۰) بر اساس مدل‌های تجربی UNTRIX و TRIXCS میباشد.

۲. مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در حوزه جنوبی دریای خزر در امتداد هشت نیم خط (Transect) آستارا، انزلی، سفیدرود، رامسر، توسکاتوک (نوشهر)، بابلسر، امیرآباد و بندر ترکمن (شکل ۱) انجام گرفت. جمع‌آوری نمونه‌ها بوسیله دستگاه نسکین در اعماق ۵، ۱۵ و ۳۰ متر انجام گردید. اندازه‌گیری پارامترهای مختلف (اکسیژن محلول، نیتروژن معدنی، فسفر معدنی، کلروفیل a -) بر اساس روش‌های استاندارد صورت گرفت (Sapozhnikov APHA, 2005; et al., 1988). معادله شاخص تروفیکی (TRIX) که توسط Vollenweider و همکاران (۱۹۹۸) ارائه گردید (معادله ۱) به شرح ذیل می‌باشد:

$$\text{TRIX} = [\log(\text{Chl-a} * \text{aD} \% \text{O} * \text{DIN} * \text{TP}) - (k)] / m \quad (\text{معادله ۱})$$

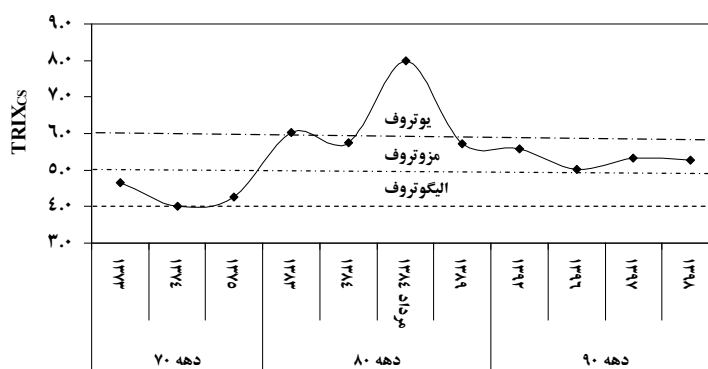
پارامترهای مقیاسی k و m برای حوزه جنوبی دریای خزر به ترتیب برابر $۰/۹۳$ و $-۱/۰۳$ (Nasrollahzadeh et al., 2008). در کلاسه بندی شاخص تروفیکی مقیاسی $۲ < \text{TRIX} < ۴$ بیانگر سیستم الیگوتروف، $۵ < \text{TRIX} < ۶$ نشاندهنده سیستم مزوتروف، $۶ < \text{TRIX} < ۸$ نشاندهنده سیستم مزو-یوتروف و $۸ < \text{TRIX} < ۱۰$ بیانگر اکوسیستم یوتروف می باشد (Vollenweider et al., 1998). در این بررسی شاخص ریسک یوتریفیکاسیون (UNTRIX) بصورت $\text{UNTRIX} < 4$ بیانگر عدم ریسک یوتریفیکاسیون، $4 \leq \text{UNTRIX} \leq 6$ نشاندهنده ریسک یوتریفیکاسیون بالا و $\text{UNTRIX} > 6$ بیانگر اکوسیستم یوتروف طبقه بندی گردید (MEF, 2007).

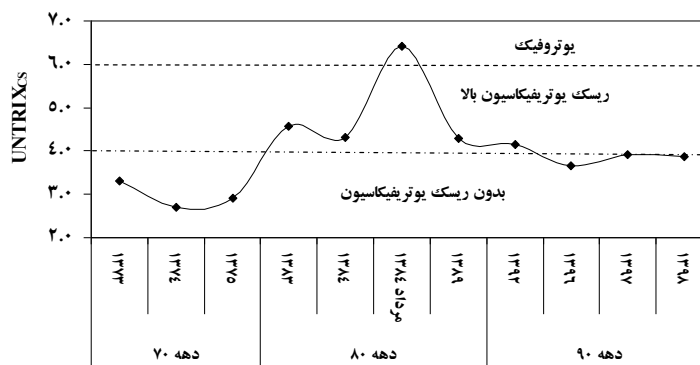


شکل ۱) ایستگاههای نمونه برداری به همراه نیم خط ها و اعماق مختلف در نوار ساحلی حوزه جنوبی دریای خزر

۳. نتایج

روند تغییرات شاخص های سطح تروفیکی و ریسک یوتریفیکاسیون در شکل ۲ نشان داده شده است. در دهه ۷۰ مقدار سطح تروفیکی کمتر از ۵ بوده است و ریسک یوتریفیکاسیون کمتر از ۴ ثبت گردید. اما در دهه ۸۰ سطح تروفیکی به بیش از ۵ افزایش داشته بطوریکه در مرداد ۱۳۸۴ با شکوفایی گونه ای از شاخه سیانوفیتا فیتوپلانکتون به ۸ رسیده بود. در این دهه ریسک یوتریفیکاسیون نیز روند صعودی داشته است و به بیش از ۶ رسیده بود. در دهه ۹۰ روند تغییرات سطح تروفیکی و ریسک یوتریفیکاسیون به ترتیب به کمتر از ۶ و ۴ کاهش داشته است.





شکل ۲) تغییرات دراز مدت سطح تروفیکی و ریسک یوتروفیکاسیون در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر

۴. بحث و نتیجه‌گیری

روند تغییرات سطح تروفیکی و ریسک یوتروفیکاسیون نشان داد که در دهه ۷۰ وضعیت دریا الیگوتروف و بدون ریسک یوتروفیکاسیون قرار داشته است. اما در دهه ۸۰ اکوسیستم خزر با ورود شانه دار حتی نزدیک به وضعیت یوتروف قرار گرفت، بطوریکه در سال ۱۳۸۴ با شکوفایی جلبکی (Nasrollahzadeh Saravi et al., 2011) کاملاً در حالت یوتروف قرار گرفت. اما در اوایل دهه ۹۰ اکوسیستم ترمیم پیدا کرده و به وضعیت مزوتروف و در مرز ریسک یوتروفیکاسیون بوده است.

منابع

1. APHA, (2005). *Standard methods for the examination of water and waste water*. American Public Health Association. Centennial edition, Washington, USA. 1113 P.
2. Carlson, R.E. and Simpson, J. (1996). *A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods*. North American: Lake Management Society.
3. MEF (Ministry of Environment and Forestry), (2007). *The notification to identify the closed bay and gulf qualified sensitive where fish farms are not suitable to be established in the seas*. Turkish official Gazette No. 26413. Turkey. 74p.
4. Nasrollahzadeh Saravi, H., Din, Z.B., Foong, S.Y. and Makhloogh, A., (2008). Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. *Continental Shelf Research*, 28, 1153-1165.
5. Nasrollahzadeh, H. Makhloogh, A. Pourgholam R. Vahedi, F. Qanqermeh, A. Foong, S.Y. (2011). The study of *Nodularia spumigena* bloom event in the Southern Caspian Sea. *Applied Ecology and Environmental Research*, 9(2): 141-155.
6. Pettine, M., Casentini, B., Fazi, S., Giovanardi, F. and Pagnotta, R., (2007). A revisitation of TRIX for trophic status assessment in the light of the European Water framework Directive: Application to Italian coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1413–1426.
7. Sapozhnikov, V.N., Agativa, A.E., Arjanova, N.V., Nalitova, E.A., Mardosova, N.V., Zoborowij V.L. and Bandarikov, E.A, (1988). *Methods of hydrochemical analysis of the major nutrients*. VNIRO publisher: Moscow, Russia. 105p.



8. Vollenweider, R.A., Giovanardi, F., Motanari, G. and Rinaldi, A., (1998). Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*, 9, 329–357.



The trend of trophic level and the risk of eutrophication changes in the three decades of the 1990-2000, 2001-2010 and 2011-2019 in the coastal of southern Caspian Sea

Nasrollahzadeh Saravi, H.^{1*}; Afraei, M.A.²; Makhloogh, A.³

1. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran, hnsaravi@gmail.com
2. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran, mafraei@yahoo.com
3. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran, Asieh_makhloogh@yahoo.com

Abstract

Determining of trophic levels and risk of eutrophication is one of the important parameters of aquatic studies. A variety of trophic indicators have been proposed by various researchers that have been used in various aquatic ecosystems. The aim of this study is to determine the trophic level of the southern Caspian Sea region in the long term periods (70s, 80s and 90s) based on the experimental models of TRIxCS and UNTRIx. Results showed that range of trophic level three decades were measured 4.02-4.66, 5.73-8.00, 5.03-5.57 and for risk of eutrophication were 2.71-3.30, 4.30-6.31, and 3.65-4.30, respectively. As a conclusion, the trend of trophic level and eutrophication risk changes showed that in the 1990-2000 the situation of the sea was oligotrophic and without the risk of eutrophication, but in the 2001-2010 the Caspian ecosystem was even close to the eutrophic state because of ctenophore introduction which in 2005 with algae bloom. But in the early 2011-2019, the ecosystem was restored to a mesotrophic state and on the border of eutrophication risk.

Keywords: *Trophic status, Risk of eutrophication, Caspian Sea, Iran*



مطالعه تغییرات مواد مغذی نیتروژنی و فسفوری در آب اطراف قفسی های دریایی و مقایسه با سالهای قبل در حوزه جنوبی دریای خزر (سال های ۹۷-۱۳۹۶)

نصراله زاده ساروی، حسن^{۱*}؛ نصراله تبار، عبدالله^۲؛ مخلوق، آسیه^۳؛ واحدی، فریبا^۴

۱. هیات علمی (دانشیار)، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج
جهاد کشاورزی، مازندران، ساری، hnsaravi@gmail.com

۲. کارشناس ارشد آزمایشگاه، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و
ترویج جهاد کشاورزی، مازندران، ساری، tabar_3745@yahoo.com

۳. کارشناس ارشد آزمایشگاه، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و
ترویج جهاد کشاورزی، مازندران، ساری، asieh_makhlough@yahoo.com

۴. کارشناس ارشد آزمایشگاه، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و
ترویج جهاد کشاورزی، مازندران، ساری، vahedi_fariba@yahoo.com

واژگان کلیدی: مواد مغذی، آب، پرورش ماهی در قفس، دریای خزر، ایران

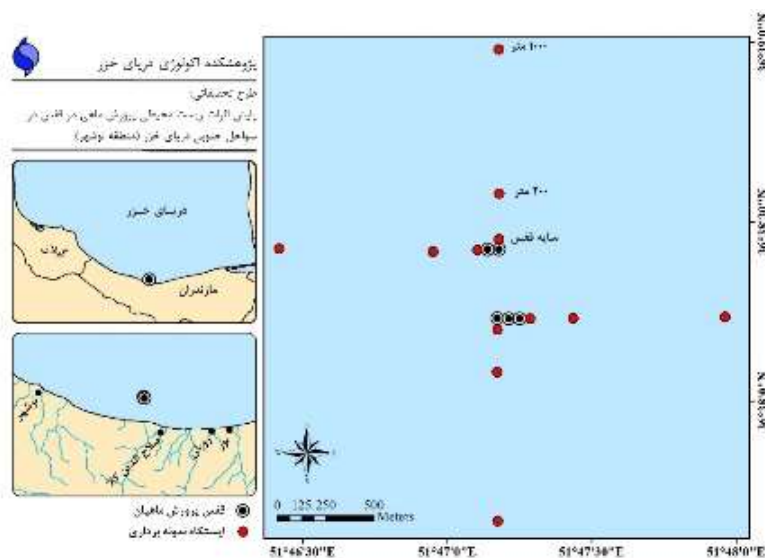
۱. مقدمه

در حال حاضر نوآوری تکنولوژی برای گسترش فعالیت های آبی پروری در سواحل و مناطق باز دریا امکان پذیر شده است. همراه با این فرصت، خطرات زیست محیطی فراهم خواهد شد. بنابراین نیاز است تا با اعمال بهترین اقدامات با دانش و علم موجود در صنعت پرورش ماهی در قفس این اثرات نامطلوب به حداقل برسد. همچنین از سال ۲۰۰۲ سولاتی در خصوص این صنعت دریایی مطرح گردید که میتوان از کیفیت آب، بنتیک ها، مواد آلی و سایر پارامترهای زیست محیطی نیز اشاره نمود (Price et al., 2015).

در کشورهای اروپای غربی، اسکاندیناوی و شمال آمریکا و همچنین در آبهای آسیایی (از قبیل ژاپن، کره، هنگ کنگ، تایلند، مالزی و سنگاپور) پرورش ماهی در قفس رونق زیادی پیدا کرده است (FAO, 1992). در کشور ایران پرورش ماهیان آب شیرین (با سابقه ۵۰ ساله) در استخرهای خاکی متداول بوده ولی پرورش ماهیان در دریا در قفس سابقه چندانی ندارد (Refa, 2002). در سالهای اخیر نوار ساحلی حوزه جنوبی دریای خزر با توجه به پرورش ماهی با آب لب شور با نگاه تولید و اشتغال مورد توجه ویژه قرار گرفته است. از آنجائی که دریای خزر به عنوان یک اکوسیستم بسته محسوب می گردد، لذا بیشتر از دریاهاى دیگر تحت تاثیر فعالیت های انسانی (anthropogenic) قرار دارد. در پایش پرورش ماهی در قفس، در نظر گرفتن کیفیت آب پایه (داده های مرجع هر اکوسیستم) بسیار با اهمیت می باشد. لذا تعیین بررسی کیفیت آب، پیش بینی حوادث اکولوژیک و نیز مدیریت صحیح و مناسب فعالیت های آبی پروری دارد.

۲. مواد و روش‌ها

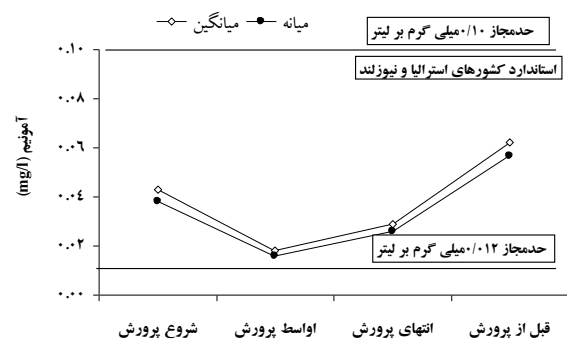
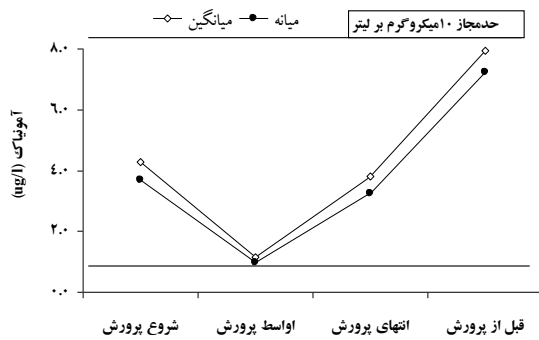
در این پروژه نمونه برداری از یک سایت پرورش ماهی در قفس در منطقه نوشهر استان مازندران صورت گرفت. نمونه برداری در چهار مرحله (در شروع فعالیت پرورش ماهی در قفس، میان دوره، پایان دوره و دو ماه بعد از اتمام فعالیت پرورش ماهی در قفس) و در هر مرحله در چهار جهت اصلی جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق و غرب) و در فواصل مختلف از سایت پرورش ماهی (سایه قفس ها، ۲۰۰ متر و ۱۰۰۰ متر) انجام پذیرفت (شکل ۱). آنالیز مواد مغذی براساس استاندارد صورت پذیرفت (Sapozhnikov et al., 1988; APHA, 2005) آزمون پارامتریک (ANOVA) برای داده های نرمال شده (انتقال یافته داده از طریق لگاریتم/رتبه بندی) انجام گردید.



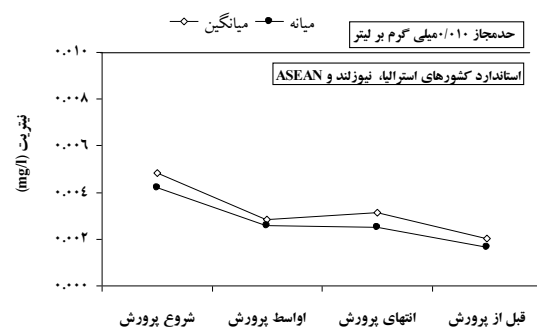
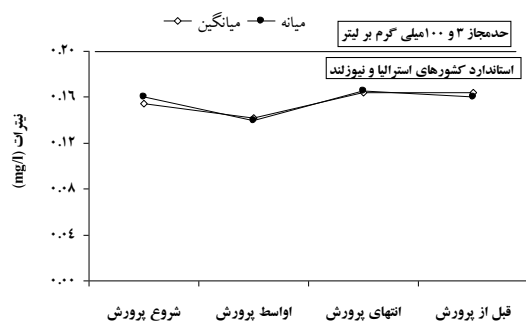
شکل ۱) نقشه موقعیت ایستگاههای نمونه برداری در پیرامون قفس دریایی حوزه جنوبی دریای خزر (سال ۹۷-۱۳۹۶)

۳. نتایج

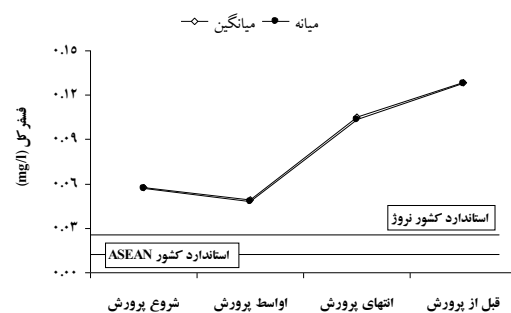
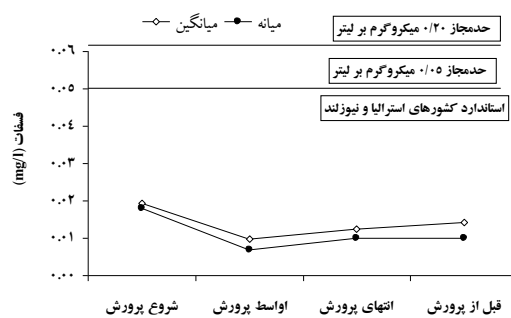
نتایج نشان داد که حداکثر و حداقل غلظت آمونیم برابر 0.13 ± 0.06 میلی گرم بر لیتر به ترتیب در دوره های قبل و اواسط پرورش ثبت گردید. میانگین غلظت آمونیم و گاز آمونیاک به ترتیب برابر 0.25 ± 0.38 میلی گرم بر لیتر و 1.7 ± 0.6 میکروگرم بر لیتر مشاهده گردید (شکل ۲). حداکثر میزان نیتريت و نیترات به ترتیب برابر 0.13 ± 0.26 میلی گرم بر لیتر به ترتیب در اواسط و قبل از پرورش ثبت گردید. میانگین غلظت نیتريت و نیترات به ترتیب برابر 0.03 ± 0.02 و 0.16 ± 0.02 میلی گرم بر لیتر بوده است (شکل ۳). نتایج نشان داد که حداکثر غلظت فسفر کل برابر 0.273 ± 0.07 میلی گرم بر لیتر در ماه آبان ۹۷ ثبت گردید. میزان میانگین غلظت فسفر کل برابر 0.40 ± 0.75 میلی گرم بر لیتر بوده است. حداکثر و حداقل غلظت فسفر معدنی به ترتیب برابر 0.61 ± 0.01 و 0.14 ± 0.01 میلی گرم بر لیتر ثبت گردید. میزان میانگین فسفر معدنی 0.01 ± 0.14 میلی گرم بر لیتر مشاهده گردید (شکل ۴). براساس آزمون واریانس یکطرفه میانگین غلظت مواد مغذی فوق بین دوره های مختلف اختلاف معنی داری را نشان داد ($p < 0.05$).



شکل ۲) تغییرات میانگین و میانه آمونیم و آمونیاک در دوره های مختلف به همراه حد مجاز در پیرامون قفس دریایی (سال ۹۷-۱۳۹۶)



شکل ۳) تغییرات میانگین و میانه نیتريت و نیترات در دوره های مختلف به همراه حد مجاز در پیرامون قفس دریایی منطقه نوشهر (سال ۹۷-۱۳۹۶)



شکل ۴) تغییرات میانگین و میانه فسفات و فسفر کل در دوره های مختلف به همراه حد مجاز در پیرامون قفس دریایی منطقه نوشهر (سال ۹۷-۱۳۹۶)

۴. بحث و نتیجه گیری

محدوده صدک ۷۵-۲۵، غلظت آمونیم برابر ۰/۰۵۰-۰/۰۲۰ میلی گرم بر لیتر در پیرامون قفس دریایی ثبت گردید و در مقایسه با استاندارد (شکل ۲) تقریباً ۱/۵ تا ۳/۵ برابر بیشتر بوده است. در تمام چهار دوره میزان آمونیم (NH_4^+) در مقایسه با استاندارد کشورهای استرالیا و نیوزیلند کمتر بوده است. غلظت های آمونیاک بیش حد مجاز ماهیان دریایی (< 10 میکروگرم بر لیتر) در تحقیق حاضر در پیرامون قفس (۶/۰ درصد از کل داده ها) مشاهده گردید. اما غلظت های بیش از حد مجاز ماهی آزاد (< 20 میکروگرم بر لیتر) ثبت نگردید (شکل ۲). همچنین میانگین غلظت گاز آمونیاک در هر چهار دوره از حداکثر حد مجاز کشورهای استرالیا و نیوزیلند کمتر بوده است. نتایج تحقیقات پیرامون قفس نشان داد که غلظت نیتريت در مناطق مختلف بسیار کمتر از غلظت حد مجاز بوده است (شکل ۳). همچنین مقادیر حداکثر و میانگین غلظت نیتريت از حداکثر حد مجاز کشورهای استرالیا، نیوزیلند و بسیار کمتر ASEAN بوده است. همچنین غلظت نیترات در مناطق مختلف بسیار کمتر از حداکثر غلظت مجاز بوده است (شکل ۳). همچنین حداکثر مقادیر و میانگین غلظت نیترات بسیار کمتر از حداکثر مجاز کشورهای استرالیا و نیوزیلند بوده است. نتایج نشان داد که میانگین غلظت فسفر کل این تحقیق در مقایسه با کشورهای نیوز (۰/۰۲۵) و ASEAN (۰/۰۱۵) ۳ تا ۵ برابر بیشتر بوده است که بایستی

در خصوص نوع غذای مصرفی و میزان مواد مغذی آن توجه بیشتری صورت پذیرد. نتایج تحقیق در چهار دوره پرورش نشان داد که غلظت فسفات در پیرامون قفس در جهات مختلف نشان داد که در محدوده مجاز فوق بوده است.

منابع

1. [1] APHA, (2005). *Standard Methods for the Examination of water and waste water*. American Public Health Association. Centennial edition, Washington, USA. 1113 p.
2. [2] FAO. (1992). *Aquaculture Production*, 1984-1990. Fisheries Circular No. 815, Rome, 206 pp.
3. [3] Price, C., Black, K.D., Hargrave, B.T, James, A. and Morris, Jr. 2015. Marine cage culture and the environment: effects on water quality and primary production. *Aquaculture Environment Interactions*, 6:151-174.
4. [4] Refa Holding AS, 2002. Main Frame Study for Sea Cage Culture Development in Iran. Executive Report to the Iran Fisheries Organization.
5. [5] Sapozhnikov, V.N., Agativa, A.E., Arjanova, N.V., Nalitova, E.A., Mardosova, N.V., Zobarowij, V.L. and Bandarikov, E.A. 1988. *Methods of hydrochemical analysis of the major nutrients*. VNIRO publisher: Moscow, Russia.

Investigation of the water nutrients components around the fish cage culture sites and compared with previous studies in the southern part of Caspian Sea (2017-2018)

Nasrollahzadeh Saravi, H. ^{1*}; Nasrollahtabar, A. ²; Makhloogh, A. ³; Vahedi, F. ⁴

1. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran, hnsaravi@gmail.com
2. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran, tabar_3745@yahoo.com
3. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran, Asieh_makhloogh@yahoo.com
4. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran, Vahedi_fariba@yahoo.com

Abstract

The purpose of this study was to investigate of water nutrients around fish cage culture sites in the southern part of Caspian Sea (Nowshahr region). Sampling was collected in 2017 and 2018, during four culture seasons underneath the cages and at 200 m and 1000 m distance intervals in four geographical directions from the cages. Based on the results the variations of NH₄, NH₃, NO₂, NO₃, TP, and DIP were measured as 0.41-19.13 µg/l, 0.006-0.13, 0.001-0.0128, 0.06-0.026, 0.001-0.061, and 0.034-0.273 mg/l, respectively. The results revealed that mean and median concentrations of ammonium, ammonia, nitrite, nitrate and phosphate (except of phosphorus) in all four periods were recorded below the marine aquaculture standard and the allowable limits of different countries. Comparison of environmental parameters with previous years in the station near the cage fish farming site showed that the mean of ammonium parameters (except year of 2009), ammonia gas (except year of 2009), nitrite, nitrate, phosphate (except year of 2012) and total phosphorus has been higher than other years and indicates the impact of aquaculture activities on the region, but as noted above, most of these variables have not exceeded the standard of aquaculture.

Keywords: *Nutrients, Water, Fish cage culture, Caspian Sea, Iran*



ارزیابی شاخص بارش-تبخیر تعرق استاندارد شده (SPEI) و مدل پرسپترون-شیب توام مقیاس (MLP-SCG) جهت پیش‌بینی خشکسالی کشاورزی (مطالعه موردی: ایستگاه قراخیل-قائم‌شهر)

نعمتی، روشن مهدی^{۱*}؛ نادى، مهدی^۲

۱. دانشجوی رشته هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

ساری، ساری، ایران (Email: nematimehdi59@yahoo.com)

۲. استادیار هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری،

ایران (Email: mehdi.nadi@gmail.com)

چکیده

خشکسالی یکی از بلایای مخرب طبیعی است که در اقلیم‌های مختلف اتفاق می‌افتد و ناشی از کمبود بارش می‌باشد. تداوم این کمبود بارش بر بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی تاثیر می‌گذارد و بعنوان خشکسالی کشاورزی ظاهر میشود. شاخص بارش-تبخیر تعرق استاندارد (SPEI) از شاخصهای نظارت بر خشکسالی کشاورزی بوده که در سالهای اخیر به وفور مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از تحقیق جاری، پیش‌بینی خشکسالی کشاورزی به کمک نمایه SPEI، در ایستگاه قراخیل-قائم‌شهر است که در اقلیم مرطوب قرار دارد. بدین منظور داده‌های مورد استفاده شامل میانگین دمای ماهانه و مجموع بارش ماهانه، طی دوره ۱۹۸۴-۲۰۱۷ از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید و توسط آن شاخص SPEI در پنجره‌های زمانی ۳، ۶ و ۱۲ ماهه محاسبه شد. مدل پرسپترون چندلایه با الگوریتم آموزش شیب توام مقیاس (MLP-SCG) بعنوان مدل پیش‌بینی کننده استفاده شد. ورودیها توسط تابع خودهمبستگی (ACF) از میان تاخیرهای زمانی هر سری انتخاب شدند و نمونه‌های ورودی-خروجی به دو بخش آموزش (۷۵٪) و آزمون (۲۵٪) تقسیم شدند. دقت مدلها توسط معیارهای ارزیابی شامل ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب پیرسون (R) و ضریب تبیین (R^2) انجام شد. نتایج نشان داد که در این اقلیم، پنجره‌های زمانی بزرگتر با دقت بیشتری پیش‌بینی می‌شوند؛ به عبارتی اثرات بلندمدت خشکسالی کشاورزی با دقت بالاتری قابل پیش‌بینی می‌باشند. بهترین عملکرد در این بررسی متعلق به پنجره زمانی ۱۲ ماهه بوده که در آن معیارهای RMSE، R و R^2 به ترتیب برابر با ۰/۳۵۷، ۰/۹۳۸ و ۰/۸۷۹ گزارش میشود. نتایج این مطالعه مورد بررسی مطلوب بوده و برای پیش‌بینی خشکسالی کشاورزی در اقلیم مشابه (مرطوب) ارزش تحقیقاتی دارد.

واژگان کلیدی: خشکسالی کشاورزی، SPEI، شیب توام مقیاس، MLP-SCG، پیش‌بینی خشکسالی

۱. مقدمه

خشکسالی از جمله پدیده‌های مخرب طبیعی بوده که سالانه بر نواحی مختلف جهان اثرگذار است. تاثیر مخرب این پدیده مرتبط با نوع اقلیم منطقه نبوده و انواع اقلیمها از جمله نواحی مرطوب و شدیداً مرطوب نیز، دستخوش اثرات آن می‌باشند. خشکسالی بطور کلی ناشی از کمبود بارش در مقیاسهای ماهانه و سالانه بوده و تاثیرات آن بر بخشهای مختلف، انواع مختلف خشکسالی را موجب می‌گردد. یکی از انواع خشکسالی، خشکسالی کشاورزی است که عدم توجه و پیش‌آگاهی از آن، خسارات زیادی را برای بخش کشاورزی در پی خواهد داشت. تاثیر کمبود بارش بر

خشکسالی کشاورزی عموماً از ۹ ماه تا ۱۲ ماه پس از رویداد بارش متغیر است (Svoboda et al., 2012)؛ اصطلاحاً بیشترین تاثیر یک رویداد کمبود/مازاد بارش در ۹-۱۲ ماه بعد از آن بارش مشاهده می‌گردد. از نمایه‌های معروف برای بررسی این نوع خشکسالی، شاخص شدت خشکسالی پالم (PDSI)^۱ است که توسط پالم در سال ۱۹۶۵ ارائه گردید (Palmer, 1965). این شاخص علی‌رغم بارش، در محاسبات خود از تبخیر عرق مرجع و ظرفیت آب قابل دسترس خاک استفاده می‌کند و از معایب آن روش محاسباتی پیچیده و همچنین نیاز به بهینه‌سازی ضرایب اقلیمی در مناطق جدید است (بذرافشان و حجابی، ۱۳۹۶). برای نظارت بر خشکسالی کشاورزی، شاخصهای متعددی ارائه شده اند که از معروفترین آنها میتوان به شاخص باران موثر (ERI)^۲، شاخص اکتشاف خشکسالی (RDI)^۳ و شاخص خشکسالی خاص محصول (CSDI)^۴ اشاره کرد (Herbst et al., 1993; Tsakiris & Vangelis, 2005; Meyer et al., 1996). شاخص بارش استاندارد (SPI)^۵ نیز از جمله معروفترین نمایه‌های خشکسالی است که میتواند در پنجره‌های زمانی مختلف خود، نظارت بر انواع مختلف خشکسالی را انجام دهد؛ بعنوان مثال پنجره زمانی ۹ ماهه تا ۱۲ ماهه SPI_{9 to SPI12} مرتبط با خشکسالی کشاورزی می‌باشد (McKee et al., 1993; Svoboda et al., 2012). SPI برای نظارت بر خشکسالی، تنها نیازمند داده‌های بارش است. Vicente-Serrano et al., 2010 با تغییر در مراحل محاسباتی SPI و افزودن متغیر تبخیر-عرق به آن، شاخص بارش-تبخیرتعلق استاندارد (SPEI)^۶ را بعنوان نمایه‌ی خشکسالی کشاورزی معرفی کردند. از مزایای این شاخص نحوه محاسبه ساده‌ی آن میباشد، که در برآورد تبخیر و عرق، استفاده از هر دو روش فائو-پنمن و تورنتوایت در آن مجار معرفی گردیده است (بذرافشان و حجابی، ۱۳۹۶).

پیش‌بینی خشکسالی همواره این امکان را به مدیران منابع آب می‌دهد تا از شرایط خشکسالی منطقه در آینده آگاهی یابند. امروزه از مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی شاخصهای خشکسالی استفاده می‌گردد که از میان آنها میتوان به مدل‌های هوش مصنوعی اشاره کرد. پیش‌بینی شاخص SPEI در ایران، تنها در مطالعه Abbasi et al., 2019 گزارش شده‌است. این مطالعه برروی اقلیم نیمه خشک سرد ارومیه و توسط روش هوش مصنوعی بیان ژن انجام شد و نتایج قابل قبولی را در پی داشت. در تحقیق جاری قصد بر این است که برای اولین بار در نواحی مرطوب شمال ایران، پیش‌بینی خشکسالی کشاورزی بر پایه شاخص SPEI انجام گیرد. به این منظور از مدل پرسپترون چندلایه، بعنوان روش پیش‌بینی کننده‌ی خشکسالی استفاده می‌گردد.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱ منطقه مورد مطالعه

استان مازندران یکی از سه استان شمالی ایران است که هم مرز با حاشیه جنوبی دریای خزر میباشد. به دلیل بارش زیاد در مازندران، اغلب نواحی این استان در طبقات اقلیمی مرطوب و شدیداً مرطوب قرار می‌گیرند و از لحاظ کلاس دمایی دارای دمای معتدل میباشد. با توجه به وجود منابع آبی قابل توجه در مازندران، محصولات زراعی و باغی متعددی در آن به کشت و بهره برداری می‌رسد. محصول زراعی غالب در این استان برنج بوده، و عمده مرکبات در این استان به‌عنوان محصولات باغی پر محصول شناخته می‌شوند. برای بررسی و پیش‌بینی خشکسالی کشاورزی در این استان، به‌عنوان نمونه ایستگاه سینوپتیک تکمیلی قراخیل-قائم‌شهر انتخاب گردید. ایستگاه قراخیل-قائم‌شهر در عرض جغرافیایی ۳۶/۴۳ درجه شرقی، طول جغرافیایی ۵۲/۸۲ درجه شمالی، و ارتفاع ۱۴/۷ متر از سطح آبهای آزاد واقع است. داده‌های هواشناسی مورد استفاده شامل میانگین دمای ماهانه و همچنین مجموع بارش ماهانه، طی دوره‌ای ۳۴ ساله (۱۹۸۴-۲۰۱۷) است که از سایت سازمان هواشناسی کشور (IRIMO) دریافت شده‌است. مشخصات داده‌ها در جدول ۱ به نمایش گذاشته شده‌است.

¹ Palmer Drought Severity Index

² Effective Rainfall Index

³ Reconnaissance Drought Index

⁴ Crop-Specific Drought Index

⁵ Standardized Precipitation Index

⁶ Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index

جدول ۱) مشخصات آماری داده‌های مورد بررسی؛ داده‌های بارش در مقیاس سالانه و داده‌های دما در مقیاس ماهانه

مشخصات داده‌های بارش					مشخصات داده‌های دما				
میانگین (mm)	انحراف معیار (mm)	بیشینه (mm)	کمینه (mm)	چولگی	میانگین (°C)	انحراف معیار (°C)	بیشینه (°C)	کمینه (°C)	چولگی
۷۱۸/۷۶	۱۳۱/۲۴	۹۴۰/۴۰	۴۶۳/۲۰	-۰/۰۱	۱۶/۵۹	۷/۱۲	۲۸/۸۰	۲/۹۰	-۰/۰۱

۲.۲ شاخص بارش-تبخیر تعرق استاندارد (SPEI)

شاخص SPEI برای اولین بار توسط Vicente-Serrano et al., 2010 برای نظارت بر خشکسالی کشاورزی معرفی شد. محاسبه این شاخص مشابه با SPI می‌باشد (McKee et al., 1993) با این تفاوت که به جای بارش، از بارش موثر استفاده می‌کند. بارش موثر در واقع اختلاف بین بارش و تبخیر تعرق پتانسیل در مقیاس ماهانه است (رابطه ۱).

$$D=P-PET \quad (۱)$$

در این رابطه D مقدار بارش موثر، P بارش ماهانه و PET مقدار تبخیر تعرق ماهانه می‌باشد. مقدار تبخیر تعرق در SPEI با استفاده از دمای ماهانه و توسط روش روش تورنتوایت (Thorntwaite, 1948) برآورد می‌گردد. پس از محاسبه بارش موثر، میزان تجمعی چندماهه آن به عنوان "پنجره زمانی" حساب می‌شود و سپس توزیع لوگ-لوجستیک سه پارامتری بر آن برازش داده می‌شود. احتمال مستخرج از این توزیع آماری، به حالت نرمال استاندارد (توزیع نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار یک) بازگردانده می‌شود. متغیر حاصل همان شاخص SPEI است (Vicente-Serrano et al., 2010). در تحقیق جاری، SPEI در سه پنجره زمانی ۳، ۶ و ۱۲ ماهه ($SPEI_3$, $SPEI_6$, $SPEI_{12}$) محاسبه و بررسی شده است.

۳.۲ شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (MLP)

این نوع از شبکه‌های عصبی مصنوعی، یکی از مهم‌ترین انواع شبکه‌های عصبی می‌باشد. این شبکه‌ها شامل مجموعه‌ای از واحدهای حسی یا نورون می‌باشند که متشکل از یک لایه ورودی، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی می‌باشند. سیگنال ورودی به مدل، در خلال شبکه و در مسیری رو به جلو از یک لایه به لایه دیگر منتشر می‌گردند (Haykin, 1999). در این تحقیق جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی سری‌های زمانی ماهانه SPEI از این نوع شبکه عصبی استفاده شده است که به شبکه عصبی پیشخور چندلایه نیز معروف است.

۱.۳.۲ الگوریتم آموزش شیب توأم مقیاس (SCG)

این الگوریتم برای آموزش شبکه عصبی MLP طوری پایه گذاری شده، که از جستجوهای خطی زمان‌بر پرهیز کند. اساس کار این روش بسیار پیچیده بوده و از ادغام دو الگوریتم آموزش شیب توأم (CG) و لونیگ-مارکوارت (LM) حاصل می‌شود. رویه الگوریتم آموزشی شیب توأم مقیاس شده به تکرارهای بیشتر برای همگرایی نسبت به بقیه الگوریتم‌های شیب توأم نیاز دارد اما از مقدار محاسبات در هر تکرار به طور محسوسی کاسته می‌شود زیرا جستجوی خطی در این روش انجام نمی‌شود (Moller, 1993). در مطالعات هیدرولوژیکی و هواشناسی، و مهمتر در پیش‌بینی‌های خشکسالی کشاورزی، از الگوریتم SCG برای آموزش شبکه عصبی MLP، به نسبت سایر الگوریتم‌ها بسیار کمتر استفاده شده است. بنابر جستجوها، در پیش‌بینی شاخص SPEI، پژوهشی با استفاده از این الگوریتم برای آموزش شبکه عصبی MLP مشاهده نشده است. لذا در این تحقیق برای اولین بار دقت آن در پیش‌بینی شاخص SPEI بررسی می‌گردد (Moller, 1993).

^۱ Scaled Conjugate Gradient

۴.۲ سنجش پیش‌بینی

برای اطمینان از صحت مدل‌سازی و پیش‌بینی انجام شده، باید خروجی‌های مدل با مقادیر واقعی آنها مقایسه گردد. برای این امر از معیارهای ارزیابی عملکرد مدلها استفاده می‌گردد. معیارهایی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند عبارتند از: ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب همبستگی پیرسون (R) و ضریب تبیین (R^2) که معادلات آنها در ادامه تشریح شده‌اند:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - f_i)^2} \quad (2)$$

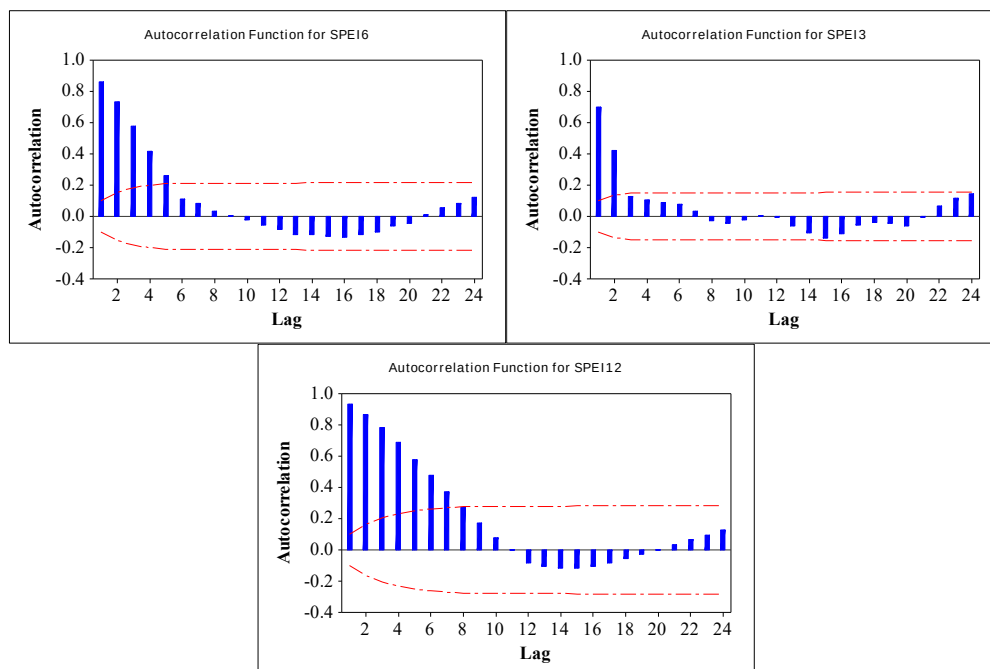
$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})(f_i - \bar{f})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^N (f_i - \bar{f})^2}} \quad (3)$$

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})(f_i - \bar{f})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^N (f_i - \bar{f})^2}} \right]^2 \quad (4)$$

در روابط بالا y_i و $\bar{y}$ به ترتیب داده‌های مشاهده‌ای و میانگین آنها، f_i و $\bar{f}$ داده‌های برآورد شده از مدل و میانگین آنها و n تعداد داده‌ها می‌باشند. مقادیر نزدیکتر به صفر برای معیار RMSE و مقادیر نزدیک به واحد برای ضرایب R و R^2 ، نشان دهنده‌ی عملکرد مطلوب‌تر مدل می‌باشد.

۳. نتایج

ابتدا شاخص SPEI در پنجره‌های زمانی ۳ ماهه ($SPEI_3$)، ۶ ماهه ($SPEI_6$) و ۱۲ ماهه ($SPEI_{12}$)، توسط داده‌های ماهانه دما و بارش حساب شدند. برای پیش‌بینی، ورودی مدل باید مقادیر پیشین خود شاخص (تاخیر زمانی) باشند. برای این امر از تابع خودهمبستگی (ACF^1) استفاده گردید (شکل ۱).



شکل ۱) خروجی تابع ACF برای سری زمانی شاخص SPEI

¹ Autocorrelation function

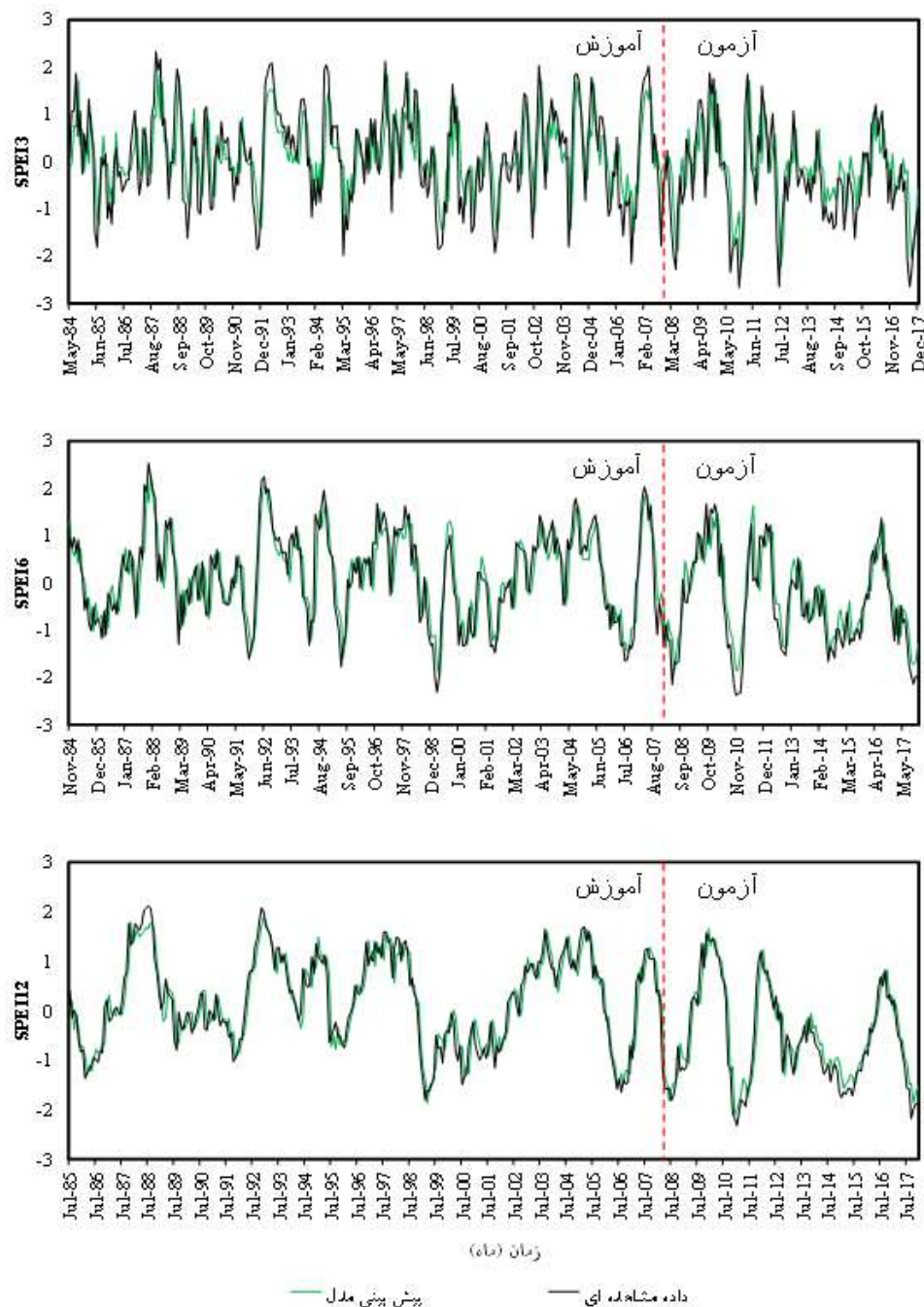
در این شکل تابع ACF برای هریک از پنجره‌های زمانی شاخص SPEI رسم شده است. خطوط قرمز رنگ آستانه معنیداری خودهمبستگی را نشان می‌دهد؛ بنابر این آن دسته از تاخیرهایی که بالاتر از خطوط قرمز قرار گرفته‌اند، دارای همبستگی معنیدار بوده و بعنوان ورودی مدل برگزیده می‌شوند. در SPEI₃ تاخیرهای ۱ و ۲، در SPEI₆ تاخیرهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ و در SPEI₁₂ تاخیرهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ بعنوان ورودی مدل MLP-SCG برای پیش‌بینی شاخص مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پس از انتخاب ورودی و تنظیم ماتریس ورودی-هدف، داده‌ها به دو بخش آموزش و آزمون تقسیم می‌شوند که به ترتیب شامل ۷۵ و ۲۵ درصد از نمونه‌های ورودی-هدف هستند. مدل MLP دارای پارامترهایی نظیر تعداد لایه‌های پنهان، تعداد نورون و نوع تابع انتقال است که مجموعاً آرایش این شبکه عصبی را تشکیل می‌دهند. این پارامترها توسط روش سعی و خطا انتخاب شدند و سپس مدل اجرا شد. مدل توسط معیارهای ارزیابی سنجیده شد و نتایج در جدول ۲ درج گردید.

جدول ۲) ارزیابی مدل MLP-SCG در پیش‌بینی SPEI

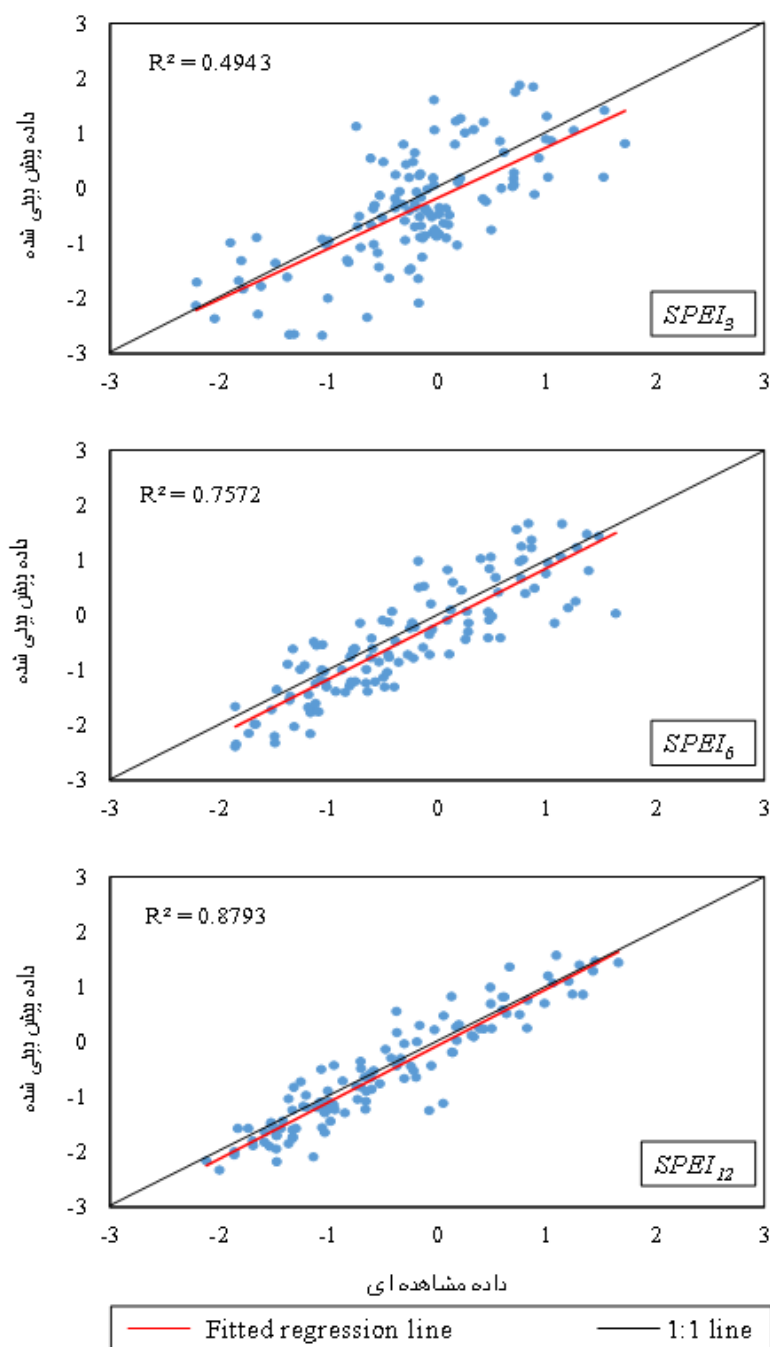
R			RMSE			آرایش شبکه			پنجره زمانی
						تعداد نورون در لایه های پنهان		تابع انتقال	
کل	آزمون	آموزش	کل	آزمون	آموزش	لایه دوم	لایه اول		
۰/۷۱۴	۰/۷۰۳	۰/۶۹۹	۰/۷۱۸	۰/۷۴۲	۰/۷۰۷	–	۱۲	tansig	SPEI ₃
۰/۷۰۹	۰/۷۰۰	۰/۶۸۵	۰/۷۲۳	۰/۷۴۵	۰/۷۱۲	۱۲	۱۸	logsig	
۰/۶۵۷	۰/۶۶۸	۰/۶۴۷	۰/۷۳۵	۰/۷۶۱	۰/۷۲۱	–	۱۲	radbas	
۰/۸۶۱	۰/۸۷۰	۰/۸۵۸	۰/۵۰۳	۰/۵۲۵	۰/۴۹۳	–	۸	tansig	SPEI ₆
۰/۸۵۳	۰/۸۶۰	۰/۸۴۹	۰/۵۰۶	۰/۵۳۱	۰/۴۹۷	–	۱۲	logsig	
۰/۸۳۹	۰/۸۴۴	۰/۸۲۵	۰/۵۱۷	۰/۵۴۰	۰/۵۱۱	۱۰	۱۵	radbas	
۰/۹۴۳	۰/۹۳۸	۰/۹۳۳	۰/۳۴۲	۰/۳۵۷	۰/۳۳۵	–	۸	tansig	SPEI ₁₂
۰/۹۲۷	۰/۹۲۵	۰/۹۱۶	۰/۳۵۱	۰/۳۷۰	۰/۳۴۲	–	۱۲	logsig	
۰/۸۸۹	۰/۸۹۰	۰/۸۸۰	۰/۳۷۲	۰/۳۸۷	۰/۳۶۶	–	۸	radbas	

بررسی‌ها در نرم افزار MATLAB نشان داد که از میان توابع انتقال موجود، سه تابع انتقال تانژانت سیگموئیدی (tansig)، لگاریتم سیگموئیدی (logsig) و شعاعی پایه (radbas) بیشترین سازگاری را با داده‌های SPEI داشته‌اند. همچنین تعداد یک لایه و دو لایه پنهان، سازگارترین تعداد لایه‌های پنهان با داده‌های مورد بررسی بودند. تعداد نورون‌ها نیز توسط آزمون و خطا انتخاب شدند. نتایج نشان داد مدل MLP-SCG با یک لایه پنهان و تابع انتقال tansig، بهترین دقت پیش‌بینی را برای هر سه پنجره‌زمانی ارائه می‌کند. همچنین با بزرگتر شدن ابعاد پنجره‌های زمانی، بر دقت پیش‌بینی مدل نیز افزوده گردید. بهترین پیش‌بینی برای پنجره زمانی SPEI₃ با ۱۲ نورون گزارش می‌شود که در آن $RMSE=0.742$ و $R=0.703$ است. بهترین پیش‌بینی برای پنجره زمانی SPEI₆ با آرایش یک لایه پنهان، ۸ نورون و تابع انتقال tansig بود که نتیجتاً با $RMSE=0.525$ و $R=0.870$ همراه شد. برای SPEI₁₂ نیز آرایش شبکه با SPEI₆ مشابه بوده و معیارهای ارزیابی در آن برابر با $RMSE=0.357$ و $R=0.938$ گزارش می‌شود. در شکل ۲ مقادیر پیش‌بینی شده در کنار مقادیر مشاهده‌ای SPEI نشان داده شده‌اند.



شکل ۲) نمودار سریهای زمانی (Time series plot) برای بررسی همپوشانی مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی

همپوشانی این دو سری (SPEI مشاهده‌ای و SPEI پیش‌بینی شده) در پنجره زمانی کوچکتر ($SPEI_3$) ضعیفتر بوده و رفته رفته با افزایش ابعاد پنجره زمانی، همپوشانی پیش‌بینی‌ها با مقادیر واقعی بیشتر می‌شود؛ بطوری که در $SPEI_{12}$ همپوشانی بسیار چشمگیری ملاحظه می‌شود. در $SPEI_3$ نقاط کمینه یا به عبارتی خشکسالیهای شدید و استثنائی، دارای خطای پیش‌بینی بوده و مدل در این طبقات خشکسالی دارای بیش برآوردی است؛ اما در کلاسهای ترسالی شدید، مدل عملکرد قابل قبولی داشته‌است. در $SPEI_6$ نیز خشکسالی شدید دارای پیش‌بینی خوب بوده ولی خشکسالی استثنائی (اکتبر ۲۰۱۰ تا فوریه ۲۰۱۱، اکتبر تا دسامبر ۲۰۱۷) با بیش برآوردی همراه بوده‌اند؛ اما در کلاسهای ترسالی عملکرد بسیار خوبی داشته‌است. اما در $SPEI_{12}$ در تمامی کلاس‌های خشکسالی مدل MLP-SCG دارای عملکرد بسیار مطلوب بوده و حد اقل بیش برآوردی و کم برآوردی را داشته‌است؛ در خشکسالی استثنائی (نوامبر ۲۰۱۰ تا فوریه ۲۰۱۱) دارای همپوشانی بسیار خوب بوده و کلاسهای ترسالی را نیز با بالاترین دقت پیش‌بینی نموده است. برای بررسی همبستگی داده‌های مشاهده‌ای و پیش‌بینی شده از نمودار نقطه‌ای استفاده شده‌است (شکل ۳).



شکل ۳) نمودار نقطه‌ای (Scatter plot) برای بررسی همبستگی مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی

در این نمودار خط قرمز، خط رگرسیونی برازش یافته برای مدل می‌باشد. مشخص است که در پنجره‌های زمانی بزرگتر، نقاط حول خط رگرسیونی متمرکزتر می‌شوند. این امر نشان دهنده همبستگی بیشتر در پنجره‌های زمانی بزرگتر است و گزارش می‌کند که همبستگی میان پیش‌بینی‌ها و مشاهدات به ترتیب از کمتر به بیشتر در پنجره‌های زمانی $SPEI_3$ ، $SPEI_6$ و $SPEI_{12}$ مشاهده می‌شود. کمتر بودن شیب بین خط رگرسیونی با خط 1:1 نیز تاییدی بر همین مساله است (همبستگی قوی‌تر)، که در پنجره‌های زمانی بزرگتر ($SPEI_6$ و $SPEI_{12}$) این شیب کمتر است. همچنین مقدار ضریب R^2 که در پنجره‌های زمانی $SPEI_3$ ، $SPEI_6$ و $SPEI_{12}$ به ترتیب برابر با 0.49، 0.76 و 0.88 است، بصورت کمی نشان می‌دهد که پیش‌بینی‌ها (به ویژه در پنجره‌های زمانی بزرگتر) قابل قبول می‌باشند.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

پیش‌بینی خشکسالی کشاورزی با نمایه SPEI در ایران، در مطالعه Abbasi et al., 2019 گزارش شده‌است. ایشان این تحقیق را برای اقلیم نیمه‌خشک سرد در ارومیه انجام داده‌اند و برای پیش‌بینی از مدل برنامه‌ریزی بیان ژن استفاده کرده‌اند. پنجره‌های زمانی مشابه یعنی $SPEI_3$ ، $SPEI_6$ و $SPEI_{12}$ نیز در آن بررسی شده‌است. مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیق جاری نشان می‌دهد که مدل هوش مصنوعی، شاخص SPEI را تا حدودی در اقلیم نیمه‌خشک بهتر از اقلیم مرطوب پیش‌بینی می‌کند.

نتایج تحقیق جاری بر پایه مدل MLP-SCG امیدوار کننده بوده و این مدل را برای پیش‌بینی خشکسالی کشاورزی اقلیم مرطوب، مناسب گزارش می‌کند. این مدل به ویژه برای پنجره‌های زمانی بلندمدت پیش‌بینی‌های دقیق تری داشته است که نشان می‌دهد اثرات طولانی مدل یک واقعه خشکسالی کشاورزی، با دقت بالاتری پیش‌بینی می‌شود. پیشنهادها به مقایسه الگوریتم SCG با سایر الگوریتم‌های هوش مصنوعی نظیر LM و تنظیم بیزی (BR)^۱ می‌شود، تا بهترین الگوریتم برای آموزش شبکه MLP در پیش‌بینی خشکسالی کشاورزی شناسایی شود. همچنین مقایسه مدل‌های هوش مصنوعی با روش‌های استوکستیک نظیر زنجیره مارکف و سری زمانی نیز می‌تواند در انتخاب مدل پیش‌بینی کننده‌ی برتر، مفید باشد.

منابع

۱. بذرافشان ج. و حجابی س. (۱۳۹۶). خشکسالی و روش‌های پایش. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۷۵۶، چاپ دوم، ۲۲۴ص
2. MaKee, TB.; Doesken, NJ.; Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Proc. 8th Conf. on Applied Climatol, 17– 22 January, Americ Meteorol Soc, Mass, pp 179–184.
3. Vicente-Serrano, S. M., Begueria, S., Juan, I. & Lopez-Moreno, J. I. (2010). A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index –SPEI, Journal of Climate, 23: 1696-1718.
4. Abbasi, A., Khalili, K., Behmanesh, J., & Shirzad, A. (2019). Drought monitoring and prediction using SPEI index and gene expression programming model in the west of Urmia Lake. Theoretical and Applied Climatology, 1-15.
5. Palmer, W.C. (1965). Meteorological Drought. U.S. Weather Bur. Tech. Paper. 45:1-58.
6. Møller, M. F. (1993). A scaled conjugate gradient algorithm for fast supervised learning., Neural networks, 6(4): 525-533.
7. Haykin, S. 1999. "Neural Networks: a comprehensive foundation", MacMillan, New York.
8. Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. Geographical review, 38(1), 55-94.
9. Svoboda, M., Hayes, M., & Wood, D. (2012). Standardized precipitation index user guide. World Meteorological Organization Geneva, Switzerland.

¹ Bayesian Regularization

10. Herbst, M., Kappen, L., Thamm, F., & Vanselow, R. (1996). Simultaneous measurements of transpiration, soil evaporation and total evaporation in a maize field in northern Germany. *Journal of experimental botany*, 47(12), 1957-1962.
11. Meyer, S. J., Hubbard, K. G., & Wilhite, D. A. (1993). A crop-specific drought index for corn: I. Model development and validation. *Agronomy Journal*, 85(2), 388-395.
12. Tsakiris, G., & Vangelis, H. J. E. W. (2005). Establishing a drought index incorporating evapotranspiration. *European water*, 9(10), 3-11.

Evaluating Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI) and Perceptron model with Scaled Conjugate Gradient (MLP-SCG) in predicting agricultural drought (Case study: Gharakhil-Ghaemshahr station)

Nemati Roshan, Mehdi^{1*}; Nadi, Mehdi²

1. MSc student of Agricultural Meteorology, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2. Assistant Professor of Agricultural Meteorology, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

Abstract:

Drought is one of the destructive natural hazards that occurs in different climatic types and originates from precipitation deficit. The persistence of this deficit, affects different sections like agriculture and appears as agricultural drought. Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI) is one of the indices of agricultural drought monitoring, that have been widely used in the recent years. The purpose of the current research is prediction of agricultural drought using SPEI, in Gharakhil-Ghaemshahr station, which is located in a humid climate. For this, the monthly data of precipitation and temperature were provided from Iranian Meteorological Organization during the 1984-2017 period, and the SPEI was calculated in 3-month, 6-month and 12-month time windows. Multilayer Perceptron neural network with learning algorithm of Scaled Conjugate Gradient (MLP-SCG) has been used as the predictor model. The inputs were selected among the index's time lags, by Autocorrelation Function (ACF). The input-output samples were divided into train and test phases by 75% and 25%. The models were evaluated by the criteria of Root Mean Square Error (RMSE), Pearson coefficient (R) and coefficient of determination (R^2). The results showed that in this climate, the larger time windows have better predictions; in other words, the long-term effect of agricultural drought are predictable with a higher accuracy. In this investigation, the best prediction belongs to the 12-month time window, with $RMSE=0.357$, $R=0.938$ & $R^2=0.879$. The current study had appropriate achievements and has research value for agricultural drought prediction in similar (humid) climates.

Keywords: *Agricultural Drought, SPEI, Scaled Conjugate Gradient, MLP-SCG, Drought Prediction*



تأثیر ساختار زیستگاه‌های حرا بر پراکنش و تراکم سخت‌پوستان جنگل‌های حرای منطقه حفاظت شده خلیج نایبند، خلیج فارس

نوذرپور، نجمه^۱؛ قدرتی شجاعی، مهدی^۲؛ ندرلو، رضا^۳

۱. دانشجوی دکتری زیست‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت‌مدرس

Rahil.nozarpour@modares.ac.ir

۲. استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت‌مدرس

mshojaei@modares.ac.ir

۳. استادیار گروه بیوسیستماتیک جانوری، دانشکده زیست‌شناسی، دانشگاه تهران

naderlo@khayam.ut.ac.ir

واژگان کلیدی: سخت‌پوستان، تراکم، حرا، خلیج فارس

۱. مقدمه

بوم‌سازگان‌های حرا عمدتاً در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری و در حدفاصل بین دریا و خشکی پراکنش دارند. این بوم‌سازگان‌ها منشا خدمات ارزشمندی برای انسان و محیط‌زیست هستند. عوامل تنش‌زای محیطی می‌توانند باعث حذف گونه‌ها^۱ و یا کاهش تنوع‌زیستی^۲ شوند (Devictor و همکاران، ۲۰۰۸). تغییرات تنوع‌زیستی همراه با تأثیرات مستقیم آن روی کارکرد بوم‌سازگان‌ها^۳ در نهایت می‌تواند خدماتی را که انسان از بوم‌سازگان‌ها دریافت می‌کند، تحت تأثیر قرار دهد (Hewitt و همکاران، ۲۰۰۸). درشت بی‌مهرگان کفزی از مهم‌ترین زیست‌مندان ساکن جنگل‌های حرا هستند. بارزترین نقش این گروه ارتباط بین تولیدات اولیه در سطح اول زنجیره غذایی و مصرف‌کننده‌ها در سطوح بالاتر است. بخشی از این ارتباط به خاطر نقشی است که این گروه در تجزیه مواد آلی و تبدیل آن به مواد غیرآلی^۴ ایفا می‌کنند. برای نمونه، خرچنگ‌ها با تغذیه از برگ گیاهان حرا در چرخه مواد در این بوم‌سازگان‌ها نقش ایفا می‌کنند. این گونه‌ها با مصرف و دفع مواد در نگهداری مواد آلی و به ویژه کربن در حرا نقش ایفا می‌کنند. این در حالی است که بخش مهمی از این مواد آلی، ممکن بود در فقدان این خرچنگ‌ها، به بیرون از این بوم‌سازگان‌ها منتقل شود (Nordhaus و همکاران، ۲۰۰۶).

پژوهش‌های مختلفی در مورد تنوع‌زیستی درشت بی‌مهرگان کفزی^۵ در جنگل‌های حرای خلیج فارس و دریای عمان صورت گرفته است (Al-Khayat و همکاران، ۲۰۱۹، Vahidi و همکاران، ۲۰۱۹ و Naderloo و همکاران، ۲۰۱۲). پژوهش حاضر با بررسی تأثیر زیستگاه‌های دارای پوشش گیاهی و فاقد پوشش گیاهی بر تراکم گونه‌های سخت‌پوستان در جنگل‌های حرای خلیج نایبند صورت گرفت.

¹ Species loss

² Biodiversity

³ Ecosystem functioning

⁴ Remineralization

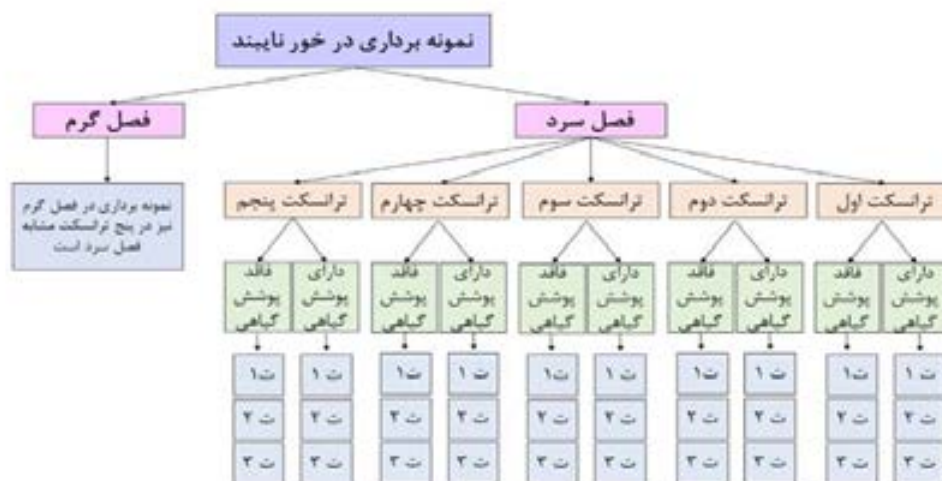
⁵ Macro fauna

۲. مواد و روش‌ها

در ایران بیش از ۹۷٪ سطح زیر پوشش جنگل‌های حرا مربوط به گونه حرا *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh و حدود ۳٪ آن مربوط به گونه چنل *Rizophora mucronate* (Lamk.) است. گونه گیاهی در خلیج ناپیند گونه حرا *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh است. در منطقه نمونه‌برداری (شکل ۱) پنج ترانسکت به طور تصادفی انتخاب شده است. هر ترانسکت شامل دو زیستگاه، دارای پوشش گیاهی و فاقد پوشش گیاهی می‌باشد. در هر زیستگاه نیز سه ایستگاه به طور تصادفی انتخاب شده است (شکل ۲). نمونه‌ها در هر ایستگاه توسط چهارگوش فلزی (سطح ۲۵*۲۵ سانتی‌متر) جمع‌آوری شدند. سپس رسوبات حاوی سخت‌پوستان جهت شستشو روی الک ۰/۵ میلی‌متری به ساحل انتقال یافتند. نمونه‌های سخت‌پوستان پس از جداسازی از رسوبات و ریشه‌های گیاهان در الک ۷۰٪ تثبیت شدند و برای شناسایی به آزمایشگاه اکولوژی کارکردی دریا در دانشگاه تربیت مدرس منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه‌ها تا حد امکان در سطح گونه شناسایی شدند.



شکل ۱) نقشه منطقه نمونه‌برداری در خلیج فارس



شکل ۲) روند نمونه‌برداری در خلیج ناپیند در فصل‌های مختلف؛ در هر فصل پنج ترانسکت انتخاب شده است که هر ترانسکت به دو زیستگاه دارای پوشش گیاهی و فاقد پوشش گیاهی تقسیم بندی شده است. در هر زیستگاه، نمونه‌برداری سه بار تکرار می‌شود.

۳. نتایج

در مجموع، ۱۱ گونه از سخت‌پوستان، متعلق به ۱۱ جنس و ۱۱ خانواده شناسایی شدند (جدول ۱). این گونه‌ها متعلق به ده‌پایان (۱۰ گونه از ۱۰ خانواده) و جورپایان (۱ گونه) هستند. خرچنگ‌های خانواده Camptandridae (۲ گونه) بیشترین فراوانی در منطقه را داشتند. همچنین خرچنگ‌های خانواده Porcellanidae (۱ گونه) و Diogenidae (۱ گونه) کمترین فراوانی را داشتند.

تراکم گونه ای سخت پوستان در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان است (جدول ۲). گونه *Nasima dotilliformis* (Alcock, 1900) در منطقه دارای پوشش گیاهی در هر دو فصل زمستان و تابستان بیشترین تراکم را داشت. در زیستگاه فاقد پوشش گیاهی در فصل زمستان گونه *Scopimera crabicauda* (Alcock, 1900) و در فصل تابستان گونه *Ilyograpsus Rhizophora* (Barnard, 1955) بیشترین تراکم را داشتند.

جدول ۱) لیست گونه‌های سخت‌پوستان در فصل‌های گرم و سرد خلیج نایبند

فصل سرد	فصل گرم	شاخه	رده	راسته	خانواده	جنس	نام علمی
●	●	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Camptandriidae	Nasima	<i>Nasima dotilliformis</i> (Alcock, 1900)
●		Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Camptandriidae	Opusia	<i>Opusia indica</i> (Alcock, 1900)
●	●	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Macrophthalm	Ilyograpsus	<i>Ilyograpsus rhizophorae</i> (Barnard, 1955)
●	●	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Sesarmidae	Parasesarma	<i>Parasesarma persicum</i> (Naderloo & Schubart, 2010)
●	●	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Pilumnidae	Eurycarcinus	<i>Eurycarcinus orientalis</i> (A. Milne-Edwards, 1867)
●		Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Sesarmidae	Nanosesarma	<i>Nanosesarma sarii</i> Naderloo & Türkay, 2009
●		Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Petrolisthes	<i>Petrolisthes rufescens</i> (Heller, 1861)
●		Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Dotillidae	Scopimera	<i>Scopimera crabicauda</i> (Alcock, 1900)
	●	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Diogenidae	Diogenes	<i>Diogenes avarus</i> (Heller, 1865)
●	●	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Olibrinidae	Olibrinus	<i>Olibrinus antennatus</i> (Budde-Lund, 1902)
	●	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Alpheidae	Alpheus	<i>Alpheus lutosus</i> (Anker & De Grave, 2009)

جدول ۲) میزان تراکم گونه‌های سخت‌پوستان در زیستگاه‌های دارای پوشش گیاهی و فاقد پوشش گیاهی (در واحد سطح- متر مربع)

تراکم گونه‌ای سخت‌پوستان	فصل گرم	فصل سرد
زیستگاه دارای پوشش گیاهی	۱۲	۱۶/۷
زیستگاه فاقد پوشش گیاهی	۸	۲۲

منابع

- Al-Khayat, J. A., Abdulla, M. A., & Alatalo, J. M. (2019). Diversity of benthic macrofauna and physical parameters of sediments in natural mangroves and in afforested mangroves three decades after compensatory planting. *Aquatic sciences*, 81(1), 4.
- Devictor, V., Julliard, R., & Jiguet, F. (2008). Distribution of specialist and generalist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. *Oikos*, 117(4), 507-514.
- Hewitt, J. E., Thrush, S. F., & Dayton, P. D. (2008). Habitat variation, species diversity and ecological functioning in a marine system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366(1-2), 116-122.
- Naderloo, R., & Tuerkay, M. (2012). Decapod crustaceans of the littoral and shallow sublittoral Iranian coast of the Persian Gulf: faunistics, biodiversity and zoogeography. *Zootaxa*, 3374(1), 1-67.



5. Nordhaus, I., Wolff, M., & Diele, K. (2006). Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67(1-2), 239-250.
6. Vahidi, F., Fatemi, S. M. R., Danehkar, A., Mashinchian, A., & Nadushan, R. M. (2019). Benthic macrofaunal dispersion within different mangrove habitats in Hara Biosphere Reserve, Persian Gulf. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-12.



تأثیر پرورش ماهی در قفس بر کیفیت باکتریایی آب در منطقه جنوبی دریای خزر (نوشهر-مازندران)

یعقوب زاده، زهرا^{۱*}؛ صفری، رضا^۲

۱ و ۲. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری،
فرح آباد، ایران، صندوق پستی ۹۶۱ za_yaghoub@yahoo.com و safari1351@gmail.com

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر قفس‌های پرورش ماهی بر آلودگی باکتریایی آب در منطقه جنوبی دریای خزر می باشد. بدین منظور نمونه برداری از آب منطقه جنوبی دریای خزر در نوشهر استان مازندران، در سال ۹۷-۱۳۹۶ طی دوره پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان در فواصل مختلف (سایه قفس، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس) از قفس احداث شده صورت گرفت. نتایج نشان داد در کل دوره پرورش حداکثر میانگین شمارش کل باکتری‌های آب ۱۸۷۵۰ CFU/ml در ایستگاه ۲۰۰ متری قفس قبل از دوره پرورش و حداقل میانگین شمارش کل باکتری‌های آب ۳۲۵۰ CFU/ml در ایستگاه ۲۰۰ متری قفس انتهای دوره پرورش مشاهده شد. حضور کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در نمونه های آب به ترتیب ۱۸/۷۵٪ و ۲/۰۸٪ ثبت شد و استرپتوکوک مدفوعی آب در هیچ یک از ایستگاه‌های نمونه برداری مشاهده نشد. جریان آب سبب دور شدن مواد زائد (مدفوع ماهی، غذای مصرف نشده و توده باکتریایی) پرورش ماهی در قفس‌ها شده و در نهایت موجب کاهش آلودگی زیست محیطی ناشی از احداث قفس ها می شود.

واژگان کلیدی: کیفیت باکتریایی آب، قفس‌های پرورش ماهی، قزل‌آلائی رنگین‌کمان، نوشهر

۱. مقدمه

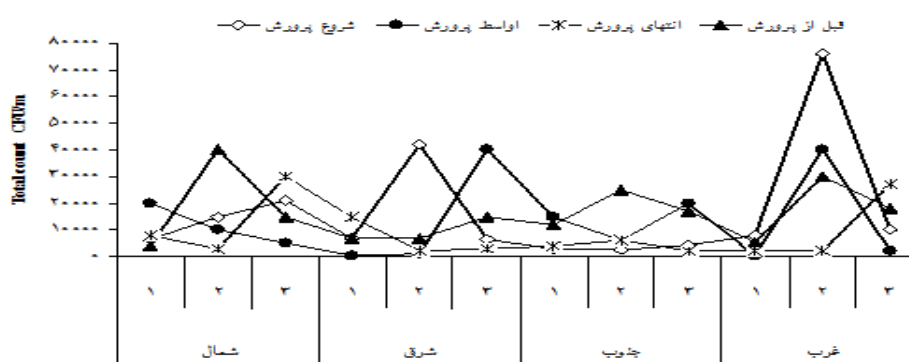
آبزی پروری به دلیل افزایش قابل توجه تقاضا برای ماهی و غذاهای دریایی در سراسر جهان به عنوان یک صنعت، به سرعت در حال رشد می باشد (Gang et al., 2005). آزادماهیان به عنوان یک منبع مهم شناخته شده از ضایعات آلی و مواد مغذی است که می تواند باعث افزایش سطوح مواد آلی و مغذی در ستون آب و در نتیجه ی افزایش رشد باکتری های اطراف قفس غنی سازی رسوبات در محل پرورش می شود (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۶). آبزی پروری در دریا به منظور استفاده بهینه از دریا جهت تأمین بخشی از پروتئین، بازسازی، احیاء ذخایر ماهی، اشتغال‌زایی و ارتقای سطح گردشگری مورد توجه می باشد. به علاوه رشد روزافزون جمعیت جهان و نیاز جوامع انسانی به منابع غذایی، استفاده از منابع آب‌های داخلی را از اهمیت ویژه ای برخوردار نموده و برنامه ریزی‌های اصولی جهت بهره برداری بهینه از این منابع در اکثر کشورها از اولویت خاصی برخوردار است (Clark et al., 1991). بطور کلی فعالیت آبزی پروری و از آن جمله پرورش ماهی در قفس می تواند براکوسیستم های آبی تأثیر منفی بگذارد که از جمله مشکلات عمده ایجاد شده در اثر فعالیت‌های آبزی پروری تغییرات کیفیت آب می باشد. لذا در این تحقیق به بررسی روند تغییرات باکتری‌های شاخص آب در قفس در منطقه جنوبی دریای خزر (نوشهر- استان مازندران) در طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ پرداخته شده است.

۲. مواد و روش‌ها

چهار ایستگاه (سایه قفس، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس) در چهار جهت جغرافیایی منطقه جنوبی دریای خزر شهرستان نوشهر در استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری در دوره پرورش در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ از چهار ایستگاه و در موقعیت‌های سایه قفس، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس در جهت‌های شمال، جنوب، شرق و غرب انجام گردید و نمونه‌های آب (بصورت سطحی) اخذ، در کنار یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی دریای خزر انتقال یافته تا آزمایشات لازم انجام پذیرد. ابتدا نمونه آب مورد آزمایش را تکان داده تا باکتری‌های رسوب کرده در انتهای لوله‌های آب در تمام محیط بطور یکنواخت پراکنده شوند. سپس از نمونه آب بطور مستقیم با استفاده از سمپلر ۱۰ لاندا برای توتال کانت و ۱۰۰ لاندا برای کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی بر روی محیط‌ها به روش سطحی کشت داده شدند. پس از آن پلیت‌های کشت داده شده در دمای ۲۵ و ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور قرار گرفته و پس از طی این زمان نسبت به شمارش تعداد کلنی‌ها اقدام شد (APHA, 2005).

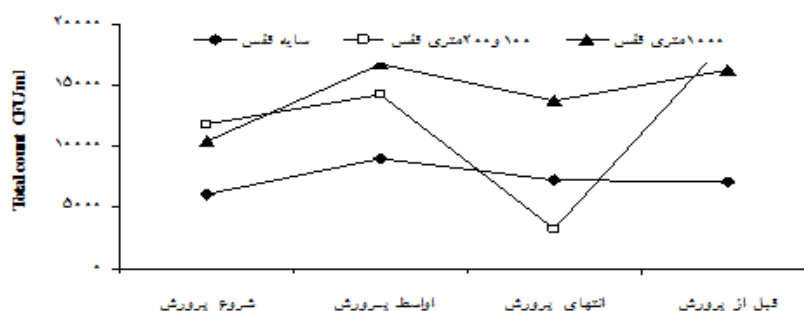
۳. نتایج

نمودار ۱ تغییرات کل باکتری‌های آب، در ۴ جهت و دوره را در سایت پرورش ماهی (منطقه نوشهر) نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که حداکثر و حداقل کل باکتری‌های آب به ترتیب ۷۶۰۰۰ CFU/ml و ۵۰۰ در شروع و اواسط دوره پرورش ثبت گردیده است. میانگین شمارش کل باکتری‌های آب برابر ۱۳۷۷۷ CFU/ml مشاهده گردید.



نمودار ۱) تغییرات کل باکتری‌های آب (Total count CFU/ml) در ۴ جهت و دوره در سایت پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

در سایه قفس حداکثر میانگین شمارش کل باکتری‌های آب ۹۰۰۰ CFU/ml در اواسط دوره پرورش و حداقل میانگین شمارش کل باکتری‌های آب ۶۱۲۵ CFU/ml در شروع دوره پرورش مشاهده شد. در فاصله ۱۰۰ و ۲۰۰ متری قفس حداکثر میانگین شمارش کل باکتری‌های آب ۱۸۷۵۰ قبل از دوره پرورش و حداقل میانگین شمارش کل باکتری‌های آب ۳۲۵۰ CFU/ml در انتهای دوره پرورش مشاهده شد. در فاصله ۱۰۰۰ متری قفس حداکثر میانگین شمارش کل باکتری‌های آب ۱۶۷۵۰ CFU/ml در اواسط دوره پرورش و حداقل میانگین شمارش کل باکتری‌های آب ۱۰۷۵۰ CFU/ml در شروع دوره پرورش مشاهده شد (نمودار ۲).



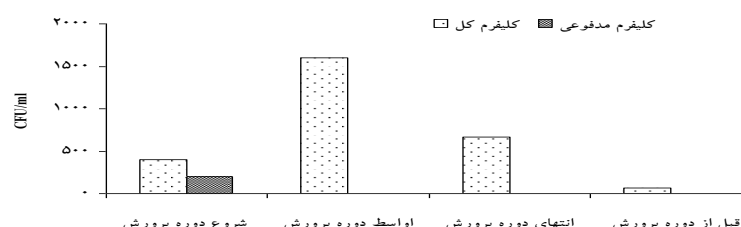
نمودار ۲) تغییرات میانگین فاصله ای شمارش کل باکتری‌های (Total count) آب در سایت پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

دامنه شمارش کل باکتریها از ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ CFU/ml آب قفس در جدول ۱ نشان داده شده است. حداکثر تعداد کل باکتریها در ۲۰۰ متری قفس و در اواسط و قبل از دوره پرورش، همچنین در ۱۰۰۰ متری قفس و اواسط دوره پرورش مشاهده شد. و حداقل تعداد کل باکتریها در مکان سایه قفس و در اواسط دوره پرورش ثبت گردید.

جدول ۱) دامنه تغییرات کل باکتری‌ها (CFU/ml) آب در فاصله ها و دوره های مختلف سایت پرورش ماهی در قفس سال ۹۷-۱۳۹۶

ایستگاه	سایه قفس	۲۰۰ متری قفس	۱۰۰۰ متری قفس
شروع دوره پرورش	(۸۰۰۰-۳۰۰۰)	(۱۶۰۰۰-۲۵۰۰)	(۲۱۰۰۰-۴۳۰۰)
اواسط دوره پرورش	(۲۰۰۰-۵۰۰)	(۴۰۰۰۰-۱۰۰۰)	(۴۰۰۰۰-۲۰۰۰)
انتهای دوره پرورش	(۱۵۰۰۰-۲۰۰۰)	(۶۰۰۰-۲۰۰۰)	(۳۰۰۰۰-۲۰۰۰)
قبل از دوره پرورش	(۱۲۰۰۰-۴۰۰۰)	(۴۰۰۰۰-۳۰۰۰)	(۱۸۰۰۰-۱۵۰۰۰)

وجود کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در نمونه های آب به ترتیب ۱۸/۷۵٪ و ۲/۰۸٪ ثبت شد. حداکثر شمارش کلیفرم کل آب ۱۶۰۰ CFU/ml در ایستگاه شرق ۱۰۰۰ متری قفس در اواسط و انتهای دوره پرورش مشاهده شد. حداقل شمارش کلیفرم کل آب ۱۰ CFU/ml در ایستگاه شرق ۱۰۰۰ متری قفس در قبل از دوره پرورش مشاهده شد. کلیفرم مدفوعی فقط در یک ایستگاه به تعداد ۲۰۰ CFU/ml در ایستگاه شرق سایه قفس در شروع دوره پرورش ثبت گردید (نمودار ۳).



نمودار ۳) درصد نمونه آبهای آلوده (میلی لیتر) به کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری

۴. بحث و نتیجه گیری

در طی سالهای گذشته پرورش ماهیان در قفس های دریایی با بهره گیری از آبهای ساحلی در بسیاری از کشورها رونق گرفت و روند رو به رشدی داشته است. پرورش آزاد ماهیان در قفس به عنوان یک منبع مهم از تولید ضایعات آلی و مواد مغذی است که باعث افزایش مقدار مواد آلی و مغذی در ستون آب و افزایش رشد باکتری‌های رسوبات اطراف قفس می شود (Caruso, 2014). تحقیق حاضر نشان داد در طی دوره پرورش بیشترین تعداد کل باکتریها در سایه قفس (اواسط پرورش)، ۲۰۰ متری قفس (قبل از پرورش) و ۱۰۰۰ متری قفس (اواسط پرورش) مشاهده شد. تحقیقات Zmyslowska و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد مواد غذایی مصرف نشده و مدفوع اضافه شده به مواد مغذی آب، باعث رشد سریع باکتری ها می شود. تحقیق فوق نیز بیشترین تعداد کل باکتریها را در اواسط دوره پرورش نشان داد. مطالعات shakouri (۲۰۰۵) نشان داد تاثیر موضعی قفس های پرورش ماهی محدود به چند ده متر از قفس ها می باشد.

Gorlach-Lira و همکاران در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند که تعداد کل باکتری در دوره پرورش بیشتر از قبل و بعد از پرورش بوده که مشابه تحقیق حاضر (حداکثر شمارش کل باکتری‌های آب ۷۶۰۰۰ CFU/ml در ایستگاه غرب ۲۰۰ متری قفس) است. وجود جریانات دریایی باعث کاهش تعداد باکتریها در محل قفس نسبت به فاصله های ۲۰۰ متری از قفس می گردد. نتایج مطالعات خلیلی و همکاران در سال ۱۳۹۳ نشان داد در کل دوره مورد بررسی در ایستگاه‌های نزدیک قفس (۷۰ و ۵۰ متری) بیشترین تعداد باکتری‌ها مشاهده شد. Gorlach-Lira و همکاران در سال ۲۰۱۳ گزارش دادند pH و مواد غذایی از عوامل تاثیرگذار بر جمعیت باکتری‌ها می باشند (Gorlach-Lira et al., 2013). به طور طبیعی، کلیفرم ها در مدفوع وجود دارند و هرچند خودشان مضر نیستند، ولی نشان دهنده وجود باکتری بالقوه مضر هستند. شمارش کلیفرم کل در اواسط پرورش بالاتر از شروع و انتهای پرورش بوده است که نشان دهنده حضور احتمالی ماده مدفوعی در آب است که ممکن است بخاطر پرورش ماهی در دریا یا بدلیل میزان بارندگی و آبشویه آلودگی های محیطی و انتقال مواد مدفوعی و ورود رواناب های رودخانه به دریا در فصل زمستان باشد. آژانس حفاظت محیط زیست کشور غنا (EPA) حداکثر حد مجاز توتال کلیفرم ۴۰۰ CFU/100ml برای تخلیه فاضلاب و حداکثر مقدار کلیفرم مدفوعی پیشنهاد

شده برای پرورش ماهی (کمتر از ۱۰۰۰ CFU/100ml) را بیان کرد (Clotey et al., 2016). استرپتوکوک مدفوعی آب در هیچ یک از ایستگاه‌های نمونه برداری مشاهده نشد. مناطق با شدت جریان بالا، مواد غذایی و ذرات جامد را به سرعت جابجا کرده و به مناطق پایین دست انتقال می‌دهد در نتیجه تاثیر اندکی را در منطقه وسیع به جای می‌گذارد. در این حالت پرورش در قفس به صورت منبع آلودگی نیست (ASI, 1999). در تحقیق حاضر، احداث قفس‌ها در افزایش تعداد باکتری‌ها موثر بوده اما با توجه به حجم زیاد آب دریا و وجود جریان مناسب آب در دریای خزر و به خصوص نزدیک قفس و با توجه به نتایج آماری مقدار آن ناچیز و تفاوت معنی دار حاصل نشد ($P > 0.05$). جریان مناسب آب در قفس، سبب کاهش آلودگی میکروبی در داخل قفس نسبت به ایستگاه‌های خارج از قفس شده است. علاوه بر این ممکنه جریان آب سبب دور شدن مواد زائد (مدفوع ماهی، غذای مصرف نشده و زیست توده باکتریایی) پرورش ماهی در قفس‌ها شده باشد و در نهایت موجب کاهش آلودگی باکتریایی ناشی از احداث قفس‌ها گردد.

منابع

۱. کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س. م.، حق، م.، و کوچین، پ. (۱۳۹۶). اثر پرورش ماهی قزل آلا (Oncorhynchus mykiss) در قفس شناور بر ساختار جمعیت زئوپلانکتونی منطقه عباس آباد، در جنوب دریای خزر. نشریه توسعه آبرزی پروری، سال ۱۱، شماره ۳.
۲. خلیلی مورچه خورتی، ف.، سلطانی، م.، رجبی اسلامی، و موسوی، س. ع. م. (۱۳۹۴). تاثیر قفسهای پرورش ماهی قزل آلا (Oncorhynchus mykiss) بر فلور باکتریایی آب دریاچه سد کارون چهار. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری سال هفتم، شماره ۲.
3. Clark, D. L., Milner, B. B., Stewart, M. H., Wolfe, R. L., & Olson, B. H. (1991). Comparative study of commercial 4-methylumbelliferyl-beta-D-glucuronide preparations with the Standard Methods membrane filtration fecal coliform test for the detection of *Escherichia coli* in water samples. *Appl. Environ. Microbiol.*, 57(5), 1528-1534.
4. Gang, Q., Liu, C. C., Richman, N. H., & Moncur, J. E. (2005). Aquaculture wastewater treatment and reuse by wind-driven reverse osmosis membrane technology: a pilot study on Coconut Island, Hawaii. *Aquacultural Engineering*, 32(3-4), 365-378.
5. American Public Health Association (APHA). (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st Ed. Washington DC, USA: American publication Health Association 773 p.
6. Caruso, G. (2014). Effects of aquaculture activities on microbial assemblages. *Oceanography*. 2: 107 p. lottey, M.N.K., Asmah, R., Ofori-Danson, P.K., Ameworwor, M.Y. and Karikari, A.Y., 2016. Impacts of cage culture on physico-chemical and bacteriological water quality in Lake Volta, Ghana. *African Journal of Aquatic Science*, 41(4), pp.473-480.
7. Zmyslowska, I., Harnisz, M. & Lewandowska, D. (2001). Sanitary and bacteriological evaluation of water quality during cage culture of wels (*Silurus glanis* L.) in cooling water. *Archiwum rchiwum rybactwa polskiego*, 9(2), pp.191-200.

8. Gorlach-Lira, K., Pacheco, C., Carvalho, L.C.T., Melo Júnior, H.N. & Crispim, M.C. (2013). The influence of fish culture in floating net cages on microbial indicators of water quality. *Brazilian Journal of Biology*, 73(3), pp.457-463.
9. Shakouri, M. (2003). Impact of cage culture on sediment chemistry a case study in mjoifjordur. The United Nations University. Fisheries training programme. 44 p.
10. Clottey, M. N. K., Asmah, R., Ofori-Danson, P. K., Ameworwor, M. Y., & Karikari, A. Y. (2016). Impacts of cage culture on physico-chemical and bacteriological water quality in Lake Volta, Ghana. *African Journal of Aquatic Science*, 41(4), 473-480.
11. ASI, 1999. Literature review of the Environmental impact of Caged Aquaculture. 351 p.
12. Azevedo PA, Podemski CL, Hesslein RH, Kasian SEM, Findlay DL, Bureau DP. 2011. Estimation of waste outputs by a rainbow trout cage farm using a nutritional approach and monitoring of lake water quality. *Aquaculture* 311: 175–186.

The effect of cage culture on bacterial water quality in the southern region of the Caspian Sea (Noshahr-Mazandaran)

Yaghoubzadeh, Zahra^{1*}; safari, Reza²

*1&2. Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, P.O. Box 961, Iran

Abstract: The study was carried out at the cage fish culture of the Noshahr fish farm located in the southern region of the Caspian Sea, Mazandaran province, Iran. The water was sampled monthly at different distances (cage shadow, 200 and 1000 m) from the cage, from January 2017 to December, 2018. Total count bacteria, total coliform, fecal coliform, fecal streptococcus in the water were monitored monthly. The results showed that the max means total bacterial count of 18750 CFU / ml at 200 m from cages before culture and the min mean total bacterial count of 3250 CFU / ml at 200 m from cages at the end culture were observed. Total coliform and fecal coliform in water samples were 18.75% and 2.08%, respectively, and fecal streptococci were not observed in any of the sampling stations. The water flows causes away the waste (fish feces, unused food, and bacterial mass) cage fish culture and eventually reduces the environmental pollution by the construction of cages.

Keywords (*Bacterial water quality, Cage culture, Rainbow trout, Noshahr*)



RCOWA

**2nd International Conference on
Oceanography for West Asia 2020**

دومین کنفرانس بین المللی اقیانوس شناسی غرب آسیا

16 - 17 Sep. 2020 ۲۶ و ۲۷ شهریور ۱۳۹۹