Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics

Online ISSN: 2345-427X
Print ISSN: 2345-4288

Study of the ecology of spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758) habitats on the coasts of Sistan and Baluchestan province in order to establish artificial reef structures to stock enhancement resource

Mohammad Reza Mirzaei[*1], Ashkan Ajdari[2]

1. Corresponding Author, Research Assistant Prof., Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran. E-mail: mirzaei.mr@gmail.com
2. Ph.D. in Aquatic Animal Health, Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran. E-mail: a_arzhan@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 08.07.2022
Revised: 08.23.2022
Accepted: 09.22.2022

Keywords:
Artificial reef,
Gulf of Oman,
Lobster,
Macrobenthos,
Physical and chemical parameters

ABSTRACT

Spiny lobster is one of the most valuable crustaceans in the Gulf of Oman. Overfishing in recent decades has reduced the stocks of this aquatic resource. Therefore, accurate knowledge and study of ecological parameters of lobster habitats are very important because the seabed structure and ecological parameters in these habitats are widely associated with the presence, absence and distribution of lobsters. The current study was conducted to investigate the relationship between the classification of sediments, the abundance of macrobenthos and environmental factors on a seasonal basis along seven transects and 28 stations. It was carried out in the rocky areas of the coast of Ramin in the east of Chabahar port. The mean values of temperature, salinity, turbidity, acidity and chlorophyll a in the study area were 26.38 °C, 36.65 PSU, 2.59 FTU, 8.1, 86 µg / L, 0.86, respectively. Almost similar environmental parameters were observed between similar points between the depth of 5 and 15 meters. The macrobenthos results in the studied stations showed that foraminifera and Polychaeta are the most prevalent macrobenthos groups and in the deepest stations in transect T3. Percentages of sand, silt and clay for the sediment samples were 93%, 5% and 2%, respectively. The sedimentary texture of the bed plays an important role in the movement of the lobster in the habitat, and the rocky and sandy bed is a suitable habitat for the lobster. According to the results of this study, the highest percentage of sediment sand was observed in the eastern part of Ramin port. There were similar environmental parameters for equal depths of water. Furthermore, Macrobenthos were most abundant in the eastern region of Ramin port in spring and autumn and agreed with pre-Manson and post-Manson conditions. Therefore, the stations in the eastern part of Ramin port are suitable places for the establishment of artificial reefs.

Cite this article: Mirzaei, Mohammad Reza, Ajdari, Ashkan. 2023. Study of the ecology of spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758) habitats on the coasts of Sistan and Baluchestan province in order to establish artificial reef structures to stock enhancement resource. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 12 (2), 89-102.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/japu.2023.20492.1695
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

شاپا آنلاین: ۲۳۴۵-۴۲۷X
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۴۲۸۸

مطالعه اکولوژی زیستگاه‌های شاه میگو صخره‌ای *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758) در سواحل استان سیستان و بلوچستان به‌منظور استقرار سازه‌های زیستگاه مصنوعی جهت احیاء ذخایر

محمدرضا میرزائی*[۱]، اشکان اژدری[۲]

۱. نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران. رایانامه: mirzaei.mr@gmail.com

۲. دکتری بهداشت و بیماری‌های آبزیان، مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران. رایانامه: a_arzhan@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۶
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۳۱

واژه‌های کلیدی:
پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، دریای عمان
زیستگاه مصنوعی، لابستر، ماکروبنتوز

چکیده

لابستر خاردار صخره‌ای یکی از انواع سخت‌پوستان با ارزش اقتصادی دریای عمان می‌باشد و به دلیل صید بیش از حد در طی ده‌های اخیر ذخایر این آبزی کاهش یافته است. لزوم شناخت و مطالعه دقیق ویژگی‌های اکولوژیک زیستگاه‌های شاه میگو به علت ارتباط آن با حضور یا عدم حضور لابستر و نیز با نحوه پراکنش آن ضروری به نظر می‌رسد. در این مطالعه رابطه دانه‌بندی رسوبات بستر و بررسی فراوانی ماکروبنتوزها و فاکتورهای زیست‌محیطی به‌صورت فصلی در ۷ ترانسکت و ۲۸ ایستگاه در مناطق صخره‌ای سواحل رمین در شرق چابهار به‌منظور تعیین محل‌های مناسب جهت استقرار زیستگاه‌های مصنوعی انجام گرفت. میانگین سالانه پارامترهای دما، شوری، کدورت، اسیدیته و کلروفیل منطقه مورد بررسی به‌ترتیب ۲۶/۳۸ °C، ۳۶/۶۵ psu، ۲/۵۹ FTU، ۸/۱ و ۰/۸۶ µg/L ثبت و در نقاط هم عمق بین ۵ تا ۱۵ متر توزیع یکسانی را نشان داد. نتایج به‌دست آمده از جداسازی ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که گروه‌های غالب ماکروبنتوزی روزنه‌داران و پُرتاران در ایستگاه‌های عمیق (۲۰ متر) ترانسکت T3 می‌باشند. درصد دانه‌بندی رسوبات طی فصول مختلف نمونه‌برداری شامل ۹۳ درصد رسوبات از نوع شنی و ماسه‌ای ۵ درصد رسوبات از نوع گل و لای و ۲ درصد رسوبات از نوع رس محاسبه گردید. بافت رسوبی بستر نقش مهمی در حرکت لابستر در زیستگاه دارد و بستر سنگی و شنی زیستگاه مناسبی برای لابستر می‌باشد. با توجه به نتایج این پژوهش، بالاترین میزان درصد شن و ماسه رسوبات در ناحیه شرقی اسکله رمین می‌باشد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در آن منطقه برای عمق‌های مساوی نسبت

به مکان ثابت می‌باشند و هم‌چنین حداکثر فراوانی ماکرو بنتوزهای رسوبات زیستگاه در منطقه شرقی بندر رمین در فصل بهار و پاییز مشاهده گردید که عامل مناسبی جهت استقرار زیستگاه در منطقه می‌باشد.

استناد: میرزائی، محمدرضا، اژدری، اشکان (۱۴۰۲). مطالعه اکولوژی زیستگاه‌های شاه میگو صخره‌ای *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758) در سواحل استان سیستان و بلوچستان به‌منظور استقرار سازه‌های زیستگاه مصنوعی جهت احیاء ذخایر. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۲ (۲)، ۱۰۲-۸۹.
DOI: 10.22069/japu.2023.20492.1695

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

زیستگاه‌های مصنوعی در تمام دوران زندگی انسان‌ها به عنوان ابزاری کارآمد برای بازسازی و ترمیم زیستگاه‌های طبیعی و راهکاری در پاسخ به مشکلات و نگرانی‌های موجود در خصوص کاهش ذخایر آبزیان می‌باشد. امروزه با وجود روند رو به افزایش تخریب زیستگاه‌های طبیعی در دریا و مناطق ساحلی، احداث زیستگاه‌های مصنوعی، به‌عنوان ابزاری در جهت احیاء زیستگاه‌های تخریب شده در محیط‌های دریایی و ساحلی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۱).

با توجه به روند کاهشی آبزیان در آب‌های استان سیستان و بلوچستان و لزوم حفاظت از برخی گونه‌های منحصر به فرد در دریای عمان، بازسازی ذخایر شاه میگوی صخره‌ای یکی از اولویت‌های اساسی محسوب می‌گردد. شاه میگو با نام عمومی لابستر یکی از ارزشمندترین آبزیان نواحی حاره و نیمه حاره می‌باشد. در سواحل جنوبی ایران به‌خصوص سواحل جنوب شرقی سه گونه از شاه میگو خاردار وجود دارد (۲). در سال‌های اخیر به‌دلیل صید بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌های این آبزی میزان صید آن به‌طور چشمگیری کاهش یافته است (۳). در میان روش‌های متفاوتی که برای احیاء و بازسازی ذخایر آبزیان وجود دارد زیستگاه مصنوعی به‌علت نداشتن هزینه پرسنلی و نگه‌داری پس از نصب از اولویت خاصی برخوردار می‌باشد. زیرا یکی از روش‌های بسیار مهم در بازسازی ذخایر و برداشت قانونمند و پایدار و هم‌چنین یکی از راه‌هایی است که در بازسازی و احیاء مجدد آبزیان در دریا نقش به‌سزایی دارد. زیستگاه‌های مصنوعی به‌طور طبیعی در دریاها وجود ندارد و توسط بشر ساخته شده و به‌صورت عمدی یا غیرعمدی در زیر آب قرار داده می‌شوند، و برای افزایش رشد و تولید در اکوسیستم آبی مفید می‌باشند و در مدیریت شیلاتی معمولاً به‌منظور موارد مختلف مانند، فراهم کردن زیستگاه جدید برای افزایش تعداد و وزن توده زنده منابع شیلاتی آسیب‌دیده، احیا زیستگاه‌های طبیعی، باعث ایجاد کاهش فشار صیادی، کند کردن تخریب زیستگاه‌های طبیعی، افزایش تنوع، تشویق جهانگردی و بهبود کیفیت آب می‌گردد (٤). در کشورهایی که ذخایر آن‌ها در اثر فشار صیادی آسیب زیادی دیده است، ایجاد زیستگاه‌های مصنوعی می‌تواند به بازسازی این ذخایر کمک کند. با توجه به این‌که زیستگاه مصنوعی شامل قرار دادن اشیاء مجاز در داخل دریا جهت بهره‌برداری و احیاء محیط دریایی می‌باشد توجه نکردن به اصول ساخت و مدیریت آن، باعث برهم خوردن تعادل اکولوژیک می‌شود. با در نظر گرفتن این موضوع یکی از راه‌های ترمیم بسترهای زیست‌محیطی در آب‌های ساحلی که به علل گوناگون مانند صید بیش از حد و یا آلودگی‌ها دچار مشکل شده، ساخت زیستگاه‌های مصنوعی است و ایجاد این زیستگاه‌ها یکی از راه‌های جذب آبزیان و دسترسی به صید متمرکز است.

اگرچه زیستگاه‌های مصنوعی معمولاً در سراسر جهان به عنوان ابزاری برای جبران تغییرات ایجاد شده در زیستگاه‌های طبیعی موجودات مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی استقرار آن به ندرت تحت یک فرآیند دقیق انتخاب مکان انجام می‌گیرد. در حالی‌که اثربخشی زیستگاه‌ها پس از استقرار می‌توانند در ارائه جزئیات لازم برای تصمیم‌گیری آگاهانه جهت بازسازی مستقیم و غیرمستقیم ذخایر آبزیان باشد. زیرا احداث زیستگاه‌های مصنوعی نقش مهمی در تقویت و بالا بردن تولید در مناطق کم تولید و شرایط مساعدی را برای رشد و نمو لارو آبزیان مختلف مناطق ساحلی را فراهم نماید.

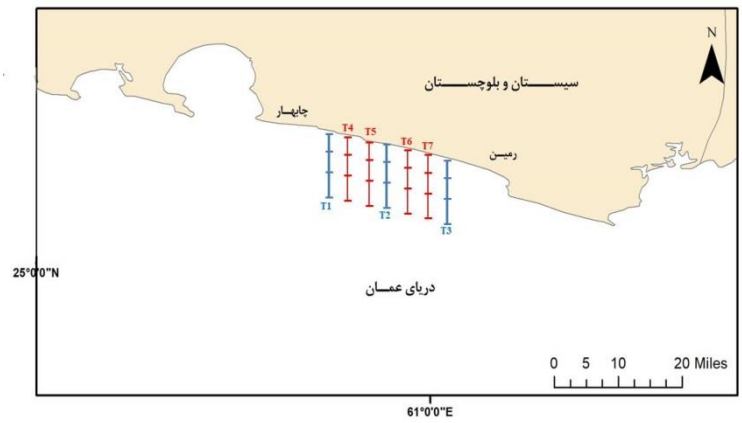
به‌دلیل اهمیت تجاری ذخایر شاه میگوی استان سیستان و بلوچستان و ارزش اقتصادی این آبزی، ذخایر شاه میگو در سال‌های اخیر کاهش یافته است.

به همین دلیل لازم است برنامه‌ریزی جهت بازسازی ذخایر آن و نیز ایجاد زیستگاه‌های مصنوعی صورت گیرد. جهت برنامه‌ریزی‌های بازسازی ذخایر ابتدا لازم است ویژگی‌های اکولوژیک زیستگاه‌های این گونه بررسی گردد و ضمن تطبیق شرایط اکولوژیک زیستگاه‌های شاه میگو با مکان‌های مناسب استقرار زیستگاه (شرایط اصلی و لازم برای انتخاب محل مناسب) مکان‌های مناسب استقرار سازه‌های زیستگاه‌های مصنوعی انتخاب گردند. بنابراین این مطالعه با هدف ارزیابی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مطلوب در زیستگاه شاه میگو خاردار صخره‌ای و تعیین عوامل مطلوب جهت استقرار زیستگاه مصنوعی در سواحل دریای عمان و در منطقه اسکله رمین انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، سواحل استان سیستان و بلوچستان در دریای عمان در شعاع ۳ کیلومتری از اسکله صیادی رمین از عمق ۵ متر تا عمق ۲۰ متری در دریا تعیین شد. نمونه‌برداری به مدت یکسال و به‌صورت فصلی در ۷ ترانسکت عمود بر ساحل (۳ ترانسکت اصلی و ٤ ترانسکت فرعی) و ۲۸ ایستگاه (۱۲ ایستگاه ثابت و ١٦ ایستگاه فرعی) انجام گرفت. برای اجرای عملیات میدانی در محدوده تعیین شده تعداد ۷ مقطع عرضی عمود بر ساحل (ترانسکت) به فواصل یک کیلومتری از یکدیگر انتخاب گردید، و بر روی هر یک از ترانسکت‌ها ٤ ایستگاه نمونه‌برداری در اعماق ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متری تعیین شد. ترانسکت‌های T1، T2 و T3 با ایستگاه‌های ۱ تا ۱۲ ایستگاه‌های اصلی و ثابتی بودند که نمونه‌برداری به‌طور فصلی در آن‌ها انجام گردید و نمونه‌برداری در ترانسکت‌های T4، T5، T6، T7، با ایستگاه‌های فرعی ۱۳ تا ۲۸ برای پوشش بیش‌تر و دقیق‌تر تنها در یک فصل انجام گردید (شکل ۱).

اندازه‌گیری برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا شامل دما، شوری، کدورت، کلروفیل a، pH در فصول پاییز، زمستان، و بهار (ماه‌های آبان و بهمن سال ۱٤۰۰ و اردیبهشت ۱٤۰۱) انجام گردید. اندازه‌گیری پارامترها با استفاده از دستگاه CTD در ستون آب تا لایه نزدیک بستر در ۱۲ ایستگاه اصلی انجام گرفت. اندازه‌گیری کلروفیل a با توجه به روش Parson و همکاران (۱۹۹۲) انجام شد (۵). شفافیت به وسیله disk Secchi تعیین گردید و در لایه‌های سطحی پارامترهای دما به وسیله دماسنج جیوه‌ای و pH با دستگاه پرتابل (Oakton PH Tester 30) در محل نمونه‌برداری و بلافاصله پس از برداشت نمونه اندازه‌گیری و ثبت شدند. نمونه‌برداری در فصل تابستان به علت وجود جریان‌های شدید دریایی و مونسون انجام نگردید.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل دریای عمان، اسکله رمین- چابهار.

نمونه‌برداری رسوبات سطحی بستر برای تعیین دانه‌بندی و جنس بستر با استفاده از دستگاه نمونه‌بردار سطحی گرب با سطح پوشش ۱ مترمربع به صورت فصلی انجام گردید و نمونه‌ها در ظروف مخصوص جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید. دانه‌بندی رسوبات بستر با استفاده از روش هیدرومتری تعیین گردید، دانه‌بندی با تعیین میزان در صد شن و ماسه (Sand) گل و لای (Silt) و رس (Clay) در رسوبات انجام شد. نتایج به‌طور مجزا برای هر ۳ دوره نمونه‌برداری به‌صورت مقادیر عددی ترسیم و مقایسه فصلی انجام گردید. هم‌چنین درصد مواد آلی (TOM) در رسوبات نیز تعیین شد. نحوه نمونه‌برداری، نگهداری و هم‌چنین روش آنالیز دانه‌بندی و اندازه‌گیری رسوبات بر اساس دستورالعمل مطالعه مواد آلی کل (TOM) بود و مطالعه میزان کربن آلی در رسوبات به روش سوزاندن نمونه‌ها در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و محاسبه براساس درصد وزن خشک صورت گرفت (٦). جهت امتیازدهی به هر یک از ترانسکت‌ها براساس شاخص استحکام بستر و دامنه ۰/۸٤-۰/٦۳ درصد کربن آلی برای اولویت خوب و دامنه ۱/٦-۰/۸٤درصد برای اولویت متوسط استفاده شد و سرانجام اولویت هر ترانسکت جهت استقرار زیستگاه مصنوعی براساس تولید با توجه به دو شاخص استحکام و کربن آلی بستر برآورد گردید (۷). برداشت نمونه رسوب برای تعیین و شناسایی ماکروپنتوزهای بستر با استفاده از دستگاه نمونه‌بردار رسوب سطحی کرب برداشت گردید. نمونه‌برداری رسوبات بستر از هر ایستگاه با ۳ تکرار انجام شد پس از برداشت نمونه‌ها و انتقال آن‌ها به آزمایشگاه بلافاصله محتویات هر گرب با استفاده از الک با چشمه نیم میلی‌متر شستشو داده شد. سپس محتویات باقی‌مانده با الکل ۹۵ درصد فیکس و شناسایی ماکرونتوزهای رسوبات سطحی بستر با استفاده از منابع و کلیدهای شناسایی موجود برای هر دوره نمونه‌برداری به‌طور مجزا در هر یک از ۱۲ ایستگاه اصلی انجام گردید.

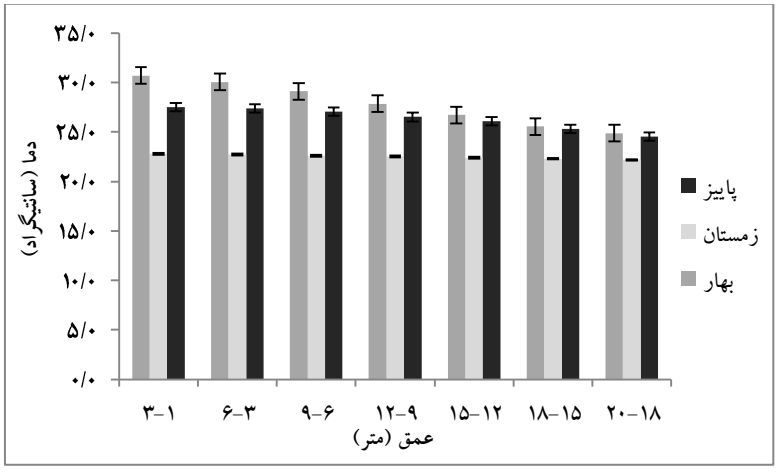
همبستگی پیرسون برای آزمایش رابطه بین پارامترهای محیطی و صید لابستر انجام شد. آنالیز و تحلیل داده‌ها با استفاده از برنامه‌های نرم‌افزاری Excel و GIS انجام گردید. با استفاده از برنامه نرم‌افزاری Excel مقادیر میانگین، پیشینه و کمینه هر دوره نمونه‌برداری برای ۱۲ ایستگاه ثابت، با یکدیگر مقایسه گردید و هم‌چنین با استفاده از نرم‌افزار GIS منحنی‌های هم مقادیر (Contour) در دو لایه سطحی و لایه به نزدیک بستر ترسیم و با یکدیگر مقایسه گردید.

نتایج و بحث

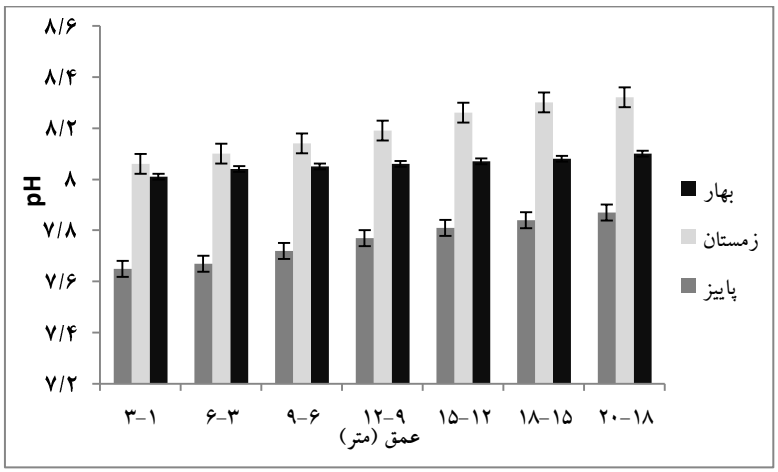
طی فصول اندازه‌گیری‌شده، دمای آب با ۸/۹۷ واحد تغییرات از ۲۲/۱٦ تا ۳۱/۱٤ درجه سانتی‌گراد در نوسان بوده و میانگین آن ۱/۲±۲٦/۳۸ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید. با مقایسه مقادیر میانگین دما در لایه‌های سطحی و نزدیک بستر مشاهده می‌شود که دمای لایه بستر از لایه سطحی کم‌تر است (P<۰/۰۵). یعنی با افزایش عمق دما کاهش می‌یابد. هم‌چنین مقادیر اسیدیته آب در محدوده اندازه‌گیری شده از سطح تا بستر با ۰/۹۳ واحد تغییرات از ۷/۳۹ تا ۸/۳۲ در نوسان بود و میانگین آن ۰/۱۱±۸/۱ محاسبه گردید. با افزایش عمق مقادیر اسیدیته افزایش جزیی یافت و مقادیر اسیدیته تقریباً در لایه‌های سطحی و نزدیک بستر توزیع یکسانی را نشان داد (P>۰/۰۵) (شکل ۲). تغییرات شدید pH به‌طور قابل‌توجهی سرعت رشد و زمان رسیدن به مرحله پوست‌اندازی متوالی را در لارو لابستر را تغییر می‌دهد و هم‌چنین باعث کاهش محتوای مواد معدنی در کاراپاس پس از

مرحله پوست‌اندازی نهایی می شود (۸). علاوه بر این، بیان کردند که pH بهینه برای رشد لابستر در محدوده ٦ تا ٨ است (۹). در طی فصول نمونه‌برداری، تغییرات دما در لایه سطحی ناچیز بوده و دما تقریباً در سطح برای محدوده مورد مطالعه در همه ایستگاه‌ها یکسان مشاهده گردید و در لایه نزدیک بستر تغییرات اندک دما مشاهده گردید، ولی از نظر مکانی برای ایستگاه‌های با عمق مشابه مقادیر دمای یکسانی ثبت گردید (شکل ۳). از آن‌جا که افزایش دما تأثیر مستقیم بر افزایش تولید اولیه و ثانویه دارد (۱۰) افزایش معنی‌دار فراوانی ماکروبنتوزها متناسب با بالاترین دمای ماهانه آب در فصل بهار مورد انتظار است. در عین‌حال گرچه انتظار ادامه روند افزایش دمای آب براثر تغییرات فصلی وجود دارد، اما با شروع فصل مانسون در تابستان و وزش بادهای شدید، دمای آب تعدیل می‌گردد.

بسیاری از فعالیت‌های بیولوژیکی و زیست‌محیطی لابسترها در دمای زیر ۲۵ درجه و pH زیر ۷ مختل می‌شود. از جمله این موارد می‌توان به وابستگی لابسترها به پیام‌های شیمیایی بین گونه‌های هم نوع اشاره نمود. در شرایط عادی، نشانه‌های شیمیایی از همنوعان توسط لابسترهای خاردار برای شناسایی پناهگاه مناسب و یا عدم استقرار در زیستگاه‌هایی که لابسترهای بیمار وجود دارند دریافت می‌گردد (۱۱). با تغییر شدید شرایط محیطی لابسترها توانایی تجمع با همنوعان و اجتناب از همنوعان بیمار را از دست می‌دهند. بنابراین، تغییرات شدید فصلی رفتار لابسترها را در خصوص دریافت پیام‌های شیمیایی را تغییر می‌دهد و ممکن است به دلیل اختلال در انتخاب پناهگاه یا سایر رفتارها منجر به کاهش بقا شوند (۸). هم‌چنین تغییرات گسترده در عوامل محیطی ممکن است باعث تغییر در سیستم ایمنی در *P. homarus* شود که غالباً باعث اختلال در سیستم ایمنی می‌گردد و در نتیجه موجب کاهش تعداد کل هموسیت‌ها و فعالیت فاگوسیتی می‌شود (۱۲). پارامترهای فوق در محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری در نقاط هم‌عمق توزیع یکسانی دارند. مقادیر این پارامترها در لایه سطحی به‌طور یکسان توزیع شده و در لایه بستر مقادیرشان فقط نسبت به عمق تغییرات اندکی را نشان می‌دهد. بنابراین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب برای عمق‌های مساوی نسبت به مکان ثابت می‌باشند که عامل مناسبی جهت استقرار زیستگاه در منطقه می‌باشد.

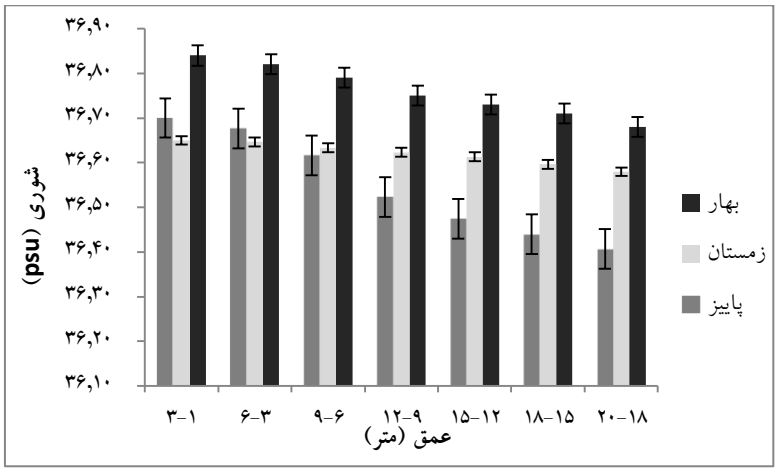


شکل ۲- میانگین روند تغییرات دما و عمق در کل منطقه.



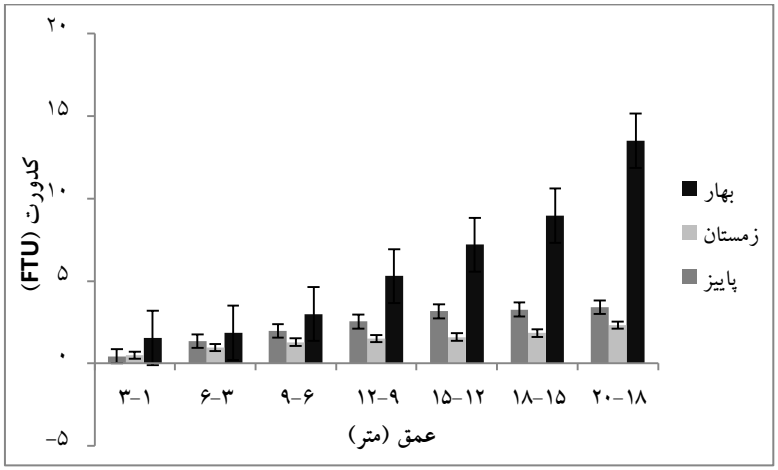
شکل ۳- میانگین روند تغییرات pH و عمق در فصول مختلف در کل منطقه.

مقادیر شوری آب در محدوده اندازه‌گیری شده با ۰/۵٤ واحد تغییرات از ۳٦/۳۲ psu تا ۳٦/۸٦ psu در نوسان بوده و میانگین آن ۰/٦± ۳٦/٦٥ psu ثبت گردید. با توجه به واقع شدن اسکله زمین در مجاورت آب‌های آزاد اقیانوس هنده تغییرات ناچیز شوری در فصول مختلف مطابق خصوصیات آب‌های آزاد است شوری آب با افزایش دما، افزایش می‌یابد، بیش‌ترین مقادیر شوری در بهار و کم‌ترین مقادیر در زمستان مشاهده گردید (P<۰/۰۵). میانگین مقادیر شوری در لایه نزدیک بستر از لایه سطحی بیش‌تر است. به‌طورکلی تغیرات عمودی شوری ناچیز بوده و لایه همگنی مشاهده گردید. در محدوده مورد بررسی شوری در لایه سطحی، تقریباً در تمامی فصول اندازه‌گیری شده به‌طور همگن توزیع شده بود و برای لایه نزدیک بستر مقادیر شوری با فاصله گرفتن از ساحل و افزایش عمق کاهش یافت (شکل ٤). هر چند دامنه تغییرات شوری در منطقه مورد بررسی زیاد نمی‌باشد اما افزایش اندک شوری آب در فصل بهار نیز بر اثر وزش بادهای شدید و افزایش تبخیر در ابتدای فصل مانسون می‌باشد. در بررسی انجام شده توسط پژوهش‌گران دیگر (۱۳) نیز نتایج مشابهی در مورد تأثیر مانسون بر تغییرات شوری آب خلیج چابهار به‌دست آمده است. از طرفی De Bruin در سال ۱۹٦۹ بیان داشت که همه گونه‌های لابستر خاردار موجودات کاملاً دریایی هستند و به آب شیرین و یا آب‌هایی با شوری کم بسیار حساس هستند که در عرض چند دقیقه باعث از بین رفتن آن‌ها می‌شود (۱٤). به همین دلیل تغییرات شدید شوری را تحمل نمی‌توانند تحمل کنند. در این پژوهش بالاترین میانگین دما در فصل بهار مشاهده گردید.



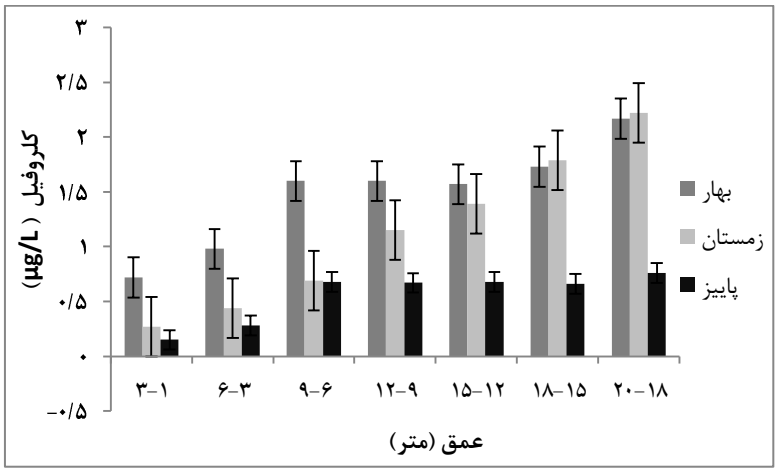
شکل ٤- میانگین روند تغییرات شوری و عمق در فصول مختلف در کل منطقه.

مقادیر کدورت آب در محدوده اندازه‌گیری شده با ۱۷/۳۷ واحد تغییرات از ۰/۱۳ FTU تا ۱۷/۵ FTU در نوسان بود و میانگین آن ۰/۶۹±۲/۵۹ FTU محاسبه گردید. مقادیر کدورت در لایه نزدیک بستر از لایه سطحی آب بیش‌تر ($P<0/05$) و به‌طورکلی میزان کدورت به عواملی هم‌چون جریانات دریایی، مواج بودن دریا در مناطق کم‌عمق، غلظت ذرات معلق در آب، نوع و جنس بستر، پساب، غلظت پلانکتون‌ها، آلودگی و ... بستگی دارد. کدورت در فصول پاییز و زمستان در لایه‌های سطحی و نزدیک بستر توزیع یکسانی داشته و مقادیر آن پایین ولی در بهار کدورت در مناطق کم‌عمق غربی در لایه سطحی و نزدیک بستر مقادیر بیش‌تری را نشان داد (شکل ۵). کدورت آب‌های ساحلی در نتیجه وزش بادهای فصلی مونسون اقیانوس هند می‌باشد که به طور متناوب به مناطق جنوب شرقی ایران نفوذ می‌کنند. با این حال، هیچ سابقه شناخته‌شده‌ای از مهاجرت لابسترها در طول فصل مونسون وجود ندارد و تنها گونه‌هایی که در شکاف سنگ‌ها زندگی می‌کنند در هنگام حرکت انبوه ماسه بر روی صخره‌ها، از شکاف سنگ‌ها خارج می‌شوند و آن را ترک می‌کنند. اگرچه صید لابستر در طول مونسون تقریباً غیرممکن و بسیار دشوار می‌باشد. آن‌چه مسلم است این است که لابستر در طول سال در منطقه مورد بررسی در دسترس است. این مشاهدات نشان می‌دهد که در بین عوامل مورد بررسی، کدورت از بقیه موارد از اهمیت کم‌تری برخوردار است، زیرا گونه‌های لابستر مشاهده شده در منطقه تاکنون طیف وسیعی از کدورت و شفافیت آب را برای مدت زمان بسیار طولانی تحمل کرده‌اند.



شکل ۵- میانگین روند تغییرات کدورت و عمق در فصول مختلف در کل منطقه.

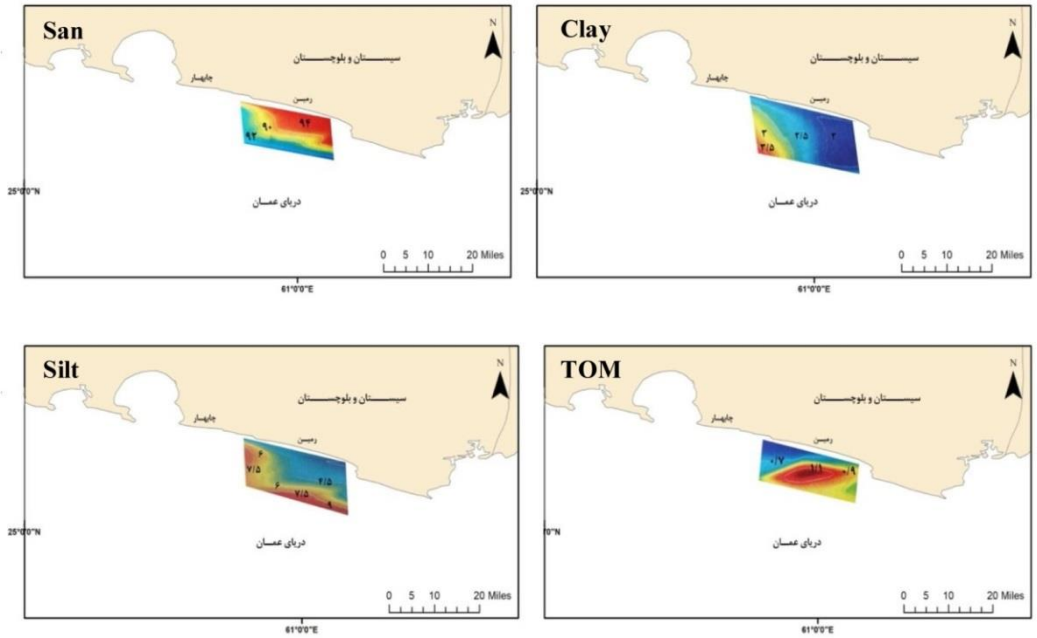
مقادیر کلروفیل- در محدوده اندازه‌گیری شده با ٤/٢٤ واحد تغییرات از ۰/۰۹ µg/L تا ٤/٣٣ µg/L در نوسان و میانگین آن ۰/۸٦ ±۰/۳ µg/L محاسبه گردید. به‌طورکلی مقادیر کلروفیل a در ستون آب از سطح بیش‌تر (P<۰/۰۵) و توزیع کلروفیل -a در لایه سطحی یکسان و برای لایه نزدیک بستر در اعماق، مقادیر بیش‌تری را نشان داد (P<۰/۰۵) (شکل ٦).



شکل ٦- میانگین روند تغییرات کلروفیل -a و عمق در فصول مختلف در کل منطقه.

بر اساس نتایج به دست آمده درصد میانگین درصد دانه‌بندی رسوبات طی فصول مختلف نمونه‌برداری شامل ۹۳ درصد رسوبات از نوع شنی و ماسه‌ای (sand)، ۵ درصد رسوبات از نوع گل و لای (Silt) و ۲ درصد رسوبات از نوع رس (Clay) محاسبه گردید. هم‌چنین میانگین درصد مواد آلی (TOM) برابر با ۰/۸۱ ثبت گردید که در دامنه اولویت مناسب جهت استقرار زیستگاه مصنوعی براساس تولید با توجه به دو شاخص استحکام و کربن آلی بستر برآورد گردید. با میانگیری از مقادیر فصلی نحوه توضیع دانه‌بندی رسوبات و مواد آلی (بر حسب درصد) مشاهده گردید که بالاترین میزان درصد شن و ماسه رسوبات در ناحیه شرقی اسکله رمین و بالاترین مقدار مواد آلی در قسمت میانی

اسکله رمین می‌باشد (شکل ۷). با تعیین درصد دانه‌بندی رسوبات بستر مشاهده گردید که ۹۳ درصد رسوبات بستر از جنس ماسه‌ای و شنی بوده، ۵ درصد آن گل و لای و ۲ درصد رسوبات حاوی رس است. در قسمت شرقی اسکله رمین درصد شنی و ماسه‌ای رسوبات بستر بیش‌تر از قسمت میانی و غربی آن است، که برای استقرار زیستگاه‌های مصنوعی مکان مناسبی می‌باشد. در اعماق ۱۰ تا ۱۵ متری به‌خصوص در قسمت غربی اسکله رمین (از ایستگاه شماره ۳ تا ٦)، به‌طور پراکنده و گسسته صخره‌های سنگی و مرجانی مشاهده می‌شود.



شکل ۷- توضیع دانه‌بندی رسوبات شنی و ماسه‌ای (Sand)، گل و لای (Clay)، رس (Silt) و مواد آلی (TOM) در ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

نتایج به دست آمده از جداسازی ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که گروه‌های غالب ماکروبنتوزی به‌ترتیب روزنه‌داران (Foraminifora)، پُرتاران (Polychaeta)، نرم‌زرهیان (Malacostraca)، گونه از زره‌داران (Ostracoda)، پاروپایان (Copepoda)، ناوپایان (Scaphopoda)، دوکفه‌ای‌ها (Bivalve)، ده‌پایان (Decapoda)، شکم‌پایان (Gastropoda)، کرم‌های لوله‌ای (Nematoda)، مارسانان (Ophiuroidea) می‌باشند. هم‌چنین بیش‌ترین فراوانی در ایستگاه‌های عمیق ترانسکت T3 و در فصل پاییز و زمستان می‌باشد (جدول ۱). حداکثر فراوانی ماکرو بنتوزهای رسوبات زیستگاه در منطقه شرقی بندر رمین و در ایستگاه‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲ و در فصل بهار و پاییز و منطبق با زمان پیش مانسون و پس مانسون مشاهده گردید. نتایج این پژوهش در راستای مشاهدات سایر پژوهش‌گران می‌باشد که بیش‌ترین فراوانی دو کفه‌ای‌های منطقه زیر جزر و مدی خلیج چابهار را در فصل بهار و هم‌چنین بالاترین تنوع ماکروبنتوزها در دوره پس از مانسون و در پاییز و کاهش تنوع ماکروبنتوزها پس از پایان دوره پس مانسونی در اواخر

زمستان نشان داد (۱۵). مطالعه عادات غذایی اکثر سخت‌پوستان به دلیل داشتن یک ساختار آسیاب مانند در معده دشوار می‌باشد. زیرا غذای آن‌ها به صورت یک توده غیرقابل شناسایی تبدیل می‌شود. با این حال، بررسی محتویات معده *P. homarous* بقایای کرم‌های پلی کت، پوسته‌های دوکفه‌ای و خارپوستان را نشان داده است. علاوه بر این، مشاهدات تغذیه شاه میگو خاردار صخره‌ای در شب نشان می‌دهد که از لوله‌های کرم‌های پلی کت تغذیه می‌کنند (۱۶). هم‌چنین تنوع فراوانی دوکفه‌ای‌ها، گاستروپودها در رسوبات زیستگاه لابسترها اغلب با فراوانی آن‌ها در رژیم غذایی لابسترها متناسب است (۱۷) که در راستای نتایج حاصل از تنوع و فراوانی ماکروبنتوزها در پژوهش حاضر می‌باشد.

جدول ۱- فراوانی ماکروبنتوزهای شناسایی شده در ایستگاه‌ها و فصول مختلف.

نام ایستگاه	فصل			تعداد گونه‌های مربوط
	پاییز	زمستان	بهار	
	✔			Foraminifora (۲۵)
۱		✔		Foraminifora (۳۰), Polychaeta (۱)
			✔	Malacostraca (۱)
	✔			Ostracoda (٦۱), Malacostraca (۵), Polychaeta (۵), Bivalve (۱), Foraminifora (٦)
۲		✔		Ostracoda (٦۱), Malacostraca (۱۳), Polychaeta (۱۸), Bivalve (۷), Foraminifora (٤۸), Scaphopoda (۱), Gastropoda (۱), Ophiuroidea (۱)
			✔	Malacostraca (۱۰), Polychaeta (۱), Bivalve (۲), Scaphopoda (۱)
	✔			Ostracoda (۳۲), Malacostraca (٤), Polychaeta (۲), Bivalve (۱)
۳		✔		Copepoda (۱), Nematoda (۱), Scaphopoda (۱), Decapoda (۲)
			✔	Polychaeta (۲), Scaphopoda (۳), Decapoda (۱), Gastropoda (۳)
	✔			Foraminifora (۱۰), Nematoda (۷)
٤		✔		Malacostraca (۳۷), Polychaeta (۳), Foraminifora (۱)
			✔	Malacostraca (۳), Polychaeta (٤)
	✔			Foraminifora (۳), Nematoda (٤)
۵		✔		Ostracoda (٦۱), Malacostraca (۱۳), Polychaeta (۱۸), Bivalve (۷)
			✔	Malacostraca (٦), Polychaeta (۲), Bivalve (۱), Copepoda (۱), Decapoda (۱)
	✔			Polychaeta (۲), Bivalve (۱)
٦		✔		Scaphopoda (۳), Decapoda (۲), Gastropoda(۱), Ophiuroidea (۱)
			✔	Malacostraca (۵), Polychaeta (۳), Bivalve (۱), Decapoda (۱)
	✔			Ostracoda (۳), Malacostraca (۲), Polychaeta (۵), Bivalve (۳), Decapoda (۱), Gastropoda (۱)
۷		✔		Malacostraca (۱٤), Polychaeta (۱٦), Scaphopoda (۲)
			✔	Malacostraca (۷), Polychaeta (۳), Bivalve (۱), Scaphopoda (۱), Gastropoda (۱)
	✔			Polychaeta (۵), Scaphopoda (۲)
۸		✔		Ostracoda (٤), Polychaeta (۵)
			✔	Ostracoda (۲), Malacostraca (۲), Polychaeta (۱۱), Bivalve (۲), Gastropoda (۳)
	✔			Ostracoda (۱), Gastropoda (۱)
۹		✔		Gastropoda (۱), Malacostraca (۱), Polychaeta (۲)
			✔	Malacostraca (۱), Polychaeta (۱), Decapoda (۲)

ادامه جدول ۱-

نام ایستگاه	فصل			تعداد گونه‌های مربوط
	پاییز	زمستان	بهار	
	✔			Foraminifora (۳۲), Gastropoda (۱)
۱۰		✔		Ostracoda (۱), Malacostraca (۵), Polychaeta (۲), Copepoda (۱)
			✔	Malacostraca (۵), Polychaeta (٦), Bivalve (٦)
	✔			Ostracoda (۱), Foraminifora (۳۲), Decapoda (۱), Gastropoda (۲)
۱۱		✔		Ostracoda (٤), Malacostraca (۹), Polychaeta (۷), Bivalve (٦), Foraminifora (۱۰۹), Decapoda (۱), Gastropoda(۲)
			✔	Ostracoda (۵), Malacostraca (۱۳), Polychaeta (۱۷), Bivalve (۲)
	✔			Ostracoda (٤), Malacostraca (۱), Polychaeta (۳), Bivalve (۳), Foraminifora (٤٤), Nematoda (٤), Scaphopoda (۲)
۱۲		✔		Ostracoda (۱۱), Malacostraca (۱), Polychaeta (۲), Foraminifora (٤۹۵), Scaphopoda (۳)
			✔	Ostracoda (۵), Malacostraca (۳), Polychaeta (٤), Bivalve (۱), Foraminifora (۱٤۵), Copepoda (۱), Nematoda (۲), Scaphopoda (۳), Decapoda (۱), Gastropoda (۳)

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می دهد که لابسترهای بالغ نسبتاً مقاوم هستند و می‌توانند در طیف وسیعی از شرایط محیطی در زیستگاه‌های مختلف زنده بمانند. زیستگاه ترجیحی آن‌ها به چندین عامل از جمله دما، شوری و ساختار بستر وابسته است. مطالعه فعلی بینشی را در مورد الگوهای توزیع ویژگی‌های زیستگاه انتخاب شده برای *P. homarus* با استفاده از شرایط محیطی و ساختار بستر می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که *P. homarus* زیستگاه‌های متنوعی را در منطقه بندر رمین انتخاب کرده است. در این مطالعه در فاصله ۳ کیلومتری از غرب و شرق اسکله بندر رمین تا عمق ۲۰ متری دریا، مناسب‌ترین مکان برای استقرار و توسعه زیستگاه‌های مصنوعی دریایی قسمت شرقی تا بخش میانی اسکله زمین می‌باشد. به‌طورکلی قسمت شرقی و غربی اسکله رمین مستعد ایجاد زیستگاه‌های مصنوعی دریایی می‌باشد اما در قسمت شرقی به دلیل وجود بستر سخت و صخره‌ای امکان زندگی را برای بنتوزهای چسبنده به بستر که نیاز به مکان سخت دارند فراهم آورده و به همین دلیل به‌طور طبیعی شاه میگوهای بیش‌تری در آن منطقه دیده شدند و بستری مناسب برای نشستن بعد از مراحل لاروی را برای لابسترها نوجوان نیز فراهم آورده است. هم‌چنین با توجه به فراوانی لابسترهای مشاهده شده و تغییرات پارامترهای محیطی در عمق ۵ تا ۲۰ متر در ناحیه شرقی اسکله رمین دمای بهینه ۲۷/٤ تا ۲٤/٦ درجه سانتی‌گراد، شوری بالاتر از ۳۵ psu و کدورت بین ۱/۸٦ FTU تا ۸/۹۷ FTU و میزان کلروفیل بیش‌تر از ۰/۹۸ µg/L در تعیین زیستگاه مطلوب لابستر نقش دارند که در نتیجه آن این منطقه دارای اهمیت فراوانی در توسعه زیستگاه‌های مصنوعی دریایی دارد.

منابع

1. Abelson, A. (2006). Artificial reefs vs coral transplantation as restoration tools for mitigating coral reef deterioration: benefits, concerns, and proposed guidelines. *Bulletin of Marine Science*. 78 (1), 151-159.
2. Ezhdehapour, A. (2016). Lobster in Southern waters of Iran. *Shrimp and Crustacean Journal*, 1 (2), 42-45.
3. Mirzaei, M. R., Ajdari, A., & Chakeri, A. (2021). Review on aquaculture of different spiny lobster species. *Advanced Aquaculture Sciences Journal*, 4 (4), 25-38.
4. Clark, S., & Edwards, A. (1999). An evaluation of artificial reef structures as tools for marine habitat rehabilitation in the Maldives. Aquatic Conservation: *Marine and Freshwater Ecosystems*, 9 (1), 5-21.
5. Parsons, G. J., & Dadswell, M. J. (1992). Effect of stocking density on growth, production, and survival of the giant scallop, Placopecten magellanicus, held in intermediate suspension culture in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Aquaculture*, 103 (3-4), 291-309.
6. Salehi, M., Beni, O. H., Harchegani, H. B., Borujeni, I. E., & Motaghian, H. 2011. Refining soil organic matter determination by loss-on-ignition. *Pedosphere*, 21 (4), 473-482.
7. Barber, A., Brandes, J., Leri, A., Lalonde, K., Balind, K., Wirick, S., Wang, J., & Gélinas, Y. 2017. Preservation of organic matter in marine sediments by inner-sphere interactions with reactive iron. *Scientific Reports*, 7 (1), 1-10.
8. Ross, E., & Behringer, D. (2019). Changes in temperature, pH, and salinity affect the sheltering responses of Caribbean spiny lobsters to chemosensory cues. *Scientific Reports*, 9 (1), 1-11.
9. Subhan, R. Y., Supriyono, E., Widanarni, W., & Djokosetiyanto, D. (2018). Grow-out of spiny lobster *Panulirus* sp. with high stocking density in controlled tanks. *Journal akuakultur indonesia*, 17 (1), 53-60.
10. Constable, A. J., Melbourne-Thomas, J., Corney, S. P., Arrigo, K. R., Barbraud, C., Barnes, D. K., Bindoff, N. L., Boyd, P. W., Brandt, A., & Costa, D. P. (2014). Climate change and Southern Ocean ecosystems I: how changes in physical habitats directly affect marine biota. *Global change biology*, 20 (10), 3004-3025.
11. Katoh, E., Sbragaglia, V., Aguzzi, J., & Breithaupt, T. (2013). Sensory biology and behaviour of Nephrops norvegicus. *Advances in marine biology*, 64 (1), 65-106.
12. Verghese, B., Radhakrishnan, E., & Padhi, A. (2007). Effect of environmental parameters on immune response of the Indian spiny lobster, *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758). *Fish & Shellfish Immunology*, 23 (5), 928-936.
13. Komijani, F., Chegini, V., Banazade Mahani, M. R., & Sanjani, M. S. (2008). Study of changes physical parameters in Chahbahar Bay water in winter monsoon (2006-2007). *Journal of Earth and Space Physics*, 37 (4), 195-216.
14. De Bruin, G. (1969). The ecology of spiny lobsters, *Panulirus* spp., of Ceylon waters.
15. Eksiri, S. F., Emadi, H., Nabavi, S. M. B., & Vosoughi, G. H. (2007). Studies on diversity of hara's Laft-Khamir polychaetes. *Animal science* (research and development), 19 (4), 155-161.
16. Kizhakudan, J. K., & Patel, S. (2011). Effect of diet on growth of the mud spiny lobster Panulirus polyphagus (Herbst, 1793) and the sand lobster Thenus orientalis (Lund, 1793) held in captivity. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 53 (2), 167-171.
17. Mashaii, N., Rajabipour, F., & Shakouri, A. (2011). Feeding Habits of the Scalloped Spiny Lobstrer, *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda: Palinuridae) from the South East Coast of Iran. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11p.