



Original Research Paper

Comparative Study of Population Structure and Ecological Indices of Macroenthos in the Coasts of Chabahar Bay (Oman Sea, Iran)

Hoda Khaledi ^{1*}, Fereidoon Owfi ², Elahe Pahlevan ³

¹ Institute of Marine Sciences, Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science, Tehran, Iran

² Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

³ Technical Faculties Campus, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

Key Words

Macroenthos
Abundance
Diversity
Dominance
Coastal areas

Abstract

Introduction: Macroenthos play a fundamental role in energy flow and nutrient cycling within marine ecosystems. Both biotic and abiotic factors determine the presence and distribution of macroenthic communities. The coasts of Chabahar Bay, due to their diverse muddy, coral, rocky, sandy, and mangrove habitats, as well as high temperatures and habitat heterogeneity, represent rich and diverse ecosystems. Since these areas are influenced by human activities such as fishing, their direct and indirect impacts have extended to deep and offshore waters. Therefore, the present study was conducted to investigate the population structure of macroenthos along the coasts of Chabahar Bay.

Materials & methods: To identify, quantify abundance and density, diversity, and dominance of macroenthic communities in the coasts of Chabahar Bay, sampling was conducted in three transects or regions: northern Chabahar Bay, Tis, and Konarak during two seasons (warm and cold). Sampling was performed using a Van Veen grab with a sampling area of 0.04 m² at depths ranging from 1 to 4 meters, with a total of 81 replicates. Environmental variables including salinity, temperature, turbidity, pH, electrical conductivity (EC), and organic matter content of the sediment were also measured. Identification of macroenthic samples was carried out using a stereomicroscope.

Results: The study results clearly demonstrated differentiation in population structure among the three regions. Taxa contributing to this divergence and dominant taxa in the macroenthic communities belonged to diverse groups of macroenthos, with the class Malacostraca (Crustacea) exhibiting the highest abundance among macroenthic groups. The northern Chabahar Bay region showed superiority in terms of abundance and dominance, while the Konarak region had higher diversity compared to other regions. Among the environmental parameters, only electrical conductivity (EC) and salinity of the ambient water showed significant and strong correlations with the three studied regions along the coasts of Chabahar Bay.

Conclusion: Overall, understanding the population structure of macroenthos along the coasts of Chabahar Bay, the influencing environmental and ecological factors, and the status of habitat diversity in these ecosystems in relation to their constituent components is essential and crucial for the future management and conservation of the related marine ecosystems.

* Corresponding Author's email: hodakhaledi@inio.ac.ir

Received: 29 February 2024; Reviewed: 1 April 2024; Revised: 1 June 2024; Accepted: 4 July 2024

(DOI): 10.22034/AEJ.2023.395899.2969

مقاله پژوهشی

بررسی مقایسه‌ای ساختار جمعیتی و شاخص‌های اکولوژیک ماکروبتوزها در سواحل خلیج چابهار (دریای عمان، ایران)

هدا خالدی^{۱*}، فریدون عوفی^۲، الهه پهلوان^۳

^۱ پژوهشکده علوم دریایی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، تهران، ایران

^۲ موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

^۳ پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: ماکروبتوزها نقشی اساسی در جریان انرژی و چرخه مواد در اکوسیستم‌های دریایی ایفا می‌کنند. عوامل زیستی و غیرزیستی، حضور و پراکنش ماکروبتوزها را تعیین می‌کنند. سواحل خلیج چابهار به دلیل دارا بودن سامانه‌های متنوع گلی، مرجانی، صخره‌ای، ماسه‌ای و حرا و نیز به دلیل درجه حرارت بالا و تنوع زیستگاهی، از اکوسیستم‌های غنی و متنوع به‌شمار می‌آید. از آنجایی که این مناطق تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی مانند ماهیگیری قرار گرفته‌اند، عوارض مستقیم و جانبی آن‌ها به آب‌های عمیق و فراساحلی رسیده است؛ از این‌رو، مطالعه پیش رو با هدف شناخت ساختار جمعیتی سواحل خلیج چابهار انجام شد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور شناسایی، تعیین فراوانی و تراکم، تنوع و غالبیت جوامع ماکروبتوزی سواحل خلیج چابهار در سه ترانسکت یا منطقه شمال خلیج چابهار، تیس و کنارک و در دو زمان گرم و سرد با استفاده از گرپ Van Veen با سطح برداشت ۰/۰۴ مترمربع از عمق ۱ تا ۴ متر و مجموعاً ۸۱ تکرار نمونه‌برداری انجام شد؛ متغیرهای محیطی شامل شوری، دما، کدورت، pH، EC و مواد آلی بستر محیطی نیز سنجیده شد؛ شناسایی نمونه‌های ماکروبتوزی توسط استرئومیکروسکوپ انجام شد.

نتایج: نتایج مطالعه، تمایز ساختار جمعیتی بین سه منطقه را به‌وضوح نشان داد. تاکسون‌های موثر در ایجاد این واگرایی ساختار جمعیتی و نیز تاکسون‌های غالب در ساختار جمعیتی سواحل خلیج چابهار متعلق به گروه‌های متنوعی از ماکروبتوزها بودند؛ ضمن این که رده شکم‌پایان بیش‌ترین فراوانی را در بین گروه‌های ماکروبتوزی به‌خود اختصاص داده بود. منطقه شمال خلیج چابهار از لحاظ فراوانی و غالبیت و منطقه کنارک از لحاظ تنوع بر سایر مناطق برتری داشتند. از بین پارامترهای محیطی، تنها هدایت الکتریکی آب محیطی (EC) و شوری ارتباط معنی‌دار و موثری با سه منطقه مورد مطالعه در سواحل خلیج چابهار داشتند.

بحث و نتیجه‌گیری: در مجموع باید گفت که شناخت ساختار جمعیتی سواحل خلیج چابهار، عوامل محیطی و اکولوژیکی موثر بر آن و وضعیت تنوع محیطی در این اکوسیستم‌ها در ارتباط با اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها، امری ضروری و حائز اهمیت جهت مدیریت حفاظت اکوسیستم‌های دریایی مربوطه در آینده خواهد بود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: hodakhaledi@inio.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۰ اسفند ۱۴۰۲؛ تاریخ داوری: ۱۳ فروردین ۱۴۰۳؛ تاریخ اصلاح: ۱۲ خرداد ۱۴۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۴ تیر ۱۴۰۳

(DOI): 10.22034/AEJ.2023.395899.2969

مقدمه

مناطق ساحلی به دلیل فعالیت‌های انسانی گسترده و تنوع زیستی بالایی که دارند، از نظر اکولوژیکی مناطقی آسیب‌پذیر هستند. عوامل استرس‌زای طبیعی و انسانی انواع مختلفی از اثرات مخرب را بر این گونه اکوسیستم‌ها در سراسر جهان تحمیل کرده‌اند (۱). اکوسیستم‌های آبی امکانات فیزیکی و بیولوژیکی مناسبی را برای استفاده انسان فراهم می‌کنند که باید بین این کاربری‌ها تعادل برقرار باشد (۲). استفاده بهینه از این منابع در حفظ تعادل اکولوژیکی و هم‌چنین تضمین تولید و چرخه غذا موثر است (۳). سواحل خلیج چابهار به دلیل دارا بودن سامانه‌های متنوع گلی، مرجانی، صخره‌ای، ماسه‌ای و حرا یکی از متنوع‌ترین و غنی‌ترین اکوسیستم‌های ایران به‌شمار می‌رود (۴). خلیج چابهار به دلیل درجه حرارت بالا و تنوع زیستگاهی، از اکوسیستم‌های غنی به‌شمار می‌آید. از آنجایی که این مناطق تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی مانند ماهیگیری قرار گرفته‌اند، عوارض مستقیم و جانبی آن‌ها به آب‌های عمیق و فراساحلی رسیده است (۵). اگر اکوسیستم‌های مختلفی مانند ماهی‌ها، پلانکتون‌ها، ماکرو جلبک‌ها و کفزیان برای ارزیابی اکوسیستم‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند که در این بین، کفزیان از اهمیت بالایی برخوردار هستند (۶). اجتماعات ماکروبنتوزی با سبک زندگی نسبتاً کم تحرک خود مانند چرخه زندگی طولانی، زیستگاه، چرخه عمر نسبتاً طولانی، تنوع گونه‌ای بالا با حساسیت‌های متفاوت به تنش‌های محیطی و نقش حیاتی کفزیان در چرخه مواد مغذی بین رسوبات و آب به‌عنوان شاخص‌های خوبی برای تغییرات طولانی مدت اکوسیستم و ارزیابی کیفیت اکوسیستم‌های آبی در نظر گرفته می‌شوند (۷). ماکروبنتوزها اغلب به‌عنوان یک شاخص برای مطالعه اثرات زیست محیطی مانند اختلالات اکوسیستم استفاده می‌شوند (۸). زیرا آن‌ها تا حدودی تغییرات در شرایط محیطی را حفظ می‌کنند (۹). تغییرات در جوامع ماکروبنتیک باعث تغییراتی در جوامع اکوسیستمی می‌شود. تأثیر عوامل محیطی بر فراوانی ماکروبنتوزها در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. این بررسی‌ها شامل: تأثیرات

دما (۱۰، ۱۱)، تغییرات شوری (۱۲)، نوع بستر (۱۳)، شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر زیستگاه و اکسیژن محلول (۱۴) و مطالعه‌ای دیگر، تراکم و دما را به‌عنوان مهم‌ترین عامل در رشد و بلوغ ماکروبنتوزها معرفی کردند (۱۵). خلیج امگایی شکل چابهار واقع در جنوب شرقی ایران (۱۶) به دلیل قرار گرفتن در مناطق حفاظت شده دریایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و توجه اکولوژیکی و اقتصادی زیادی را به خود جلب کرده است. با توجه به اهمیت تنوع زیستی و اکولوژیکی منطقه، سه ناحیه تیس، کنارک و شمال خلیج چابهار به دلیل تفاوت‌های احتمالی بین تنوع زیستی، پراکندگی دوکفه‌ای‌ها در طول ساحل، عوامل فیزیکی و شیمیایی آب و رسوبات از جمله (دما، اکسیژن محلول، شوری)، pH، کدورت و مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات و هم‌چنین تفاوت‌های احتمالی بین فصول مختلف سال (تغییر اقلیم)، این مناطق انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج چنین مطالعه‌ای می‌تواند به شناسایی منابع زیستی منطقه و در نهایت مدیریت بهتر مناطق حفاظت شده کمک کند. اهداف این مطالعه عبارتند از: (۱) تعیین ساختار جمعیتی ماکروبنتوزهای سواحل خلیج چابهار، دسته‌بندی براساس سه منطقه تیس، کنارک و شمال خلیج، و تعیین تاکسون‌های موثر در ایجاد تمایز در ساختار جمعیتی و (۲) شناخت تاکسون‌های غالب و میزان تنوع و غالبیت ماکروبنتوزها در مناطق مطالعه شده در زمان‌های گرم و سرد سال بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این مطالعه در دو فصل کاملاً مشخص، یعنی فصل گرم (تابستان، مرداد و شهریورماه) و فصل سرد (زمستان، از دی تا بهمن ۱۳۹۵ انجام شد. با مرور سایت هیدروگرافی ایران، زمان‌های مناسب برای نمونه‌برداری از مناطق جزر و مدی تعیین شد و نمونه‌برداری انجام شد (شکل ۱). سپس موقعیت جغرافیایی هر ترانسکت با استفاده از دستگاه سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) مشخص شد (جدول ۱). شایان ذکر است که در این مقاله دو عبارت "شمال خلیج چابهار" و "چابهار" به جای یکدیگر استفاده شده است.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ترانسکت‌ها (مناطق) و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

ترانسکت (منطقه)	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
تیس	کشتی‌سازی صدری	۶۰°۳۶'۳۴.۰"E	۲۵°۲۲'۳۴.۲"N
	اسکله صیادی تیس	۶۰°۳۶'۰۹.۱"E	۲۵°۲۱'۱۴.۱"N
	پلاژ تفریحی	۶۰°۳۶'۲۸.۹"E	۲۵°۲۱'۴۸.۴"N
شمال خلیج چابهار	مقابل خروج پساب کارخانه	۶۰°۲۹'۲۲.۷"E	۲۵°۲۶'۱۸.۵"N
	شمال خلیج چابهار	۶۰°۳۲'۱۱.۳"E	۲۵°۲۶'۳۱.۲"N
	جنگل حرا	۶۰°۳۶'۰۵.۴"E	۲۵°۲۴'۱۴.۴"N
	اسکله صیادی و مسکونی	۶۰°۲۴'۰۸.۰"E	۲۵°۲۱'۲۹.۴"N
کنارک	اسکله تفریحی کنارک	۶۰°۲۴'۴۰.۲"E	۲۵°۲۳'۰۲.۴"N
	کشتی‌سازی کنارک	۶۰°۲۴'۱۲.۲"E	۲۵°۲۰'۵۶.۰"N

برای تعیین تنوع زیستی مورد استفاده قرار گرفت که فرمول آن به شرح زیر است (رابطه ۲):

$$(2) H' = \sum_{i=1}^s \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \ln \left(\frac{n_i}{n} \right) \right]$$

شاخص سیمپسون یک شاخص رایج برای محاسبه غالبیت در مطالعات اکولوژیکی بوده و فرمول آن به شرح زیر است (رابطه ۳):

$$\text{Simpson Index (D)} = \frac{1}{\sum_{i=1}^s p_i^2}$$

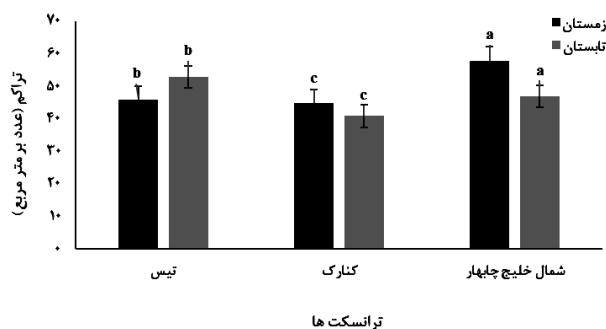
آنالیزهای آماری و نرم افزارهای مورد استفاده: نرم افزار

EXCEL نسخه ۲۰۱۶ و نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ برای مقایسه ترانسکت ها و فصول از نظر فراوانی، تنوع و غالبیت گونه ای استفاده شدند. از نرم افزار پرایمر نسخه ۶ برای برخی ارزیابی ها استفاده شد، شامل: (۱) آزمون های ANOSIM و nMDS برای مقایسه ساختار جامعه و بررسی تشابهات بین ترانسکت ها، (۲) از آزمون SIMPER برای تعیین موثرترین گونه در ایجاد تمایز بین ساختار جامعه، (۳) آنالیز خوشه ای (Cluster Analysis) برای نشان دادن این که دسته بندی تاکسون های غالب براساس درصد تشابهات، و (۴) آنالیز مولفه های اصلی (PCA) به منظور ارزیابی ارتباطات بین ترانسکت ها با پارامترهای فیزیکی شیمیایی و فراوانی و تنوع ماکروبیوتیک.

نتایج

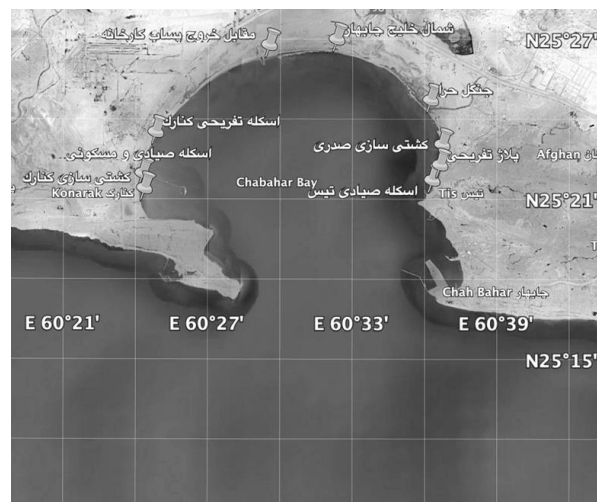
بررسی فراوانی ماکروبیوتوزها: در کل ۱۶۲ تکرار نمونه برداری

انجام شده با گرپ، مجموعاً ۱۰۵ تاکسون در سه منطقه تیس، شمال خلیج چابهار و کنارک در فصول گرم و سرد سال جمع آوری و شمارش شد که ۵۹ تاکسون مربوط به فصل سرد (زمستان ۱۳۹۵) و ۴۶ تاکسون مربوط به فصل گرم (تابستان ۱۳۹۵) بود؛ سپس با کمک چند کلید شناسایی توسط خانواده، جنس یا گونه آن ها شناسایی شد.



شکل ۲: نمودار فراوانی بر اساس تراکم جوامع ماکروبیوتوز در

ترانسکت ها و فصول سرد (زمستان ۱۳۹۵) و گرم (تابستان ۱۳۹۵)



شکل ۱: ترانسکت های مورد مطالعه در سواحل خلیج چابهار

نمونه برداری و سنجش متغیرهای محیطی: نمونه برداری از

سه ترانسکت در ۹ ایستگاه و در هر ایستگاه از سه ناحیه میان جزر و مدی، پایین جزر و مدی و زیر جزر و مدی انجام شد. در مناطق جزر و مدی، نمونه ها با استفاده از گرپ Van Veen با سطح برداشت ۰/۰۴ مترمربع از عمق ۱ تا ۴ متر در سه تکرار جمع آوری شد؛ بنابراین، در مجموع ۸۱ تکرار گرپ Van Veen با سطح برداشت ۰/۰۴ مترمربع جهت برداشت نمونه های ماکروبیوتوزی در هر فصل انجام شد (مجموعاً ۱۶۲ تکرار در کل دوره پژوهش). پنج متغیر آب محیطی در هر نوبت نمونه برداری در فصول سرد و گرم ثبت شد: از جمله، شوری، دما، کدورت، pH و EC. هم چنین، میزان مواد آلی بستر محیطی نیز سنجیده شد، بدین صورت که سه نمونه رسوب از هر ایستگاه برای اندازه گیری کل مواد آلی جمع آوری شد. نمونه های رسوب جمع آوری شده برای اندازه گیری کل مواد آلی به آزمایشگاه در یخچال حاوی یخ منتقل شدند و در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی گراد در فریزر نگهداری شدند (۱۷). پس از مراحل وزن سنجی، خشک کردن در آون و سوزاندن در کوره، در نهایت درصد مواد آلی از فرمول زیر محاسبه شد (رابطه ۱):

$$M = \frac{A-B}{A-C} \times 100$$

برای شناسایی و تعیین تراکم فون جانوری محیط مورد مطالعه، پس از شستشو، نمونه ها در ظروف پلاستیکی با الک ۰/۵ میلی متری قرار داده و با استفاده از رزبنگال با غلظت ۱ گرم در لیتر و فرمالین ۵ درصد رنگ آمیزی و تثبیت و سپس برای جداسازی و شناسایی توسط استرئومیکروسکوپ آماده شدند (۱۸). براساس روش های ارائه شده (۱۹)، جداسازی نمونه های بزرگ با چشم غیر مسلح انجام شد. پس از نمونه برداری، ارگانسیم ها با استفاده از کلیدهای شناسایی رایج شناسایی شدند (۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵).

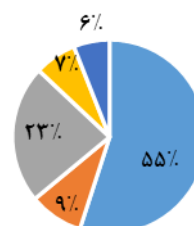
آنالیز داده ها

شاخص های اکولوژیک تنوع و غالبیت ماکروبیوتوزها: شاخص

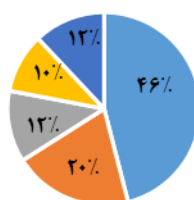
شانون-وینر به عنوان یکی از رایج ترین شاخص هادر مطالعات اکولوژیکی،

در این راستا، حدود ۱۱ گونه از ۱۲ جنس و ۷ خانواده متعلق به بندپایان، ۲۷ گونه، ۲۶ جنس، و ۲۳ خانواده از پرتاران، ۱۴ گونه، ۹ جنس، و ۱۸ خانواده از خارپوستان و در نهایت ۴۱ گونه، ۳۹ جنس و ۲۷ خانواده از نرم‌تنان بودند. هم‌چنین فراوانی جوامع ماکروبتیک بر اساس فصول سرد و گرم و بر اساس تراکم (با واحد عدد بر متر مربع) به تفکیک تعریف شد (شکل ۲). طبق شکل ۲، بیش‌ترین فراوانی بر اساس تراکم در ترانسکت شمال خلیج چابهار (۵۸ عدد بر

الف



ب

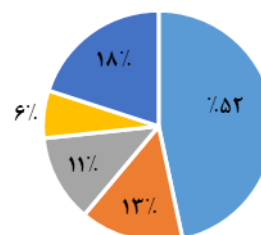


بندپایان ■ خارپوستان ■ دوکفه ایها ■ پرتاران ■ شکم پایان

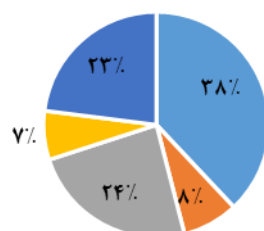
بندپایان ■ خارپوستان ■ دوکفه ایها ■ پرتاران ■ شکم پایان

شکل ۳: نمودارهای درصد فراوانی گروه‌های ماکروبتوز در: الف) فصل گرم منطقه تیس (تابستان ۱۳۹۵)، ب) فصل سرد منطقه تیس (زمستان ۱۳۹۵)

الف



ب

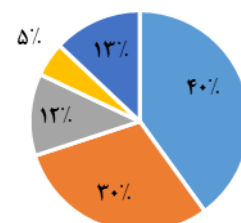


بندپایان ■ خارپوستان ■ دوکفه ایها ■ پرتاران ■ شکم پایان

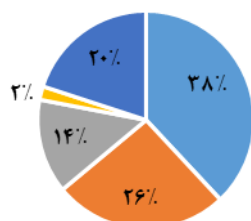
بندپایان ■ خارپوستان ■ دوکفه ایها ■ پرتاران ■ شکم پایان

شکل ۴: نمودارهای درصد فراوانی گروه‌های ماکروبتوز در: الف) فصل گرم منطقه شمال خلیج چابهار (تابستان ۱۳۹۵)، ب) فصل سرد منطقه شمال خلیج چابهار (زمستان ۱۳۹۵)

الف



ب



بندپایان ■ خارپوستان ■ دوکفه ایها ■ پرتاران ■ شکم پایان

بندپایان ■ خارپوستان ■ دوکفه ایها ■ پرتاران ■ شکم پایان

شکل ۵: نمودارهای درصد فراوانی گروه‌های ماکروبتوز در: الف) فصل گرم منطقه کنارک (تابستان ۱۳۹۵)، ب) فصل سرد منطقه کنارک (زمستان ۱۳۹۵)

جدول ۲: تاکسون‌های غالب شناسایی شده در ترانسکت‌های سه‌گانه نمونه‌برداری شده خلیج چابهار (سال ۱۳۹۵)

تاکسون	گروه تاکسونومیک	تیس	کنارک	شمال خلیج چابهار
<i>Boccardia</i> sp.	Polychaeta	-	+	-
<i>Oenone</i> sp.	Polychaeta	+	+	+
Sabellidae	Polychaeta	-	-	+
<i>Cirratulus</i> sp.	Polychaeta	-	-	+
<i>Dardanus tinctor</i>	Crustacea (Arthropoda)	+	+	+
<i>Dota</i> sp.	Crustacea (Arthropoda)	-	-	+
<i>Macrophthalmus</i> sp.	Crustacea (Arthropoda)	-	-	+
<i>Penaeus</i> sp.	Crustacea (Arthropoda)	-	-	+
Archidae	Arthropoda	-	+	-
<i>Impages hectica</i>	Gastropoda	+	+	+
<i>Ficus salebrosa</i>	Gastropoda	+	+	+
<i>Nerita</i> sp.	Gastropoda	-	-	+
<i>Bulla ampulla</i>	Gastropoda	+	-	+
<i>Clypeomorus bifasciata</i>	Gastropoda	+	-	-
Muricidae	Gastropoda	+	-	-
<i>Lunella coronata</i>	Gastropoda	+	-	-
<i>Rhyssoplax peregrina</i>	Polyplacophora	+	-	-
<i>Saccostrea</i> sp.	Bivalvia	-	-	+
<i>Anadara rufescens</i>	Bivalvia	-	-	+
<i>Soletellina diphos</i>	Bivalvia	-	-	+
<i>Vepricardium asiaticum</i>	Bivalvia	+	-	-
<i>Amiantis umbonella</i>	Bivalvia	+	-	-

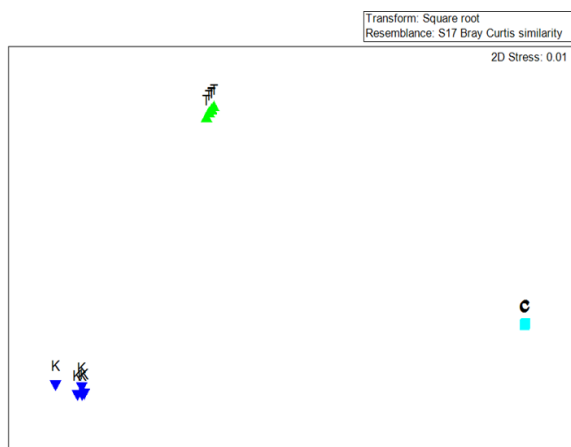
مربوط به *Boccardia* sp. و *Clypeomorus bifasciatus* با کم‌ترین درصدهای تشابه (۲۰ و ۳۰ درصد) در دو خوشه جداگانه از سایر جمعیت‌های تاکسون‌ها، و در زمان سرد سال جمعیت‌های مربوط به *Rhyssoplax peregrina* و *Lunella coronata* با کم‌ترین درصدهای تشابه (۲۰ و ۳۰ درصد) در دو خوشه جداگانه از سایر جمعیت‌های تاکسون‌ها قرار می‌گیرند (شکل‌های a۷ و b۷).

جدول ۳: تمایز ساختار جمعیتی براساس آزمون ANOSIM بین سه ترانسکت شمال خلیج چابهار، تیس و کنارک در زمان‌های گرم (تابستان ۱۳۹۵) و سرد (زمستان ۱۳۹۵)

مقدار R	بازه زمانی
۱	فصل گرم
۱	فصل سرد

بررسی ساختار جمعیتی ماکروبتوزهای سواحل خلیج چابهار در زمان‌های گرم و سرد سال: نتایج ANOSIM و nMDS

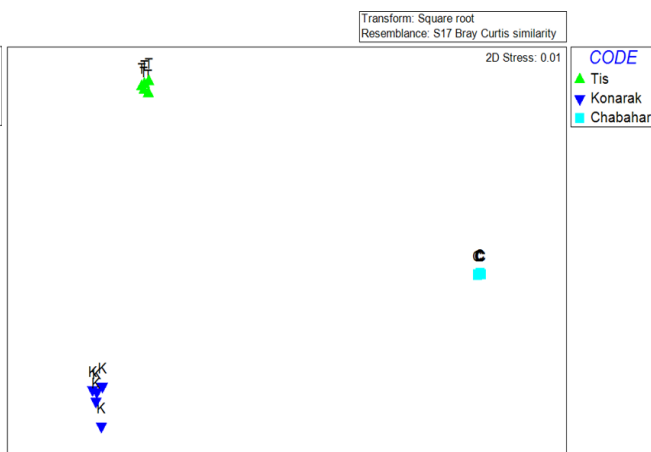
نشان‌دهنده تمایز بالای ساختار جمعیتی و ترکیب تاکسونی سه منطقه شمال خلیج چابهار، تیس و کنارک است (جدول ۳، شکل‌های a۶ و b۶). نتایج آزمون SIMPER نشان‌دهنده نقش تاکسون‌های *Boccardia* sp.، *Clypeomorus bifasciatus*، *Soletellina diphos*، *Rhyssoplax peregrina* و *Saccostrea* sp. در ایجاد عدم تشابه در ساختار جمعیتی سواحل خلیج چابهار در زمان گرم سال و نقش تاکسون‌های *Rhyssoplax peregrina*، *Lunella coronata*، *Saccostrea* sp. و *Soletellina diphos* در ایجاد عدم تشابه در ساختار جمعیتی در سواحل خلیج چابهار در زمانی سرد سال است (جداول ۴ و ۵). بر اساس آنالیز خوشه‌ای بین تاکسون‌های غالب در ساختار جمعیتی سواحل خلیج چابهار، در زمان گرم سال جمعیت‌های



شکل ۶b: تفکیک ساختار سه ترانسکت شمال خلیج چابهار، تیس و کنارک بر اساس ساختار جمعیتی در زمان سرد (زمستان ۱۳۹۵)

جدول ۵: تاکسون‌های موثر بر ایجاد تمایز در ساختار جمعیتی بر اساس آنالیز SIMPER در زمان سرد سال (زمستان ۱۳۹۵)

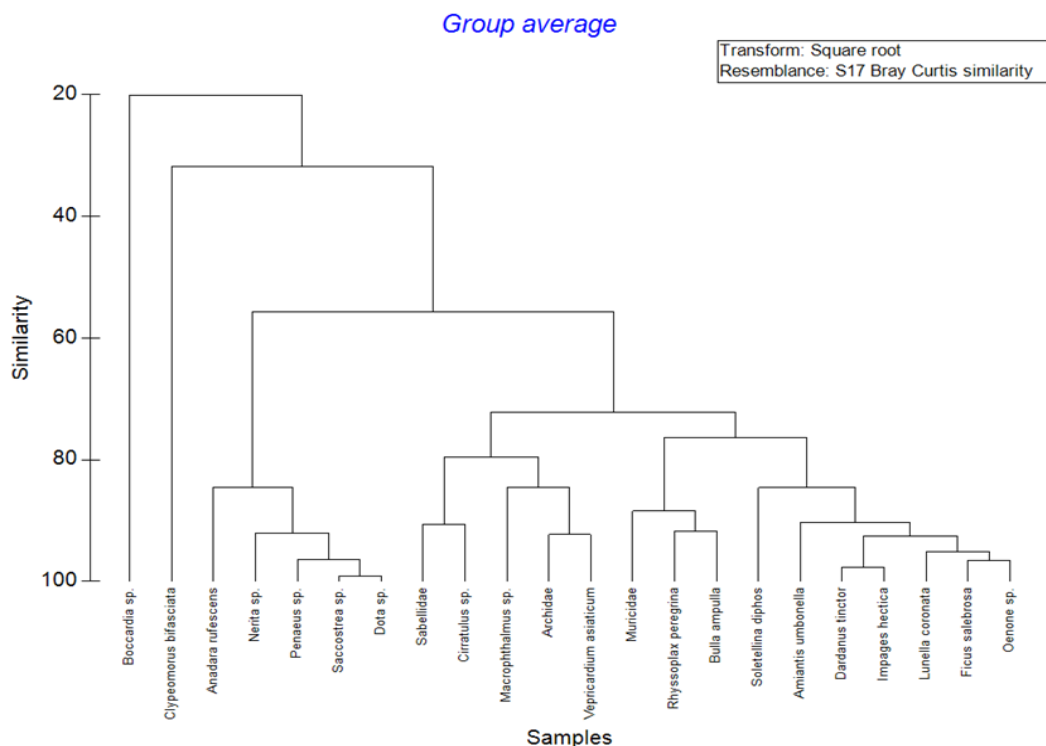
تاکسون موثر	درصد مشارکت در ایجاد عدم تشابه
<i>Rhyssoplax peregrina</i>	۲۴/۹
<i>Lunella coronta</i>	۲۳/۲
<i>Saccostrea sp.</i>	۲۲/۵
<i>Soletellina diphos</i>	۲۱



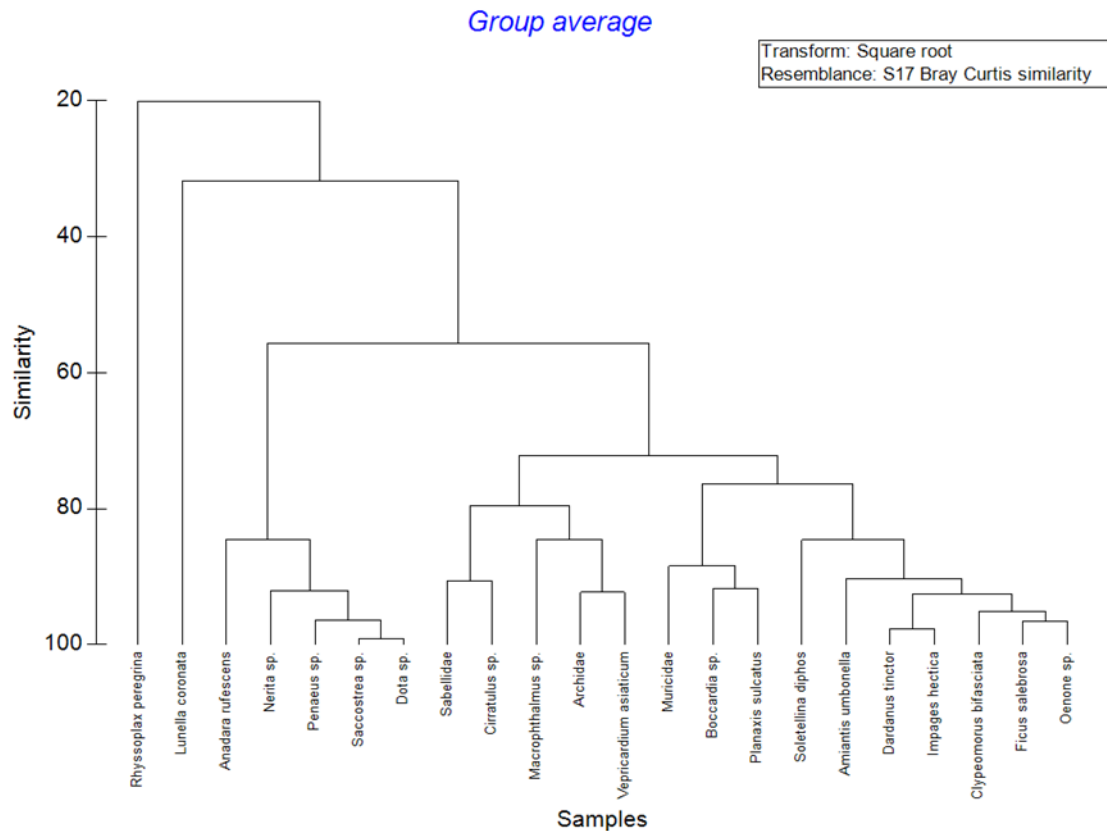
شکل ۶a: تفکیک ساختار سه ترانسکت شمال خلیج چابهار، تیس و کنارک بر اساس ساختار جمعیتی در زمان گرم (تابستان ۱۳۹۵)

جدول ۴: تاکسون‌های موثر بر ایجاد تمایز در ساختار جمعیتی بر اساس آنالیز SIMPER در زمان گرم سال (تابستان ۱۳۹۵)

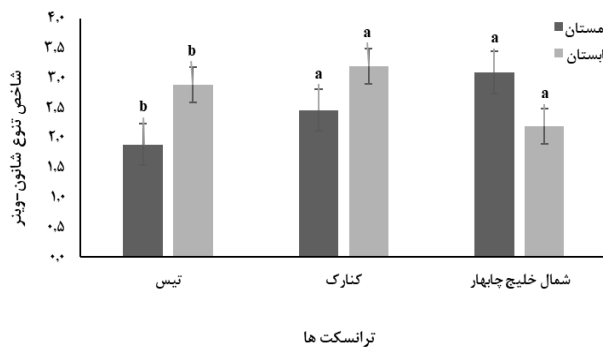
تاکسون موثر	درصد مشارکت در ایجاد عدم تشابه
<i>Baccordia sp.</i>	۲۰
<i>Clypeomorus bifasciatus</i>	۱۹
<i>Soletellina diphos</i>	۱۸/۲
<i>Saccostrea sp.</i>	۱۷/۵
<i>Rhyssoplax peregrina</i>	۱۷



شکل ۷a: نمودار خوشه‌ای دسته‌بندی جوامع ماکروبن‌توز در سواحل خلیج چابهار برای زمان گرم سال (تابستان ۱۳۹۵)

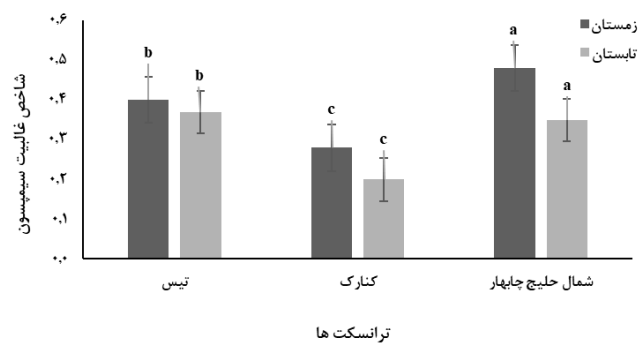


شکل ۷b: نمودار خوشه‌ای دسته‌بندی جوامع ماکروبن‌توز در سواحل خلیج چابهار برای زمان سرد سال (زمستان ۱۳۹۵)



شکل ۹: نمودار تنوع جوامع ماکروبن‌توز براساس شاخص شانون-وینر در ترانسکت‌ها و فصول سرد (زمستان ۱۳۹۵) و گرم (تابستان ۱۳۹۵)

۲.۴۷، ۳.۱۰ بوده است (بیش‌ترین تنوع برای منطقه کنارک و کم‌ترین برای منطقه تیس) (شکل ۸). نتایج آنالیز واریانس نشان داد که بین میانگین شاخص شانون در ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$)، اما بین میانگین شاخص شانون در فصول نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0.05$). شاخص غالبیت سیمپسون در منطقه شمالی خلیج چابهار بیش‌ترین و در منطقه کنارک کم‌ترین مقدار را نشان داد (شکل ۹).

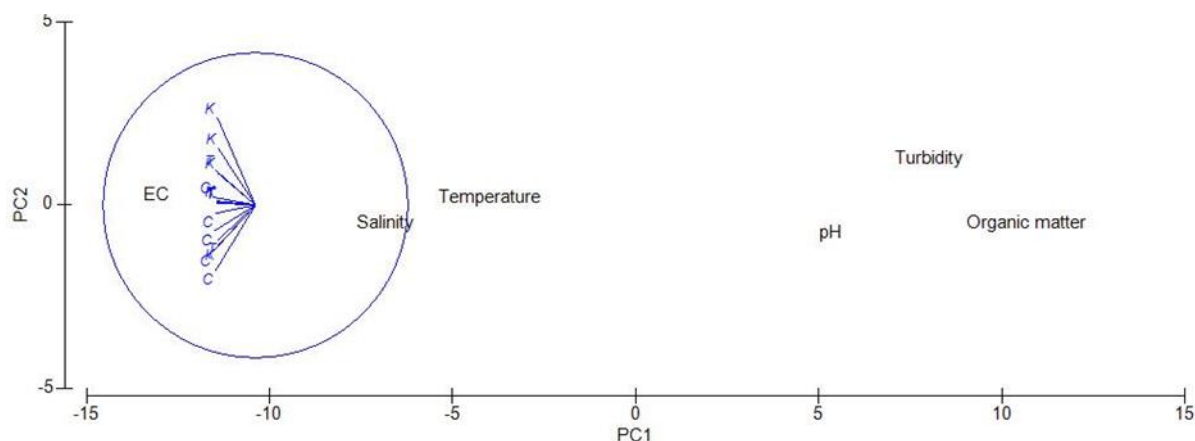


شکل ۸: نمودار غالبیت جوامع ماکروبن‌توز براساس شاخص سیمپسون در ترانسکت‌ها و فصول سرد (زمستان ۱۳۹۵) و گرم (تابستان ۱۳۹۵)

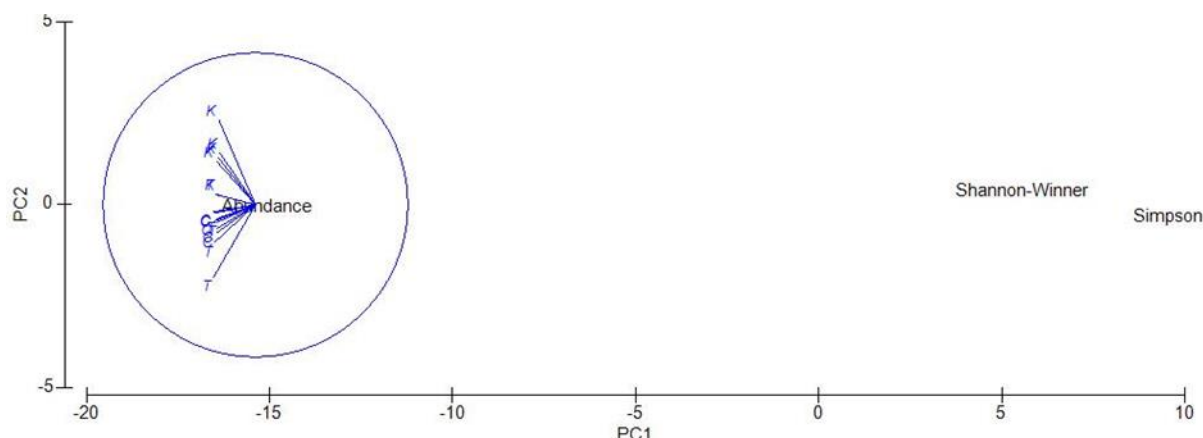
بررسی شاخص‌های اکولوژیک ماکروبن‌توزها بین مناطق و

دوره‌های زمانی: براساس نتایج آنالیز واریانس، تفاوت معنی‌داری بین میانگین شاخص سیمپسون در بین فصول نمونه‌گیری مشاهده نشد ($p > 0.05$)، اما وضعیت برای مناطق سه‌گانه یا ایستگاه‌های نمونه‌برداری متفاوت بود؛ بدین صورت که، تفاوت معنی‌داری بین میانگین شاخص سیمپسون وجود داشت ($P < 0.05$)، (شکل ۸). میانگین شاخص شانون-وینر در فصل گرم در ترانسکت تیس، کنارک و شمال خلیج چابهار به ترتیب ۲.۸۹، ۳.۲، ۲.۲۰ و در زمستان ۱.۸۹،

یک از شاخص‌های اکولوژیکی تنوع (شانون-وینر) و غالبیت (سیمپسون) با مناطق مطالعه شده، رابطه مؤثر و معنی‌داری نداشته‌اند و تنها فراوانی موجودات ماکروبن‌توز (براساس معیار تراکم و اندازه‌گیری شده با واحد "عدد بر مترمربع") ارتباط قابل توجهی با این مناطق داشته‌اند (شکل ۱۱).



شکل ۱۰: ارتباط متغیرهای محیطی با مناطق سه‌گانه مطالعه شده در سواحل خلیج چابهار



شکل ۱۱: ارتباط شاخص‌های اکولوژیکی و فراوانی با مناطق سه‌گانه مطالعه شده در سواحل خلیج چابهار

در تحقیق حاضر، از نظر ساختار اجتماعی ماکروبن‌توزهای خلیج چابهار، هر سه منطقه شامل شمال خلیج چابهار، تیس و کنارک در دو فصول سرد و گرم با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند، و در این میان منطقه شمالی خلیج چابهار تفاوت بیش‌تری با سایرین نشان داده است (جدول ۳، شکل‌های a6 و b). این واقعیت با چگونگی تفاوت فراوانی و شاخص غالبیت سیمپسون بین سه منطقه مورد بررسی مطابقت دارد. در بین تمام پارامترهای محیطی، EC و شوری در ساختار جامعه ترانسکت‌های سه‌گانه مؤثرتر بودند، درحالی‌که اکسیژن محلول و دما در برخی مطالعات اهمیت داشتند (۲۹). با در نظر گرفتن دما، نتایج مطالعه نشان داد که دمای بالا در تابستان

بحث

مناطق ساحلی به دلیل حفظ منابع و تنوع زیستی، حیاتی هستند. در این راستا با استفاده از بررسی ساختار جمعیتی و شاخص‌های اکولوژیکی می‌توان برنامه‌های مدیریتی مناسبی برای این منظور ارائه کرد (۲۶، ۲۷، ۲۸). ارگانیزم‌های ماکروبن‌تیک به عنوان بخش بسیار مهمی از جانوران بسترزی در خلیج چابهار شامل شکم‌پایان، دوکفه‌ای‌ها، پرتاران، بندپایان و خارپوستان بودند که بیش‌ترین فراوانی متعلق به شکم‌پایان است. شمال خلیج چابهار نیز نسبت به دو ترانسکت دیگر از فراوانی و غالبیت بیش‌تر و کنارک از تنوع بیش‌تری برخوردار بود.

متابولیسم بیوشیمیایی را افزایش داده است، که سپس اکسیژن رسانی را تسریع کرده و تنها ارگانیسم های مقاوم باقی می گذارد (۳۰، ۳۱). به نظر می رسد که آب دریای مناطق مطالعه شده به عنوان محلول های آبی دارای توان هدایت، عبور و یا انتقال الکترولیت های موثر توانسته اند بر ساختار جوامع ماکروبتوزی موثر باشند. در مورد گروه های کفزی در خلیج چابهار باید گفت که در هر سه منطقه مورد مطالعه، شکم پایان (گاستروپودا) بیش ترین درصد فراوانی را در میان گروه های مخلف جوامع کفزی به خود اختصاص داده بودند (شکل های ۳، ۴ و ۵). نیز در مورد تاکسون های غالب (جدول ۲) باید اذعان داشت که برخی تاکسون ها فقط منحصر به یک منطقه یا ترانسکت نمونه برداری و برخی دیگر متعلق به دو و یا هر سه منطقه بودند؛ جمعیت هایی که به عنوان تاکسون غالب در مجموع سه منطقه مورد نظر ما را پوشش داده بودند، متعلق به گروه های مختلفی از ماکروبتوزها بوده اند. در مورد تاکسون های ایجاد کننده تمایز در ساختار جمعیتی خلیج چابهار باید اذعان داشت که گونه *Rhysoplax peregrina* که در هر دو فصل از عوامل ایجاد واگرایی در ساختار جمعیتی بوده و اختلاف بین سه ترانسکت بوده، به عنوان یک نشانگر زیستی حائز اهمیت است، بدین صورت که فراوانی آن ها در محیط، نشانه آلودگی کم محیطی است؛ از سوی دیگر، بستر سنگی زیستگاه ترجیحی در مورد این گونه است که برای چسباندن به سطوح سخت به این نوع بستر نیاز دارد. در مورد تاکسون *Saccostrea sp.* باید گفت که توانایی بالایی برای جذب و حذف آلاینده های محیطی نیترا ته و فسفات ه آلی و غیر آلی و به عبارت دیگر فرآیند *bioremediation* در محیط (۳۲)، (۳۳) و در نتیجه، جلوگیری از بروز و یا تشدید یوتروفیکاسیون دارد. در این تحقیق زیرمعیار تنوع زیستی برای سواحل خلیج چابهار بر اساس نتایج شاخص شانون-وینر اندازه گیری شد که بیانگر تفاوت تنوع زیستی برای حفاظت از زیستگاه ماکروبتوزها است (۳۴). نتایج شاخص شانون-وینر نشان داد که بین سطوح تنوع زیستی محاسبه شده برای فصول گرم و سرد در کنارک و ترانسکت تیس تفاوت قابل توجهی وجود دارد. اما در مورد ترانسکت شمال خلیج چابهار چنین تفاوتی مشاهده نشد. علاوه بر این، شاخص غالبیت در ترانسکت کنارک در مقایسه با سایر ترانسکت ها حداقل است. شایان ذکر است که نسبت رسوبات ریزدانه در این ترانسکت نسبتاً بیش تر است. از طرف دیگر، سطح اکسیژن محلول در این ترانسکت کم است. کاهش در میزان اکسیژن و حضور قابل توجه ذرات ریز احتمالاً می تواند بر سطوح تنوع زیستی و غالبیت شناسایی شده در اینجا تأثیر بگذارد. هم چنین آلودگی بالای ناشی از ضایعات فعالیت های لنج سازی در برخی مناطق دارای تنوع زیستی پایین مشهود است. تنوع پایین ماکروبتوزهای سواحل تیس در مقایسه با سایر ترانسکت ها نیز می تواند به دلیل

حضور بیش تر ماهیان کفزی خوار در نواحی جزر و مدی و جزر و مدی باشد؛ زیرا که، نقش تغذیه ای ماهیان کفزی خوار در توده های مختلف زنده در اکوسیستم ها مؤثر است (۲۰). در نتیجه، چرا و شکار می تواند بر تنوع زیستی ماکروبتیک مشاهده شده تأثیر بگذارد (۳۵). هم چنین، بسترهای مورد بررسی در ترانسکت ها و ایستگاه های مختلف، نسبتاً یکنواخت بوده و در نتیجه تأثیر نوع زیستگاه بر تنوع ناچیز بود. در مطالعه ای، پرتاران و سپس شکم پایان به عنوان فراوان ترین گروه ماکروبتوزی شناسایی شدند، در حالی که، در مطالعه حاضر شکم پایان فراوان ترین گروه بوده اند. این تفاوت می تواند به اکوسیستم های متفاوت از لحاظ شوری چون مصب و اسکله مربوط باشد (۳۶) که در مطالعه حاضر در اکوسیستم های مورد مطالعه، وجود نداشته است. یکی از عوامل مورد نیاز برای بررسی در آینده، تفکیک گونه های مهاجم و متعاقباتعیین سهم نسبی آن ها در ساختار جمعیتی ماکروبتوزهاست؛ چنان چه در مطالعه دیگری به نقش گونه های مهاجم چون *Spartina alterniflora* اشاره شده است (۳۷). اهمیت تأثیر دانه بندی رسوبات بستر بر ساختار اجتماعات ماکروبتوزی در مطالعاتی چون تحقیق اثبات شده که حذف برخی از انواع دانه بندی در احیاء برخی گروه های ماکروبتوزی می تواند موثر باشد (۳۸). بنابراین توجه به این موضوع در درک بهتر ساختار جمعیتی ماکروبتوزهای سواحل خلیج چابهار در آینده توصیه می شود. در مطالعه انجام شده در سواحل بحرین در خلیج فارس، پرتاران به عنوان گروه غالب و نیز نشانگر آلودگی زیستی، شناسایی شده است (۳۹) که نتیجه ای متفاوت با مطالعه حاضر در خلیج چابهار است؛ نیز تفاوت در نواحی دست نخورده و دستکاری شده توسط انسان در این مطالعه مشاهده شده که می تواند موضوعی برای بحث در سواحل خلیج چابهار نیز باشد. در مطالعه دیگری، به تأثیر زیستمدان معلق خوار چون اویسترها و غنی بودن مواد آلی محیطی بر اجتماع ماکروبتوزی پرداخته شده و علاوه بر این ها نتیجه گرفته شده که ساختار هیدرولوژیک و ویژگی های رسوبگذاری محیطی نیز بر ساختار ماکروبتوزی مؤثر است. در مطالعه اخیر نیز تأثیر *Saccostrea sp.* به عنوان یک زیستمد معلق خوار در تمایز ساختار جمعیتی ماکروبتوزها شناسایی شده و از این نظر با مطالعه مورد اشاره (۴۰) مطابقت دارد. در مطالعه دیگر، دوکفه ای ها فراوان ترین گروه بوده (۴۱) و از این نظر با مطالعه ما مطابقت دارد. از نظر تأثیر مانسون باید گفت که گاهی تنوع در شرایط پسمانسون بیش تر از تنوع در شرایط مانسون بوده که به تأثیرات مانسون برمی گردد (۴۱)؛ این موضوع، می تواند از نظر مطالعه حاضر در مورد تفاوت تنوع بین دو بازه زمانی گرم و سرد و ارتباط با تأثیرات مانسون قابل توجه باشد. تأثیر دما بر ساختار جوامع ماکروبتوزی از طریق گونه های حساس به دما و تأثیر بر پراکنش در زیستگاه های کوچک مشاهده شده است

- and geographical gradients in the Northwestern Hawaiian Islands. *Coral Reefs*. 36: 785-790.
3. **Kahng, S.E., Copus, J.M. and Wagner, D., 2014.** Recent advances in the ecology of mesophotic coral ecosystems (MCEs). *Current opinion in environmental sustainability*. 7: 72-81.
4. **Delong, M.D. and Brusven, M.A., 1994.** Allochthonous input of organic matter from different riparian habitats of an agriculturally impacted stream. *Environmental Management*. 18: 59-71. doi.org/10.1890/07-0986.1.
5. **Ramirez-Llodra, E., Tyler, P.A., Baker, M.C., Bergstad, O.A., Clark, M.R., Escobar, E., Levin, L.A., Menot, L., Rowden, A.A., Smith, C.R. and Van Dover, C.L., 2011.** Man, and the last great wilderness: human impact on the deep sea. *PLoS one*. 6(8): e22588.
6. **Blanchet, F.G., Legendre, P. and Borcard, D., 2008.** Forward selection of explanatory variables. *Ecology*. 89(9): 2623-2632.
7. **Zamprogno, G.C., Tognella, M.M.T., Costa, M.B., Otegui, M.B. and Menezes, K.M., 2023.** Spatio temporal distribution of benthic fauna in mangrove areas in the Bay of Vitória estuary, Brazil. *Regional Studies in Marine Science*. 62: 102939.
8. **Roberts, C.M., Andelman, S., Branch, G., Bustamante, R.H., Carlos Castilla, J., Dugan, J., Halpern, B.S., Lafferty, K.D., Leslie, H., Lubchenco, J. and McArdle, D., 2003.** Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecological applications*. 13(1): 199-214.
9. **Gray, J.S., 2011.** Animal-sediment relations: *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. 12.
10. **Barber, B.J., 1991.** Reproductive physiology. *Scallops: biology, ecology and aquaculture*.
11. **Giese, A.C., 1987.** Maturation and spawning. *General aspects: seeking unity in diversity*.
12. **Gray, J.S. and Elliott, M., 2009.** *Ecology of marine sediments: from science to management*. Oxford university press.
13. **Jegadeesan, P. and Ayyakkannu, K., 1992.** Seasonal variation of benthic fauna in marine zone of Coleroon estuary and inshore waters, south east coast of India. *Journal of Marine Science*. 21: 67-69.
14. **Gil, G.M. and Thomé, J.W., 2004.** Description of the reproductive cycle of *Donax hanleyanus* (Bivalvia, Donacidae) in southern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*. 94: 271-276.
15. **Nybakken, J.W., 1997.** *Marine biology. An ecological approach*. USA: Addison-Wesley Educational Publishers Inc.
16. **Bahmanzadegan Jahromi, A., Ezam, M., Lari, K. and Ali Akbari Bidokhti, A.A., 2022.** An investigation of the hydrography of Chabahar Bay using FVCOM model and EOF analysis. *Marine Geodesy*. 45(4): 360-379.
17. **Dalman, Ö., Demirak, A. and Balci, A., 2006.** Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the

(۴۲)؛ اما در مطالعه حاضر تاثیر معنی دار دما مشاهده نشد. نیز تاثیر ناهمگنی ساختار زیستگاه برای حفظ ساختار جمعیتی ماکروبنتوزها محسوس است (۴۲) و باید برای حفاظت تنوع زیستی مورد ملاحظه قرار بگیرد. در تحقیقی، پرتاران بیشترین درصد فراوانی را داشتند (۴۳) که مغایر با نتایج مطالعه اخیر است؛ شرایط ساختار جمعیتی ماکروبنتوزها در شرایط پیشامانسون و پسامانسون در مطالعه مذکور نشان دهنده اهمیت بررسی این موضوع است که باید در مطالعات آینده در سواحل خلیج چابهار مدنظر قرار بگیرد. تاثیر منفی و ارتباط معکوس مواد آلی با تراکم ماکروبنتوزها در مطالعاتی چون بررسی آب‌های ساحلی جزیره قشم به دست آمده (۴۴)، ولی در مطالعه حاضر مواد آلی فاقد تاثیر معنی دار و اثربخشی بودند. در مطالعه ساختار جمعیتی ماکروبنتوزها در خورهای تیاب و یک‌شبه در استان هرمزگان، پرتاران بیشترین درصد فراوانی را به خود اختصاص داده بودند (۴۵)، در حالی که مغایر با نتایج مطالعه اخیر است. همبستگی معنی دار بین تراکم شکم‌پایان با پارامترهای محیطی چون دانه‌بندی رسوبات، دما، شوری، اکسیژن محلول (DO) و pH در بررسی سواحل شرقی چابهار در سال ۱۳۹۶ مشاهده شده است (۴۶)؛ ولی شرایط مناطق سواحل خلیج چابهار فقط موید ارتباط با پارامترهای شوری و هدایت الکتریکی (EC) بوده است. مطالعه حاضر بررسی‌های بوم‌شناختی محلی را در امتداد مناطق جزر و مدی خلیج چابهار به منظور تعیین ساختار جمعیتی ماکروبنتوزی، تعیین تاکسون‌های موثر بر ایجاد ناهمگنی ساختار جمعیتی، بررسی کمی تنوع و غالبیت در محیط و شناخت عوامل محیطی موثر در این رابطه انجام داد. هر سه منطقه شمال خلیج چابهار، تیس و کنارک دارای تمایز مشخصی با یکدیگر از لحاظ ساختار جمعیتی ماکروبنتوزی بودند و سهم نسبی جمعیت‌های موثر بر این ناهمگنی ساختار جمعیتی محاسبه و ارایه گردید. تنوع و غالبیت در محیط خلیج چابهار دارای تفاوت‌هایی در مناطق مهم و مختلف تشکیل دهنده آن بود؛ از این رو، شناخت عوامل محیطی و اکولوژیکی موثر بر اختلاف بین ساختارهای جمعیتی و چگونگی تنوع محیطی در اکوسیستم‌های خلیج چابهار در ارتباط با اجزای تشکیل دهنده آن‌ها، امری ضروری و حائز اهمیت جهت مدیریت حفاظت اکوسیستم‌های دریایی مربوطه در آینده خواهد بود.

منابع

1. **Chen, J., Hu, D., Zhang, C. and Ding, Z., 2018.** Temporal and spatial changes of macrobenthos community in the regions frequently occurring black water aggregation in Lake Taihu. *Scientific Reports*. 1-13.
2. **Fukunaga, A., Kosaki, R.K. and Wagner, D., 2017.** Changes in mesophotic reef fish assemblages along depth

- bivalves. World Journal of Fish and Marine Sciences. 3(6): 559-563.
32. **Kohan, A., Nasrolahi, A., Aeinjamshid, K. and Kiabi, B.H., 2020.** Nutrient removal from aquaculture effluent using settling ponds and filter-feeding species (*Amphibalanus amphitrite* and *Saccostrea cucullata*): an in-situ study. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 19(4): 1981-1993.
 33. **Kohan, A., Nasrolahi, A., Aeinjamshid, K. and Kiabi, B.H., 2019.** Potential use of two fouling species (*Amphibalanus amphitrite* and *Saccostrea cucullata*) to prevent shrimp farm-induced coastal eutrophication. Ocean & Coastal Management. 173: 10-16.
 34. **Moland, E., Olsen, E.M., Knutsen, H., Garrigou, P., Espeland, S.H., Kleiven, A.R., André, C. and Knutsen, J.A., 2013.** Lobster and cod benefit from small-scale northern marine protected areas: inference from an empirical before–after control-impact study. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 280(1754): 20122679.
 35. **Nikouyan, N. and Saravi, A., 1999.** Distribution and biomass of macrobenthic fauna in the Chabahar Bay (North Eastern Sea of Oman). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 1(2): 23-39.
 36. **Behera, R., Mishra, S., Sharma, S.D., Mahapatro, D., Paty, S.S., Raut, D., Mallick, N. and Murugesan, K., 2023.** Influence of water quality and sediment nature on macrobenthic community structure along Paradeep, an industrial and port influenced tropical coastal stretch of North East coast of India, Bay of Bengal. Regional Studies in Marine Science. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.102970>.
 37. **Qu, F., Wang, S., Wang, W., Liu, S., Li, S., Liu, H. and Zhang, Z., 2023.** Macrobenthic community structure of Rudong coastal wetland, China: the impact of invasive *Spartina alterniflora* and its implication for migratory bird conservation. Wetlands Ecology and Management. 31: 159-168.
 38. **Waheeda, A.I.K., The, J.C., Arshad, A. and Wong, N.L.W.S., 2023.** Impact of sand bund removal on seagrass ecosystems: A study of macrobenthic community structure and correlation with macrophytes cover and sediments. Marine Pollution Bulletin. 192: 11511. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115111>.
 39. **Naser, H.A., 2022.** Community structures of benthic macrofauna in reclaimed and natural intertidal areas in Bahrain, Arabian Gulf. Journal of Marine Science and Engineering. 10(7): 945. <https://doi.org/10.3390/jmse10070945>.
 40. **Liao, Y., Liu, Q., Shou, L., Tang, Y., Liu, Q., Zeng, J., Chen, Q. and Yan, X., 2022.** The impact of suspended oyster farming on macrobenthic community in a eutrophic, semi-enclosed bay: Implications for recovery potential. Aquaculture. 548: 737585. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737585>.
 41. **Das, S.C.S., Jha, N.D., Alam, A., Borah, S., Kumar, V., Srivastava, K., Thakur, V.R., Sahoo, A.K. and Das,** Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. Food chemistry. 95(1): 157-162.
 18. **Kapusta, S.C., Würding, N.L., Benvenuti, C.E. and Ozorio, C.P., 2005.** Meiofauna structure in Tramandaí Armazém estuary (South of Brazil). Acta Limnologica Brasiliensia. 17(4): 349-359.
 19. **Nguyen, B., Claveau-Mallet, D., Hernandez, L.M., Xu E.G., Farner, J.M. and Tufenkji, N., 2019.** Separation and analysis of microplastics and nanoplastics in complex environmental samples. Accounts of chemical research. 52(4): 858-866. DOI: 10.1021/acs.accounts.8b00602.
 20. **Barnes, R.D., 1987.** Invertebrate Zoology, 5 th. Edition. Saunders. College Publishing. Philadelphia.
 21. **McIntyre, A.D., 2005.** Eleftheriou A. Methods for the study of marine benthos. Blackwell Science;
 22. **Belle, W., 2009.** Ecology of marine benthos. University of California. doi: 10.2307/2826701.
 23. **Fatemi, Y. and Attaran-Fariman, G., 2015.** Checklist of the opisthobranchs (Heterobranchia: Gastropoda) along the Iranian Coasts of the Gulf of Oman. Journal of Biodiversity Environmental Science. 6: 1-7.
 24. **Naderloo, R., 2017.** Family Grapsidae MacLeay, 1838 (Shore Crabs, Talon Crabs). Atlas of Crabs of the Persian Gulf. 337-345. <https://doi.org/10.1007/978.3.319.49374.9>.
 25. **Amini-Yekta, F. and Dekker, H., 2021.** An updated checklist of marine gastropods of the Persian Gulf and Gulf of Oman. Zootaxa. 13(1): 4957. doi: 10.11646/zootaxa.4957.1.1.
 26. **Hoseinzadeh, M.A., Owfi, F., Gorjian Arabi, M.H. and Keshavarz, M., 2016.** Ecological classification of southern zones of the Caspian Sea (Mazandaran Province), based on CMECS model. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 15(3): 1246-1253. doi: 10.22092/ijfs.2018.114606.
 27. **Tabatabaie, T. and Amiri, F., 2011.** Evaluation of the impact of industrial sewage pollution on marine benthic communities. Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA. 60(6): 364-374. doi: 10.2166/aqua.2011.058.
 28. **Salehi, H., Pazira, A.R. and Noorbakhsh, H.Z., 2015.** Ecological status assessment of intertidal zone of the Persian Gulf coastal field using Gastropod biodiversity (a case study of Deylam County, Bushehr Province, Iran). Advances in Environmental Sciences. 7(1): 70-81.
 29. **Almaniar, S. and Rozirwan, H., 2021.** Abundance and diversity of macrobenthos at Tanjung Api-Api waters, South Sumatra, Indonesia. AACL Bioflux. 14(3): 1486-1497.
 30. **Kraufvelin, P. and Salovius, S., 2004.** Animal diversity in Baltic rocky shore macroalgae: can *Cladophora glomerata* compensate for lost *Fucus vesiculosus*? Estuarine, Coastal and Shelf Science. 61(2): 369-378. doi: 10.1016/j.ecss.2004.06.006.
 31. **Nabavi, S.M., Salari-Aliabadi, M.A., Shamoradi, A.R., Vazirizadeh, A. and Arebi, I., 2011.** Ecological assessment of intertidal ecosystems in Khark Island (Persian Gulf) using community structure of macrobenthic

- B.K., 2022.** Assessing assemblage pattern, health status and environmental drivers of macrobenthic invertebrate community structure for sustainable management in a tropical tributary of River Ganga, India. *Sustainable Water Resources Management*. 8: 128.
- 42. Sun, Y.X., Li, X.X., Tan, Y., Wang, J. and Dong, Y.W., 2022.** Microhabitat thermal environment controls community structure of macrobenthos on coastal infrastructures. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 277: 108060. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.108060>.
- 43. Atchuthan, P., 2022.** Studies on macrobenthic community structure in some major ports in India. A Thesis submitted to Goa University for the award of the Degree of Doctor of Philosophy in Marine Sciences. CSIR-National Institute of Oceanography, Dona Paula, Goa. 403004, India, Goa University, Taleigao, Goa. 413 p.
- 44. Taherizadeh, M. and Akbarzadeh Chomachaei, G.A., 2021.** Macrobenthos community structure in coastal waters of Qeshm Island. *Journal of Animal Environmental*. 13(1): 449-456. (In Persian)
- 45. Aghajari Khazaei, S., Akbarzadeh Chomachaei, G.A. and Saraji, F., 2021.** Seasonal evaluation of abundance and biomass of macrobenthos communities in estuaries of Hormozgan Province (Tiab and Yek shabe). *Journal of Animal Environmental*. 13(3): 337-346. (In Persian)
- 46. Shakouri, A. and Khashi-Jamalzehi, H., 2017.** Investigating the structure of the population of the stomach end of the sub-Jezroumedi region of the eastern coast of Chabahar. *Marine Biology*. 9(34): 19-30. (In Persian)