بررسی تنوع، ترکیب، فراوانی و تراکم گونه‌ای جوامع ماکروبنتیک در خلیج نایبند (خلیج‌فارس)

علی قنواتی اصل[۱]
سید محمدباقر نبوی[۲]
مریم محمدی روزبهانی[۳*]
سیما سبز علی پور[۴]
سید مسعود منوری[۵]

۱، ۲، ۳، ۴، ۵. گروه محیطزیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
Mmohammadiroozbahani@yahoo.com

کد مقاله: ۱۴۰۰۰۳۸۸۳
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۵
این مقاله پژوهشی و برگرفته از رساله دکتری است.

چکیده

در این مطالعه به بررسی تنوع، ترکیب، فراوانی و تراکم گونه‌ای جوامع ماکروبنتیک در خلیج نایبند (خلیج‌فارس) پرداخته‌شده است. نمونه‌برداری از ۲۰ ایستگاه در زمستان ۱۳۹۷ باهدف بررسی ترکیب گروه‌های ماکروبنتیک در نقاط مختلف خلیج نایبند انجام گرفت. از هر ایستگاه ۱ نمونه (با ۳ تکرار) و درمجموع ۶۰ نمونه رسوب با گرب Van veen برداشت شد. آزمایشات و شناسایی ماکروبنتوزها بر اساس روش استاندارد MOOPAM,2010 انجام گرفت. داده‌ها با نرم‌افزارهای تخصصی Biodiversity Pro 2، PRIMER 6 و نرم‌افزار SPSS 22 آنالیز شدند. مطابق نتایج به‌دست‌آمده در بخش تنوع ماکروبنتوزی درمجموع ۴۹ تاکسون (جنس و گونه) از ۳۹ خانواده و ۸ رده ماکروبنتوزی شناسایی شد. رده کرم‌های پرتار با ۲۳ تاکسون بیشترین تنوع، سخت‌پوستان و مالاکوسترا با ۱۲ تاکسون، دوکفه‌ای‌ها با ۶ تاکسون، شکم‌پایان با ۵ تاکسون و سایر گروه‌ها (خارداران، خیارسانان و حشرات) هرکدام ۱ تاکسون در ترکیب جمعیتی ماکروبنتوزهای منطقه مطالعاتی مشاهده شدند. در مبحث فراوانی ماکروبنتوزها ۳۴۸۲۵ عدد ماکروبنتوز جداسازی و شناسایی شد. میانگین تعداد ماکروبنتوزها در منطقه مطالعاتی برابر با ۱۳۰/۷۷ ± ۱۷۴۱ فرد در مترمربع ثبت شد. بیشینه و کمینه تراکم ماکروبنتوزها به ترتیب در ایستگاه نزدیک به دماغه نایبند و ایستگاه نزدیک به اسکله عسلویه گزارش شد. ازآنجاکه اکثریت ایستگاه‌های آلوده در مجاورت و نزدیکی منطقه عسلویه قرار دارند می‌توان با احتمال بسیار بالا ادعا نمود آلودگی‌های صنایع مستقر در منطقه پارس جنوبی عامل اصلی در تغییرات جوامع ماکروبنتوزی خلیج نایبند است و لذا انجام اقدامات اصلاحی می‌تواند از نابودی این اکوسیستم ارزشمند جلوگیری نماید.

واژگان کلیدی: خلیج نایبند، جوامع ماکروبنتیک، شاخص‌های اکولوژیک، آلودگی صنایع.

مقدمه

ماکروبنتوزها از زیستمندان بستر دریاها و اقیانوس‌ها بشمار می‌روند که طیف گسترده‌ای از بی‌مهرگان مانند پرتاران، نرم‌تنان و سخت‌پوستان را شامل می‌شوند. این موجودات کف زی دارای نقشی کلیدی در زنجیره غذایی دریاها می‌باشند (Gregory, 2007) و عمده‌ترین منبع غذایی آبزیان بشمار می‌روند به‌نحوی‌که هرگونه تغییر در محیط می‌تواند صدمات زیانباری به این اجتماعات وارد نماید (نبوی، ۱۳۷۷). بنتوزها همچنین در ساختار، تولید، دینامیک و سلامت محیطزیست دریایی، ترکیب و برگشت مواد آلی در بستر و نیز چرخش مجدد مواد مغزی به لایه‌های بالائی آب‌ها نقشی اساسی دارند (McIntyre and Eleftheriou, 2005).

رسوبات دریایی محل دفن نهائی انواع آلاینده‌های واردشده به محیطزیست دریا بشمار می‌روند. از آنجائی که ماکروبنتوزها در تماس مستقیم با رسوبات هستند و یا از درون آن‌ها تغذیه می‌کنند، لذا افزایش آلاینده‌ها در رسوبات به‌طور مستقیم بر روی ساختار اجتماعات آن‌ها تأثیر می‌گذارند (Fleeger *et al.*, 2003)؛ بنابراین می‌توان از تغییرات ایجادشده در ساختار اجتماعات این موجودات که ناشی از آلاینده‌های محیطی هستند به‌عنوان شاخص‌های زیستی برای تحلیل آلودگی محیطزیست استفاده نمود. از دیگر عوامل تأثیرگذار بر پراکنش و تنوع‌گونه‌ای ماکروبنتوزها

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

می‌توان به نوع بافت بستر، میزان شوری، دما، اکسیژن محلول، pH، میزان مواد آلی (TOM) و کل کربن آلی (TOC) موجود در رسوبات اشاره نمود.

طبق گزارش سازمان محیطزیست خلیج نایبند یکی از مناطق پنج‌گانه حساس سواحل ایران بوده و در میان این مناطق نیز از مهم‌ترین اکوسیستم‌های ساحلی بشمار می‌رود. به‌طورکلی خلیج نایبند دارای زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌های ویژه‌ای مانند رویشگاه‌های حرا بساتین و بیدخون، اکوسیستم‌های مرجانی و خوریات است. بررسی‌های مقدماتی نشان داده این اکوسیستم‌ها در ایران زیستگاه مناسبی برای نوزادان میگو می‌باشند. ارزیابی وضعیت زیستی جنگل‌های مانگرو عسلویه جهت تعیین مناطق تحت اثر و دارای ریسک اکولوژیک بالا در راستای شناسایی منشأ استرس در جهت بررسی راهکارهای کاهش و از بین بردن عوامل مخرب محیطزیست منطقه صورت می‌پذیرد. علاوه بر این، ارتقاء دانش ما در مورد اکوسیستم موردنظر کمک فراوانی در جهت اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی در راستای حفاظت از این گنجینه محیطی زیستی خواهد کرد.

منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس در حاشیه خلیج‌فارس و با مساحت ۴۶ هزار هکتار در استان بوشهر قرارگرفته است که خود مشتمل بر دو منطقه پارس جنوبی و پارس شمالی می‌باشد. مجاورت با تأسیسات نفت و گاز در منطقه عسلویه از دو جهت می‌تواند برای اکوسیستم‌های موجود در خلیج نایبند مخاطره‌آمیز بوده و تعادل اکولوژیک آن‌ها را برهم بزند؛ یکی به‌طور غیرمستقیم و به علت فعالیت‌های توسعه‌ای که در منطقه رخ می‌دهد، ازجمله ساخت‌وسازهای ساحلی و دیگری به‌طور مستقیم مانند تخلیه پساب و فاضلاب صنایع مستقر، خروج آب‌های خنک‌کننده تأسیسات و نیز احتمال نشت نفت، گاز و مشتقات آن‌ها به داخل آب‌های منطقه (کرمی خانیکی، ۱۳۸۳). پارک ملی دریایی نایبند در حدود ۳۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان بوشهر قرارگرفته است و شامل: خلیج نایبند، منطقه نایبند و جنگل‌های حرا (مرزهای عسلویه، بساتین و هاله) می‌باشد.

سنجش و ارزیابی تغییرات در جوامع کف زی (اعم از دریایی و ساحلی) به مدت چندین دهه است که به‌طور وسیعی جهت شناسایی و پایش اثرات انسانی بر محیطزیست این حوزه‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد. امروزه مشخص‌شده است که آنالیز ساختار جوامع مذکور در ارزیابی مخاطرات محیط زیستی مربوط به انواع مختلف صنایع و آلاینده‌ها کاربرد مناسبی دارد (Gray and Elliott, 2009). این دامنه وسیع کاربرد تا حد زیادی به این دلیل است که موجودات کف زی تقریباً غیر متحرک هستند و اثرات آلاینده‌ها را به‌مرورزمان حفظ کرده و نشان می‌دهند و از همه مهم‌تر، نمونه‌برداری، شناسایی و شمارش این گروه از موجودات در مقایسه با سایر گروه‌ها از سهولت بیشتری برخوردار است. ازآنجایی‌که کف زیان نسبتاً بی‌حرکت هستند نمی‌توانند از شرایط وخیم درون ستون‌های آب و رسوب پرهیز کنند. همچنین جوامع کف زی به‌طورمعمول از گونه‌های مختلفی تشکیل‌شده‌اند که طیف گسترده‌ای از تحمل‌های فیزیولوژیکی برای استرس، حالت‌های تغذیه و فعل‌وانفعالات وابسته به تغذیه را نشان می‌دهد. ازاین‌رو بی‌مهرگان کف زی شاخص‌های زیستی مناسبی برای کیفیت محیطزیست در محیط‌های ساحلی هستند (Borja and Dauer, 2008). Salimi و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای تحت عنوان ترکیب، زیست‌توده و تولید ثانویه مجموعه بی‌مهرگان ماکروبنتیک در جنگل حرا در خلیج نایبند (خلیج‌فارس) درمجموع ۶۰ گونه ماکروبنتیک شناسایی نمود. گاستروپودها بیشتر زیست‌توده و تولید ثانویه را به خود اختصاص داده بودند. گاستروپودها و سخت‌پوستان (با گونه‌های بزرگ) گروه غالب بودند. به‌طورکلی نتایج نشان داد که فعالیت‌های انسانی، بر کاهش تراکم ماکروبنتوز و تولید ثانویه آن‌ها مؤثر است.Bogart و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای تحت عنوان ساختار و ترکیب جامعه ماکروبنتیک مرتبط با زیستگاه کم‌عمق گیاهان حرا دریایی در امتداد ساحل جنوبی دریای سرخ در عربستان سعودی، ۴۴۹۱ فرد را در ۱۸ گروه تاکسونومی شناسایی کردند که Polychaetes گروه غالب بودند و پس‌ازآن Pelecypods، Gammarids، Gastropods و Isopods قرار گرفتند. ضمناً غنای گونه در ایستگاه‌ها متفاوت نبود. همچنین تفاوت فراوانی ماکروبنتوزها با نوع رسوب و وجود و عدم وجود گیاهان دریایی مرتبط بود.Tavanaian و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای تحت عنوان تأثیر عوامل محیطی بر ویژگی‌های جوامع ماکروبنتیک در کف صخره‌های مرجانی جزیره لارک در خلیج‌فارس در دو ایستگاه مطالعاتی، نتیجه گرفتند تراکم ماکروبنتیک اختلاف معنی‌داری را بین فصول نشان می‌دهد، شاخص شانون–وینر از ۲٫۰۷ تا ۲٫۸۹ متغیر بود که نشانگر تنوع متوسطی در هر دو ایستگاه می‌باشد. حداکثر تنوع موجودات ماکروبنتیک در طول بهار مشاهده شد. همچنین تجزیه‌وتحلیل

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

PCA نشان داد که عوامل اصلی کنترل‌کننده محیطزیست تراکم ماکروبنتیک فسفات، اکسیژن محلول و کل مواد آلی می‌باشد. Pandiyarajan و همکاران (۲۰۲۱) فصلی بودن مجموعه‌های ماکروبنتیک و کیفیت محیط زیستی بزرگ‌ترین خور موسمی در طول ساحل غربی هند را بررسی نمودند. نتایج نشان داد بارندگی‌های موسمی، تغییرات آبشار کوچی، تغییرات رودخانه‌ای متعاقب آن و بالا رفتن کدورت، تأثیر نامطلوب عمیقی بر فراوانی، غنا و تنوع مجموعه‌های ماکروبنتیک داشته است. ضمناً وضعیت اکولوژیکی منطقه موردمطالعه ازنظر آلودگی کم تا متوسط ارزیابی شد. Craveiro و همکاران (۲۰۲۱) اثرات فوری نشت نفت بر روی جانوران ماکروبنتیک مرتبط با جلبک‌های دریایی بزرگ در سواحل برزیل را بررسی نمودند. نتایج نشان داد نشت نفت باعث تأثیر بر جوامع ماکروبنتیک Epifauna شده است (کاهش غنا و فراوانی گونه‌ها) درحالی‌که تعداد گونه‌های فرصت‌طلب افزایش نشان داده بودند. Guerra-García و همکاران (۲۰۲۱) کیفیت اکولوژیکی جزایر ایبریای جنوبی را مورد ارزیابی قراردادند. با تلفیق داده‌های بیولوژیکی و محیط زیستی، نتیجه گرفتند که متغیرهای محیطی، بیشترین ارتباط را با ماکروفونا داشتند. در این مطالعه وضعیت اکولوژیکی جزایر از ضعیف تا خوب طبقه‌بندی شد. Washburn و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای ساختار جامعه ماکروبنتیک را یک سال پس از حادثه انفجار Deepwater Horizon در خلیج مکزیک موردبررسی قراردادند. تنوع و غنای گونه‌ای در شعاع یک کیلومتری اطراف دهانه چاه بسیار پایین گزارش شد و تنوع کمتری نسبت به قبل در چندین ایستگاه مطالعاتی در ۲۹ کیلومتری جنوب غربی چاه مشاهده شد. سلیمی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه تحت عنوان بررسی سلامت زیستی جنگل‌های حرای خلیج نایبند با استفاده از ماکروبنتوزها، درمجموع ۲۰ تاکسون ماکروبنتوز از سه‌شاخه جانوری را شناسایی نمودند. دو گروه شکم پایان و دوکفه‌ای‌ها از شاخه نرم‌تنان به ترتیب با غالبیت گونه‌های Cingulata pirenella وGallus protapes ، ۴۸ درصد از جمعیت کل ماکروبنتوزها را تشکیل دادند. آنالیز واریانس دوطرفه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در فراوانی ماکروبنتوزها در بین فصول و در ترانسکت‌های مختلف بود. درمجموع همه گروه‌های بنتوزی مشاهده‌شده، بیشترین درصد گونه‌ها متعلق به شکم پایان با ۲۸ درصد و کمترین مربوط به گروه سخت‌پوستان عالی با ۱۲ درصد است. در این مطالعه بیشترین فراوانی گونه‌های ماکروبنتوز به ترتیب متعلق به شکم پایان با ۱۹ گونه، دوکفه‌ای‌ها با ۱۲ گونه، ناجور پایان با ۱۱ گونه، پر تاران با ۱۰ گونه و سخت‌پوستان عالی با ۱۰ گونه تعیین شد. مورکی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای پراکنش مکانی جمعیت روزنه داران کف زی را در خلیج نایبند و خور هاله، در طول یک دوره نمونه‌برداری از فروردین‌ماه ۱۳۹۰ لغایت فروردین‌ماه ۱۳۹۱ موردمطالعه قراردادند. نتایج نشان داد که ترکیب جمعیتی روزنه داران کف زی در شش ایستگاه موردبررسی تا حد قابل‌ملاحظه‌ای شبیه به هم بوده به‌گونه‌ای که اختلاف معنی‌داری در پراکنش گونه‌ها در شش ایستگاه مشاهده نشد. کامرانی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای اقدام به شناسایی دوکفه‌ای‌ها و شکم پایان سواحل بندرعباس نمودند. نتایج نشان از اختلاف در میزان فراوانی خانواده‌های مطالعه شده در بهار ۸۹ نسبت به سایر فصول موردمطالعه دارد. دشتی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبنتیک خور اسماعیلی ماهشهر از خوریات فرعی خور موسی در جنوب استان خوزستان را موردبررسی قرارداد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده درمجموع ایستگاه‌ها و فصول مختلف نمونه‌برداری ۴ رده از بی‌مهرگان کف زی شامل پر تاران، دوکفه‌ای‌ها، شکم پایان و سخت‌پوستان مشتمل بر ۴۴ گونه و ۱۱۰۱۹ عدد در منطقه شناسایی گردیدند. بیشترین تراکم موجودات کف زی در منطقه موردمطالعه متعلق به گروه پر تاران بوده و گروه‌های ماکروبنتوزی دوکفه‌ای‌ها، شکم پایان و سخت‌پوستان در رده‌های بعدی قرار گرفتند. در این مطالعه به بررسی تنوع، ترکیب، فراوانی و تراکم گونه‌ای جوامع ماکروبنتیک در ۲۰ ایستگاه مختلف از خلیج نایبند پرداخته‌شده است.

مواد و روش‌ها

پس از مطالعه پژوهش‌های صورت گرفته در منطقه نایبند و انجام یک گشت زمینی و دریایی از سواحل منطقه نسبت به شناسایی و ثبت اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌های مختلف اقدام شد. نمونه‌برداری در زمستان ۹۷ انجام گرفت. بر اساس داده‌های گردآوری‌شده، ۲۰ ایستگاه جهت

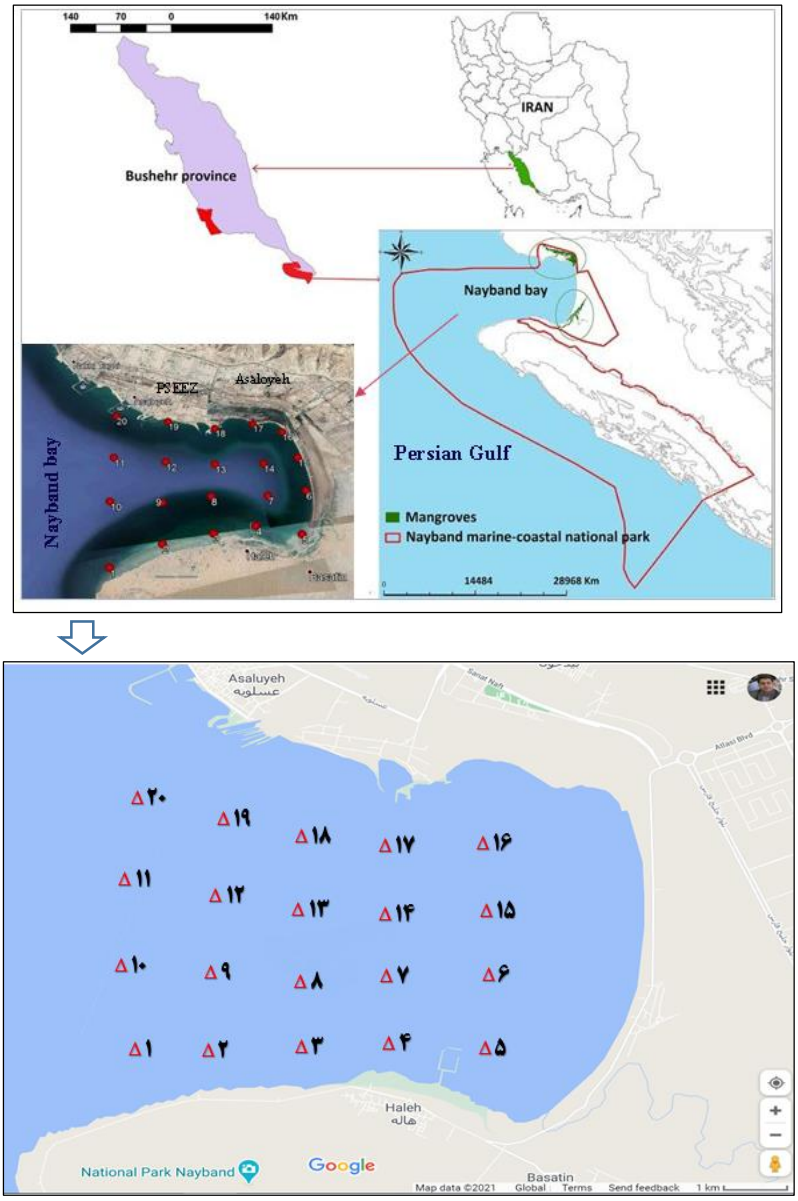
[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

نمونه‌برداری انتخاب شد. جدول ۱ مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها و شکل ۱ محل قرارگیری ایستگاه‌ها را در تصویر ماهواره‌ای نرم‌افزار Google Erath نشان می‌دهد. ایستگاه‌ها به‌گونه‌ای انتخاب شدند که معرف بخش‌های مختلف خلیج نایبند باشند. به‌عبارت‌دیگر ایستگاه‌های نزدیک به عسلویه و منطقه ویژه پارس جنوبی، ایستگاه‌های میانه خلیج نایبند (از دماغه خلیج تا ساحل جنگل حرا) و ایستگاه‌های مجاور بساتین و هاله در فواصل مشخص به‌گونه‌ای انتخاب شدند تا تحلیل جامعی از منطقه خلیج نایبند به دست آید.

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی (خلیج نایبند-۱۳۹۷).

شماره ایستگاه	مشخصه خاص	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	دماغه نایبند	۵۲°۳۵'۱,۱۸"E	۲۷°۲۳'۵۱,۸۴"N
۲	منطقه مرجانی	۵۲°۳۶'۲۲,۵۸"E	۲۷°۲۴'۱۴,۳۰"N
۳	منطقه مرجانی	۵۲°۳۷'۳۹,۹۴"E	۲۷°۲۴'۱۸,۶۱"N
۴	اسکله هاله: تردد قایق‌ها و لنج‌های صیادی	۵۲°۳۸'۴۴,۹۷"E	۲۷°۲۴'۲۱,۱۵"N
۵	ابتدای خور بساتین	۵۲°۳۹'۴۸,۲۰"E	۲۷°۲۳'۵۹,۱۸"N
۶	منطقه مانگرو	۵۲°۴۰'۱۸,۸۱"E	۲۷°۲۵'۴,۱۹"N
۷	–	۵۲°۳۹'۱۷,۷۱"E	۲۷°۲۵'۴,۱۵"N
۸	–	۵۲°۳۷'۵۱,۵۴۴"E	۲۷°۲۵'۱۵,۷۶"N
۹	–	۵۲°۳۶'۳۵,۰۴"E	۲۷°۲۵'۱۶,۹۴"N
۱۰	–	۵۲°۳۵'۱۶,۶۷"E	۲۷°۲۵'۲۹,۸۵"N
۱۱	–	۵۲°۳۵'۳۳,۹۴"E	۲۷°۲۶'۴۲,۵۶"N
۱۲	–	۵۲°۳۶'۵۴,۶۴"E	۲۷°۲۶'۲۳,۰۷"N
۱۳	–	۵۲°۳۸'۱۱,۲۴"E	۲۷°۲۶'۷,۹۰"N
۱۴	–	۵۲°۳۹'۲۸,۲۰"E	۲۷°۲۵'۵۸,۲۲"N
۱۵	منطقه مانگرو	۵۲°۴۰'۲۶,۰۵"E	۲۷°۲۵'۰,۵۶"N
۱۶	مانگرو بیدخون	۵۲°۴۰'۱۷,۰۵"E	۲۷°۲۶'۴۹,۴۸"N
۱۷	مانگرو بیدخون	۵۲°۳۹'۳۳,۴۴"E	۲۷°۲۷'۱۱,۳۵"N
۱۸	کانال فاضلاب شهری	۵۲°۳۸'۲۸,۵۷"E	۲۷°۲۷'۱۱,۸۵"N
۱۹	نزدیک به منطقه ویژه	۵۲°۳۷'۱۴,۱۰"E	۲۷°۲۷'۳۵,۹۸"N
۲۰	اسکله عسلویه: نزدیک‌ترین ایستگاه به پتروشیمی	۵۲°۳۵'۵۰,۲۳"E	۲۷°۲۷'۵۸,۷۲"N

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در تصویر ماهواره‌ای Google Earth (خلیج نایبند-۱۳۹۷).

عملیات نمونه‌برداری در اسفندماه ۱۳۹۷ و در طی یک روز انجام شد. موقعیت هر ایستگاه به‌وسیله دستگاه موقعیت‌یاب جهانی GPS کنترل گردید. برخی از متغیرها فیزیکی و شیمیایی آب دریا مانند دما، شوری، اکسیژن محلول و pH به‌طور هم‌زمان و با دستگاه مولتی متر HORIBA مدل U10 و با سه تکرار ثبت شد. نمونه‌برداری از رسوبات با استفاده از روش‌های استاندارد و به‌ویژه دستورالعمل اختصاصی کشورهای منطقه خلیج‌فارس (MOOPAM) انجام گرفت (Moopam, 1999). در این مطالعه درمجموع تعداد ۶۰ نمونه رسوبی به‌منظور جمع‌آوری و شناسایی ماکروبنتوزها توسط گرب ون وین با سطح مقطع ۰/۰۲۵ مترمربع از ۲۰ ایستگاه مطالعاتی برداشت شد. به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌های کف زیان (ماکروبنتوز) پس از برداشت رسوب، بلافاصله نمونه‌ها با استفاده از آب دریا و الک ۰/۰۵ میلی‌متر شستشو و فیلتر گردیدند. کف زیان زنده موجود در هر نمونه،

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

از رسوب جداسازی شده و بلافاصله در ظروف پلاستیکی حاوی فرمالین ۴ درصد بافر تثبیت‌شده و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. این نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و رنگ‌آمیزی با محلول ۱ گرم در لیتر رُز بنگال به مدت ۴۵ دقیقه مجدداً در الک ۰/۵ میلی‌متر شستشو و توسط اتانول نگهداری شدند. در ادامه با استفاده از میکروسکوپ و استریوسکوپ Nikon SMZ 1500 و کلیدهای شناسایی معتبر داخلی و خارجی، افراد جداسازی شده تا پایین‌ترین سطح آرایه شناختی ممکن شناسایی و هم‌زمان شمارش گردیدند و از گونه‌های شاخص ماکروبنتوزی با میکروسکوپ الکترونی (SEN) در دانشگاه تهران تصویربرداری شد. منابع و کلیدهای شناسایی مورداستفاده شامل: Atlas of the Persian Gulf (Washburn *et al.*, 2017) Mollusks، Seashells of Eastern Arabia (Moopam, 1999) و Guide to Shells (Hosseinzadeh Sahafi *et al.*, 2001) بود. در مرحله آنالیز آماری، جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov–Smirnov با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید و نرمال نبودن توزیع داده‌ها با استفاده از روش تبدیل لگاریتمی (log X+1) برای داده‌های محیطی و ریشه دوم و یا ریشه چهارم برای داده‌های زیستی برطرف شد. به‌منظور بررسی اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها، از آزمون نرمال ANOVA و به‌منظور تعیین اختلاف بین گروه‌ها، از پس‌آزمون Tukey استفاده گردید. در مورد مقایساتی که بین دو فاکتور انجام می‌شد از آزمون T-Test و از ضریب همبستگی پیرسون، برای تعیین رابطه درونی بین پارامترها استفاده شد. همچنین از آزمون‌های چند متغیره مانند خوشه‌بندی سلسله مراتبی، تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تجزیه‌وتحلیل همبستگی کانونی (CCA) استفاده شد. برای رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel-2010 و به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS-22، Primer-6 و Biodiversity pro-2 استفاده شد.

نتایج

بر اساس یافته‌های پژوهش، درمجموع ۴۹ تاکسون (جنس و گونه) مختلف از ۳۹ خانواده و ۸ رده مختلف ماکروبنتوزها شناسایی شد. رده کرم‌های پر تار (Polychaeta) با ۲۳ تاکسون بیشترین تنوع را نشان دادند و بعد از آن‌ها سخت‌پوستان و رده مالاکوسترا (Malacostraca) با ۱۲ تاکسون، دوکفه‌ای‌ها (Bivalvia) با ۶ تاکسون، شکم پایان (Gastropoda) با ۵ تاکسون و سایر گروه‌ها (خارداران، خیار سانان و حشرات) هرکدام ۱ تاکسون در ترکیب جمعیتی ماکروبنتوزهای منطقه مطالعاتی مشاهده شدند. جدول ۲ رده‌بندی گونه / جنس‌های شناسایی‌شده و شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب درصد حضور رده‌های مختلف ماکروبنتوزی را در کل منطقه مطالعاتی و نیز به تفکیک ایستگاه‌ها نشان می‌دهند.

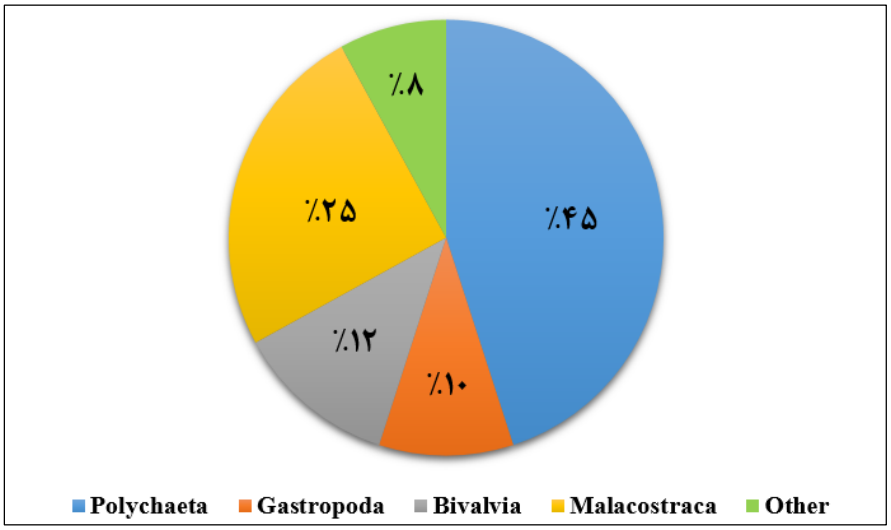
جدول ۲: رده‌بندی تاکسون‌های شناسایی‌شده (خلیج نایبند – ۱۳۹۷).

	Phylum	Class	Family	Genus/Species
۱	Annelida	Polychaeta	Aphroditidae	*Lepidonotus carinulatus*
۲	Annelida	Polychaeta	Capitellidae	*Capitella capitata*
۳	Annelida	Polychaeta	Cirratulidae	*Cirratulus cirratus*
۴	Annelida	Polychaeta	Cirratulidae	*Tharyx sp.*
۵	Annelida	Polychaeta	Glyceridae	*Glycera alba*
۶	Annelida	Polychaeta	Glyceridae	*Glycera convoluta*
۷	Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys cirrosa*
۸	Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys dibranchis*
۹	Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys sp.*
۱۰	Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Jasmineria sp.*
۱۱	Annelida	Polychaeta	Serpulidae	*Hydroides sp.*

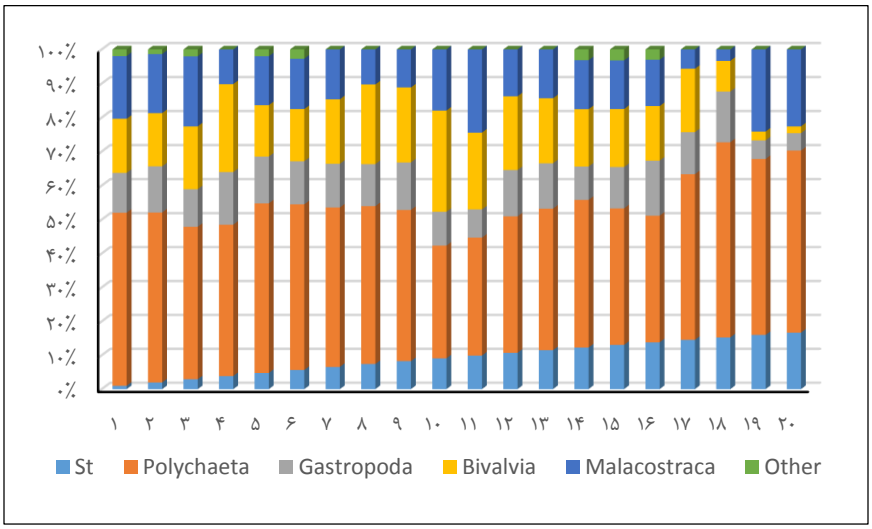
[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

	Phylum	Class	Family	Genus/Species
۱۲	Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Prionospio pinnata Ehlers*
۱۳	Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Prionospio polybranchiata*
۱۴	Annelida	Polychaeta	Syllidae	*Syllis sp.*
۱۵	Annelida	Polychaeta	Flabelligeridae	*Flabelligera sp.*
۱۶	Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Petaloproctus sp.*
۱۷	Annelida	Polychaeta	Nereididae	*Hediste diversicolor*
۱۸	Annelida	Polychaeta	Nereididae	*Perinereis sp.*
۱۹	Annelida	Polychaeta	Oweniidae	*Owenia fusiformis*
۲۰	Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Scolelepis sp.*
۲۱	Annelida	Polychaeta	Sternaspidae	*Sternaspis sp.*
۲۲	Annelida	Polychaeta	Nereididae	*Perinereis cultrifera*
۲۳	Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Terebella sp.*
۲۴	Mollusca	Gastropoda	Hydrobiidae	*Hydrobia ulvae*
۲۵	Mollusca	Gastropoda	Potamididae	*Cerithidea cingulata*
۲۶	Mollusca	Gastropoda	Obtortionidae	*Finella sp.*
۲۷	Mollusca	Gastropoda	Olividae	*Ancilla sp.*
۲۸	Mollusca	Gastropoda	Onchidiidae	*Phasionella solida*
۲۹	Mollusca	Bivalvia	Veneridae	*Paphia gallus*
۳۰	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	*Septifer bilocularis*
۳۱	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	*Mytilus sp.*
۳۲	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	*Callista multiradiata*
۳۳	Mollusca	Bivalve	Veneridae	*Marcia opima*
۳۴	Mollusca	Bivalve	Solenidae	*Solen sp.*
۳۵	Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	*Ampelisca sp.*
۳۶	Arthropoda	Malacostraca	Liljeborgiidae	*Liljeborgia sp.*
۳۷	Arthropoda	Malacostraca	Xanthidae	*Actaea sp.*
۳۸	Arthropoda	Malacostraca	Ocypodidae	*Uca sindensis*
۳۹	Arthropoda	Malacostraca	Anthuridae	*Apanthuras sp.*
۴۰	Arthropoda	Malacostraca	Bodotriidae	*Cyclaspis sp.*
۴۱	Arthropoda	Malacostraca	Bodotriidae	*Eocuma sp.*
۴۲	Arthropoda	Malacostraca	Paguridae	*Gonodactylus sp.*
۴۳	Arthropoda	Malacostraca	Talitridae	*Diogenes sp.*
۴۴	Arthropoda	Malacostraca	Gonodactylidae	*Orchestia sp.*
۴۵	Arthropoda	Malacostraca	Gonodactylidae	*Gonodactylus sp.*
۴۶	Arthropoda	Malacostraca	Ocypodidae	*Macrophthalmus pectinipes*
۴۷	Echinodermata	Holothuroidea	Holothuriidae	*Holothuria sp.*
۴۸	Echinodermata	Echiura	Echinoidea	*Echinoidea sp.*
۴۹	Arthropoda	Insecta	Insecta	*Insect Larve 1*

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]



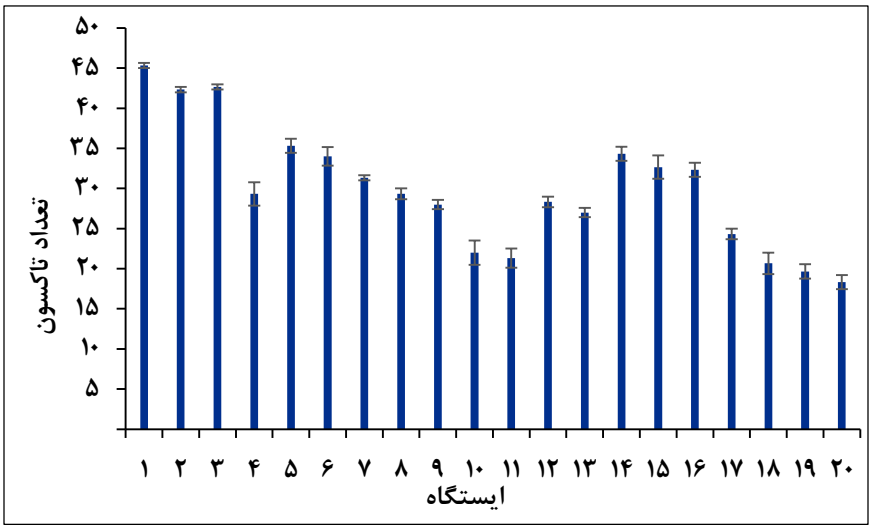
شکل ۲: درصد حضور رده‌های مختلف ماکرو بنتوزی در منطقه مطالعاتی (خلیج نایبند-۱۳۹۷).



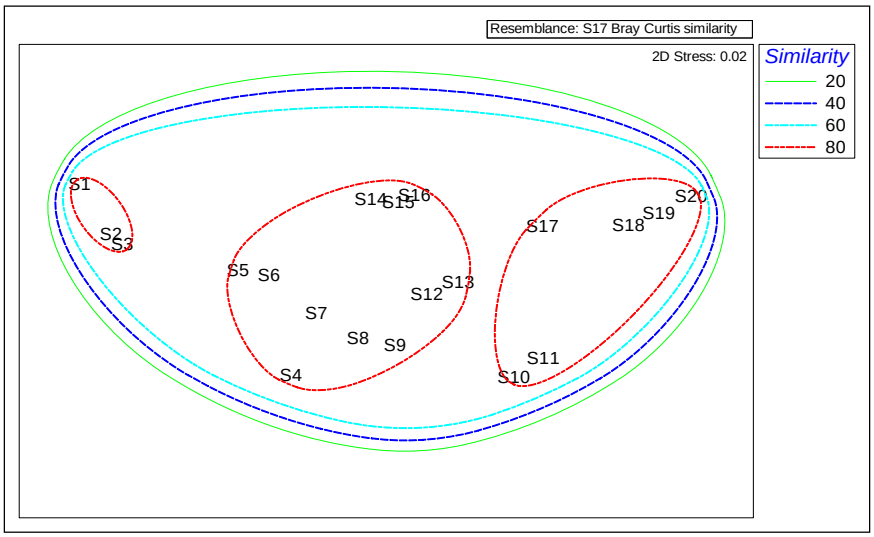
شکل ۳: درصد حضور رده‌های مختلف ماکروبنتوزی در هر ایستگاه (خلیج نایبند-۱۳۹۷).

همچنین بیشترین تعداد تاکسون در ایستگاه شماره ۱ (۴۵ تاکسون) و کمترین تعداد با ۱۸ تاکسون در ایستگاه شماره ۲۰ مشاهده شد. میانگین تعداد تاکسون‌ها در هر ایستگاه ۱/۷۳± ۲۹/۹۳ بود. شکل ۴ تعداد تاکسون‌ها را به تفکیک هر ایستگاه، شکل ۵ گروه‌بندی شکل‌گرفته در اثر تعداد تاکسون را در هر ایستگاه و شکل ۶ گروه‌بندی شکل‌گرفته در اثر حضور یا عدم حضور گونه‌ها را بر اساس نمودار مقیاس‌گذاری چندبعدی (MDS) نشان می‌دهد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

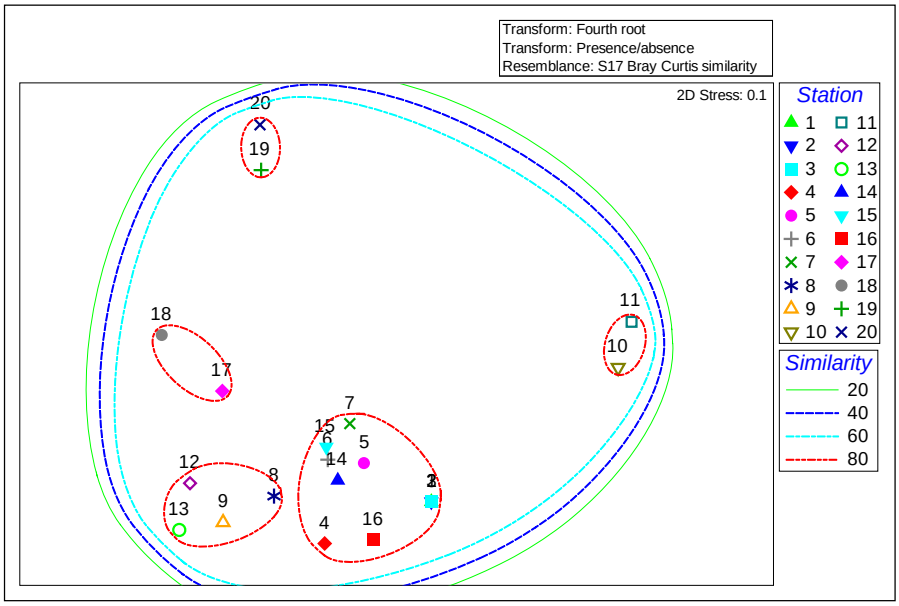


شکل ۴: میانگین تعداد تاکسون‌های مشاهده‌شده در هر ایستگاه (P<۰/۰۱) -(خلیج نایبند – ۱۳۹۷).



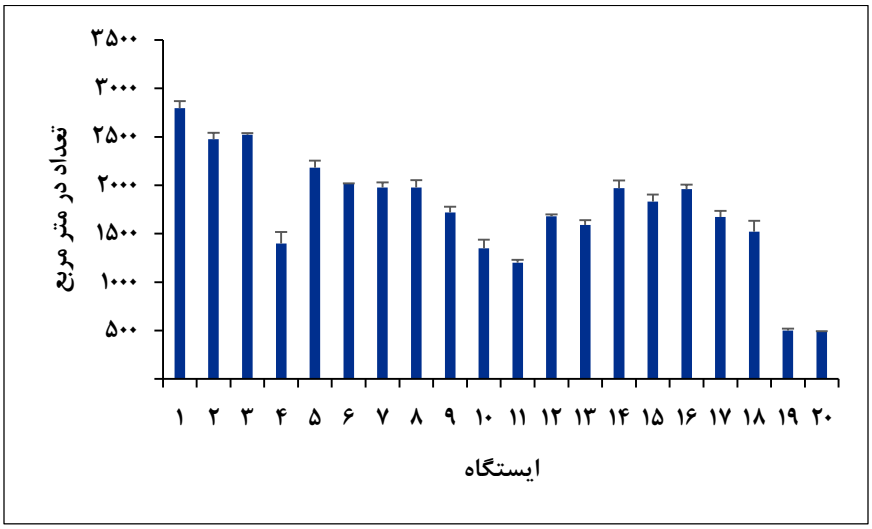
شکل ۵: نمودار MDS و گروه‌بندی ایستگاه‌ها بر اساس تعداد تاکسون (خلیج نایبند – ۱۳۹۷).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]



شکل ۶: نمودار MDS و گروه‌بندی ایستگاه‌ها بر اساس حضور و عدم حضور گونه‌ها (خلیج نایبند – ۱۳۹۷).

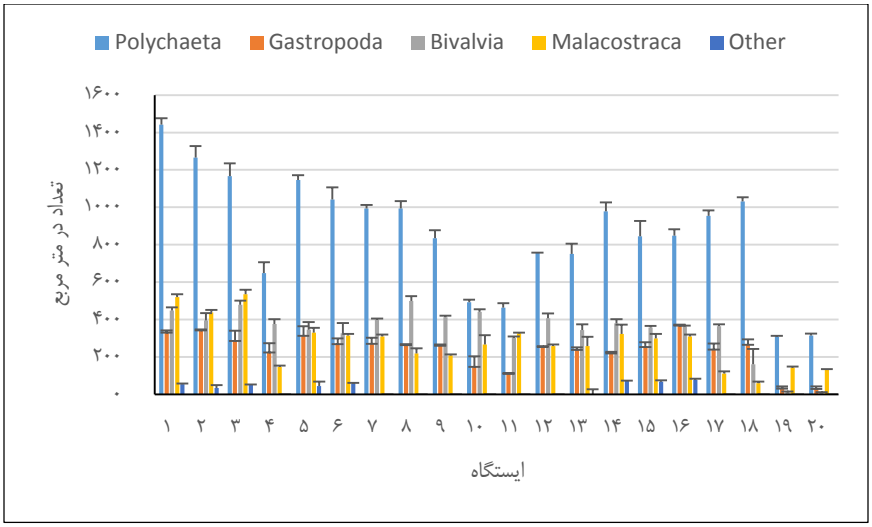
در این مطالعه درمجموع ۲۰ ایستگاه نمونه‌برداری با ۳ تکرار برای هر ایستگاه (جمعاً ۶۰ نمونه رسوب)، ۳۴۸۲۵ عدد ماکروبنتوز جداسازی شد. نتایج فراوانی و تراکم گونه‌ای نشان داد میانگین تعداد ماکروبنتوزها در منطقه مطالعاتی برابر با ۱۳۰/۷۷ ± ۱۷۴۱ فرد در مترمربع ثبت شد و بیشینه و کمینه تراکم ماکروبنتوز در میان ایستگاه‌های موردسنجش به ترتیب در ایستگاه شماره ۱ با میانگین ۷۰/۲۰± ۲۷۹۸ و ایستگاه شماره ۲۰ با ۲/۶۴ ± ۴۸۹/۷ فرد در مترمربع گزارش شد. آنالیزهای آماری بیانگر اختلاف معنی‌داری در تراکم ماکروبنتوزها در میان ایستگاه‌های مختلف است (P<۰/۰۵). شکل ۷ تراکم ماکروبنتوزها را در هر یک از ایستگاه‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۷: تراکم مجموع ماکروبنتوزها به تفکیک ایستگاه (P<۰/۰۵) –(خلیج نایبند – ۱۳۹۷).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

همچنین شاخص‌های فراوانی و تراکم به تفکیک سطوح مختلف تاکسونومیک ماکروبنتوزها نیز موردمحاسبه قرار گرفت. بر این اساس در سطح جنس/گونه بیشترین فراوانی و تراکم با میانگین ۲۴۷/۴۶ فرد در هر مترمربع متعلق به گونه کرم پر تار *Capitella capitata* بود. در سطح تاکسونومیک رده (Class) نیز درمجموع تمامی ایستگاه‌ها پر تاران با میانگین ۸۶۸ فرد در مترمربع بیشترین تراکم را نشان دادند. همچنین تراکم رده‌های مختلف به تفکیک ایستگاه در شکل ۸ و پراکنش مکانی این رده‌ها (بر اساس داده‌های فراوانی) در شکل ۹ نشان داده‌شده است. به‌علاوه با استفاده از داده‌های فراوانی هر یک از ایستگاه‌ها و با استفاده از شاخص شباهت بری-کورتیس اقدام به گروه‌بندی ایستگاه‌های مطالعاتی شد. مطابق شکل ۱۰ در سطح شباهت ۸۰ درصد می‌توان ایستگاه‌های بیست‌گانه مطالعاتی را به ۷ گروه تقسیم نمود.

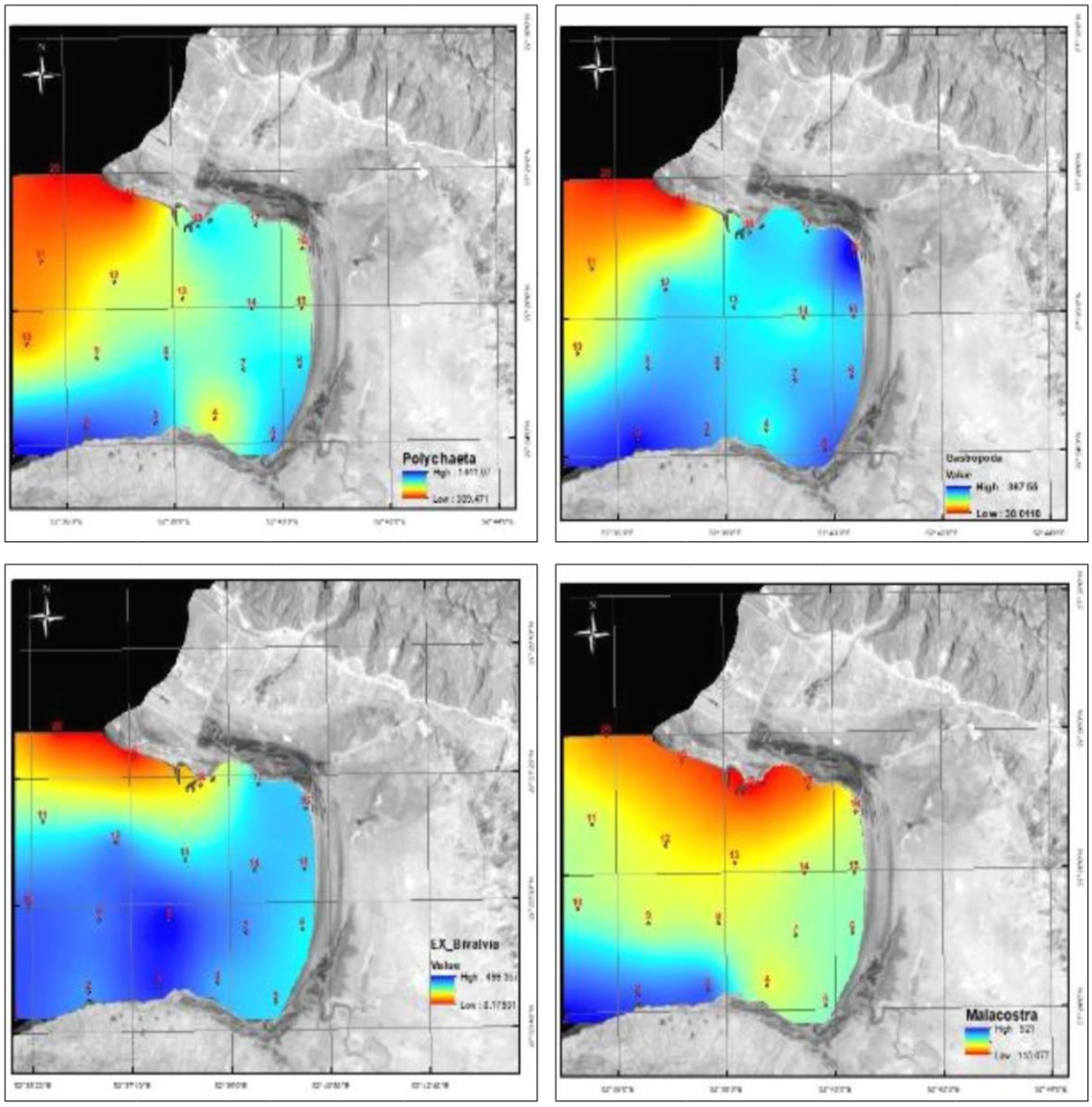


شکل ۸: تراکم رده‌های مختلف ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مطالعاتی-(خلیج نایبند – ۱۳۹۷).

پر تاران Polycheata (■) شکم پایان Gastropoda (■)

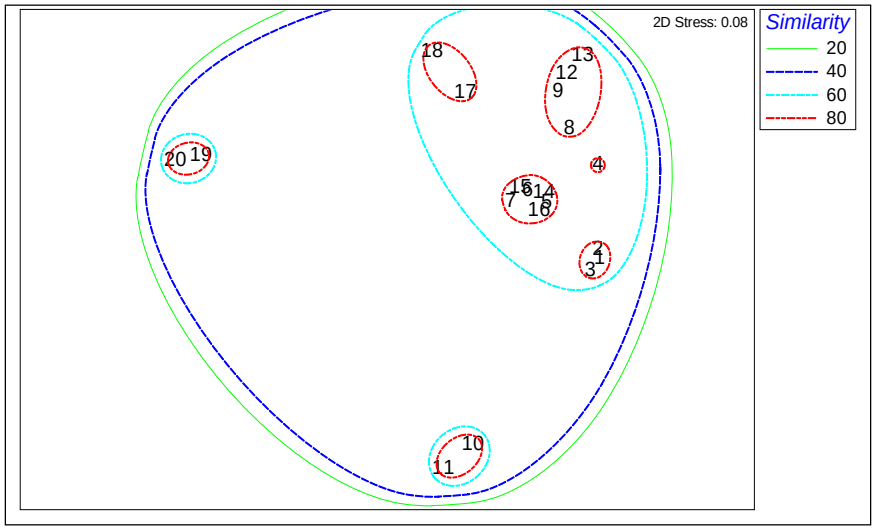
دوکفه‌ای‌ها Bivalvea (■) مالاکوسترا Malacustraca (■)

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]



شکل ۹: پراکنش مکانی پر تاران (A) شکم پایان (B) دوکفه‌ای‌ها (C) و مالاکوسترا (D)-(خلیج نایبند – ۱۳۹۷).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]



شکل ۱۰: نمودار MDS، گروه‌بندی ایستگاه‌ها بر اساس فراوانی گونه‌ها و شاخص شباهت بری-کورتیس (خلیج نایبند – ۱۳۹۷).

بحث و نتیجه‌گیری

نقش بی‌مهرگان کف زی در انتقال انـرژی در اکوسیستم‌های آبـی از اهمیـت ویژه‌ای برخوردار بوده و مطالعه جوامع بنتوزی معیار مناسبی برای ارزیابی اکولوژیک یک اکوسیستم آبی است. جوامع کف زی نسبتاً آهسته به تغییرات فاکتورهای محیطی در اکوسیستم پاسخ می‌دهند، بنابراین راهنمای خوبی برای ردیابی تغییرات در یک اکوسیستم در طی دوره‌های طولانی‌مدت می‌باشند. در این مطالعه درمجموع ۲۰ ایستگاه نمونه‌برداری، ۳۴۸۲۵ عدد ماکروبنتوز جداسازی و شناسایی شد. میانگین تعداد ماکروبنتوزها در منطقه مطالعاتی برابر با ۱۳۰/۷۷ ± ۱۷۴۱ فرد در مترمربع ثبت شد. فاصله زیاد بین حداکثر و حداقل تراکم مشاهده‌شده نشان از اختلاف زیاد بین ایستگاه‌ها داشت که این موضوع با آزمون ANOVA یک‌طرفه مورد تأیید قرار گرفت و پس‌آزمون Tukey نیز میزان اختلاف بین گروه‌ها را مشخص نمود. به‌طور مشخص ایستگاه‌های نزدیک به منطقه عسلویه (ایستگاه ۱۹ و ۲۰) و به‌عبارت‌دیگر ایستگاه‌هایی که میزان بالاتری از آلاینده‌ها را داشتند از سایر ایستگاه‌ها جداشده بودند. این جداشدگی در نمودار MDS (شکل ۱۰) به‌خوبی نمایش داده شد.

معنی‌دار بودن اختلاف پارامترهای بیولوژیک (فراوانی و ترکیب گونه‌ای) میان ایستگاه‌های مختلف نشان از اختلاف در ساختار اجتماعات ماکروبنتوزی در بین آن‌هاست. این تفاوت در مطالعات دیگری نیز به‌نوعی منعکس‌شده است. نوری نژاد (۱۳۹۱) که تنوع، فراوانی، پراکنش و تولید ثانویه ماکروبنتوزهای منطقه جزر و مدی و زیر جزر و مدی استان بوشهر را در رساله دکتری خود در سال ۱۳۹۱ مطالعه کرده نتایج متفاوتی را منتشر نمود. او در طی تحقیق خود از سه عمق مختلف (صفر، ۵ و ۱۰ متر) اقدام به نمونه‌برداری و درمجموع ۵۶۱۱ قطعه ماکروبنتوز جمع‌آوری کرد. نزدیک به ۴۶ درصد فراوانی‌ها متعلق به عمق ۵ متری بودند و منطقه ساحلی تنها ۱۳ درصد فراوانی‌ها را شامل شد. در چرایی تفاوت میان میزان فراوانی‌ها می‌توان به محدوده مطالعاتی اشاره نمود، هرچند یکی از ایستگاه‌های مطالعاتی نوری نژاد (۱۳۹۱) منطقه عسلویه بود اما دیگر ایستگاه‌ها شامل گناوه، فراکه، شیف، بندرگاه و رستمی ازنظر نوع بافت بستر ترکیب متفاوتی داشتند و این می‌تواند از دلایل تفاوت در میزان فراوانی‌ها باشد. بااین‌وجود نوری نژاد (۱۳۹۱) کمترین میزان تراکم سالانه ماکروبنتوزها در طول سواحل استان بوشهر را در عسلویه (۶۶۳/۸۵ فرد) گزارش می‌کند و آن را ناشی از اثرات منفی آلودگی‌های صنایع مستقر در منطقه پارس جنوبی می‌داند و بیشترین تراکم را هم در ایستگاه فراکه

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

(۱۶۰۹ فرد) و بعدازآن در گناوه در شمال استان بوشهر ثبت می‌کند؛ اما Farsi و همکاران (۲۰۱۵) نتایج کاملاً متفاوتی را منتشر نمودند. او در طول یک‌فصل نمونه‌برداری (زمستان) به بررسی اثرات شرایط محیطی بر روی پراکنش ماکروبنتوزهای سواحل استان بوشهر (عسلویه، رستمی، بندرگاه، شیف، فراکه و گناوه) پرداخت. مطابق نتایجِ این مطالعه، به‌طور میانگین ۱۹۱۰ عدد ماکروبنتوز در هر مترمربع از سواحل بوشهر حضور دارد؛ اما نکته قابل‌توجه این است که برخلاف نوری نژاد (۱۳۹۱) فراوانی (تراکم) ماکروبنتوزها در عسلویه (۲۶۰۳ فرد) بعد از بندر رستمی (۲۸۸۰ فرد) بیشترین میزان را در کل سواحل بوشهر دارد و کمترین تراکم ماکروفونا در گناوه (۱۳۴۰ فرد) گزارش گردید.

سلیمی (۱۳۹۸) در رساله دکتری خود با عنوان تعیین تولیدات اولیه و ثانویه اجتماعات ساکن جنگل‌های مانگرو خلیج نایبند و پایش سلامت اکولوژیک، حداکثر تراکم ماکروبنتوزها در جنگل‌های حرا نایبند را به ترتیب با میزان عددی ۵۵۸۵ و ۵۳۶۲ عدد در مترمربع در دو فصل تابستان و زمستان گزارش نمود. فصل تابستان با دو فصل پاییز و بهار تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). حداقل تراکم ماکروبنتوزها در فصل بهار با میزان ۱۹۵۸ عدد در مترمربع مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با سایر فصول نشان داد. درمجموع، حداقل تراکم ماکروبنتوزها در طول دوره نمونه‌برداری در فصول پاییز و بهار دیده شد. این نتیجه برخلاف مطالعه Hamzavi و همکاران (۲۰۱۲) درخور بساتین بود که بیان داشت بیشترین فراوانی (۷۵۳۶ فرد در مترمربع معادل ۳۸ درصد کل فراوانی) متعلق به پاییز بوده است. بالاترین تراکم ماکروبنتوزها در فصل زمستان است و در فصل گرم این تراکم کاهش می‌یابد. دمای پایین‌تر و ثبات شرایط محیطی رژیم‌های گرمسیری علت افزایش تراکم ماکروبنتوزها در فصل سرد است. در مقابل، کاهش تولیدمثل یک نتیجه دمای بالا است که سبب کاهش تراکم ماکروبنتوزها در فصل گرم می‌شود (Saravanakumar *et al.*, 2007).

در مورد ترکیب گونه‌ای، در پژوهش حاضر درمجموع ۴۹ تاکسون (جنس و گونه) مختلف از ۳۹ خانواده و ۸ رده مختلف ماکروبنتوزها شناسایی شد. رده کرم‌های پر تار با ۲۳ تاکسون بیشترین تنوع را نشان دادند و بعد از آن‌ها سخت‌پوستان و رده Malacostraca با ۱۲ تاکسون، دوکفه‌ای‌ها با ۶ تاکسون، شکم پایان با ۵ تاکسون و سایر گروه‌ها (خارداران، خیار سانان و حشرات) هرکدام ۱ تاکسون در ترکیب جمعیتی ماکروبنتوزهای منطقه مطالعاتی مشاهده شدند. در مورد تعداد تاکسون‌های مشاهده‌شده در هر ایستگاه نیز تفاوت‌های معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) در میان ایستگاه‌ها مشاهده شد. در اینجا نیز ایستگاه‌های مجاور با منطقه عسلویه (۱۰، ۱۱، ۱۸، ۱۹ و ۲۰) با تشکیل گروه جداگانه، کمترین تعداد تاکسون را در خود جای‌داده بودند.

در مطالعه حاضر فراوانی هر یک از رده‌های اصلی (پر تاران، شکم پایان، دوکفه‌ای‌ها و سخت‌پوستان) شناسایی‌شده نیز به‌صورت مجزا موردمحاسبه و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. ایستگاه‌های مطالعاتی در مورد فراوانی این گروه‌ها نیز اختلافات معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) خود را نشان دادند و گروه‌بندی‌های شکل‌گرفته در مباحث قبل در اینجا نیز با اندکی تفاوت ایجاد شدند. از مهم‌ترین ویژگی‌های نتایج این بخش درصد بالای فراوانی پر تاران بود به‌نحوی‌که بیش از نیمی (۵۰/۳۱ درصد) از گونه‌های شمارش‌شده متعلق به این رده بود. مهم‌ترین عامل در افزایش درصد فراوانی گروه‌های پر تاران در کل این مطالعه نسبت به کارهای مشابه قبلی، وجود ایستگاه‌های نزدیک به منطقه عسلویه بوده است به‌نحوی‌که توانسته با کاهش درصد سایر گروه‌ها و افزایش فراوانی پر تاران سهم این گروه را در کل بالا ببرد. درصد فراوانی پر تاران در ایستگاه دور از عسلویه ۴۷ درصد و در ۳ ایستگاه نزدیک عسلویه ۶۴/۶۱ درصد بود. در مورد افزایش سهم پر تاران در ترکیب گونه‌ای نیز احتمالاً این دلیل می‌تواند منطقی باشد که در بیشتر مطالعات انجام‌شده به دلیل مشکل بودن شناسایی پر تاران، اغلب نمونه‌های پر تار به‌عنوان یک‌گونه در نظر گرفته می‌شوند لذا درصد گونه‌های پر تار کاهش می‌یابد درحالی‌که در همان مطالعات فراوانی پر تاران اغلب بالاتر است.

در مطالعه حاضر با استفاده از منابع مختلف و ارسال نمونه‌ها و یا تصاویر مربوط به کرم‌های پر تار برای متخصصین تا حد امکان نسبت به شناسایی در سطح گونه و یا جنس اقدام شد. برای مقایسه ترکیب گونه‌ای می‌توان به مطالعات Kamalifar و همکاران (۲۰۱۶) بر روی جوامع ماکروبنتوزی خور بیدخون (مجاور منطقه مطالعاتی) اشاره داشت او نیز بیشترین تعداد گونه را در میان پر تاران شناسایی نمود. Kamalifar و همکاران (۲۰۱۶)

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

درمجموع از رویشگاه حرا بیدخون درمجموع ۳۵ گونه از درشت کف زیان جانوری (ماکروفونا) متعلق به ۲۷ خانواده از ۲۰ راسته و هفت رده تاکسونومیک شناسایی کرد، پلی کیت‌ها ده گونه، شکم پایان نه گونه، سخت‌پوستان هشت گونه، حشرات چهار گونه، دوکفه‌ای‌ها دو گونه، توربلاریا یک‌گونه و فاسکولوزوماتیدا یک‌گونه، ترکیب گونه‌ای نتایج او را تشکیل می‌دادند. در توجیه تفاوت میان نتایج، می‌توان به نمونه‌برداری به‌صورت فصلی و منطقه محدود مطالعاتی در پژوهش Kamalifar اشاره نمود. او بیان می‌کند باوجود تغییرات جزئی در تعداد گونه‌های فصول مختلف، ترکیب آن‌ها دچار تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای بود. این موضوع به اهمیت مطالعه کف زیان در بازه‌های زمانی کوچک‌تر (حتی ماهانه) اشاره دارد که از دلایل آن می‌توان به طول زندگی کوتاه‌مدت آن‌ها و اثرپذیری شدید گونه‌های حساس به تغییرات محیطی اشاره نمود.

نوری نژاد (۲۰۱۲) نیز در سواحل بین جزر و مدی استان بوشهر توانست ۸ شاخه جانوری شامل کرم‌های حلقوی، بندپایان، نرم‌تنان، ایکیورها، نماتودها، خارتنان، نمرتینا و کرم‌های پهن را جمع‌آوری و جداسازی کند. در این میان راسته پر تاران (پلی کیت‌ها) با ۲۷ خانواده و ۳۱ جنس از شاخه کرم‌های حلقوی بیش از ۷۴ درصد از تعداد کل نمونه‌ها را در هر سه‌طبقه عمقی تشکیل می‌دادند. به دنبال پلی کیت‌ها، بندپایان، نرم‌تنان و خارتنان به ترتیب با ۱۶/۱، ۲/۸ و ۱/۲۹ درصد و بقیه گروه‌ها درمجموع کمتر از ۵/۸۱ درصد از تعداد کل نمونه‌ها را شامل می‌شدند. ترکیب فراوانی گونه‌ای پژوهش Farsi و همکاران (۲۰۱۵) نیز در ایستگاه عسلویه شامل ۴۹ درصد نرم‌تنان، ۲۳ درصد پر تاران و ۲۲ درصد سخت‌پوستان بود. در مطالعه حاضر بیشترین فراوانی گونه‌های ماکروبنتوز به ترتیب متعلق به شکم پایان (۱۷گونه)، دوکفه‌ای‌ها (۱۲گونه)، ناجور پایان (۱۱گونه)، پر تاران (۱۰گونه) و سخت‌پوستان عالی (۱۰گونه) بودند (Farsi *et al.*, 2015). در پژوهش سلیمی (۱۳۹۸)، درمجموع همه گروه‌های بنتوزی مشاهده‌شده، بیشترین درصد گونه‌ها متعلق به شکم پایان با ۲۸ درصد و کمترین مربوط به گروه سخت‌پوستان عالی با ۱۶ درصد است. در مطالعات مشابه خارجی نیز Ochieng و همکاران (۲۰۲۱) در شرق اوگاندا به دلیل ورود پساب‌های ورودی به حوزه آبی Aturukuku شاخص تنوع شانون– وینر، غنای گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ها را پائین ارزیابی نمودند. همچنین Yanbin و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی پاسخ جوامع ماکروبنتیک در خلیج دالیان چین به این نتیجه رسیدند که تخریب جوامع ماکروبنتیک تحت تأثیر انفجار خط لوله نفت خام پس از گذشت شش سال از حادثه مذکور بازسازی نشده بود و این جوامع همچنان تحت تأثیر استرس محیطی قرار داشتند. Rehitha و همکاران (۲۰۲۱) نیز تأثیر فعالیت‌های اکتشاف نفت و گاز بر ساختار جامعه ماکروبنتیک حوضه کریشنا–گوداوری (ساحل رووا)، خلیج غربی بنگال را بررسی نمودند. نتایج، تأثیر منفی فعالیت‌های اکتشاف نفت و گاز بر جامعه ماکروبنتیک را نشان داد. سایت‌های چاه نفت، عامل غنی‌سازی (EF> 10) اکثر فلزات سنگین (مس، روی، سرب، کروم) با منشأ انسانی بود. جامعه ماکروبنتیک کاهش چشمگیری در زیست‌توده، تراکم و تنوع در اطراف سکوهای چاه نفت نشان داد. همچنین فراوانی Polychaetes به سمت سکوهای چاه نفت افزایش یافت درحالی‌که Cumacea در ایستگاه‌های ساحلی غالب بود. چگالی کمتر Ampelisca sp. در سکوهای چاه نفت و تراکم بیشتر در مکانه‌ای دور از چاه‌های نفت نشان‌دهنده آثار سوء فعالیت‌های اکتشافی بود. در مطالعه دیگری Llanos و همکاران (۲۰۲۰) تنوع عملکردی در جامعه ماکروبنتیک بین جزر و مدی در سواحل متأثر از فاضلاب جنوب غربی اقیانوس اطلس را بررسی نمودند. در این تحقیق اثر آلودگی فاضلاب در منطقه ساحلی جنوب غربی اقیانوس اطلس، با استفاده از تجزیه‌وتحلیل صفات بیولوژیکی (BTA) و شاخص‌های عملکردی مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد تغییراتی در ساختار عملکردی جوامع ماکروبنتیک بین محل خروج فاضلاب و محل‌های دورافتاده ایجادشده است. Vineetha و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود در خور کوچین در امتداد ساحل جنوب غربی هند نیز به این نتیجه رسیدند که پیامدهای سیل فاجعه‌بار بر کیفیت زیستگاه با کاهش قابل‌توجه مواد مغذی محلول و غلظت فلزات سنگین در آب خور، موجب فراوانی و تنوع بیشتر جامعه ماکروبنتیک شده است. Abrogueña و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی جوامع ماکروبنتیک در زیستگاه کم‌عمق علف دریایی و مانگرو در قسمت جنوبی عربستان سعودی و دریای سرخ نتیجه گرفتند که تفاوت فراوانی ماکروبنتیک‌ها با نوع رسوب و وجود یا عدم وجود علف دریایی مرتبط است.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

با توجه به نتایج تحقیقات متعدد داخلی و خارجی که نمونه‌هایی از آن ذکر شد جوامع ماکروبنتیک و شاخص‌های جمعیتی آن‌ها بشدت متأثر از وضعیت فاکتورهای محیط زیستی زیستگاه و آلاینده‌های محیطزیست دریایی می‌باشند. نظر به اینکه خلیج نایبند نیز در شمال خلیج‌فارس و در بلافصل منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس جنوبی، تحت تأثیر طرح‌های توسعه نفت، گاز و پتروشیمی قرار دارد، جوامع زیستی آن به‌ویژه جوامع بنتیک علاوه بر فاکتورهای طبیعی محیطزیست متأثر از آلاینده‌های احتمالی این صنایع می‌باشند لذا ایجاد بستری برای تحقیقات محیط زیستی بیشتر پیرامون آن در قالب طرح‌های پژوهشی برای اطلاع از تغییرات اکوسیستم و پیشگیری از زیان‌های وارده اجتناب‌ناپذیر است.

منابع

دشتی، س.، نظری پرچستان، س.، سبزقبایی، غ. و صبا، م. ص.، ۱۳۹۱. مطالعه ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبنتیک در خور اسماعیلی ماهشهر. اکو بیولوژی تالاب، ۳ (۱۲) صفحات؟.

سازمان منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس، http://www.pseez.ir.

سلیمی، ع.، ۱۳۹۸. تعیین تولیدات اولیه و ثانویه اجتماعت ساکن جنگل‌های مانگرو خلیج نایبند و پایش سلامت اکولوژیک. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، زیست‌شناسی دریا. پایان‌نامه مقطع دکتری، چند صفحه؟.

کامرانی، ا.، بهزادی، س. و هاشمی پور، ف.، ۱۳۹۲. بررسی تنوع و شناسایی دوکفه‌ای ها و شکم پایان سواحل شهر بندرعباس (خلیج‌فارس). *اقیانوس‌شناسی*، ۴ (۱۳): صفحات ۶۰-۵۳

کرمی خانیکی، ع.، ۱۳۸۳. سواحل ایران. انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران. صفحات ۲۵۷-۲۵۶.

مورکی، ن.، مقدسی، ب.، منوچهری، ح. و چنگیزی، ر.، ۱۳۹۵. سنجش غلظت فلزات سنگین و ارزیابی درجه آلودگی رسوبات خور هاله و خلیج نایبند و تأثیر آن بر اجتماعات روزنه داران کف زی. اکو بیولوژی تالاب، ۸(۲۹): صفحات ۴۸-۴۵.

نبوی، س. م. ب.، ۱۳۷۷. ارزیابی تأثیرگذاری انسان بر ساختار اجتماعات ماکروبنتیک خور موسی. همایش دریا، انسان، توسعه، مرکز ملی اقیانوس‌شناسی، تهران، ایران. چند صفحه؟

نوری نژاد، م.، ۱۳۹۱. تنوع، فراوانی، پراکنش و تولید ثانویه ماکروبنتوزهای منطقه جذر و مدی و زیر جذر و مدی استان بوشهر با تأکید بر شاخه کرم‌های حلقوی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. صفحات ۵۵-۵۰.

Abrogueña, J. B. R., Joydas, T. V., Pappathy, M., Cali, N. A., Alcaria, J. and Shoeb, M., 2021. Structure and composition of the macrobenthic community associated to shallow mangrove-seagrass habitat along the southern Red Sea coast, Saudi Arabia, The Egyptian Journal of Aquatic Research, 47: 61-66.

Borja, A. and Dauer, D. M., 2008. Assessing the environmental quality status in estuarine and coastal systems: comparing methodologies and indices. *Ecological indicators*, 8(4): 331-337.

Craveiro, N., Vinícius de Almeida Alves, R., Menezes da Silva, J., Vasconcelos, E., De Almeida Alves-Junior, F. and Souto Rosa Filho, J., 2021. Immediate effects of the 2019 oil spill on the macrobenthic fauna associated with macroalgae on the tropical coast of Brazil , *Marine Pollution Bulletin*.

Farsi, P., Seyfabadi, J., Owfi, F. and Aramli, M. S., 2015. Effect of environmental conditions on spatial distribution of macrobenthic community in the Bushehr Coasts of the Persian Gulf. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(4): 869-878.

Fleeger, J. W., Carman, K. R. and Nisbet, R. M., 2003. Indirect effects of contaminants in aquatic ecosystems. *Science of the total environment*, 317(1-3): 207-233.

Guerra-García, J. M., Navarro-Barranco, C., Ros, M., Sedano, F., Espinar, R., Fernández-Romero, A., Martínez-Laiz, G., Cuesta J. A., Giráldez I., Morales E., Florido M. and Moreira, J., 2021. Ecological quality assessement of marinas: An integrative approach combining biological and environmental data, *Journal of Environmental Management*, *286*.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

Gray, J. S. and Elliott, M., 2009. *Ecology of marine sediments: from science to management*. Oxford University Press.

Gregory, A., 2007. *Response of macrobenthic communties to oil spills along Goa coast*. Mumbai University, National Institute of Oceanography, Goa, India. MSc. Thesis.

Hamzavi, S., Kamrani, E., Salarzadeh, A. R. and Salarpouri, A., 2012. The study of seasonal changes of intertidal macrobenthoses in mangrove forests of Basatin Estuary of Nayband Gulf. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 2(7): 348-357.

Hosseinzadeh Sahafi, H., Daghooghi, B. and Rameshi, H., 2001. Persian Gulf Molluscs Atlas. *Iranian Fisheries Research Center*.

Abrogueña, J. B. R., Joydas, T. V., Pappathy, M., Cali, N. A., Alcaria, J. and Shoeb, M., 2021. Structure and composition of the macrobenthic community associated to shallow mangrove-seagrass habitat along the southern Red Sea coast, Saudi Arabia, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 47:61-66

Kamalifar, R., Aeinjamshid, K., Nurinejad, M., Dehghan-Mediseh, S. and Vazirizadeh, A., 2016. Ecological status assessment of Bidkhun mangrove swamp from Bushehr province, Persian Gulf, using macrofauna community structure. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 9(1): 8-19.

McIntyre, A. D. and Eleftheriou, A., 2005. *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Science.

Moopam, R., 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. *ROPME, Kuwait*, 1: 20.

Llanos, E. N., Saracho Bottero, M. A., Jaubet, M. L., Garaffo, G. V., Hines, E., Cuello, G. V. and Elías, R., 2020. Functional diversity in the intertidal macrobenthic community at sewage-affected shores from Southwestern Atlantic, Marine Pollution Bulletin, V.157.

Ochieng, H., Gandhi, Willy., Magezi, G., Okot-Okumu, J. and Odong, R., 2021. Diversity of benthic macroinvertebrates in anthropogenically disturbed Aturukuku River, Eastern Uganda, African Zoology, V.56, 85-103

Pandiyarajan, R. S., Jyothibabu, R., Arunpandi, N., Jagadeesan, L., Parthasarathi, S. and Vishnu, C., 2021. Seasonality of macrobenthic assemblages and the biotic environmental quality of the largest monsoonal estuary along the west coast of India. Estuaries and Coasts is the journal, https:// doi.org/10.1007/s11356-021-13144-w.

Rehitha, T. V., Madhu, N. V., Vipindas, P. V., Vineetha. G., Ullas, N., Muraleedharan, K. R. and Nair, M., 2021, Influence of oil and gas exploration activities on the macrobenthic community structure of the Krishna-Godavari basin (Ravva coast), Western Bay of Bengal, About the journal, Continental Shelf Research, V.224.

Saravanakumar, A., Sesh Serebiah, J., Thivakaran, G.A. and Rajkumar, M., 2007. Benthic macrofaunal assemblage in the arid zone mangroves of gulf of Kachchh-Gujarat. *Journal of Ocean University of China*, 6(3): 303–309.

Salimi, E., Skhaei, N., Nourinezhad, M., Savari, A. and Ghaemmaghami, S. N., 2021. Composition, biomass and secondary production of the macrobenthic invertebrate assemblage in a mangrove forest in Nayband Bay, Persian Gulf. *Regional Studies in Marine Science,Volume 42*.

Tavanayan S., Sharifian S., Kamrani E., Mortazavi M. S. and Behzadi S., 2021. Influence of environmental factors on the characteristics of macrobenthic communities in soft bottoms around coral reefs of Larak Island (Persian Gulf), Journal of Hydroécologie Appliquée, 21: 93-113.

Vineethaa, G., Kripa, V., Kusum, A., Komal Karati, K., Rehith. T. V., Vishal, C. R., Vineetha, V. and Manu, M., 2020, Impact of a catastrophic flood on the heavy metal pollution status and the concurrent responses of the bentho-pelagic community in a tropical monsoonal estuary, Marine Pollution Bulletin, V. 155.

Washburn, T. W., Reuscher, M. G., Montagna, P. A., Cooksey, C. and Hyland, J. L., 2017. Macrobenthic community structure in the deep Gulf of Mexico one year after the Deepwater Horizon blowout. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 127: 21–30.

Yanbin G., Yuxi, Y., Simon, T., Marco, B., Yu'an, L., Shuang, Tian., Jinqing, Ye., Hao, J. and Guize, L., 2021. Responses of the macrobenthic community to the Dalian Bay oil spill based on co-occurrence patterns and interaction networks, Marine Pollution Bulletin, V.171.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-08-24]