

## بررسی سلامت زیستی جنگل‌های حرای خلیج نایبند با استفاده از ماکروبتوزها

عصمت سلیمی<sup>۱\*</sup>، نسرین سخایی<sup>۲</sup>، محسن نوری‌نژاد<sup>۳</sup>، احمد سواری<sup>۴</sup>، سیدصدرالدین قائم‌مقامی<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی دکتری گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر. پست الکترونیکی: e\_salimi87@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر. پست الکترونیکی: nsakhaee@yahoo.com

۳- پژوهشکده میگو، موسسه ایرانی تحقیقات علوم شیلاتی، تحقیقات آبی‌پروری، سازمان توسعه و آموزش، بوشهر. پست الکترونیکی: m.noorinezhad@gmail.com

۴- استاد، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر. پست الکترونیکی: savari32@yahoo.com

۵- استادیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر. پست الکترونیکی: s\_sadra2003@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۲۴

\* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۳۰

### چکیده

هدف از این مطالعه بررسی سلامت زیستی اکوسیستم جنگل حرای خلیج نایبند توسط شاخص تنوع شانون و تعیین عوامل محیطی موثر بر توزیع و پراکنش اجتماعات ماکروبتوز این اکوسیستم است. نمونه‌برداری از ۶ ترانسکت و ۱۸ ایستگاه در منطقه بین جذرومدی انجام گرفت. برداشت از رسوبات جهت تعیین دانه‌بندی و بررسی موجودات توسط غرب و نوبین با سطح مقطع ۲۲۵ سانتیمترمربع، در چهار فصل (از بهار تا زمستان ۹۵) انجام گرفت. عوامل فیزیکی شیمیایی شامل دما، شوری، اکسیژن محلول، پی‌اچ، فسفات کل، نترات، کلروفیل a و کدروت ثبت شد. در طی این تحقیق در مجموع ۶۰ تاکسا ماکروبتوز از سه شاخه جانوری شناسایی گردید. دو گروه شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها از شاخه نرم‌تنان به ترتیب با غالبیت گونه‌های *Pirenella cingulata* و *Protapes gallus*، ۴۸٪ از جمعیت کل ماکروبتوزها را تشکیل دادند. آنالیز واریانس دوطرفه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در فراوانی ماکروبتوزها در بین فصول و در ترانسکت‌های مختلف است ( $P < 0.05$ ). حداکثر میانگین فراوانی کل ماکروبتوز در منطقه نمونه‌برداری دو فصل زمستان و تابستان به ترتیب با فراوانی ۵۳۶۱/۵۶ و ۵۵۸۴/۷۸ عدد در مترمربع و حداقل میانگین فراوانی کل در فصل بهار با ۱۹۵۷/۵۶ عدد در مترمربع مشاهده و ثبت گردید. فراوانی گونه‌های سخت‌پوستان و دوکفه‌ای‌ها متاثر از کدورت، شوری و مواد آلی کل است و توزیع و فراوانی شکم‌پایان با فسفات، ذرات سیلت و رس و کلروفیل a رابطه مستقیم و با ذرات ماسه و دما رابطه عکس دارد. همچنین دما فاکتور موثر و مستقیم بر فراوانی و حضور پرتاران نشان داده شد. محاسبه مقادیر به دست آمده از میزان شاخص تنوع شانون با روش ارائه شده توسط Welch نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر سلامت در حد متوسط قرار دارد.

کلمات کلیدی: خلیج فارس، خلیج نایبند، جنگل حرا، ماکروبتوز، CCA، فاکتورهای فیزیکی‌شیمیایی.

## ۱. مقدمه

که از روش welch به دست می‌آید، است. گونه *P. cingulata* از رده شکم‌پایان یک شاخص زیستی از مناطق آلوده است و می‌تواند در مناطقی با آلودگی بالا زنده بماند و قادر به استفاده از غذاهای پوسیده هستند و دامنه تحمل وسیعی نسبت به شوری و تغییرات محیطی ناگهانی دارند (Salehi et al., 2015). آنالیز CCA در ارزیابی ارتباط ماکروبتوزها با متغیرهای محیطی و برای شناسایی اینکه کدام متغیر محیطی بهترین تمایز را بین گروه‌ها ایجاد می‌کند به کار می‌رود (Jun et al., 2016). گرچه پاسخ موجودات زنده به شرایط محیطی را نمی‌توان به طور کامل از روش‌های آماری استخراج کرد اما از تکنیک‌های چندمتغیره برای یافتن الگوی پراکنش و ارزیابی اینکه کدام متغیر محیطی بیشترین سهم را در تغییرات گونه‌ها داشته است، می‌توان استفاده کرد (Basyuni et al., 2018). برای شناسایی روابط بین ماکروبتوزها و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی تاثیرگذار بر توزیع آنها از تحلیل آماری ارتباط کانونی استفاده گردید.

هدف از انجام این تحقیق بررسی شناسایی و تعیین فراوانی جوامع کفزی جنگل‌های حرای خلیج نایبند و تعیین عوامل محیطی موثر بر الگوی توزیع و پراکنش ماکروبتوزها در طول یک سال و همچنین بررسی سلامت اکولوژیک منطقه بوسیله شاخص تنوع شانون و روش Welch است.

## ۲. مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در شمال خلیج فارس و در بخش جنوبی سواحل استان بوشهر و در منطقه جزرومدی خلیج نایبند با مختصات جغرافیایی  $52^{\circ}39'34''$  تا  $52^{\circ}40'39''$  طول شرقی و  $27^{\circ}23'38''$  تا  $27^{\circ}26'57''$  عرض شمالی انجام گرفت (شکل ۱). در این زیستگاه پنج ترانسکت در محدوده جنگل مانگرو و یک ترانسکت فاقد پوشش گیاهی در نظر گرفته شد. ترانسکت بساتین و پل ولایت و شاهد در منطقه جنوبی خلیج نایبند انتخاب شدند، که ترانسکت بساتین در ارتباط مستقیم با دریا و ترانسکت شاهد در نزدیکی آن قرار داشت. ترانسکت پل ولایت در سمت دیگر جاده قرار داشت که به طور مستقیم با دریا ارتباط نداشت. ترانسکت حاشیه خلیج در دامنه خلیج قرار داشت و منطقه وسیع‌تری را پوشش می‌داد که از بساتین به سمت بیدخون گسترش داشت. ترانسکت بیدخون و پتروشیمی در قسمت شمالی خلیج نایبند قرار داشتند. بیدخون منطقه‌ای بین جزر و

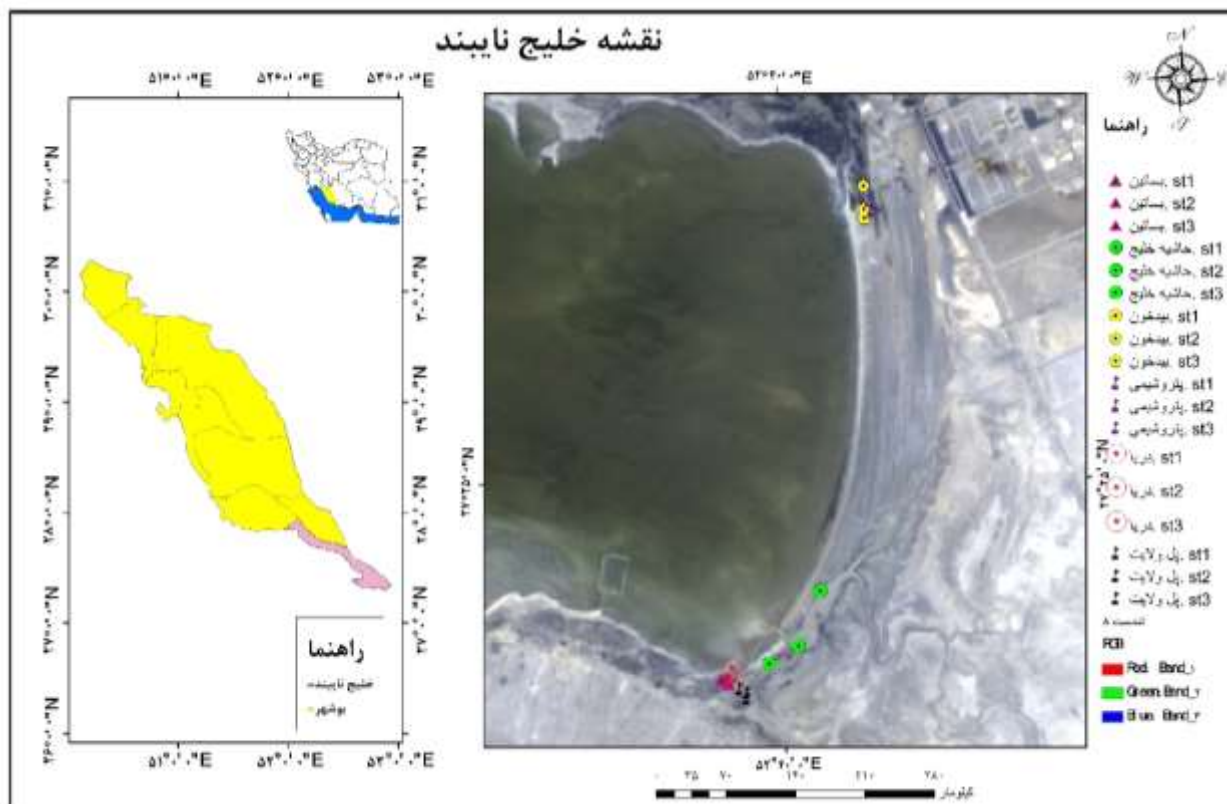
جنگل‌های حرا از مهم‌ترین اکوسیستم‌های ساحلی به شمار می‌روند و از آن به عنوان ستون فقرات سواحل و شبکه‌های غذایی دور از ساحل نام برده می‌شود (Carter et al., 2015). جنگل‌های مانگرو در ردیف بارورترین اکوسیستم‌های ساحلی هستند، که دارای عملکردهای مهم زیست‌محیطی، اقتصادی و تفرجگاهی می‌باشند. این تالاب‌های جنگلی نه تنها به عنوان مناطق نوزادگاهی، فوق‌العاده اهمیت دارند، بلکه همچنین از خط ساحلی نیز محافظت می‌کنند (Basyuni et al., 2018).

بی‌مهرگان ماکروبتیک در ارتباط با شبکه غذایی دریایی هستند. آنها با خوردن باکتری‌ها و بقایای گیاهی و جانوری باعث حفظ سلامتی اکوسیستم‌های آبی می‌شوند. در جوامع پایدار، تغییرات ناگهانی در ترکیب گونه‌ها و فراوانی نسبی آنها نشانه‌ای از کاهش سلامت و افزایش آشفتگی اکوسیستم می‌باشد. گونه‌های مختلف از ماکروبتوزها، دامنه تحمل متفاوتی نسبت به آلودگی دارند، به این معنی که آنها می‌توانند شاخص‌های مفیدی برای تعیین کیفیت آب باشند. این ارگانسیم‌ها حساسیت‌های مختلفی به نوسانات خیلی از فاکتورهای زنده و غیرزنده دارند (Medrano, 2015).

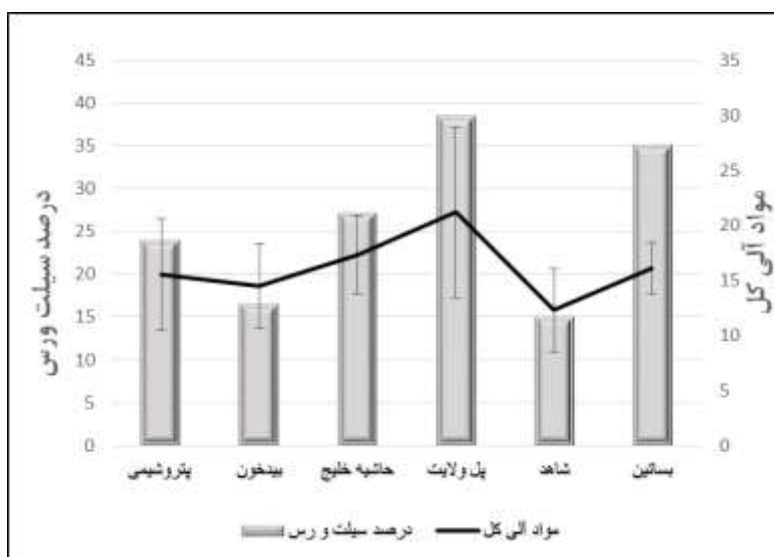
انتخاب زیستگاه می‌تواند نتیجه یک مجموعه پیچیده از فاکتورهای فیزیکی شیمیایی و زیستی باشد که به طور مشترک ساختار جوامع ماکروبتوزها را تعیین می‌کنند. به علاوه، تخمین اجتماعات ماکروبتوزها در زیستگاه‌ها می‌تواند برای پیش‌بینی تغییرات محیط و مطالعه اکوسیستم‌های کفزی دریایی مفید باشد (Armenteros et al., 2018). ارزیابی سلامت یک اکوسیستم ویژه می‌تواند بوسیله آنالیز دقیق موجودات بتیک به دست آید. یکی از اهداف اصلی اکولوژی بتوزها فهم مکانیسم تنظیم ارتباط بین پارامترهای فیزیکی شیمیایی و ارگانسیم‌ها است (Sasikala et al., 2017). در حال حاضر ارزیابی سلامت اکوسیستم یک عامل اساسی در حفاظت و پایش اکوسیستم‌ها است. شاخص تنوع شانون یکی از شاخص‌های زیستی مورد استفاده برای تعیین سلامت اکولوژیکی یک اکوسیستم است (Welch, 1992). در مطالعات اکولوژیکی زیستگاه‌های آبی، مطالعه و بررسی ساختار اجتماعات بتوزی نقش ویژه‌ای دارد. یکی از کاربردهای مفید شاخص شانون، ارزیابی اکولوژیکی در ارتباط با سلامت مناطق

ایستگاه به طور تصادفی انتخاب شده و از هر ایستگاه سه تکرار برای نمونه آب و رسوب برداشت شد. موقعیت ایستگاه‌ها توسط GPS مشخص گردید (شکل ۲).

مدی بود و مستقیماً با آب دریا در تماس بود ولی ترانسکت پتروشیمی در سمت دیگر جاده قرار داشت و به وسیله چند آبراهه و با طی مسیری به دریا ارتباط داشت. در هر ترانسکت ۳



شکل ۱: نقشه و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در خلیج ناپبند



شکل ۲: روند تغییرات میانگین درصد سیلت و رس و مواد آلی کل (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

کدورت به روش نفلومتری و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر Hach سنجیده شد.

در این مطالعه جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از تست Shapiro-wilk با سطح معنی‌داری 0.05 استفاده گردید. به منظور بررسی اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها، از آزمون نرمال ANOVA و به منظور تعیین اختلاف بین گروه‌ها، از پس‌آزمون توکی استفاده گردید. در مورد مقایساتی که بین دو فاکتور انجام می‌شد از آزمون T-Test استفاده شد (نرم‌افزار SPSS 16.0). آزمون CCA توسط نرم‌افزار PAST 2.17b (Hammer et al., 2001) انجام گرفت. جهت تعیین کیفیت آب منطقه از روش Welch استفاده گردید. در این شاخص بر اساس میزان تغییرات شاخص تنوع شانون، کیفیت آب تعیین می‌گردد (Welch, 1992).

جدول ۱: طبقه‌بندی سلامت محیط بر اساس شاخص شانون (Welch, 1992)

روش ولج (شانون)	طبقه‌بندی سلامتی آب
۳-۵	سلامت مناسب
۱-۳	سلامت متوسط
۱ >	سلامت کم

### ۳. بحث و نتایج

میانگین فاکتورهای فیزیکی‌وشیمیایی آب منطقه نمونه‌برداری در جدول ۲ آورده شده است. آنالیز واریانس یک‌طرفه تفاوت معنی‌داری را در درجه حرارت بین همه فصول نشان داد ( $p < 0.05$ ). آنالیز آماری تفاوت معنی‌داری را در میزان شوری آب بین دو فصل پاییز و زمستان نشان نداد و همچنین تفاوت بین دو فصل زمستان و بهار معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ )، ولی بین سایر فصول با یکدیگر اختلاف را معنی‌دار نشان داد ( $p < 0.05$ ). اختلاف در میزان کدورت بین دو فصل زمستان و پاییز معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ )، ولی اختلاف بین این دو فصل با سایر فصول معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ).

آنالیزهای آماری اختلاف معنی‌داری را در میزان فاکتورهای نترات، فسفات، کلروفیل a، pH و اکسیژن محلول معنی‌دار نشان نداد.

نمونه‌برداری از منطقه بین جزرومدی و در زمان جزر صورت گرفت. نمونه‌ی آب جهت سنجش میزان کلروفیل و فاکتورهای فیزیکی‌وشیمیایی به وسیله بطری‌های یک لیتری معمول آزمایشگاهی که دارای پوشش تیره‌ای شده‌اند، برداشت شد. نمونه رسوب برای شناسایی ماکروبتوزها، تعیین دانه‌بندی و تعیین مواد آلی کل (TOM)<sup>۱</sup> برداشت شد. نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۵، به صورت فصلی و در اواسط هر فصل صورت پذیرفت. نمونه‌های آب و نمونه‌های TOM در کنار یخ به آزمایشگاه زیست‌شناسی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل شدند. رسوبات با استفاده از گرب ون‌وین با سطح مقطع ۲۲۵ سانتیمتر مربع برداشت گردید و پس از افزودن فرمالین ۴ درصد و انتقال به آزمایشگاه، با آب فراوان شسته و از الک ۰/۵ میکرون گذرانده شدند. پس از جدا کردن پوسته‌های خالی دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان و جلبک‌های ماکروسکوپی، باقی موجودات با احتیاط به ظروف کوچکتر منتقل و الکل ۷۰٪ به آنها اضافه گردید تا برای شناسایی بیشتر با لوپ استریومیکروسکوپ OLYMPUS SZ-ST مورد مطالعه قرار گیرند. برای تعیین دانه‌بندی رسوبات، سری الک‌های ۶۳ میکرون تا ۴ میلی‌متر مورد استفاده قرار گرفت (Eleftheriou and McIntyre 2005). برای اندازه‌گیری میزان مواد آلی کل موجود در رسوبات از روش سوزاندن و معادله ارائه شده توسط (Bale and Kenny, 2005, Buchanan, 1984) استفاده شد. برای شناسایی نمونه‌ها از اطلس نرم‌تان حسین‌زاده صحافی و همکاران، ۱۳۷۹ و منابع خارجی (Al Yamani et al., 2012; Hutchings, 1984; Sharabti, 1984; Rouse and Pleijel, 2001) استفاده گردید. عکس‌برداری از نمونه‌ها توسط میکروسکوپ Dino-Lite Lenze و دوربین حرفه‌ای Canon انجام شد. مقدار اکسیژن محلول، اسیدیته، دما در آب‌های منطقه نمونه‌برداری توسط دستگاه Hach, HQ40d Portable Meters اندازه‌گیری گردید. شوری به وسیله شوری‌سنج مدل S/Mil ATAGO سنجیده شد. برای سنجش کلروفیل آب از روش استون و اسپکتروفتومتری و معادله ارائه شده توسط (Lichtenthaler and Welburn, 1983) استفاده گردید. سنجش فسفات به روش اسید آسکوربیک و سنجش نترات به روش اسید سولفوریک انجام گرفت (APHA/AWWA/WEF, 1998).

جدول ۲: میانگین فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب  $\pm$  انحراف معیار

فاکتور	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
دما (درجه سانتیگراد)	۳۵/۱۱ $\pm$ ۴/۴۲	۴۰ $\pm$ ۰/۸۹	۲۹/۷۷ $\pm$ ۱/۱۶	۱۸/۷۷ $\pm$ ۱/۳۱
شوری (ppt)	۳۹/۷ $\pm$ ۱/۱۷	۳۶/۴۲ $\pm$ ۱/۶	۴۳/۳۹ $\pm$ ۳/۱۵	۴۱/۲۸ $\pm$ ۳/۰۸
کدورت (NTU)	۲/۰۶ $\pm$ ۰/۶۴	۲/۶۹ $\pm$ ۱/۵	۶/۰۵ $\pm$ ۱/۰۸	۶/۷۶ $\pm$ ۰/۷۷
اسیدیته	۸/۶ $\pm$ ۰/۰۹	۸/۶۶ $\pm$ ۰/۰۴	۸/۰۵ $\pm$ ۰/۰۹	۸/۸۸ $\pm$ ۰/۰۹
فسفات (میلی گرم در لیتر)	۰/۵۲ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۶۱ $\pm$ ۰/۳۷	۰/۴۷ $\pm$ ۰/۱	۰/۸۳ $\pm$ ۰/۹۲
نیترات (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۳ $\pm$ ۰/۰۰۴	۰/۰۱۵ $\pm$ ۰/۰۰۳	۰/۰۲ $\pm$ ۰/۰۰۶	۰/۰۲۶ $\pm$ ۰/۰۰۸
کلروفیل a	۲/۴۶ $\pm$ ۰/۹۹	۲/۱۷ $\pm$ ۰/۴۵	۱/۹۷ $\pm$ ۰/۴۵	۲/۲۲ $\pm$ ۰/۶۲
(میلی گرم در مترمکعب)				
اکسیژن محلول	۷/۱۹ $\pm$ ۱/۱	۷/۱۹ $\pm$ ۱/۰۶	۷/۱۹ $\pm$ ۱/۰۶	۷/۱۹ $\pm$ ۱/۰۶

ماکروبتوزها را کاهش دهد، زیرا محتوای اکسیژن قابل دسترس کاهش می‌یابد. زیستگاه‌های ناهمگن حاوی رسوبات سیلینی ماسه‌ای، سبب هتروژنی ایستگاه‌ها شده که با مقدار متوسط مواد آلی، به منزله محیط مناسبی برای سکونت، تولیدمثل، تغذیه، رطوبت و پناهگاه موجب افزایش تنوع و غنای ماکروبتوزها می‌شوند (فارسی و همکاران، ۱۳۹۲).

در این بررسی ۶۰ جنس و گونه ماکروبتوز متعلق به ۴۲ خانواده از سه شاخه جانوری (کرم‌های حلقوی، نرم‌تنان و بندپایان) یافت شدند. از شاخه کرم‌های حلقوی، رده پرتاران با ۸ خانواده، از شاخه نرم‌تنان، رده دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان به ترتیب با ۵ و ۱۲ خانواده و از شاخه بندپایان رده ناجورپایان و سخت‌پوستان عالی هر یک با ۸ خانواده در نمونه‌ها حضور داشتند. اسامی گونه‌های شناسایی شده در جدول ۳ آمده است.

حداکثر تراکم ماکروبتوزها به ترتیب با میزان عددی ۵۵۸۵ و ۵۳۶۲ عدد در مترمربع در دو فصل تابستان و زمستان مشاهده شد که فصل تابستان بجز فصل زمستان با دو فصل پاییز و بهار تفاوت معنی‌داری داشت ( $p < 0.05$ ). حداقل تراکم ماکروبتوزها در فصل بهار با میزان ۱۹۵۸ عدد در مترمربع مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با سایر فصول نشان داد (شکل ۴).

میزان متوسط سالانه مواد آلی بستر ۵/۴۱ درصد بوده، حداکثر ۱۳ درصد در فصل پاییز و حداقل ۲/۲۷ درصد در فصل زمستان اندازه‌گیری شد. آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که فصل بهار اختلاف معنی‌داری با فصل تابستان ندارد ( $p > 0.05$ ) ولی با فصول پاییز و زمستان اختلاف معنی‌داری دارد ( $p < 0.05$ ). در مطالعه حاضر جنس بستر عمدتاً ماسه‌ای و همراه با خرده صدف بود ( $8/4 \pm 72\%$ ) (میانگین  $\pm$  انحراف معیار). از لحاظ جنس بستر اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها و همچنین بین فصول مختلف مشاهده نگردید. مرادی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی رسوبات خلیج نایبند بیان داشتند که متوسط درصد بافت شنی (بافت درشت) بیشتر از بافت رس و سیلت (بافت ریز) است. تراکم موجودات کفزی به مقدار زیادی تحت تاثیر جنس بستر است. بین قطر ذرات رسوب و میزان مواد آلی موجود در آن رابطه‌ای معکوس وجود دارد، به شکلی که با کاهش قطر ذرات بستر میزان مواد آلی موجود در آن افزایش می‌یابد (شکل ۲).

Sasikala و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه خود بیان داشتند که بافت بستر فاکتور اصلی اثرگذار در نوسانات ماکروبتوزها است. Basyuni و همکاران (۲۰۱۸) بیان داشتند که محتوای پایین رس در بستر می‌تواند منجر به افزایش فراوانی ماکروبتوزها بخصوص نرم‌تنان شود، زیرا رس بستر می‌تواند رشدونمو و تراکم

جدول ۳: گونه‌های ماکروبتوز شناسایی شده در جنگل‌های حرای خلیج نایبند در سال ۱۳۹۵

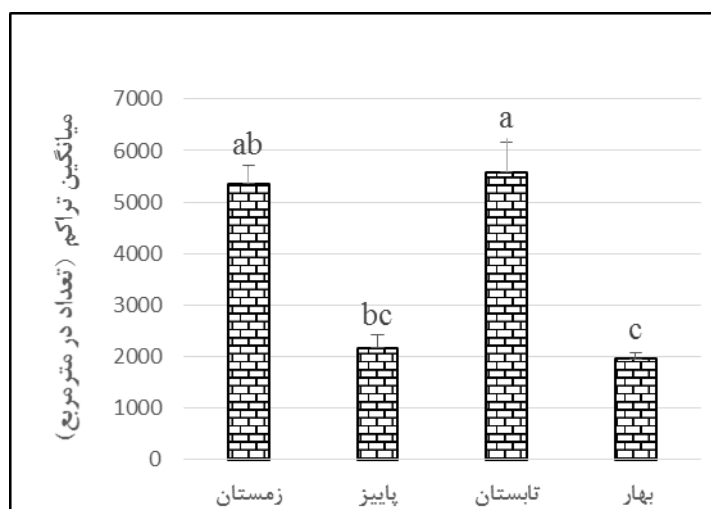
شاخه	رده	راسته	خانواده	جنس و گونه		
ANNELIDA	POLYCHAETA	Amphinomida	Amphinomidae	<i>Paramphinome</i> sp.		
			Phyllodocida	Nephtyidae	<i>Nephtys</i> sp.1 <i>Nephtys</i> sp.2	
				Nereididae	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Muller, 1776)	
				Pilargidae	<i>Sigambra</i> sp.	
		Sabellida	Sabellidae	<i>Sabella</i> sp.		
		Terebellida	Capitellidae	<i>Capitella</i> sp. <i>Rashgua rubrocincta</i> Wesenberg-Lund, 1949		
				Ophellidae	<i>Ophelina acuminata</i> (Qrsted, 1843)	
				Orbiniidae	<i>Orbiniella</i> sp.	
		MOLLUSCA	GASTROPODA	Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Rhinoclavis kochi</i> (Philippi, 1848)
						<i>Cerithium scabridum</i> (Philippi, 1848)
						<i>Clypeomorus bifasciata persica</i> (Houbrick, 1985)
					Potamididae	<i>Pirenella conica</i> (Blainville, 1829) <i>Pirenella cingulata</i> (Gmelin, 1791)
Neogastropoda	Columbellidae				<i>Mitrella blanda</i> (Sowerby, 1844)	
	Nassariidae				<i>Nassarius persicus</i> (Martens, 1874)	
Littorinimorpha	Eulimidae				<i>Melanella cumingii</i> (A. Adams, 1854)	
	Littorinidae				<i>Littoraria intermedia</i> (Philippi, 1846)	
	Hydrobiidae				<i>Hydrobia</i> sp.	
Heterostropha	Ringiculidae				<i>Ringicula propinquans</i> (Hinds, 1844)	
Cephalaspidea	Haminoeidae				<i>Haminoea vitrea</i> (A. Adams in Sowerby, 1850)	
Systellommatophora	Onchidiidae				<i>Peronia peronii</i> (Cuvier, 1804)	
Trochida	Trochidae				<i>Prietrochus obscurus</i> (W. Wood, 1828)	
	Liottiidae				<i>Pseudoliotia asteriscus</i> (Gould, 1859)	
	Phasianellidae				<i>Phasianella solida</i> (Born, 1778)	
Seguenziida	Chilodontaidae				<i>Euchelus asper</i> (Gmelin, 1791)	
BIVALVIA	Cardiida				Tellinidae	<i>Apolymetis dubia</i> (G. P. Deshayes, 1854)
	Mytilida	Mytilidae	<i>Arcuatula senhousia</i> (Benson, 1842)			

شاخه	رده	راسته	خانواده	جنس و گونه
		Cardiida	Tellinidae	<i>Tellina vermalis</i> (Hanley, 1844) <i>Pharaonella wallaceae</i> (Salisbury, 1934)
			Psammobiidae	<i>Hiatula rosea</i> (Gmelin, 1791)
		Venerida	Veneridae	<i>Marcia opima</i> (Gmelin, 1791) <i>Protapes gallus</i> (Gmelin, 1791) <i>Lioconcha ornata</i> (Dillwyn, 1817) <i>Circenita callipyga</i> (Born, 1778) <i>Callista multiradiata</i> (G. B. Sowerby II, 1851)
		Ostreida	Ostreidae	<i>Saccostrea cucullata</i> (Born, 1778)
		Lucinida	Lucinidae	<i>Pillucina angela</i> (Melvill, 1899)
<b>ARTHROPODA</b>	HEXANAUPLIA	Sessilia	Balanidae	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)
	MALACOSTRACA	Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp. <i>Byblis</i> sp.
			Cyoroideidae	<i>Cyproidea</i> sp.
			Isaeidae	<i>Isaeidae</i> gen sp.
			Maeridae	<i>Ceradocus</i> sp.
			Urothoidae	<i>Urothoe</i> sp.
			Maeridae	<i>Maera</i> sp.
			Melitidae	
		Isopoda	Sphaeromatidae	<i>Cymodoce richardsoniae</i> (Nobili, 1906)
		Cumacea	Bodotriidae	<i>Cyclaspis picta</i> (Calman, 1904)
		Decapoda	Alpheidae	<i>Alpheus</i> sp.
			Diogenidae	<i>Dardanus tinctor</i> (Froskal, 1775)
			Grapsidae	<i>Metopograpsus messor</i> (Froskal, 1775)
			Leucosiidae	<i>Philyra</i> sp.
			Pilumnidae	<i>Eurycarcinus orientalis</i> (A. Milne-edwards, 1867)
			Ocypodidae	<i>Uca</i> sp. <i>Ocypode</i> sp.
			Camptandriidae	<i>Manningis arabicum</i> (D. A. Jones & Clayton, 1983) <i>Nasima dotilliformis</i> (Alcock, 1900)
			Euryplacidae	<i>Eucrate indica</i> (Castro and Ng, 2010)



a: *Haminoea vitrea* . b: *Mitrella blanda* . c: *Clypeomorus bifasciata persica* . d: *Pirenella cingulate*.  
 e: *Nassarius persicus* . f: *Hydrobia* sp. g: *Protapes gallus* . h: *Arcuatula senhousia* . i: *Tellina vernalis*.  
 j: *Marcia opima* . k: *Callista multiradiata* . l: *Metopograpsus messor* . m: *Nasima dotilliformis*.  
 n: *Eurycarcinus orientalis* . o: *Uca* sp. p: *Dardanus tinctor*. q: *Peronia peronei*  
 r: *Hediste diversicolor* . s: *Rashgua rubrocincta*

شکل ۳: تصاویر و نام علمی تعدادی از گونه‌های شناسایی شده در جنگل‌های حرای خلیج نایبند



شکل ۴: تراکم کل ماکروبتوزها در طی چهار فصل سال ۱۳۹۵ (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) (حروف نامشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری می‌باشند)



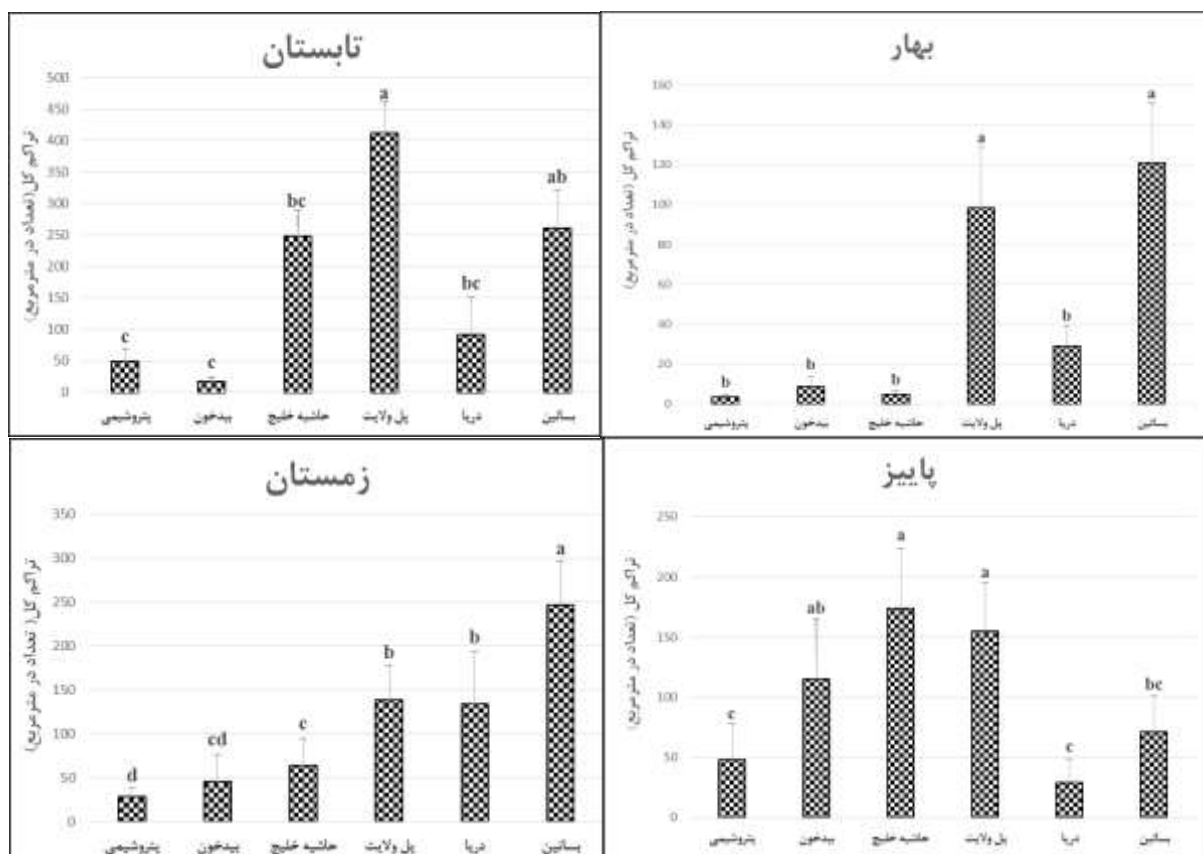
مترمربع مشاهده شد که بجز ایستگاه بیدخون با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $p < 0.05$ ) (شکل ۵).

ایستگاه پل ولایت علی‌رغم مجاورت با ایستگاه بساتین، تراکم پایین‌تری از ماکروبتوزها را به استثنا فصل تابستان که مربوط به حضور فراوان پرتاران است؛ نشان داده است. این ایستگاه صرفاً به وسیله یک آبراهه باریک به دریا اتصال دارد و در نتیجه سیستم جزرومدی ناچیزی دارد. ایستگاه پتروشیمی نیز به محیط صنعتی نزدیک بوده و فاقد سیستم جزرومدی مناسب است و در همه فصول تراکم کمتری از ماکروبتوزها را نشان داده است. داوری و همکاران (۱۳۹۱) علت آسیب محیطی خورهای این منطقه را مسدود شدن دهانه خور به علت عبور جاده ساحلی از روی آن و مختل شدن سیکل جزرومدی بیان کردند. ضیایی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۷) نیز در مطالعه خورهای خلیج نایبند، مسدود شدن خورها را تهدید زیست محیطی بزرگی معرفی کرده‌اند که می‌تواند تأیید کننده نتایج فوق و پایین بودن میزان تراکم گروه‌های ماکروبتوزی در این مناطق باشد. Teoh و همکاران (۲۰۱۶) نیز بیان داشتند سیستم جزرومدی با فراهم آوردن مواد مغذی محلول و ذره ای و مواد آلی مورد نیاز گیاهی، نقش مهمی در میزان تولیدات جنگل‌های مانگرو دارد و اختلال در این سیستم سبب کاهش میزان مواد مغذی و بی‌مهرگان ساکن خواهد شد.

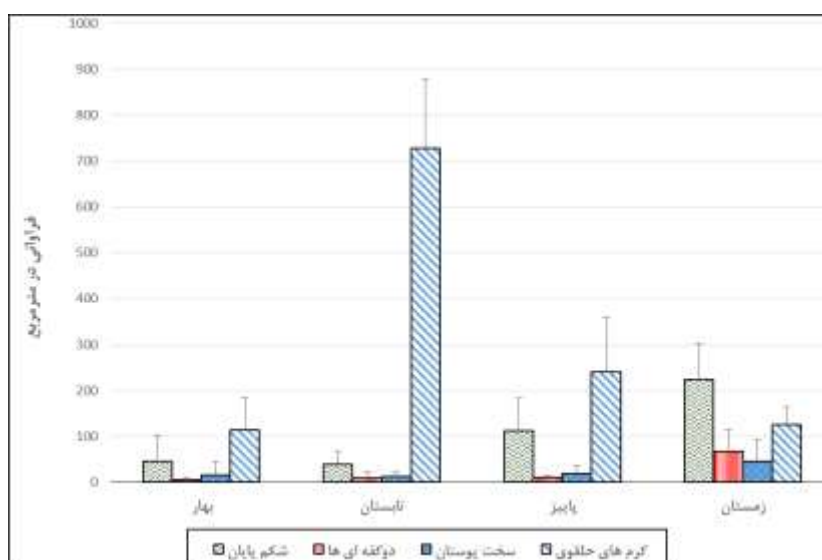
ایستگاه شاهد با وجود اینکه از نظر دانه‌بندی رسوبات و فاکتورهای محیطی تفاوتی با سایر ایستگاه‌ها ندارد ولی به دلیل اینکه محیطی فاقد درختان حرا است در همه فصول تراکم پایین تری را نشان داد. سیستم ریشه‌ای مانگروها باعث پایداری رسوبات می‌شود و اجتماعات آنها انرژی امواج را کاهش می‌دهد و در مقابل، زیستگاه و پناهگاه برای شمار زیادی از موجودات زنده ایجاد می‌کنند. درضمن مانگروها دارای بیومس غنی می‌باشند. ویژگی عمده این اکوسیستم‌ها تولید مقادیر زیادی پوده است که از طریق جریانات جزرومدی منتشر می‌شود و منبع غذایی مهمی در محدوده استقرار خود محسوب می‌شوند (عرفانی و همکاران، ۱۳۸۹). فراوانی بالای مشاهده شده در ایستگاه حاشیه خلیج و در فصل پاییز مربوط به حضور گونه فرصت طلب *Capitella* sp. است که تا رقم ۱۷۶۰ عدد در مترمربع ثبت شد.

در مجموع، حداقل تراکم ماکروبتوزها در طول دوره‌ی نمونه‌برداری در فصول پاییز و بهار دیده شد که با مطالعات کمالی‌فر (۱۳۸۸) خور دیر-بردستان (بوشهر) نیز همخوانی دارد. Saravanakumar و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای که در جنگل‌های مانگرو هند انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تراکم و تنوع بالای ماکروفونا در زمستان به واسطه‌ی دمای پایین‌تر و ثبات پارامترهای محیطی نظیر شوری است. آنها همچنین نتیجه گرفتند که تنوع و فراوانی گونه‌ای پایین در تابستان به واسطه‌ی کاهش گامتوزن و تولیدمثل است. فراوانی بالای مشاهده شده در فصل تابستان مربوط به گروه پرتاران می‌باشد (شکل ۶). در حالی که سایر گروه‌های بنتوزی در میزان کمتری نسبت به سایر فصول قرار دارند و میزان تنوع پایین محاسبه شده در فصل تابستان نیز موید این مطلب است (شکل ۸). شاید بتوان علت کاهش درصد فراوانی جمعیت ماکروبتوزها در فصول گرم سال را گرمای شدید هوا دانست (Sasikala et al., 2017).

در فصل بهار حداکثر میانگین تراکم ماکروبتوزها به ترتیب با میزان عددی ۱۲۰/۹ و ۹۸/۴۹ عدد در مترمربع در دو ایستگاه بساتین و پل ولایت مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر ایستگاه داشتند ( $p < 0.05$ ). حداقل میانگین فراوانی ماکروبتوزها در ایستگاه پتروشیمی با میزان ۳/۵۴ عدد در مترمربع محاسبه شد. در فصل تابستان حداکثر میانگین فراوانی به ترتیب با میزان عددی ۴۱۲/۰۲ و ۲۶۰/۶۷ عدد در مترمربع در دو ایستگاه پل ولایت و بساتین مشاهده شد که ایستگاه پل ولایت با همه ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد ( $p < 0.05$ ). حداقل میانگین تراکم ماکروبتوزها در ایستگاه بیدخون با میزان عددی ۱۸/۳ عدد در مترمربع مشاهده شد. در فصل پاییز حداکثر میانگین تراکم ماکروبتوزها در ایستگاه حاشیه خلیج با میزان ۱۷۴ عدد در مترمربع مشاهده شد که با ایستگاه‌های پل ولایت و بیدخون تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ولی با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ( $p < 0.05$ ). حداقل میانگین تراکم ماکروبتوزها در ایستگاه شاهد با ۲۹ عدد در مترمربع مشاهده شد. در فصل زمستان حداکثر میانگین تراکم ماکروبتوزها در ایستگاه بساتین با میزان ۲۴۶/۲۷ عدد در مترمربع مشاهده شد که با سایر ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان داد ( $p < 0.05$ ). حداقل میانگین تراکم ماکروبتوزها در ایستگاه پتروشیمی با میزان ۲۸/۱۶ عدد در



شکل ۵: تراکم کل ماکروبتوزها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصول مختلف (میانگین ± انحراف معیار) (حروف نامشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری می‌باشند)



شکل ۶: میانگین تراکم گروه‌های غالب ماکروبتوزی در جنگل‌های حرای خلیج نایبند در طی فصول مختلف سال ۱۳۹۵ (میانگین ± انحراف معیار)

در مطالعه ماکروبتوزهای جنگل‌های حرای معتدله آرژانتین بیان داشتند افزایش حضور دوکفه‌ای‌ها در فصل زمستان به دلیل اوج تولیدمثل این گونه‌ها در این فصل است و علت آن را کاهش شدید دما در فصل زمستان دانستند.

همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است در مجموع همه گروه‌های بتتوزی مشاهده شده، بیشترین درصد گونه‌ها متعلق به شکم‌پایان با ۲۸٪ و کمترین مربوط به گروه سخت‌پوستان عالی با ۱۶٪ است (شکل ۹). در مطالعه حاضر بیشترین فراوانی گونه‌های ماکروبتوز به ترتیب متعلق به شکم‌پایان (۱۷ گونه)، دوکفه‌ای‌ها (۱۲ گونه)، ناجورپایان (۱۱ گونه)، پرتاران (۱۰ گونه)، سخت‌پوستان عالی (۱۰ گونه) بودند (جدول ۳). Hamzavi و همکاران (۲۰۱۲) به مطالعه ماکروبتوزهای خور بساتین خلیج ناینید پرداخت و تعداد ۳۳ گونه ماکروبتوز متعلق به چهار رده را نشان داد که بیشترین گونه‌ها به ترتیب متعلق به شکم‌پایان (۱۱ گونه)، پرتاران (۹ گونه)، سخت‌پوستان (۷ گونه) و دوکفه‌ای‌ها (۶ گونه) بودند. کمالی‌فر (۱۳۸۸) در مطالعه جوامع ماکروبتوزی جنگل‌های مانگرو خور بردستان در استان بوشهر بیان داشت شکم‌پایان با ۱۵ گونه بیشترین تعداد گونه را به خود اختصاص دادند. از مجموع ۳۳ گونه ماکروبتوزی شناسایی شده، ۱۳ گونه در فصل تابستان و ۳۳ گونه در فصل زمستان مشاهده شد. در همه این مطالعات فصل زمستان تراکم بالاتری از ماکروبتوزها را نشان داد و گروه غالب در این فصل شکم‌پایان معرفی شد. بالاترین تراکم ماکروبتوزها در فصل زمستان است و در فصل گرم این تراکم کاهش می‌یابد. دمای پایین‌تر و و ثبات شرایط محیطی رژیم‌های گرمسیری علت افزایش تراکم ماکروبتوزها در فصل سرد است. در مقابل، کاهش تولیدمثل یک نتیجه دمای بالا است که سبب کاهش تراکم ماکروبتوزها در فصل گرم می‌شود (Saravanakumar et al., 2007). دمای بالا در فصل تابستان شرایط مناسب زیست برای اکثر گروه‌های ماکروبتوزی را تحت تاثیر منفی قرار می‌دهد، با این وجود، پرتاران دارای دامنه تحمل وسیعی نسبت به تغییرات شرایط محیطی بوده و می‌توانند در زمانی که شرایط برای سایر گونه‌ها مناسب نیست باقی مانده و فراوانی آنها افزایش یابد (شکوری و همکاران، ۱۳۹۳).

گونه غالب در مطالعه حاضر که در تمامی ایستگاه‌ها و در همه فصول حضور داشت گونه *P. cingulata* است و عمده مشاهده مربوط به فصل زمستان است. این گونه حتی در ایستگاه‌هایی که به علت آلودگی یا خشک‌شدگی حضور نداشتند، حضور داشت.

همانطور که در شکل ۶ مشخص است، در فصل بهار حداکثر حضور گروه‌های غالب مربوط به گرم‌های حلقوی و شکم‌پایان با میزان عددی ۱۱۳/۷۲ و ۴۶ عدد در مترمربع است و سایر گروه‌های ماکروبتوزی با میزان ناچیزی مشاهده شده‌اند که کمترین آن مربوط به دوکفه‌ای‌ها با میزان عددی ۵/۱۱ عدد در مترمربع است. دمای بالا در این فصل نسبت به فصول پاییز و زمستان سبب حضور بیشتر پرتاران شد. فراوانی شکم‌پایان مشاهده شده در این فصل مربوط به حضور شکم‌پای *cingulata* است که تحت هر شرایطی در همه ایستگاه‌ها مشاهده می‌شد و حتی در زمانی که سایر گونه‌ها بجز پرتاران حضور نداشتند این گونه حضور داشت. در فصل تابستان حداکثر حضور گروه‌های ماکروبتوزی مربوط به گرم‌های حلقوی است با میزان عددی ۷۲۷/۳۷ عدد در مترمربع که منجر به مشاهده کاذب فراوانی کل ماکروبتوزها در این فصل شده است. حداقل فراوانی مشاهده شده در این فصل مربوط به دوکفه‌ای‌ها و سخت‌پوستان به ترتیب با فراوانی ۹/۳۷ و ۱۲/۲۷ عدد در متر مربع بود. فراوانی بالای مشاهده شده در فصل تابستان به علت حضور بالای پرتاران در این فصل است. در حالی که سایر گونه‌ها در فراوانی کمتری نسبت به سایر فصول قرار داشتند. Thilagavathi و همکاران (۲۰۱۳) غالبیت پرتاران در فصل تابستان در جنگل‌های حرا در ناحیه حاره‌ای تامیل نادوی هند را به دلیل بستر محکم ایجاد شده بوسیله ریشه‌ها و سایبان متراکم مانگروها دانسته که محافظتی در مقابل خشک‌شدن ایجاد می‌کند. پرتاران پتانسیل رفتاری فرصت‌طلب دارند که آنها را قادر می‌سازد در محیط‌های استرس‌زا تشکیل کلنی دهند. طبیعت سازگار ذکرشده پرتاران ممکن است یک دلیل محتمل برای غلبه این گروه در فصل تابستان باشد. افزایش دما و خشک‌شدن در فصل تابستان فاکتور استرس‌زایی است که سبب حضور بیشتر پرتاران و کاهش حضور سایر ماکروبتوزها شده است.

در فصل پاییز گروه‌های غالب گرم‌های حلقوی و شکم‌پایان بودند به ترتیب با فراوانی ۲۳۹/۵۶ و ۱۱۲/۹۳ عدد در مترمربع و حداقل فراوانی مربوط به گروه دوکفه‌ای‌ها و سخت‌پوستان به ترتیب با میزان فراوانی ۱۰/۲۷ و ۱۹/۵۶ عدد در مترمربع بود. در فصل زمستان همه گروه‌های ماکروبتوزی بجز گروه گرم‌های حلقوی، با میزان فراوانی بیشتری نسبت به سایر فصول مشاهده شدند و حداکثر فراوانی مربوط به شکم‌پایان با میزان عددی ۲۴۶/۲۷ عدد در مترمربع بود. Lomovasky و همکاران (۲۰۰۵)

رده‌ی دوکفه‌ای‌ها ۲۰٪ از تعداد گونه‌ها و ۵٪ فراوانی کل ماکروبتوزها را در طی سال نمونه‌برداری نشان دادند. غالبیت دوکفه‌ای‌ها با دو خانواده Veneridae و Tellinidae به ترتیب با ۵ و ۴ گونه بود. Veneridae یکی از بزرگ‌ترین و متنوع‌ترین خانواده دوکفه‌ای‌ها بوده که اکثر آنها در رسوبات فرو می‌روند و قدمت آنها به کرتاسه پایینی بر می‌گردد (سلیمانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۰؛ Bruyne, 2003). این خانواده در تمام فصول سال دارای تخم‌ریزی است، ولی با توجه به اینکه تعداد افراد در فصل زمستان به حداکثر رسیده است، این نشان‌دهنده اوج تولیدمثل در فصل زمستان است که علت آن را می‌توان در کاهش شدید دما در فصل زمستان دانست. محققین زیادی همچون Lomovasky و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر دما بر روی تولیدمثل دوکفه‌ای‌ها را بیان کرده‌اند. فراوان‌ترین گونه دوکفه‌ای‌ها در این مطالعه گونه *Protapes gallus* بود که Hamzavi و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه همین منطقه این گونه را دوکفه‌ای غالب معرفی کرد.

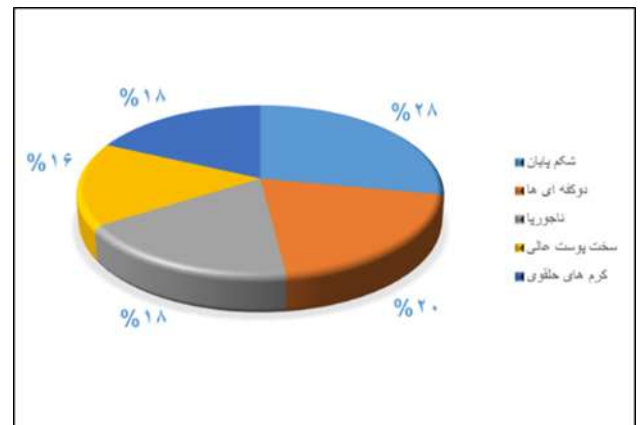
حداکثر مقدار عددی شاخص شانون در فصل زمستان با میزان ۱/۵۴ و حداقل در فصل بهار با میزان ۰/۷ مشاهده شد (شکل ۸). محاسبه مقادیر به دست آمده از میزان شاخص شانون با روش ارائه شده توسط Welch نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر میزان سلامت در فصول زمستان و پاییز در حد متوسط قرار دارد. این شاخص همچنین وضعیت دو فصل تابستان و بهار را از نظر سلامت در حد سلامت کم نشان داد. میانگین سالانه شاخص شانون، وضعیت منطقه مورد مطالعه را از نظر سلامت در حد سلامت متوسط نشان داد.

Kohan و همکاران (۲۰۱۲) نیز در مطالعه شکم‌پایان سواحل استان بوشهر تراکم بالایی را از این گونه گزارش دادند. Manullang و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه جنگل‌های حرای سوماترای اندونزی، گونه *P. cingulata* را گونه غالب گزارش دادند. Solanki و همکاران (۲۰۱۷) نیز در مطالعه جنگل‌های حرای هند، همین گونه را گونه غالب معرفی کرده و بیشترین حضور این گونه را در فصل زمستان نشان دادند.

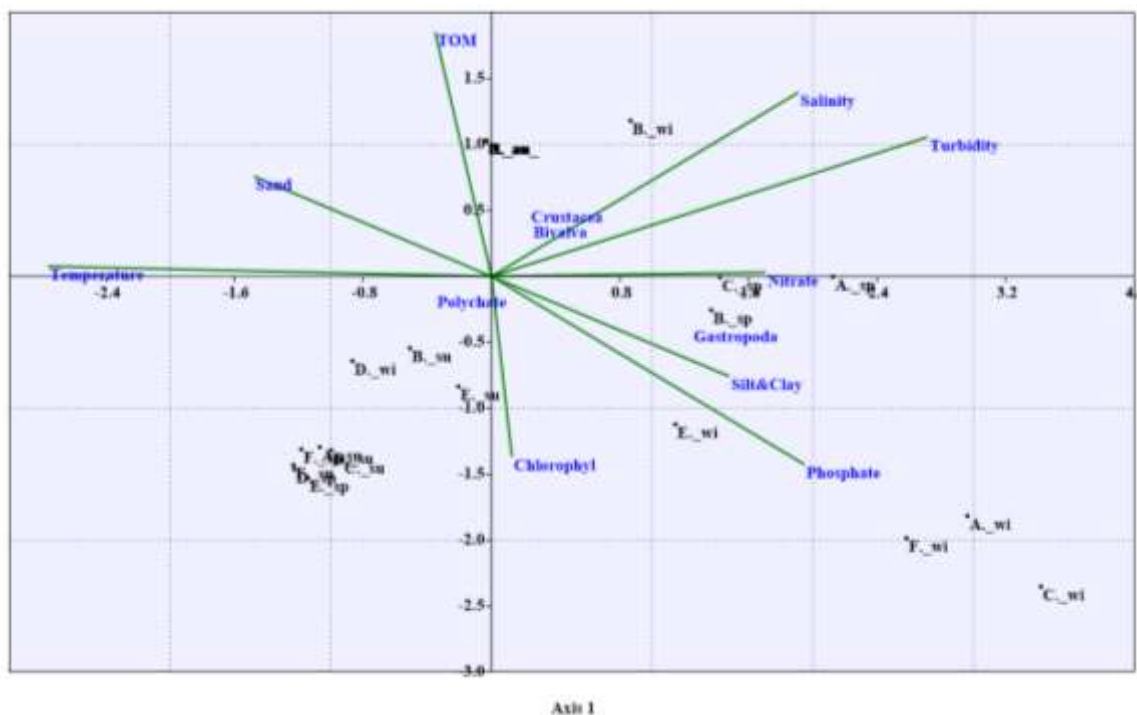
Irma & Sofyatuddin (۲۰۱۱) در مطالعه ماکروبتوزهای جنگل‌های حرای اندونزی گونه *P. cingulata* را گونه غالب در اکوسیستم اعلام کرده و علت آن را سازگاری خوب این گونه به شرایط محیطی اعلام کردند و بیان داشتند که این گونه نسبت به سایر گونه‌ها، در رقابت برای غذا و زیستگاه پیروز می‌شود. ارتباط منفی قوی بین دما و تراکم گونه *P. cingulata* وجود دارد، افراد این گونه در شرایط نامناسب به مناطق خیس از ریشه‌های مانگرو مهاجرت می‌کنند. دامنه تحمل وسیعی نسبت به شوری دارند. فصل تخم‌ریزی آن در زمستان است و تا چندین ماه ادامه می‌یابد (Solanki et al., 2017). *P. cingulata* گونه‌ای مقاوم به آلودگی است و به عنوان یک شاخص زیستی از مناطق آلوده معرفی شده است، زیرا در مناطق با آلودگی بالا می‌تواند زنده بماند و ادامه حیات دهند. قادر به تحمل تغییرات محیطی ناگهانی، فقدان اکسیژن و سطوح بالای سولفید هیدروژن هستند. یک دلیل برای فراوانی این گونه از شکم‌پایان در تمام فصول سال، می‌تواند به دلیل شرایط محیطی مناسب برای این گونه برای حیات و تولیدمثل است (Salehi et al., 2015).



شکل ۸: روند تغییرات میانگین شاخص تنوع شانون (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) (حروف نامشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری می‌باشد)



شکل ۷: درصد حضور گونه‌های ماکروبتوزی.



شکل ۹: نتایج آزمون ارتباط کانونی برای متغیرهای محیطی و گروه‌های غالب ماکروبتوتوزی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری (حروف A, B, C, D, E, F به ترتیب نشان‌دهنده ترانسکت‌های بساتین، شاهد، پل ولایت، حاشیه خلیج، بیدخون و پتروشیمی و حروف اختصاری sp, su, wi و au به ترتیب نشان‌دهنده فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان است).

کدورت و مواد آلی کل رابطه مستقیم دارند و همچنین دیده شد که شکم‌پایان با فسفات، ذرات سیلت و رس و کلروفیل رابطه مستقیم و با ذرات ماسه و دما رابطه عکس داشته و به طبع در فصل زمستان بیشتر یافت می‌شوند. دما فاکتور موثر و مثبتی بر فراوانی و حضور پرتاران نشان داده شد.

میزان کلروفیل a یکی از مهم‌ترین دلایل در افزایش توده زنده کفزیان است. زیرا بسیاری از کفزیان به طور مستقیم از فیتوپلانکتون‌ها به عنوان غذا استفاده می‌کنند (صافی‌کننده‌ها) و بقیه در حلقه‌های زنجیره غذایی به طور غیر مستقیم از تولیدکننده‌ها استفاده می‌نمایند (اجلالی و همکاران، ۱۳۹۶). آنالیز CCA ارتباط مستقیمی بین میزان کلروفیل a و فراوانی شکم‌پایان نشان داد. میزان بالای کلروفیل a در فصل زمستان موید این مطلب است. فصل بهار با اینکه میزان کلروفیل a بالایی را نشان داد ولی دمای بالا مانع از حضور فراوان شکم‌پایان شد. میزان بالای فسفات سنجدیده شده در فصل زمستان بود که طبق نتایج آنالیز CCA تاثیر مثبتی بر حضور شکم‌پایان دارد.

Al-Darwish و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که گروه پرتاران نشانگر سلامت ضعیف است و افزایش آنها در یک فصل نشان دهنده این است که منطقه در وضعیت سلامتی ایده آلی قرار ندارد. در مطالعه حاضر حضور حداکثری پرتاران در فصل تابستان مشاهده شد. حداقل تنوع شانون نیز در این فصل دیده شد که نشانگر این است که منطقه مورد مطالعه در فصل تابستان در وضعیت سلامت ضعیف قرار دارد.

در نمودار CCA گونه‌ها بر اساس رابطه خطی که با محورهای تولید شده از ترکیب عوامل محیطی دارند مرتب می‌شوند. سه محور بازتولید شد، که محور اول ۷۵/۱۳٪ و محور دوم ۲۴/۶٪ از واریانس داده‌ها را توصیف کردند. دما، کدورت، فسفات و شوری دارای بیشترین تاثیر روی محور یک (به ترتیب با ضریب تاثیر ۰/۴۶، ۰/۴۵، ۰/۳۲ و ۰/۳۲) و در محور دو، مواد آلی کل، فسفات، شوری و کلروفیل دارای بیشترین تاثیر بودند (به ترتیب با ضریب تاثیر ۰/۳۱، ۰/۲۴، ۰/۲۳ و ۰/۲۳-) از نمودار می‌توان دریافت که گونه‌های سخت‌پوستان و دوکفه‌ای‌ها با شوری،

استان بوشهر. همایش بین‌المللی خلیج فارس. ۱۰ صفحه.  
مرادی، ح.، رضوی، ز.، حیدری‌خسرو، ع.، محبوبی‌صوفیانی، ن. ۱۳۹۳.  
اثر ویژگی‌های رسوب بر تجمع و نرخ انتقال سنگین در درختان  
مانگرو (مطالعه موردی: خلیج نایبند و جزیره قشم). بوم‌شناسی  
کاربردی. ۳(۸): ۷۹-۸۹

فارسی، ا.، سیف‌آبادی، ج.، عوفی، ف. ۱۳۹۲. پراکنش مکانی جوامع  
ماکروبتیک در ارتباط با شرایط محیطی سواحل بین جزرومدی و  
زیرجزرومدی بوشهر. مجله منابع طبیعی ایران. ۶۷(۱): ۷۵-۸۶

سلیمانی‌راد، آ.، کامرانی، ا.، کشاورز، م.، وزیری‌زاده، ا.، بهره‌مند، م.  
۱۳۹۰. بررسی بوم‌شناختی جمعیت ماکروبتوزهای منطقه‌ی  
حفاظت‌شده خور گابریک در شهرستان جاسک (دریای عمان).  
اقیانوس‌شناسی. ۲(۷): ۳۱-۳۷.

شکوری، آ.، عطاران فریمان، گ.، عسکری نسب، م. ۱۳۹۳. بررسی  
فراوانی و تنوع زیستی کرم‌های پرتار منطقه بین جزرومدی ساحل  
تیس، خلیج چابهار. مجله بوم‌شناسی آذربایجان. ۴(۳): ۱-۱۱.

ضیایی نژاد، س.، ضیایی نژاد، ه.، گل مهدی، س. ۱۳۸۷. شناسایی  
تهدیدکننده گونه‌های آبی و زیستگاه‌های حساس ساحلی در  
خلیج نایبند حاصل از فعالیت‌های انسانی. مجموعه مقالات دومین  
کنفرانس ملی محیط‌زیست دریا، صنعت و توسعه پایدار. منطقه  
ویژه اقتصادی پتروشیمی. ص ۳۶۰.

عرفانی، م.، دانه‌کار، ا.، نوری، غ.، اردکانی، ط. ۱۳۸۹. بررسی عوامل  
موثر بر تغییرات جهانی وسعت جنگل‌های مانگرو. چهارمین  
کنگره بین‌المللی جغرافیادانان جهان اسلام. دانشگاه سیستان و  
بلوچستان، زاهدان. ۱۵-۱.

Al-Yamani, F., Skryabin, V., Boltachova, N., Revkov, N.,  
Makarov, M., Grintsov., Kolesnikova, E. 2012.  
Illustrated Atlas On The Zoobenthos Of Kuwait.  
Kuwait Institute for Scientific Research. pp 383.

Al-Darwish, H., El-Gawad, M. F., Lotfy, M. 2005.  
Assessment of contamination in Dubai coastal region,  
United Arab Emirates. Environment Geology. 49: 240-  
2250.

<https://doi.org/10.1007/s00254-005-0078-z>

Armenteros, M., Saladrigas, D., Gonzalez-Casuso, L.,  
Estevez, E. D., Kowalewski, M. 2018. The role of

میزان کدورت در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول است،  
علت این است که در فصل زمستان بر اثر بارش، وزش بادهای و  
جریان‌های آبی، تلاطم و برهم زنی آب‌ها افزایش یافته و کدورت  
افزایش می‌یابد (اسلامی و همکاران، ۱۳۹۴). ارتباط مستقیمی  
بین کدورت و حضور دوکفه‌ای‌ها و سخت‌پوستان به دست آمد.

#### ۴. نتیجه‌گیری

بررسی آزمون ارتباط کانونی برای متغیرهای محیطی و  
گروه‌های غالب ماکروبتوزی نشان داد که فراوانی گونه‌های  
سخت‌پوستان و دوکفه‌ای‌ها متأثر از کدورت، شوری و مواد آلی  
کل است و توزیع و فراوانی شکم‌پایان با فسفات، ذرات سیلت و  
رس و کلروفیل a رابطه مستقیم و با ذرات ماسه و دما رابطه  
عکس دارد، که منجر به مشاهده حداکثری شکم‌پایان در زمستان  
شد. همچنین دما فاکتور موثر و مستقیم بر فراوانی و حضور  
پرتاران نشان داده شد، تراکم بالای پرتاران در فصل تابستان دیده  
شد. روش welch نیز بر اساس میانگین شاخص تنوع شانون،  
وضعیت سلامت منطقه را در حد متوسط نشان داد. در مناطقی که  
احداث جاده باعث جدایی درختان حرا از سیستم جزرومدی  
مستقیم دریا شده، سبب کاهش قابل ملاحظه‌ای در فراوانی  
ماکروبتوزها در این مناطق شده است.

#### منابع

اسلامی، م.، سبزقبایی، غ.، پورخیز، ح.، سلطانیان، س. ۱۳۹۴. بررسی  
تنوع زیستی ماکروبتوزها در پایش کیفی خور موسی. اولین کنگره  
علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم کشاورزی، منابع طبیعی و  
محیط زیست. ۱۲-۱.

حسین‌زاده صحافی، ه.، دقوقی، ب.، رامشی، ح. ۱۳۷۹. اطلس نرم‌تنان  
خلیج فارس. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران. ۲۴۸ صفحه.  
داوری، ع.، خراسانی، ن.، دانه‌کار، ا. ۱۳۹۱. مقایسه غلظت فلزات  
سنگین در رسوبات ریشگاه‌های حرا بیدخون، بساتین و مل‌کنزه.  
اکولوژی کاربردی. ۲: ۲۵-۱۵.

کمالی‌فر، ر.، وزیری‌زاده، ا.، نبوی، م.ب.، صفاهیه، ع.ر. ۱۳۸۸. بررسی  
جوامع ماکروبتوزی جنگل مانگرو خور بردستان در

- Hammer, Q., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. 2001. Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1): 1-9.
- Hamzavi, S.F., Kamrani, E., Salarzadeh, A., Salarpouri, A. 2012. The Study of Seasonal Change of Intertidal Macrobenthoses in Mangrove Forest of Basatin Estuary of Nayband Gulf. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. 2(7): 348-357.
- Hutchings, P. A. 1984. An Illustrated Guide to the Estuarine Polychaete Worms of New South Wales. *Coast and Wetlands Society*. pp 160.
- Irma, D. and Sofyatuddin, K. 2011. Diversity of Gastropods and Bivalves in mangrove ecosystem rehabilitation areas in Aceh Besar and Banda Aceh districts, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of Bioflux Society*. 2(5): 55-59.
- Jun, Y. C., Kim, N. Y., Kim, S. H., Park, Y. S., Kong, D. S., Hwang, S. J. 2016. Spatial Distribution of Benthic Macroinvertebrate Assemblages in Relation to Environmental Variables in Korean Nationwide Streams. *Water*. 8(27): 1-20.  
<https://doi.org/10.3390/w8010027>
- Kohan, A., Badbardast, Z., Shokri, M. 2012. The Gastropod Fauna along the Bushehr Province Intertidal Zone of the Persian Gulf. *J Persian Gulf*. 3: 33-42.
- Lichtenthaler, K. and Welburn, A.R. 1983. Determination of Total Carotenoids and Chlorophylls A and B of Leaf Extracts in Different Solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11, 591-592.  
<https://doi.org/10.1042/bst0110591>
- Lomovasky, b. J., Brey, T., Morriconi, E. 2005. Population dynamics of the venerid bivalve *Tawera gavi* Hupe, 1854 in the Ushuaia Bay, Beagle channel. *Journal of Applied Ichthyology*. 21: 64-69.  
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00599.x>
- habitat selection on the diversity of microbenthic communities in three gulfs of the Cuban Archipelago. *Bull Mar Sci*. 94: 249-268.  
<https://doi.org/10.5343/bms.2017.1013>
- APHA/AWWA/WEF, 1998. Standard methods for the examination of water and waste water, 20th edition. American Public Health Association/ American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington DC, USA.
- Bale, A.J. and Kenny, A.J. 2005. Sediment analysis and seabed characterization. In: Eleftheriou, A., McIntyre, A.D, editors. *Methods for study of marine benthos*. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd. 43-86.  
<https://doi.org/10.1002/9780470995129.ch2>
- Basyuni, M., Gultom, K., Fitri, A., Susetya, I. E., Wati, R., Slamet, B., Sulistiyono, N., Yusriani, E., Balke, T., Bunting, P. 2018. Diversity and habitat characteristics of macrozoobenthos in the mangrove forest of Lubuk Kertang Village, North Sumatra, Indonesia. *BIODIVERSITAS*. 19: 311-317.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d190142>
- Bruyne, R.H. DE. 2003. The complete encyclopedia of shell, international B. V., Lisse. P 336.
- Buchanan, J. B. 1984. "Sediment analysis", In N. A. Holme and A. D. McIntyre (editors) "Methods for the study of marine benthos". Blackwell Scientific Publications, Boston, MA. 41-65.
- Carter, H.N., Schmidt, S.W., Hiron, A.C. 2015. An International Assessment of Mangrove Management: Incorporation in Integrated Coastal Zone Management. *Diversity*. 74-104.  
<https://doi.org/10.3390/d7020074>
- Eleftheriou A., McIntyre A. 2005 *Methods for the study of marine benthos*. Third edition, Blackwell Science, 418 pp.  
<https://doi.org/10.1002/9780470995129>

- India. Indian Journal of Geo Marine Science. 46: 377-384.
- Sharabti, D. 1984. RED SEA SHELLS. KPL, London, Boston, Melbourne, Henley. pp 128.
- Solanki, D., Kanejiya, J., Gohil, B. 2018. Ecological status of *Pirenella cingulata* (Gmelin, 1791) (Gastropod: Potamididae) in mangrove habitat of Ghogha coast, Gulf of Khambhat, India. CIBTech Journal of Zoology. 6(2): 10-16.
- Rouse, G. W. and Pleijel, F. 2001. Polychaetes. Oxford University Press, Oxford. 354 pp.
- Welch, E. B. 1992. Ecological effects of wastewater: Applied limnology pollution effects-2nd edition. Chapman & Hall. pp 425.  
<https://doi.org/10.4324/9780203038499>
- Teoh, H.W., Lee, S.L., Chong, V.C., Yurimoto, T. 2016. Nutrient (N, P, Si) concentration and primary production on a perturbed tropical coastal mudflat. Environ Earth Sci. 75:1147.  
<https://doi.org/10.1007/s12665-016-5953-2>
- Thilagavathi, B., Varadharajan, D., Babu, A., Manoharan, J., Vijayalakshmi, S., Balasubramanian, T. 2013. Distribution and Diversity of Macrobenthos in Different Mangrove Ecosystems of Tamil Nadu Coast, India. Aquaculture Research & Development. 4(6): 1-12.
- Manullang, T., Bakti, D., Leidonald, R. 2018. Structure of gastropod communities at mangrove ecosystem in Lubuk Kertang village, West Berandan District, Langkat Regency, North Sumatera Province. International Conference on Agriculture, Environment, and Food Security. 122: 1-7.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012103>
- Medrano, M.G.T. 2015. Diversity of microbenthic invertebrates in the intertidal zone of Brgy. Tagpangahoy, Tubay, Agusan Del Norte, Philippines. International Journal of Technical Research and Applications e-ISSN: 2320-8163.
- Salehi, H., Pazira, A. R., 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). Intertidal Journal of the Bioflux Society. 7(1): 70-81.
- Saravanakumar, A., Sesh Serebiah, J., Thivakaran, G. A., 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.  
<https://doi.org/10.1007/s11802-007-0303-3>
- Sasikala, V., Saravanakumar, A., Balasubramanian, T. 2017. Spatial and temporal distribution of macrobenthos in Point Calimere of Southeast coast of