

بررسی بوم شناختی جوامع مایوفونی رویشگاه حرای مل گنزه، شمال خلیج فارس

- فاطمه نامجو: گروه شیلات و بیولوژی دریا، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران
- امیر وزیری زاده*: گروه شیلات و بیولوژی دریا، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران
- علی فخری: گروه شیلات و بیولوژی دریا، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۶

چکیده

از آن جاکه بی مهرگان کفزی به عنوان شاخص های زیستی در پایش های دریایی به کار می روند، به منظور بررسی بوم شناختی اجتماعات مایوفونی جنگل حرای مل گنزه، نمونه برداری طی دو فصل گرم و سرد، از ۳ ایستگاه با سه سطح جزر و مدی صورت گرفت و ۷ گروه مایوفونی شامل روزنه داران، استراکودا، دوکفه ای ها، شکم پایان، نامتودا، پاروپایان و کرم های کم تار شناسایی شدند که بیشترین تراکم متعلق به نامتودا و پس از آن به ترتیب روزنه داران، استراکودا، دوکفه ای ها، پاروپایان، شکم پایان و کرم های کم تار قرار داشت. میانگین تراکم مایوفونا در فصل زمستان و تابستان اختلاف معنی داری نداشت ($P > 0/05$)، ولی در میان ایستگاه های مختلف این اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$). درصد TOC در فصل زمستان بیش تر از تابستان و در بین فصول و ایستگاه ها دارای اختلاف معنی داری بود ($P < 0/05$) و ایستگاه ۱ دارای بیشترین میزان TOC نسبت به ایستگاه ۲ و ۳ بود. در طول سال در ایستگاه ۱ از ناحیه بالای جزر و مدی تا ناحیه پایین جزر و مدی شاهد کاهش تقریبی مقدار TOC رسوبات بوده ولی در دو ایستگاه دیگر این روال برعکس بود. نتایج بیانگر غالب بودن رسوبات سیلتی رسی در ایستگاه ۱ و پس از آن به ترتیب ایستگاه ۲ و ۳ بود. بیشترین تراکم مایوفونا در دو فصل در ایستگاه ۱ و سپس ایستگاه ۲ و ۳ مشاهده شد. نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که رسوبات سیلتی - رسی و TOC اثر معنی داری بر تراکم مایوفونا دارد.

کلمات کلیدی: بوم شناختی، مایوفونا، جنگل حرای مل گنزه، پارامترهای محیطی



مقدمه

می‌باشد (Heip, ۱۹۸۰؛ Hicks و Coull, ۱۹۸۳؛ Ansari و همکاران, ۲۰۰۲). آن‌ها قادر به گریز از تغییرات شرایط کیفی آب و رسوبات نبوده و می‌توانند به‌عنوان شاخصی از تأثیر آلودگی‌ها با توجه به گذشت زمان باشند. هم‌چنین این اجتماعات به‌همراه رسوبات به‌عنوان تجمع دهنده آلاینده‌های گوناگون شناخته شده‌اند. علی‌رغم اهمیت اکولوژیکی مایوفونا، شناخت تنوع، اکولوژی، توزیع دامنه تحمل محیطی بیش‌تر رده‌های مایوفونی هم‌چنان محدود است. کمبود اطلاعات پایه‌ای، درک این موضوع که این اجتماعات چگونه به تغییرات طبیعی و انسانی در محیط پاسخ می‌دهند، را بغرنج و پیچیده ساخته است. این نگرانی در مورد مایوفونای بین جزر و مدی به‌طور خاص بحرانی است، چرا که این زیستگاه به سهولت قابل دسترس بوده و به‌صورت فزاینده‌ای به‌وسیله فعالیت‌های انسانی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و بسیاری از رده‌های مایوفونی به‌طور خاص نسبت به بسیاری از آشفتگی‌ها حساس می‌باشند (Bett و Moore, ۱۹۸۹؛ Brown و Taylor, ۱۹۹۹؛ Ruiz و همکاران, ۲۰۰۵؛ Frame و همکاران, ۲۰۰۷). با توجه به اهمیت زیستگاه‌های حرا، پویایی منطقه مورد مطالعه و هم‌چنین اهمیت مایوفونا در زنجیره غذایی و چرخه انرژی و نقش آن‌ها به‌عنوان شاخص‌های زیستی در مشخص کردن شرایط حال و گذشته بسترهای دریایی، انجام چنین مطالعه‌ای کاملاً ضروری به‌نظر می‌رسد و می‌تواند به مدیریت و حفظ این منابع ارزشمند همراه با توسعه پایدار کمک نماید.

مواد و روش‌ها

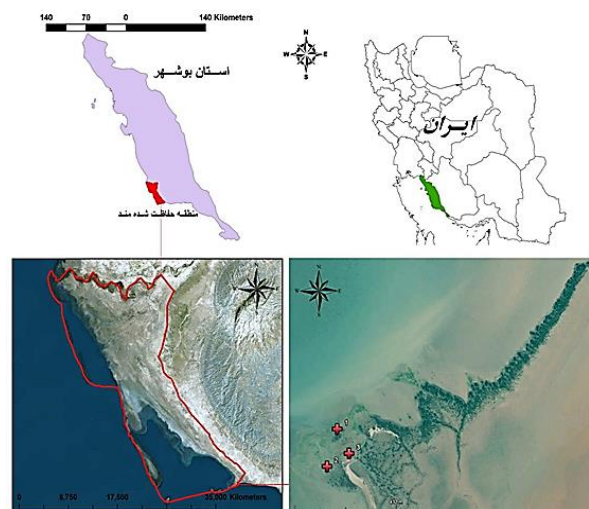
زیستگاه حرای مل گنزه که در پارک ملی دریایی دیر- نخیلو، استان بوشهر واقع شده است به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید. این پوشش گیاهی با ۲۲ هکتار مساحت در حد فاصل عرض‌های جغرافیایی ۲۷ درجه ۵۱ دقیقه ۱۴/۳۲ ثانیه تا ۲۷ درجه ۵۰ دقیقه ۴۶/۴۰ ثانیه و طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه ۳۵ دقیقه ۲۸/۱۰ ثانیه تا ۵۱ درجه ۳۴ دقیقه ۵۶/۷۲ ثانیه قرار دارد (شکل ۱). این جنگل‌ها در امتداد خط ساحلی از شمال شرقی تا جنوب غربی گسترش یافته‌اند. بخش شمالی این جنگل به‌صورت نواری یک‌پارچه و بخش جنوبی به‌دلیل نفوذ آبراهه‌های ساحلی، پراکنشی غیرمنسجم دارد. این منطقه از هرگونه فعالیت صنعتی و انسانی در امان است و جزو منطقه حفاظت شده می‌باشد تنها اثرگذاری انسان در منطقه محدود به صیادان بومی و قایق‌های موتوری و معدود گردشگران جزیره تهمادون می‌باشد.

روش نمونه‌برداری: نمونه‌برداری در دو فصل زمستان و تابستان در هنگام جزر بیشینه طبق جدول سازمان هیدروگرافی که در وبگاه سازمان هیدروگرافی بود صورت گرفت. در مجموع از هرايستگاه ۳ نمونه مایوفون با استفاده از corer دستی به قطر ۲/۵۴ سانتی‌متر و تا عمق ۵

بی‌مهرگان کفزی به‌واسطه دامنه تحمل متنوع، به‌عنوان موجودات شاخص استرس‌های محیطی یا آلودگی‌های آلی مطرح شده‌اند. از آن‌جا که این موجودات در بسترهای نرم به‌سر می‌برند، این نوع بسترها به‌عنوان یک درگاه به‌سوی ارزیابی اثرات آلودگی‌ها و استرس‌های خارجی و یا داخلی بر محیط دریا در نظر گرفته می‌شوند (Borja و همکاران, ۲۰۰۰). اکوسیستم‌های حرا به‌عنوان یکی از زیستگاه‌های پرتولید در مناطق ساحلی از نظر تنوع زیستی و تجهیز زنجیره‌های غذایی بسیار حائز اهمیت است. مانگروهای ایران در عرض‌های ۲۵° تا ۲۷°/۵۰° شمالی و طول‌های ۱۰°/۵۵° تا ۶۵° شرقی، در سواحل و جزایر خلیج فارس و دریای عمان گسترش یافته‌اند این جنگل‌ها با افزایش عرض جغرافیایی از یک سو و با حرکت به سمت غرب از سوی دیگر محدود می‌شوند، بر این اساس، جنگل‌های مانگرو ایران آخرین حد پراکنش این جنگل‌ها در آسیای جنوب‌غربی به‌شمار می‌روند. حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ هکتار جنگل‌های مانگرو در سواحل جنوبی ایران متعلق به استان بوشهر است و در ۳ بخش عمده وجود دارند: خلیج ناپیند، مل گنزه و بردستان که خلیج ناپیند با میزانی بالای ۸۰ درصد، بیش‌ترین جنگل‌های مانگرو را به‌خود اختصاص داده است (صفیاری, ۱۳۸۲). یکی از مهم‌ترین جوامع کفزی مایوفونا می‌باشند. مایوفونا به آن دسته از موجودات چند یاخته‌ای متحرک کفزی گفته می‌شود که کوچک‌تر از ماکروفونا و بزرگ‌تر از میکروفونا هستند به‌عبارت دیگر آن دسته از موجودات کفزی که در درون رسوبات حداکثر تا عمق ۴-۳ سانتی‌متری زندگی می‌کنند (Chester و همکاران, ۲۰۰۷) و شامل مایوبنتوزهای بالغ مثل نماتودا، استراکودا، روزنه‌داران، کرم‌های کم‌تار، پاروپایان، کرم‌های پهن، کینورینکوس، موشک‌پایان، تاردیگرا، بربوزوآ و مراحل لاروی ماکروفونا (دوکفه‌ای و شکم‌پا) (Thiel و Higgins, ۱۹۸۸؛ Giere, ۱۹۹۳؛ Vincx, ۱۹۹۶؛ Govindan, ۲۰۰۲) و هم‌چنین لاروهای شیرونومیده (مایوفونای موقت) و کلاوسرا می‌باشند (Imhof و Dvorak, ۱۹۹۸؛ Bogutet و همکاران, ۲۰۰۹). مایوفونا از اجزای مهم اکوسیستم‌های دریایی هستند که نقش حیاتی را در تجزیه دتریتوس و چرخه نیتروژن و بازچرخش مواد مغذی و جریان انرژی تا بالاترین سطوح غذایی بازی می‌کنند (Warwick, ۱۹۸۷؛ Coull, ۱۹۹۹؛ Hyland, ۲۰۰۵؛ Grego و همکاران, ۲۰۰۹). به‌دلیل حضور آن‌ها در بسترهای کف، این موجودات به‌طور ویژه مستعد پذیرش استرس‌های وابسته به رسوبات هستند و به‌عنوان شاخص‌های حساس به آشفتگی‌های محیطی در بستر به‌کار می‌روند (Heip, ۱۹۸۰؛ Veranken و همکاران, ۱۹۸۶؛ Grego و همکاران, ۲۰۰۹). دلیل آن نیز تعداد فراوان آن‌ها، زیستگاه نسبتاً ثابت و ساکن آن‌ها، دوره کوتاه زاد و ولد، لاروهای کفزی و عادات غذایی قابل تغییر

۱ گرم در لیتر به مدت ۴۵ دقیقه رنگ آمیزی شد و سپس با استفاده از الک ۰/۰۶۳ میلی متر شستشو داده شد. پس از آن به بشر منتقل و با به کارگیری روش ظرف به ظرف کردن (Decantation)، نمونه‌های مایوفونی بدون صدف مانند نماتودها، لارو سخت پوستان و غیره از رسوبات جداسازی شد. نمونه‌های جداسازی شده شناسایی و شمارش گردید. گروهی دیگر از مایوفونا که دارای صدف هستند مانند روزنه‌داران، استراکودا و لارو دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان، پس از شستشوی متعدد و عبور از الک ۰/۰۶۳ میلی متر و خشک شدن در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۲۴ ساعت، به یک بشر منتقل و سپس به آن تتراکلرید کربن اضافه گردید، با این عمل موجودات کوچک‌تر از ۰/۵ میلی متر به علت سبک بودن در بخش سطحی این مایع سنگین تجمع یافته و با عبور از کاغذ صافی با کمک یک قیف شیشه‌ای جدا شده و نهایتاً به کمک استریومیکروسکوپ شناسایی گردیدند (McIntyre و Holme، ۱۹۸۴) و با استفاده از کلیدهای شناسایی مورد بررسی قرار گرفت.

جهت انجام آنالیز دانه‌بندی رسوبات، روش استاندارد مطرح شده توسط (Buchanan، ۱۹۸۴) با استفاده از سری الک‌های استاندارد استفاده گردید (McIntyre و Eleftheriou، ۲۰۰۵) و در نهایت به صورت درصد وزن خشک رسوبات در ۴ محدوده اندازه‌ای زیر گزارش شد، به طوری که غالبیت با هر گروهی باشد، دانه‌بندی از آن نوع است. ماسه درشت (بیش‌تر از ۵۰۰ میکرومتر)، ماسه متوسط (۲۵۰-۵۰۰ میکرومتر)، ماسه ریز (۱۲۵-۲۵۰ میکرومتر)، سیلت-رس (کوچک‌تر از ۱۲۵ میکرومتر). میزان کربن آلی کل (TOC) رسوبات با استفاده از روش رنگ‌سنجی که براساس اکسیداسیون مواد آلی خاک توسط مخلوط دی کرومات و اسیدسولفوریک و اندازه‌گیری شدت رنگ سبز سولفات کروم که مستقیماً مقدار کربن اکسید شده را می‌دهد، محاسبه شد. به این منظور، با استفاده از ترازو، ۱ گرم از رسوبات هموزن شده هر منطقه ایستگاهی به‌ازای وزن خشک، در آون با دمای ۷۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. سپس در زیر هود، ۱۰ میلی لیتر دی کرومات پتاسیم و ۲۰ میلی لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به آن‌ها اضافه و خوب هم‌زده شدند (طی این واکنش اکسیداسیون مواد آلی موجود در رسوب انجام می‌شود و به علت تشکیل سولفات کرم ۳، رنگ محلول به رنگ سبز در می‌آید). بعد از گذشت چند ساعت، سانتریفوژ نمونه‌ها در دور ۴۰۰۰-۵۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. رسم نمودار استاندارد با استفاده از غلظت معین ساکاروز و با کمک اسپکتروفتومتر مدل CARY3E از شرکت Varian Spectra و ساخت کشور آمریکا انجام گرفت. به این ترتیب که در زیر هود، غلظت‌های مشخص (۲۵-۱) میلی گرم در لیتر از ساکاروز با ۱۰ میلی لیتر دی کرومات پتاسیم و ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به خوبی ترکیب شدند. بعد از انجام سانتریفوژ، جذب نمونه‌های ساکاروز در طیف مرئی ۸۹۰-۴۹۰ نانومتر خوانده شد و معادله



شکل ۱: منطقه نمونه برداری درختزار حرای مل گنزه

سانتی متری برداشت گردید. هم‌چنین برای اندازه‌گیری دانه‌بندی رسوبات و کربن آلی کل نیز، ۳ نمونه رسوبی از هر ایستگاه جمع‌آوری شد. سپس این نمونه‌ها در کیسه‌های نایلونی قرار داده شد، با فرمالین ۴٪ فیکس گردید و جهت انجام مراحل بعدی به آزمایشگاه اکولوژی پژوهشکده خلیج فارس انتقال یافت. فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مانند شوری، pH، دما و پتانسیل احیا با استفاده از مولتی پارامترسنج قابل حمل مدل WTW ساخت کشور آلمان در محل نمونه برداری در آب بین رسوبی، اندازه‌گیری گردید (Wef، ۱۹۹۸). ناحیه جنوبی جنگل به دلیل پیچیدگی بستر و تنوع در زیستگاه جهت طراحی ایستگاه انتخاب شد. سه ایستگاه در موقعیت زیگزاگی در وضعیت پرتراکم، کم تراکم و بدون تراکم در ۳ سطح جزر مدی طراحی شد. نواحی بالاکنشندی که معمولاً از دسترسی آب دریا به دور است و صرفاً در زمان مد حداکثری از آب پر می‌شوند. نواحی میان‌کنشندی که در محدوده حضور درختان حرا قرار دارد در نوسانات جزر مدی همواره از آب پر و خالی می‌شود. نواحی پایین‌کنشندی که معمولاً از انتهای پوشش‌های گیاهی تا سواحل را شامل شده و معمولاً از آب پر است.

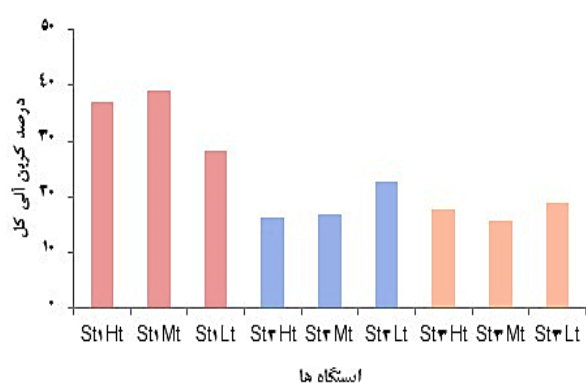
جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری و وضعیت

ایستگاه	پوشش گیاهی آن‌ها		
	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	وضعیت پوشش گیاهی
ایستگاه ۱	۲۷° ۵۰' ۵۱/۹۳"N	۵۱° ۳۴' ۴۹/۰۷"E	پرتراکم
ایستگاه ۲	۲۷° ۵۰' ۴۷/۳۰"N	۵۱° ۳۴' ۴۷/۰۵"E	کم تراکم
ایستگاه ۳	۲۷° ۵۰' ۴۸/۹۰"N	۵۱° ۳۴' ۵۰/۹۰"E	بدون تراکم

مراحل آزمایشگاهی: در آزمایشگاه نمونه‌ها پس از شستشو و عبور از الک ۰/۵ و ۰/۰۶۳ میلی متر با استفاده از رزینگال

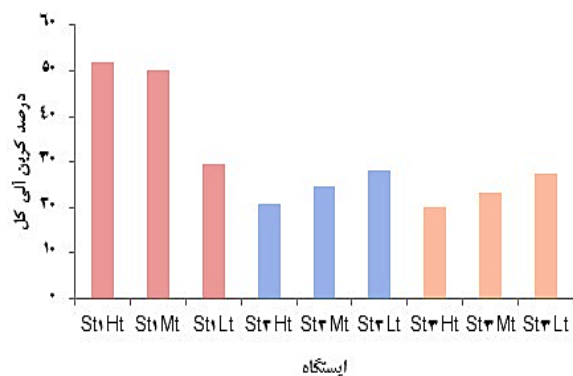


درصد کربن آلی کل در ایستگاه‌های مختلف بین (۰.۳۹/۰۴-۰.۱۵/۵۵) در تابستان و (۰.۱۱/۲۰-۰.۹۵/۵۱) در زمستان متغیر بود (شکل‌های ۳ و ۴). در مجموع در دو فصل زمستان و تابستان ایستگاه ۱ دارای بیش‌ترین میزان کربن آلی کل و پس از آن ایستگاه‌های ۲ و ۳ قرار داشت. نکته دیگر آن که در طول سال در ایستگاه ۱ از ناحیه بالای جزر و مدی تا ناحیه پایین جزر و مدی شاهد کاهش تقریبی مقدار کربن آلی کل رسوبات بوده ولی در دو ایستگاه دیگر این روال برعکس است و از ناحیه بالای جزر و مدی تا پایین جزر و مدی در ایستگاه‌های ۲ و ۳ مقدار کربن آلی کل افزایش یافت.



شکل ۳: درصد کربن آلی کل در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری

رویشگاه حرای مل گنزه در فصل تابستان
(Ht: High Tide, Mt: Mid Tide, Lt: Low Tide)



شکل ۴: درصد کربن آلی کل در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری

رویشگاه حرای مل گنزه در فصل زمستان

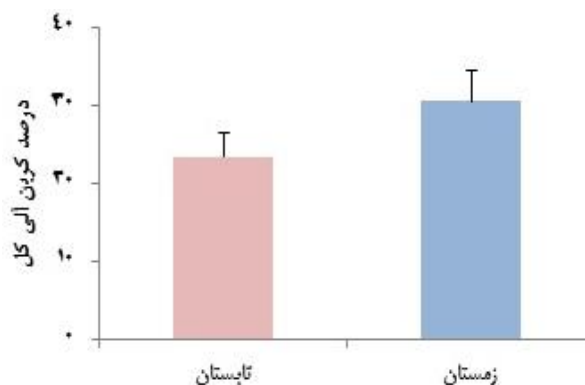
نتایج آنالیز دانه‌بندی رسوبات نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان رسوبات سیلتی-رسی در ایستگاه ۱ و پس از آن به ترتیب در ایستگاه‌های ۲ و ۳ وجود دارد. هم‌چنین بیش‌ترین درصد رسوبات سیلتی-رسی در منطقه بین جزر و مدی ایستگاه ۱ می‌باشد (St1Mt). هم‌چنین در کل می‌توان گفت پس از رسوبات سیلتی-رسی، رسوبات ماسه‌ای ریز در بیش‌تر سطوح جزر و مدی از رسوبات غالب هستند (شکل ۵ و ۶).

نمودار استاندارد ($y = ax + b$) به دست آمد. در این معادله، محور y ، جذب و محور x ، غلظت ساکارز بر حسب میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. طول موج مورد هدف ۶۶۰ نانومتر است، بنابراین در ادامه، جذب نمونه‌های رسوب در این طول موج خوانده شد که همان y می‌باشد. با جایگزینی y در معادله نمودار استاندارد، غلظت مواد آلی (x) بر حسب میلی‌گرم در لیتر یا ppm محاسبه شد. از آنجایی که ۰/۴۲ ساکارز را کربن تشکیل می‌دهد، عدد نهایی به دست آمده در ۰/۴۲ ضرب شد تا غلظت کربن آلی به دست آید (Hach، ۱۹۸۸؛ Gupta؛ ۲۰۰۱، Bergin و همکاران، ۲۰۰۶).

آنالیز داده‌ها: در نرم‌افزار آماری SPSS، نرمالیتی داده‌ها توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov، هموزنیته واریانس به وسیله آزمون Levene بررسی گردید. آنالیز واریانس دوطرفه برای بررسی معنی‌داری اختلاف بین متغیرها در ایستگاه‌ها و سطوح جزر و مدی مختلف به کار برده شد و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، برای جدا کردن گروه‌های مختلف از پس آزمون multiple comparison (Tukey) استفاده گردید. از ضریب همبستگی پیرسون نیز برای بررسی ارتباط بین پارامترهای بیولوژیکی و محیطی استفاده گردید و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار آماری Excel صورت گرفت.

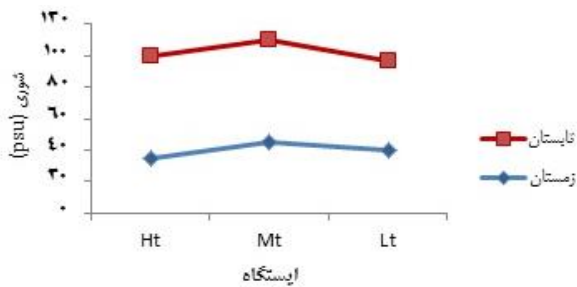
نتایج

درصد کربن آلی کل در رسوبات مانگرو مل گنزه در شکل ۲ نشان داده شده است. میانگین میزان کربن آلی کل در دو فصل زمستان و تابستان دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P < 0.05$) به طوری که در تابستان (۲۳/۵۳ ± ۳/۰۵) و در زمستان (۳۰/۴ ± ۶۲/۰۰۳) بود. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار کربن آلی کل در فصل زمستان (۰.۹۵/۵۱) و کم‌ترین مقدار آن در فصل تابستان (۰.۱۵/۵۵) مشاهده شد.



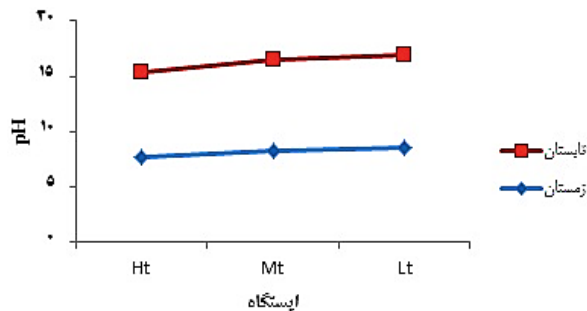
شکل ۲: میانگین درصد خطای استاندارد میزان کربن آلی کل رویشگاه حرای مل گنزه در دو فصل تابستان و زمستان





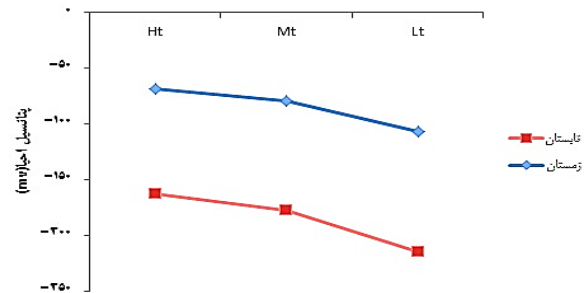
شکل ۸: شوری آب در دو فصل تابستان و زمستان در سطوح جزر و مدی مختلف نمونه برداری

دامنه pH بین (۷/۸-۷۳/۳۱) در تابستان و (۷/۸-۶۶/۵۶) در زمستان بود و اختلاف معنی داری بین فصول و ایستگاه‌های مختلف مشاهده نشد ($P > 0.05$) (شکل ۹).

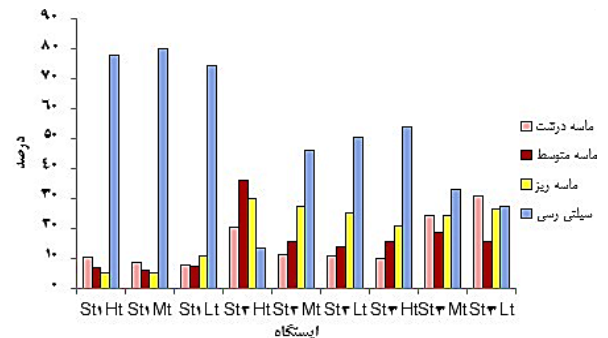


شکل ۹: pH آب در دو فصل تابستان و زمستان در سطوح جزر و مدی مختلف نمونه برداری

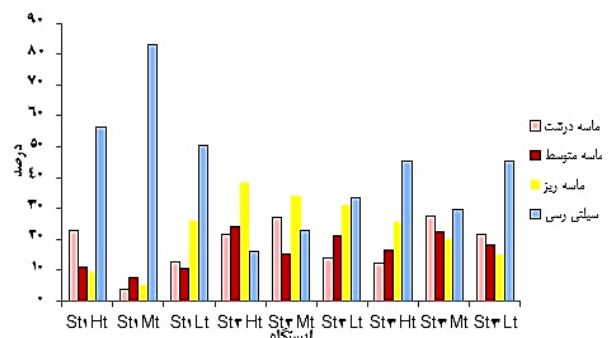
مقادیر Eh در همه ایستگاه‌ها و فصول منفی بود. حداکثر مقدار آن در زمستان ثبت گردید. مقدار این فاکتور دارای مقادیری بین (۱۰۸/۳۳mv) و (-۹۴/۳۸) در تابستان و (-۱۰۶/۷۷mv) و (-۶۸/۲۷) در زمستان بود، که میانگین آن در زمستان بیش‌تر از تابستان بود. این فاکتور بین ایستگاه‌های مختلف متغیر و کم‌ترین مقدار آن به ترتیب در ایستگاه‌های Lt و Mt مشاهده شد و بیش‌ترین در ایستگاه Ht دیده شد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: پتانسیل احیا (بر حسب میلی‌ولت) در دو فصل تابستان و زمستان در سطوح جزر و مدی مختلف نمونه برداری

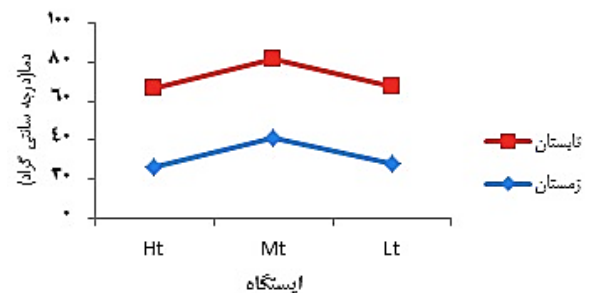


شکل ۵: آنالیز دانه‌بندی رسوبات ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری حرای مل گنزه در فصل زمستان



شکل ۶: آنالیز دانه‌بندی رسوبات ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری رویشگاه حرای مل گنزه در فصل تابستان

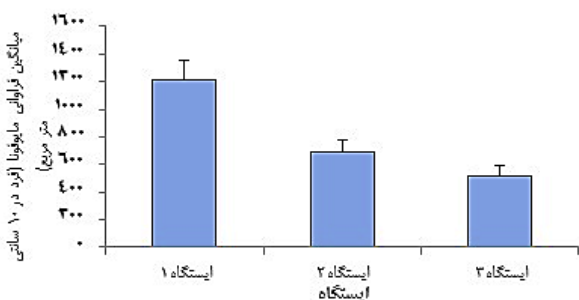
در این بررسی حداکثر و حداقل دمای آب در تابستان و زمستان به ترتیب با میانگین 40.5 ± 0.37 و 31.77 ± 4.68 اندازه‌گیری گردید. و بیش‌ترین دما در دو فصل در ایستگاه Mt مشاهده شد (شکل ۷).



شکل ۷: دمای آب در دو فصل تابستان و زمستان در سطوح جزر و مدی مختلف نمونه برداری

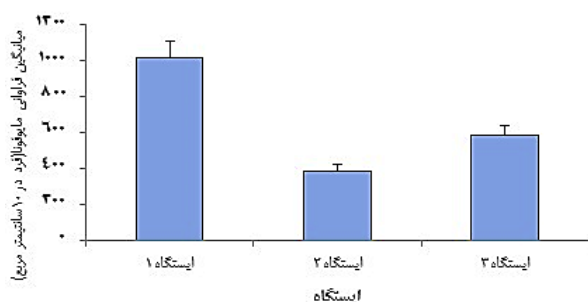
میزان شوری آب رنجی بین ۳۵-۶۵ ppt دارا بود و کم‌ترین میزان شوری در فصل زمستان در ایستگاه Ht و بیش‌ترین میزان شوری در فصل تابستان در ایستگاه Mt مشاهده گردید (شکل ۸). اما بالاترین شوری در سطوح جزر مدی در میانگین دو فصل مربوط به نواحی میان کشندی (55.9 ± 11.97) و کم‌ترین آن مربوط به نواحی پایین کشندی (48.8 ± 5.72) بود (شکل ۸).





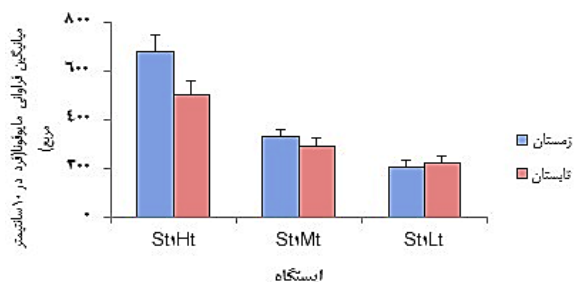
شکل ۱۳: میانگین فراوانی مایوفونا (فرد در ۱۰ سانتی متر مربع) در فصل زمستان در ایستگاه‌های مختلف

در این مطالعه بیش‌ترین فراوانی در تابستان در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری به ترتیب متعلق به ایستگاه ۱ (۹۵±۱۰۱۶/۷۶)، ایستگاه ۳ (۶۳±۵۸۷/۶۳) و ایستگاه ۲ (۹۵±۳۸۳/۹۵) فرد در هر سانتی متر مربع بود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴: میانگین فراوانی مایوفونا (فرد در ۱۰ سانتی متر مربع) در فصل تابستان در ایستگاه‌های مختلف

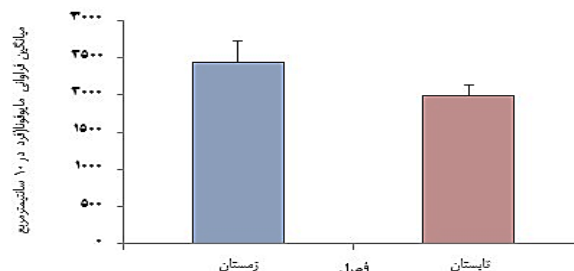
نتایج این مطالعه نشان داد که در ایستگاه ۱ در دو فصل، از Ht به سمت سطوح Lt تراکم مایوفونا کاهش می‌یابد و بیش‌ترین تراکم در دو فصل در ایستگاه Ht می‌باشد (شکل ۱۵).



شکل ۱۵: میانگین فراوانی مایوفونا (فرد در ۱۰ سانتی متر مربع) در فصل زمستان و تابستان در سطوح جزر و مدی مختلف ایستگاه ۱

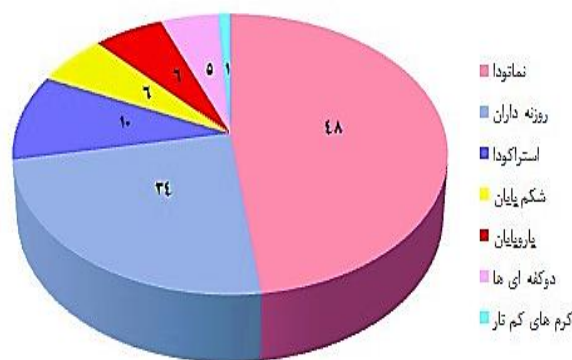
ایستگاه ۲ در دو فصل تراکم مایوفونا از Ht به سمت Lt دارای روند افزایشی بود و بیش‌ترین تراکم در ایستگاه Lt مشاهده گردید (شکل ۱۶).

میانگین فراوانی کل گروه‌های مایوفونی در فصل تابستان و زمستان به ترتیب (۱۴۹±۱۹۸۶/۸۸) و (۲۹۳±۲۴۳۲/۹۳) فرد در هر ۱۰ سانتی متر مربع بود و اختلاف معنی‌داری بین این دو فصل مشاهده نشد ($p > 0.05$) (شکل ۱۱).



شکل ۱۱: میانگین فراوانی کل گروه‌های مایوفونی در دو فصل تابستان و زمستان

در این بررسی ۷ رده تاکسونومیک شامل نماتودا، پاروپایان، روزنه داران، استراکودا، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، کرم‌های کم‌تار حضور داشتند که نماتودا دارای بیش‌ترین درصد فراوانی (۴۸٪) و پس از آن به ترتیب، روزنه‌داران با ۲۴٪، استراکودا ۱۰٪، پاروپایان ۶٪، شکم‌پایان ۶٪، دوکفه‌ای‌ها ۵٪ و کرم‌های کم‌تار ۱٪ قرار داشت. می‌توان گفت در بین گروه‌های بی‌صدف، به ترتیب نماتودا و پس از آن پاروپایان راسته هاریکتی کوئید (Harpacticoid) دارای بیش‌ترین فراوانی بودند و گروه‌های غالب را تشکیل می‌دادند و در بین گروه‌های صدف‌دار به ترتیب روزنه‌داران، استراکودا دارای بیش‌ترین درصد فراوانی و پس از آن‌ها به ترتیب شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها قرار داشتند (شکل ۱۲).



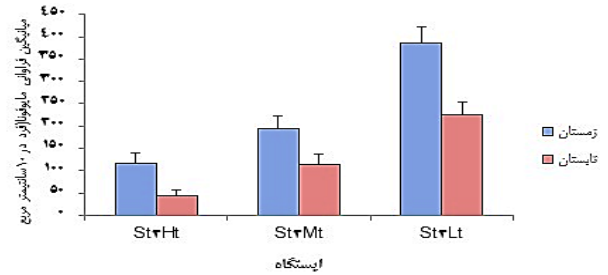
شکل ۱۲: درصد فراوانی گروه‌های مختلف مایوفونی رویشگاه حرای مله گنزه

نتایج نشان داد که بیش‌ترین فراوانی مایوفونا در زمستان در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری به ترتیب متعلق به ایستگاه ۱ (۱۳۹±۱۲۱۷/۷۷)، ایستگاه ۲ (۶۴±۶۹۴/۶۴) و ایستگاه ۳ (۵۳±۷۴۲/۵۳) فرد در هر سانتی متر مربع می‌باشد (شکل ۱۳).



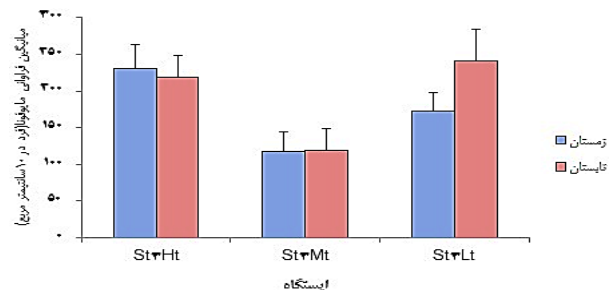
کربن آلی کل در این فصل می‌گردد (Alongi و همکاران، ۲۰۰۰). هم‌چنین (Hegazy, ۱۹۹۸) اکولوژی گونه *Avicenia marina* را در خلیج فارس مورد بررسی قرار داد. او بیان کرد که حداکثر مقدار ریزش برگ‌ها در فصل زمستان و حداقل مقدار آن در فصل تابستان مشاهده می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ریزش برگ مانگرو، دلیل مهمی برای تغییر مقدار مواد آلی و کربن آلی کل در رسوبات، در طول فصول مختلف می‌باشد. هم‌چنین بیان شده که بیش از ۶۰-۳۰ درصد تولیدات اولیه مانگروها به ریزش برگ‌ها اختصاص داده می‌شود (Bunt و همکاران، ۱۹۷۹؛ Alongi، ۲۰۰۵؛ Torres-Part و Schizas، ۲۰۰۵). علاوه بر این، افزایش دما منجر به افزایش تجزیه شیمیایی و زیستی مواد آلی و در نهایت باعث کاهش کربن آلی کل در فصل گرم می‌گردد (Alongi و همکاران، ۲۰۰۰). در مطالعات (نامجو و کمالی‌فر، ۱۳۸۹) نیز بر روی حرای بردستان چنین نتایجی به‌دست آمد. میزان کربن آلی کل در ایستگاه ۱ نسبت به ایستگاه ۲ و ۳ بیش‌تر بود که می‌توان آن‌را به دلیل پوشش گیاهی بیش‌تر و انبوه‌تر مانگروها در ایستگاه ۱ که منبع مواد آلی در رسوبات مانگرو می‌باشند نسبت به دو ایستگاه دیگر دانست. هم‌چنین درصد بالاتر رسوبات دانه ریز سیلتی-رسی در این ایستگاه نیز دلیل دیگر آن می‌باشد، چرا که ذرات دانه ریز مواد آلی بیش‌تری را در خود نگه می‌دارند. هم‌چنین (Elliot و Gray، ۲۰۰۹) بیان کرد که رسوبات دانه ریز به‌علت بیش‌تر بودن نسبت سطح به حجم مواد آلی را نیز بیش‌تر در درون خود حفظ می‌نماید و ایستگاه‌های ۲ و ۳ دارای مقادیر کم‌تری از رسوبات سیلتی-رسی هستند. در این بررسی نتایج حاصل از آنالیز همبستگی نیز نشان داد که همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ بین رسوبات سیلتی-رسی و میزان کربن آلی کل وجود دارد. هم‌چنین به‌دلیل شرایط مساعد در منطقه جنگل‌های حرا و دیگر پوشش‌های گیاهی از منطقه Ht گسترش یافته، در منطقه Mt پوشش تنک‌تر شده و در منطقه Lt پوشش گیاهی کم‌تر شده و با فواصل بیش‌تری حضور دارند.

در بین سطوح جزر و مدی در ایستگاه ۱ سطوح جزر و مدی Ht و Mt دارای بیش‌ترین مقدار کربن آلی کل بودند و ایستگاه Lt دارای مقادیر کم‌تری بود. که دلیل آن‌را می‌توان به حضور انبوه درختان مانگرو و پوشش‌های گیاهی و جلبکی در منطقه Ht و Mt خصوصاً در Ht نسبت داد که که منبع عمده و اصلی مواد آلی است. هم‌چنین به‌دلیل غالبیت بالای رسوبات دانه ریز سیلتی-رسی در این ایستگاه‌ها که سبب نگهداری محتوای بیش‌تر مواد آلی می‌گردند، کم‌تر بودن مقدار کربن آلی کل در ایستگاه Lt را می‌توان به حضور بسیار کم‌تر پوشش‌های گیاهی و هم‌چنین وجود رسوبات دانه درشت‌تر که مواد آلی کم‌تری را در خود نگه می‌دارند، نسبت داد. از آن‌جاکه این ایستگاه توسط امواج و جریان‌ات تحت تأثیر قرار می‌گیرد، افزایش عمل امواج و جریان‌ات جزر



شکل ۱۶: میانگین فراوانی مایوفونا (فرد در ۱۰ سانتی‌متر مربع) در فصل زمستان و تابستان در سطوح جزر و مدی مختلف ایستگاه ۲

در ایستگاه ۳ تراکم مایوفونا در دو فصل در ایستگاه Ht و Lt بیش‌تر از ایستگاه Mt بود. به‌عبارتی ایستگاه Mt دارای کم‌ترین تراکم بود (شکل ۱۷).



شکل ۱۷: میانگین فراوانی مایوفونا (فرد در ۱۰ سانتی‌متر مربع) در فصل زمستان و تابستان در سطوح جزر و مدی مختلف ایستگاه ۳

بحث

کربن آلی کل (TOC): اکوسیستم‌های بین جزر و مدی مانگرو یکی از محیط‌های بینابینی مهم برای چرخه کربن در بسیاری از محیط‌های ساحلی گرمسیری می‌باشند. نرخ تولید اولیه در اکوسیستم‌های مانگرو بالا بوده و منجر به افزایش مواد آلی در رسوبات اکوسیستم‌های دریایی می‌گردد. درختان مانگرو، میکروآلگ‌ها، ماکروآلگ‌ها و جلبک‌های سبز-آبی، مسئول ایجاد بخش عمده‌ای از تولیدات اولیه در اکوسیستم‌های مانگرو می‌باشند (Lee, ۱۹۹۵). البته منابع دیگر نیز احتمالاً ورودی‌های مهم کربن آلی را فراهم کرده که شامل: مواد آلوکتونوس رودخانه‌ای یا دریایی (علف‌های دریایی)، تولیدات آتوکتونوس توسط ماکروآلگ‌ها یا میکروآلگ‌های کفزی یا اپی‌بنتیک و نهایتاً تولیدات محلی ستون آب توسط فیتوپلانکتون‌ها می‌باشند (Boillen و همکاران، ۲۰۰۴). هم‌چنین حضور بالای جانوران در رسوبات دانه ریز بر افزایش سطح مواد آلی در محیط می‌افزاید (Brown و MacLachlan، ۲۰۰۶). در این بررسی مقدار کربن آلی کل رسوبات در فصل زمستان بیش‌تر از تابستان بود. به‌نظر می‌رسد که افزایش ریزش برگ درختان حرا باعث افزایش میزان



بیابند. مطالعات Liu و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که نیروهای هیدرودینامیکی یک فاکتور کلیدی در تعیین ترکیب دانه‌بندی رسوبات می‌باشند، هم‌چنین Bryan و Longston (۱۹۹۲) بیان کردند که نیروهای هیدرودینامیکی به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور تعیین‌کننده میانگین دانه‌بندی بیش‌تر در مناطق در معرض امواج و جریان‌ات و دانه‌بندی کوچک‌تر در مناطق پناهگاهی می‌شود. در این بررسی نتایج حاصل از دانه‌بندی نشان داد که ایستگاه ۱ دارای بیش‌ترین درصد رسوبات دانه‌ریز سیلتی رسی است که به‌دلیل پوشش متراکم و حضور بیش‌تر گیاهان حرا در این منطقه و به دام اندازی رسوبات دانه‌ریز توسط ریشه‌های حرا دارای بافت نرم‌تر و رسوبات دانه ریزتر می‌باشد.

دما: در این بررسی حداکثر و حداقل دمای آب در تابستان و زمستان به‌ترتیب با میانگین $40/50 \pm 0/37$ و $40/468 \pm 0/468$ اندازه‌گیری گردید. و دمای آب در تابستان و زمستان روند مشابهی را از Ht به سمت Lt طی می‌کرد بیش‌ترین دما در دو فصل در ایستگاه Mt مشاهده شد (شکل ۹). به‌دلیل شرایط زیست در این منطقه از Ht درختان حرا رشد کرده، در منطقه میانی (Mt) پوشش کم می‌شود و در Lt درختان و پوشش گیاهی با فاصله زیاد از هم دیده می‌شود که دمای بالا در منطقه Mt را می‌توان به کاهش حضور پوشش گیاهی و تاج‌پوش درختان مانگرو در این ایستگاه و قرارگیری در معرض هوا و تابش خورشید دانست. در بین سطوح جزر و مدی مختلف، میزان غرقابی شدن در اثر جزر و مد، دلیل اصلی تغییر دما می‌باشد (Nybakken, ۱۹۹۷). پرپود کم‌تر آب گرفتگی سطوح جزر و مدی بالاتر، مدت زمان قرارگیری این سطوح را در معرض هوا افزایش داده و منجر به افزایش دمای آن‌ها، در فصول گرم و کاهش دما در فصول سرد می‌گردد. سطوح جزر و مدی پائین‌تر که در معرض آب قرار دارند، ظرفیت بالای نگه‌داری گرما را دارند، این ظرفیت باعث ثبات دمای آب در سطوح جزر و مدی پائین می‌گردد، در نتیجه تغییرات دمای آب در سطوح جزر و مدی بالاتر و پایداری این پارامتر در سطوح پائین‌تر جزر و مدی، این دوروند دمای آب را در تابستان و زمستان ایجاد می‌کند. البته در منطقه Ht به‌دلیل حضور زیاد درختان مانگرو و وجود تاج‌پوش درختان و ایجاد سایه دارای دمای کم‌تری می‌باشد.

شوری: در این بررسی بیش‌ترین شوری در تابستان و کم‌ترین آن در زمستان رخ داده است. از آزمون ضریب همبستگی مشخص شد که شوری با دما همبستگی مثبت معنی‌داری دارد. افزایش دما و افزایش تبخیر در فصول گرم شوری نواحی ساحلی را افزایش می‌دهد. از سویی در این مطالعه میزان شوری در سطوح جزر و مدی بالاتر (Mt و Ht) بیش‌تر از Lt بود که به‌نظر می‌رسد افزایش تبخیر در سطوح بالاتر دلیل این امر باشد. کمالی‌فرو و نامجو (۱۳۸۹) نیز در مطالعه خود بر روی درختزار حرای بردستان شوری بالای مناطق بالادست را به تبخیر بالای این مناطق

و مدی منجر به شستشوی مواد آلی و در نتیجه کاهش کربن آلی کل می‌گردد. علاوه بر این، ذرات درشت، مواد آلی کم‌تری را در خود نگه می‌دارند (Gray و Elliot, ۲۰۰۹). میزان کربن آلی کل در سطوح جزر و مدی ایستگاه‌های ۲ و ۳ دارای یک روند افزایشی از Ht به سمت Lt بود که دلیل آن را هم می‌توان این‌گونه بیان کرد که در این ایستگاه‌ها رسوبات دانه‌ریز که همبستگی معنی‌دار و مثبتی با میزان کربن آلی کل دارند از سطوح بالای جزر و مدی به سمت سطوح پایین جزر و مدی دارای یک روند افزایشی می‌باشند.

دانه‌بندی: از بررسی نمودارهای موجود آشفتگی‌های متعددی در الگوی رسوب‌گذاری در نقاط نمونه‌برداری در بین فصول مشاهده شد که این حاکی از پیچیدگی منابع رسوب‌گذاری می‌باشد. منابع تأمین‌کننده رسوبات اعم از جزر مد امواج، تلاطم دریا، بارش باران‌های موسمی حرکت آب در آبراه‌های ساحلی می‌باشد. هم‌چنین شکل توپوگرافی سواحل نیز در ترسیم الگوی رسوب‌گذاری نقش مهمی ایفا می‌نماید. علاوه بر این عاری و همکاران (۱۳۹۱) مدهای حداکثری بهاره را نیز دلیل دیگری بر پیچیدگی الگوی رسوب‌گذاری مطرح می‌کنند که در آن آب با نفوذ در دورترین نقاط از خشکی آبراه‌های ساحلی سبب انتقال رسوبات به هنگام جزر از خشکی به سواحل می‌شود. کمالی‌فرو (۱۳۸۹) بیان کرد که اگر اکوسیستم‌های حرا از معرض مستقیم امواج دریا در امان بمانند باعث ثبات در بافت رسوبات خواهند شد. ناحیه جنوبی حرای مل گنزه در مطالعه اخیر به‌دلیل برخورد مستقیم با آب دریا ضمن تغییر و تبدیل پیوسته در طی سال الگویی پیچیده از تغییر بافت رسوبات را داشته است. نامجو و کمالی‌فرو (۱۳۸۹) هم‌چنین اذعان داشتند که به‌طور کلی حجم رسوبات دانه ریز از سطوح بالاکنشندی به سطوح پایین‌کنشندی در حال افزایش است که این نیز در مطالعه اخیر تصدیق شده است. هم‌چنین انتظار می‌رود رسوبات دانه درشت عمدتاً در مناطقی دیده شود که تلاطم و تحرک سبب شستشوی رسوبات دانه ریز شده بالعکس انتظار بر آن است که رسوبات دانه ریز بیش‌تر در مناطقی دیده شود که آب به‌دلیل آرامش و سکون فرصت بیش‌تری را برای رسوب‌گذاری ذرات دانه‌ریز و سبک فراهم آورده باشد (Nybakken, ۱۹۹۷). از سوی دیگر درختان مانگرو، مکانیزمی را برای به دام اندازی رسوبات ایجاد کرده و ذرات رسوبی را با استفاده از ساختار پیچیده ریشه‌های خود، به دام انداخته و باعث افزایش رسوب‌گذاری رسوبات نرم می‌گردند (Bingham و Kathiresan, ۲۰۰۱).

هم‌چنین مطالعه اخیر نشان داد که نقاط برخورد از پوشش‌های حرا از رسوبات نرم‌تر و نقاط محروم از پوشش از رسوبات درشت‌تری تشکیل شده است. این درختان در محیط‌های ساحلی به مثابه سدی در برابر آشفتگی دریا عمل کرده که این سبب می‌شود که رسوبات نرم معلق در سایه این آرامش فرصت و قدرت بیش‌تری برای رسوب‌گذاری



استراکودا دارای بیشترین درصد فراوانی و پس از آن‌ها به ترتیب شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها بودند. در بین گروه‌های بی‌صف مایوفونی نیز بیشترین تراکم متعلق به نماتودا (۴۸٪) و پس از آن پاروپایان راسته هارپکتی‌کوئید (۶٪)، کرم‌های کم‌تار (۱٪) قرار داشتند (شکل ۱۲). نتایج این بررسی با نتایج حاصل از مطالعه میردار و همکاران (۱۳۸۳) در خورهای شمالی استان بوشهر، هم‌خوانی دارد. در بررسی حاضر ابتدا روزنه‌داران و پس از آن استراکودا دارای بیشترین فراوانی بودند و شکم‌پایان سومین گروه غالب را تشکیل می‌دادند. در مطالعه‌ای که پوروخشوری (۱۳۷۴) بر روی مایوفونای صدف‌دار منطقه بین جزر و مدی استان بوشهر انجام داد، روزنه‌داران، استراکودا، شکم‌پایان، دوکفه‌ای‌ها و بریوزوئرها شناسایی شدند که روزنه‌داران دارای بیشترین فراوانی و پس از آن بیشترین فراوانی متعلق به استراکودا و شکم‌پایان بود. در مطالعه‌ای که نامجو (۱۳۸۹) بر روی مایوفونای درختزار حرای بردستان استان بوشهر انجام داد در مجموع ۴ گروه صدف‌دار مایوفونی، شناسایی گردید که بیشترین فراوانی، متعلق به روزنه‌داران و پس از آن به ترتیب مربوط به استراکودا، دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان بود. نتایج حاصل از مطالعه نامجو (۱۳۸۹)، میردار و همکاران (۱۳۸۱)، پوروخشوری و همکاران (۱۳۷۴) و این مطالعه، بیانگر یکسان بودن گروه‌های غالب مایوفونی در این مناطق است. نتایج این بررسی با نتایج اکثر مطالعات مایوفونی، از جمله مطالعات Sajan و همکاران (۲۰۰۹) در دریای عربی که نماتودا را به‌عنوان گروه غالب مایوفونی با ۸٪ تراکم و پس از آن پاروپایان هارپکتی‌کوئید با ۸٪ تراکم معرفی کردند و هم‌چنین با نتایج بررسی‌های Sergio و Fabiane (۲۰۰۳) در جنگل‌های مانگرو جنوب برزیل و Chinnaduria و Fernando (۲۰۰۷) در جنگل‌های مانگرو ساحل جنوب‌شرقی هند، سازگار است. مطالعات Negelkerken و همکاران، (۲۰۰۸) نیز این نتایج را تأیید می‌کنند. در مطالعات Sergio و Fabiane، (۲۰۰۳) در مانگروهای برزیل، پاروپایان به‌عنوان دومین گروه مایوفونی بعد از نماتودا از نظر فراوانی ذکر شده‌اند. نتایج بررسی نامجو (۱۳۸۹) بر روی درختزار حرای بردستان نیز این نتیجه را تأیید می‌کند. در این بررسی فراوانی روزنه‌داران بیش‌تر از استراکودا بود. مطالعات Horne و Boomer (۲۰۰۰) نیز نشان داد که روزنه‌داران اغلب دارای فراوانی بیش‌تری نسبت به استراکودا در آب‌های دریایی هستند. در مطالعه نامجو (۱۳۸۹) نیز تراکم روزنه‌داران بیش‌تر از استراکودا بیان شده است.

میانگین تراکم مایوفونا در فصل زمستان (۲۹۳±۲۴۳۲/۹۳) و در تابستان (۱۴۹±۱۹۸۶/۸۸) فرد در ۱۰ سانتی‌متر مربع بود ولی اختلاف معنی‌داری بین دو فصل مشاهده نشد ($P>0/05$). در این بررسی به‌طور کلی تراکم مایوفونا دارای اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری بود. میانگین تراکم مایوفونا در ایستگاه‌های مختلف جنگل حرای مل‌گنزه در فصل زمستان به ترتیب از ایستگاه ۱ (۱۳۹±۱۲۱۷/۷۷)،

نسبت به نواحی پایین‌دست بر شمرده‌اند. میزان شوری در Mt در دو فصل بالاترین مقدار خود را داشت که دلیل آن را می‌توان به بالاتر بودن دما در دو فصل در این ایستگاه نسبت داد که سبب افزایش تبخیر بیش‌تر می‌گردد. شوری به‌عنوان یک فاکتور مهم و مؤثر در توزیع مایوفونا شناخته است، اگرچه در این مطالعه همبستگی معنی‌داری بین این فاکتور و تراکم مایوفونا مشاهده نشد.

pH: مقدار pH در همه ایستگاه‌ها و فصول تقریباً ثابت بود و اختلاف معنی‌داری بین فصول و ایستگاه‌های مختلف مشاهده نشد. با توجه به ثبات pH، به‌نظر می‌رسد که توزیع، تنوع و ترکیب گونه‌های مایوفونا به‌وسیله این فاکتور تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. نامجو (۱۳۸۹) در مطالعه خود بر روی مایوفونای درختزار حرای بردستان بیان نموده که pH ثابت و توزیع، تنوع و ترکیب گونه‌های مایوفونا به‌وسیله این فاکتور تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. چیزی که در مطالعات ولوی (۱۳۷۶)، میردار (۱۳۸۱) و عاربی (۱۳۹۱) نیز گزارش شده است.

پتانسیل احیا (Eh): میزان Eh نشان‌دهنده فرآیند احیا و اکسیداسیون در تماس با آب و خاک می‌باشد. میزان پائین Eh، نشان دهنده احیا بالاست، در حالی که مقدار بالای آن نشان دهنده اکسیداسیون بالاست (Gupta, ۲۰۰۱). در مطالعه حاضر، حداقل مقدار Eh در فصل تابستان مشاهده شد. می‌توان گفت کاهش اکسیژن محلول در این فصل در نتیجه افزایش فعالیت زیستی و کاهش پتانسیل آب در نگهداری اکسیژن، منجر به کاهش شرایط در رسوبات و در نتیجه کاهش مقادیر Eh می‌شود. Eh منفی حاکی از فقر اکسیژن در رسوبات است. این فقر اکسیژن را می‌توان به دانه‌بندی ریز رسوبات نیز مرتبط دانست آن‌جایی که عمل تهویه به سختی صورت می‌پذیرد. در مجموع Eh در مطالعه کفزیان به‌عنوان شاخصی در جهت سنجش وضعیت کیفی اکسیژن در آب و رسوبات عمل می‌کند. در حرای مل‌گنزه پتانسیل اکسایش-کاهش در طول سال در حد فاصل ۱۲۰- تا ۳۳/۲۶- میلی‌ولت قرار داشت. این نشان می‌دهد میکروارگانیسم‌های موجود در رسوبات شرایط بی‌هوازی دارند. هم‌چنین شدت پتانسیل اکسایش-کاهش محیط را به سمت قلیایی شدن سوق می‌دهد. به‌طور کلی، فاکتور Eh در توزیع و منطقه‌بندی گونه‌های مختلف مانگرو در طول گرادیان جزرومدی، مهم است (Matthijs و همکاران، ۱۹۹۹). به‌طور کلی می‌توان این گونه بیان کرد که احتمالاً *Avicenia marina*، استقرار در رسوباتی با شرایط احیا را ترجیح می‌دهد.

مایوفونا: در این بررسی ۷ رده تاکسونومیک شامل نماتودا، پاروپایان، روزنه‌داران، استراکودا، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان و کرم‌های کم‌تار حضور داشتند. در میان گروه‌های مایوفونی صدف‌دار بیش‌ترین تراکم متعلق به روزنه‌داران (۲۴٪) و پس از آن به ترتیب متعلق به استراکودا (۱۰٪)، شکم‌پایان (۶٪) و دوکفه‌ای‌ها (۵٪) بود. به عبارتی به ترتیب روزنه‌داران،



ایستگاه ۲ (۸۵±۶۹۴/۶۴) و ایستگاه ۳ (۷۴±۵۲۱/۵۳) فرد در ۱۰ سانتی‌متر مربع بود. به طوری که بیش‌ترین تراکم مربوط به ایستگاه ۱ و پس از آن به ترتیب، ایستگاه ۲ و ۳ بود (شکل ۱۳) و بین ایستگاه ۱ با ایستگاه‌های ۲ و ۳ اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$)، ولی بین ۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). می‌توان این اختلاف را به تفاوت در محیط فیزیکی هر ایستگاه نسبت داد، چرا که ایستگاه‌های ۲ و ۳ که تقریباً دارای دانه‌بندی مشابهی بوده و ایستگاه ۱ دارای بیش‌ترین مقدار سیلت-رس می‌باشد. هم‌چنین از نظر میزان مواد آلی تقریباً ایستگاه‌های ۲ و ۳ دارای روند مشابهی می‌باشند. از طرفی نتایج حاصل از آنالیز همبستگی نشان داد که همبستگی معنی‌دار مثبتی بین تراکم مایوفونا و درصد سیلت و رس وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت که رسوبات گلی ریز شرایطی را فراهم می‌کنند که افزایش بیش‌تر تراکم مایوفونا را سبب می‌گردد که دلیل آن را می‌توان محتوای بیش‌تر مواد آلی (منبع غذایی مایوفونا)، در رسوبات گلی بیان کرد. نتیجه‌ی اخیر، در مطالعه وزیری‌زاده (۱۳۷۵) نیز به‌دست آمد. میردار و همکاران (۱۳۸۳) بیان کردند که هرچه اندازه ذرات رسوبی کوچک‌تر باشد، بر میزان مواد آلی آن افزوده شده و به تبع آن بر تعداد موجودات کفزی که وابستگی فراوانی به بستر و مواد آلی دارند، اضافه می‌گردد. در مطالعه Chinadah و Braide (۲۰۰۱) در رابطه با حضور و توزیع مایوفونا در انواع مختلف رسوبات، آن‌ها مشاهده کردند که تراکم مایوفونا در رسوبات سیلتی رسی بیش‌تر از ماسه‌ای بود.

در فصل تابستان نیز میانگین فراوانی از ایستگاه ۱ (۹۵±۱۰۱۶/۷۶)، ایستگاه ۲ (۴۱±۳۸۳/۹۵) و ایستگاه ۳ (۵۳±۵۸۷/۶۳) فرد در هر سانتی‌متر مربع بود و بیش‌ترین فراوانی متعلق به ایستگاه ۱ و سپس ایستگاه ۳ و ۲ بود (شکل ۱۴). نتایج نشان داد که همبستگی مثبت معنی‌داری بین میزان تراکم مایوفونا و میزان کربن آلی کل و رسوبات سیلتی-رسی وجود دارد. با توجه به این‌که ایستگاه ۱ بیش‌ترین درصد رسوبات سیلتی-رسی و کربن آلی کل را دارد و پس از آن ایستگاه ۳ دارای درصد بالای رسوبات سیلتی رسی می‌باشد و کم‌ترین مقدار رسوبات دانه‌ریز در ایستگاه ۲ حضور دارد، این نتایج قابل توجیه است. در بین سطوح جزر و مدی ایستگاه ۱ در زمستان و تابستان تراکم مایوفونا دارای یک روند کاهشی از Ht به سمت Lt می‌باشد.

تراکم بالای نماتوفورها و بسترهای جلبکی (میکروآلگ‌ها و ماکروآلگ‌ها) در این ایستگاه خود سبب افزایش فراوانی مایوفونا می‌گردد، چرا که دتریتوس حاصل از زیستگاه‌های گیاهی به‌عنوان یک منبع غذایی برای بسیاری از گروه‌های گیاه‌خوار مایوفونی محسوب شده و از طریق افزایش میکروزیستگاه‌های مختلف ایجاد شده، تنوع و تراکم مایوفونا را افزایش می‌دهد. به‌علاوه به‌دلیل حضور پایه‌های مانگرو و تاج آن‌ها و دیگر بسترهای گیاهی، این منطقه برای موجودات به‌صورت یک

منطقه پناهگاهی عمل می‌کند. بنابراین تراکم بالای درختان مانگرو در ایستگاه ۱ نسبت به ایستگاه و هم‌چنین در بین سطوح جزر و مدی سطح Ht شرایط محیطی پایداری را برای تجمع موجودات فراهم می‌نماید. در سطوح جزر و مدی ایستگاه ۲ تراکم مایونا دارای یک روند افزایشی از Ht به Lt می‌باشد که به‌دلیل گرادیان افزایشی کربن آلی کل از Ht به Lt و هم‌چنین دانه‌بندی ریزتر در سطوح جزر و مدی پایین در این ایستگاه قابل توجیه است. در سطوح جزر و مدی ایستگاه ۳، Ht و Lt دارای تراکم بالا و مشابهی هستند که به‌دلیل شباهت دانه‌بندی و محیط فیزیکی این سطوح که دارای درصد سیلت-رس بیش‌تری نسبت به Mt می‌باشند و هم‌چنین درصد کربن آلی کل بالاتر در این دو سطح نسبت به Mt شاهد این روند در تراکم مایوفونا بود.

آن‌چه که از نتایج مطالعات بر روی مایوفونای جنگل مانگرو مل گنزه به‌دست آمده نشان می‌دهد که رده‌های مایوفونی شامل گروه‌های مختلفی از بی‌مهرگان دریایی بوده که بیش‌ترین تراکم متعلق به نماتودا و پس از آن به ترتیب روزنه‌داران، استراکودا، دوکفه‌ای‌ها، پاروپایان، شکم‌پایان و کرم‌های کم‌تار می‌باشد و نشان‌دهنده غنای مایوفونا در این اکوسیستم و نتیجتاً سلامت اکوسیستم می‌باشد. هم‌چنین دو فاکتور کربن آلی کل و رسوبات سیلتی-رسی از عوامل مهم و تاثیرگذار بر تراکم مایوفونای این اکوسیستم بوده که همبستگی مثبت و معنی‌داری با تراکم مایوفونا داشتند. در بین ایستگاه‌ها و سطوح جزر و مدی مختلف، ایستگاه‌هایی که دارای دانه‌بندی ریزتر بودند کربن آلی بیش‌تر و به تبع آن تراکم بیش‌تری از مایوفونا داشتند. در پایان با توجه به این‌که چنین مطالعه‌ای برای اولین بار است که در این منطقه انجام شده است پیشنهاد می‌گردد مطالعات دقیق‌تری در حد‌گونه و با تعداد ایستگاه‌های بیش‌تری در این منطقه انجام شود.

تشکر و قدردانی

این طرح به شماره طرح ۱۹/۳۲۸۷ با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه خلیج فارس بوشهر در تاریخ ۹۳/۱۲/۵ به تصویب رسیده و انجام گردیده است.

منابع

۱. پوروخشوری، س.ز.، ۱۳۷۴. بررسی فرامینفرهای عهد حاضر با توجه به ویژگی‌های رسوبی و اکولوژیکی در پهنه جزر و مدی خلیج فارس (بندر بوشهر- بندر گناوه). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده علوم، گروه زمین‌شناسی. ۱۳۷ صفحه.
۲. صفیاری، ش.، ۱۳۸۲. جنگل‌های مانگرو (جلد دوم جنگل‌های مانگرو ایران). موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ایران. ۵۱۰ صفحه.



- special reference to United Kingdom estuaries: a review. *Environmental Pollution*. Vol. 76, pp: 89-131.
۱۸. **Buchanan, J.B., 1984.** Sediment analysis. In Eleftheriou, A., McIntyre, A. editors. (Eds.). *Methods for the Study of Marine Benthos*. Oxford Blackwell Scientific Publications. pp: 41-65.
 ۱۹. **Bunt, J.S. and Boto, K.G., 1979.** A survey method for estimating potential levels of mangrove forest primary production. *Marine Biology*. Vol. 52, pp: 123-128.
 ۲۰. **Chester, J.S.; Peter, C.; Katrin, L. and Sandra, J.M., 2008.** Assessing meiofaunal variation among individuals utilising morphological and molecular approaches: an example using the Tardigrada. *BMC Ecology*. Vol. 8, 7 p.
 ۲۱. **Chindah, A.C. and Braide, S.A., 2001.** Meiofauna Occurrence and Distribution in Different Substrate Types of Bonny Brackish Wetland of the Niger Delta. *Application Sci. The Journal of Environmental Management*. Vol. 5, pp: 33-41.
 ۲۲. **Chinnadurai, G. and Fernando, O.J., 2007.** Meiofauna of mangroves of the southeast coast of India with special reference to the free-living marine nematode assemblage. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol. 72, pp: 329-336.
 ۲۳. **Coull, B.C., 1999.** Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Australian Ecology*. Vol. 24, pp: 327-343.
 ۲۴. **Dvorak, J. and Imhof, G., 1998.** The role of animals and animal communities in wetlands. In: Westlake DF, Kvet J and Szczepanski A (eds), *The production ecology of wetlands: the IBP synthesis*, Cambridge University Press, Cambridge. pp: 211-318.
 ۲۵. **Frame, K.; Hunt, G. and Roy, K., 2007.** Intertidal meiofaunal biodiversity with respect to different algal habitats: a test using phytal ostracodes from Southern Californiay. *Hydrobiologia*. Vol. 586, pp: 331-342.
 ۲۶. **Giere, O., 1993.** *Meiobenthology. The Microscopic Fauna in Aquatic Sediments*. Springer Verlag, Berlin. 234 p.
 ۲۷. **Govindan, K., 2002.** Marine benthos, A future perspective. *Proceeding of the National Seminar on Creeks, Estuaries and Mangroves. Pollution and Conservation*. pp: 28-30.
 ۲۸. **Gray, J.S. and Elliot, M., 2009.** *Ecology of marine sediments*. 2th edi. Oxford university press. 225 p.
 ۲۹. **Grego, M.; De Troch, M.; Forte, J. and Malej, A., 2009.** Main meiofauna taxa as indicator for assessing the spatial and seasonal impact of fish farming. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 58, pp: 1178-1186.
 ۳۰. **Gupta, P.K., 2001.** *Methods in environmental analysis water, soil and air*. Agrobios (India). 408 p.
 ۳۱. **Hach, A., 1988.** *Procedures for water and waste water analysis*. Publication 3061. Jayaraju, N., Reddi, K.R., 1996. Impact of pollution on coastal zone monitoring with benthic foraminifera of Tuticorin, southeast coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences*. Vol. 25, pp: 376-378.
 ۳۲. **Hegazy, A.K., 1998.** Perspectives on survival, phenology, litter fall and decomposition, and caloric content of *Avicennia marina*. *Arid Environments*. Vol. 40, pp: 417-429.
 ۳۳. **Heip, C., 1980.** Meiobenthos as a tool in the assessment of marine environmental quality. *Rapp. P. v. Reun. Journal du Conseil / Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*. Vol. 179, pp:182-187.
 ۳۴. **Hicks, G.R.F. and Coull, B.C., 1983.** The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. *Oceanography and Marine Biology an Annual Review*. Vol. 21, pp: 67-175.
 ۳۵. **Higgings, R.P. and Thiel, H., 1988.** *Introduction to the Study of Meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington DC. pp: 328-331
 ۳. **عاری، ا.؛ سواری، ا. و وزیریزاده، ا.، ۱۳۹۱.** مطالعه بوم‌شناختی اجتماعات ماکروبنیتیک رسوبات جزر و مدی دلوار (بوشهر). نشریه علمی پژوهشی اقیانوس‌شناسی. جلد ۳، شماره ۱۲، صفحات ۲۷ تا ۳۶.
 ۴. **کمالی‌فر، ر.، ۱۳۸۹.** ارزیابی وضعیت اکولوژیک مانگرو بردستان با استفاده از ماکروبنیتوز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم دریایی اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۰۰ صفحه.
 ۵. **میردار، ج.؛ نیکویان، ع.؛ گرمی، م. و عوفی، ف.، ۱۳۸۳.** بررسی فراوانی مایوبنتوزها و ارتباط آن‌ها با وضعیت رسوبات بستر در خورهای شمالی استان بوشهر. *مجله علمی شیلات ایران*. سال ۱۳، شماره ۲، صفحات ۱۵۱ تا ۱۶۲.
 ۶. **نامجو، ف.، ۱۳۸۹.** بررسی اکولوژیک مایوفونای جنگل مانگرو بردستان-دیر (بوشهر) با تأکید بر استراکودا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم دریایی اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۳۴ صفحه.
 ۷. **وزیریزاده، ا.، ۱۳۷۵.** مطالعه وضعیت جوامع ماکروفونا در منطقه بین جزر و مدی سواحل استان بوشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، دانشگاه چمران اهواز. ۱۹۴ صفحه.
 ۸. **ولوی، ح.، ۱۳۷۶.** بررسی ساختار اجتماعات پرتاران مناطق بین جزر و مدی استان بوشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیولوژی ماهیان دریا. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۲۰ صفحه.
 ۹. **Alongi, D.M.; Clough, B.F. and Robertson, A.I., 2005.** Nutrient-use efficiency in arid-zone forests of the mangroves *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina*. *Aquatic Botany*. Vol. 82, pp: 121-131.
 ۱۰. **Alongi, D.M. and Dixon, P., 2000.** Mangrove primary production and above and below-ground biomass in Sawi Bay, southern Thailand. *Phuket. Marine Biology*. Vol. 22, pp:31-38.
 ۱۱. **Ansari, Z.A. and Ingole, B., 2002.** Effect of an oil spill from MV Sea Transporter on intertidal meiofauna at Goa, India. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 44, pp: 396-402.
 ۱۲. **Bergin, F.; Kucuksezgin, F.; Uluturhan, E.; Barut, I.F.; Meric, E.; Avsar, N. and Nazik, A., 2006.** The response of benthic foraminifera and ostracoda to heavy metal pollution in Gulf of Izmir (Eastern Aegean Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol. 66, pp: 368-386.
 ۱۳. **Bogut, I.; Vidakovic, J.; Cerba, D. and Palijan, G., 2009.** Epiphytic meiofauna in stands of different submerged macrophytes. *Ekoloji*. Vol. 18, No.70, pp: 1-9.
 ۱۴. **Borja, A.; Franco, J. and Perez, V., 2000.** A marine Biotic Index to establish the ecological quality soft-bottom benthos within the European Estuarine and coastal Environment. *Marine pollution Bulletin*. Vol. 40, pp: 1100-1114.
 ۱۵. **Bouillon, S.; Moens, T.; Overmeer, I.; Koedam, N. and Dehairs, F., 2004.** Resource utilization patterns of epifauna from mangrove forests with contrasting inputs of local versus imported organic matter. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 278, pp: 77-88.
 ۱۶. **Brown, P.J. and Taylor, R.B., 1999.** Effects of trampling by humans on animals inhabiting coralline algal turf in the rocky intertidal. *Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 135, pp: 45-53.
 ۱۷. **Bryan, G.W. and Langston, W.J., 1992.** Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with



- mangrove species *Avicenia marina* in Iran revealed by microsatellite markers. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 7, pp: 3017-3021.
۵۴. **Vincx, M., 1996.** Meiofauna in Marine and Freshwater Sediments. Universiteit Gent, Department of Morphology, Systematics and Ecology, Marine Biology Section, K.L. Ledeganckstraat 35, B-9000 Gent, Belgium.
۵۵. **Vranken, G.; Herman, P.M.J.; Vincx, M. and Heip, C., 1986.** A re evaluation of marine nematode productivity. *Hydrobiologia*. Vol. 135, pp: 193-196.
۵۶. **Warwick, R.M., 1987.** Meiofauna and Their Role in Marine Detrital Systems. Wetzel, R.G., Westlake, D.F., 1969. Periphyton. In: Vollenweider, R.A. (Ed.), *A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments*. Blackwell.
۳۶. **Holme, N.A. and McIntyre, A.D., 1984.** Methods for the study of marine benthos. IBP Handbook. No. 16. Second edition. Oxford, U. K. 387 p.
۳۷. **Horne, D.J. and Boomer, I., 2000.** The role of Ostracoda in saltmarsh meiofaunal communities. In: Sherwood, B.R., Gardiner, B.G., Harris, T. (Eds.), *British Saltmarshes*. Linnean Society, London, pp: 181-202.
۳۸. **Hyland, J., 2005.** Developing Indicators of Stress in the Marine Benthos: the UNESCO/IOC Ad-Hoc Benthic Indicator Group. Magni, P., J. Hyland, G. Manzella, H. Rumohr, P. Viaroli, A. Zenetos (Eds.). *Proceedings of the Workshop "Indicators of Stress in the Marine Benthos"*, Torregrande-Oristano (Italy), 8-9 October 2004. Paris, UNESCO/IOC, IMC, 2005. Iv + 46 pp. (IOC Workshop Reports, 195) (IMC Special Publication ISBN 88-85983-01-4).
۳۹. **Kathiresan, K. and Bingham, B.L., 2001.** Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology*. Vol. 40, pp: 81-251.
۴۰. **Lee, S.Y., 1995.** Mangrove outwelling: a review. *Hydrobiologia*. Vol. 295, pp: 203-212.
۴۱. **Liu, L.; Li, F.; Xiong, D. and Song, C., 2006.** Heavy metal contamination and their distribution in different size fractions of the surficial sediment of Haihe River, China. *Environmental Geology*. Vol. 50, pp: 431-438.
۴۲. **Liu, L.; Li, F.; Xiong, D. and Song, C., 2006.** Heavy metal contamination and their distribution in different size fractions of the surficial sediment of Haihe River, China. *Environmental Geology*. Vol. 50, pp: 431-438.
۴۳. **MacLachlan, A. and Brown, A.C., 2006.** Ecology of sandy shores. Academic Press. 392 p.
۴۴. **Matthijs, S.; Tack, J.D.; Speybroeck, V. and Koedam, N., 1999.** Mangrove species zonation and soil redox state, sulphide concentration and salinity in Gazi Bay (Kenya), a preliminary study. *Mangroves and Salt Marshes*. Vol. 3, pp: 243-249.
۴۵. **McIntyre, A.D. and Eleftheriou, A., 2005.** Methods for study of marine benthos. 3rd edition. UK; Malden, USA: Blackwell publication. 387 p.
۴۶. **Moore, C.G. and Bett, B.J., 1989.** The use of meiofauna in marine pollution impact assessment. *Zoological Journal of the Linnean Society*. Vol. 69, pp: 263-280.
۴۷. **Nagelkerken, I.; Blaber, S.J.M.; Bouillon, S.; Green, P.; Haywood, M.; Kirton, L.G.; Meynecke, J.O.; Pawlik, J.; Penrose, H.M.; Sasekumar, A. and Somerfield, P.J., 2008.** The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany*. Vol. 89, pp: 155-185.
۴۸. **Nybakken, J.W., 1997.** *Marine Biology: An Ecological Approach*, fourth ed. Addison Wesley Longman, Inc., Menlo Park, California. 481 p.
۴۹. **Ruiz, F.M.; Abad, A.M.; Bodergat, P.; Carbonel, J.; Rodriguez, L. and Yasuhara, M., 2005.** Marine and brackish-water ostracods as sentinels of anthropogenic impacts. *Earth-Science Reviews*. Vol. 72, pp: 89-111.
۵۰. **Sajan, S.; Joydas, T.V. and Damodaran, R., 2009.** Meiofauna of Western Continental Shelf of India, Arabian Sea. *Estuarine Coastal & Shelf Science*. Vol. 86, pp: 665-674.
۵۱. **Serjio, N. and Fabiane, G., 2003.** Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, south Brazil. *Hydrobiologia*. Vol. 505, pp: 159-170.
۵۲. **Torres-Pratts, H. and Schizas, N.V., 2007.** Meiofaunal Colonization of Decaying Leaves of the Red Mangrove *Rhizophora mangle*, in Southwestern Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*. Vol. 43, pp:127-137.
۵۳. **Valipour-kahrood, H.; Korori, A.A.; Pirseyedi, M.; Shurvany, A. and Danehkar, A., 2008.** Genetic variation of

