بررسی تنوع گونه‌ای و الگوی پراکنش کفزیان آب های ناحیه ساحلی بحرکان (خلیج فارس)

سیده نرگس نبوی[۱]، جمیله پازوکی[۲*]، سیدمحمد باقر نبوی[۳]

۱- کارشناس ارشد، گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: zd_uni.1387@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: pazooki2001@yahoo.com

۳- دانشیار، گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: nabavishiba@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۲ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۵*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۴، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

در این پژوهش کفزیان بستر گلی خلیج بحرکان در تیر ماه و بهمن ماه ۱۳۹۲، مورد مطالعه و شناسایی قرار گرفتند. بدین منظور کفزیان با استفاده از گرب ون وین به مساحت ۰/۰۲۵ متر مربع، از ۵ ترانسکت (با اعماق ۱ و ۳ متر)، جمع آوری شدند. در مجموع ۵۲ جنس و ۵۹ گونه شناسایی شدند که گونه‌های *Paraprionospio pinnata*، *Tornatina persiana*، *Pseudonoba* sp.2، *Cerithidea cingulata* و *Cerithium* sp. از گونه‌های غالب در این بررسی به‌شمار می‌روند. بر اساس نتایج آنالیز دانه‌بندی، جنس بستر، منطقه گلی تشخیص داده شد. بیشترین مقدار درصد مواد آلی رسوبات مربوط به فصل زمستان (Mean±SD) (۲۰/۷۶±۰/۳۳) و کمترین آن نیز در همین فصل (Mean±SD) (۶±۰/۱۵) محاسبه شد. در فصل تابستان همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد TOM و ذرات سیلت و رس (P<۰/۰۱، r=۰/۷۹) به دست آمد. اگرچه در فصل زمستان این ضریب همبستگی از میزان کمتری (r=۰/۴۸) برخوردار بود. بیشترین و کمترین تعداد کفزیان به ترتیب در فصول تابستان (۲۰۳۸ فرد در ۰/۰۲۵ متر مربع) و زمستان (۱۷۲۲ فرد در ۰/۰۲۵ متر مربع) مشاهده شدند. بیشترین فراوانی سالانه را به ترتیب دوکفه‌ای‌ها (۳۹/۱۴٪)، شکم پایان (۳۸/۴۷٪)، پرتاران (۱۹/۲۳٪)، سخت پوستان (۲/۹۲٪)، ناوپایان (۰/۱۳٪) و خارپوستان (۰/۰۷٪) به خود اختصاص دادند. بر اساس مدل Welch، پایین بودن مقادیر شاخص شانون در مطالعه حاضر (با میانگین H′=۲/۱۲) نشان می‌دهد که این منطقه دارای آلودگی متوسط است.

کلمات کلیدی: *کفزیان، شاخص‌های بوم‌شناختی، تنوع گونه‌ای، خلیج بحرکان، خلیج فارس.*

۱. مقدمه

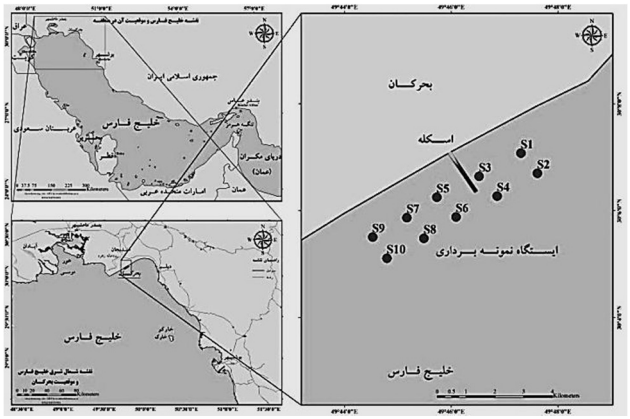
کفزیان گروهی از بی‌مهرگان هستند که اندازه آن‌ها از ۰/۵ میلی‌متر بزرگتر است. این موجودات در زنجیره غذایی آب‌ها دارای نقش کلیدی هستند. کفزیان در تولید، رسوب گذاری، شکستن، بازچرخش و برگشت مواد آلی و همچنین به عنوان حلقه اتصال در شبکه‌های غذایی دریاها و همین طور منبع غذایی موجودات بزرگتر، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. کفزیان به‌دلیل تحرک کم و شمار زیاد آن‌ها در رسوبات به عنوان نشانگرهای بسیار خوبی در خصوص آنالیزهای بوم‌شناختی و ارزیابی‌های زیست محیطی کاربرد گسترده‌ای دارند (Hewitt et al., 2008). با توجه به این جایگاه ارزشمند اکوبیولوژیکی، امروزه در اقصی نقاط جهان مطالعات زیادی در خصوص این موجودات همه ساله انجام می‌شود.

خوشبختانه در چند دهه اخیر با توجه به توسعه دانشگاه‌ها و موسسات علوم دریایی در کشور، مطالعات نسبتاً مفیدی در خصوص کفزیان انجام گرفته که از جمله آن‌ها می‌توان به نبوی (۱۳۶۲، ۱۳۷۱، ۱۳۷۷، ۲۰۰۰)، ولوی (۱۳۷۶)، شکوری (۱۳۷۶) اشاره کرد. نیکوئیان (۱۳۷۷)، به بررسی تراکم، پراکنش، تنوع و تولید ثانویه بی‌مهرگان کفزی در خلیج چابهار پرداختند. حیدری و همکاران (۱۳۹۱) به ارزیابی زیستی رودخانه کشکان رود بر اساس تنوع و ساختار جمعیتی کفزیان پرداختند. سلیمانی راد و همکاران (۱۳۹۲)، جمعیت کفزیان منطقه حفاظت شده خور گابریک در شهرستان جاسک (دریای عمان) را از نظر بوم شناختی مورد بررسی قرار دادند و در این مطالعه، ۵۳ گونه متعلق به ۳۱ خانواده از کفزیان را شناسایی کردند. بسترهای گلی در مناطق ساحلی، غالباً هموار و در شرایط مد هم از عمق کمی برخوردار هستند. این بوم‌سامانه‌های ساحلی به‌دلیل عمق کم، در یک چرخه جزر و مدی و همچنین در فصول مختلف، تحت تاثیر پارامترهای محیطی و آلاینده‌ها قرار گرفته و این متغیرها می‌توانند اجتماعات کفزی را تحت تاثیر قرار دهند.

شاخص‌های زیست‌شناختی ابزارهای بسیار مناسبی جهت درک بهتر از شرایط محیطی یک بوم‌سامانه دریایی هستند. اگرچه شاخص‌های مختلفی توسط بوم‌شناسان ارایه و مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما برخی از این شاخص‌ها به دلیل کاربردی بودن، توجه شمار زیادی از محققین را جهت ارزیابی‌های کیفی یک بوم‌سامانه دریایی به خود جلب کرده‌اند. این شاخص‌ها شامل شاخص تنوع گونه‌ای شانون (H') و شاخص غالبیت سیمپسون (λ) هستند که در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. هدف از انجام این تحقیق، مطالعه پراکنش و تنوع گونه‌ای کفزیان سواحل بحرکان و استفاده از مدل ولچ (Welch, 1992) جهت ارزیابی کیفیت بوم‌شناختی منطقه مورد مطالعه است. همچنین جهت دسته بندی و خلاصه کردن متغیرها از روش بررسی مولفه-های اصلی (PCA)[1] استفاده گردید.

۲. مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل سواحل کم عمق بحرکان در شمال‌غرب خلیج فارس است که از بسترهای گلی و هموار تشکیل شده است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی بحرکان در خلیج فارس و موقعیت مکانی ایستگاه‌های نمونه برداری

نمونه‌برداری از رسوبات در دو فصل گرم (تابستان ۱۳۹۲) و سرد (زمستان ۱۳۹۲) از ۱۰ ایستگاه توسط گرب ون وین با مساحت ۰/۰۲۵ مترمربع انجام شد. مختصات جغرافیایی به‌وسیله GPS ثبت شد (جدول ۱). رسوبات ۳ گرب نخست جهت مطالعه کفزیان و گرب چهارم نیز جهت سنجش مواد آلی کل موجود در رسوبات (TOM) و آنالیز دانه‌بندی رسوبات برداشت گردید. پارامترهای محیطی آب‌های مجاور بستر شامل دما، شوری، DO و pH به‌طور همزمان با استفاده از سنجنده میدانی هوریبا U۱۰ با ۳ تکرار انجام شد. رسوبات حاوی کفزیان با آب دریا شستشو داده شد و با استفاده از الک ۰/۵ میلی‌متر عمل جداسازی انجام گرفت

[1] Principal Components Analysis

و سپس با فرمالدئید ۵٪ تثبیت و با استفاده از رز بنگال (۱ گرم در لیتر) رنگ آمیزی شدند. در آزمایشگاه، نمونه‌های کفزیان با استفاده از کلیدهای شناسایی، جداسازی و شمارش شدند. از کلیه نمونه‌های کفزیان، توسط استریومیکروسکوپ، با لنز نصب شده روی آن (Dinolite) عکس تهیه شد. آنالیز دانه‌بندی رسوبات و سنجش مواد آلی کل موجود در رسوبات، با استفاده از روش‌های استاندارد ارایه شده توسط Buchanan (1998) و Sarda و همکاران (۱۹۹۵) انجام گرفت.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری شده در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۲

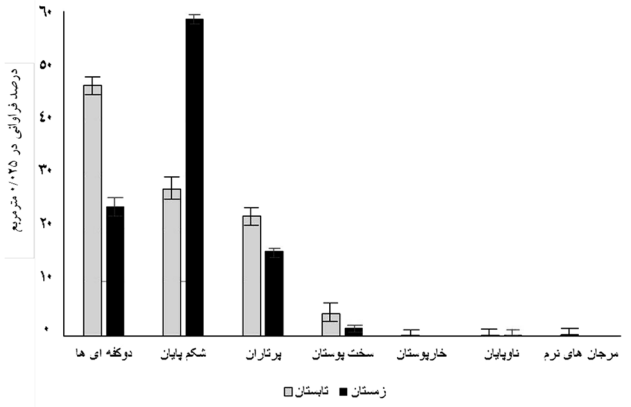
شماره ایستگاه	موقعیت جغرافیایی		عمق (m)
	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	
۱	۴۹° ۴۷′ ۱۸/۱۵۵"	۳۰° ۷′ ۵/۳۰۸"	۱
۲	۴۹° ۴۷′ ۳۶/۸۸۶"	۳۰° ۶′ ۴۲/۷۳۵"	۳
۳	۴۹° ۴۶′ ۳۰/۱۲۷"	۳۰° ۶′ ۳۹/۳۷۳"	۱
۴	۴۹° ۴۶′ ۵۳/۶۶۰"	۳۰° ۶′ ۱۷/۲۸"	۳
۵	۴۹° ۴۵′ ۴۴/۰۲۰"	۳۰° ۶′ ۱۶/۸۰"	۱
۶	۴۹° ۴۶′ ۵/۶۳۳"	۳۰° ۵′ ۵۴/۷۰۷"	۳
۷	۴۹° ۴۵′ ۱۰/۴۰"	۳۰° ۵′ ۵۲/۳۰۶"	۱
۸	۴۹° ۴۵′ ۲۸/۶۵۱"	۳۰° ۵′ ۲۹/۲۵۲"	۳
۹	۴۹° ۴۴′ ۳۱/۰۱۸"	۳۰° ۵′ ۳۲/۱۳۴"	۱
۱۰	۴۹° ۴۴′ ۴۶/۸۶۷"	۳۰° ۵′ ۷/۱۶۰"	۳

به‌منظور بررسی تنوع و غالبیت گونه‌ای کفزیان، از شاخص‌های تنوع شانون (H′) و سیمپسون (λ) و نرم افزار پرایمر استفاده شد. مقایسه مقادیر متغیرهای محیطی و تراکم کفزیان، با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون و PCA انجام شد. برای طراحی و رسم جداول و نمودارها، از نرم افزار Excel و برای تحلیل داده‌ها، از نرم افزار SPSS استفاده گردید. داده‌های مربوط به مقادیر (H′)، با استفاده از مدل ولچ (Welch, 1992) مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس این مدل، منابع با H′ کوچکتر از ۱ دارای آلودگی زیاد، منابع با H′ بزرگتر از ۳، فاقد آلودگی و H′ بین ۱ تا ۳، دارای آلودگی متوسط خواهد بود.

۳. نتایج

نتایج آنالیز متغیرهای محیطی (دما، شوری، DO، pH، درصد سیلت و رس، درصد مواد آلی) ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۲ ارایه شده است.

بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق تعداد ۵۱ جنس و ۵۹ گونه کفزی شناسایی شدند. در این مطالعه ۶ رده از کفزیان مورد شناسایی قرار گرفتند که به ترتیب فراوانی در فصل تابستان شامل دوکفه‌ای‌ها (۴۶/۴۱٪)، شکم پایان (۲۷/۰۹٪)، پرتاران (۲۲/۱۷٪)، سخت پوستان (۴/۰۶٪)، خارپوستان (۰/۱۵٪) و ناوپایان (۰/۱٪) هستند. فراوانی کفزیان در فصل زمستان نیز به ترتیب شامل شکم پایان (۵۸/۷۳٪)، دوکفه‌ای‌ها (۲۳/۹۱٪)، پرتاران (۱۵/۶۷٪)، سخت پوستان (۱/۵٪) و ناوپایان (۰/۱۷٪) هستند (شکل ۲). گونه‌های کفزیان و درصد حضور رده‌های مختلف آن در دو فصل زمستان و تابستان در جدول ۳ ارایه شده است.



شکل ۲: فراوانی رده‌های کفزیان در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۲

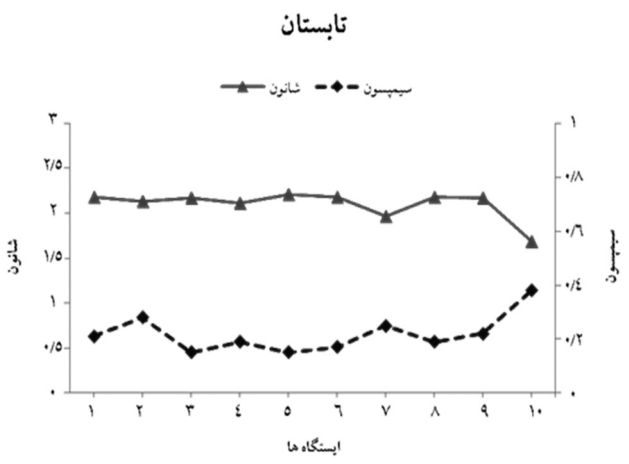
نتایج شاخص تنوع گونه‌ای شانون (H′) از نوساناتی بین ۱/۶۸ (ایستگاه ۱۰) و ۲/۲۱ (ایستگاه ۵) در فصل تابستان برخوردار بود. مقادیر شاخص سیمپسون نوساناتی بین ۰/۱۵ (ایستگاه‌های ۳، ۵، ۹) و ۰/۳۸ (ایستگاه ۱۰) را در فصل تابستان نشان داد. در فصل زمستان کمترین و بیشترین مقادیر H′ به ترتیب ۱/۷۲ (ایستگاه ۸) و ۲/۵۶ (ایستگاه ۳) را نشان دادند. مقادیر شاخص سیمپسون (λ) نیز در فصل زمستان ۰/۱۲ (ایستگاه ۳) و ۰/۲۶ (ایستگاه ۸) را نشان دادند (شکل‌های ۳ و ۴). بر اساس نتایج آنالیز دانه‌بندی رسوبات، بافت اصلی رسوبات در کلیه ایستگاه‌ها از ذرات سیلت و رس تشکیل شده است، که مقادیری بین ۹۳٪ تا ۹۹/۰۴٪ را در فصل تابستان و ۹۸٪ تا ۹۹/۹٪ درصد کل رسوبات را دارا بوده‌اند (جدول ۲). نتایج همبستگی بین پارامترهای محیطی و تراکم کفزیان و تراکم رده‌های کفزیان در فصل تابستان نشان می‌دهند، بین دانه‌بندی رسوبات با درصد مواد آلی، دانه‌بندی رسوبات با تراکم پرتاران و درصد مواد آلی با تراکم پرتاران ارتباط معنی‌داری وجود دارد. در فصل زمستان نیز، بین pH و درصد اکسیژن محلول و دما با تراکم، ارتباط معنی‌دار و منفی وجود دارد.

جدول ۲: فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در دو فصل تابستان و زمستان (۱۳۹۲)

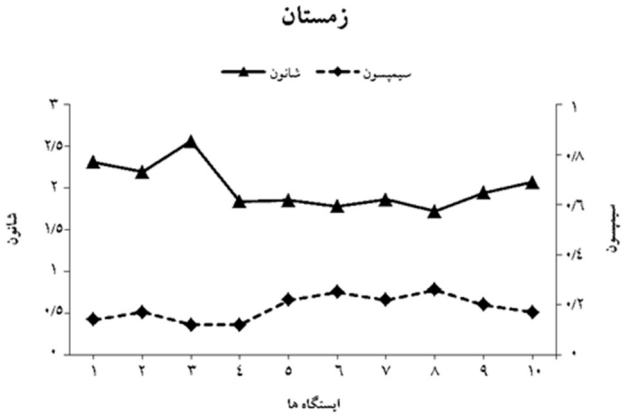
شماره ایستگاه	عمق (m)	فصل	دما (°C)	غلظت اکسیژن محلول (mg/L)	شوری (psu)	pH	درصد سیلت و رس	درصد مواد آلی
۱	۱	تابستان	۲۶/۱ ± ۰/۴۰	۷/۱۰ ±۰/۵۱	۴۱/۱۵ ± ۰/۸	۷/۷۹ ± ۰/۰۷	۹۵/۰۴ ± ۰/۱۵	۱۱/۶۱ ± ۰/۳۰
		زمستان	۱۳/۱۷ ± ۰/۱۷	۹/۸۹ ± ۰,۰۴	۴۱/۳۸ ± ۰/۵۰	۸/۲۵ ± ۰/۰۲	۹۹/۲۵ ± ۰/۳۵	۱۶/۳۵ ± ۰/۲۸
۲	۳	تابستان	۲۶/۲ ± ۰/۴۰	۷/۱۴ ± ۰/۵۱	۴۵/۰۱ ± ۰/۸	۷/۸۵ ±۰/۰۸	۹۸/۲۴ ± ۰/۱۵	۱۵/۶۵ ±۰/۴۳
		زمستان	۱۳/۶۰ ±۰/۱۰	۹/۱۸ ± ۰,۰۴	۴۱/۱۲ ± ۰/۰۵	۸/۳۵ ± ۰/۱۳	۹۸/۴۰ ±۰/۲۵	۲۰/۷۶ ± ۰/۳۳
۳	۱	تابستان	۲۶/۵ ± ۰/۴۱	۷/۴۵ ± ۰/۵۲	۴۴/۰۱ ± ۰/۵	۷/۸۲ ±۰/۰۸	۹۸/۲۸ ± ۰/۳۱	۱۴/۱۵ ± ۰/۲۷
		زمستان	۱۳/۷۷ ± ۰/۱۵	۹/۳۶ ± ۰,۰۴	۴۱/۹۰ ±۰/۰۵	۸/۲۸ ± ۰/۱	۹۹/۲۰ ± ۰/۳۵	۱۵/۳۹ ± ۰/۲۳
۴	۳	تابستان	۲۵/۶ ± ۰/۴۱	۷/۴۵ ±۰/۵۰	۴۴/۰۱ ± ۰/۵	۷/۸۲ ± ۰/۰۷	۹۷/۸۸ ± ۰/۳۰	۱۲/۷۵ ± ۰/۲۸
		زمستان	۱۳/۹۳ ±۰/۴۹	۹/۳۲ ± ۰,۰۲	۴۱/۹۲ ± ۰/۵۰	۸/۳۵ ± ۰/۰۱	۹۸/۵۲ ± ۰/۳۰	۱۲/۴۰ ± ۰/۲۰
۵	۱	تابستان	۲۵/۱ ± ۰/۴۲	۷/۲۵ ± ۰/۵۲	۴۴/۰۳ ± ۰/۵۰	۷/۷۹ ± ۰/۰۶	۹۸/۴۴ ± ۰/۳۷	۱۰/۸۵ ± ۰/۴۹
		زمستان	۱۴/۱۷ ±۰/۰۱	۹/۶۷ ± ۰,۰۴	۴۱/۹۲ ± ۰/۱۰	۸/۲۶ ± ۰/۳۰	۹۸/۲۲ ± ۰/۲۰	۱۷/۳۷ ± ۰/۱۶
۶	۳	تابستان	۲۶/۰ ±۰/۴۱	۸/۱۹ ± ۰/۵۰	۴۴/۰۱ ± ۰/۵۰	۷/۷۹ ±۰/۰۶	۹۹/۰۴ ± ۰/۲۸	۱۵/۹۵ ± ۰/۴۵
		زمستان	۱۴/۵۰ ±۰/۱۰	۹/۶۰ ± ۰,۰۳	۴۱/۸۷ ± ۰/۰۵	۸/۲۹ ±۰/۲۰	۹۹/۵۵ ± ۰/۳۵	۷/۰۲ ± ۰/۵۰
۷	۱	تابستان	۲۵/۶ ±۰/۴۲	۸/۲۵ ±۰/۵۰	۴۴/۰۱ ± ۰/۶۰	۷/۷۷ ±۰/۰۸	۹۵/۹۲ ± ۰/۴۶	۱۱/۹۴ ± ۰/۴۲
		زمستان	۱۴/۸۷ ±۰/۳۰	۹/۴۶ ± ۰,۸۰	۴۱/۷۰ ± ۰/۳۵	۸/۲۷ ± ۰/۰۱	۹۹/۷۶ ± ۰/۳۰	۶/۰۰ ± ۰/۱۵
۸	۳	تابستان	۲۵/۶ ± ۰/۴۰	۸/۷۷ ± ۰/۵۱	۴۴/۲ ± ۰/۲۵	۷/۷۷ ± ۰/۰۷	۹۳/۰۴ ± ۰/۲۷	۱۰/۰۹ ± ۰/۲۱
		زمستان	۱۵/۲۷ ±۰/۳۲	۹/۳۶ ± ۰,۱۰	۴۱/۷۷ ± ۰/۲۵	۸/۲۹ ± ۰/۰۱	۹۹/۶۱ ± ۰/۳۵	۱۴/۵۴ ± ۰/۰۴
۹	۱	تابستان	۲۶/۱ ± ۰/۴۰	۸/۰۷ ±۰/۵۲	۴۴/۰۱ ± ۰/۹۰	۷/۷۵ ±۰/۰۷	۹۴/۳۲ ± ۰/۲۶	۱۰/۳۸ ± ۰/۲۹
		زمستان	۱۴/۲۳ ± ۰/۲۵	۹/۲۶ ± ۰,۱۰	۴۱/۸۷ ± ۰/۴۷	۸/۲۸ ± ۰/۰۱	۹۹/۷۴ ± ۰/۲۵	۱۸/۴۴ ± ۰/۰۳
۱۰	۳	تابستان	۲۶/۱ ±۰/۴۲	۸/۰۷ ± ۰/۵۰	۴۴/۳ ± ۰/۹۰	۷/۷۹ ±۰/۰۸	۹۳/۳۲ ± ۰/۲۷	۱۰/۰۸ ± ۰/۱۱
		زمستان	۱۴/۶۷ ±۰/۲۰	۹/۹۶۰ ± ۰,۰۸	۴۱/۹۰ ± ۰/۳۵	۸/۲۵ ± ۰/۰۲	۹۸/۸۰ ± ۰/۳۰	۱۴/۷۲ ± ۰/۱۰

همچنین، بین دانه‌بندی رسوبات با فراوانی پرتاران، دانه‌بندی رسوبات با درصد مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات با فراوانی سخت پوستان همبستگی معنی‌دار و مثبت وجود دارد (جدول ۴). بر این اساس اگرچه بین برخی از پارامترها مانند درصد مواد آلی و درصد سیلت و رس (دانه‌بندی رسوبات) با مقدار ($r = ۰/۷۹$) و تراکم با دما ($P<۰/۰۱$، $r= -۰/۸۱$) در سطح ۰/۰۱ در فصل تابستان اختلاف معنی‌داری به ثبت رسید، اما ارتباط معنی‌دار قوی بین تراکم کفزیان با درصد ذرات سیلت و رس در فصول تابستان ($r = -۰/۱۱$) و زمستان ($r = -۰/۳۲$) به عنوان مهم‌ترین پارامتر تاثیرگذار بر ساختار جمعیتی کفزیان به دست نیامد.

بر اساس آنالیز PCA، اجزای اصلی ایستگاه‌های مورد مطالعه بر اساس متغیرهای عوامل محیطی، تراکم رده‌های کفزیان و تراکم کل کفزیان در دو فصل تابستان و زمستان انجام گرفته است. بر این اساس مقادیر ویژه برای فصل تابستان برای جزء اول ۳۳/۳٪، برای جزء دوم ۲۴/۷٪ و برای جزء سوم ۱۷/۱٪ است، که در مجموع ۷۵/۱٪ از تغییرات را توجیه می‌کند. همین‌طور برای فصل زمستان برای جزء اول ۴۴/۰٪، برای جزء دوم ۲۱/۰٪ و برای جزء سوم ۱۲/۵٪ است، که در مجموع ۷۷/۵٪ از تغییرات را توجیه می‌کند. در فصل تابستان، PC1 بیشترین همبستگی منفی را با pH، مواد آلی و تراکم رده خارپوستان دارد. PC2 بیشترین همبستگی منفی را با دانه‌بندی (سیلت و رس) و تراکم پرتاران و بیشترین همبستگی مثبت را با تراکم رده دوکفه‌ای‌ها و تراکم کل کفزیان دارد و PC3 بیشترین همبستگی مثبت را با تراکم رده ناوپایان، عمق و شوری دارد.



شکل ۳: نتایج شاخص تنوع گونه‌ای شانون (H′) و سیمپسون در ۱۰ ایستگاه نمونه برداری در تابستان ۱۳۹۲



شکل ۴: نتایج شاخص تنوع گونه‌ای شانون (H′) و سیمپسون در ۱۰ ایستگاه نمونه برداری در زمستان ۱۳۹۲

جدول ۳: گونه‌های کفزیان و درصد حضور رده‌های مختلف آن در دو فصل زمستان و تابستان ۱۳۹۲

تابستان			زمستان		
رده	گونه	٪	رده	گونه	٪
دو کفه‌ای‌ها	*Protapes* sp. *Ervilia scaliola* *Tellina* sp.1 *Amiantis umbonella* *Calyptraea* sp. *Tellina* sp.2 *Anadara* sp. *Circe* sp. *Fulvia* sp.	٪۴۶/۴۱	شکم پایان	*Tornatina persiana* *Pseudonoba* sp.2 *Cerithidae cingulate* *Cerithium* sp. *Pseudonoba* sp.1 *Monilea chiliarches* *Tellina* sp.2 *Diala* sp. *Mitrella misera* *Turbonilla icela* *Obtorito pupoides* *Nassarius* sp. *Cerithium* sp. *Hypermastus epiphanies* *Ancilla castanea* *Alvania* sp.	٪۵۸/۷۳
شکم پایان	*Tornatina persiana* *Pseudonoba* sp.1 *Pseudonoba* sp.2 *Cerithium* sp. *Mitrella mesera* *Diala* sp. *Ancilla castanea* *Cerithidea cingulata* *Cerathium* sp. *Hypermastus epiphanes* *Monilea chiliarches* *Unknown gastropod* sp.1 *Turbonilla icela* *Unknown gastropod* sp.2 *Obtortio pupoides*	٪۲۷/۰۹	دوکفه‌ای‌ها	*Protapes* sp. *Ervilia scaliola* *Tellina* sp.1 *Anadara* sp. *Fulvia* sp. *Amiantis umbonella*	٪۲۳/۹۱
پرتاران	*Paraprionospio pinnata* *Cossura* sp. *Unknown polychaeta* sp.1 *Phoronis* sp. *Micronephtys* sp. *Glycinde* sp. *Nephtys* sp.2 *Sigambra* sp. *Unknown polychaeta* sp.2 *Capitomastus* sp. *Ctenodrilus* sp. *Lumbrineris* sp. *Prionospio* sp. *Amphicteis* sp.2 *Nephtys* sp.3 *Scoloplos* sp. *Nephtys* sp.1 *Cyllis* sp. *Pherusa* sp.	٪۲۲/۱۷	پرتاران	*Cossura* sp. *Micronephtys* sp. *Phoronis* sp. *Sigambra* sp. *Nereis* sp. *Nephtys* sp.1 *Nephtys* sp.2 *Nephtys* sp.3 *Amphicteis* sp.1 *Amphicteis* sp.2 *Glycera tridactyla* *Glycinde* sp. *Nephtys tulearensis* *Paraprionospio pinnata* *Unknown polychaeata* sp.2 *Glycera* sp. *Pherusa* sp. *Nephtys* sp.4	٪۱۵/۶۷
سخت پوستان	*Harpacticoid copepod* sp.1 *Harpacticoid copepod* sp.2 *Barnacle* *Harpacticoid copepod* sp.3	٪۴/۰۶	سخت پوستان	Barnacle *Harpacticoid copepod* sp.2 *Gnathia* sp.	٪۱/۵۰
خارپوستان	*Amphipholis* sp.	٪۰/۱۵			
ناوپایان	*Dentalium* sp.	٪۰/۱۰	ناوپایان	*Dentalium* sp.	٪۰/۱۷

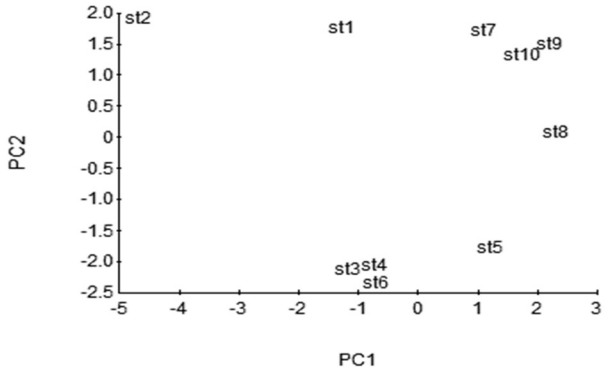
جدول ۴: همبستگی معنی‌دار بین عوامل محیطی، تراکم رده‌های کفزیان، تراکم کل کفزیان و ضرایب همبستگی آن‌ها در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۲

تابستان	% Silt and clay	% TOM	r= ۰/۷۹**
		Total Polychaeta	r= ۰/۷۰*
	pH	DO	r= -۰/۶۶*
	% TOM	Total Polychaeta	r= ۰/۶۷*
زمستان	% Silt and clay	% TOM	r= ۰/۴۸
		Total Polychaeta	r= ۰/۶۱
		Total Crustacean	r= ۰/۵۲
	pH	DO	r= -۰/۷۸**
	T (°C)	Total Macrofauna	r= -۰/۸۰**

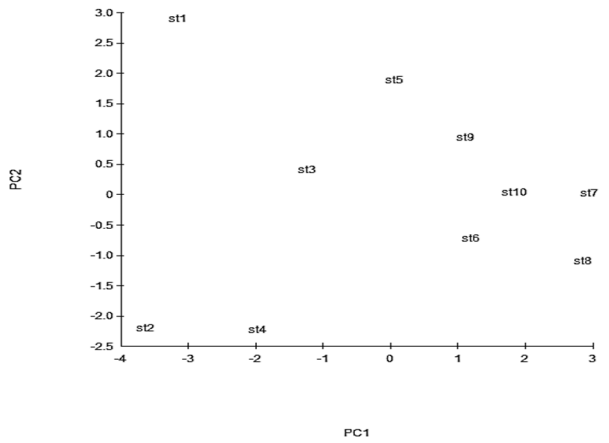
** دارای ارتباط معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

* دارای ارتباط معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

در فصل زمستان PC1 بیشترین همبستگی منفی را با تراکم رده شکم‌پایان و تراکم کل کفزیان و بیشترین همبستگی مثبت را با تراکم رده پرتاران و دما دارد. PC2 بیشترین همبستگی منفی را با عمق و pH و بیشترین همبستگی مثبت را با اکسیژن محلول دارد. PC3 بیشترین همبستگی منفی را با تراکم رده دوکفه‌ای‌ها و شوری و بیشترین همبستگی مثبت را با تراکم رده ناوپایان دارد. در دو فصل گروه‌بندی‌ها[1] برای دو جزء اول و دوم (PC1 و PC2) نشان می‌دهند که اکثر ایستگاه‌ها از هم متمایز هستند (شکل‌های ۵ و ۶).



شکل ۵: آنالیز PCA ایستگاه‌های مختلف بر اساس دو جزء اول و دوم (PC1 و PC2) در فصل تابستان.



شکل ۶: آنالیز PCA ایستگاه‌های مختلف بر اساس دو جزء اول و دوم (PC1 و PC2) در فصل زمستان.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

اجتماعات کفزی با توجه به تحرک کم و حضور فراوان آن‌ها در بستر دریاها دارای نقشی کلیدی در بوم‌سامانه‌های دریایی هستند. بر همین اساس در سال‌های اخیر محققین توجه بسیار زیادی را به مطالعه کفزیان به عنوان نشانگرهای سلامت یا عدم سلامت بوم‌سامانه‌های دریایی معطوف داشته‌اند (Cacabelos et al., 2011; Pire-Vanin et al., 2013; Nabavi et al., 2013; Ampiaw et al., 2014).

در حالی‌که شماری از پارامترهای محیطی منطقه مورد مطالعه مانند دما (نوسانات در حد ۱/۴°C در فصل تابستان و ۲/۱°C در فصل زمستان)، pH (نوسانات ۰/۱ واحدی در فصل‌های تابستان و زمستان) و میزان اکسیژن محلول، میزان شوری از نوسانات بیشتری در دو فصل در مقایسه با آب‌های دریایی برخوردار بودند (۴۵/۰۱ psu در فصل تابستان و ۴۱/۱۲ psu در فصل زمستان). یکی از ویژگی‌های بسترهای گلی، جذب مواد آلی و آلاینده‌ها است، لذا درصد مواد آلی در این بوم‌سامانه‌ها از مقادیر بالایی در مقایسه با سایر بسترها برخوردار است. دانه ریز بودن ذرات رسوبی (مقادیر بالای سیلت و رس) از دیگر ویژگی‌های بسترهای گلی محسوب می‌شود. مقادیر درصد TOM در ایستگاه‌های فصل تابستان نوساناتی بین ۱۰/۸۵٪ تا ۱۵/۹۵٪ و در فصل زمستان بین ۶٪ تا ۲۰/۷۶٪ نشان داد. در همین راستا ذرات سیلت و رس در کلیه ایستگاه‌ها و در دو فصل نمونه‌برداری مقادیری بین ۹۳/۳۲٪ تا ۹۹/۴٪ درصد در فصل تابستان و ۹۸/۲۲٪ تا ۹۹/۷۶٪ درصد در فصل زمستان را نشان داد. این یکنواختی بافت رسوبات توسط سایر محققین مانند دهقان (۱۳۸۶)، دوست شناس (۱۳۸۷)، جهانی (۱۳۸۷)، اخوت (۱۳۸۸)، شوکت و همکاران (۱۳۷۹) و نبوی و همکاران (۲۰۱۳) در منطقه بحرکان، سجافی و خوریات خور موسی مورد تایید قرار گرفته است. یکنواختی بستر می‌تواند کاهش تنوع گونه‌ای و افزایش غالبیت را به همراه داشته باشد، لذا در بسترهای با غالبیت ذرات سیلت و رس که در مطالعه حاضر بیشتر از ۹۰٪ بوده با مقادیر بالای TOM مواجه هستیم. پارامترهای دانه‌بندی رسوبات و درصد مواد آلی به عنوان مهمترین متغیرهای تاثیرگذار بر انتشار و تنوع گونه‌ای کفزیان توسط بسیاری از محققین (Joydas and Dmodaran, 2009; Pires-Vanin et al., 2013; Ampiaw et al., 2014; و محمدی روزبهانی ۱۳۸۹) مورد تاکید قرار گرفته است. بر همین اساس با افزایش ذرات سیلت و رس، میزان مواد آلی در بستر افزایش یافته و به‌دلیل یکنواختی بستر معمولاً تنوع کفزیان نیز کاهش می‌یابد. نتایج مطالعه حاضر در فصل تابستان، این ارتباط معنی‌دار را در سطح ۰/۰۱ (r =۰/۷۹) بین ذرات سیلت و رس و درصد مواد آلی نشان داد، اگرچه در فصل

[1] Factor score

زمستان این میزان همبستگی رقم r = ۰/۴۸ را نشان داد. یکنواختی بستر با درصد بالای ذرات سیلت و رس (۹۳ تا ۹۹/۷ درصد کل رسوبات) در ایستگاه‌های مورد مطالعه اگرچه تغییراتی در میزان فراوانی و پراکنش کفزیان نشان می‌دهد، اما نزدیک بودن مقادیر به‌دست آمده در شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون (H′) در هر دو فصل نمونه‌برداری، موید آن است که تشابه نوع دانه‌بندی رسوبات، غالباً تشابه میزان تنوع گونه‌ای را به همراه خواهد داشت. همین‌طور وجود ارتباط معنی‌دار بین pH و DO در دو فصل تابستان و زمستان نشان دهنده آن است که در بسترهای گلی به‌دلیل حضور مواد آلی زیاد، میکروارگانیسم‌ها موجب مصرف اکسیژن محلول بیشتر را شده و CO2 تولید شده توسط آن‌ها باعث افزایش اسیدیته آب می‌شود. اگرچه نوسانات pH در مطالعه حاضر قابل ملاحظه نبوده، اما این رابطه بین دو پارامتر pH و DO وجود دارد. البته باید اذعان نمود که در محیط زیست دریا مجموعه‌ای از متغیرها هستند که ضمن اثرات متقابل بر روی هم و بر پخش و پراکنش کفزیان تاثیرگذار هستند و بسیار مشکل است که تنها از یک متغیر به عنوان عامل تاثیرگذار روی پخش و پراکنش و تنوع گونه‌ای کفزیان نام برد. از سوی دیگر، سازگاری‌های مختلف گروه‌های کفزیان در بستر نیز می‌تواند در پخش و پراکنش آن‌ها تاثیرگذار باشد. تنوع، پراکنش و فراوانی کفزیان بازتابی از شرایط محیط زیست آن‌ها مانند میزان شوری، دما، اکسیژن محلول و مواد آلی موجود در رسوبات و همچنین بافت بستر، عمق آب و آلودگی‌ها است (Blanchet et al., 2008). لذا سنجش متغیرهای محیطی و شاخص‌های تنوع می‌توانند ما را در ارزیابی کیفیت بوم‌شناختی یک منطقه مورد مطالعه آگاه نمایند. بر اساس مطالعات انجام شده توسط Carvalho و همکاران (۲۰۰۶) به علت تغییر در ستون آب و اختلافاتی که در ویژگی‌های رسوبات مناطق مختلف وجود دارد، تشخیص تاثیر هر یک از این متغیرها بر ساختار اجتماعات کفزی را دشوار می‌سازد.

شاخص‌های تنوع و غالبیت گونه‌ای از جمله مناسب‌ترین ابزارهای ارزیابی کیفیت بوم‌شناختی مناطق مورد مطالعه هستند، که امروزه به وفور توسط محققین مورد استفاده قرار می‌گیرند. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان دهنده مقادیر کم شاخص تنوع گونه‌ای شانون (H′) است. بیشترین مقدار H′ عدد ۲/۵۶ را در فصل زمستان نشان می‌دهد که بر اساس مدل Welch (1992) شرایط متوسط از نظر کیفیت محیطی را نشان می‌دهد. ورود فاضلاب‌های شهری، آب‌های ورودی از طریق رودخانه زهره، حضور شمار زیادی لنج و قایق‌های صیادی در اطراف اسکله بحرکان و آلودگی‌های ناشی از حمل و نقل نفت از اسکله نفتی بحرکان از جمله مواردی هستند که می‌توانند در آلودگی و ایجاد تنش برای موجودات کفزی در منطقه مورد مطالعه نقش داشته باشند. کاهش کنج بوم‌شناختی و یکنواخت بودن بستر که عمدتاً گلی و دانه ریز است، از دیگر عواملی محسوب می‌شوند که کاهش تنوع گونه‌ای را به همراه می‌آورند. از دیگر نکات حائز اهمیت در این مطالعه غالبیت گونه‌های پرتار فرصت طلب *Paraprionospio pinnata* و *Cossura* sp. در هر دو فصل نمونه‌برداری بود که از شاخص‌های محیط‌های آلوده یا با تنش به شمار می‌روند (Nabavi et al., 2011).

۵. سپاسگزاری

بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی از اساتید و کارشناسان محترم دانشکده علوم زیستی دانشگاه شهید بهشتی به موجب همکاری در طول انجام پایان نامه و برای در اختیار قرار دادن تمامی امکانات آزمایشگاهی مورد نیاز به‌عمل می‌آید. همچنین از آقای دکتر محمود قیم اشرفی به جهت کمک در رسم نقشه منطقه نمونه برداری تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

اخوت، ن.، ۱۳۸۸. بررسی شاخص‌های سلامت زیست محیطی در نواحی صنعتی خوریات ماهشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۹۳ صفحه.

جهانی، ن.، ۱۳۸۷. بررسی اثرات قفس‌های پرورش ماهیان دریایی در خور غزاله بر روی ماکروبنتوزها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۷۶ صفحه.

دوست شناس، ب.، ۱۳۸۷. طبقه بندی اکوسیستم ساحلی خور موسی با استفاده از شاخص بیوتوپ بستر و نظام‌های امتیاز دهی به منظور تعیین سلامت زیستی در سامانه GIS. رساله دکتری بیولوژی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۶۶ صفحه.

دهقان مدیسه، س.، ۱۳۸۶. شناسایی مناطق حساس و تحت اثر در خوریات ماهشهر با استفاده از شاخص‌های بوم‌شناختی و بیولوژیک. رساله دکتری بیولوژی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۴۴ صفحه.

شوکت، پ.، ۱۳۷۹. بررسی ساختار اجتماعات ماکروبنتوزهای پهنه های جزر و مدی خور بحرکان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۱۷ صفحه.

Ampiaw, E.; Amoamah, M.; Abdul, I.; Dadzie, J., 2014. Aplication of macrobenthic faunal in assesing the ecological quality status of Laloi Lagoon of Ghana. Journal of Environment and Earth Science. 4(3): 31-40.

Blanchet, H.; Lavesque, N.; Ruellet, T.; Dauvin, J.C.; Sauriau, P.G.; Desroy, N.; Desclaux, C.; Leconte, M.; Bachelet, G.; Janson, A.L.; Bessineton, C.; Duhamel, S.; Jourde, J.; Mayot, S.; Simmon, S.; Demontaudouin, X., 2008. Use of biotic indices in semi-enclosed coastal ecosystems and transitional waters habitats-implications for the implementation of the European Water Framework Directive. Ecological Indicators, 8: 360-372.

Buchanan, J.B., 1998. Sediment analysis. In: Methods for the study of marine benthos. N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). Blackwell Scientific Publication. Oxford, 41- 64PP.

Cacabelos, E.; Moreira, J.; Lourido, A.; Troncoso, J.S., 2011. Ecological features of terebellida fauna (Annelida, Polychaeta) from Ensenada de san simon (NW Spain). Animal Biodiversity and Conservation, 34 (1): 141-150.

Carvalho, S.; Gaspar, M.B.; Moura, A.; Vale, C.; Antunes, P.; Gil, O.; Fonseca, L.C.D.; Falcao, M., 2006. The use of the marine biotic index AMBI in the assessment of the ecological status of the O bidos lagoon (Portugal). Elsevier, 52: 1414-1424.

Nabavi, S.M.B.; Shokat, P.; Emam, S.H.A.; Nabavi, S.N., 2013. Macrobenthic species diversity in Sajafi-Bahrekan estuary (Persian Gulf). INOC -IIUM-International Conference on Oceanography & Sustainable Marine Production, A Challenge of Managing Marine Resources under Climate Change, 208- 210PP.

Pires-Vanin, A.M.S.P.; Arasaki, A.; Muniz, P., 2013. Spatial pattern of benthic macrofauna in a sub-tropical shelf, São Sebastião Channel, southeastern Brazil. Latin American Journal of Aquatic Research, 41(1): 42-56.

Sadra, R. et al., 1995. Life cycle, demography, and production of *Marenzelleria viridis* in a salt marsh of southern New England. Journal of Marine Biology Assesment. Uk. 75: 752-738.

Welch, E.B., 1992. Ecological effect and waste water-2nd edition. Chapman and Hall, 425PP.