پراکنش رده‌های بی‌مهرگان کفزی در منطقه‌ی زیر جزر و مدی خلیج چابهار و آب‌های اطراف با تأکید بر تأثیر عوامل محیطی

فاطمه امینی یکتا[1*]، همیرا آگاه[2]، فاطمه آقاجان‌پور[3]، ابوالفضل صالح[4]، مهشید جلیلی[5]، مریم حکمت آرا[6]، پروین صادقی[7]، جهانگیر واجد سمیعی[8]، محمد علی حمزه[9]

۱ – مربی، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: f.aminiyekta@inio.ac.ir

۲ – استادیار، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: hagah@inio.ac.ir

۳ – دانشجوی دکتری محیط زیست دریا، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: fatemehaghajan85@gmail.com

۴ – استادیار، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: saleh@inio.ac.ir

۵– کارشناس پژوهشی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: m_jalili@inio.ac.ir

۶– مربی، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، مرکز ملی اقیانوس‌شناسی چابهار، استان سیستان و بلوچستان، چابهار، پست الکترونیکی: m.hekmatara@inio.ac.ir

۷– استادیار، دانشکده علوم دریایی دانشگاه دریانوردی چابهار، استان سیستان و بلوچستان، چابهار، پست الکترونیکی: parvin.sadeghi@gmail.com

۸– کارشناس پژوهشی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: jvajedsamiei@inio.ac.ir

۹– کارشناس پژوهشی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، مرکز ملی اقیانوس‌شناسی تنگه هرمز، استان هرمزگان، بندر عباس، پست الکترونیکی: hamzeh@inio.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۲۸ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۶*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۳، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

به‌منظور تعیین پراکنش رده‌های بی‌مهرگان کفزی در منطقه‌ی زیر جزر و مدی خلیج چابهار و آب‌های اطراف، از نمونه‌های بی‌مهره طی دو مرحله در ماه‌های اردیبهشت و آذر ۱۳۹۱ نمونه‌برداری شد. نمونه‌برداری از ۹ ایستگاه از منطقه‌ی پزم تا رمین با استفاده از گرب ون وین ۲۵۰ سانتی‌متر مربعی صورت گرفت. نمونه‌های به‌دست آمده به‌طور عمده به ۷ گروه دوکفه‌ای‌ها، شکم پایان، ناوپایان، پرتاران، خارداران، مارسانان و سخت‌پوستان عالی تقسیم شدند. این رده‌ها، در هر دو نوبت نمونه‌برداری در ایستگاه رمین کمترین گروه‌ها حضور داشتند. بیشترین فراوانی کفزیان در نمونه‌برداری اول در منطقه‌ی پزم و در نمونه‌برداری دوم در کنارک مشاهده شد. همچنین بر اساس شاخص شانون (۱/۵۵) و سیمپسون (۱) بیشترین تنوع در نمونه‌برداری اول در ایستگاه اول کنارک به‌دست آمد، در حالی‌که در نمونه‌برداری دوم، ایستگاه دوم تیس و ایستگاه رمین به‌ترتیب بیشترین مقدار شاخص شانون (۱/۶۴) و سیمپسون (۱/۰۴) را به خود اختصاص دادند. اگرچه با استفاده از آزمون غیر پارامتری Kruskal- Wallis، اختلاف معنی‌داری بین فراوانی کفزیان در ایستگاه‌های مختلف و همچنین بین دو نوبت نمونه‌برداری به‌دست نیامد (P>۰/۰۵)، اما نتایج

آزمون nMDS و آنالیز خوشه‌ای نشان‌دهنده‌ی ایجاد سه گروه مجزا بین ایستگاه اول واقع در تیس، ایستگاه رمین و سایر ایستگاه‌ها در نمونه‌برداری اول و دو گروه مجزا بین ایستگاه رمین و سایر ایستگاه‌ها در نمونه‌برداری دوم بود. با توجه به نتایج آنالیز CCA، جنس بستر مهم‌ترین عامل در پراکنش گروه‌های جانوری کفزی تشخیص داده شد.

کلمات کلیدی: *زیر جزر و مدی، کفزیان، تنوع زیستی، عوامل محیطی، خلیج چابهار، دریای عمان (مکران).*

۱. مقدمه

مناطق زیر جزر و مدی ماسه‌ای و سنگی در گستره وسیع زیست‌محیطی از مناطق بسته مانند مصب‌ها و خلیج‌ها تا سواحل باز ظاهر می‌شوند. ساختار ذرات رسوب این زیستگاه‌ها نیز از گوناگونی برخوردار است، به‌طوری که در بعضی مناطق غالباً ماسه‌ای، در بعضی مناطق ترکیبی از ماسه و سنگریزه و در مناطقی غالب ذرات، سنگریزه‌ای است. قدرت جریان‌های جزر و مدی و قرارگیری در معرض اثر امواج در تعیین موقعیت توپوگرافی و ثبات زیستگاه‌های ماسه‌ای و سنگریزه‌ای بسیار با اهمیت است.

تغییر در عوامل محیطی دریاها بیشترین تأثیر را بر روی جمعیت کفزیان خواهد داشت، زیرا این موجودات غالباً ثابت یا با قابلیت جابه‌جایی محدود بوده و توانایی دور شدن از تغییرات منطقه را ندارند. همچنین این موجودات نقش مهمی در انتقال مواد از تولیدکنندگان اولیه به سطوح بالاتر غذایی ایفا می‌کنند. از این رو بسیاری از کفزیان به‌عنوان شاخص‌های زیستی تعیین تغییرات محیطی شناخته می‌شوند (Satheeshkumar and Khan, 2012).

در منطقه‌ی راپمی[1] که در برگیرنده‌ی خلیج فارس و دریای عمان است، زیستگاه‌های زیر جزر و مدی گلی در قسمت شمالی و شرقی غالبیت دارند، در حالی‌که غالب زیستگاه‌های ماسه‌ای زیر جزر و مدی در قسمت جنوبی و غربی منطقه تمرکز یافته‌اند (SOMER, 2003). توپوگرافی بستر خلیج فارس و دریای عمان اکثراً تخت بوده و رسوبات غالباً نرم هستند که در دریای عمان مناطق صخره‌ای محدودی دیده می‌شود (Valinasab et al., 2006). موجوداتی که در این بسترهای تخت و همگن زیست می‌کنند، به‌صورت اتفاقی پراکنده نشده‌اند. این موجودات تشکیل جوامع مجزایی می‌دهند که پراکنش آنها به‌شدت تحت تأثیر عواملی از قبیل اندازه ذرات و پایداری رسوبات، نور و دما است (Castro and Huber, 2007). از این رو بررسی این مناطق از اهمیت بالایی برخوردار است و حضور و فراوانی این گروه‌ها می‌تواند از عوامل متمایز کننده ایستگاه‌های مختلف باشد.

برخلاف وجود واحدهای تحقیقاتی و دانشگاهی متعدد در منطقه دریای عمان، اطلاعات تحقیقاتی محدود و پراکنده‌ای از این منطقه به‌خصوص بخش زیر جزر و مدی در دست است. این امر می‌تواند به‌علت عدم انتشار نتایج به‌دست آمده از این تحقیقات به‌صورتی باشد که در دسترس محققین قرار گیرد. از معدود اطلاعات به‌دست آمده از مجلات علمی داخلی و بین المللی در مورد منطقه‌ی زیر جزر و مدی دریای عمان می توان به مقدسی و همکاران (۱۳۸۵)، شکوری و همکاران (۲۰۰۹)، Samimi-Namin و Ofwegen (۲۰۱۰)، Claereboudt و Al-Rashdi (۲۰۱۱)، شکوری و امینی راد (۱۳۹۰) و Valinassab و همکاران (۲۰۱۲) اشاره نمود که غالباً به مطالعه تاکسونومیک بی‌مهرگان ساکن این زیستگاه‌ها پرداخته‌اند.

به‌منظور تعیین عوامل تأثیرگذار بر جمعیت کفزیان به مجموعه‌ای از داده‌های جمع‌آوری شده در بلند مدت نیاز است. مطالعات بر روی عوامل تأثیرگذار بر جمعیت کفزیان به‌صورت گسترده‌ای در نواحی ساحلی انجام شده‌اند. اگرچه اغلب این مطالعات نیز به وجود شکاف‌های اطلاعاتی اذعان دارند که اغلب به‌علت عدم ثبت اطلاعات کفزیان در طولانی‌مدت است (Borja et al., 2006).

مطالعه حاضر بخشی از نتایج به‌دست آمده از پروژه پایش محیطی دریای عمان است که در پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی انجام شده است. پروژه مذکور در بخش زیستی، مناطق بین جزر و مدی، زیر جزر و مدی و ستون آب را مورد بررسی قرار می‌دهد. در این مقاله، اطلاعات به‌دست آمده از پراکنش رده‌های مختلف کفزی در منطقه خلیج چابهار طی دو دوره نمونه‌برداری و ارتباط آنها با عوامل محیطی بررسی می‌شود. مجموعه داده‌های به‌دست آمده از این بررسی شروعی برای تکمیل اطلاعات از کفزیان زیر جزر و مدی منطقه‌ی خلیج چابهار محسوب می‌شود که در نمونه‌برداری‌های آتی تکمیل خواهد شد.

[1] ROPME (Regional Organization for the Protection of the Marine Environment)

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. نمونه‌برداری

نمونه‌برداری در ماه‌های اردیبهشت و آذر ۱۳۹۱ طی دو مرحله صورت گرفت. ۱۰ ایستگاه برای بررسی منطقه‌ی زیر جزر و مدی با بستر نرم در نظر گرفته شد، به طوری‌که در خارج از خلیج چابهار ۲ ایستگاه در خلیج پزم (P1 و P2) و ۲ ایستگاه در منطقه‌ی رمین (R1 و R2) و در داخل خلیج ۲ ایستگاه در تیس (T1 و T2)، ۲ ایستگاه در کنارک (K1 و K2)، ۱ ایستگاه در آب شیرین‌کن (W) و ۱ ایستگاه در دهانه‌ی خلیج (D) انتخاب گردید (جدول ۱ و شکل ۱).

شکل ۱: ایستگاه‌های زیر جزر و مدی نمونه‌برداری شده در منطقه خلیج چابهار و آب‌های اطراف

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها

ایستگاه	طول و عرض جغرافیایی
P1	۲۵° ۲۲' ۵۴/۸" N, ۶۰° ۱۵' ۲۱/۴۵" E
P2	۲۵° ۱۹' ۵۸/۵۵" N, ۶۰° ۱۵' ۴۴/۸۳" E
K1	۲۵° ۲۲' ۵۰/۰۹" N, ۶۰° ۲۶' ۳/۶۰" E
K2	۲۵° ۲۲' ۲۷/۹۳" N, ۶۰° ۲۸' ۳۰/۳۱" E
W	۲۵° ۲۶' ۳/۵۲" N, ۶۰° ۳۰' ۱۳/۹۵" E
T1	۲۵° ۲۱' ۴۶/۲۵" N, ۶۰° ۳۵' ۴۰/۱۶" E
T2	۲۵° ۲۲' ۰/۷۹" N, ۶۰° ۳۳' ۵۹/۷۸" E
D	۲۵° ۱۷' ۴۴/۶۹" N, ۶۰° ۳۲' ۱۱/۹۸" E
R1	۲۵° ۱۵' ۴۲/۲۶" N, ۶۰° ۴۶' ۱۸/۳۸" E

نمونه‌برداری در دو نوبت از منطقه زیر جزر و مدی نرم در ایستگاه‌های پزم، رمین، تیس و کنارک در ۲ نقطه با عمق حدود ۵ و ۱۰ متر صورت گرفت. در ایستگاه رمین با عمق ۱۰ متر (R2)، به‌دلیل عمق کم رسوبات نرم، امکان نمونه‌برداری با گرب حاصل نشد. نمونه رسوب از هر ایستگاه با ۳ تکرار بعد از حصول اطمینان از عمق و ثبت نمودن موقعیت جغرافیایی با استفاده از گرب ون وین ۲۵۰ سانتی‌متر مربعی برداشته شد (n=3). نمونه‌های داخل هر گرب به‌صورت جداگانه در کیسه‌های پلاستیکی تخلیه شده و اطلاعات مربوط به هر ایستگاه، عمق و تکرار بر روی آنها درج گردید. نمونه‌های رسوب با چشمه ۱ میلی‌متر در آب دریا الک شده و نمونه‌های موجود در الکل ۹۶ درصد تثبیت شدند. در هر ایستگاه همچنین اطلاعات مربوط به pH، دما و شوری ثبت شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای محیطی از دستگاه CTD و مولتی مترهای پرتابل WTW و HACH استفاده شد.

به‌منظور بررسی دانه‌بندی رسوبات و میزان مواد آلی، در هر ایستگاه نمونه‌برداری از رسوب انجام شد. آنالیز دانه‌بندی رسوبات بعد از آماده‌سازی آنها (Syvitski, 2007; Merkus, 2009)، با استفاده از دستگاه دانه‌بندی لیزری شرکت فریتش (FRITSCH) آلمان انجام شد. سنجش مواد آلی رسوبات با روش سوزاندن صورت گرفت (Heiri et al., 2001).

برای آنالیز داده‌های به‌دست آمده، از آنجایی‌که شناسایی تمام نمونه‌ها تا حد جنس و گونه میسر نبود، نمونه‌ها به رده‌های شاخص موجود در این ایستگاه‌ها (دوکفه‌ای‌ها[1]، شکم پایان[2]، ناوپایان[3]، پرتاران[4]، خاردارن[5]، مارسانان[6] و سخت‌پوستان عالی[7]) تقسیم و شمارش شدند. آنالیزهای nMDS و خوشه‌ای بر اساس ماتریس شباهت Bray-Curtis بر روی داده‌ها در نرم افزار Primer انجام شد (Clarke and Warwick, 1994). در هر نمونه‌برداری شاخص‌های تنوع شانون[8]، سیمپسون[9]، مارگالف[10] و شاخص یکنواختی پیلو[11] برای هر ایستگاه در نرم افزار مذکور مورد سنجش قرار گرفتند. برای بررسی رابطه بین عوامل محیطی و فراوانی گروه‌های جانوری از آزمون CCA در نرم افزار Past استفاده شد. بدین‌منظور داده‌های محیطی استاندارد شد تا اثر واحدهای مختلف برداشته شود و داده‌های فراوانی گروه‌های جانوری به صورت ریشه دوم محاسبه شد تا اثر گروه‌های دارای فراوانی بالا کاهش یابد.

فراسنج‌های دما، شوری و pH در لحظه‌ی نمونه‌برداری اندازه‌گیری شدند که به‌دلیل تنوع در ساعات نمونه‌برداری در

[1] Bivalvia
[2] Gastropoda
[3] Scaphopoda
[4] Polychaeta
[5] Echinoidea
[6] Ophiuroidea
[7] Malacostraca
[8] Shannon index: H´
[9] Simpson's diversity index: 1- λ
[10] Margalef's richness index: (S-1)/ ln (n)
[11] Pielou's index of evenness

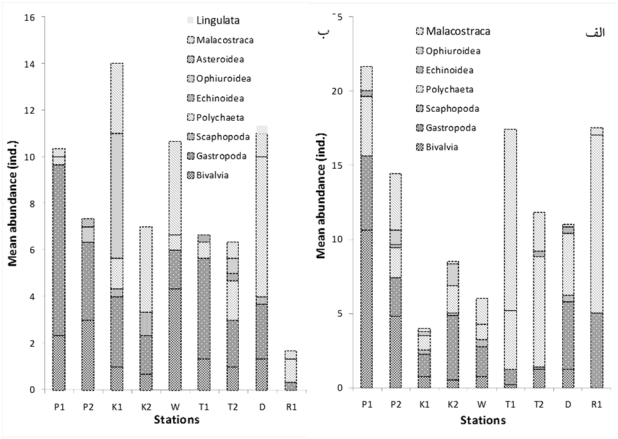
ایستگاه‌های مختلف و همچنین تغییر این فراسنج‌ها طی ساعات شبانه‌روز نمی‌توان ارتباطی بین تغییرات فراسنج‌ها مذکور با تغییرات فراوانی و تنوع کفزیان به‌دست آورد. از این رو، برای تعیین ارتباط احتمالی بین تغییرات عوامل محیطی و جمعیت کفزیان فراسنج‌های دانه‌بندی و میزان مواد آلی رسوبات مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین وجود اختلاف معنی‌دار در فراوانی بی‌مهرگان بین ماه‌ها و ایستگاه‌های مختلف به‌دلیل نرمال نشدن داده‌ها با کمک آزمون غیر پارامتری Kruskal-Wallis مورد بررسی قرار گرفت.

۳. نتایج

۳-۱. نمونه‌های زیستی

در نوبت اول پایش سواحل و آب‌های شمال غربی دریای عمان که در اردیبهشت ۱۳۹۱ صورت گرفت، رده‌های جانوری شامل دوکفه‌ای ها، شکم پایان، ناوپایان، پرتاران، خارداران، مارسانان و سخت‌پوستان عالی در رسوبات مناطق زیر جزر و مدی با بستر نرم مشاهده و شناسایی شدند. بیشترین فراوانی در کل مربوط به پرتاران بود. منطقه‌ی زیر جزر و مدی K2 در منطقه‌ی کنارک بیشترین فراوانی خارپوستان (ستاره های شکننده) را در محدوده بین پزم تا رمین نشان داد. بیشترین فراوانی سخت‌پوستان در T1 تیس مشاهده شد که مربوط به فراوانی بالای آمفی‌پودها در این منطقه بود. در کل، ایستگاه کنارک با عمق ۵ متر (K1) کمترین فراوانی کفزیان را به خود اختصاص داد. رده‌های شکم پایان، پرتاران و مالاکوستراکا در تمامی ایستگاه‌ها حضور داشتند (نمودار ۱، الف).

در نمونه‌برداری دوم در آذر ماه علاوه بر رده‌های مشاهده شده در نمونه‌برداری پیشین، رده ستاره‌سانان[1] و نمونه‌هایی از رده Lingulata (از شاخه Brachipoda) نیز در نمونه‌ها یافت شدند. شکم‌پایان بیشترین فراوانی را در کل نمونه‌ها به خود اختصاص دادند. ایستگاه K1 بیشترین فراوانی خارپوستان را نشان داد که مربوط به تراکم بالای ستاره‌های شکننده در این منطقه بود. این ایستگاه همچنین بر خلاف نمونه‌برداری اول، بیشترین فراوانی کفزیان را در بین ایستگاه‌ها نشان داد. ایستگاه P1 بیشترین فراوانی نرمتنان را در بین ایستگاه‌ها به خود اختصاص داد که سهم عمده این فراوانی متعلق به شکم پایان بود. ایستگاه آب شیرین‌کن (W) بیشترین فراوانی سخت‌پوستان را نشان داد. در این نوبت از نمونه‌برداری، بیشترین فراوانی کرم‌ها در ایستگاه دهانه خلیج چابهار مشاهده شد (نمودار ۱، ب).



نمودار ۱: میانگین فراوانی رده‌های مختلف کفزیان در ایستگاه‌های مختلف، الف) در نمونه‌برداری اول، ب) در نمونه‌برداری دوم

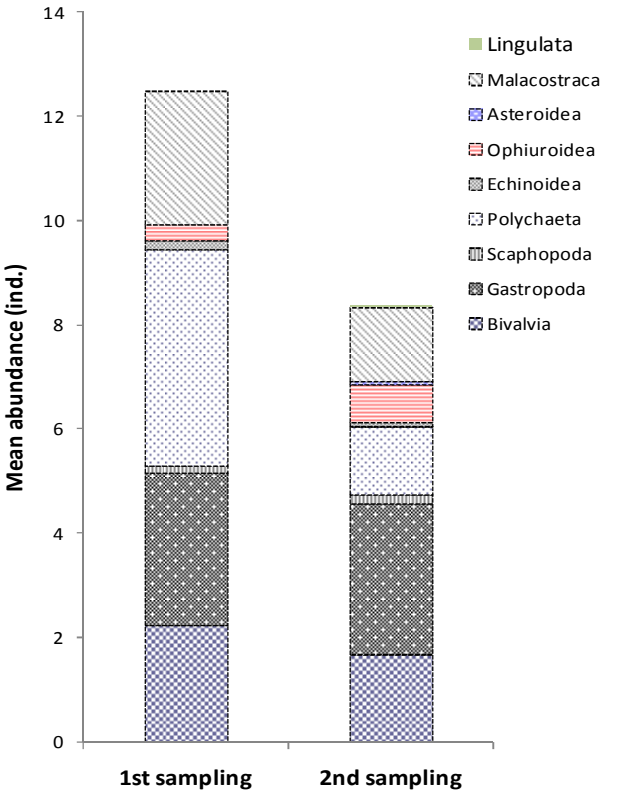
در مجموع دو نوبت نمونه‌برداری، ایستگاه P1 بیشترین فراوانی شکم پایان و دوکفه‌ای‌ها، ایستگاه K2 بیشترین فراوانی ناوپایان، ایستگاه R1 بیشترین فراوانی پرتاران، ایستگاه T2 بیشترین فراوانی خارداران، ایستگاه K1 بیشترین فراوانی مارسانان و ایستگاه T1 بیشترین فراوانی سخت‌پوستان را به‌خود اختصاص دادند. در نمونه‌برداری اول بیشترین سهم از فراوانی کفزیان مربوط به پرتاران و در نمونه‌برداری دوم مربوط به شکم پایان بود (نمودار ۲).

در نتایج به‌دست آمده از nMDS، با در نظر گرفتن رده‌های مختلف کفزی موجود و فراوانی این گروه‌ها در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری شده، در نمونه‌برداری اول، ایستگاه T1، R1 و سایر ایستگاه‌ها در گروه‌هایی مجزا قرار می‌گیرند. نتایج به‌دست آمده از آنالیز خوشه‌ای نیز در تشابه ۶۰٪ جدایی این سه گروه را نشان می‌دهد (شکل ۲).

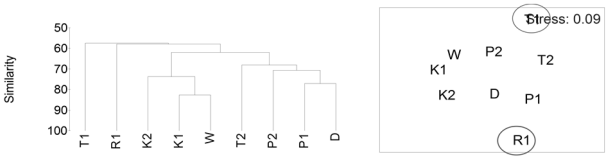
در نمونه‌برداری دوم، ایستگاه R1 در گروهی مجزا نسبت به سایر ایستگاه‌ها قرار گرفت که نتایج آنالیز خوشه‌ای نیز در شباهت ۵۰٪ این جدایی را تأیید می‌کند (شکل ۳). از رده‌های ذکر شده کفزی، کمترین گروه‌ها در هر دو نوبت نمونه‌برداری در ایستگاه رمین حضور داشتند. بیشترین فراوانی کفزیان در

[1] Asteroidea

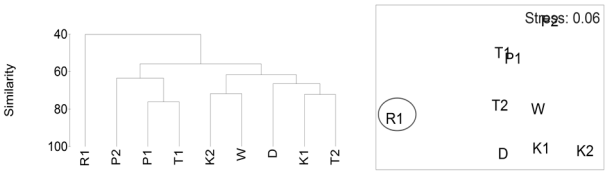
نمونه‌برداری اول در ایستگاه P1 و در نمونه‌برداری دوم در ایستگاه K1 کنارک مشاهده شد (جدول ۲).



نمودار ۲: میانگین فراوانی رده‌های مختلف کفزیان در نوبت‌های نمونه‌برداری



شکل ۲: نتایج MDS و نمودار خوشه‌ای از فراوانی کفزیان در ایستگاه‌های زیر جزر و مدی ماسه‌ای نمونه‌برداری شده در اردیبهشت‌ماه ۹۱ بر اساس ماتریس شباهت Bray- Curtis (W: آب شیرین‌کن، P: پزم، T: تیس، D: دهانه خلیج، K: کنارک، R: رمین)



شکل ۳: نتایج MDS و نمودار خوشه‌ای از فراوانی کفزیان در ایستگاه‌های زیر جزر و مدی ماسه‌ای نمونه‌برداری شده در آذرماه ۹۱ بر اساس ماتریس شباهت Bray- Curtis

در نتایج به‌دست آمده از نمونه‌برداری مرحله اول، بیشترین میزان شاخص تنوع شانون و سیمپسون و شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در ایستگاه K1 به‌دست آمد و بیشترین میزان شاخص یکنواختی پیلو در ایستگاه آب شیرین‌کن (W) مشاهده شد. در نمونه‌برداری دوم بیشترین تنوع بر اساس شاخص شانون، در ایستگاه T2 تیس و بر اساس شاخص سیمپسون، در ایستگاه R1 به‌دست آمد. ایستگاه رمین همچنین بیشترین میزان غنای گونه‌ای مارگالف را نشان داد. ایستگاه T2 بیشترین میزان شاخص یکنواختی پیلو را به‌خود اختصاص داد (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده از آزمون غیر پارامتری Kruskal-Wallis تفاوت معنی‌داری را در فراوانی رده‌های کفزی بین ایستگاه‌های مختلف (P>۰/۰۵، df= 8) و همچنین بین دو نوبت نمونه‌برداری (P>۰/۰۵، df= 1) نشان نداد.

۳-۲. *فراسنجی‌های محیطی*

در نمونه‌برداری اول، بررسی‌های مربوط به اندازه‌گیری فراسنج‌های محیطی، کمترین دمای اندازه‌گیری شده را در P2 (۲۵/۱۰°C)، و بیشترین مقدار دما را در T1 (۲۸/۶۰°C) نشان داد و میانگین دمای ثبت شده در کل ایستگاه‌ها برابر با ۲۶/۶۰°C (±۰/۳۹) بود. میانگین شوری ثبت شده برای ایستگاه‌های مورد بررسی برابر با ۳۶/۶۰ (±۰/۱۲) به‌دست آمد و کمترین شوری در P2 (۳۶ psu) و بیشترین مقدار آن در T2 (۳۷/۳۰ psu) مشاهده شد. محدوده تغییرات pH در منطقه‌ی مورد بررسی بین ۸/۰۳ تا ۸/۱۵ متغیر بود که کمترین pH مربوط به ایستگاه P2 (۸/۱۰) و بیشترین مقدار (۸/۱۵) مربوط به ایستگاه آب‌شیرین‌کن (W) و رمین (R1) ثبت شد. میانگین pH ثبت شده در ایستگاه‌ها برابر ۸/۱۲ (±۰/۰۱) بود.

میانگین دمای ایستگاه‌ها در نمونه‌برداری دوم ۲۵/۴۶ °C (±۰/۲۵) و بیشینه (۲۶/۶۰°C) و کمینه (۲۴/۳۰°C) آن به‌ترتیب در R1 و K1 ثبت شد. همچنین میانگین شوری ثبت شده ۳۶/۶۶ (±۰/۰۷) بود که بیشترین مقدار آن در P1 (۳۷ psu) مشاهده شد. ایستگاه آب‌شیرین‌کن (W) و رمین (R1) همانند نمونه‌برداری اول، بیشترین مقدار pH (۸/۲۰) را نشان دادند و میانگین pH برای ایستگاه‌ها برابر با ۸/۱۸ (±۰/۰۰۴) ثبت شد.

در هر دو نوبت نمونه‌برداری بیشترین درصد مواد آلی رسوب (۸٪ در نمونه‌برداری اول و ۳/۷۵٪ در نمونه‌برداری دوم) در ایستگاه K2 مشاهده شد.

جدول ۲: شاخص‌های تنوع برای میانگین فراوانی گروه‌های کفزی موجود در بستر ایستگاه‌های زیر جزر و مدی

	نمونه برداری آذرماه ۹۱									نمونه برداری اردیبهشت ماه ۹۱								
	R1	D	T2	T1	W	K2	K1	P2	P1	R1	D	T2	T1	W	K2	K1	P2	P1
Taxa (S)	۳	۶	۶	۴	۴	۴	۶	۴	۴	۳	۶	۶	۴	۴	۴	۶	۶	۵
Individuals (N)	۲	۱۲	۶	۷	۱۱	۷	۱۴	۷	۱۰	۱۸	۱۱	۱۲	۱۷	۶	۸	۴	۱۴	۲۲
Simpson (1- λ)	۱/۴	۰/۷۳	۰/۹۳	۰/۶۲	۰/۷۳	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۷۱	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۷۳	۰/۶	۰/۴۸	۰/۹	۱	۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۷
Shannon (H')	۰/۹۵	۱/۳۹	۱/۶۴	۱	۱/۲	۱/۱۸	۱/۵۳	۱/۰۸	۰/۸	۰/۷۲	۱/۲۹	۱/۰۴	۰/۸	۱/۵	۱/۳	۱/۵۵	۱/۵۵	۱/۲۷
Pielou's (J')	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۹۱	۰/۷۱	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۷۸	۰/۵۸	۰/۶۵	۰/۷۲	۰/۶۵	۰/۵۸	۰/۹۳	۰/۷۳	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۷۹
Margalef (d)	۳/۹۱	۲/۰۳	۲/۷۱	۱/۵۸	۱/۲۷	۱/۵۴	۱/۹	۱/۵۱	۱/۲۸	۲/۷	۲/۰۸	۱/۶۲	۱/۰۵	۲/۲۳	۲/۳۴	۳/۶۱	۱/۸۷	۱/۳

به‌طور کلی، محتوای مواد آلی موجود در نمونه‌های رسوب نوبت اول در مقایسه با رسوب‌های نوبت دوم بیشتر به‌دست آمد.

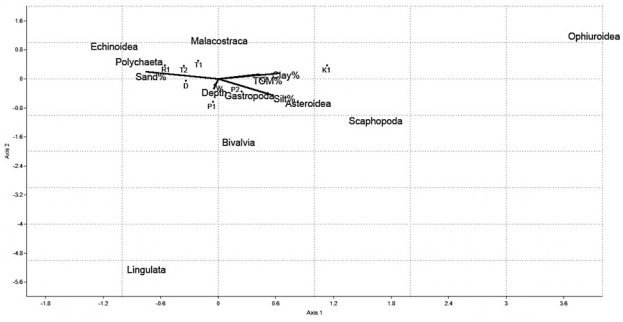
بر اساس ساختار رسوبات ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده، ایستگاه‌های واقع در مناطق پزم، تیس، آب‌شیرین‌کن و رمین ماسه‌ای و ایستگاه‌های کنارک و دهانه‌ی خلیج گلی محسوب می‌شوند. در ایستگاه‌های کنارک، درصد رسوبات ریزتر (رس) از نمونه‌برداری اول به دوم افزایش یافته است. بیشترین درصد کربنات کلسیم در ایستگاه‌های واقع در منطقه تیس (T1 و T2 به‌ترتیب ۷۱٪ و ۶۷/۵٪) و کمترین میزان (۱۷٪) در ایستگاه دهانه‌ی خلیج چابهار دیده می‌شود.

۳-۳. آنالیزهای آماری برای تعیین تأثیر عوامل محیطی

نتایج آزمون CCA نشان داد که جنس بستر در میان فراسنجی‌های محیطی، بیشترین اثر را در پراکنش گروه‌های جانوری و جدا کردن ایستگاه‌ها از یکدیگر دارد. ناوپایان در بسترهایی که درصد سیلت، رس[1] و میزان مواد آلی کل بیشتر داشتند (ایستگاه K2) از پراکنش بالاتری برخوردار بودند. این درحالی است که خارداران و پرتاران در ایستگاه T2 که درصد ماسه[2] رسوب بالا بود، تراکم بیش‌تری را به خود اختصاص دادند. مارسانان در بسترهایی با درصد رس و سیلت نسبتا بالا و ستاره‌سانان هم تنها در ایستگاه P2 که درصد سیلت و رس رسوب در آن نسبتاً بالا بود، مشاهده شدند (شکل ۴).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی حاضر هر چهار گروه جانوری معمول در رسوبات مناطق زیر جزر و مدی با بستر نرم شامل رده پرتاران، زیر شاخه سخت‌پوستان، شاخه خارپوستان و شاخه نرم‌تنان (Nybakken and Bertness, 2005) در منطقه‌ی مورد مطالعه مشاهده شدند. در ایستگاه R1 در هر دو نمونه‌برداری تنها سه رده شکم پایان، پرتاران و سخت‌پوستان عالی حضور داشتند. اگرچه آزمون Kruskal-Wallis اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌های مختلف نشان نداد، اما نتایج nMDS و آنالیز خوشه‌ای جدایی ایستگاه R1 را در هر دو نوبت نمونه‌برداری از سایر ایستگاه‌ها نشان داد. بیشترین میزان pH در ایستگاه رمین (R1) و آب‌شیرین‌کن (W) ثبت شد. همچنین در نمونه‌برداری دوم ایستگاه رمین بالاترین دما را بین ایستگاه‌ها داشته است.



شکل ۴: نتایج آنالیز CCA از ارتباط پارامترهای محیطی و فراوانی گروه‌های جانوری در ایستگاه‌های مورد مطالعه

در این بررسی میانگین شوری ثبت شده در ایستگاه‌ها بین ۳۶/۱۵ و ۳۷/۰۵ متغیر بود. در مطالعه‌ای که توسط Fazeli و همکاران (۲۰۱۰) در این منطقه انجام شده، مقدار شوری در گستره ۳۶/۷ تا ۳۶/۹ در خلیج چابهار گزارش شده است.

با وجود فراوانی بالاتر نرمتنان در منطقه‌ی پزم، کربنات کلسیم در ایستگاه‌های رمین و تیس با میزان بالاتری مشاهده شده است. میزان کربنات کلسیم در رسوبات، رابطه‌ای مستقیم با درصد ماسه موجود دارد؛ زیرا رسوبات دانه درشت تر حاوی خرده‌های صدف هستند (Nittrouer and Wright, 1994; Reineck and Singh, 1980; Jesus et al., 2007; Perry and Taylor, 2007) که منبع

[1] Clay
[2] Sand

کربنات کلسیم به‌شمار می‌روند. دو ناحیه‌ی تیس و رمین نسبت به غرب خلیج چابهار امواج نسبتاً شدیدتری را تجربه می‌کنند که فراوانی رسوبات درشت تر در این مناطق را توجیه می‌کند.

فراوانی و تنوع بی‌مهرگان تحت تأثیر عوامل متعددی است. الگوی پراکنش کفزیان در مقیاس بزرگ تحت تأثیر عوامل زیستی از جمله شکار و رقابت و در مقیاس کوچک تحت تأثیر عوامل غیر زیستی گزارش شده است (Snelgrove, 1999). تغییرات مکانی معمولاً با تغییرات در رسوبات تعریف می‌شوند که خود تحت تأثیر عواملی همچون عوامل فیزیکی و شیمیایی هستند (Dittmann, 1998; Cranmer et al., 2003; Mooraki et al., 2009). البته باید در نظر داشت که اهمیت نسبی فراسنج‌های محیطی در مقیاس‌های جغرافیایی گوناگون متفاوت است (Hale, 2012). مطالعات انجام شده ارتباط بین پراکنش بی‌مهرگان و رسوب‌گذاری (Harrison et al., 2007)، دانه‌بندی رسوبات (Lourido et al., 2010; Garmendia et al., 2008; Sanders, 1958)، دانه‌بندی و ثبات رسوبات (Mayoral, 2011)، دانه‌بندی و عمق (Coleman et al., 1997)، دما، pH، فشار CO_2 و درجه اشباعیت کربنات کلسیم (Byrne, 2011) را نشان می‌دهند. Hale (۲۰۱۲) همبستگی معنی‌داری بین فراوانی کفزیان زیر جزر و مدی و عوامل محیطی شامل دما، شوری، دانه‌بندی و عمق به‌دست آورده است که از میان این عوامل، دما تأثیرگذارترین عامل در تعیین الگوی پراکنش گونه‌ها گزارش شده است. در مطالعه حاضر از میان عوامل بررسی شده، جنس بستر تأثیرگذارترین عامل بر روی پراکنش بی مهرگان کفزی شناخته شد. بیشترین نوسانات در تغییرات عوامل محیطی نیز بین ایستگاه‌های مختلف در مورد دو فراسنج دانه‌بندی و کربنات کلسیم رسوبات دیده شد که البته دلیل تاثیرپذیری پراکنش گونه‌ای از عامل دانه‌بندی را شاید بتوان کم بودن نوسانات سایر عوامل محیطی در میان ایستگاه‌های مورد مطالعه دانست. Seriani و همکاران (۲۰۰۸) در منطقه‌ی مصبی، وجود همبستگی بین شاخص‌های بوم‌شناختی و دانه‌بندی، محتویات مواد آلی و محتویات کربنات کلسیمی رسوب را گزارش کرده و رسوبات دانه ریز تر با محتویات کربنات کلسیم بالا را متنوع تر و با تعداد گونه بیشتر معرفی کرده‌اند. در مطالعه‌ای که در آب‌های سواحل غرب هند انجام شده، بیشترین فراوانی کفزیان در بسترهای ماسه‌ای- رسی و در رتبه بعد در بسترهای سیلتی- ماسه‌ای دیده شده است. همچنین بسترهای رسی را از نظر جمعیت کفزیان فقیر گزارش کرده است (Gopalakrishnan and Chandrasekharan Nair, 1998). در بررسی حاضر نیز ایستگاه K2 با بیشترین درصد رس (۶۰/۶٪)، کمترین فراوانی کفزیان را نشان داد. بیشترین فراوانی کفزیان در بسترهای ماسه‌ای- سیلتی مشاهده شد، به طوری‌که در ایستگاه P1 که بالاترین فراوانی را به خود اختصاص می‌داد، درصد ماسه، سیلت و رس به‌ترتیب ۶۱/۷۵٪، ۲۴/۶۵٪ و ۱۳/۶٪ بوده است.

۵. سپاسگزاری

بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی از پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی برای حمایت مالی از این پژوهش به عمل می‌آید. همچنین از همکاری‌های مرکز اقیانوس شناسی دریای عمان و اقیانوس هند- چابهار که به این پژوهشگاه وابسته است، تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

شکوری، آ.؛ امینی راد ت.، ۱۳۹۰. شناسایی گونه‌های خیارهای دریایی منطقه زیر جزر و مدی خلیج چابهار. فصلنامه دریا و کشتی. بخش هفتم.

مقدسی، ب.؛ نبوی، س.م.ب.؛ فاطمی، س.م.ر.؛ وثوقی، غ.، ۱۳۸۵. بررسی سیستماتیک روزنه داران کفزی در رسوبات نواحی دور از ساحل فلات قاره دریای عمان. مجله بیولوژی دریا. صفحات ۱۳-۲۷.

Borja, Á.; Muxika, I.; Franco, J., 2006. Long-term soft-bottom benthos recovery, following urban and industrial sewage treatment in the Nervión estuary (southern Bay of Biscay). Marine Ecology Progress Series, 313: 43-55.

Byrne, M., 2011. Impact of ocean warming and ocean acidification on marine invertebrate life history stages: vulnerabilities and potential for persistence in a changing ocean. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 49: 1–42.

Castro, P.; Huber, M., 2007. Marine Biology, 6th edition, The McGrow Hill Company, 460 p.

Claereboudt, M. R.; Al-Rashdi, K. M., 2011. Shallow-

Fisheries Society Symposium. American Fisheries Society, Bethesda, MD, 79:167-183.

Harrison, E.T.; Norris, R.H.; Wilkinson, S.N., 2007. The impact of fine sediment accumulation on benthic macroinvertebrates: implications for river management. In: Proceedings of the 5th Australian Stream Management Conference. Australian rivers: making a difference. Charles Sturt University, Thurgoona, New South Wales.

Heiri, O.; Lotter, A.F.; Lemcke, G., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. Journal of Paleolimnology, 25: 101-110.

Jesus, C.C.; Miranda, P.; Rocha, F.; Oliveira, A., 2007. Fine-fraction mineralogy and geochemistry of beach sediments of SW Portugal as markers of sedimentary dynamics. Journal of Coastal Research, 50: 990-994.

Lourido, A.; Moreira, J.; Troncoso, J.S., 2010. Spatial distribution of benthic macrofauna in subtidal sediments of the Ría de Aldán (Galicia, northwest Spain). Scientica Marina, 74 (4): 705–715.

Mayoral, H., 2011. Particle size, critical shear stress, and benthic invertebrate distribution and abundance in a gravel-bed River of the southern Appalachians. Geosciences theses, Georgia State University. Paper 31.

Merkus, H.G., 2009. Particle size measurement. Fundamentals, practice, quality. Springer, The Netherlands. 531 p.

Mooraki, N.; Esmaeli Sari, A.; Soltani, M.; Valinasab, T., 2009. Spatial distribution and assemblage structure of macrobenthos in a tidal creek in relation to industrial activities. International Journal of Environmental Science Technology, 6 (4): 651-662.

Nittrouer, C.A.; Wright, L.D., 1994. Transport ofparticles across continental shelves. Reviews in Geophysics, 32: 85–11.

water sea cucumber inventory in the Sultanate of Oman. SPC Beche-de-mer Information Bulletin, 31: 25-29.

Clarke, K.R.; Warwick, R.M., 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environmental Research Council, UK.

Coleman, N.; Gason, A.S.H. ; Poore, G.C.B., 1997. High species richness in the shallow marine waters of south-east Australia. Marine Ecology Progress Series, 154: 17-26.

Cranmer, T.L.; Ruhl, H.A.; Baldwin, R.J.; Kaufmann, R.S., 2003. Spatial and temporal variation in the abundance, distribution and population structure of epibenthic megafauna in Port Foster, Deception Island. Elsevier: Deep- Sea Research II, 50:1821–1842.

Dittmann, S., 1998. Spatial and temporal patterns of platyhelminth assemblages in intertidal sediments of northeast Australia. Hydrobiologia, 383: 41-47. Publishers: Springer.

Fazeli, N.; Rezai Marnani, H.; Sanjani, S.; Zare, R.; Dehghan, S.; Jahani, N., 2010. Seasonal variation of copepoda in Chabahar Bay-Gulf of Oman. Jordan Journal of Biological Sciences, 3: 153-164.

Garmendia, M.; Borja, A.; Muxika, I., 2008. Long-term environmental, climatic and anthropogenic factors affecting subtidal soft-bottom benthic communities, within the Basque coast. Revista de Investigación Marina, 2: 28 pp.

Gopalakrishnan, T.C.; Chandrasekharan Nair, K.K., 1998. Subtidal benthic macro fauna of the Mangalore coast, west coast of India. Indian Journal of Marine Sciences, 27: 351-355.

Hale, S.S., 2012. Spatial patterns of subtidal benthic invertebrates and environmental factors in the nearshore Gulf of Maine. Chapter 13, Advancing an ecosystem approach in the Gulf of Maine. American

Saúde, 32: 294-301.

Shakouri, A.; Nabavi, M.B.; Koochanian, p.; Savari, A.; Safahieh, A.; Aminrad, T., 2009. New observation of two species of Sea Cucumbers from Cabahar Bay (Southeast Coast of Iran). Asian Journal of Animal Science, 1-5.

Shakouri, A.; Aminrad, T.; Nabavi, M.B.; Kochanian, P.; Savari, A.; Safahiye, A., 2009. New observation of three species of Sea Cucumbers from Chabahar Bay (Southeast Coasts of Iran). Journal of Biological Sciences, 9: 184-187.

Snelgrove, P.V.R., 1999. Getting to the bottom of marine biodiversity: sedimentary habitats. Bioscience, 49(2): 129-138.

SOMER, 2003. State of the marine environment report. ROPME/GC-11/003. Regional organization for the protection of the marine environment, Kuwait, 217 pp.

Syvitski, J.P.M., 2007. Principles, methods, and application of particle size analysis. Cambridge University Press, Cambridge. 368 p.

Valinassab, T.; Fatemi, S.M.R.; Ghotbeddin, N., 2012. First Record of Galene bispinosa Herbst, 1783 [Decapoda; Brachyura; Galenidae] from the Gulf of Oman, Iran. World Applied Sciences Journal, 17(4): 439-441.

Nybakken, J.W.; Bertness, M.D., 2005. Marine Biology: an ecological approach, 6th edition, Benjamin Cummings: San Francisco, 579 p.

Perry, C.; Taylor, K., 2007. Environmental sedimentology. Blackwell, Oxford. 441p.

Reineck, H.E.; Singh, I.B., 1980. Depositional sedimentary environments with references to terrigenousclastics: 2nd ed., Berlin and New York, Springer-Verlag, 549 p.

Samimi-Namin, K.; Ofwegen, L.P.V., 2010. An overview of Bebryce (Cnidaria, Octocorallia, Plexauridae) species with tiny rosettes, with the description of a new species from the Gulf of Oman. Zoosystema, 32 (3).

Sanders, H.L., 1958. Benthic studies in Buzzards's Bay. I. Animal sediment relationships. Limnology and Oceanography, 3: 245-258.

Satheeshkumar, P.; Khan, A.B., 2012. Influence of environmental parameters on the distribution and diversity of molluscan composition in Pondicherry Mangroves, Southeast Coast of India. Ocean Science Journal, 47(1): 61-71.

Seriani, R.; Abessa, D.; Magini, C.; Pinna, F.; Silveira, F.; Romano, P., 2008. Using bioassays and benthic community to evaluate the sediment quality at the estuary of Itanhaém River, SP, Brazil. O Mundo da