

Distribution Pattern and Seasonal and Spatial Abundance of Hermit Crabs (Crustacean: Paguroidea) in the Intertidal Zones of Hormuz Island

بررسی پراکنش و فراوانی فصلی و زیستگاهی خرچنگ‌های منزوی (سخت‌پوستان: فوق خانواده Paguroidea) ناحیه جزر و مدی جزیره هرمز

Nabiallah Kheirabadi^{1*}, Jafar Seyfabadi²,
Mahnaz Rabaniha³, Fereidoon Owfi⁴

1. M.A., Marine Biology, Tarbiat Modares University, Faculty of Marine Sciences, Noor, Iran.
2. Associate Professor, Department of Marine Biology, Tarbiat Modares University, Faculty of Marine Sciences, Noor, Iran.
3. Assistant Professor, Iranian Fisheries Science Research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Iranian Fisheries Science Research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

(Received: Jan. 29, 2015 - Accepted: Feb. 18, 2017)

نبی‌اله خیرآبادی^{۱*}، جعفر سیف‌آبادی^۲، مهناز ربانی‌ها^۳،
فریدون عوفی^۴

۱. کارشناس ارشد، زیست‌شناسی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم دریایی نور
 ۲. دانشیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم دریایی نور
 ۳. استادیار، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
 ۳. استادیار، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- (تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰)

Abstract

This study was conducted to survey distribution pattern and seasonal and spatial abundance of hermit crabs in six stations located in the intertidal zones of Hormuz Island. Sampling was conducted during four seasons. Hermit crabs were fixed in 70% ethanol and were transported to the laboratory. With valid identification key, nine species in two families of hermit crabs were identified. SPSS, PAST, TAL (4.2) and R software were used for statistical analyses. ANOVA test using LSD showed that the abundance of identified species were significantly different among some of the stations ($P < 0/05$) but seasonal changes had no significant effect on abundance of the species. Cluster analysis showed that stations five and six had the highest likeness and station 4 had the highest difference with the other stations. This analysis also showed that summer had the highest difference in abundance of hermit crabs compared to other seasons. Also, comparison the frequency and distribution of the species in all seasons and stations with different measured environmental parameters (pH, salinity, temperature, dissolved oxygen, slope and the overall structure of the substrate) showed that changes in abundance and distribution of hermit crabs depends only the overall structure of the substrate and changes in other parameters do not significantly change their frequency and distribution.

Keywords: Hermit crabs, Crustacean, Hormuz Island, Distribution, Abundance.

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی الگوی پراکنش و تعیین فراوانی فصلی و زیستگاهی خرچنگ‌های منزوی در شش ایستگاه واقع در ناحیه جزر و مدی جزیره هرمز انجام پذیرفت. نمونه‌برداری در یک دوره یک ساله و در چهار فصل انجام شد. خرچنگ‌های منزوی در اتانول ۷۰٪ تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر ۹ گونه متعلق به دو خانواده از خرچنگ‌های منزوی مورد شناسایی قرار گرفت. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS، PAST، TAL (4.2) و نرم‌افزار R انجام شد. آنالیز واریانس یک‌طرفه با استفاده از آزمون LSD نشان داد که فراوانی این گونه‌ها بین تعدادی از ایستگاه‌ها دارای تفاوت معنادار است ($P < 0/05$)، ولی تغییرات فصلی و تأثیر معناداری در فراوانی خرچنگ‌های منزوی ندارد. آنالیز خوشه‌ای نشان داد که ایستگاه‌های پنج و شش، دارای بیشترین شباهت و ایستگاه چهار دارای بیشترین تفاوت با سایر ایستگاه‌ها هستند و در مورد فصول مشخص شد که فصل تابستان دارای بیشترین تفاوت از نظر فراوانی خرچنگ‌های منزوی با سایر فصول است. همچنین با مقایسه فراوانی و پراکنش گونه‌ها در فصول و ایستگاه‌های مختلف با پارامترهای محیطی اندازه‌گیری شده (pH، شوری، دما، اکسیژن محلول، شیب بستر و ساختار کلی بستر) و توسط آنالیز PCA مشخص شد که تغییرات فراوانی و پراکنش، فقط وابسته به ساختار کلی بستر است و تغییرات دیگر پارامترها اثر معناداری در فراوانی و پراکنش خرچنگ‌های منزوی ایجاد نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی: خرچنگ‌های منزوی، سخت‌پوستان، جزیره هرمز، الگوی پراکنش، فراوانی.

مقدمه

حضور گونه‌های مختلف جانوران در زیستگاه‌های مختلف، بستگی به مجموعه زیادی از عوامل فیزیکی، شیمیایی و زیستی دارد. این عوامل علاوه بر حضور، بر فراوانی موجودات در طبیعت نیز نقش بسزایی دارند (Odum, 2001). بر اساس نظر محققان، فراوانی و الگوی پراکنش موجودات کفزی دریایی به‌وسیله عواملی نظیر عمق، دما، pH، اکسیژن محلول، شوری، بافت رسوبات، میزان مواد آلی رسوبات و همچنین روابط متقابل گونه‌های مختلف با یکدیگر تعیین می‌شود (Abele, 1974; Meireles *et al.*, 2006).

خرچنگ‌های منزوی متعلق به فوق خانواده Paguroidea از راسته Decapoda هستند که بیش از ۱۱۱۷ گونه از آنها تاکنون مورد شناسایی قرار گرفته است (McLaughlin *et al.*, 2010). مطالعه در رابطه با خرچنگ‌های منزوی به خصوص در منطقه جزر و مدی به دلیل نقش بسیار مهم در زنجیره غذایی آبزیان و پرندگان و کاربرد به عنوان نماگرهای زیستی حائز اهمیت است (Fransozo & Mantelatto, 1998). از طرفی تعیین وابستگی زیستگاهی، فراوانی و پراکنش آنها می‌تواند در شناخت اجزای زیستی، ایجاد شناسنامه مناطق مختلف ساحلی و ارزیابی تأثیرات فعالیت‌های انسانی بر روی این مناطق، نقش ارزنده‌ای داشته باشد (Mantelatto *et al.*, 2004).

مطالعه در خصوص پراکنش و فراوانی خرچنگ‌های منزوی مورد توجه محققان بسیاری قرار گرفته است (Barnes, 1997; Fransozo & Mantelatto, 1998; Osawa & Fujita, 2005). همچنین مطالعاتی در زمینه ارتباط با تأثیرات ویژگی‌ها و شرایط محیطی بستر و آب دریا (شیب بستر، مواد آلی، دانه‌بندی و نوع بستر، شوری، دما و عمق)، با فراوانی و پراکنش خرچنگ‌های منزوی انجام شده است (Mantelatto *et al.*, 2004).

تاکنون ۳۸ گونه خرچنگ منزوی از مناطق مختلف خلیج فارس گزارش شده است، ولی در هیچ

یک از موارد، فراوانی و الگوی پراکنش آنها مورد بررسی قرار نگرفته است. در این تحقیقات، بیشتر به جنبه سیستماتیک و شناسایی گونه‌ای پرداخته شده است (Apel, 2001; Jones, 1986; Kazmi *et al.*, 2007; Naderloo *et al.*, 2012). لذا با توجه به موارد ذکر شده و اهمیت شناخت هرچه بیشتر این گروه از جانوران، این مطالعه به‌عنوان اولین مطالعه پیرامون فراوانی و الگوی پراکنش خرچنگ‌های منزوی حوزه جزایر تنگه هرمز و خلیج فارس، در جزیره هرمز صورت گرفت.

البته به دلیل دخیل بودن تعداد زیادی از عوامل در فراوانی و تأثیرات آن بر پراکنش موجودات دریایی بسیاری از مطالعات در محیط‌هایی محصور مانند جزایر و یا خلیج‌های کوچک انجام می‌شود تا تحلیل اطلاعات حاصل از آن دقیق‌تر بوده و بتوان از نتایج حاصل با اطمینان بیشتری استفاده کرد (Mantelatto *et al.*, 2004). هدف از این مطالعه تعیین فراوانی و پراکنش و بررسی اثرات برخی پارامترهای محیطی بر فراوانی و الگوی پراکنش خرچنگ‌های منزوی جزیره هرمز است.

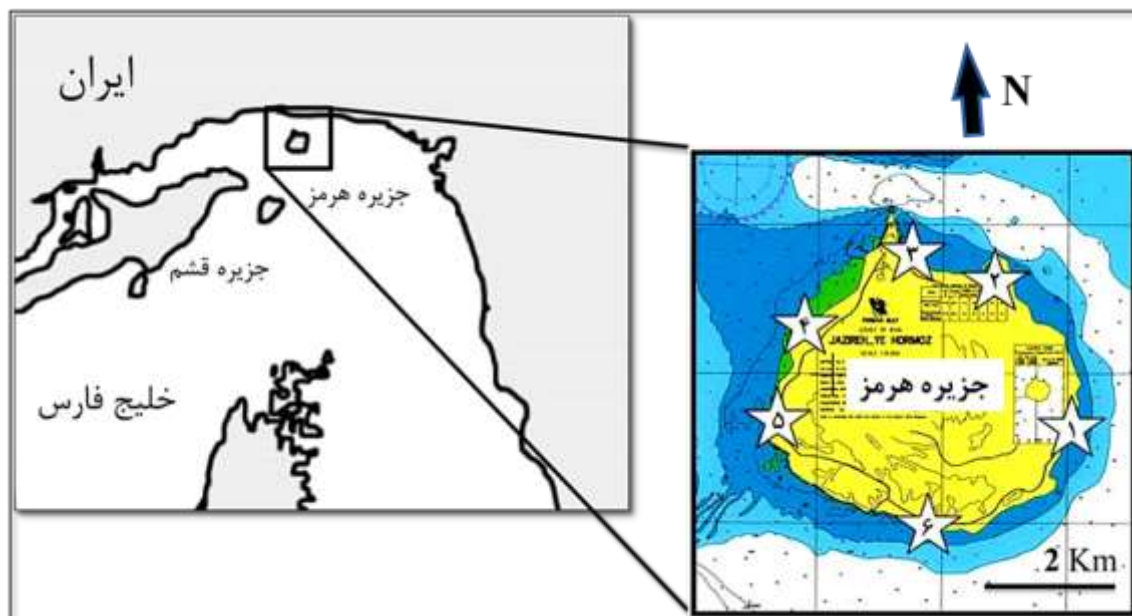
مواد و روش‌ها

جزیره هرمز در شمال تنگه هرمز و در مختصات جغرافیایی ۲۷° ۰۱' تا ۲۷° ۰۶' عرض شمالی و ۵۶° ۲۵' تا ۵۶° ۳۰' طول شرقی واقع شده است. مساحت این جزیره در حدود ۴۲ کیلومتر مربع و محیط آن حدود ۳۸ کیلومتر است. آب و هوای آن گرم و خشک کرانه‌ای و درجه حرارت در تابستان تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد و در زمستان تا حدود ۱۹ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. این جزیره با توجه به قرار گرفتن در دهانه تنگه هرمز و همچنین تنوع اکوسیستمی بالا، به عنوان یکی از مهم‌ترین جزایر ایرانی تنگه هرمز شناخته می‌شود (Kamran, 2004).

در این مطالعه شش ایستگاه در نواحی مختلف ناحیه جزر و مدی جزیره هرمز با توجه به تغییرات

و مختصات جغرافیایی آنها به وسیله GPS ثبت شد. همچنین ویژگی‌های بارز هر یک از ایستگاه‌ها با توجه به نوع اکوسیستم‌های موجود در آنها بررسی شد. مشخصات کامل هر یک از ایستگاه‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

ناحیه ساحلی به لحاظ اکوسیستم، عوارض طبیعی و سازه‌های انسان ساخت، انتخاب شد. این انتخاب به نحوی انجام گرفت که اکوسیستم‌های مختلف ساحلی تحت پوشش قرار گیرند (شکل ۱). مشخصات دقیق هر ایستگاه پس از انجام بازدید میدانی اولیه مشخص



شکل ۱. نقشه جزیره هرمز و شش ایستگاه نمونه‌برداری در سواحل این جزیره

جدول ۱. مشخصات مربوط به شش ایستگاه نمونه‌برداری در نواحی جزر و مدی جزیره هرمز (سال ۱۳۸۹)

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	توصیف ایستگاه
۱	بخش شرقی مرکز تحقیقات محیط زیست دریایی هرمز	۰۳' ۰۱" N	۲۹' ۵۸" E	ساحل قلوه سنگی و پوشش جلبکی پراکنده به همراه مرجان‌های سخت در ناحیه پایین جزر و مدی، منطقه بالای جزر و مدی شنی - ماسه‌ای
۲	جنگل حرا	۰۵' ۱۸" N	۲۸' ۴۰" E	ساحل گلی، وجود جنگل‌های حرا - وجود خور
۳	ساحل شرقی شهر هرمز	۰۵' ۳۱" N	۲۷' ۴۹" E	ساحل مجاور منطقه شهری، ساحل غیر یکنواخت شنی قلوه سنگی، ناحیه پایین جزر و مدی گلی
۴	بین اسکله هرمز و تأسیسات پمپاژ آب	۰۴' ۵۱" N	۲۵' ۵۹" E	وجود سازه‌های انسان ساخت، ناحیه پایین جزر و مدی گلی، میان جزر و مدی قلوه سنگی و ناحیه بالای جزر و مدی شنی - ماسه‌ای
۵	ساحل غربی جزیره هرمز	۰۳' ۲۷" N	۲۵' ۱۶" E	ساحل شنی قلوه سنگی به همراه مرجان‌های سخت در ناحیه پایین جزر و مدی
۶	معدن خاک سرخ	۰۱' ۵۹" N	۲۷' ۳۴" E	ساحل سنگی - صخره‌ای و وجود معدن خاک سرخ. املاح معدنی بسیار فراوان به دلیل وجود معدن خاک سرخ

فاکتورهای محیطی آب (شوری، اکسیژن محلول، pH و دمای آب) و فاکتورهای بستر (شیب و بافت بستر) با فراوانی و پراکنش فصلی و زیستگاهی خرچنگ‌های منزوی استفاده شد. نرم‌افزار SPSS. 16 جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogrov-Smirnov و انجام آنالیز واریانس یک‌طرفه (با استفاده از آزمون LSD) به منظور بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت معنادار فراوانی فصلی و ایستگاهی مورد استفاده قرار گرفت، همچنین از نرم‌افزار TAL نسخه (4.2) به منظور تحلیل اطلاعات حاصل از هیدرومتری رسوبات و تعیین بافت هر یک از نمونه‌های رسوب استفاده شد.

نتایج

در مجموع از تعداد شش ایستگاه انتخابی واقع در ناحیه جزر و مدی جزیره هرمز و در چهار فصل نمونه‌برداری، ۱۶۲۰ نمونه خرچنگ منزوی مورد بررسی و شمارش قرار گرفت. پس از بررسی‌های آزمایشگاهی، نه گونه خرچنگ منزوی متعلق به جنس و دو خانواده Diogenidae و Coenobitidae شناسایی شدند. در جدول ۲ اسامی و فراوانی گونه‌های شناسایی شده به تفکیک فصل و ایستگاه ارائه شده است. فراوان‌ترین گونه، *Diogenes avarus* و سپس گونه *Clibanarius signatus* بود. خرچنگ منزوی *Coenobita scaevola* نیز کمترین میزان فراوانی را داشت. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که فراوانی این گونه بین تعدادی از ایستگاه‌ها دارای تفاوت معنادار است ($P < 0.05$). نتایج این آنالیز در جدول ۳ مشاهده می‌شود. ایستگاه شماره چهار (بین اسکله هرمز و تأسیسات پمپاژ آب) با تمامی ایستگاه‌ها از لحاظ فراوانی خرچنگ‌های منزوی دارای تفاوت معنادار بود. ایستگاه شش (معدن خاک سرخ) نیز با ایستگاه دو (جنگل حرا) و ایستگاه پنج (ساحل غربی جزیره هرمز) دارای اختلاف معنادار در فراوانی خرچنگ‌های منزوی بود. اما نتایج آنالیز واریانس یک طرفه در مورد فصول، اختلاف معناداری را نشان نداد (جدول ۴).

نمونه‌برداری از خرچنگ‌های منزوی در یک دوره یک ساله (سال ۱۳۸۹) و به صورت فصلی انجام گرفت. خرچنگ‌های منزوی در زمان حداکثر جزر با استفاده از پرتاب تصادفی نه کوادرات 0.5×0.5 متر در منطقه جزر و مدی هر یک از ایستگاه‌ها جمع‌آوری و نمونه‌ها در اتانول ۷۰٪ تثبیت شدند. نمونه‌های تثبیت شده به منظور شناسایی به آزمایشگاه منتقل و بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی بدن و با استفاده از استرئو- میکروسکوپ و کلیدهای شناسایی معتبر (Apel, 2001; Kazmi & Siddiqui, 2006;) (McLaughlin, 2003) در حد گونه شناسایی شدند. این شناسایی گونه‌ای با نمونه‌های متاتیپیک موجود در موزه دانشگاه تهران (شماره آرشیو ZUTC، ۱۰۰۴-۱۰۶۷) تطبیق داده شدند و شناسایی گونه‌ای مورد تأیید قرار گرفت. خرچنگ‌های منزوی موجود در این موزه با نمونه‌های موزه Senckenberg (واقع در فرانکفورت آلمان) تأیید شده‌اند.

شیب بستر در هر ایستگاه با استفاده از دستگاه شیب‌سنج لیزری مدل (STABILA LD 500) اندازه‌گیری شد. به‌منظور دقت بیشتر در این اندازه‌گیری، سه ناحیه هر ایستگاه به صورت تصادفی در نظر گرفته و شیب بستر در آنها با دقت (۰/۰۱ درجه) محاسبه شد. پارامترهای محیطی آب (شوری، درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH) در هر یک از فصل‌های نمونه‌برداری توسط دستگاه HORIBA-U-10 اندازه‌گیری و ثبت شد. به منظور تعیین بافت رسوبات از دو ناحیه هر کدام از مناطق جزر و مدی ایستگاه‌ها در حدود ۰/۵ کیلوگرم رسوب برداشت شد و با استفاده از روش هیدرومتری بایکاس و بر اساس مدل USDA، بافت هر یک از رسوبات تعیین شد.

نمودار خوشه‌ای (Cluster) بر اساس ماتریس شباهت Bray-Curtis با استفاده از نرم‌افزار PAST جهت تعیین نوسانات فراوانی خرچنگ‌های منزوی در ایستگاه‌ها و فصول مختلف مورد استفاده قرار گرفت (Mirbagheri, 2010). از نرم‌افزار R (با استفاده از آنالیز PCA) به منظور تجزیه و تحلیل ارتباط بین

جدول ۲. فراوانی خرچنگ‌های منزوی در جزیره هرمز، به تفکیک گونه، فصل و ایستگاه‌های نمونه‌برداری (سال ۱۳۸۹)

فصل	بهار						تابستان						پاییز						زمستان					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۱	۲	۳	۴	۵	۶
گونه‌ها																								
<i>Diogenes avarus</i>	۲۶	۵۸	۵	۳۹	۸				۵۴	۶۷	۳۷	۴			۴	۶۰	۲۶	۳۹			۲۱	۸۱	۴۲	۴۵
<i>Clibanarius signatus</i>	۵۳		۸	۴	۲۷	۴۵	۲۳		۱	۲	۴۸	۲۰	۱۷		۱	۱۲	۶۴	۶۵	۳۴		۱	۳	۵۶	۵۸
<i>Areopaguristes perspicax</i>	۱۳			۶۸							۱۱۴	۳۷					۷۵	۴			۳		۶۷	
<i>Diogenes karwarensis</i>				۱۰													۶						۱۲	
<i>Diogenes planimanus</i>	۷			۱				۲		۵				۲	۲					۱	۱	۲		
<i>Diogenes tirmiziae</i>															۱۰									
<i>Dardanus tinctor</i>															۱						۴		۳	
<i>Clibanarius longitarsus</i>				۵																			۲	
<i>Coenobita scaevola</i>															۱		۱						۲	۱

جدول ۳. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه فراوانی خرچنگ‌های منزوی در شش ایستگاه مورد مطالعه با استفاده از آزمون LSD در سطح معناداری ۰/۰۵ (*: اختلاف معنادار، ns: عدم وجود اختلاف معنادار)

شماره ایستگاه‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	۱	-۱۴/۵ ^{ns}	۱۲/۵ ^{ns}	-۸۳/۷۶*	-۹/۵ ^{ns}	۲۴/۲۵ ^{ns}
۲	۱	۱	۲۷ ^{ns}	-۶۹/۲۵*	۵ ^{ns}	۳۸/۷۵*
۳	۱	۱	۱	-۹۶/۲۵*	-۲۳ ^{ns}	۱۱/۷۵ ^{ns}
۴	۱	۱	۱	۱	۷۴/۲۵*	۱۰۸*
۵	۱	۱	۱	۱	۱	۳۳/۷۵*
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱

جدول ۴. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه فراوانی خرچنگ‌های منزوی در چهار فصل مورد مطالعه (سال ۱۳۸۹) با استفاده از آزمون LSD در سطح معناداری ۰/۰۵ (ns: عدم وجود اختلاف معنادار)

فصول نمونه‌برداری	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
بهار	۱	-۶/۱۷ ^{ns}	-۲/۱۷ ^{ns}	-۱۰/۳۴ ^{ns}
تابستان	۱	۱	^{ns} ۴	-۴/۱۷ ^{ns}
پاییز	۱	۱	۱	-۸/۱۷ ^{ns}
زمستان	۱	۱	۱	۱

پارامترهای محیطی (دما، شوری، اکسیژن محلول و pH) به صورت ماهیانه در طول یک دوره یک ساله نمونه‌برداری، اندازه‌گیری شده و نتایج حاصل از آن در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان ماسه - شن، سیلت، و رس نمونه‌ها و در نهایت بافت رسوبات در هر یک از ایستگاه‌ها نیز در جدول ۶ ارائه شده است. بر این اساس، بیشترین نوع بافت رسوب موجود در سواحل جزیره هرمز، بافت sandy

ماسه‌ای) بود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری شیب بستر نیز نشان داد که ایستگاه شماره شش (معدن خاک سرخ) با میانگین شیب ۱۰/۳ درجه، بیشترین شیب بستر و ایستگاه شماره سه (ساحل شرقی شهر هرمز) با میانگین شیب ۱/۹۵ درجه، کمترین شیب بستر را در میان ایستگاه‌ها دارد. ایستگاه‌های یک، دو، چهار و پنج نیز به ترتیب دارای میانگین شیب بستر ۳/۰۵، ۵/۴۸، ۵/۷ و ۲/۸۸ بودند.

جدول ۵. پارامترهای محیطی (pH، شوری، دما و اکسیژن محلول آب) در دوره یک ساله نمونه‌برداری در جزیره هرمز (سال ۱۳۸۹)

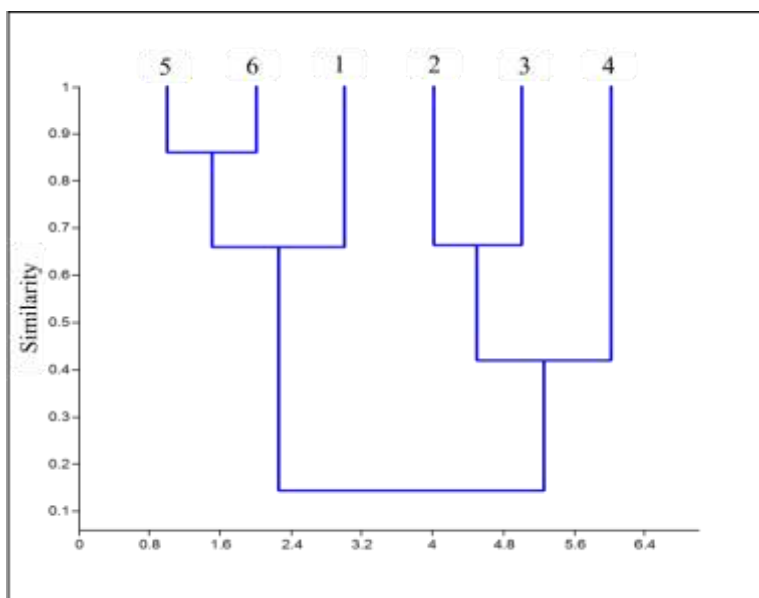
فصل	ماه‌های سال	pH	دما (C°)	اکسیژن محلول (mg/L)	شوری (ppt)
بهار	فروردین	۸/۲۱	۲۷/۸	۶/۵۷	۳۶/۳
	اردیبهشت	۸/۲۳	۲۷/۲۱	۶	۳۶
	خرداد	۸/۲۶	۳۱/۸۵	۵/۴۵	۳۶/۵
	تیر	۸/۴۵	۳۲/۹۵	۵/۰۱	۳۶/۰۱
تابستان	مرداد	۸/۴۲	۳۳/۸۵	۴/۸۵	۳۶/۲
	شهریور	۸/۲۲	۳۱/۸۹	۵/۶۸	۳۶
	مهر	۸/۲۸	۲۹/۹	۶/۲	۳۶/۰۵
پاییز	آبان	۸/۱۵	۲۷/۸	۶/۹۸	۳۶/۳
	آذر	۸/۲۵	۲۴/۳۵	۷/۸۳	۳۶/۰۱
	دی	۸/۱۷	۲۱/۷۵	۷/۶۸	۳۶/۲
زمستان	بهمن	۸/۱۵	۲۲/۰۳	۷/۱۲	۳۵/۸۹
	اسفند	۸/۲۹	۲۳/۹۲	۶/۸۹	۳۶/۰۲

جدول ۶. تعیین دانه‌بندی رسوبات شش ایستگاه و چهار فصل نمونه‌برداری در سواحل جزیره هرمز (سال ۱۳۸۹)

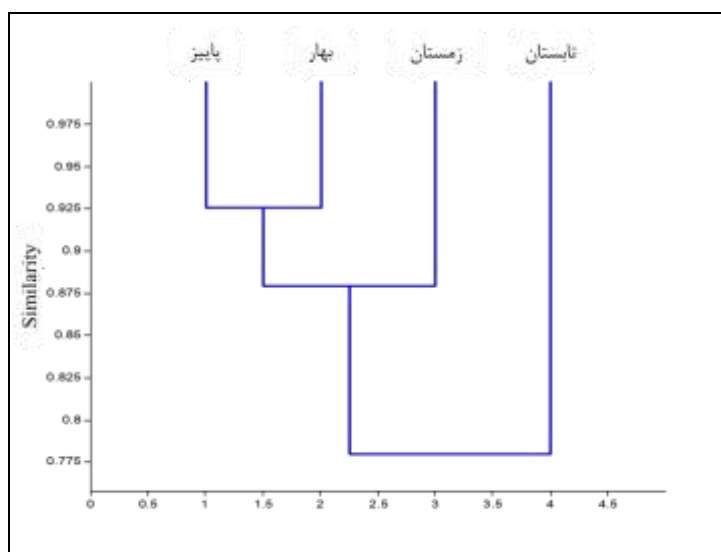
بافت رسوب	قطر ذرات (به میکرومتر)، مقدار عددی به درصد			نام ایستگاه	شماره ایستگاه
	رس	سیلت	ماسه، شن		
(بر اساس مدل USDA)	> ۰/۰۰۲	۰/۰۰۲ - ۰/۰۵	۰/۰۵ - ۲۰۰۰		
Sandy loamy	۱۶	۲۴	۶۰	بخش شرقی مرکز تحقیقات محیط زیست دریایی هرمز	۱
Silty clay	۴۳	۴۹	۸	جنگل حرا	۲
Sandy	۶	۴	۹۰	ساحل شرقی شهر هرمز	۳
Sandy	۵	۸	۸۷	بین اسکله هرمز و تأسیسات پمپاژ آب	۴
Loamy sandy	۶	۱۰	۸۴	ساحل غربی جزیره هرمز	۵
Sandy	۱	۵	۹۴	معدن خاک سرخ	۶

گرفته‌اند، به نحوی که فقط در سطح ۱۳٪ به یکدیگر شباهت داشتند. نتایج همین آنالیز در مورد فصول نمونه‌برداری نشان داد که بیشترین شباهت، میان فصل‌های بهار و پاییز در سطح ۹۳٪ وجود دارد (شکل ۳). فصل زمستان نیز در سطح ۸۸/۵٪ به این دو فصل شباهت داشت. اما فصل تابستان در خوشه‌ای جدا قرار گرفته و در سطح ۷۸٪ با سه فصل دیگر شباهت نشان داد. در مجموع مشاهده می‌شود تفاوت بین فراوانی گونه‌ها در فصول مختلف بسیار کم است و حداقل شباهت بین فصول مختلف ۷۸٪ می‌باشد.

نتایج آنالیز خوشه‌ای تغییرات فراوانی خرچنگ‌های منزوی جمع‌آوری شده در شش ایستگاه (بر اساس ماتریس Bray-curtis)، بیانگر بیشترین شباهت میان ایستگاه‌های شماره پنج و شش در سطح ۸۶٪ بود (شکل ۲). ایستگاه‌های دو و سه نیز در سطح ۶۷٪ به یکدیگر شباهت داشتند. ایستگاه شماره چهار در خوشه‌ای جدا قرار گرفته و در سطح ۴۳٪ به ایستگاه‌های دو و سه شباهت داشت. در مجموع، ایستگاه‌های یک، پنج و شش در یک خوشه و ایستگاه‌های دو، سه و چهار در خوشه‌ای دیگر قرار



شکل ۲. آنالیز خوشه‌ای فراوانی خرچنگ‌های منزوی در شش ایستگاه نمونه‌برداری در سواحل جزیره هرمز (سال ۱۳۸۹)



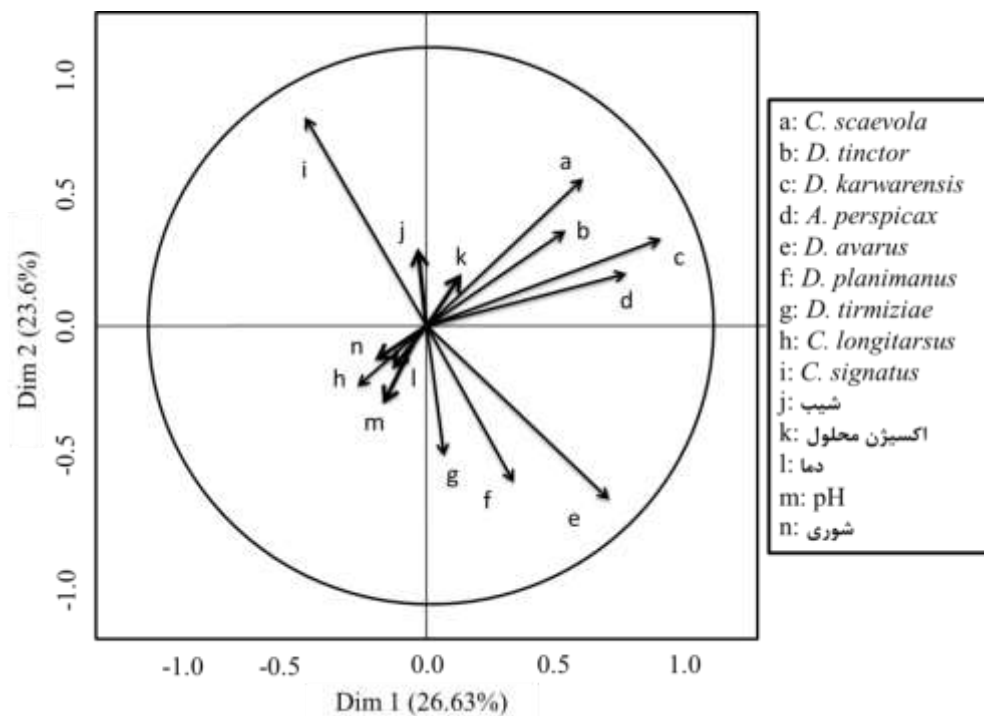
شکل ۳. آنالیز خوشه‌ای فراوانی خرچنگ‌های منزوی در چهار فصل نمونه‌برداری در سواحل جزیره هرمز (سال ۱۳۸۹)

بین فراوانی و پراکنش خرچنگ‌های منزوی با پارامترهای محیطی است. البته نزدیک بودن (زاویه کمتر) بردار مربوط به هر یک از پارامترهای محیطی به بردار گونه خرچنگ مربوطه نشان می‌دهد که پارامتر اصلی در تغییر فراوانی هر یک از گونه‌ها کدام پارامتر بوده است (البته نه به صورت معنادار). به عنوان مثال، در گونه *C. signatus* شیب بستر فاکتوری مؤثرتر در تعیین میزان فراوانی و پراکنش بوده است. نتایج این آزمون نشان داد که ساختار بستر (رخساره بستر) مهمترین عامل

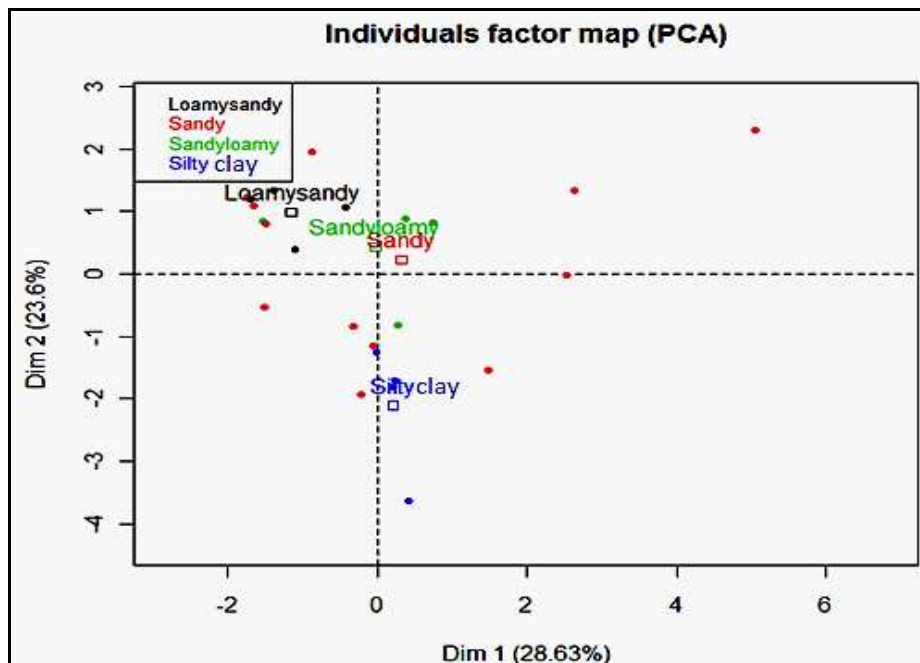
با اندازه‌گیری و ثبت پارامترهای محیطی در شش ایستگاه و چهار فصل نمونه‌برداری (با استفاده از آنالیز PCA در نرم‌افزار R) ارتباط این پارامترهای با پراکنش و فراوانی خرچنگ‌های منزوی بررسی شد (شکل ۴). همانطور که مشاهده می‌شود پارامترهای شیب، اکسیژن محلول، دما، شوری و pH هیچ کدام اثر معنادار در پراکنش و فراوانی خرچنگ‌های منزوی نداشتند و هیچ یک از پارامترهای محیطی ثبت شده دارای بردار با طول بیشتر از ± 0.5 نیست، که بیانگر عدم وجود همبستگی

منزوی ایجاد کرده‌اند. تأثیر بستر با پوشش lomy sand به صورت مثبت و در جهت افزایش فراوانی و بستر با پوشش silty clay به صورت منفی و در جهت کاهش فراوانی بوده است.

در تغییر فراوانی و پراکنش خرچنگ‌های منزوی است (شکل ۵). بستر با پوشش silty clay (ایستگاه شماره دو، جنگل حرا) و بستر با پوشش lomy sand هر دو تغییرات معناداری در فراوانی و پراکنش خرچنگ‌های



شکل ۴. نتایج آنالیز PCA در مورد گونه‌های مختلف خرچنگ منزوی و فاکتورهای محیطی در سواحل جزیره هرمز



شکل ۵. نتایج آنالیز PCA در مورد گونه‌های مختلف خرچنگ منزوی و بافت رسوبات در سواحل جزیره هرمز

بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی فراوانی خرچنگ‌های منزوی در تمامی ایستگاه‌ها و چهار فصل مورد مطالعه، گونه *D. Avarus* به‌عنوان گونه غالب، بیشترین پراکنش را در ایستگاه شماره دو (جنگل حرا) نشان داد. دلیل این امر را می‌توان تفاوت‌های بسیار زیاد در جنس و پوشش بستر در ایستگاه‌های مختلف دانست. بافت بستر در ایستگاه‌های یک و پنج به‌صورت قلوه سنگی و یا سنگی - صخره‌ای با پوشش‌های مرجانی در مناطق پایین جزر و مدی است، ولی مناطقی با بستر گلی در هیچ یک از این سواحل وجود ندارد. در ایستگاه شش (معدن خاک سرخ) که دارای بستری سنگی - صخره‌ای، است در هیچ یک از فصول، نمونه‌ای از این گونه خرچنگ منزوی وجود نداشت. در حالی که ایستگاه‌های دو، سه و چهار دارای بسترهای گلی نسبتاً وسیعی هستند. وجود این نوع سواحل به دلیل دارا بودن مقادیر زیاد مواد آلی برای گونه‌های جنس *Diogenes* که بیشتر، از مواد آلی بستر تغذیه می‌کنند بسیار با اهمیت است (Knox, 2000). علاوه بر بافت بستر، وجود صدف شکم پایان که از نظر اندازه و شکل مناسب *D. avarus* باشند (این گونه، اندازه‌ای کوچک‌تر از یک سانتی‌متر دارد) در ایستگاه‌های با بستر گلی بیشتر بود؛ زیرا در این نوع سواحل صدف‌هایی مانند *Cerithidae*، *Clypeomorus* و *Mitrella* که صدف‌هایی ریز هستند؛ فراوانی بیشتری دارند. این یافته‌ها با نتایج مطالعه Moradmand & Sari (2007) در سواحل دریای عمان و Mirbagheri (2010) در خلیج چابهار مطابقت دارد. پراکنش جهانی *D. avarus* در سواحل تایلند، اندونزی، فیلیپین، شمال دریای عرب (سواحل پاکستان)، شمال غرب استرالیا، دریای سرخ، دریای عمان و خلیج فارس است (Tirmizi & Siddiqui, 1981; Apel, 2001; Moradmand & Sari, 2007; Mirbagheri, 2010). سه گونه

دیگر شناسایی شده از جنس *Diogenes* (D.) نیز همانند *D. avarus* فراوانی بالایی در ایستگاه‌هایی با بسترهای گلی داشتند. پراکنش جهانی *D. planimanus* در سواحل دریای آندمان، شمال دریای عرب (سواحل پاکستان)، خلیج تایلند، خلیج بنگال، شمال استرالیا، مالزی، دریای عمان و خلیج فارس است (Tirmizi & Siddiqui, 1981; Apel, 2001; Moradmand & Sari, 2007; Mirbagheri, 2010). همچنین *D. tirmiziae* از سواحل دلتای رود سند در پاکستان (Siddiqui et al., 2004)، سواحل خلیج چابهار (Mirbagheri, 2010) و خلیج فارس (Naderloo et al., 2012) گزارش شده است. پراکنش جهانی *D. karwarensis* در سواحل قطر، شمال دریای عرب (سواحل پاکستان)، سواحل هندوستان و دریای عمان است (Tirmizi & Siddiqui, 1981; Apel, 2001; Kazmi et al., 2007; Mirbagheri, 2010).

خرچنگ *C. signatus* بیشتر در ایستگاه‌های یک، پنج و شش دارای فراوانی بود. این امر نشان‌دهنده تراکم و فراوانی بیشتر این گونه در بسترهای سنگی - صخره‌ای و قلوه سنگی با پوشش جلبکی است، و بسترهای با پوشش گلی و یا ماسه‌ای را برای زیستن بر نمی‌گزیند. این یافته‌ها با نتایج Apel (2001) و Moradmand & Sari (2007) و Mirbagheri (2010) مطابقت دارد. پراکنش جهانی *C. signatus* در سواحل، شمال دریای عرب (سواحل پاکستان)، خلیج عدن، خلیج بنگال، شمال استرالیا، دریای سرخ، دریای عمان و خلیج فارس است (Tirmizi & Siddiqui, 1981; Apel, 2001; Moradmand & Sari, 2007; Mirbagheri, 2010). گونه *C. longitarsus* به‌صورت بسیار نادر در ایستگاه شماره سه یافت شد. این ایستگاه دارای منطقه پایین جزر و مدی گلی و منطقه میان جزر و

بالای جزر و مدی، دارد. این امر سبب شده است که مواد آلی جهت تغذیه و صدف‌های با اندازه مناسب در اختیار این گونه قرار بگیرد. دوری از بخش شهرنشین جزیره را نیز می‌توان از دیگر دلایل احتمالی حضور فراوان این گونه در این ایستگاه دانست. پراکنش جهانی *A. perspicax* در سواحل شمال دریای عرب (پاکستان)، دریای عمان و خلیج فارس است (Tirmizi & Siddiqui, 1981; Apel, 2001; Mirbagheri, 2010). همچنین *C. scaevola* در منطقه بالای جزر و مدی سواحل ماسه‌ای و در ایستگاه‌های یک، چهار و شش که دارای بستری ماسه‌ای جهت زیست این گونه خرچنگ منزوی نیمه خشک‌زی هستند، مشاهده شد. در مطالعات Moradmand & Sari (2007)، Sallam *et al.* (2008) و Mirbagheri (2010) نیز زیستگاه این گونه، مناطق بالای جزر و مدی سواحل ماسه‌ای ذکر شده است. تعداد بسیار کمی از این گونه در جزیره هرمز یافت شد که می‌توان دلیل اصلی این مسئله را پنهان شدن در زیر ماسه‌ها و کمتر در معرض دید بودن در طول روز ذکر کرد. این گونه در طول روز با پنهان شدن در زیر ماسه‌ها و حتی بوته‌های علفی کوتاه، خود را از معرض دید دشمنان و گرمای آفتاب حفظ می‌کند (Sallam *et al.*, 2008). بنابراین ذکر این نکته ضروری است که با توجه به این که بیشتر نمونه‌برداری‌ها در طول روز و در زمان حداکثر جزر انجام می‌شد، می‌توان یکی از دلایل کم بودن فراوانی این گونه را همین مسئله عنوان کرد. پراکنش جهانی این گونه در سواحل دریای آندمان، شمال دریای عرب (سواحل پاکستان)، دریای سرخ، خلیج تایلند، خلیج عدن، دریای عمان و خلیج فارس است (Tirmizi & Siddiqui, 1981; Apel, 2001; Sallam *et al.*, 2008; Moradmand & Sari, 2007; Mirbagheri, 2010).

در مورد فراوانی خرچنگ‌های منزوی ایستگاه

مدی قلوه سنگی است. این گونه در نواحی قلوه سنگی یافت شد؛ زیرا در این منطقه، جلبک‌های مناسب برای تغذیه و صدف‌های نسبتاً درشت برای صدف‌گزینی وجود دارد. در مطالعات Tirmizi & Siddiqui (1981) و Moradmand & Sari (2007) نیز چنین زیستگاهی برای این گونه معرفی شده است. پراکنش جهانی *C. longitarsus* در سواحل منطقه اقیانوس هند- آرام، ژاپن، شمال دریای عرب (سواحل پاکستان)، شمال استرالیا، مالزی، دریای سرخ، دریای عمان و خلیج فارس است (Tirmizi & Siddiqui, 1981; Apel, 2001; Moradmand & Sari, 2007; Naderloo *et al.*, 2012).

گونه *D. tinctor* در ایستگاه‌های یک و چهار به صورت بسیار نادر مشاهده شد. زیستگاه اصلی این گونه، در مناطق پایین جزر و مدی و مناطق مرجانی است به دلیل همزیستی زیاد افراد این جنس با شقایق‌های دریایی (خصوصاً جنس *Calliactis*)، این خرچنگ بیشتر در مناطق مرجانی پراکنش دارد (Kazmi *et al.*, 2007). بنابراین می‌توان گفت که به صورت تصادفی تعداد معدودی از این گونه در ناحیه جزر و مدی (به خصوص در ایستگاه یک که دارای بخش پایین جزر و مدی مرجانی است) مشاهده شده است. این یافته‌ها با نتایج Mirbagheri (2010)، Rahayu (2003) و Apel (2001) مطابقت دارد. پراکنش جهانی *D. tinctor*، سواحل دریای سرخ، شمال دریای عرب، جنوب دریای چین، موزامبیک، اندونزی، دریای عمان و خلیج فارس است (Tirmizi & Siddiqui, 1981; Apel, 2001; Rahayu, 2003; Mirbagheri, 2010).

گونه *A. perspicax* بیشترین فراوانی را در ایستگاه شماره چهار داشت. دلیل اصلی حضور بسیار فراوان این گونه در این ایستگاه را می‌توان بستر این ایستگاه دانست که رخساره‌ای قلوه-سنگی همراه با نواحی گلی و حتی بخش شنی-ماسه‌ای در ناحیه

نشان داد که تنها پارامتر مؤثر بر فراوانی و پراکنش خرچنگ‌های منزوی جزیره هرمز، ساختار کلی بستر است. بستر با پوشش silty clay (ایستگاه شماره دو، جنگل حرا) و lomy sand باعث تغییرات معناداری در فراوانی و پراکنش خرچنگ‌های منزوی شدند. تأثیر پوشش بستر lomy sand به صورت مثبت و در جهت افزایش فراوانی و پوشش بستر silty clay به صورت منفی و در جهت کاهش فراوانی بود. هیچ‌یک از پارامترهای محیطی مانند شوری، دما، شیب بستر و اکسیژن محلول در تغییر فراوانی تأثیر معناداری نداشتند. Ayres-peres & Mantelatto (2008) در مطالعه‌ای مشابه ارتباط بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مثل شوری، دما و ترکیب سازنده بستر را با پراکنش گونه *Loxopagurus loxochelis* در دو ناحیه ساحلی جنوب برزیل مورد بررسی قرار دادند. همچنین Meireles et al. (2006) به بررسی الگوی پراکنش مکانی و فصلی گونه *Pagurus exilis* در سواحل برزیل پرداختند. تنها مطالعه صورت گرفته در این زمینه در داخل کشور توسط Mirbagheri (2010) در سواحل خلیج چابهار انجام و مشخص گردید شوری، شیب و غیر یکنواختی بستر مهمترین عوامل تأثیرگذار بر فراوانی و پراکنش خرچنگ‌های منزوی این منطقه هستند. از جمله دلایل مهم در رابطه با این تفاوت را می‌توان تفاوت در شوری دو منطقه خلیج فارس و دریای عمان، تفاوت در نوع جریانات و امواج و وجود جریانات مانسون در دریای عمان دانست که در مجموع سبب تفاوت در سواحل خلیج چابهار با سواحل جزیره هرمز شده است.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر علیرضا ساری، استاد محترم دانشگاه تهران به سبب همکاری و مساعدت در جهت تأیید شناسایی گونه‌ای و از مسئولان دانشگاه تربیت مدرس به جهت تأمین هزینه مالی و فراهم آوردن امکانات آزمایشگاهی این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

چهار، اختلاف معناداری را با تمامی ایستگاه‌ها نشان می‌دهد. این مسئله نشان می‌دهد که فراوانی گونه‌های مختلف در این ایستگاه از تمامی ایستگاه‌ها بیشتر و جنس بستر، مواد غذایی و به طور کلی شرایط سکونت در این ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌ها مناسب‌تر بوده است. انجام آنالیز خوشه‌ای بر روی فراوانی فصلی و زیستگاهی خرچنگ‌های منزوی بیانگر عدم تفاوت در فراوانی خرچنگ‌های منزوی در فصول مختلف بود، به نحوی که حتی کمترین شباهت مشاهده شده در فصل تابستان و به میزان ۷۸٪ بود. دو فصل پاییز و بهار بیشترین شباهت را با یکدیگر داشته و فصل تابستان کمترین شباهت را نشان داد. این مسئله بیانگر این مطلب است که تغییرات فصلی در پارامترهای محیطی مانند دما، شوری، pH و اکسیژن محلول نتوانسته است تأثیر محسوسی در فراوانی خرچنگ‌های منزوی داشته باشد و تغییرات در فراوانی، متأثر از نوع بستر است. فصل تابستان به دلیل غالب بودن آب و هوای گرم و مرطوب در سواحل جنوب کشور در خوشه‌ای مجزا قرار گرفت (البته نه به صورت محسوس و معنادار). همچنین این موضوع در آنالیز LSD نیز نشان داده شد که تفاوت‌های فصلی در فراوانی خرچنگ‌های منزوی جزیره هرمز معنادار نیستند. نتایج آنالیز خوشه‌ای روی شش ایستگاه نمونه‌برداری نیز این موضوع را تأیید می‌کند که ایستگاه‌هایی که بیشترین شباهت را از لحاظ نوع و خصوصیات کلی بستر با یکدیگر دارند (ایستگاه‌های پنج و شش) و (ایستگاه‌های دو و سه)، بیشترین شباهت را از لحاظ فراوانی خرچنگ‌های منزوی دارند. مطالعه Mirbagheri (2010) در خلیج چابهار بیانگر تغییر در فراوانی خرچنگ‌های منزوی در فصل پاییز (در آبان ماه) به دلیل وجود مانسون و تغییرات آب و هوایی ناشی از آن بود. ولی این مسئله به دلیل واقع شدن جزیره هرمز در دهانه تنگه هرمز که محیطی دور از جریانات مانسون است اثر کمتری را نشان داد.

آنالیز PCA در رابطه با فراوانی و پراکنش خرچنگ‌های منزوی و ارتباط آن با عوامل محیطی

REFERENCES

- Abele, L.G.; (1974). Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats, *Ecology*; 55(1): 156-161.
- Apel, M.; (2001). Taxonomie und Zoogeographie der Brachura, Paguridea und Porcellanidae (Crustacea: Decapoda) des Persisch-Arabischen Golfes. Ph.D. Thesis, Johann Wolfgang Göthe-Universität. Frankfurt am Main, P: 268.
- Ayres-Peres, L.; Mantelatto, F.L.; (2008). Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do Estado de São Paulo, Brasil, *Iheringia, Série Zoologia*; 98 (1): 28-35.
- Barnes, D.K.A.; (1997). Ecology of tropical hermit crabs at Quirimba Island, Mozambique: distribution, abundance and activity. *Marine Ecology Progress Series*; 154: 133-142.
- Fantucci, M.Z.; Biagi, R.; Meireles, A.L.; Mantelatto, F.L.; (2009). Influence of biological and environmental factors on the spatial and temporal distribution of the hermit crab *Isocheles sawayai* Forest & Saint-Laurent, 1968 (Anomura, Diogenidae), *Nauplius*; 17(1): 37-47.
- Fransozo, A.; Mantelatto, F.L.; (1998). Population structure and reproductive period of the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Decapoda: Diogenidae) in the region of Ubatuba, São Paulo, Brazil, *Journal of Crustacean Biology*; 18: 738-745.
- Jones, A.D.; (1986). A field guide to the seashores of Kuwait and the Persian Gulf. Kuwait, University of Kuwait, P: 192.
- Kamran, H.; (2004). The geography of Islands of military (Hormuz, Abumusa, Tonbe-e Bozorg, Tonbe-e Kuchak, Siri, Faru and Farorgan). Iranian Geographical Association, Tehran. P: 292. (in Persian)
- Kazmi, Q.B.; Siddiqui, F.A.; (2006). An illustrated key to the malacostraca (Crustacean) of the Northern Arabian Sea, Part VI: Decapoda, Anomura, *Pakistan Journal of Marine Sciences*; 15(1): 11-79.
- Kazmi, Q.B.; Siddiqui, F.A.; Kazmi, M.A.; (2007). Range Extension of *Diogenes karwarensis* Nayak & Neelakantan and a Report on *Dardanus tinctor* Forskal, 1775 (Crustacea: Decapoda: Anomura: Diogenidae) from the Persian Gulf, *Turkish Journal of Zoology*; 31: 95-98.
- Knox, G.A.; (2000). The Ecology of Seashores, CRC press, Florida, P: 557.
- Mantelatto, F.L.; Martinelli, J.M.; Fransozo, A.; (2004). Temporal-spatial distribution of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura, Diogenidae) from Ubatuba Bay, São Paulo State, Brazil, *Revista de Biologia Tropical*; 52(1): 47-55.
- McLaughlin, P.A.; (2003). Illustrated keys to families and genera of the superfamily Paguroidea (Crustacea: Decapoda: Anomura), with diagnoses of genera of Paguridae. *Memoirs of Museum Victoria*; 60(1): 111-144.
- McLaughlin, P.A.; Komai, T.; Lemaitre, R.; Rahayu, D.L.; (2010). Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the kiwaoidea and families chirostylidae and galatheidae of the galatheoidea) part i- lithodoidea, lomisoidea and Paguroidea, *The Raffles Bulletin of Zoology Supplement*; 23: 5-107.
- Meireles, A.L.; Terossi, M.; Biagi, R.; Mantelatto, F.L.; (2006). Spatial and seasonal distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Benedict, 1892) (Decapoda: Paguridae) in the southwestern coast of Brazil, *Revista de Biología Marina y Oceanografía*; 41(1): 87-95.
- Mirbagheri, Z.; (2010). Density and Distribution of Hermit crabs in the Gulf

- of Chabahar, M.Sc thesis, Khoramshahr Marine Science and Technology University, Iran. P: 119. (in Persian)
- Moradmand, M.; Sari, A.; (2007). Littoral hermit crabs (Decapoda: Anomura: Paguroidea) from the Gulf of Oman, Iran, Iranian Journal of Animal Biosystematics (IJAB); 3(1): 25-36.
- Naderloo, R.; Moradmand, M.; Sari, A.; Turkay, M.; (2012). An annotated check list of hermit crabs (Crustacea, Decapoda, Anomura) of the Persian Gulf and the Gulf of Oman with five new records and an identification key to the North Indian Ocean genera, Zoosyst. Evol.; 88(1): 63-70.
- Odum, E.P.; (2001). Fundamentos de Ecologia, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, P: 929.
- Osawa, M.; Fujita, Y.; (2005). *Clibanarius ambonensis* (Crustacea: Decapoda: Anomura: Diogenidae) from the Ryukyu Islands, south-western Japan, Journal of the Marine Biological Association; 2: 1-8.
- Rahayu, D.L.; (2003). Hermit crab species of the genus *Clibanarius* (Crustacea: Decapoda: Diogenidae) from mangrove habitats in Papua, Indonesia, with description of a new species, Memoirs of Museum Victoria; 60(1): 99-104.
- Sallam, W.S.; Mantelatto, F.L.; Hanafy, M.H.; (2008). Shell utilization by the land hermit crab *Coenobita scaevola* (Anomura, Coenobitidae) from Wadi El-Gemal, Red Sea, Belgian Journal of Zoology; 138(1): 13-19.
- Siddiqui, F.A.; Kazmi, Q.B.; McLaughlin, P.A.; (2004). Review of the Pakistani species of *Diogenes* Dana 1851 (Decapoda, Anomura, Paguroidea, Diogenidae), Tropical Zoology; 17: 155-200.
- Tirmizi, N.M.; Siddiqui, F.A.; (1981). An illustrated key to the identification of northern Arabian Sea pagurids, Institute of Marine Biology, Centre of Excellence, University of Karachi, Pakistan, P: 31.