14(2) 299-306, Summer 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Diversity and distribution of the intertidal bivalves of Qeshm Island, the Persian Gulf of Iran

Nooshin Gholi nezhad [1], ***Aria Ashja Ardalan*** [1*], ***Masoume Malek*** [2]

[1] *Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
[2] *Department of Biology, Faculty of Science, University of Tehran, Tehran, Iran*

Key Words
Rocky shores
Biodiversity
Bivalves
Spatial distribution
Persian Gulf

Abstract

Introduction: Biodiversity and spatial distribution of bivalves in eight stations (Toola 1, Toola 2, Aftab, Dafari, Tango, Havafaza, Biotechnology, and Naz Island) on the rocky shores of Qeshm and in August and January 2018 were investigated.

Materials & Methods: At each station, one to two transects oriented perpendicular to shore were identified. In this study, 14 bivalve species from 8 families were identified.

Results: The maximum and minimum frequency of bivalves was observed in winter with an average of 75/m^2 in the high tide zone of the Toola 2 station and in the summer with an average of 11/ m^2 in the mid tide zone of the Biotechnology station, respectively. *Pinctada radiata* bivalve was the dominant species (73.9) in all stations. The results of nMDS test also confirm the existence of differences in the structure and species composition of bivalve populations between different seasons and stations. The highest and lowest Shannon index was observed in the high tide zone of Tango station (2.55) in winter and in the high tide zone of Havafaza station in summer (1.65), respectively. The highest and lowest species richness (Margalf index) was recorded in the high tide zone of the Toola 1 station (3.73) in summer and in the mid tide zone of the Biotechnology station in winter (1.87), respectively.

Conclusion: According to the results of Simper test, *Saccostrea cucullata* accounted for the highest percentage of participation in Bray-Curtis dissimilarity in terms of species density, between summer and winter seasons and in different sampling stations.

* Corresponding Author's email: ariaashja@gmail.com
Received: 3 March 2021; Reviewed: 9 April 2021; Revised: 31 May 2021; Accepted: 11 July 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.293390.2579

مقاله پژوهشی

بررسی تنوع و پراکنش دوکفه‌ای‌های مناطق بین جزر و مدی صخره‌ای در جزیره قشم

نوشین قلی‌نژاد[۱]، آریا اشجع‌اردلان[۱*]، معصومه ملک[۲]

[۱] گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

کلمات کلیدی

سواحل صخره‌ای
تنوع زیستی
دوکفه‌ای‌ها
پراکنش مکانی
خلیج فارس

چکیده

مقدمه: تنوع زیستی و پراکنش مکانی دوکفه‌ای‌ها در هشت ایستگاه (طولا۱، طولا۲، آفتاب، دفاری، تانگو، هوافضا، بیوتکنولوژی و جزیره ناز) در سواحل صخره‌ای قشم و در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۷ بررسی شد.

مواد و روش‌ها: در هر ایستگاه ۱ تا ۲ ترانسکت عمود بر ساحل دریا تعیین شد. در این مطالعه ۱٤ گونه دوکفه‌ای از ۸ خانواده شناسایی شد.

نتایج: حداکثر فراوانی دوکفه‌ای‌ها در فصل زمستان با میانگین ۷۵ عدد در متر مربع در ناحیه high ایستگاه طولا۲ و حداقل فراوانی آن در فصل تابستان با میانگین ۱۱ عدد در مترمربع در ناحیه Mid ایستگاه بیوتکنولوژی مشاهده گردید. دوکفه‌ای *Pinctada radiata* در تمام ایستگاه‌ها گونه غالب (۹/۷۳٪) بود. نتایج آزمون nMDS وجود اختلاف در ساختار و ترکیب گونه‌ای جمعیت دوکفه‌ای‌ها در میان فصل‌ها و ایستگاه‌های مختلف را تایید نمود. بیش‌ترین میزان تنوع‌گونه‌ای (شاخص شانون) در فصل زمستان در ناحیه high ایستگاه تانگو (۲/۵۵) و کم‌ترین مقدار آن در فصل تابستان درناحیه high ایستگاه هوافضا (۱/٦۵) مشاهده شد. بیش‌ترین میزان غنای گونه‌ای (شاخص مارگالف) در فصل تابستان در ناحیه high ایستگاه طولا۱ (۳/۷۳) و کم‌ترین مقدار آن در فصل زمستان در ناحیه mid ایستگاه بیوتکنولوژی (۱/۸۷) ثبت گردید. براساس نتایج آزمون سیمپر، بیش‌ترین درصد مشارکت در عدم تشابه Bray-Curtis ازنظر تراکم گونه‌ای، بین دوفصل تابستان و زمستان و درایستگاه‌های‌مختلف‌نمونه‌برداری‌مربوط‌به گونه *Saccostrea cucullata* است.

بحث و نتیجه‌گیری: ساختار جمعیت دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه تحت‌تاثیر عوامل مختلف از جمله تغییرات فصلی، توریست و مناطق مسکونی می‌باشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ariaashja@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳ اسفند ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۲۰ فروردین ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۱۰ خرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۲۰ تیر ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.293390.2579

مقدمه

یکی از بوم‌سامانه‌های مهم دریایی، سواحل و مناطق بین جزر و مدی هستند که از اهمیت زیست‌محیطی، بوم‌شناختی و اقتصادی ویژه برخوردار هستند. منطقه ساحلی شامل بیوتوپ‌های گوناگونی چون سواحل صخره‌ای، خوریات، درختزارهای حرا، تالاب‌های شور، آبسنگ‌های مرجانی، کولاب‌ها و غیره هستند (۱). به‌طور کلی مناطق بین جزر و مدی و ازجمله سواحل صخره‌ای یک بیوتوپ بینابینی میان محیط‌زیست دریایی و آب‌شیرین محسوب می‌شود. این مناطق از پتانسیل زیست شناختی بالایی برخوردار است و به‌عنوان بستری مناسب جهت تغذیه، تخم‌گذاری و سپری کردن مراحل لاروی بسیاری از گونه‌های دریایی عمل می‌کند (۲). منطقه بین جزر و مدی یک محیط دریایی پویا است که مرتباً در معرض هوا قرار می‌گیرد، لذا موجوداتی که در این منطقه زندگی می‌کنند بایستی بتوانند با شرایط دشوار آن سازگاری پیدا کنند (۳). این مناطق منعکس‌کننده گونه‌های موجودات چسبیده و ساکن هستند که می‌توانند شرایط دشوار آن را تحمل کرده و به تولیدمثل خود ادامه دهند (۴). دوکفه‌ای‌ها از شاخص‌ترین و متنوع‌ترین گروه‌های جانوری در میان بی‌مهرگان هستند که در سواحل کم‌عمق جزر و مدی بر روی رسوبات یا چسبیده به سنگ و صخره به‌صورت کفزی زندگی می‌کنند (۵). بدن دوکفه‌ای‌ها به‌طور کامل در درون دوکفه صدف قرار گرفته است که ساختمان آن بستگی به نحوه زندگی، محل سکونت، عمق و خواص رسوباتی که در آن‌ها زندگی می‌کنند یا به آن‌ها می‌چسبند، دارد. دوکفه‌ای‌ها منبع غذایی برای برخی از جوامع بشر بوده و نقش مهمی در صنایع شیلاتی بسیاری از کشورها بازی می‌کنند (۶). اهمیت مطالعه دوکفه‌ای‌ها در مناطق ساحلی نه تنها به جهت حضور آن‌ها در بخشی از زنجیره غذایی دریایی به‌عنوان غذای اصلی کفزیان بوده است، بلکه وجود و یا عدم وجود برخی از آن‌ها نشان‌دهنده کیفیت سلامت آن محیط می‌باشد. از دوکفه‌ای‌ها به‌عنوان شاخص زیستی در پایش و ارزیابی‌های زیست محیطی استفاده می‌شود. ترکیب و توزیع گونه‌ای جوامع دوکفه‌ای، تنوع و تراکم، حضور یا عدم حضور آن‌ها در هر منطقه می‌تواند معرف شرایط زیست‌محیطی باشد (۷). از طرفی با توجه به تماس مستقیم این آبزیان با بستر دریا و لایه‌های متفاوت رسوبات هر گونه تغییر در بستر اثر مستقیمی بر اجتماع کفزی‌های بوم‌سامانه خواهد گذاشت، بنابراین موجودات مذکور می‌توانند به‌عنوان شاخص تشخیص نسبی کیفیت بستر بوم‌سامانه مورد استفاده قرار گیرند (۸). در آب‌های شمالی خلیج فارس مطالعات متعددی در ارتباط با تنوع و تراکم جوامع دوکفه‌ای صورت گرفته است. به‌طور مثال وزیری‌زاده و همکاران، در مطالعات پایش زیستی در سواحل صخره‌ای بوشهر از شناسایی ترکیب و توزیع گونه‌ای جامعه نرم‌تنان استفاده کردند (۹). کامرانی و همکاران، تنوع و فراوانی دوکفه‌ای‌ها را در سواحل مختلف شهر بندرعباس بررسی کردند (۱۰). براساس مطالعات Vahidi و همکاران، فاکتورهای شوری، درجه حرارت، بافت رسوب و زون‌بندی عوامل موثر بر ساختار جامعه دوکفه‌ای و شکم‌پایای و پراکنش مکانی آن‌ها در سواحل جزر و مدی جزیره قشم می‌باشد (۱۱). Abdollahi و همکاران، فون زیستی ماکروبنتوزها را در مناطق جزر و مدی و نیز زیستگاه‌های کم‌عمق زیرجزر و مدی جزیره ابوموسی شناسایی کردند که ۶۶٪ از گونه‌های شناسایی شده متعلق به دوکفه‌ای‌ها می‌باشد (۱۲). از آن‌جایی که مطالعه و بررسی فون کفزی ازجمله دوکفه‌ای‌ها در آب‌های ساحلی جزیره قشم از نظر جایگاه و نقش آن‌ها در زنجیره غذایی و پایش محیط می‌تواند کمک شایانی درجهت شناخت بیش‌تر بوم‌سامانه‌های دریایی و ارزیابی ذخایر بالقوه شیلاتی منطقه نماید، مطالعه فوق صورت گرفت.

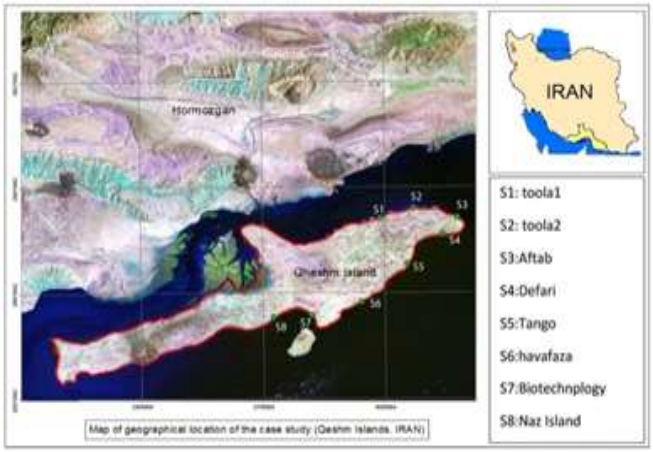
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: مطالعه حاضر در سواحل صخره‌ای بین جزر و مدی جزیره قشم واقع در شمال خلیج‌فارس صورت پذیرفت (شکل ۱). جزیره قشم بزرگ‌ترین جزیره خلیج‌فارس است که در قسمت شمال‌شرقی نزدیک تنگه هرمز واقع شده است. جدول ۱ موقعیت جغرافیایی و خصوصیات ایستگاه‌های نمونه‌برداری از دوکفه‌ای‌ها را توصیف می‌کند.

روش نمونه‌برداری: از آن‌جایی‌که جنوب ایران دو فصل سرد و گرم دارد (۱، ۱۳). نمونه‌برداری از شکم‌پایان در کلیماکس هر فصل (آگوست و ژانویه ۲۰۱۸) در طول جزر حداکثر روزانه صورت پذیرفت. این بازه زمانی در منطقه مورد مطالعه براساس پارامترهای هواشناسی ایستگاه سینوپتیک قشم، در سردترین زمان سال، ژانویه و گرم‌ترین زمان سال، آگوست می‌باشد (۲). موقعیت جغرافیایی هر ایستگاه با استفاده از hand-held GPS ثبت شد. در هر ایستگاه ۱ تا ۲ ترانسکت عمود بر ساحل دریا تعیین شد و در طول هر ترانسکت ۳ ناحیه بالا، میان و پایین جزر و مدی مشخص شد. در سواحل صخره‌ای با استفاده از کوادرات ۰/۵×۰/۵ متر نمونه‌برداری به‌صورت جداگانه و تصادفی انجام شد. نمونه‌های قرارگرفته در هر کوادرات در ظروف جداگانه جمع‌آوری شد. جهت تثبیت نمونه‌ها از فرمالین ۴٪ و الکل اتیلیک استفاده شد (۱۴). سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و براساس پارامترهای سیستماتیک و کلیدهای شناسایی معتبر تا حد امکان در حد گونه شناسایی شدند (۱۵). نمونه‌ها با استفاده از olympus sz60 stereomicroscope شناسایی شدند.

جدول۱: موقعیت جغرافیایی و توصیف ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در جزیره قشم (۱۳۹۷)

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی			طول جغرافیایی			توصیف ایستگاه
۱	طولا ۱	۷۹ ″ N	۸۶ ′	۵۶ °	۲۸" E	۷۶'	۲۶ °	ساحل سنگی- قلوه‌سنگی با قلوه‌سنگ‌های درشت ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری
۲	طولا ۲	۰۱ ″ N	۲۱ ′	۵۶ °	۶۲ ″ E	۹۹ ′	۲۶°	ساحل سنگی- قلوه‌سنگی و در ناحیه Mid و low گلی- ماسه‌ای
۳	آفتاب	۱۲ ″ N	۲۲ ′	۵۶ °	۳۷ ″E	۸۷ ′	۲۶°	دارای پهنه‌های بسیار وسیع جزر و مدی- بستر سنگی باشیب نسبتا صفر درجه نسبت به دریا- قسمت عمده ساحل پوشیده شده از جلبک قهوه‌ای *Padina*
۴	دفاری	۱۷ ″ N	۲۰ ′	۵۶ °	۴۱ ″ E	۷۰ ′	۲۶°	بستر ساحل یکدست سنگی- حوضچه‌های بین جزر و مدی وسیع و کم عمق- سطح بستر در ناحیه High و Mid عمدتاً پوشیده شده از جلبک‌های رشته‌ای سبز
۵	تانگو	۰۹ ″ N	۳۲ ′	۵۶ °	۰۱ ″ E	۴۸ ′	۲۶°	ناحیه High ماسه‌ای و ناحیه Mid و Low سنگی با شیب ملایم صفر درجه نسبت به دریا
۶	هوافضا	۱۴ ″ N	۲۵ ′	۵۶ °	۸۲ ″ E	۹۲ ′	۲۶°	بستر سنگی با تخته سنگ و پاره سنگ در نواحی مختلف ساحل- وجود جلبک قهوه‌ای *Padina* به‌صورت پراکنده
۷	بیوتکنولوژی	۶۵ ″ N	۲۳′	۵۶ °	۶۲″ E	۹۲ ′	۲۶°	ساحل به‌صورت پهنه‌های سنگی محدود و تخته‌سنگ‌های بزرگ که در لابه لای این پهنه‌ها نواحیی گلی- ماسه‌ای نیز مشاهده شد.
۸	جزیره ناز	۶۶ ″ N	۱۴ ′	۵۶ °	۷۵ ″ E	۸۵ ′	۲۶°	بسترسنگی- تخته سنگی، متشکل ازحوضچه‌های جزر و مدی کوچک که داخل و اطراف آن‌ها به‌دلیل وجود جلبک‌های سبز لغزنده می‌باشد.



شکل ۱: نقشه جزیره قشم (خلیج فارس) و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی آن (www.Googlemap.map)

آنالیز آماری: جهت محاسبه فراوانی، شاخص تنوع‌زیستی شانون، شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، شاخص یکنواختی پیلو و شاخص سورنسون از آزمون DIVERSE استفاده شد (۱۶). برای بررسی اثر ایستگاه و نواحی جزر و مدی بر مقادیر به‌دست‌آمده از آزمون دایورس از آنالیز آنوای یک‌طرفه و پست‌هاک توکی استفاده شد. جهت بررسی تاثیر فاکتورهای فصل (۲ سطح- تابستان و زمستان)، ایستگاه (۸ سطح- طولا۱، طولا۲، آفتاب، دفاری، تانگو، هوافضا، بیوتکنولوژی و جزیره ناز) و نواحی جزر و مدی (۳ سطح- high، mid و low) بر ساختار و ترکیب گونه‌ای جمعیت دوکفه‌ای‌ها از آزمون پرم‌آنوای سه‌طرفه (3-way permutational MANOVA) با ۹۹۹۹ جابه‌جایی استفاده شد (۱۶). قبل از انجام آزمون داده‌ها، به ریشه چهارم انتقال یافته و برای تشکیل ماتریس شباهت از شاخص Bray Curtis similarity استفاده شد. همه فاکتورها fixed و crossed هستند. هم‌چنین از آزمون دسته‌بندی غیرپارامتریک (nMDS: Non-metric Multidimensional Scaling)، ترسیم شده از ماتریس‌های شباهت (Bray Curtis similarity) پس از انتقال داده‌ها به ریشه چهارم، به‌منظور ترسیم الگوی سه‌بعدی از تغییرات مکانی و زمانی توزیع گونه‌ای دوکفه‌ای‌ها استفاده شد (۱۶). برای مقایسه وضعیت تشابه در دو فصل تابستان و زمستان و در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری از لحاظ پراکنش گونه‌های دوکفه‌ای‌ها از آنالیز سیمپر استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار (SPSS-19.0) و پرایمر (Ploymouth Routines In Multivariate Ecological Research v. 6) صورت پذیرفت.

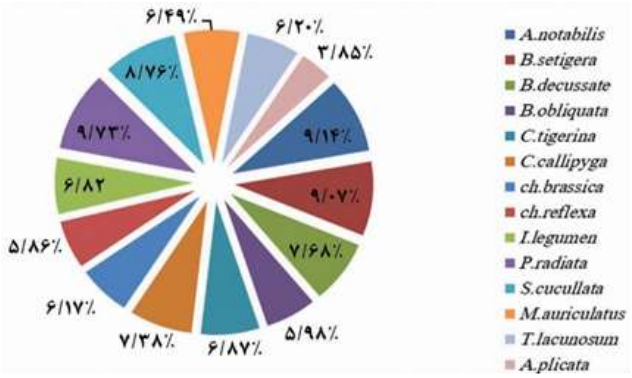
نتایج

براساس نتایج مربوط به شناسایی دوکفه‌ای‌ها، در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۷ در مجموع ۸ خانواده شناسایی شده که این ۸ خانواده شامل ۹ جنس و ۱۴ گونه بوده است. جدول ۲ سیستماتیک گونه‌های شناسایی شده دوکفه‌ای‌ها در سواحل صخره‌ای جزیره قشم را نشان می‌دهد.

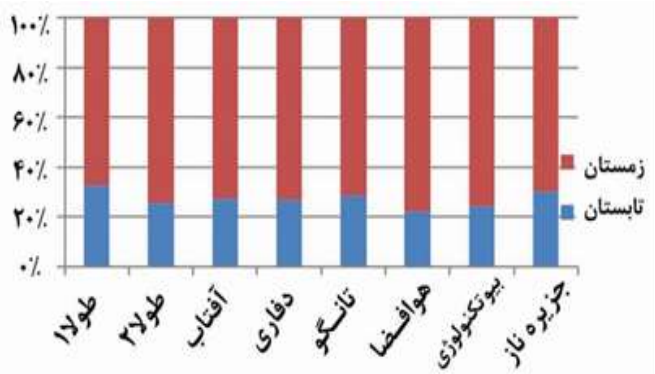
جدول ۲: سیستماتیک گونه‌های شناسایی شده دوکفه‌ای‌ها در سواحل صخره‌ای جزیره قشم (۱۳۹۷)

رده	راسته	خانواده	جنس	گونه
Bivalvia	Arcida	Arcidae	*Anadara*	*Anadara notabilis* *Anadara plicata*
			Barbatia	*Barbatia setigera* *Barbatia decussateo* *Barbatia obliquata*
	Lucinida	Lucinidae	*Codakia*	*Codakia tigerina*
	Venerida	Chamidae	*Chama*	*Chama callipyga* *Chama brassica* *Chama reflexa*
	Ostreida	Isognomonidae	*Isognomon*	*Isognomon legumen*
		Margaritidae	*Pinctada*	*Pinctada radiata*
		Ostreidae	*Saccostrea*	*Saccostrea cucullata*
	Mytilida	Mytilidae	*Modiolus*	*Modiolus auriculatus*
	Cardiida	Cardiidae	*Trachycardium*	*Trachycardium lacunosum*

شکل ۲ فراوانی نسبی(درصد) گونه‌های دوکفه‌ای شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بیش‌ترین مقدار (۹/۷۳٪) متعلق به گونه *Pinctada radiata* می‌باشد. شکل ۳ روند تغییرات فراوانی نسبی (درصد) دوکفه‌ای را در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و در فصل‌های تابستان و زمستان نشان می‌دهد.

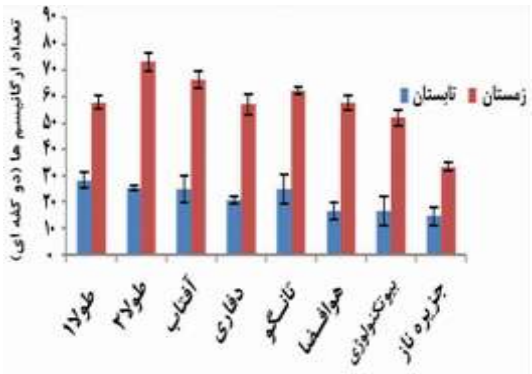


شکل ۲: فراوانی نسبی (درصد) گونه‌های دوکفه‌ای شناسایی شده در مناطق بین جزرومدی جزیره قشم

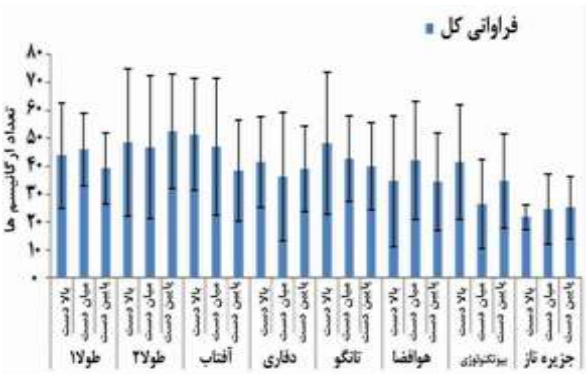


شکل ۳: مقایسه روند فراوانی نسبی (درصد) دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری جزیره قشم در فصل تابستان و زمستان(۱۳۹۷)

بررسی‌ها نشان داد که میانگین تراکم دوکفه‌ای‌ها در طول ۳۹/۴۷ سال عدد در مترمربع می‌باشد. حداکثر تراکم در فصل زمستان با میانگین ۷۵ عدد در مترمربع در ناحیه high ایستگاه طولا۲ و حداقل آن در فصل تابستان با میانگین ۱۱ عدد در مترمربع در ناحیه Mid ایستگاه بیوتکنولوژی مشاهده گردید (شکل۴ و۵).

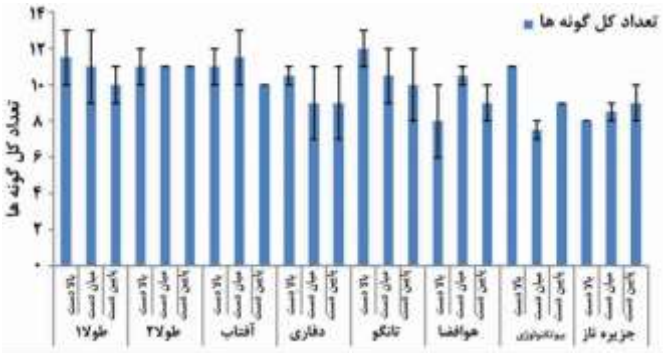


شکل۴: مقایسه روند تغییرات تراکم دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری جزیره‌قشم در فصل های تابستان و زمستان(۱۳۹۷)



شکل۵: مقایسه روند تغییرات تراکم دوکفه‌ای‌ها (تعداد در متر مربع) در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و مناطق مختلف جزرومدی جزیره قشم (۱۳۹۷)

هم‌چنین بیش‌ترین تعداد گونه دوکفه‌ای در ناحیه بین‌جزر و مدی در ایستگاه طولا ۲ و کم‌ترین تعداد آن در منطقه بالای جزر و مدی ایستگاه جزیره ناز مشاهده شد (شکل۶).



شکل۶: مقایسه روند تغییرات تعداد گونه‌های دوکفه‌ای در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و مناطق مختلف جزرومدی جزیره قشم (۱۳۹۷)

دوکفه‌ای *Pinctada radiata* در تمام ایستگاه‌ها گونه غالب (۹/۷۳٪) بود، ولی فراوانی آن در ایستگاه‌های مختلف متغیر بود، به طوری‌که بیش‌ترین فراوانی آن در ایستگاه دفاری و طولا۲ با میانگین ۵/۴۴ عدد در مترمربع و کم‌ترین آن در ایستگاه جزیره ناز با میانگین ۰/۸۹ عدد در مترمربع ثبت گردید. گونه‌های *Anadara notabilis* (۹/۱۴٪)، *Barbatia setigera* (۹/۰۷٪) و *Saccostrea cucullata* (۸/۷۶٪) به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. (شکل ۷)

بررسی تاثیر فاکتورهای فصل، منطقه و ناحیه جزر و مدی بر ساختار و ترکیب گونه‌ای دوکفه‌ای‌ها: جهت بررسی تاثیر فاکتورهای فصل (تابستان و زمستان)، منطقه (طولا۱، طولا۲، آفتاب، دفاری، تانگو، هوافضا، بیوتکنولوژی و جزیره ناز) و نواحی جزر و مدی (high، mid و low) بر ساختار و ترکیب گونه‌ای جمعیت دوکفه‌ای‌ها از آزمون پرم‌آنوای سه طرفه (3-way permutational MANOVA) استفاده شد. نتایج تست اصلی (main test) نشان داد که فصل و منطقه بر ترکیب گونه‌ای جمعیت دوکفه‌ای‌ها تاثیرگذار است ($p<0/05$) اما اثر نواحی جزر و مدی بر ترکیب گونه‌ای آن‌ها تاثیر معنی‌داری نشان نداد ($p>0/05$). مقایسه دوبه‌دو گروه‌ها (pairwise test) حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در ترکیب گونه‌ای بین دو فصل تابستان و زمستان و نیز اختلاف معنی‌دار مابین ایستگاه‌های نمونه‌برداری هوافضا/طولا۱، جزیره ناز/آفتاب و جزیره ناز/دفاری و عدم اختلاف معنی‌دار بین سایر مناطق است (جدول ۲). نتایج آزمون nMDS نیز تاییدکننده وجود اختلاف در میانگین ساختار و ترکیب گونه‌ای جمعیت دوکفه‌ای‌ها در میان فصل‌ها و ایستگاه‌های مختلف می‌باشد. براساس نتایج به‌دست آمده از آزمون nMDS مقدار استرس (2d Stress) ۰/۱۸ است (شکل‌های ۸ و ۹). ارزش استرس زیر ۰/۲ نشان‌دهنده جدایی بین گروه‌هاست.

مقادیر شاخص‌های تنوع شانون، غنای مارگالف، تنوع سیمپسون و پراکندگی پیلو برای جمعیت دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری ثبت شده است (جدول ۳ و شکل‌های ۱۰ تا ۱۳).

جدول ۲: نتایج آزمون permutational MANOVA سه‌طرفه جهت بررسی اختلاف معنی‌داری در ساختار جمعیت دوکفه‌ای‌ها در فصول نمونه برداری، مناطق و نواحی جزرومدی

فاکتور	Df	MS	Pseudo F	P (perm)
فصل	۱	۲۲۹۴۹	۲۲۶	۰/۰۰۱*
منطقه	۷	۵۳۳/۴	۵/۲	۰/۰۰۱*
نواحی جزرومدی	۲	۷۷/۵۱	۰/۷۶	۰/۵۵
مقایسه دوبه‌دو گروه‌ها (Pairwise comparisons)				
فصل			**t-Value**	**P (perm)**
زمستان/تابستان			۱۵/۰۳	۰/۰۰۱*
نواحی جزرومدی			**t-Value**	**P (perm)**
High, Mid			۰/۶۰	۰/۶۸
High, Low			۰/۹۹	۰/۳۵
Mid, Low			۱/۱۸	۰/۲۶
منطقه			**t-Value**	**P (perm)**
طولا۲/طولا۱			۱/۴۲	۰/۲۶
آفتاب/طولا۱			۰/۸۱	۰/۵۴
دفاری/طولا۱			۱/۱۵	۰/۳۶
تانگو/طولا۱			۲/۵۴	۰/۰۸
هوافضا/طولا۱			۳/۳۱	۰/۰۴
بیوتکنولوژی/طولا۱			۲/۳۲	۰/۱۱
جزیره ناز/طولا۱			۳/۸۰	۰/۰۷
آفتاب/طولا۲			۰/۵۰	۰/۷۳۰
دفاری/طولا۲			۰/۹۱	۰/.۱۶
تانگو/طولا۲			۱/۱۶	۰/۳۳
هوافضا/طولا۲			۲/۳۷	۰/۰۹
بیوتکنولوژی/طولا۲			۲/۵۶	۰/۸۰
جزیره ناز/طولا۲			۴/۲۷	۰/۰۵
دفاری/آفتاب			۱/۲۵	۰/۳۱
تانگو/آفتاب			۰/۴۱	۰/۸۱
هوافضا/آفتاب			۱/۶۲	۰/۲۱
بیوتکنولوژی/آفتاب			۲/۰۷	۰/۱۱
جزیره ناز/آفتاب			۷/۷۳	۰/۳۰
تانگو/دفاری			۰/۸۶	۰/۴۹
هوافضا/دفاری			۰/۶۱	۰/۵۹
بیوتکنولوژی/دفاری			۱/۵۹	۰/۲۳
جزیره ناز/دفاری			۵/۰۰	۰/. ۳
هوافضا/تانگو			۲/۳۴	۰/.۹۰
بیوتکنولوژی/تانگو			۲/۱۵	۰/.۱۴
جزیره ناز/تانگو			۳/۵۷	۰/۰۷
بیوتکنولوژی/هوافضا			۰/۲۸	۰/۸۳
جزیره ناز/هوافضا			۱/۶۶	۰/۲۰
بیوتکنولوژی/ جزیره ناز			۲/۴۰	۰/۱۱

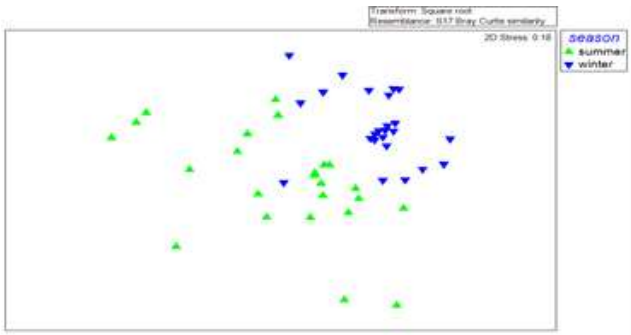
* اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

بیش‌ترین میزان شاخص‌های شانون، پیلو و سیمپسون در ایستگاه تانگو (به‌ترتیب: ۲/۳۲، ۰/۹۸ و ۰/۹۲) و بیش‌ترین میزان شاخص مارگالف (۲/۷۳) در ایستگاه طولا۱ مشاهده شد. کم‌ترین میزان شاخص‌های شانون و پیلو در ایستگاه جزیره ناز (به‌ترتیب: ۲/۰۶ و ۰/۹۶)، مارگالف در ایستگاه دفاری و هوافضا (۲/۴۰) و سیمپسون در ایستگاه دفاری (۰/۹۰) مشاهده شد. نتایج آزمون آنوای یک‌طرفه نشان داد، نواحی جزر و مدی (high، mid و low) تاثیر معنی‌دار بر تعداد گونه‌های دوکفه‌ای (sig=۰/۵، df=۲، F=۰/۶۹) شاخص مارگالف (sig=۰/۳۶، df=۲، F=۱/۰۵)، شاخص پراکندگی پیلو (sig=۰/۴۹، df=۲، F=۰/۷۳)، شاخص شانون (sig=۰/۷۶، df=۲، F=۰/۲۷) و شاخص سیمپسون (sig=۰/۹۱، df=۲، F=۰/۰۹) ندارد (p>۰/۰۵).

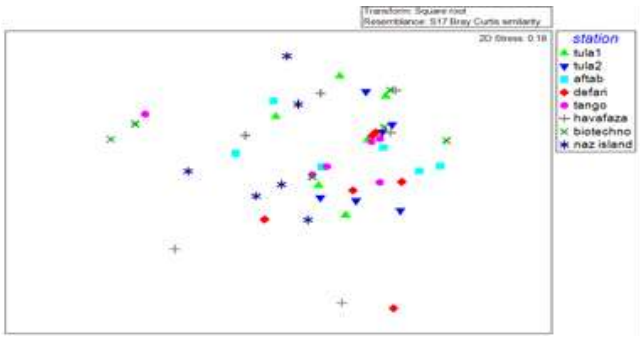
جدول۳: ساختار جمعیت دوکفه‌ای‌ها در ۸ ایستگاه نمونه‌برداری درطول نمونه‌برداری در جزیره قشم(۱۳۹۷)

ایستگاه	الگوی ساختاری جامعه دوکفه‌ای‌ها				
	*تعداد گونه	مارگالف	پیلو	شانون	سیمپسون
طولا۱	۱۰/۸۳ ^{a}	۲/۷۳	۰/۹۷	۲/۲۹^{a}	۰/۹۲^{ab}
طولا۲	۱۱/۰۰ ^{a}	۲/۷۱	۰/۹۶	۲/۳۰^{a}	۰/۹۱^{ab}
آفتاب	۱۰/۸۳ ^{a}	۲/۷۰	۰/۹۷	۲/۳۰^{a}	۰/۹۲^{a}
دفاری	۹/۵۰ ^{a}	۲/۴۰	۰/۹۶	۲/۱۴a^{b}	۰/۹۰^{b}
تانگو	۱۰/۸۳^{a}	۲/۶۷	۰/۹۸	۲/۳۲^{a}	۰/۹۲^{a}
هوافضا	۹/۱۷^{ab}	۲/۴۰	۰/۹۶	۲/۱۲^{ab}	۰/۹۱^{ab}
بیوتکنولوژی	۹/۱۷^{ba}	۲/۴۹	۰/۹۶	۲/۱۲^{ab}	۰/۹۱^{ab}
جزیره ناز	۸/۵۰^{b}	۲/۵۰	۰,۹۶	۲/۰۶^{b}	۰/۹۱^{ab}

*حروف کوچک مختلف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد که توسط آزمون آنوا شناسایی شده است (P<۰/۰۵).

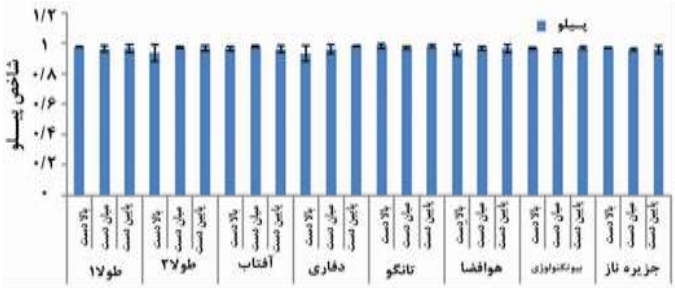


شکل ۸: نمودار nMDS، نشان‌دهنده گروه‌بندی در ترکیب گونه‌ای دوکفه‌ای‌ها در فصل‌های مختلف نمونه‌برداری می‌باشد

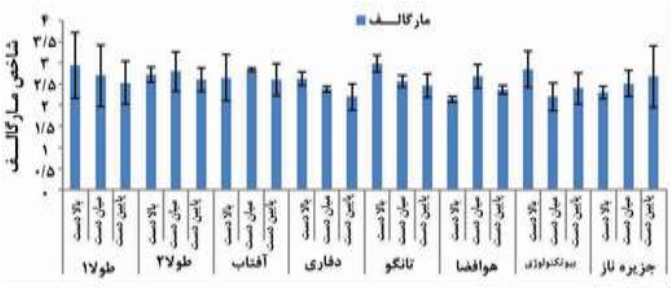


شکل ۹: نمودار nMDS، نشان‌دهنده گروه‌بندی در ترکیب گونه‌ای دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری می‌باشد

شکل ۱۰: مقایسه روند تغییرات شاخص تنوع گونه‌ای شانون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و مناطق مختلف جزر و مدی جزیره قشم (۱۳۹۷



شکل ۱۱: مقایسه روند تغییرات شاخص یکنواختی پیلو در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و مناطق مختلف جزر و مدی جزیره قشم (۱۳۹۷)



شکل ۱۲: مقایسه روند تغییرات شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و مناطق مختلف جزر و مدی جزیره قشم (۱۳۹۷)

شکل ۱۳: مقایسه روند تغییرات شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و مناطق مختلف جزر و مدی جزیره قشم (۱۳۹۷)

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه سواحل صخره‌ای قشم همانند سایر سواحل خلیج‌فارس از تنوع و غنای زیستی بالایی برخوردار هستند. در این مطالعه ۱۴ گونه دوکفه‌ای از ۹ خانواده شناسایی شد. Azizi و همکاران؛ ۲۶ گونه دوکفه‌ای در سواحل سنگی استان بوشهر، Vahidi و همکاران؛ ۳۲ گونه در سواحل قشم و Abdollahi و همکاران؛ ۴۰ گونه در سواحل جزر و مدی جزیره ابوموسی گزارش کردند (۱۷، ۱۲ و ۱۱). براساس مطالعات اخیر Grizzle و همکاران، در امارات تنها ۲۲ گونه دوکفه‌ای شناسایی شد که در مقایسه با چک‌لیست اولیه در دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی تغییرات قابل توجهی در فون نرم‌تنان دیده می‌شود که دلیل این امر می‌تواند تغییرات خط ساحلی در نتیجه کاربری‌های انسانی باشد (۶). در این مطالعه گونه *Pinctada radiata* بیش‌ترین فراوانی را به خود اختصاص داد. مشابه این نتیجه نیز در تحقیقات موحدی‌نیا و همکاران (۱۸) و مطالعات Yassien و همکاران در سواحل قطر (۱۹) مشاهده شد. *Pinctada radiata* همواره غالب‌ترین دوکفه‌ای مرواریدساز در خلیج فارس به‌خصوص در سواحل ایران می‌باشد (۲۰). زیستگاه‌های عمده این صدف در آب‌های شمالی خلیج‌فارس سواحل و مناطق کم‌عمق جزایر لاوان، خارک، هندورابی، کیش، لارک، هرمز، قشم، بندرنخیلو و بندر شیرو می‌باشد (۲۱). این دوکفه‌ای چسبیدن به بسترهای سخت (طبیعی یا مصنوعی) در زیستگاه‌های دریایی با شرایط هیدرودینامیکی نسبتاً زیاد را ترجیح می‌دهد و به‌نظر می‌رسد در لاگون‌ها و مناطق دور از معرض امواج زیست نداشته باشد. در این مطالعه پراکنش دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری از الگوی منظمی برخوردار نبود اما به‌طورکلی فراوانی آن‌ها در منطقه بالای جزر و مدی نسبت به سایر نواحی جزر و مدی بیش‌تر بود. ساختار جامعه دوکفه‌ای‌ها تحت‌تاثیر عوامل مختلفی هم‌چون تغییرات درجه‌حرارت، شوری، افزایش تبخیر آب، نوسانات جزر و مدی و روابط شکار و شکارچی می‌باشد (۲۲). مطالعات مختلف صورت گرفته در سواحل شمالی خلیج‌فارس نشان می‌دهد درجه حرارت زیاد و به‌دنبال آن شوری و تبخیر از عوامل اصلی تاثیرگذار بر ساختار جامعه ماکروفون‌ها و ازجمله دوکفه‌ای‌ها می‌باشد (۲۳، ۱۱). با استناد به این‌که منطقه مورد مطالعه تنها دو فصل زمستان و تابستان دارد (۱۱) و نمونه‌برداری‌های این مطالعه در هسته فصل گرم و سرد این منطقه صورت پذیرفته است (مرداد و دی)، باتوجه به نتایج آزمون پرم‌آنوا می‌توان گفت، تغییرات فصلی درجه‌حرارت تاثیر معنی‌دار بر ساختار جمعیت دوکفه‌ای‌ها دارد (جدول ۳). نتایج آزمون nMDS نیز تاییدکننده این مطلب است (شکل ۸). در مطالعه حاضر الگوی پراکنش مکانی و زمانی دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری متفاوت است. نتایج آزمون پرم‌آنوا نشان می‌دهد فاکتور ایستگاه تاثیر معنی‌دار بر ساختار جمعیت دوکفه‌ای‌ها دارد. این اختلاف معنی‌دار ما بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری هوافضا/طولا۱، جزیره ناز/آفتاب و جزیره ناز/دفاری مشاهده می‌شود (جدول ۲). نتایج نشان داد ناحیه جزر و مدی (بالا، پایین و میانی) تاثیر معنی‌دار بر ساختار جمعیت دوکفه‌ای‌ها ندارد (جدول ۲). به‌طور معمول براساس الگوی جهانی پراکنش موجودات بسترهای صخره‌ای، زون بالایی از نظر تراکم و تنوع دارای اختلاف معنی‌دار با زون پایینی می‌باشد (۲۴). به‌نظر می‌رسد در این مطالعه به‌دلیل وجود بسترهای مشابه و اثرات ناشی از کاربری‌های انسانی، اختلاف قابل توجهی بین زون‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری وجود ندارد. مشابه این نتیجه در تحقیقات Azizi و همکاران، در سواحل صخره‌ای جنوب ایران نیز گزارش شده است (۱۷). براساس مطالعات متعدد در نواحی جنوبی خلیج‌فارس تغییرات زیست‌محیطی در کیفیت آب (۲۵) تغییرات بلندمدت کیفیت آب (۲۶) و آلودگی فاضلاب (۲۷). ازجمله عوامل تغییرات الگوی پراکنش نرم‌تنان در بسترهای مختلف می‌باشد. تغییرات هیدروگرافی و به‌خصوص تغییرات شوری در نتیجه Grizzle ورود رودخانه‌های فصلی و دایمی به خلیج‌فارس از دیگر عواملی است که سبب عدم اختلاف قابل توجه در مقیاس زمانی و مکانی در جمعیت نرم‌تنان می‌شود (۲۴، ۲۷). براساس مطالعات Al-kandari و همکاران نیز افزایش شوری، کدورت و نوتریفیکاسیون از عوامل آسیب‌رسان به جمعیت دوکفه‌ای‌ها در خلیج فارس می‌باشد که همراه با تغییرات فیزیکی محیطی سبب افزایش استرس‌های فیزیولوژیک و الگوهای تغذیه‌ای می‌شود (۲۸). براساس نتایج این مطالعه ایستگاه طولا۲ بیش‌ترین میزان تنوع و غنای گونه‌ای (شانون و مارگالف) را دارد. این ایستگاه در منطقه‌ای بکر واقع شده است که دسترسی انسانی به آن نسبت به سایر ایستگاه‌های نمونه‌برداری سخت‌تر است و در مقابل جزیره ناز به‌دلیل وجود مناطق مسکونی، فاضلاب‌های شهری و حضور فراوان توریست از تنوع کم‌تری برخوردار است. جنس بستر در ایستگاه طولا ۲ در ناحیه High، سنگی و تخته‌سنگی با قلوه سنگ‌های درشت ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری و در ناحیه Mid و Low گلی-ماسه‌ای است و به‌نظر می‌رسد تنوع جنس بستر در این ایستگاه در بالاتربودن تنوع زیستی دوکفه‌ای‌ها نسبت به سایر ایستگاه‌ها نقش داشته باشد (۱). به‌طورکلی می‌توان گفت تغییرات مکانی ساختار جمعیت دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله تغییرات فصلی درجه‌حرارت (تابستان و زمستان)، نوع بستر (سنگی و در برخی از مناطق ایستگاه‌های طولا ۲ گلی و ماسه‌ای)، یکدست و سخت بودن بستر، وجود حوضچه‌های جزر و مدی و میکرو زیستگاه‌ها (شکاف‌ها)، توریست و مناطق مسکونی می‌باشد. نتایج این مطالعه تنوع و غنای گونه‌ای دوکفه‌ای‌ها را در سواحل سنگی قشم نشان می‌دهد و می‌تواند جهت ارزیابی زیست‌محیطی در مطالعات آینده مورد استفاده قرار بگیرد. توصیه می‌شود اثر سایر فاکتورهای محیطی تاثیرگذار در تغییرات ساختاری جمعیت دوکفه‌ای‌ها در سواحل صخره‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

1. **Aghajanpour, F., Savari, A., Danehkar, A. and Chegini, V., 2015.** Combining biological and geomorphological data to introduce biotopes of Bushehr Province, the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment. 187: 740. DOI: 10.1007/s10661-015-4956-x.
2. **Vahidi, F., Fatemi, M.R., Danehkar, A., Mashinchian Moradi, A. and Musavi Nadushan, R., 2019.** Patterns of mollusk (Bivalvia and Gastropoda) distribution in three different zones of Hara Biosphere Reserve, The Persian Gulf, Iran. Iranian Journal of Fisheries Science, in press.
3. **Vazirzadeh, A. and Arebi, I., 2011.** Study of Macrofaunal Communities as Indicatoris of Sewage Pollution in Intertidal Ecosystems: A Case Study in Bushehr (Iran). World Journal of Fish and Marine Sciences.
4. **Rahman, S. and Barakati, S., 2012.** Spatial and temporal variations in the species composition and abundance of benthic molluscs alonge 4 rocky shores of Karachi. 36(3): 291-306.
5. **Kabir, M., Abolfathi, M., Hajimoradloo, A., Zahedi, S., Kathiresan, K. and Goli, S., 2014.** Effect of mangroves on distribution, diversity and abundance of molluscs in mangrove ecosystem: a review. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society. 7(4): 286-300.
6. **Grizzle, R.E., Bricelj, V.M., AlShihi, R.M., Ward, K.M. and Anderson, D.M., 2018.** Marine molluscs in nearshore habitats of the United Arab Emirates: Decadal changes and species of public health significance. J. Coast. Res. 34(5): 1157-1175.
7. **Thilagavathi, B., Varadharajan, D., Babu, A., Manoharan, J., Vijayalakshmi, S. and Balasubramanian, T., 2013**. Distribution and Diversity of Macrobenthos in Different Mangrove Ecosystems of Tamil Nadu Coast, India. Aquaculture Research and Development, 4: 199. DOI: 10.4172/2155-9546.1000199.
8. **Amin, B., Ismail, A., Arshad, A., Yap, C.K. and Kamarudin, M.S., 2009.** Gastropod assemblages as indicators of sediment metal contamination in mangroves of Dumai, Sumatra, Indonesia. Water, Air and Soil Pollution. 201: 9-18.
9. **Vaziri zadeh, A., Mohammadi, M. and Fakhri, A., 2012.** Ecological Assessment of mollusc communities in the rocky shores of Bushehr Province. Journal of Oceanography (JOC). 3(9): 55-61. (In Persian)
10. **Kamrani, E., Behzadi, S. and Hashemipour, F., 2013.** Identification and Survey of Bivalvia and Gastropoda in Bandar Abbas Coastal Waters (Persian Gulf). Journal of Oceanography (JOC). 4(13): 53-60. (In Persian)
11. **Vahidi, F., Fatemi, M.R., Danehkar, A., Mashinchian Moradi, A. and Musavi Nadushan, R., 2019.** Benthic macrofaunal dispersion within different mangrove habitats in Hara Biosphere Reserve, Persian Gulf. International Journal of Environmental Science and Technology. https://doi.org/10.1007/s13762-019-02469-2.
12. **Abdollahi, R., Ebrahimnezhad, S., Rahimian, H. and Naderloo, R., 2020.** Biodiversity of intertidal and shallow subtidal habitats in Abu Musa Island, Persian Gulf, Iran, with an updated species checklist. Regional Studies in Marine Science. 33(1). DOI: 10.1016/j.rsma.2019.100975.
13. **Alijani, B., 1998.** Natural seasons in Iran. Journal of Geographical research. Tehran University. 35: 21-33 (in Persian, abstract available in English).
14. **APHA (American Public Health Association). 2005.** Standard method for examination of water and wastewater. 18th edition. American public health association publisher, Washington, USA.
15. **Bosch, D.T., Dance, S.P., Moolenbeek, R.G. and Oliver, P.G., 1995.** Sea shells of eastern Arabia. Abe Dubai: Motivate Publishing.
16. **Clarke, K.R. and Warwick, R.M., 2001.** Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd ed. Plymouth Marine Laboratory, UK.
17. **Azizi, N., Sari, A., Fatemi, S.M., Farshchi, P. and Mousavi-Nadushan, R., 2017.** Macrozoobenthic assemblages in rocky intertidal biotopes along the Busher coast, Persian Gulf, Iran. Iranian Journal of Fishery Sciences. 20 p.
18. **Movahedi Nia, M., Rameshi, H., Kamrani, E., Sourinejad, I., Seydmoradi, S. and Esmaeilzadeh, A., 2014.** Investigation of natural habitats of pearl oyster Pinctada radiata around the Lavan Island, northern Persian Gulf. Journal of Aquatic Ecology. 3(4): 61-67. (In Persian)
19. **Yassien, M.H., Abdel-Razek, F.A. and Kilada, R.W., 2000.** Growth estimates of the pearl oyster, *Pinctada radiata*, from the Eastern Mediterranean. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries. 4: 105-110.
20. **Carter, R., 2005.** The history and prehistory of pearling in the Persian Gulf. JESHO. 662: 139-209.
21. **Daghooghi, B. and Momeni, M., 2019.** Appropriate Areas to Construction of Pearl Oyster Culture Farms. Water Resources Ecology Journal. 2(2): 11-19. (In Persian)
22. **Samidurai, K., Saravanakumar, A. and Kathiresan, K., 2012.** Spatial and temporal distribution of macrobenthos in different mangrove ecosystems of Tamil Nadu Coast, India. Environmental Monitoring and Assessment. 184: 4079-4096. Doi: 10.1007/s10661-011-2245-x.
23. **Mokhayer, Z., Mousavi Nadushan, R., Rabbaniha, M., Fatemi, M.R. and Jamili, Sh., 2017.** Spatial and temporal distribution of Merozooplankton of Ilyoplax frater along in coastal waters and estuarine regions of the Bushehr - Persian Gulf. Iranian Scientific Fisheries Journal. 26(4): 95-105. (In Persian)
24. **Al-Yamani, F., Yamamoto, T., Al-Said, T. and Alghunaim, A., 2017.** Dynamic hydrographic variations in northwestern Arabian Gulf over the past three decades: Temporal shifts and trends derived from long-term monitoring data. Mar. Pollut. Bull. 122: 488-489.
25. **Devlin, M.J., Massoud, M.S., Hamid, S.A., Al-Zaidan, A., Al-Sarawi, H., Al-Enezi, M., Al-Ghofran, L., Smith, A.J., Barry, J., Stentiford, G.D., Morris, S., da Silva, E.T. and Lyons, B.P., 2015.** Changes in the water quality conditions of Kuwait's marinewaters: Long term impacts of nutrient enrichment. Marine Poll. Bull. 100: 607-620.
26. **Lyons, B.P., Devlin, M.J., Abdul Hamid, S.A., Al-Otiabi, A.F., Al-Enezi, M.M., Massoud, S., Al-Zaidan, A.S., Smith, A.J., Morris, S., Bersuder, P., Barber, J., Papachlimitzou, L.A. and Al-Sarawi, H.A., 2015.** Microbial water quality and sedimentary faecal sterols as markers of sewage contamination in Kuwait. Marine pollution bulletin. 100(2):689-98. doi: 10.1016/j. marpolbul. 2015.07.043.
27. **Allosaur, Y. and Pokavanich, T., 2017.** Residence and transport time scales associated with Shatt Al-Arab discharges under various hydrological conditions estimated using a numerical model. Mar. Pollut. Bull. 118: 85-92.
28. **Al-Kandari, M., Sattari, Z., Hussain, S., Radashevsky, V.I. and Zhadan, A., 2019.** Checklist of intertidal polychaetes (Annelida) of Kuwait, northern part of the Arabian Gulf. Regional Studies in Marine Science. 32: 1-11. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100872.