University of Hormozgan

Journal of Aquatic Ecology

ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355

Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

The Survey of Structure and Biodiversity Indices of Bivalvia in Boushehr Seaport (North of Persian Gulf Coast)

Somayeh Khafae[1], Parvaneh Shoukat[1]✉, Mahdi Banaee[1], and Laleh Moosavi dehmordi[1]

1. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia university of technology, Behbehan, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 9 July 2024
Accepted: 12 March 2025
Published: 6 November 2025

✉**Corresponding Author:**
shoukat@bkatu.ac.ir

Keywords:
Bivalvia,
Corbula sulculosa,
Gari maculosa,
Bushehr Port.

ABSTRACT

This study investigated the structure and biodiversity indices of bivalves in the intertidal zone along the northern coast of the Persian Gulf at Bushehr port. Sampling was conducted seasonally in summer and winter 2016 across five stations. In rocky areas, 50 × 50 cm quadrats and a metal spatula were used, while sandy beaches were sampled with a corer to a depth of 5 cm. In total, six families and ten bivalve species were identified. The highest relative abundances were recorded for Corbulidae (30%), Psammobiidae (25.5%), Arcidae (18%), and Tellinidae (13.5%). One-way ANOVA indicated no significant differences in mean bivalve abundance among stations or seasons ($p > 0.05$). During the study, particularly in winter, *Corbula sulculosa* and *Gari maculosa* were the most abundant species. Shannon diversity index values differed significantly among stations ($p < 0.05$). Overall, species richness and diversity of bivalves were higher in winter, likely due to the high summer temperatures in the northern Persian Gulf and more favorable winter conditions. The Shannon index ranged from 1.46 to 2.01 across the study period, indicating that the examined stations were generally of poor to very poor ecological quality.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Bivalves represent one of the most diverse classes of the phylum Mollusca after gastropods (Papahn and Ghajari, 2018). Due to their ecological importance and role in marine ecosystems, bivalves have been extensively studied worldwide (Yasser *et al.,* 2022, 2023; Janbandhu *et al.,* 2024). In Iran, several studies have examined bivalves from ecological and biodiversity perspectives (Azizi *et al*., 2020; Masaeli *et al*., 2021; Ghanavati Asl *et al*., 2024). However, the vast Iranian coastline along the Persian Gulf remains underexplored, particularly regarding benthic communities. Considering their ecological significance, abundance, and species diversity, this study aimed to investigate the ecological structure, density, and biodiversity of benthic bivalves along the shores of Bushehr port.

Materials and Methods

Sampling was conducted in summer and winter 2016 across five intertidal stations along the Bushehr coast, with locations recorded using GPS. Sediment sampling in rocky areas was performed using 50 × 50 cm quadrats and a metal spatula, and in sandy areas using a corer sampler to a depth of 5 cm. Samples were preserved in 96% ethanol, washed through a 500-µm sieve, and stained with rose bengal (1 g/L) for 45 minutes. Bivalves were identified to the lowest possible taxonomic level using stereomicroscopy and validated identification keys (Hosseinzade Sahafi *et al*., 2000; Debruyne, 2003; Al-Yamani *et al*., 2009, 2012). Data analysis, graphs, and statistical tests were conducted in Excel and SPSS 21. Shannon and Simpson indices were used to assess species diversity and dominance (Ludwig and Reynolds, 1988). One-way ANOVA was applied to evaluate seasonal and spatial differences.

Results

A total of six families, seven genera, and ten bivalve species were identified. The most abundant families were Corbulidae (30%), Psammobiidae (25.5%), Arcidae (18%), and Tellinidae (13.5%). Species with the highest frequency included *Corbula sulculosa* (Corbulidae), *Gari maculosa* (Psammobiidae), *Acar plicata* (Arcidae), and *Tellina wallaceae* and *T. arsinoensis* (Tellinidae). *C. sulculosa* exhibited the highest density, particularly at stations 3 and 1. Shannon diversity values were highest in winter and lowest in summer, with significant differences among stations ($p < 0.05$). One-way ANOVA revealed no significant differences in mean bivalve abundance among seasons or stations ($p > 0.05$).

Conclusion

The study demonstrates higher bivalve density and species richness in winter, likely due to lower summer temperatures and salinity stress in the northern Persian Gulf. Stations 3 and 1, with lower pollution loads, had the highest bivalve densities, while stations 2, 4, and 5 exhibited lower abundances, likely reflecting poorer water quality. Shannon index values indicated generally poor ecological conditions across the studied sites. Overall, *C. sulculosa* and *G. maculosa* dominated in abundance, and winter conditions favored higher species richness, consistent with findings from previous regional studies (Velayatzadeh *et al*., 2013; Kamrani *et al*., 2013; Ghanavati Asl *et al*., 2024).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

بوم‌شناسی آبزیان
شاپا چاپی: ۲۷۵۱-۲۳۲۲ شاپا الکترونیکی: ۹۳۵۵-۲۹۸۰
https://jae.hormozgan.ac.ir
دانشگاه هرمزگان

بررسی ساختار و شاخص‌های تنوع زیستی دوکفه‌ای‌ها در بندر بوشهر (سواحل شمالی خلیج‌فارس)

سمیه خفایی[۱]، پروانه شوکت[۱]✉، مهدی بنایی[۱]، لاله موسوی ده موردی[۱]

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۲
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۸/۱۵

✉ **نویسنده مسئول:**
shoukat@bkatu.ac.ir

کلیدواژه‌ها:
دوکفه‌ای‌ها،
Corbula sulculosa،
Gari maculosa،
بندر بوشهر.

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی ساختار و شاخص‌های تنوع دوکفه‌ای‌ها در منطقه بین جزر و مدی در طول سواحل شمالی خلیج‌فارس در بندر بوشهر صورت گرفته است. نمونه‌برداری در بخش‌های صخره‌ای با استفاده از کوادرات ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر و یک کاردک فلزی و در سواحل ماسه‌ای با استفاده از Corer Sampler تا عمق ۵ سانتی‌متر از ۵ ایستگاه به صورت فصلی طی دو فصل تابستان و زمستان در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. در این تحقیق در مجموع ۶ خانواده و ۱۰ گونه از دوکفه‌ای‌ها شناسایی و شمارش گردید. در طی دوره بررسی بیشترین درصد فراوانی دوکفه‌ای‌ها به ترتیب مربوط به خانواده‌های Corbulidae با ۳۰ ٪ Psammobiidae با ۲۵/۵ ٪ ، Arcidae با ۱۸ ٪ ، Tellinidae با ۱۳/۵ ٪ بوده است. طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA بر اساس میانگین فراوانی دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌ها و فصول مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > ۰/۰۵$). هم‌چنین در طی دوره بررسی بویژه در فصل زمستان به ترتیب گونه‌های *Corbula sulculosa* و *Gari maculosa* در مقایسه با سایر گونه‌ها فراوانی بیشتری را نشان داده بودند. مقادیر شاخص شانون در ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد ($p < ۰/۰۵$). با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان استنباط نمود که به طور کلی در فصل زمستان فراوانی و تنوع دوکفه‌ای‌ها بیشتر است که این موضوع با توجه به دمای بسیار بالای منطقه شمالی خلیج‌فارس در فصل تابستان و دمای مناسب این منطقه در فصل زمستان منطقی به نظر می‌رسد. در طی دوره بررسی محدوده میانگین شاخص شانون (۲/۰۱-۱/۴۶) بوده است. بر اساس شاخص شانون ایستگاه‌های مورد مطالعه در وضعیت کیفی ضعیف و بد ارزیابی شدند.

ناشر: دانشگاه هرمزگان.

CC BY NC

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

مقدمه

زیستگاه‌های ساحلی به عنوان منطقه‌ای پویا از نظر هیدرودینامیکی، پیچیدگی ساختاری و ترکیب بستر متفاوت هستند، که این امر موجب شکل‌گیری ساختار جوامع گونه‌های مرتبط می‌گردد (Henseler *et al*., 2019; Ghanavati Asl *et al*., 2024). خلیج‌فارس با ویژگی‌های جغرافیایی و ارزش‌های اکولوژیکی خاص خود یکی از نادرترین زیست بوم‌های دریایی به شمار می‌رود (Ghanavati Asl *et al*., 2024). جوامع کفزی نظیر نرم‌تنان نقش حیاتی در جریان انرژی و بازیافت مواد در محیط‌های آبی ایفا می‌نمایند (Lam-Gordillo *et al*., 2020; Ghanavati Asl *et al*., 2024). آنها به طور گسترده به عنوان شاخص‌های بیولوژیکی برای نظارت و ارزیابی کیفیت اکولوژیکی زیست بوم‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ghanavati Asl *et al*., 2024). نرم‌تنان با تقریباً ۱۰۰۰۰۰ گونه دومین گروه بسیار بزرگ و موفق از بی‌مهرگان، پس از بندپایان محسوب می‌شوند و در انواع زیستگاه‌ها مشاهده می‌شوند (Masaeli *et al*., 2021). حضور نرمتنان به ویژه دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان برای عملکرد زیست بوم حیاتی می‌باشد. آنها در زنجیره‌های غذایی موجب انتقال آلاینده‌ها به ارگانیسم‌های سطوح تغذیه‌ای بالاتر می‌شوند (Abisha *et al*., 2024)

دوکفه‌ای‌ها دارای ۲۵۰۰ جنس و بیش از ۲۵۰ خانوده می‌باشند. آنها متنوع‌ترین رده شاخه نرم‌تنان بعد از رده شکم‌پایان می‌باشند که به لحاظ داشتن ارزش غذایی، دارویی، صنایع دستی و قدرت مرواریدسازی توجه بسیاری از مردم دنیا را به خود معطوف کرده‌اند (Papahn and Ghajari, 2018). دوکفه‌ای‌ها به عنوان یک منبع غذایی کلیدی جهانی شناخته شده‌اند (Smaal *et al*., 2019). دوکفه‌ای‌ها با دارا بودن نمایندگانی در تمام بیوم‌های دریایی سنگ بنای زیست بوم‌های دریایی ساحلی و کم عمق محسوب می‌شوند و به عنوان سازنده زیستگاه مطرح می‌باشند. (Olivier *et al*., 2023; Carss *et al*., 2020; Kruft Welton *et al*., 2024)

گونه‌های سطح زی ساکن نظیر اویسترها با تشکیل صخره‌های سه بعدی بیوژنیک موجب افزایش تنوع زیستی پیرامون خود می‌گردند (Kruft Welton *et al*., 2024). پوسته‌های دوکفه‌ای‌های منفرد در محیط‌هایی با بستر نرم می‌تواند از طریق ایجاد بسترهای سخت جدید و یا تغییر رژیم جریان‌های محلی یا حتی دما به عنوان میکرو زیستگاه برای سایر بی‌مهرگان مورد استفاده قرار گیرد (McAfee *et al*., 2017). رسوب مدفوع دوکفه‌ای همراه با فعالیت حفاری گونه‌های درون‌زی متحرک پوسیده‌خوار یا معلق‌خوار می‌تواند منجر به غنی‌سازی مواد آلی موجود در رسوبات و چرخه‌های بیوژئوشیمیایی شوند و در نهایت زیستگاه برای سایر کفزیان مناسب‌تر می‌گردد (Smyth *et al*., 2018).

عوامل استرس‌زای محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی نظیر توسعه ساحلی، صید بی‌رویه و انواع آلودگی‌ها منجر به کاهش قابل ملاحظه جوامع دوکفه‌ای در سطح جهانی شده است (Kruft Welton *et al*., 2024). برخی از محققین عقیده دارند تغییرات فیزیکوشیمیایی ناشی از تغییرات آب و هوایی باعث کاهش رشد و اختلال در روند حفظ و بقای پوسته‌های دوکفه‌ای‌ها می‌گردد. (Maynou *et al*., 2020; Knights *et al*., 2020; Kruft Welton *et al*., 2024) هم‌چنین تخم‌ریزی و الگوهای استقرار لاروها را مختل می‌کند.(Bascur *et al*., 2020; Kruft Welton *et al*., 2024)

اهمیت رده دوکفه‌ای‌ها به عنوان شاخص‌های زیستی حساس قابل ذکر است (Abisha *et al*., 2024). شاخص‌های زیستی اساساً برای ارزیابی اثر آلاینده‌ها در محیط مطرح شده‌اند زیرا بیانگر وضعیت و شرایط خاص یک محیط و اثر آن بر گونه‌های موجود هستند (Carte and Salinas, 2001). این موجودات به علت ساکن بودن، پراکنش جغرافیایی وسیع، نرخ متابولیکی پایین و تجمع آلاینده‌ها موجودات مناسبی جهت بررسی آلودگی‌های زیست محیطی و هم‌چنین استفاده در برنامه‌های پایش زیستی هستند (Boccheti *et al*., 2008). نرم‌تنان بویژه دوکفه‌ای‌ها به دلیل اینکه معلق‌خوار هستند می‌توانند مقدار زیادی از آب را فیلتر نموده و به این ترتیب مقادیر زیادی از آلاینده‌ها را در بافت‌های خود ذخیره کنند. این نحوه تغذیه دوکفه‌ای‌ها می‌تواند موجب کاهش آلودگی و حذف ذرات بزرگ در ستون آب گردد (Stanly *et al*. 2008; Smyth *et al*., 2018).

با توجه به اهمیت محیط زیست دریایی و نقش دوکفه‌ای‌ها در این مناطق تاکنون پژوهشگران و محققین بسیاری در مناطق مختلف جهان آنها را از جنبه‌های گوناگون مورد مطالعه و بررسی قرار داده‌اند که از این میان می‌توان به برخی از جدیدترین منابع

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

نظیر Al-Kandari و همکاران (۲۰۲۰)، Oliver و همکاران (۲۰۲۳)، Yasser و همکاران (۲۰۲۲ و ۲۰۲۳) و Janbandhu و همکاران (۲۰۲۴) اشاره نمود. در ایران نیز محققین از دیدگاه‌های مختلف دوکفه‌ای‌ها را مورد ارزیابی قرار داده‌اند نظیر Amini و همکاران (۲۰۲۰)، Azizi و همکاران (۲۰۲۰)، Masaeli و همکاران (۲۰۲۱)، Ghanavati Asl و همکاران (۲۰۲۴). اما با توجه به وسعت سواحل ایرانی در خلیج‌فارس هم‌چنان نیاز به تحقیقات بیشتر به وضوح مشاهده می‌گردد. با توجه به جایگاه نرم‌تنان بویژه دوکفه‌ای‌ها و اهمیت سواحل خلیج‌فارس از نظر فراوانی و تنوع گونه‌ای آنها و هم‌چنین کمبود اطلاعات در ارتباط با جوامع کفزی این منطقه تحقیق حاضر به منظور بررسی ساختار، شناسایی و تعیین تراکم و تنوع زیستی دوکفه‌ای‌های کفزی سواحل بندر بوشهر انجام گردید.

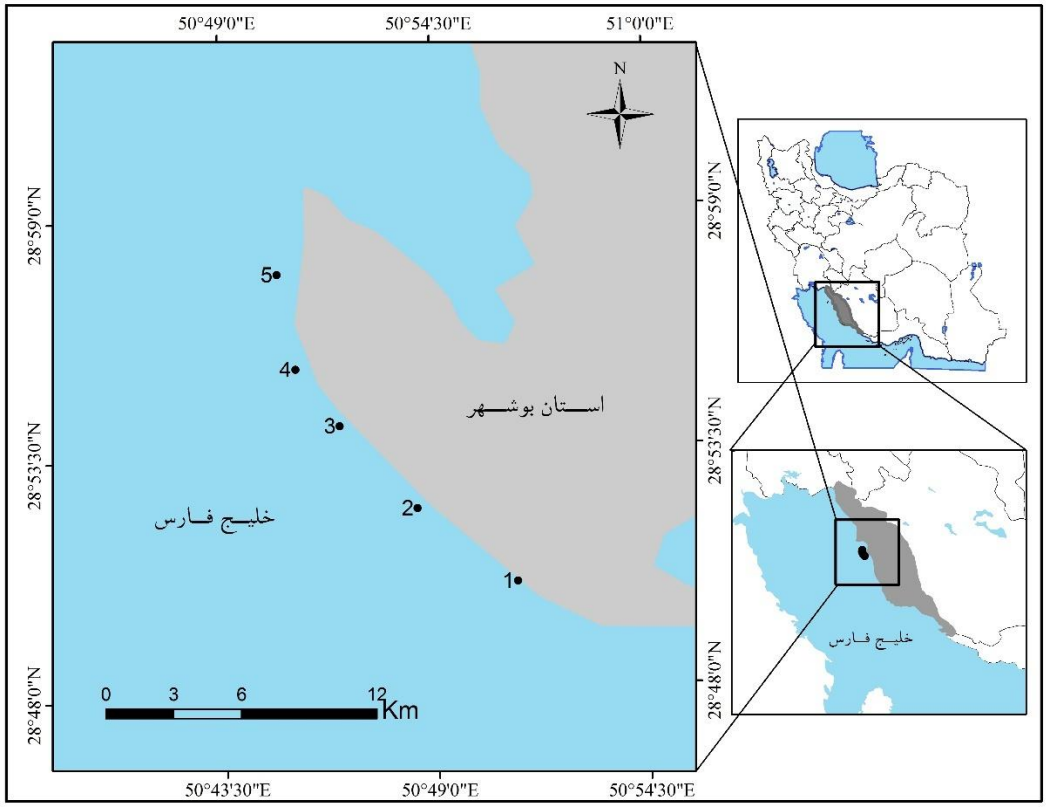
مواد و روش‌ها

این تحقیق طی دو فصل تابستان و زمستان در سال ۱۳۹۵ در طول سواحل بندر بوشهر صورت گرفته است. در منطقه بین جزر و مدی ۵ ایستگاه نمونه‌برداری بر اساس وضعیت سواحل که شامل امکان دسترسی، توپوگرافی، نوع بستر، فعالیت‌های انسانی و ورود مواد آلاینده (فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی) می‌باشد در نظر گرفته شد. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از GPS مشخص شد. در جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. نقشه منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های تعیین‌شده در شکل ۱ ، شمای کلی کلاسه بندی مناطق آلوده بر اساس شاخص H` و توصیف اکولوژیکی آنها در جدول ۲- ارائه شده است.

جدول ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	مختصات جغرافیایی	
	عرض جغرافیایی (N)	طول جغرافیایی (E)
۱	۲۷°،۴۹´،۳″	۴۹°،۵۲´،۳۰″
۲	۲۷°،۵۱´،۲۰″	۴۹°،۵۰´،۳۲″
۳	۲۷°،۵۳´،۱۲″	۴۹°،۴۸´،۱۲″
۴	۲۷°،۵۴´،۳۲″	۴۹°،۴۸´،۲۴″
۵	۲۷°،۵۶´،۴۴″	۴۹°،۴۵´،۴۳″

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از رسوبات در بخش‌های صخره‌ای با استفاده از کوادرات ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر و یک کاردک فلزی و در سواحل ماسه‌ای با استفاده از Corer Sampler تا عمق ۵ سانتی‌متر انجام گرفت. نمونه ها پس از انتقال به ظروف پلاستیکی و تثبیت با الکل اتیلیک ۹۶ درجه به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه نمونه‌ها با استفاده از الک با چشمه ۵۰۰ میکرون شستشو و سپس با استفاده از رز بنگال با غلظت یک گرم در لیتر به مدت ۴۵ دقیقه رنگ‌آمیزی گردید. شناسایی دوکفه‌ای‌ها به وسیله استریومیکروسکوپ تا پایین‌ترین سطح ممکن به وسیله منابع و کلیدهای شناسایی معتبر موجود صورت گرفت (Hosseinzade Sahafi *et al*., 2000; Debruyne, 2003; Al-Yamani *et al*., 2009 and 2012).

برای رسم نمودارها، جداول و تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزارهای Excel و SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. جهت محاسبه تنوع گونه‌ای و غالبیت به ترتیب از شاخص‌های تنوع شانون (رابطه ۱) و سیمپسون (رابطه ۲) استفاده گردید (Ludwig and Reynolds., 1988).

۱) رابطه $$H' = \sum_{i=l}^{S} \left(\frac{ni}{N}\right) \log \left(\frac{ni}{N}\right)$$

H' = شاخص تنوع شانون

ni = ام i تعداد جمعیت گونه

N = تعداد کل جمعیت افراد

۲) رابطه $$\lambda = 1 - \sum_{i=l}^{S} \left(\frac{ni}{N}\right)$$

ni = ام i تعداد افراد در گونه

n = تعداد کل افراد گونه‌ها

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

شاخص سیمپسون = λ

جدول ۲- شمای کلی کلاسه بندی مناطق آلوده بر اساس شاخص H` و توصیف اکولوژیکی آنها (Albayrak *et al.*, 2006)

کلاسه بندی مناطق آلوده	شاخص شانون	وضعیت کیفی کولوژیک
غیر آلوده	H`>۵	عالی
کمی آلوده	۴ < H` ≤ ۵	خوب
آلودگی متوسط	۳ < H`≤ ۴	متوسط
آلودگی شدید	۱/۵ < H`≤ ۳	ضعیف
بدون جانور / کاملاً آلوده	H`≤ ۱/۵	بد

نتایج

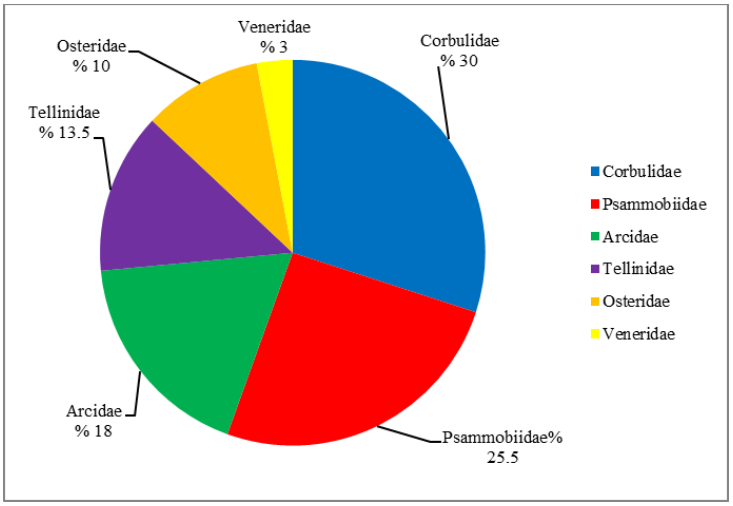
در این تحقیق در مجموع ۶ خانواده و ۱۰ گونه از دوکفه‌ای‌ها شناسایی و شمارش گردید. فهرست انواع دوکفه‌ای‌های شناسایی شده و هم چنین حضور یا عدم حضور آنها در ایستگاه‌های مطالعاتی در جدول ۳ ارائه گردیده است. در طی دوره بررسی بیشترین درصد فراوانی به ترتیب مربوط به خانواده‌های Corbulidae با ۳۰ درصد، Psammobiidae با ۲۵/۵ درصد، Arcidae با ۱۸ درصد، Tellinidae با ۱۳/۵ درصد نسبت به کل جمعیت دوکفه‌ای‌ها بوده است (شکل ۲). در شکل ۳ درصد فراوانی خانواده‌های غالب دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های مختلف ارائه شده است.

جدول ۳- فهرست انواع دوکفه‌ای‌های شناسایی شده در ایستگاه‌های مختلف در طی دوره بررسی

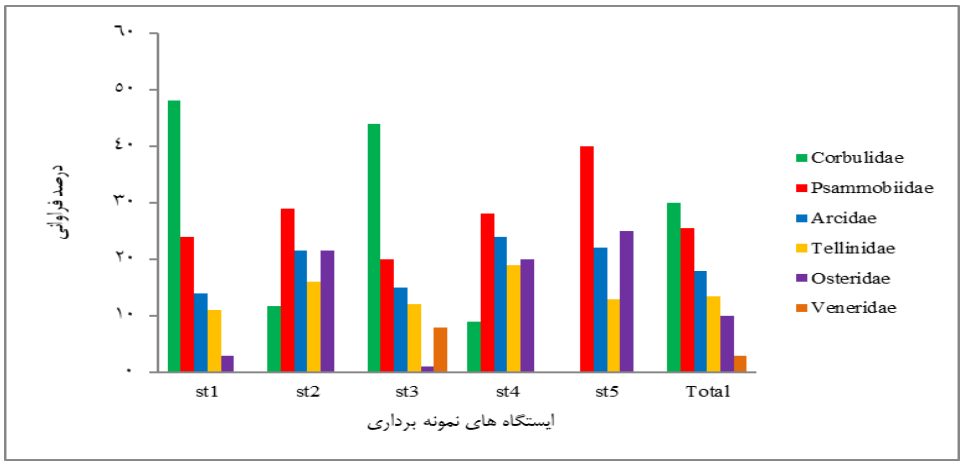
رده	خانواده	گونه	st_1	st_2	st_3	st_4	st_5
دوکفه ای	Arcidae	*Acar plicata* (Dillwyn, 1817)	*	*	*	*	
		Barbatia obliquata (Wood, 1828)	*	*		*	*
		Barbatia foliata (Forsskal in Niebuhr, 1775)	*	*	*	*	*
		*Barbatia helblingii (*Bruguiere, 1789)	*	*	*	*	*
	Psammobiidae	*Gari maculosa* (Lamarck, 1818)	*	*	*	*	*
	Osteridae	*Saccostrea cucullata* (Born, 1778)	*	*	*	*	*
	Corbulidae	*Corbula sulculosa* (H. Adams, 1870)	*	*	*	*	
	Tellinidae	*Tellina wallaceae* (Salisbury, 1934)	*	*	*	*	*
		Tellina arsinoensis (Issel, 1869)	*		*	*	

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

*	*Anomalocardia squamosa* (Linnaeus, 1758)	Veneridae	



شکل ۲- درصد فراوانی خانواده‌های غالب دوکفه‌ای‌ها در طی دوره بررسی



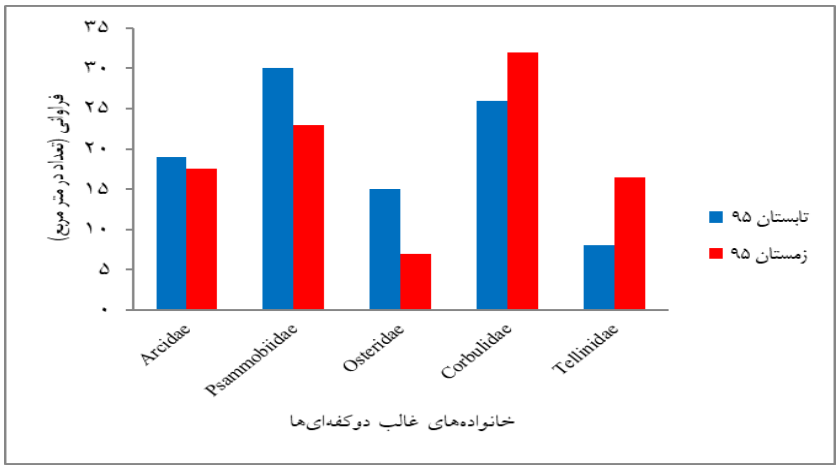
شکل ۳- درصد فراوانی خانواده‌های غالب دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های مختلف در طی دوره بررسی

طبق نتایج این تحقیق بیشترین تراکم دوکفه‌ای‌ها در واحد سطح به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های ۳ و ۱ بوده است. کمترین تراکم نیز به ترتیب در ایستگاه‌های ۲ و ۴ گزارش شده است بیشترین تراکم در فصل زمستان (۴۳۲۹ تعداد در مترمربع) و کمترین تراکم در فصل تابستان (۲۵۵۴ تعداد در مترمربع) گزارش شده است.

طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA بر اساس میانگین فراوانی دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌ها و فصول مختلف اختلاف معنی‌داری گزارش نشده است ($p > ۰/۰۵$). در این مطالعه بیشترین فراوانی به ترتیب مربوط به گونه‌های *C. sulculosa* از خانواده Corbulidae ، *G.maculosa* از خانواده Psammobiidae، *Acar plicata* از خانواده Arcidae، *Tellina wallaceae* و *T. arsinoensis* از خانواده Tellinidae ثبت شده است. در این بررسی گونه *C. sulculosa* در مقایسه با سایر گونه‌ها فراوانی بیشتری را کسب نموده است و بیشترین تراکم آن در طی دوره بررسی به ترتیب در ایستگاه‌های ۳ و ۱ گزارش

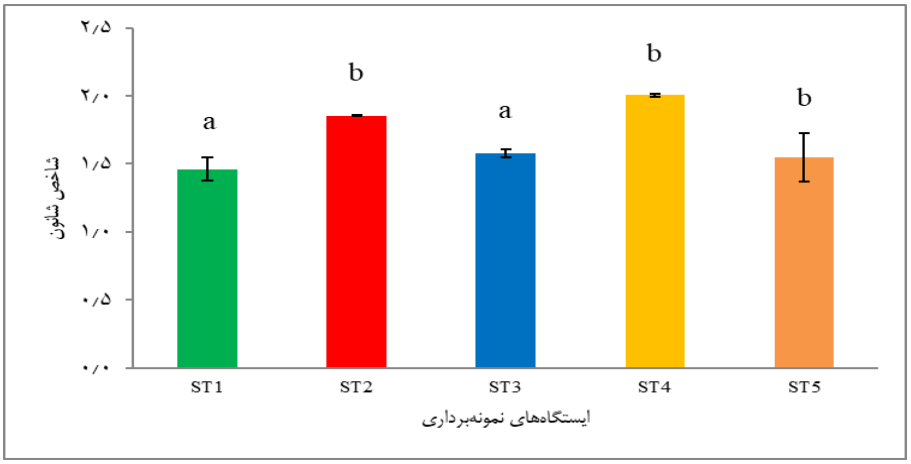
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

شده است. در شکل ۴ درصد فراوانی خانواده‌های غالب دوکفه‌ای‌ها طی تابستان و زمستان مورد مقایسه قرار گرفته است. طبق نتایج حاصل به جز خانواده‌های Corbulidae و Tellinidae سایر خانواده‌های غالب در فصل تابستان فراوانی بیشتری را به خود اختصاص داده بودند. خانواده های Osteridae و Tellinidae به ترتیب در فصول زمستان و تابستان کاهش چشمگیری از خود نشان داده‌اند.



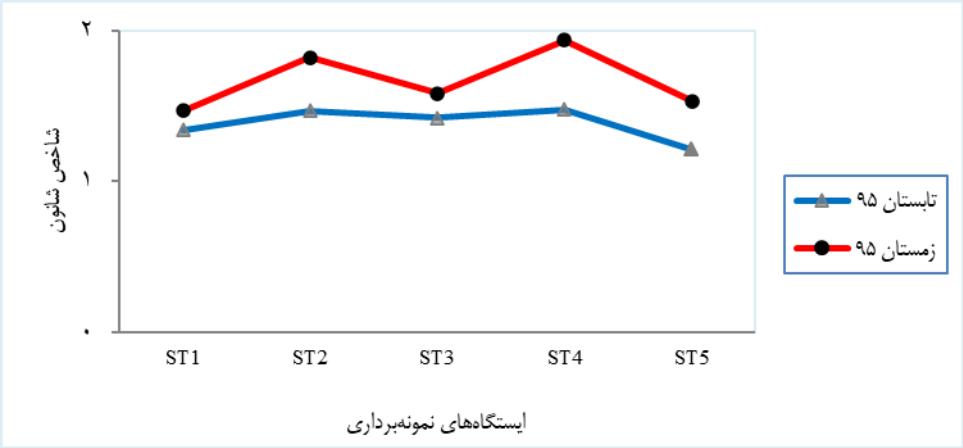
شکل ٤- مقایسه درصد فراوانی خانواده‌های غالب دوکفه‌ای‌ها طی تابستان و زمستان

حداکثر مقادیر عددی شاخص شانون ۲/۰۱ در ایستگاه ۴ و حداقل آن ۱/۴۶ در ایستگاه ۱ گزارش شده است (شکل ۵). در طی دوره بررسی مقادیر شاخص شانون در ایستگاه‌های ۱ و ۳ در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد (۰/۰۵ > p). بیشترین و کمترین میزان این شاخص به ترتیب در فصول زمستان (۱/۶۷) و تابستان (۱/۳۹) محاسبه شده است. مقادیر این شاخص در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (۰/۰۵ < p). بیشترین میزان شاخص شانون در ایستگاه‌ها و فصول مختلف در فصل زمستان در ایستگاه ۴ و کمترین میزان این شاخص نیز در فصل تابستان در ایستگاه ۵ مشاهده شده است (شکل ۶). در جدول ۴ مقادیر شاخص‌های زیستی محاسبه شده و درجه کیفی ایستگاه‌ها در طی دوره بررسی ارائه شده است.



شکل ۵- میانگین شاخص شانون دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طی دوره بررسی
***حروف مشابه، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در ایستگاه‌های مختلف**

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]



شکل ٦- مقایسه میانگین شاخص شانون دوکفه‌ای‌ها در ایستگاه‌ها و فصول مورد مطالعه در طی دوره بررسی

جدول ٤- نتایج شاخص‌های مختلف دوکفه‌ای‌ها و درجه‌بندی کیفیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در طی دوره بررسی

ایستگاه	گونه	میانگین فراوانی (تعداد / مترمربع)	شاخص شانون	کیفیت اکولوژیکی	شاخص سیمپسون
۱	۹	۱۲۵	۱/۴۶	بد	۰/۶۹
۲	۸	۵۵/۵	۱/۸۶	ضعیف	۰/۸۲
۳	۹	۱۹۵/۵	۱/۵۸	ضعیف	۰/۷۳
۴	۹	۷۶	۲/۰۱	ضعیف	۰/۸۴
۵	۶	۷۹	۱/۵۵	ضعیف	۰/۷۵
در کل دوره	۱۰	۲۱۲	۱/۶۹	ضعیف	۰/۷۷

بحث

به طور کلی در این تحقیق در مجموع ۶ خانواده، ۷ جنس و ۱۰ گونه از دوکفه‌ای‌ها شناسایی و شمارش گردید. ترکیب، تنوع و فراوانی گونه‌های ماکروزئوبنتوز در آبهای کویت توسط Al-Yamani و همکاران (۲۰۰۹) مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق ۵۲ گونه از دوکفه‌ای‌ها شناسایی شده است. Kamrani و همکاران (۲۰۱۳) تنوع دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان سواحل بندر عباس را مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق ۸ خانواده از دوکفه‌ای‌ها گزارش شده است. Ghajari و Papahn (۲۰۱۸) طی دو فصل تابستان و زمستان دوکفه‌ای‌های آبهای ساحلی شمال غرب خلیج‌فارس) از دیلم تا رودخانه بهمنشیر) را بررسی نمودند. در این مطالعه ۶۴ گونه دوکفه‌ای از ۲۴ خانواده شناسایی و طبقه‌بندی گردید. Al-Kandari و همکاران (۲۰۲۰) پراکنش و تنوع زیستی نرمتنان مناطق بین جزر و مدی در سواحل کویت را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از ۲۱۱ گونه زنده ۱۰۰ گونه متعلق به رده دوکفه‌ای‌ها بوده است. چک لیست مصور دوکفه ای های مناطق بین جزر و مدی کویت توسط Oliver و همکاران (۲۰۲۳) ارائه شده است. در این تحقیق ۱۰۰ گونه از دو کفه‌ای‌ها گزارش شده است. تنوع زیستی و امکان حضور دوکفه‌ای‌های دریایی مناطق بین جزر و مدی در امتداد سواحل سیکا در گجرات هند توسط Janbandhu, و همکاران (۲۰۲۴) مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق ۱۵ گونه متعلق به ۷ راسته، ۱۱ خانواده و ۱۵ جنس از دوکفه ای ها مورد شناسایی قرار گرفت. وضعیت کیفی اکولوژیکی جوامع کفزی آبهای ساحلی در خلیج نایبند با استفاده از شاخص‌های زیستی مختلف توسط Ghanavati Asl و همکاران (۲۰۲۴) مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تحقیق دوکفه‌ای‌ها با ۶ گونه در مجموع ۱۲/۷ درصد از کل جمعت را به خود اختضاص

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

داده بودند. نتایج تحقیق حاضر با نتایج Kamrani و همکاران (۲۰۱۳) و Ghanavati Asl و همکاران (۲۰۲۴) همخوانی دارد. در مطالعه حاضر بیشترین و کمترین تراکم دوکفه‌ای‌ها به ترتیب در فصول زمستان و تابستان گزارش شده است. طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA بر اساس میانگین فراوانی دوکفه‌ای‌ها در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری گزارش نشده است ($P > ۰/۰۵$). بر اساس نتایج تحقیقات Velayatzadeh و همکاران (۲۰۱۳) دوکفه ای ها در فصل بهار نسبت به فصل تابستان فراوانی و تراکم بیشتری را به خود اختصاص داده بودند. Kamrani و همکاران (۲۰۱۳) عنوان نمودند میزان فراوانی خانواده های شکم پایان و دوکفه ای ها در بهار نسبت به سایر فصول بیشتر بوده است. نتایج مطالعه Papahn و Ghajari (۲۰۱۸) بیانگر فراوانی دوکفه‌ای‌ها در فصل سرد می باشد. در مطالعه Azizi و همکاران (۲۰۲۰) نیز در فصل زمستان نرم‌تنان در مقایسه با سایر بنتوزها غالب بوده اند. نتایج این مطالعات با مطالعه حاضر همسو می باشد. در فصولی که شرایط محیطی مساعدتر است مانند کاهش دما و افزایش تلاطم آب و در نتیجه افزایش اکسیژن آب، شرایط مطلوب‌تری برای افزایش تنوع و فراوانی کفزیان فراهم است. یکی از عواملی که موجب می شود فراوانی و تنوع دوکفه‌ای‌ها در فصل زمستان نسبت به فصل تابستان بیشتر باشد شوری است. مطالعات محققین نشان می‌دهد که بین شوری و دما یک رابطه مستقیم وجود دارد. میانگین دمای آب با افزایش دما در فصل تابستان افزایش می‌یابد. از طرف دیگر به دلیل وجود تبخیر بالا و عدم بارندگی میزان شوری نیز افزایش می‌یابد. بنابراین با افزایش دما و شوری در فصل تابستان از تراکم و تنوع دوکفه‌ای‌ها کاسته خواهد شد (Velayatzadeh *et al*., 2013).

در تحقیق حاضر بیشترین تراکم دوکفه‌ای‌ها در واحد سطح به ترتیب در ایستگاه‌های ۳ و ۱ به ثبت رسیده است که در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها دارای بار آلودگی کمتری بوده‌اند. کمترین تراکم نیز به ترتیب در ایستگاه‌های ۲ ، ۴ و ۵ گزارش شده است. ورود آلودگی ناشی از فاضلاب بوشهر می‌تواند کمتر بودن فراوانی را در ایستگاه‌های ۲، ۴ و ۵ در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها توجیه کند. بر اساس مشاهدات انجام شده و نتایج سایر محققین ایستگاه های مورد مطالعه دارای بسترهای متفاوتی بودند. سواحل بوشهر در ایستگاه‌های ۳ و ۱ صخره ای و در سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه صخره‌ای – ماسه‌ای است. در این سواحل معمولاً تراکم و تنوع بیشتر از سواحل گلی – رسی است. زیرا ذرات درشت‌تر محیط مناسب‌تری برای سکونت اغلب موجودات کفزی می‌باشد. چک لیست مصور دوکفه‌ای‌های مناطق بین جزر و مدی کویت توسط Oliver و همکاران (۲۰۲۳) ارائه شده است. در این تحقیق ۱۰۰ گونه از دوکفه‌ای‌ها گزارش شده است. طبق نتایج این محققین تنوع زیستی نرمتنان در سواحل صخره‌ای – شنی در مقایسه با سواحل گلی به مراتب بیشتر بوده است. نتایج تحقیق حاضر نیز با مطالب فوق مطابقت دارد. در طی دوره بررسی بویژه در فصل زمستان گونه های *C.sulculosa* و *G.maculosa* از دوکفه‌ای‌ها در مقایسه با سایر گونه‌ها فراوانی بیشتری را کسب نموده بودند. Vzirizadeh و همکاران (۲۰۱۲) ، نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابه تحقیق حاضر دست یافتند (Vzirizadeh *et al*., 2012). طبق نتایج مطالعات Velayatzadeh و همکاران (۲۰۱۳)، گونه‌های *G. maculosa* و *T. wallaceae* هر دو در فصل بهار بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بودند (Velayatzadeh *et al*., 2013). Kohan and Badbardast (۲۰۱۲) ، در مطالعه خود کمترین تراکم دوکفه‌ای‌ها را در فصول تابستان و زمستان به ترتیب مربوط به گونه *Anomalocardia squamosal* از خانواده Veneridae اعلام نموده اند (Kohan and Badbardast *et al*., 2012). Papahn و همکاران (۲۰۱۰) ، گونه های *A. plicata* و *C. suculosa* از دوکفه‌ای‌ها را در سواحل بحرکان به عنوان گونه‌های غالب گزارش نموده‌اند (Papahn *et al*., 2010).

Yasserو همکاران (۲۰۲۲ و ۲۰۲۳) در بخش‌های شمال غربی خلیج فارس در سواحل عراق در مجموع ۳۸ گونه دوکفه‌ای را گزارش نمودند (Yasser *et al*., 2022 and 2023). در این تحقیق گونه *A. plicata* از خانواده Arcidae مورد شناسایی قرار گرفته بود. این گونه در تحقیق حاضر نیز گزارش شده است. نتایج تحقیقات Yasser و همکاران (۲۰۲۲ و ۲۰۲۳) بیانگر تنوع بسار کمتر دوکفه‌ای‌ها در مقایسه با کشورهای همسایه نظیر ایران و بویژه کویت بود. به عنوان مثال Al-Kandari و همکاران (۲۰۲۰) در آبهای سواحل کویت ۱۰۰ گونه و Papahn و Ghajari (۲۰۱۸) نیز ۶۴ گونه دوکفه‌ای از ۲۴ خانواده را از دیلم تا رودخانه بهمنشیر مورد شناسایی قرار داده بودند. در تحقیق حاضر گونه *Barbatia helblingii* از دوکفه‌ای‌ها فقط در فصل تابستان مشاهده شده است. بیشترین تراکم این گونه به ترتیب در ایستگاه‌های ۵، ۴ و ۲ به ثبت رسیده است. Mahmodi و همکاران (۲۰۱۱) ،

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

این گونه دوکفه ای را به عنوان یک گونه مناسب برای پایش زیستی ترکیبات (PAHs) درسواحل بوشهر معرفی نموده اند (Mahmodi *et al*., 2011). این دوکفه‌ای در بخش پایین ناحیه جزر و مدی قرار دارد و در طول شبانه روز مدت زمان طولانی در جزر قرار نمی‌گیرد بنابراین همواره در معرض آلاینده های موجود در آب می باشد.

یکی از شاخص های مهم در رابطه با ارزیابی اکولوژیک یک زیست‌بوم وضعیت تنوع زیستی آن منطقه می باشد. تنوع زیستی در یک زیست‌بوم آبی بیش از هر عاملی به ثبات فیزیکی آن اکوسیستم بستگی دارد. وجود تنوع بالای زیستی در سواحل صخره‌ای ناشی از ثبات و پایداری بستر می‌باشد. در یک جامعه هنگامی که تمام افراد متعلق به گونه‌های مختلف باشند، تنوع بسیار بالا خواهد بود و زمانی که تمام افراد متعلق به یک گونه باشند تنوع به حداقل می‌رسد. طبق نظر Sanders (۱۹۶۸)، از نظر تنوع گونه‌ای بسترهای صخره‌ای، ماسه‌ای و گلی به ترتیب در مقام‌های اول، دوم و سوم قرار دارند (Sanders, 1968). در بسترهای صخره ای به خاطر وجود شیب و هم چنین توزیع متفاوت فاکتورهای محیطی بویژه حرارت زیستگاه‌های گوناگونی به وجود آمده است. این زیستگاه‌های کوچک و متنوع در واقع نشان دهنده یک نوع پیچیدگی ساختمانی می‌باشد. بر اساس این نظریه هرچه ناهمگونی و پیچیدگی در محیط بیشتر باشد تنوع زیستگاه و هم چنین تنوع گونه‌ای بیشتر می شود و گونه‌ها به طور یکنواخت‌تری در بین موجودات پراکنش خواهند داشت. در فصل تابستان به دلیل افزایش درجه حرارت و در نتیجه افزایش استرس و خشک شدگی تنوع کاهش می‌یابد. در فصل زمستان به خاطر افزایش تولیدات گیاهی، انبوه‌تر شدن لایه جلبکی و بازسازی و احیای زیستی تنوع افزایش می‌یابد. با توجه با اینکه آلودگی‌های محیطی باعث کاهش تنوع گونه‌ای می‌شوند به منظور پی بردن به وضعیت اکولوژیکی منطقه از نظر میزان آلودگی از الگوی معرفی شده توسط Welch (۲۰۰۳)، استفاده گردید (Welch, 2003). یکی از کاربردهای مفید شاخص تنوع گونه‌ای شانون، ارزیابی اکولوژیکی زیست‌بوم‌های آبی در ارتباط با انواع آلودگی‌ها می‌باشد. اگر میزان H کمتر از ۱ باشد بیانگر آلودگی شدید منطقه، اگر بین ۱ تا ۳ باشد نشان دهنده آلودگی متوسط و اگر بیشتر از ۳ باشد می‌توان چنین پیش بینی نمود که منطقه مورد نظر فاقد آلودگی است. طبق نتایج مطالعه حاضر در آب‌های سواحل بندر بوشهر میانگین کلی شاخص تنوع شانون در طی دوره نمونه برداری در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱/۶۹ می‌باشد. مقادیر شاخص شانون در طی فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ($p > ۰/۰۵$). بر اساس شاخص تنوع شانون ایستگاه‌های مورد مطالعه در وضعیت ضعیف و بد ارزیابی شدند.

شاخص سیمپسون درجه غالبیت را نشان می‌دهد و در نتیجه مقدار آن با افزایش تنوع، کاهش می‌یابد و بین۰ تا ۱ متغیر است. محدوده میانگین شاخص سیمپسون (۰/۸۴–۰/۶۹) بوده است. نتایج حاصل از بررسی شاخص تنوع شانون و سیمپسون بیانگر وجود آلودگی متوسط در ایستگاه‌های ۵، ۴ و ۲ می‌باشد. در ایستگاه‌های آلوده میزان شاخص غالبیت بسیار بالا می‌باشد و مقدار آن بیانگر تراکم یک یا چند گونه می‌باشد که درصد بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند. این وضعیت نشان دهنده استرس و تنش در محیط است. زیرا فقط چند گونه از دوکفه‌ای‌ها توانسته‌اند خود را با شرایط آلودگی سازگار نمایند. در ایستگاه‌های آلوده به فاضلاب منطقه‌بندی نرم‌تنان از بین رفته و گونه‌های فرصت طلب مناطق را اشغال می‌نمایند. در این تحقیق ایستگاه‌های ۳ و ۱ بیشترین تعداد گونه را به خود اختصاص داده بودند. از طرف دیگر وجود تراز مطلوب بین این گونه ها و عدم مشاهده چنین وضعیتی در ایستگاه‌های ۵، ۴ و ۲ بیانگر وجود تنش و آلودگی در مناطق تحت ریزش فاضلاب‌های شهری می‌باشد. زیرا وجود تعداد فراوان گونه ها به تنهایی شاخص ثبات جوامع کفزی محسوب نمی شود و وجود تعادل و پراکنش صحیح گونه‌ها در بین افراد مشاهده شده نیز از ملاک‌های اصلی ثبات جوامع کفزی به شمار می‌رود (Gray, 2002). در مطالعه حاضر این ویژگی در ایستگاه‌های ۳ و ۱ مشاهده شده است. با توجه به این مسئله می‌توان بیان داشت که ایستگاه‌های تحت ریزش فاضلاب بسیار آلوده بوده و ایستگاه‌های ۳ و ۱ در معرض آلودگی کمتری قرار داشته‌اند. زیرا علاوه بر اینکه از تعداد گونه بالایی برخوردار هستند نوسانات تعداد گونه‌ها نیز کم می‌باشد که خود بیانگر وجود ثبات در جوامع نرم‌تن و وجود منطقه‌بندی صحیح می باشد (Gray, 2002).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این تحقیق و سایر تحقیقات مشابه در این زمینه می‌توان استنباط نمود که به طور کلی به دلیل دمای بسیار بالای منطقه شمالی خلیج‌فارس در فصل تابستان و دمای مناسب این منطقه در فصل زمستان فراوانی و تنوع دوکفه‌ای‌ها در فصل زمستان بیشتر بوده است. در طی دوره بررسی بویژه در فصل زمستان به ترتیب گونه های *C.sulculosa* و *G.maculosa* از دوکفه‌ای‌ها در مقایسه با سایر گونه‌ها فراوانی بیشتری را نشان داده بودند. در این مطالعه مقادیر شاخص‌ها در فصول تابستان و زمستان اختلافاتی را هر چند جزئی ولی مرتبط با تغییر در ترکیب گونه‌ای ایستگاه ها نشان می‌دهند. در طی دوره بررسی محدوده میانگین شاخص شانون (۱/۴۶-۲/۰۱) بوده است. بر اساس شاخص شانون ایستگاه‌های مورد مطالعه در وضعیت کیفی ضعیف و بد ارزیابی شدند.

حامی مالی

حمایت مالی از این پژوهش از طرف دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، دانشکده منابع طبیعی در قالب پژوهانهٔ پایان‌نامه دانشجویی (نویسنده اول) انجام شده است.

References

Abisha, C., Kutty, R., Gurjar, U. R., Jaiswar, A. K., Deshmuke, G., Sasidharan, A. and Xavier, K. M., 2024. Microplastic prevalence, diversity and characteristics in commercially important edible bivalves and gastropods in relation to environmental matrices. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 13, 100392. https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100392

Albayrak, S., Balkis, H., Zenetos, A., Kurun, A. and Kubanç, C., 2006. Ecological quality status of coastal benthic ecosystems in the Sea of Marmara. *Marine Pollution Bulletin*, 52(7), pp. 790–799. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.11.022

Al-Kandari, M., Oliver, P. G., Chen, W., Skryabin, V., Raghu, M., Yousif, A., Al-Jazzaf, S., Taqi, A. and AlHamad, A., 2020. Diversity and distribution of the intertidal Mollusca of the State of Kuwait, *Arabian Gulf. Regional Studies in Marine Science*, 33, 100905. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100905

Al-Yamani, F. Y., Boltachova, N., Revkov, N., Makarovb, M., Grintsov, V., Kolesnikova, E. and Murina, G. V., 2009. Winter species composition, diversity and abundance of macrozoobenthos in Kuwait's waters, Persian Gulf. ZooKeys, 31, pp. 17– 38. https://doi.org/10.3897/zookeys.31.74

Al-Yamani, F. Y., Skryabin, V., Boltachora, N., Revkov, N., Makarov, M., Grintson, V. and Kolesnikova, E., 2012. Illustrated Atlas on the Zoobenthos of Kuwait. *Kuwait Institute for Scientific Research*, 383 p.

Amini, Z., Savari, A., Archangi, B. and Haghi, M., 2020. The effect of environmental parameters (depth and sediment) on the benthic molluscs density and diversity in the crater of Nayband Bay. *Journal of Oceanography*, 11(42), pp. 39–47. (In Persian) http://dx.doi.org/10.52547/joc.11.42.39

Azizi, N., Sari, A., Fatemi, S. M., Farshchi, P. and Mousavi-Nadushan, R., 2020. Analyses of macrobenthic fauna in rocky habitats along the coast of Bushehr, Persian Gulf, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(6), 3127–3150. (In Persian) https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.15622916.2020.19.6.13.5

Bascur, M., Muñoz-Ramírez, C., Román-González, A., Sheen, K., Barnes, D. K., Sands, C. J., Brante, A. and Urzúa, Á., 2020. The influence of glacial melt and retreat on the nutritional condition of the bivalve Nuculana inaequisculpta (Protobranchia: Nuculanidae) in the West Antarctic Peninsula. Plos One, 15(5), e0233513. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233513

Bocchetti, R., Fattorini, D., Pisanelli, B., Macchia, S., Oliviero, L., Pilato, F., Pellegrini, D. and Regoli, F., 2008. Contaminant accumulation and biomarker response in caged mussels, Mytilus galloprovincialis, to evaluate bioavailability and toxicology effects of remobilized chemicals during dredging and disposal operation in harbor areas. *Aquatic Toxicology*, 89(4), pp. 257– 266. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2008.07.011

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

Carss, D. N., Brito, A. C., Chainho, P., Ciutat, A., de Montaudouin, X., Otero, R. M. F., Filgueira, M. I., Garbutt, A., Goedknegt, M. A., Lynch, S. A. and Mahony, K. E., 2020. Ecosystem services provided by a non-cultured shellfish species: The common cockle Cerastoderma edule. *Marine Environmental Research*, 158, 104931. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104931

Carte, S. P. and Salinas, J. I. S., 2001. Changes in the sublittoral faunal biomass induced by the discharge of a polluted river along the adjacent rocky coast (N. Spain). *Marine Ecology Progress Series*, 212, pp. 13–27. https://doi.org/10.3354/meps

Debruyne, R. H., 2003. The complete encyclopedia of shells. Rebo Publisher, 336 p. Ghanavati Asl, A., Nabavi, S. M. B., Rouzbahani, M. M., Alipour, S. S. and Monavari, S. M. ,2024. Ecological quality status of stressed coastal benthic ecosystems in Nayband Bay from the Northern Persian Gulf, Iran using AMBI, M-AMBI, Bentix, and H′ indices. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 8(1), pp. 279–297. https://doi.org/10.5281/zenodo.7076047

Gray, J., 2002. The ecology of marine sediments (1st ed.). Cambridge University Press, pp. 100–120. Henseler, C., Nordström, M. C., Törnroos, A., Snickars, M., Pecuchet, L., Lindegren, M. and Bonsdorff, E., 2019. Coastal habitats and their importance for the diversity of benthic communities: a species- and trait-based approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 226, 106272. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106272

Hosseinzadeh Sahafi, H., 2000. Atlas of Mollusca Persian Gulf. Iranian Fisheries Science Research Institute, 248 p. Janbandhu, S., Kardani, H., Singh, P. and Hareendran, S., 2024. Occurrence of intertidal marine bivalve along Sikka coast, Gujarat India. *Journal of Experimental Zoology India*, 27(1), pp. 525–530. https://doi.org/10.51470/JEZ.2024.27.1.525

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*, 4(13), pp. 53–60. (In Persian) https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.15621057.1392.4.13.7

Knights, A. M., Norton, M. J., Lemasson, A. J. and Stephen, N., 2020. Ocean acidification mitigates the negative effects of increased sea temperatures on the biomineralization and crystalline ultrastructure of Mytilus. *Frontiers in Marine Science*, 7, 567228. https://doi.org/10.3389/fmars.2020.567228

Kohan, A. and Badbardast, Z., 2012. Investigating the biodiversity indicators of the Gastropoda in intertidal zone in Asaluyeh and Boushehr Seaports. *Journal of the Environmental Science*, 52, pp. 3–11. (In Persian)

Kruft Welton, R. A., Hoppit, G., Schmidt, D. N., Witts, J. D. and Moon, B. C., 2024. Reviews and syntheses: The clam before the storm–a meta-analysis showing the effect of combined climate change stressors on bivalves. *Biogeosciences*, 21(1), pp. 223– 239. https://doi.org/10.5194/bg-21-223-2024

Lam-Gordillo, O., Baring, R. and Dittmann, S., 2020. Ecosystem functioning and functional approaches on marine macrobenthic fauna: A research synthesis towards a global consensus. *Ecological Indicators*, 115, 106379. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106379

Ludwig, J. A. and Reynolds, J. F., 1988. Statistical ecology: a primer in methods and computing. 1st ed., John Wiley and Sons, pp. 145–250.

Mahmodi, M., Safahiyeh, E., Nikpor, Y. and Ganemi, K., 2011. *Journal of Environmental Science*, 37(58), pp. 141–148. (In Persian) https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.10258620.1390.37.58.15.5

Masaeli, Sh., Ghavam Mostafavi, P., Hosseinzadeh Sahafi, H., Tamadoni Jahromi, S., Nabinejad, A. and Noaman, V., 2021. Molecular phylogeny of bivalve families (Arcidae, Chamidae, Margaritidae, Ostreidae, Veneridae) in the Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 20(1), pp. 96–108. (In Persian) https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.15622916.2021.20.1.1.0

Maynou, F., Galimany, E., Ramón, M. and Solé, M., 2020. Impact of temperature increase and acidification on growth and the reproductive potential of the clam Ruditapes philippinarum using DEB. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 247, 107099. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107099

McAfee, D., O'Connor, W. A. and Bishop, M. J., 2017. Fast-growing oysters show reduced capacity to provide a thermal refuge to intertidal biodiversity at high temperatures. *Journal of Animal Ecology*, 86(6), pp. 1352–1362. https://doi.org/10.1111/1365-2656.12757

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

Oliver, P. G., Al-Kandari, M. A. N. A. L., Behbehani, M. and Dekker, H., 2023. An illustrated checklist of the intertidal Bivalvia of the State of Kuwait. *Journal of Conchology*, 44(6), 483–528. https://doi.org/10.61733/JConCh44601

Papahn, F., Maremazi, J. and Ahmadi Asl, F., 2010. Identification and classification of Bivalvia of Mollusca Persian Gulf. *The First National Conference on Aquatic Sciences*, pp. 1– 19. (In Persian)

Papahn, F. and Ghajari, T., 2018. Identification and classification of Bivalvia in Northwestern of the Persian Gulf coastal water (from Deylam to Bahmanshir river). *Experimental Animal Biology*, 6(4), pp. 41–55. (In Persian) https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23222387.1397.6.4.4.6

Sanders, H. L., 1968. Marine benthic diversity: A comparative study. American Naturalist, 102, pp. 243–282. Smaal, A. C., Ferreira, J. G., Grant, J., Petersen, J. K. and Strand, Ø., 2019. *Goods and Services of Marine Bivalves. Springer Nature*, 591 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9

Smyth, A. R., Murphy, A. E., Anderson, I. C. and Song, B., 2018. Differential effects of bivalves on sediment nitrogen cycling in a shallow coastal bay. *Estuaries and Coasts*, 41, pp. 1147–1163. https://doi.org/10.1007/s12237-017-0344-9

Stanly, Y. M., Lam, K. S., Martin, M. and Calwell, W., 2008. The use of selected genotoxicity assays in green mussels Perna viridis: a validation study in Hong Kong coastal water. *Marine Pollution Bulletin*, 83, pp. 1521– 1529. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.03.006

Vazirizadeh, A., Mohammadi, M. and Fakhri, E., 2012. Ecological assessment of Mollusca communities on the rocky coast of the province Bushehr. *Journal of Oceanography*, 3(9), pp. 55–61. (In Persian)

Velayatzadeh, M., Mohab, H. and Hosseini, M., 2013. Identification and frequency of Bivalvia beaches of Bushehr province (Deylam, Bushehr, Dayer, Kagan). *Journal of Marine Science and Technology Research*, 8(1), pp. 91–104. (In Persian)

Welch, E. B., 2003. Ecological effects of wastewater (1st ed.). E&FN Spon Publ. Co., London, pp. 142–187.

Yasser, A. G., Naser, M. D., Oliver, P. G., Darweesh, H. and Al-Khafaji, K., 2022. Additional records of marine bivalves from Iraq, with a provisional checklist for the marine bivalves of Iraq. *Ecologica Montenegrina*, 53, pp. 25–34. https://doi.org/10.37828/em.2022.53.3

Yasser, A. G., Naser, M. D., Abdul-sahib, I. M. and Abdullah, D. S., 2023. New records of bivalves from the Iraqi coast. *Ecologica Montenegrina*, 62, pp. 50– 54. https://doi.org/10.37828/em.2023.62.7

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]