University of Hormozgan

Journal of Aquatic Ecology

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

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

Species Diversity and Community Structure of Macrobenthos in the Fishing

Arezo Kor[1], Mohammad Gholizadeh[1]✉, Mohammad Harsij[1], Rahman Patimar[1], Abolhasan Fathabadi[2], and Seied mostafa Aghilinezhad[3]

1. Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran.
2. Department of Water, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran.
3. Golestan Sturgeon Affairs Management, Specialized Agricultural Services Parent Company, Gorgan, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 17 July 2025
Accepted: 11 October 2025
Published: 6 November 2025

✉**Corresponding Author:**
gholizadeh_m@gonbad.ac.ir

Keywords:
Macrobenthos,
species diversity,
purse seine fishing,
Gomishan coast.

ABSTRACT

Although macrobenthic communities are key components of aquatic ecosystems worldwide, their ecology in the southeastern Caspian Sea's fishing grounds remains poorly studied. This research examined the effects of beach-seine (Pereh) fishing on spatial and seasonal variations in macrobenthic communities along the Gomishan coast of Golestan Province. Seasonal sampling was conducted from autumn 2020 to summer 2021 at three stations, each with three transects (nine sampling points) on muddy substrates. Diversity indices, including Simpson, Shannon, and species richness, were calculated for benthic assemblages. Six major macrobenthic groups were identified. Polychaeta (52.50%), Tubificida (43.33%), and Mollusca (17.4%) represented the dominant taxa. The Naididae family exhibited the highest density (566.67 ind./m²), while the bivalve *Cerastoderma glaucum* showed the highest biomass (3.87 g/m²). Except in autumn, Polychaeta dominated across all seasons. Among sampling sites, the Khazar-seine station showed the highest abundance (46.76%), whereas the Peyvand station had the lowest (23.02%). Across transects, macrobenthos abundance was highest at 5000 m offshore (60.43%) and lowest nearshore (2.88%). Cluster and MDS analyses demonstrated minimal species abundance near the shoreline, with progressive increases offshore. Macrobenthos abundance also increased during summer. SIMPER analysis indicated that Naididae and Nereidae contributed most to community dissimilarity, while Pyrgulidae and Cardiidae were predominantly associated with deeper waters. Overall, findings reveal a marked gradient in macrobenthic abundance, with minimal densities at nearshore stations and increasing abundance at 1000 m and 5000 m distances from the coastline.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Marine benthic macrobenthos play a key role in ecosystem processes such as bioturbation, pollutant metabolism, nutrient cycling, and secondary production (Yasuhara *et al*., 2017). Despite temporal and seasonal fluctuations in their biomass and diversity, macrobenthic communities are widely used as indicators of aquatic ecosystem health (Gholizadeh *et al*., 2012). In recent years, concerns have grown regarding the ecological impacts of various fishing methods and gears on marine resources and benthic habitats (Daryanabard *et al*., 2009; Beckensteiner *et al*., 2023; Farahmand *et al*., 2023).

The southeastern Caspian Sea supports several fishing cooperatives that operate for nearly seven months each year, during which fishing activities can disturb seabed sediments and influence the abundance and diversity of benthic fauna. Although benthic community assessments are essential for environmental management, few studies have described the macrobenthic fauna of the southern Caspian Sea (Parr *et al*., 2007), particularly in Iranian waters (Bandany *et al*., 2008). Consequently, the macrobenthic community structure in this region remains poorly characterized.

This study aimed to investigate the structure, composition, and biodiversity of macrobenthic communities in the southeastern Caspian Sea. The findings provide insight into environmental and anthropogenic influences on benthic fauna, help monitor the effects of invasive species, and contribute to improved management strategies for this ecologically important region.

Materials and Methods

The study was conducted along the southeastern coast of the Caspian Sea in the coastal waters of Gomishan, Golestan Province, characterized by muddy substrates (37°12′57″ N, 53°56′42″ E). Sampling stations were selected based on fishing activity and distance from shore. Three active beach-seine fishing grounds—Molanafas, Peyvand, and Khazar cooperatives—were surveyed.

At each fishing ground, three transects perpendicular to the shore were established (nearshore, 1000 m offshore, and 5000 m offshore), resulting in nine stations in total. Three replicate samples were collected per station. Seasonal sampling was conducted from autumn 2020 through summer 2021 (Figure 1).

To assess the effects of beach-seine fishing on macrobenthos, sampling was aligned with the fishing calendar: 1. Autumn 2020 – immediately before the start of the fishing season. 2. Early Winter 2020 – after approximately three months of fishing activity. 3. Late Fishing Season (May 2021) – just before fishing ended. 4. Late Summer 2021 – several months after the closure of the fishing season to assess recovery. Fishing activity during the 2020–2021 season extended from July 20, 2020, to January 25, 2021.

Results

A total of **six families and six species** of macrobenthos were identified: *Pyrgohydrobia* sp.,

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

Cerastoderma glaucum, *Hediste diversicolor*, *Streblospio gynobranchiata*, *Hypaniola kowalewskii*, and *Tubificoides fraseri*.

The polychaete *Hediste diversicolor* was the dominant species in terms of density, while the mollusk *Cerastoderma glaucum* exhibited the highest biomass. Among the identified families: Naididae showed the highest density (566.67 ind./m²), followed by Nereidae (141.11 ind./m²), and the sediment-feeding polychaete family Spionidae (200.00 ind./m²). The Pyrgulidae family displayed the lowest abundance (11.11 ind./m²).

Biomass patterns showed that *C. glaucum* had the highest fresh weight (3.87 g/m²), followed by *H. diversicolor* (1.73 g/m²) and Nereidae (1.67 g/m²). The highest and lowest mean biomass values were recorded in summer and spring, respectively (1.33 ± 0.51 g/m² and 4.24 ± 1.33 g/m²).

Conclusion

The findings indicate that spatial variations in macrobenthic communities were not strongly correlated with distance from shore and cannot be directly attributed to beach-seine fishing activities. However, this monitoring study provides evidence that fishing may influence benthic communities, which form a critical part of the food web.

Seasonal cessation of fishing during summer appears to allow for partial recovery of macrobenthic abundance and richness compared to pre-fishing conditions. In contrast to density, seasonal and environmental fluctuations likely contributed to variation in species diversity at certain stations and distances from the shore. These results underscore the importance of continued monitoring to better understand ecological dynamics and guide sustainable fishery management in the southeastern Caspian Sea.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

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

تنوع گونه‌ای و ساختار جامعه ماکروبنتوزها در بخش صیدگاهی گمیشان، جنوب شرقی دریای خزر

آرزو کر[۱]، محمد قلی زاده[۱]✉، محمد هرسیج[۱]، رحمان پاتیمار[۱]، ابولحسن فتح آبادی[۲]، سید مصطفی عقیلی نژاد[۳]

۱. گروه شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.
۲. گروه آب، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.
۳. مدیریت امور ماهیان خاویاری گلستان، شرکت مادر تخصصی خدمات کشاورزی، گرگان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۸/۱۵

✉ **نویسنده مسئول:**
gholizadeh_m@gonbad.ac.ir

کلیدواژه‌ها:
ماکروبنتوز،
تنوع گونه‌ای،
صید پره،
ساحل گمیشان.

چکیده

اگرچه جوامع ماکروبنتوزی به عنوان گروه‌های اصلی در بسیاری از اکوسیستم‌های آبی سراسر جهان در نظر گرفته می‌شوند، اما بوم‌شناسی ماکروبنتوزهای صیدگاهی جنوب شرقی دریای خزر در حال حاضر کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. بررسی تاثیرات صید پره گمیشان بر تغییرات مکانی و زمانی موجودات ماکروبنتوزی در سواحل جنوب شرقی دریای خزر، استان گلستان به صورت فصلی (از پائیز ۱۳۹۹ تا تابستان ۱۴۰۰) نمونه برداری شد. نمونه برداری از رسوبات در ۳ ایستگاه، از هر ایستگاه ۳ ترانسکت (۹ نقطه) در بستر گلی انجام گرفت. شاخص‌های تنوع شامل شاخص سیمپسون، شاخص شانون، و شاخص‌های غنای گونه‌ای برای موجودات کفزی محاسبه شدند. ۶ گروه از موجودات ماکروبنتوزی جداسازی و شناسایی گردید که رده پرتاران (Polychaeta) با ۵۲/۵۰ درصد، راسته (Tubificida) با ۴۳/۳۳ درصد و شاخه نرمتنان (Mollusca) با ۴/۱۷ درصد به ترتیب جمعیت ماکروبنتوزها را شامل شدند. خانواده (Naididae) با ۵۶۶/۶۷ عدد در مترمربع و گونه صدف کاردیوم (*Cerastoderma glaucum*) با ۳/۸۷ گرم در مترمربع بیشترین تراکم و بایومس را در این مطالعه به خود اختصاص دادند. بجز فصل پاییز در سایرفصول سال رده پرتاران بالاترین درصد فراوانی را در مناطق مورد مطالعه به خود اختصاص دادند. در بین مکانهای نمونه برداری، سایت پره خزر بیشترین (۴۶/۷۶ درصد) و سایت پیوند کمترین (۲۳/۰۲ درصد) فراوانی ماکروبنتوزها را شامل شدند. همچنین در بین ترانسکت های مطالعاتی، ۵۰۰۰ متر فاصله از ساحل بیشترین (۶۰/۴۳ درصد) و نزدیک به ساحل کمترین (۲/۸۸ درصد) فراوانی از ماکروبنتوزها را شامل شدند. تحلیل خوشه‌ای و MDS نشان داد که میانگین فراوانی گونه‌ها در ایستگاه‌های نزدیک به ساحل کمترین مقدار را داشت. همچنین فراوانی ماکروبنتوزها در طول تابستان و با فاصله گرفتن از ساحل، افزایش یافت. تحلیل SIMPER بیشترین عدم تشابه را بین Naididae و Nereidae نشان داد و خانواده های Pyrgulidae و Cardiidae اغلب در آب های عمیق شناسایی شدند. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که کمترین فراوانی گونه در ایستگاه نزدیک به ساحل و با فاصله گرفتن از ساحل (فاصله ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ متری از ساحل) فراوانی آن افزایش یافت.

ناشر: دانشگاه هرمزگان.

CC BY NC

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

مقدمه

ماکروبنتوزهای کف‌زی دریایی نقش مهمی در فرآیندهای اکوسیستم مانند پراکندگی و دفن، متابولیسم آلاینده‌ها، چرخه مواد مغذی و تولید ثانویه ایفا می‌کنند (Yasuhara *et al.,* 2017). اگرچه زیست‌توده و تنوع بی‌مهرگان کف‌زی نشان‌دهنده یک الگوی زمانی و فصلی است، اما به عنوان شاخص‌های سلامت اکوسیستم‌های آبی به کار می‌روند (Gholizadeh *et al*., 2012). ماکروبنتوزها به اختلالات انسانی و تغییرات طبیعی مانند دما، pH، میزان اکسیژن محلول و آلودگی در زیستگاه‌های خود به روش‌های مختلف واکنش نشان می‌دهند. تغییرات آب و هوایی بر اکوسیستم دریایی و پیچیدگی شبکه‌های غذایی تأثیر گذاشته است (Schofield *et al*., 2013l; Alizadeh *et al*., 2019). افزایش میانگین دمای جهانی، کاهش غلظت اکسیژن آبزیان و تغییرات در قدرت باد عوامل اصلی تأثیرگذار بر رفتار جریان‌های اقیانوسی هستند که منجر به تغییراتی در توزیع و فراوانی اکوسیستم‌های دریایی می‌شود (Muruganandam *et al*., 2023). نوسان در الگوی تنوع بی‌مهرگان دریایی به عنوان تولید ثانویه شبکه غذایی دریایی می‌تواند بر شبکه‌های غذایی تأثیر بگذارد و باعث تغییرات پیچیده‌ای در روابط غذایی شود (Nordström and Bonsdorff, 2017).

دریای خزر بزرگ‌ترین پهنه آبی محصور در خشکی جهان به شمار می‌رود که حدود ۴۰ درصد از حجم آب‌های قاره‌ای را در خود جای داده است (Shiganova *et al.,* 2023). این دریا از نظر ساختاری به سه بخش متمایز تقسیم می‌شود؛ به‌طوری‌که عمق بخش‌های مرکزی و جنوبی به ترتیب ۷۸۸ و ۱۰۲۵ متر بوده و گردش آب در آن‌ها از نوع دریایی است. میزان شوری این پهنه آبی در حدود ۱۲ تا ۱۳ ‰ گزارش شده که مشابه برخی از دریاهای محصور قاره‌ای دیگر است. در سواحل جنوبی دریای خزر، حدود ۱۲,۹۰۰ ماهیگیر حرفه‌ای در قالب ۲۴۰ تعاونی در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان فعالیت می‌کنند. فعالیت‌های صیادی توسط انواع مختلف شناورها انجام می‌شود که به‌طور کلی در سه دسته اصلی قرار می‌گیرند: تور گوشگیر کف برای صید ماهیان خاویاری، تور ساحلی (پره) برای صید ماهیان استخوانی، و تور بالابر برای صید کیلکا. میزان کل برداشت سالانه این گروه‌ها به ترتیب برابر با ۱۷۸، ۲۰۴۵ و ۱۶,۷۴۳ تن گزارش شده است (Iran Fisheries Statistical Yearbook, 2021). با این حال، از سال ۱۹۹۸ به بعد، ذخایر ماهیان خاویاری در دریای خزر جنوبی به‌شدت کاهش یافته است. افزون بر این، استفاده از تورهای گوشگیر و رهاسازی بقایای آن‌ها، یکی از تهدیدات جدی برای فک خزری (*Pusa caspica*)، بچه‌ماهیان خاویاری و سایر موجودات دریایی به شمار می‌رود (Orlov *et al.,* 2022). همین مسئله موجب شد که نهادهای مسئول، محدودیت‌های سختگیرانه‌ای بر استفاده از این نوع تورها اعمال کنند. در پی این اقدام، ماهیگیران به استفاده از تورهای ساحلی (پره) تشویق شدند؛ روشی که به تدریج جایگزین تورهای گوشگیر گردید (Iran Fisheries Statistical Yearbook, 2021). شایان ذکر است که فعالیت صید با تور پره معمولاً در مناطق کم‌عمق توسط حدود ۲۴۰ تعاونی شیلاتی انجام می‌شود. این شیوه صید عمدتاً در ماه‌های اکتبر تا مارس فعال بوده و در بازه زمانی آوریل تا سپتامبر متوقف می‌گردد (Iran Fisheries Statistical Yearbook, 2021). در حال حاضر، این روش به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شیوه‌های صید در دریای خزر محسوب می‌شود که بر اساس طبقه‌بندی گابریل در گروه بدون کد قرار می‌گیرد (Gabriel *et al.,* 2008).

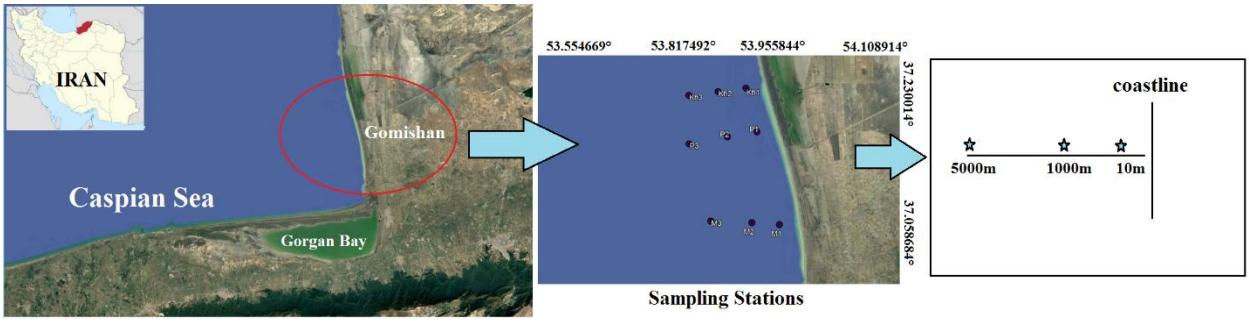
روش‌ها و تکنیک‌های غیرمسئولانه ماهیگیری مانند تجهیزات ماهیگیری مخرب، ماهیگیری بیش از حد و زمان نادرست ماهیگیری، منابع دریایی را در سراسر جهان کاهش داده است (Blanchard *et al.,* 2008). مدیریت منابع دریایی نیازمند ادغام اطلاعات پایه قبلی با شرایط اکولوژیکی معاصر است تا به مدیران اجازه دهد ابزارهای موثری را توسعه دهند که قادر به پیش‌بینی تغییرات و تأثیرات بر گونه‌ها و جوامع خاص و همچنین حفظ زیستگاه‌های طبیعی باشند (Gholizadeh, 2021).

در سال‌های اخیر، آگاهی فزاینده‌ای از اثرات گسترده روش‌ها و تجهیزات ماهیگیری بر منابع و اکوسیستم‌های دریایی وجود داشته است (Daryanabard *et al.,* 2009; Beckensteiner *et al.,* 2023; Farahmand *et al.,* 2023). سواحل جنوب شرقی دریای خزر محل تعاونی‌های ماهیگیری است که هفت ماه از سال به فعالیت‌های ماهیگیری می‌پردازند. فعالیت‌های ماهیگیری اغلب باعث ایجاد اختلالاتی در کف دریا می‌شوند و علاوه بر آن بر زیست توده و تنوع موجودات کفزی تأثیر می‌گذارند. بنابراین، اگرچه تجزیه و تحلیل ساختارهای جوامع برای مدیریت و حفاظت از محیط زیست مفید است، اما تنها تعداد کمی از مطالعات، جانوران کفزی جنوب دریای خزر (Parr *et al*., 2007) به ویژه در بخش ایران (Bandany *et al*., 2008) را توصیف کرده‌اند و جامعه ماکروبنتوزی این منطقه تا حد زیادی ناشناخته مانده است. هدف از این پژوهش، مطالعه ساختار و تنوع زیستی جامعه ماکروبنتوزی در جنوب شرقی دریای خزر بود. این نتایج می‌تواند به ما در ارزیابی تغییرات محیطی و انسانی روی جانوران و نظارت بر تأثیر گونه‌های مهاجم و بهبود مدیریت این منطقه در آینده کمک کند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی در سواحل جنوب شرقی دریای خزر در محدوده آب‌های استان گلستان در گمیشان با بستر گلی (عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه و ۵۷ ثانیه و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۶ دقیقه و ۴۲ ثانیه) تعیین گردید. ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر مبنای پره‌کشی و فاصله از ساحل تعیین شد. به‌همین ترتیب نمونه‌برداری از ۳ صیدگاه در ناحیه گمیشان، تعاونی‌های صیادی ملانفس، پیوند و خزر انتخاب شد. در هر یک از ایستگاه های نمونه‌برداری، سه ترانسکت عمود بر ساحل (نزدیک ساحل، ۱۰۰۰ متر و ۵۰۰۰ متر از ساحل)، در مجموع ۹ ایستگاه و در هر ایستگاه ۳ تکرار تعیین گردید. بدین‌گونه نمونه‌برداری در ۹ ایستگاه تعیین شده اجرا شد (۳ ایستگاه و ۳ ترانسکت در هر ایستگاه). نمونه‌برداری‌ها به‌صورت فصلی و از پائیز ۱۳۹۹ تا تابستان ۱۴۰۰ از همه ایستگاه‌های انتخاب شده انجام گرفت (شکل ۱). به‌منظور مطالعه اثر صید پره بر موجودات بنتوز، نمونه‌گیری در ۴ مرحله اجرا گردید: نمونه‌برداری اول در پائیز ۱۳۹۹ و در اواخر روزهای قبل از آغاز فصل جدید صید. نمونه‌برداری دوم در ابتدای زمستان سال ۱۳۹۹ و پس از گذر نزدیک به ۳ ماه از فعالیت پره‌های صیادی. نمونه‌برداری سوم در اواخر روزهای صید پره (اردیبهشت ۱۴۰۰) و نمونه‌برداری چهارم در آخر تابستان سال ۱۴۰۰ و چند روز قبل از آغاز فصل جدید صید و پس از سپری شدن حدود ۶ ماه از پایان صید به‌منظور مطالعه مقدار بازسازی ناحیه. لازم به ذکر است که فصل صید ۱۳۹۹–۱۴۰۰ در تعاونی‌های صید پره استان گلستان از تاریخ ۱۳۹۹/۷/۲۰ تا ۱۴۰۰/۱/۲۵ مشخص گردید.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در منطقه صیدگاهی گمیشان، سواحل جنوبی دریای خزر

برای نمونه‌برداری بی‌مهرگان کفزی از خطوط و ایستگاه‌های تعیین شده، بوسیله گرب با سطح پوشش ۲۲۵ سانتی‌متر مربع (۱۵×۱۵) در هر ایستگاه ۳ نمونه برداشت شد (Gholizadeh, 2021). سپس رسوبات به‌وسیله الکل اتیلیک ۷۰٪ تثبیت شده و پس از نصب برچسب و بسته‌بندی، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه برای جداسازی بی‌مهرگان کفزی از دیگر موجودات از الک ۵۰۰ میکرون استفاده شد، رسوبات روی الک ۵۰۰ میکرون برای کفزیان تفکیک شده و بعد از شستشو، نمونه‌های جدا شده در ظروف پتری ریخته شد (Eleftheriou and McIntyre, 2005). بعد از جداسازی نمونه‌ها از رسوبات، همه بی‌مهرگان کفزی موجود در هر نمونه، توسط استریو میکروسکوپ یا لوب مشاهده و شمارش شدند و با استفاده از اطلس بی‌مهرگان دریای خزر (Birshtain *et al*., 1968)، مورد شناسایی قرار گرفتند.

جهت تعیین ضرایب تنوع گونه‌ای در نمونه‌برداری‌های متفاوت، از شاخص‌های تنوع شامل: شاخص سیمپسون، شاخص شانون، و شاخص‌های غنای گونه‌ای برای موجودات کفزی ، به‌کار برده می‌شود (**رابطه ۱**). شاخص غنای مارگالف، میزان غنی و فقیر بودن اکوسیستم را از لحاظ تعداد گونه‌ها ارائه می‌دهد. هر چه مقدار عددی آن بیشتر باشد، حاکی از آن است که بدنه آبی به لحاظ زیستی از سلامت بالاتری برخوردار است (Margalef, 1958).

رابطه ۱

$$R1 = \frac{S-1}{Ln\ N}$$

بر اساس شاخص تنوع شانون–وینر فرض براین است که افراد بصورت تصادفی از بین یک جامعه بسیار بزرگ نمونه برداری شوند و تمامی گونه‌ها دارای نماینده‌ای در جامعه هستند. این شاخص می‌تواند مقادیر بین ۵–۱ را به خود اختصاص دهد و هر چقدر مقدار عددی شاخص پائین باشد نشان دهنده آلودگی بالاتر است (**رابطه ۲**). در این شاخص اطلاعات مربوط به تعداد گونه‌های متعلق به یک جمعیت و فراوانی نسبی آن‌ها با هم در محاسبه لحاظ می‌شود و در حقیقت تخمینی از ترکیب جمعیت کف‌زیان است.

رابطه ۲

$$H' = - \Sigma\ pi \log 2pi$$

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

شاخص سیمپسون از ۰ تا ۱ متغیر است و احتمال اینکه دو فرد برداشته شده به طور تصادفی از یک جامعه باشند را نشان می‌دهد. به زبان ساده‌تر هر دو فرد متعلق به یک گونه یا بیشتر باشند، بنابراین تنوع نمونه جامعه کم است (**رابطه ۳**). با توجه به این که ما معمولا با جوامع نامحدود سر و کار داریم که شمارش تمام اعضای آن‌ها امکان پذیر نیست سیمپسون این نوع معادله را برای نمونه برداری از جوامع نامحدود ارائه داد (Simpson,1949).

رابطه ۳

$$D = 1 - \left(\frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}\right)$$

وقتی که فراوانی تمام گونه‌ها در یک نمونه برابر است، به نظر می‌رسد که شاخص یکنواختی حداکثر خواهد شد (**رابطه ٤**)، چنانچه فراوانی نسبی گونه‌ها از یکنواختی دور بشوند، به طرف صفر میل می‌کند. معمول ترین شاخص یکنواختی مورد استفاده بوم شناسان شاخص پیلو است برای محاسبه شاخص‌های تنوع از نرم افزار Primer-E.6.0 استفاده گردید.

رابطه ٤

$$/\ln S \sum Pi \ln (Pi)$$

نتایج

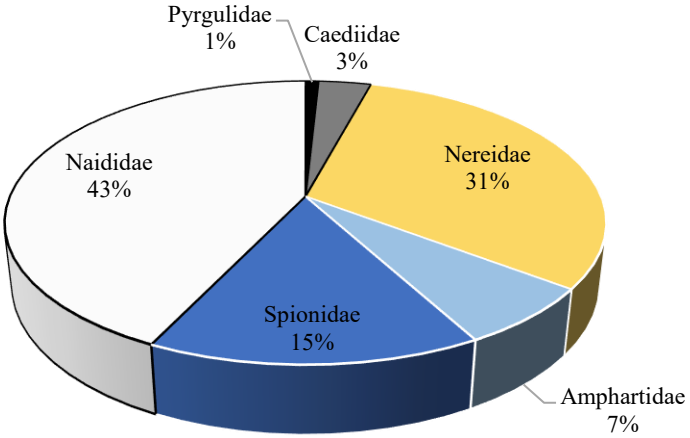
بررسی وضعیت بی مهره گان کفزی در سواحل صیدگاهی گمیشان بخش جنوب شرقی دریای خزر نشان داد که در مجموع ۶ خانواده و ۶ گونه شامل *Pyrgohydrobia* sp، *Cerastoderma glaucum*، *Hediste diversicolor*، *Streblospio gynobranchiata*، *Hypaniola kowalewskii* و *Tubificoides fraseri* شناسایی شدند که گونه *Hediste diversicolor* از پرتاران بعنوان گونه غالب از نظر میزان تراکم و گونه *Cerastoderma glaucum* از نرمتنان بیشترین زی توده شناسایی شده بودند. در مجموع نمونه‌برداری از بی‌مهرگان کفزی خانواده (Naididae) با ۵۶۶/۶۷ عدد در مترمربع بیشترین تعداد کل نمونه‌برداری بی‌مهرگان کفزی را در این مطالعه به خود اختصاص داد، و به دنبال آن خانواده (Nereidae) با ۴۱۱/۱۱ عدد در مترمربع و خانواده پرتاران رسوب‌خوار (Spioridae) نیز از نظر تعداد ۲۰۰/۰۰ عدد در مترمربع از کل تعداد نمونه‌برداری را به خود اختصاص دادند. خانواده شکم پایان (Pyrgulidae) با ۱۱/۱۱ عدد در مترمربع از کل تعداد نمونه‌برداری کمترین بوده است (جدول ۲). در مجموع نمونه‌برداری از بی‌مهرگان کفزی گونه صدف کاردیوم (*Cerastoderma glaucum*) با ۳/۸۷ گرم در مترمربع بیشترین وزن تر صدف (بدون پوسته) نمونه‌برداری بی‌مهرگان کفزی را در این مطالعه به خود اختصاص داد، و به دنبال آن گونه کرم پرتار *Hediste diversicolor* با ۱/۷۳ گرم در مترمربع و خانواده (Nereidae) نیز از نظر وزنی با ۱/۶۷ گرم در مترمربع از وزن نمونه‌برداری را به خود اختصاص دادند. در مطالعه حاضر، بیشترین و کمترین میانگین میزان زیتوده بترتیب در فصول تابستان و بهار با میانگین و انحراف معیار ۱/۳۳±۰/۵۱و ۱/۳۳±۴/۲۴ گرم در مترمربع بدست آمد.

جدول ۲: میانگین تراکم (تعداد/مترمربع) از مناطق مورد مطالعه

شاخه	رده	راسته	خانواده	خزر	پیوند	ملانفس
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Pyrgulidae	–	۱۱/۱۱ ± ۲/۸	–
	Bivalvia	Cardiida	Cardiidae	–	۴۴/۴۴ ± ۷/۱	–
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Nereidae	۳۰۰/۰ ± ۷۹/۸	۷۷/۷۸ ± ۱۸/۶	۱۳۳/۳۳ ± ۱۹/۷
		Terebellida	Amphartidae	۲۲/۲۲ ± ۹/۵	۴۴/۴۴ ± ۱۵/۴	۱۱/۱۱ ± ۳/۳
		Spionida	Spionidae	۱۶۶/۶۷ ± ۴۷/۱	۴۴/۴۴ ± ۱۱/۱	۴۴/۴۴ ± ۱۱/۶
	Naididae	Tubificida	Naididae	۲۳۳/۳۳ ± ۵۷/۹	۱۳۳/۳۳ ± ۳۹/۳	۲۷۷/۷۸ ± ۵۸/۵

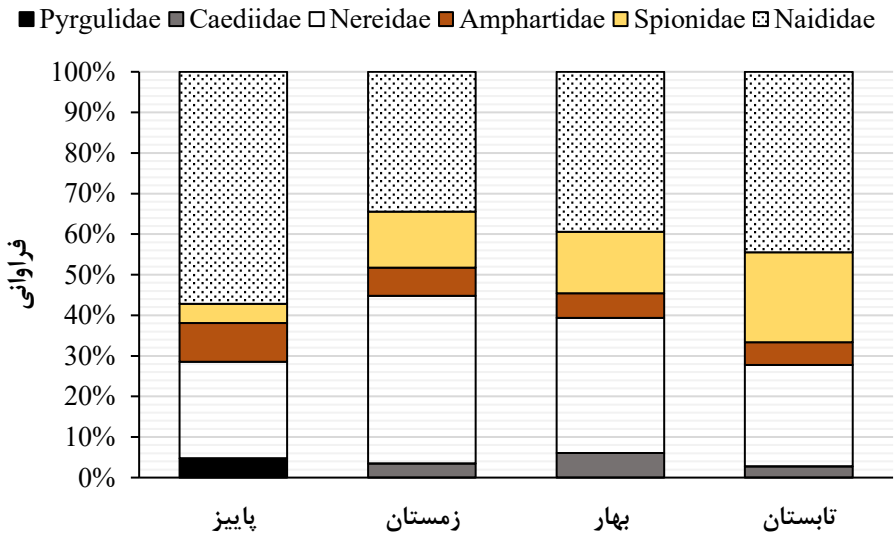
نتایج نشان داد درصد فراوانی بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده در مطالعه حاضر راسته (Tubificida) با ۴۳/۳۳ درصد، رده نرمتنان (Mollusca) با ۴/۱۷ درصد و پرتاران (Polychaeta) با ۵۲/۵۰ درصد بودند. در بین خانواده های مشاهده شده Naididae با ۴۲/۸۶ درصد بیشترین و Pyrgulidae با ۰/۸۴ درصد کمترین بودند (شکل ۲).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]



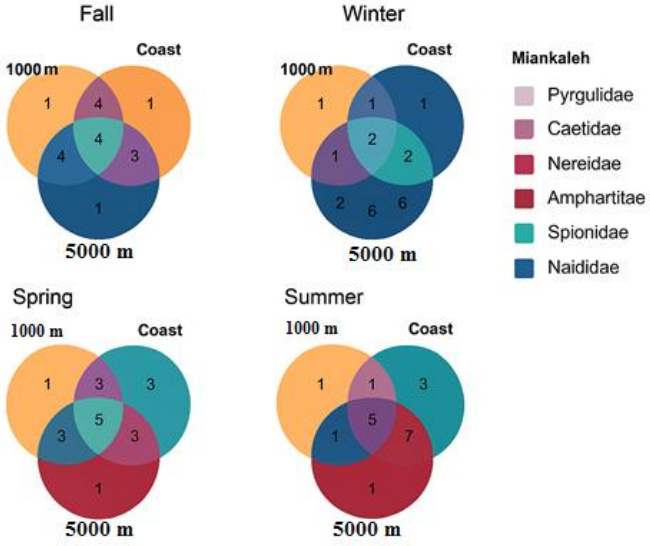
شکل ۲: درصد فراوانی نسبی از جوامع ماکروبنتوزهای مناطق نمونه برداری

نتایج نشان داد درصد فراوانی رده بزرگ بی‌مهرگان کفزی در فصل بهار رده پرتاران (Polychaeta) ۵۴/۵۵ درصد (بیشترین فراوانی متعلق به خانواده Nereidae با ۳۳/۳۳ درصد بود)، راسته (Tubificida) ۳۹/۳۹ درصد و رده نرمتنان (Mollusca) ۶/۰۶ درصد (تنها خانواده Caediidae مشاهده شد) بدست آمد (شکل ۳). در فصل تابستان رده پرتاران (Polychaeta) با ۵۲/۷۸ درصد (بیشترین فراوانی متعلق به خانواده‌های Nereidae با ۲۵ درصد و Spionidae با ۲۲/۲۲ درصد مشاهده شدند)، رده کم تاران (Tubificida) با ۴۴/۴۴ درصد و رده نرمتنان (Mollusca) با ۲/۷۸ درصد بدست آمد. در فصل پاییز رده پرتاران (Polychaeta) با ۳۸/۱۰ درصد، راسته (Tubificida) با ۵۷/۱۴ درصد و رده نرمتنان (Mollusca) با ۴/۷۶ درصد (تنها خانواده Pyrgulidae مشاهده شد) بدست آمد. در فصل زمستان رده پرتاران (Polychaeta) با ۶۲/۰۷ درصد، راسته (Tubificida) با ۳۴/۴۸ درصد و رده نرمتنان (Mollusca) با ۳/۴۵ درصد بدست آمد (شکل ۳). در تمامی فصول سال رده پرتاران بالاترین درصد فراوانی بجز فصل پاییز که رده کم تاران بیشترین را در مناطق مورد مطالعه به خود اختصاص دادند. تعداد گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه بین فصل تابستان با بقیه فصول تفاوت زمانی نشان داد، همچنین ترکیب جامعه ماکروبنتوزها نیز به طور ناچیز متفاوت بود و تنها ۶ گونه در هر ۴ فصل یافت شد (شکل ۴).



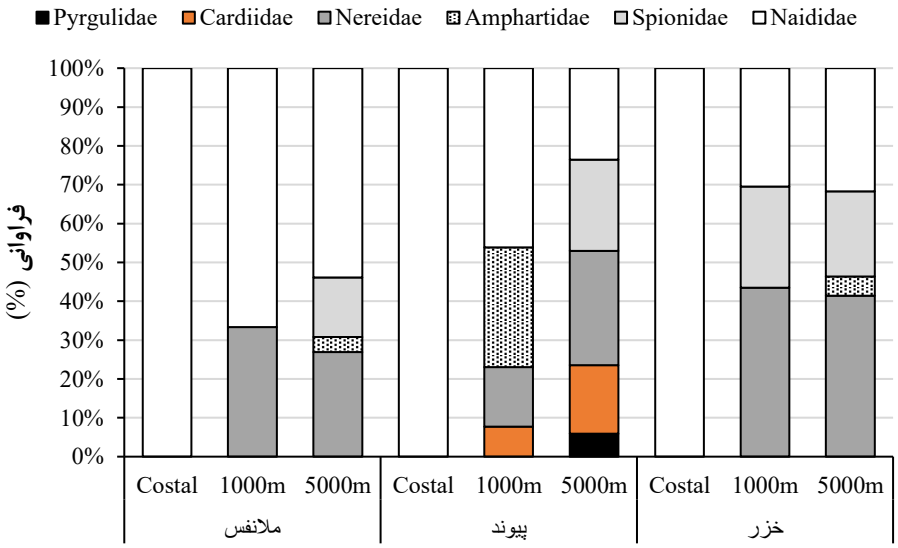
شکل ۳: درصد فراوانی رده بی‌مهرگان کفزی در فصول مختلف سال در مناطق مختلف نمونه‌برداری

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]



شکل ٤: ترکیب گونه‌ها در فصول و ترانسکت‌های مختلف صیدگاهی سواحل گمیشان

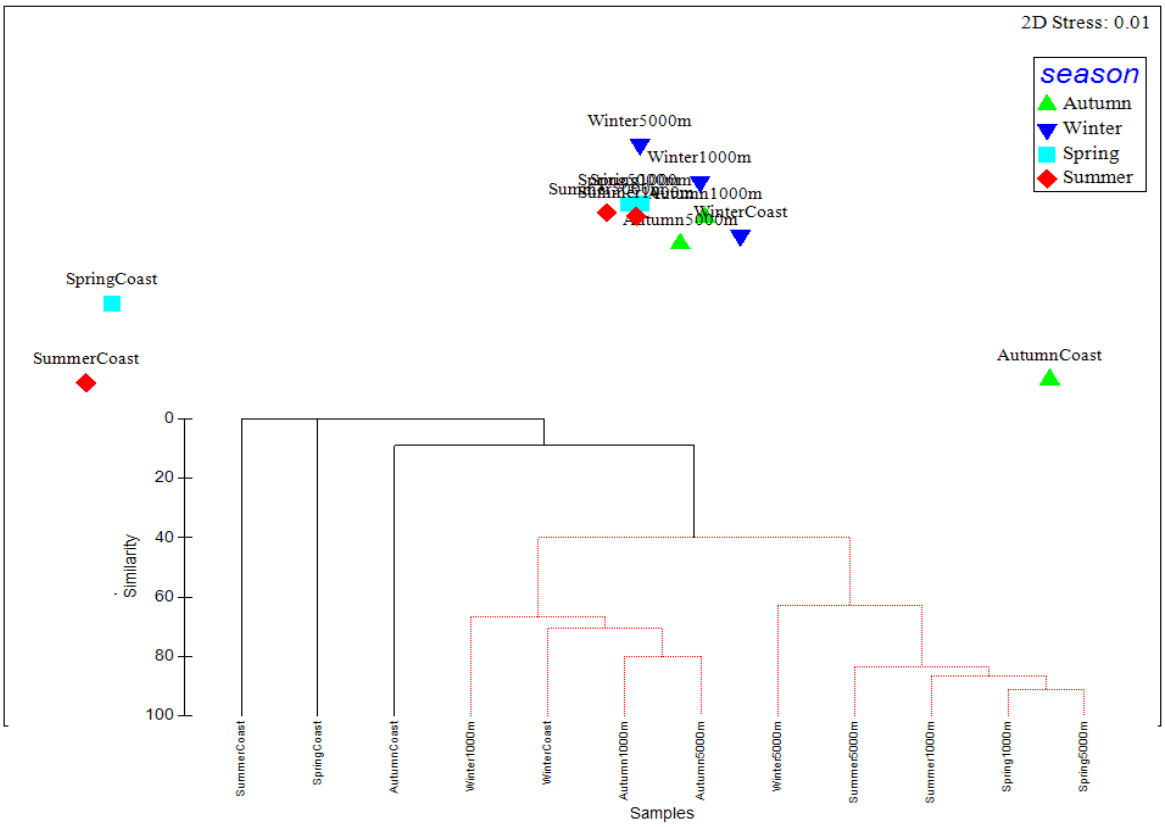
نتایج درصد فراوانی کل رده ماکروبنتوزها در سواحل مناطق نمونه‌برداری در شکل ۵ ارائه شده است. در بین مکان‌های نمونه‌برداری، سایت پره خزر بیشترین (۴۶/۷۶ درصد) و سایت پیوند کمترین (۲۳/۰۲ درصد) فراوانی بی‌مهرگان را شامل شدند. همچنین در بین ترانسکت‌های مطالعاتی، ۵۰۰۰ متر فاصله از ساحل بیشترین (۶۰/۴۳ درصد) و نزدیک به ساحل کمترین (۲/۸۸ درصد) فراوانی از بی‌مهرگان را شامل شدند. در مناطق نزدیک به ساحل تنها راسته (Tubificida) در تمامی مکان‌های مورد مطالعه مشاهده شد. در مناطق ۱۰۰۰ متری ساحل رده پرتاران (Polychaeta) با ۵۲/۹۴ درصد، راسته (Tubificida) با ۴۵/۱۰ درصد و رده نرمتنان (Mollusca) با ۱/۹۶ درصد مشاهده شدند. بیشترین خانواده مربوط به Naididae با ۴۵/۱۰ درصد و Nereidae با ۳۳/۳۳ درصد بدست آمد. در مناطق ۵۰۰۰ متری ساحل رده پرتاران (Polychaeta) با ۵۸/۳۳ درصد، راسته (Tubificida) با ۳۶/۹۰ درصد و رده نرمتنان (Mollusca) با ۴/۷۶ درصد مشاهده شدند. بیشترین خانواده مربوط به Naididae با ۴۵/۱۰ درصد، Nereidae با ۳۳/۳۳ درصد و Spionidae با ۲۰/۲۴ درصد بدست آمد. در مناطق ۱۰۰۰ متری ساحل و مناطق ۵۰۰۰ متری ساحل رده پرتاران بالاترین درصد فراوانی را در مناطق مورد مطالعه به خود اختصاص داد.



شکل ۵: درصد فراوانی کل ماکروبنتوزها در سواحل مناطق مختف نمونه‌برداری

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

در شکل ۶، نمودار رسته‌بندی MDS، با گروه‌های روی هم قرار گرفته تولید شده توسط تحلیل خوشه‌ای (UPGMA روی ماتریس تشابه Bray-Curtis)، نشان داده شده است، که نقاط نمونه در امتداد محور افقی مرتب شده و به دو گروه اصلی تفکیک شده‌اند: یکی شامل تمام نقاط با فاصله ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ متری از ساحل و دیگری شامل نقاط نزدیک به ساحل در فصول مختلف است. ANOSIM ساختار جامعه نشان داد که عدم تشابه جامعه در بین فصول (آزمون جهانی؛ $R = 0.1$، $p = 0.1$) و فراوانی ماکروبنتوزی از نظر ترانسکت متفاوت بود (ANOSIM یک طرفه، آزمون جهانی؛ $R = 0.41$، $p = 0.05$). تجزیه و تحلیل SIMPER عدم تشابه بین دو خوشه ۵۷/۸٪ را به همراه داشت. گونه هایی که به تقسیم جامعه کمک کردند عبارتند از: Naididae، Nereidae، Spionidae و Amphartidae (جدول ۳). خانواده های Pyrgulidae و Cardiidae اغلب در آب های عمیق شناسایی شدند، اما در آب های کم عمق وجود نداشتند.



شکل ٦: نمودار رسته‌بندی چندبعدی مقیاس‌بندی‌شده غیرمتریک مشتق‌شده (MDS) از داده‌های فراوانی تبدیل‌شده ریشه چهارم. خطوط روی هم قرار گرفته، نقاط خوشه‌بندی‌شده توسط تحلیل طبقه‌بندی را به هم متصل می‌کنند (سطوح شباهت نیز ارائه شده است).

جدول ۳: تحلیل درصد تشابه (Simper) گروه‌های ماکروبنتوز

گونه	میانگین فراوانی	میانگین تشابه	درصد مشارکت (٪)	درصد تجمعی (٪)
Naididae	۴/۲۵	۲۰/۹۸	۵۱/۹۲	۵۱/۹۲
Nereidae	۳/۰۸	۱۱/۵۶	۲۸/۵۶	۸۰/۵۲
Spionidae	۱/۵۰	۳/۷۴	۹/۲۶	۸۹/۷۸
Amphartidae	۰/۶۷	۳/۵۳	۸/۷۳	۹۸/۵۱

از نظر تعداد و فراوانی گونه در ایستگاه نزدیک ساحل پایین و با پیشروی و فاصله گرفتن از ساحل (فاصله ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ متری از ساحل) مقدار آن افزایش نشان داد. بررسی شاخص غنای گونه‌ای مارگالوف نشان داد که بیشترین میزان در فصل زمستان و درفاصله ۱۰۰۰ متری از ساحل (۱/۸۲) مشاهده شد. بیشترین میزان یکنواختی گونه‌ای پیلو در تمامی فصول در ایستگاه نزدیک به ساحل بدست آمد. شاخص تنوع گونه‌ای شانون در ایستگاه‌های ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ متری از ساحل نسبت به ایستگاه نزدیک ساحل عدد این شاخص بالاتر بود، که بیشترین میزان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

آن در فصل زمستان و درفاصله ۱۰۰۰ متری از ساحل (۱/۴۶) مشاهده شد. کمترین مقدار شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون در فصل زمستان و درفاصله نزدیک به ساحل (۰/۶۰) مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ٤- شاخص‌های تنوع گونه‌ای و فراوانی گونه‌های ماکروبنتوز در منطقه گمیشان در فصول مختلف

نمونه	گونه	تعداد افراد	شاخص مارگالف	شاخص پیلو	شاخص شانون	شاخص سیمپسون
ساحل گمیشان پاییز	۲	۲	۱/۴۴	۱	۰/۶۹	۱
گمیشان پاییز ۱۰۰۰ متر	۳	۹	۰/۹۱	۰/۸۵	۰/۹۳	۰/۶۴
گمیشان پاییز ۵۰۰۰ متر	۵	۱۱	۱/۶۷	۰/۸۰	۱/۲۹	۰/۷۱
ساحل گمیشان زمستان	۳	۶	۱/۱۲	۰/۷۹	۰/۸۷	۰/۶۰
گمیشان زمستان ۱۰۰۰ متر	۵	۹	۱/۸۲	۰/۹۱	۱/۴۶	۰/۸۳
گمیشان زمستان ۵۰۰۰ متر	۳	۱۴	۰/۷۶	۰/۸۹	۰/۹۸	۰/۶۳
ساحل گمیشان بهار	۲	۲	۱/۴۴	۱	۰/۶۹	۱
گمیشان بهار ۱۰۰۰ متر	۵	۱۵	۱/۴۸	۰/۸۵	۱/۳۶	۰/۷۵
گمیشان بهار ۵۰۰۰ متر	۵	۱۸	۱/۳۸	۰/۸۴	۱/۳۵	۰/۷۴
ساحل گمیشان تابستان	۲	۲	۱/۴۴	۱	۰/۶۹	۱
گمیشان تابستان ۱۰۰۰ متر	۴	۱۵	۱/۱۱	۰/۸۷	۱/۲۱	۰/۷۱
گمیشان تابستان ۵۰۰۰ متر	۶	۲۴	۱/۵۷	۰/۷۹	۱/۴۱	۰/۷۳

بحث

در تحقیق حاضر، مجموعا ۱۳۹ عدد ماکروبنتوز در طول یکسال نمونه برداری از ۶ گونه متعلق به ۶ خانواده مشاهده شدند. ویژگی برجسته جامعه ماکروبنتوز در منطقه مورد مطالعه، تنوع نسبتاً کم آن در مقایسه با مناطق مشابه سواحل جنوبی (استان‌های مازندران و گیلان) و در سواحل شمالی دریای خزر بود (Foomani *et al.,* 2020). به طور کلی کم بودن موجودات زنده در جنوب دریای خزر با شوری بالای آن (حدود ppt ۱۳) و آلودگی در ارتباط است (Nejatkhah, 2014)، با دانش اینکه تعداد زیادی از جانوران بومی دریای خزر با شوری پایین سازگاری دارند. تراکم جمعیت در مناطق عمیق نسبت به قسمت های کم عمق بیشتر است، زیرا در نواحی کم عمق آلودگی بالا از جمله کدورت و مواد معلق جامد، تحت تاثیر فشار صیادی بیشتر موجب به هم خوردن شرایط زیستگاه می شود، در صورتی که در نواحی عمیق، شرایط ثابت است.

در مطالعه حاضر رده کم تاران (Tubificida) با ۴۳/۳۳ درصد، رده نرمتنان (Mollusca) با ۴/۱۷ درصد و رده پرتاران (Polychaeta) با ۵۲/۵۰ درصد بودند. در مطالعه حاضر سه گونه *S. gynobranchiata*، *H. diversicolor* و *T fraseri* نقش مهمی در ساختار تراکم و زیتوده در اکوسیستم ماکروبنتوز دریای خزر دارا بوده اند. در مطالعه مشابهی در خلیج گرگان نیز بیشترین درصد فراوانی موجودات ماکروبنتوز بترتیب مربوط به پرتاران با ۴۲درصد، شکم پایان با ۲۶درصد، دوکفه ای‌ها با ۱۹درصد نسبت به کل جمعیت ماکروبنتوزها بود. همچنین مطالعات دیگری روی موجودات ماکروبنتوز سواحل جنوبی دریای خزر (Taheri *et al.,* 2012, Ghasemi *et al.,* 2018) نشان داد که پرتاران با ۵/۳۸ درصد، کم تاران با ۸۲/۱۵ درصد و دوکفه‌ای‌ها ۲۴/۳درصد از کل موجودات را بخود اختصاص داد. نتایج بدست آمده از این مطالعه و نیز تحقیقات مشابه نشان می‌دهد که گروه‌های اصلی تشکیل دهنده موجودات ماکروبنتوز در دریای خزر تقریباً ثابت بود و تغییرات جزیی در فراوانی این موجودات احتمالاً میتواند حاصل از تغییرات اندک موجود در شرایط فیزیکی و شیمیایی مناطق مختلف این اکوسیستم آبی و نیز زمان‌های متفاوت نمونه‌برداری در هریک از این تحقیقات باشد (Gholizadeh *et al.,* 2012, Gholizadeh *et al.,* 2021).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

در مطالعه حاضر، بیشترین و کمترین میانگین میزان زیتوده بترتیب در فصول تابستان و بهار با میانگین۱/۳۳و ۴/۲۴ گرم در مترمربع بدست آمد. در مطالعه مشابهی در سواحل استان مازندران در دریای خزر، کمترین میزان زیتوده تر در پاییز ۶۸/۴۲ گرم در مترمربع و بیشترین میزان آن نیز در زمستان به میزان ۱۵۱/۰۵ گرم در مترمربع ثبت شد (Kosari *et al.*, 2009). بیشترین میزان زیتوده موجودات ماکروبنتوزی در محدوده ساحلی بابلسر در دریای خزر در فصل زمستان و معادل با ۴/۲۵گرم در مترمربع و کمترین مقدار آن نیز در فصل تابستان و به میزان ۲/۱۲گرم در مترمربع بدست آمد (Borhani *et al.*, 2010). مطالعه حاضر و سایر مطالعات مشابه در دریای خزر بر موجودات ماکروبنتوزی نشان از تفاوت در میزان زیتوده این موجودات در نقاط مختلف این دریا دارد. تفاوت در توده زنده ماکروبنتوزی در مکان های مختلف با عوامل متعددی مانند مقدار غذا (Foomani *et al.*, 2020)، عمق و نوع بستر (Alizadeh *et al.*, 2019) شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک حاکم بر محیط زیست و مقدار مواد آلی (Gholizadeh *et al.*, 2021) ارتباط دارد.

فراوانی جامعه ماکروبنتوز در بین فصول مورد مطالعه، در فصل تابستان بدست آمد که علت این افزایش در فصل تابستان نسبت به سایر فصول را میتوان این گونه بیان نمود که با اتمام فصل صید پره (شروع استراحت ۴ ماهه) و همچنین افزایش دما در این فصل با افزایش تولید فیتوپلانکتونی همراه است در نتیجه با ریزش این تولیدات، مواد غذایی بیشتری در اختیار این موجودات قرار میگیرد. همچنین در این مدت، فعالیت‌های زیستی این موجودات از قبیل تغذیه و تولید مثل افزایش یافته، بدین ترتیب، تراکم و پراکنش آنها نیز افزایش می‌یابد (Gholizadeh *et al*., 2012). در این بررسی کمترین فراوانی در اعماق مختلف در فصل پاییز بدست آمده است که علت این امر احتمالاً می تواند به تغذیه ماهیان از ماکروبنتوزها مربوط باشد. در مطالعه Hoseini و همکاران طی بررسی گونه‌های ماکروبنتوزی در سواحل جنوبی دریای خزر بیشترین و کمترین فراوانی ماکروبنتوزها در فصل بهار و پاییز مشاهده شد که همراستا با یافته‌های این مطالعه می‌باشد (Hoseini *et al*., 2010). از لحاظ زیتوده، ترکیب گونه ای و فراوانی ماکروبنتوزی تفاوتی در فواصل مطالعاتی در مناطق صید پره در ایستگاه های صیدگاهی گمیشان وجود داشت. در مطالعه حاضر با فاصله از ساحل و افزایش عمق نیز میزان فراوانی ماکروبنتوزها افزایش داشت که با نتایج مطالعه Mirzajani و همکاران (2025) مطابقت دارد (Mirzajani *et al*., 2025).

بررسی شاخص غنای گونه‌ای مارگالف نشان داد که بیشترین مقدار آن در فصل زمستان و در فاصله‌ی ۱۰۰۰ متری از ساحل ثبت گردید. شاخص تنوع گونه‌ای شانون نیز در ایستگاه‌های ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ متری به‌طور محسوسی بالاتر از ایستگاه نزدیک به ساحل بود. در مقابل، بیشترین یکنواختی گونه‌ای (پیلو) در تمام فصول در ایستگاه مجاور ساحل مشاهده شد. با این حال، تحلیل آماری تفاوت معناداری را در مقادیر تنوع و یکنواختی شانون میان ایستگاه‌ها و دوره‌های نمونه‌برداری نشان نداد. این یافته‌ها حاکی از آن است که تغییرات کلی جوامع ماکروبنتوز در مقیاس مکانی مستقل از فاصله از ساحل بوده و نمی‌توان آن را به فعالیت صید با تور پره نسبت داد. این پژوهش به‌عنوان مطالعه پایشی در زمینه‌ی ارزیابی اثرات صید پره بر جوامع کفزی در صیدگاه‌های گمیشان، شواهدی از تأثیر فعالیت‌های صیادی بر این جوامع که نخستین حلقه‌ی زنجیره‌ی غذایی را تشکیل می‌دهند ارائه می‌دهد؛ نتایجی که با گزارش Kosari و همکاران در دریای خزر همسو است (Kosari *et al*., 2009). همچنین، به‌نظر می‌رسد توقف فعالیت‌های صیادی در فصل تابستان فرصتی برای بازسازی و بازیابی غنای ماکروبنتوزها به سطح پیش از فصل صید فراهم می‌کند. برخلاف تراکم، تغییرات تنوع گونه‌ای در برخی ایستگاه‌ها طی زمان صید و در فواصل مختلف از ساحل احتمالاً ناشی از نوسانات فصلی در پارامترهای محیطی بوده است؛ عواملی که می‌توانند ترکیب گونه‌ای جوامع کفزی را در طول زمان تحت تأثیر قرار دهند.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه با عنوان " مدل‌سازی توزیع جوامع بی‌مهرگان کفزی در منطقه صید پره استان گلستان با استفاده از ژنتیک الگوریتم و MaxEnt" در مقطع دکتری در سال ۱۴۰۳ است که با حمایت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شده است.

References

Alizadeh, M. and Hosseini, S. A. and Jafaryan, H. and Ghorbani, R. and Gholizadeh, M., 2019. Evaluation seasonal distribution patterns and biodiversity of macroinvertebrates communities in Aji-Su River (Golestan province). *Journal of Animal Environment*,11,2,361-370. https://doi.org/10.22069/japu.2022.20236.1664.(InPersian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

Bandany, Gh.A. and Akrami, R. and Taheri, M. and Molla-Gholamali, M. and Yelghi, S., 2008. Distribution, abundance and biomass of polychaeta in the north coast of Gorgan Bay. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 16, 45–52. (In Persian)

Beckensteiner, J. and Boschetti, F. and Thébaud, O., 2023. Adaptive fisheries responses may lead to climate maladaptation in the absence of access regulations. *npj Ocean Sustain*, 2, 3. https://doi.org/10.1038/s44183-023-00010-0

Birshtain, Y.A. and Vinogradov, L.G. and Kondakova, N.N. and Koun, M.S. and Astakhva, T.V. and Ramanova, N.N., 1968. Atlas of invertebrates in the Caspian Sea. Mosko, 545 p.

Blanchard, F. and LeLoc'h, F. and Hily, C. and Boucher, J., 2004. Fishing effects on diversity, size and community structure of the benthic invertebrate and fish megafauna on the Bay of Biscay coast of France. *Marine Ecology Progress Series*, 280, 249–260. https://doi.org/10.3354/meps280249

Borhani, M. and Esmaeili Faridouni, A. and Nabavi, S. M. B., 2010. Seasonal variation in macrobenthos populations in the coastal zone of Babolsar (Caspian Sea). *Iranian Journal of Fisheries Research*, 19(2), 55–65. (In Persian)

Daryanabard, G.H. and Abdolmaleki, S.H. and Bandani, G.H. and Kor, D., 2009. Stock Assessment of Bony Fishes of the Southern Part of Caspian Sea (2006–2008). Caspian Sea Ecological Research Institute, Gorgan, Iran: 180.

Eleftheriou, A. and McIntyre, A.D. (Ed.), 2005. Methods for the study of marine benthos. Third edition. Blackwell Science: *Oxford*. ISBN 0-632-05488-3. XXI, 418 pp.

Farahmand, S. and Hilmi, N. and Cinar, M. and Safa, A. and Lam, V. W.Y. and Djoundourian, S. and Shahin, W. and Ben Lamine, E. and Schickele, A. and Guidetti, P. and Allemand, D. and Raybaud, V., 2023. Climate change impacts on Mediterranean fisheries: A sensitivity and vulnerability analysis for main commercial species. *Ecological Economics*, 211, 107889 https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107889

Foomani, A. and Gholizadeh, M. and Harsij, M. and Salavatian, M., 2020. River health assessment using macroinvertebrates and water quality parameters: A case of the Shanbeh-Bazar River, Anzali Wetland, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(5), 2274–2292. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.15622916.2020.19.5.25.5. (In Persian)

Gabriel, O. and Lange, K. and Dahm, E. and Wendt, T. (eds.), 2008. Von Brandt's fish catching methods of the world. John Wiley & Sons.

Ghasemi, A. F. and Taheri, M. and Foshtomi, M. Y. and Noranian, M. and Mira, S. S. and Jam, A., 2016. Gorgan Bay: a microcosm for study on macrobenthos species-environment relationships in the southeastern Caspian Sea. *Acta Oceanologica Sinica*, 35(4), 82–88. https://doi.org/10.1007/s13131-015-0728-2

Gholizadeh, M. and Yahya, K. and Talib, A. and Ahmad, O., 2012. Distribution of macrobenthic polychaete families in relation to environmental parameters in North West Penang, Malaysia. Conference: World Academy of Science, *Engineering and Technology* (No. 72, p. 673).

Gholizadeh, M. and Rezvani, S. A. and Zibaei, M., 2021. Effects of land use change on macroinvertebrate community composition in upper reaches of the Chehel-Chai chatchment, Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 19(3), 523–533. https://doi.org/10.22124/cjes.2021.4938

Gholizadeh, M., 2021. Effects of floods on macroinvertebrate communities in the Zarin Gol River of northern Iran: implications for water quality monitoring and biological assessment. *Ecological Processes*, 10(1), 46. https://doi.org/10.1186/s13717-021-00318-0

Hoseini, S. A. and Kouthari, M. and colleagues, 2010. Seasonal changes in macrobenthic populations in the southern coasts of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(4), 1–12. (In Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

Iran Fisheries Statistical Yearbook, 2021. Iran Fisheries Organization. Tehran, Iran. 64 p. (In Persian)

Kosari, M. and Vosoughi, Gh. and Farabi, M. V. and Soleimani Roudi, A., 2009. Biomass variation of macrobenthos in the coastal areas of Mazandaran Province (Caspian Sea). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(1), 1–10. (In Persian)

Margalef, M., 1958. Information theory in ecology. *General Systematics Journal*, 3, 36–71.

Mirzajani, A. and Bagheri, S. and Zahmatkesh, Y. and Ghane, A., 2025. Study of the abundant and biomass of macroinvertebrates in Anzali Wetland and estimation of the potential production of benthophagous fish. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 34(3), 59–73. https://doi.org/10.22092/isfj.2025.134221

Muruganandam, M. and Rajamanickam, S. and Sivarethinamohan, S. and Gaddam, M.K.R. and Velusamy, P. and Gomathi, R. and Ravindiran, G. and Gurugubelli, T.R. and Muniasamy, S.K., 2023. Impact of climate change and anthropogenic activities on aquatic ecosystem–A review. *Environmental Research*, 238, 117233. https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117233

Nejatkhah, P., 2014. Investigating the changes of physical and chemical factors by emphasizing nutrients on the southern coast of the Mazandaran Sea. *Marine Science and Technology* Research, 2(2), 15. (In Persian)

Nordström, M.C. and Bonsdorff, E., 2017. Organic enrichment simplifies marine benthic food web structure. *Limnology and Oceanography*, 62(5), 2179–2188. https://doi.org/10.1002/lno.10558

Orlov, A.M. and Interesova, E.A. and Dyldin, Y.V. and Romanov, V.I., 2022. The endangered Eurasian freshwater sturgeons. 541–553. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00135-5

Parr, T.D. and Tait, R.D. and Maxon, C.L. and Newton, F.C. and Hardin, J.L., 2007. A descriptive account of benthic macrofauna and sediment from an area of planned petroleum exploration in the southern Caspian Sea. Estuarine, *Coastal and Shelf Science*, 71(1–2), 170–180. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.07.018

Schofield, G. and Scott, R. and Dimadi, A. and Fossette, S. and Katselidis, K.A. and Koutsoubas, D. and Lilley, M.K. and Pantis, J.D. and Karagouni, A.D. and Hays, G.C., 2013. Evidence-based marine protected area planning for a highly mobile endangered marine vertebrate. *Biological Conservation*, 161, 101–109. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.03.004

Shiganova, T.A. and Kamakin, A.M. and Pautova, L.A. and Kazmin, A.S. and Roohi, A. and Dumont, H.J., 2023. An impact of non-native species invasions on the Caspian Sea biota. *Advances in Marine Biology*, 94, 69–157. https://doi.org/10.1016/bs.amb.2023.01.002

Simpson, E., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688. https://doi.org/10.1038/163688a0

Taheri, M. and Foshtomi, M. Y. and Noranian, M. and Mira, S. S., 2012. Spatial distribution and biodiversity of macrofauna in the southeast of the Caspian Sea, Gorgan Bay in relation to environmental conditions. *Ocean Science Journal*, 47(2), 113–122. https://doi.org/10.1007/s12601-0012-8

Yasuhara, M. and Tittensor, D.P. and Hillebrand, H. and Worm, B., 2017. Combining marine macroecology and paleoecology in understanding biodiversity: microfossils as a model. *Biological Reviews*, 92(1), 199–215. https://doi.org/10.1111/brv.12223

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]