15(4) 91-98, Winter 2024

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

Original Research Paper

Structure of microzooplankton in Iranian waters of the Persian Gulf

Fereshteh Saraji [1*], Mahnaz Rabbaniha [2], Gholamali Akbarzadeh , Siamak Behzadi [1]

[1] Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran
[2] Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Key Words

Microzooplankton
Biological index
Diversity
Persian Gulf
Iranian waters

Abstract

Introduction: This research was conducted in order to investigate the microzooplankton population structure in Iranian waters of the Persian Gulf (Hormozgan, Bushehr and Khuzestan provinces).

Materials & Methods: Sampling was carried out by plankton net of 100 micron, equipped with a flowmeter for 10 minutes. All samples were transferred to laboratory. Regarding to standard methods, Subsample is prepared by a divider and subjected to microscopic analysis by Bogarov (Bazarov) slide. Identification and numeration were done by valid books, keys and reliable sites. Also, density was determined.

Results: During this investigation, microzooplankton were identified with 12 phyla. Arthropoda phyla, Copepoda class belonging to this phyla, had a higher density and distribution than other phylums. The Arthropoda phyla had a higher diversity and density than the other phylums. From this phylum, the class of copepod, calanoid copepod with 11 genera and 14 species, Cyclopoida with 3 genera and 7 species, Harpacticoida with 3 genera and 3 species were present. The phylums of Chaetognatha, Mollusca, Chordata and Ciliophora) were observed respectively after the arthropod phylum. The waters of Hormozgan and Bushehr showed more structural similarity of microzooplankton than the waters of Khuzestan. The average total density of microzooplankton from Hormozgan towards Khuzestan increased, but the diversity was accompanied by a decrease.

Conclusion: The waters of Hormozgan, based on the biological indicators calculated from higher biodiversity, were less polluted than the waters of Bushehr and Khuzestan, which indicates stability and favorable conditions for More species can be established in this water zone.

* Corresponding Author's email: fereshtehsaraji@gmail.com
Received: 8 October 2022; Reviewed: 8 November 2022; Revised: 6 January 2023; Accepted: 6 February 2023
(DOI): 10.22034/AEJ.2023.380583.2924

مقاله پژوهشی

ساختار میکروزئوپلانکتون‌های آب‌های ایرانی خلیج فارس

فرشته سراجی[1]، مهناز ربانی‌ها[2]، غلامعلی اکبرزاده[1]، سیامک بهزادی[1]*

[1] *پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، موسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران*

[2] *موسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران*

کلمات کلیدی

میکروزئوپلانکتون
شاخص زیستی
تنوع
خلیج فارس
آب‌های ایرانی

چکیده

مقدمه: این مطالعه به‌منظور بررسی ساختار میکروزئوپلانکتون‌های آب‌های ایرانی خلیج فارس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق نمونه‌برداری جهت بررسی میکروزئوپلانکتون با استفاده از تور پلانکتون استاندارد با اندازه چشمه ۱۰۰ میکرون مجهز به فلومتر با کشش افقی به‌مدت ۱۰ دقیقه در آب‌های ایرانی خلیج فارس (استان‌های هرمزگان، بوشهر و خوزستان) در ایستگاه‌های منتخب در سال ۱۳۹۷ از اواسط آذرماه تا اواسط دی‌ماه صورت گرفت. تمامی نمونه‌ها با شرایط تثبیت با فرمالین ۵ درصد بعد از اتمام هر گشت به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه‌ها با استفاده از تقسیم‌کننده، تقسیم و زیر نمونه با قرار دادن در لام بوگاروف (بازاروف) با استفاده از میکروسکوپ اینورت مشاهده، شمارش و با استفاده از کتاب‌های شناسایی معتبر شناسایی به‌عمل آمد. در این مطالعه، ساختارجمعیت میکرو زئوپلانکتون در ده شاخه، شناسایی و تعیین تراکم گردید.

نتایج: شاخه بندپایان (Arthropoda) از تنوع و تراکم بالاتری نسبت به مابقی شاخه‌ها برخوردار بود. از این شاخه رده پاروپایان (کوپه پودا) با سه راسته مختلف با جنس و گونه های متفاوت مشاهده شدند. راسته Calanoida (کالانوئیدا) با حضور ۱۱ جنس و ۱٤ گونه، Cyclopoida (سیکلوپوئیدا) با حضور ۳ جنس و ۷گونه، Harpacticoida (هارپکتیکوئیدا) با حضور ۳ جنس و ۳ گونه حضور داشتند. شاخه‌های آرواره مژگان- کرم‌های پیکانی (Chaetognatha)، نرم‌تنان (Mollusca)، طناب‌داران (Chordata) و مژه‌داران (Ciliophora) به‌ترتیب بعد از شاخه بندپایان قرار داشتند. آب‌های هرمزگان و بوشهر تشابه ساختاری میکروزئو پلانکتون بیش‌تری نسبت به آب‌های خوزستان نشان دادند. میانگین تراکم کل میکروزئوپلانکتون از هرمزگان به سمت خوزستان افزایش ولی تنوع با کاهش همراه بود.

بحث و نتیجه‌گیری: آب‌های هرمزگان، براساس‌شاخص‌های زیستی محاسبه شده از تنوع زیستی بالاتر، آلودگی کم‌تری‌نسبت به آب‌های بوشهر و خوزستان برخوردار بود که این نشان‌دهنده پایداری و شرایط مساعد برای استقرار گونه‌های بیش‌تر در این پهنه آبی می‌تواند باشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: fereshtehsaraji@gmail.com

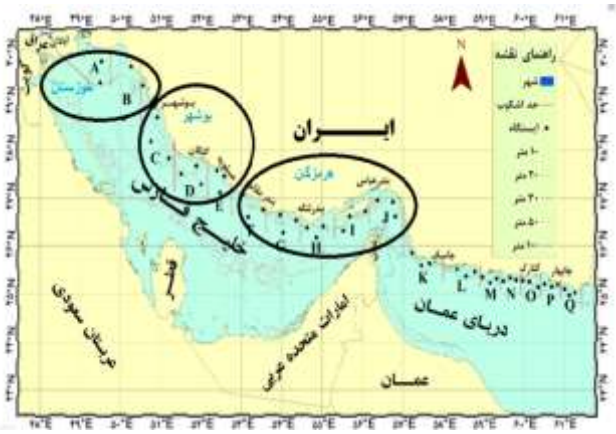
تاریخ دریافت: ۱٦ مهر ۱٤۰۱؛ تاریخ داوری: ۱۷ آبان ۱٤۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱٦ دی ۱٤۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۷ بهمن ۱٤۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2023.380583.2924

مقدمه

دریا، یک منبع غذایی بسیار غنی است که موجودات زنده بسیاری را در خود جای داده است که هرکدام از آن‌ها به‌منظور ادامه حیات، تغذیه و تکثیر به‌نحوی در تعامل باهم می‌باشند که در نتیجه همان زنجیره حیات را در آب‌ها تشکیل می‌دهند و از این‌رو تغییر در هر بخش آن سایر بخش‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در هر اکوسیستم آبی زنجیره و شبکه غذایی متنوع وجود دارد که موجودات ریزتر در قاعده این هرم غذایی و موجودات درشت‌تر به‌دنبال آن قرار دارند فیتوبلانکتون‌ها به‌عنوان تولیدکنندگان اولیه در هرم غذایی معرفی می شوند و زئوپلانکتون ها خصوصاً میکروزئوپلانکتون ها به عنوان اولین مصرف‌کنندگان، در شبکه غذایی و اکوسیستم آبی نقش مهمی را به عهده دارند. میکروزئوپلانکتون (Microzooplankton) با اندازه (۲۰۰-۲۰ میکرون) می باشند که متشکل از مژه داران (ciliates)، سخت‌پوستان، فرامینیفرا و مروپلانکتون‌ها می‌باشد (۲۳). آن‌ها رکن مهم در دریا، خوریات و آب‌های ساحلی به‌شمار می‌روند (۵). آن‌ها نقش اساسی به‌عنوان مصرف‌کننده باکتری‌ها، تاژکداران هتروتروف و فیتو پلانکتون دارا هستند. میکروزئوپلانکتون ها به‌عنوان دومین حلقه در زنجیره غذایی و انتقال‌دهنده انرژی به سایر سطوح مورد بررسی قرار می‌گیرند. خلیج‌فارس، به‌عنوان یک اکوسیستم دریایی نیمه‌بسته، در حال تجربه‌کردن توسعه‌های ساحلی گسترده و سریع می‌باشد (۲۴). خلیج‌فارس به‌لحاظ ارزش اکولوژیکی و منابع شیلاتی نیز بسیار با اهمیت بوده و به‌عنوان منطقه حفاظتی برای تخم‌ریزی و نوزادگاه ماهی‌ها و اجتماعات نرم‌تنان که میزان رشد و بقا آن‌ها بسیار به زئوپلانکتون‌ها وابسته است در نظر گرفته می‌شود (۲۵). با توجه به اهمیت گروه‌های میکروزئوپلانکتونی در بوم‌سازه‌های دریایی و فقدان اطلاعات کافی، مستمر و جامع در رابطه با ساختار این اجتماعات در آب‌های خلیج فارس، مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تراکم و تنوع این موجودات در محیط های آبی سه استان ساحلی جنوب کشور (هرمزگان، بوشهر و خوزستان) و بررسی وضعیت اکولوژیک این آب‌ها براساس محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی صورت گرفت. از مطالعات انجام شده جوامع پلانکتونی در حوزه خلیج فارس و هم‌چنین سایر مناطق، به تحقیقات و نتایج محققین ذیل می توان اشاره نمود. شناسایی و فراوانی پلانکتون های خلیج فارس (از بحر کانسر تا خلیج نایبند) که در سال ۱۳۷۰ انجام گرفت. در این مطالعه، ۱۰۱ گونه پلانکتونی را شناسایی نمود، نتایج این مطالعات نشان داد که میزان فیتوپلانکتون ها از میزان زئوپلانکتون ها در ایستگاه های شمالی از ایستگاه های جنوبی بیش‌تر است (۱۲). بررسی در زمینه وضعیت پلانکتونی که در سواحل بندرعباس انجام گرفت، مشخص کرد که زئوپلانکتون‌ها از تنوع و تراکم کم‌تری نسبت به فیتوپلانکتون‌ها برخوردارند. ناپلی سخت‌پوستان و کوپه‌پودا از میان سایر زئوپلانکتون‌ها با تراکم بالاتری حضور داشتند (۱۶). مطالعه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس که طی سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ به‌عمل آمد، نشان داد که تراکم پلانکتون‌های جانوری از شرق به غرب نسبتاً افزایش داشت. در این بررسی تراکم کالانوئیدا و سیکلوپوئیدا بسیار بالاتر از راسته هارپاکتیکوئیدا به‌دست آمده بود گروه‌های غالب پلانکتون‌های جانوری را به ترتیب پاروپایان و سپس نرم‌تنان را در تمامی فصول معرفی نمودند (۹). در پایش کشند قرمز خلیج فارس و دریای عمان، در بررسی نمونه های زئوبلانکتون به ترتیب رده پاروپایان با ۶۸ درصد، پروتوزآ با ۱۵ درصد، نرم‌تنان با ۷ درصد، کرم‌های پلی‌کیت با ۱/۵ درصد و سایر گروه‌ها با مقادیر کم‌تر در آب‌های منطقه حضور داشتند، از میان پاروپایان بیش‌ترین میانگین فراوانی مربوط به Naupli و پس از آن مربوط به Cyclopoida از پارو پایان بود (۱۵). بررسی که در آب های ساحلی بندرعباس در طی مهر لغایت شهریور ۱۳۹۳ انجام گرفت. چهار گروه مهم از کوپه پودا شامل: Calanoida، Harpacticoida، Cyclopoida و Poecilostomatoid معرفی گردید. به‌طوری که در این بین کالانوئیدا تراکم بیش‌تری نسبت به مابقی دارا بود. گونه‌های *Acrocalaus gibber, Paracalanus* sp. و *pauper Canthocalanus* فراوان‌تر و تراکم بیش‌تری داشتند. بیش‌ترین تراکم سیکلوپوئیدا مربوط به *Oithona brevicornis* و *Oithona attenuate* بود (۴). پراکنش زئوپلانکتون در قسمت داخلی ناحیه دریایی راپمی (ROPME: Regional Organization for the Protection of the Marine Environment) در دسامبر ۱۹۹۴ در امارات متحده عربی، قطر، بحرین و عربستان سعودی مورد مطالعه قرار گرفت. پراکنش زئوپلانکتون به‌صورت کمی و کیفی بررسی شد. تور ۱۰۰ میکرون استفاده گردید. در این مطالعه کوپه‌پودا غالب‌ترین گروه زئوپلانکتونی (۶۶٪) با ۲۴ جنس و غالبیت با *Oithona* sp.، *Oncaea* sp. و *Paracalanus* sp. گزارش گردید (۱).

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری با به‌کارگیری تور پلانکتون استاندارد با اندازه چشمه ۱۰۰ میکرون مجهز به فلومترو تور کشی افقی به‌مدت ۵ دقیقه در ایستگاه های منتخب سال ۱۳۹۷ در آب های ایرانی خلیج فارس (استان های هرمزگان، خوزستان و بوشهر) به‌عمل آمد (شکل ۲). نمونه ها با استفاده از فرمالین ۵ درصد تثبیت گردیده (۲۰) و به آزمایشگاه پلانکتون پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان انتقال داده شد.



شکل ۱: مناطق مورد بررسی

عملیات آزمایشگاهی: در آزمایشگاه برداشت زیر نمونه به روش تقسیم کردن با استفاده از دستگاه Folsome Plankton Spliter انجام گرفت، ابتدا این دستگاه را تراز کرده، سپس نمونه را در مخزن آن قرار داده و به دو قسمت تقسیم می کنیم. این کار برای چندین بار تکرار می گردد. شمارش با استفاده از لام بوگاروف (بازاروف) انجام شد و تراکم برحسب تعداد در مترمکعب بر طبق فرمول ذیل محاسبه گردید (۱۱): (n×k)/m3= تعداد در متر مکعب

n= تعداد شمارش شده، k= نسبت حجم کل به حجم زیر نمونه، m3= میزان آب فیلتر شده

شناسایی با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر صورت گرفت (۲، ۹، ۱۷).

پردازش آماری: جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل و برای برخی از تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار Spss استفاده گردید. شاخص های زیستی مانند Shannon-Wiener (شانن-وینر) با فرمول H'= - ∑ pi lnpi، Margalef (مارگالف) d= (s-1) /LogN و Jacard (جاکارد) J'= H'/log(S) و آنالیز SIMPER برای مشخص شدن این که کدام گونه ها مسئول ایجاد عدم تشابه می باشند استفاده شد. آنالیزها با استفاده از نرم‌افزار پرایمر ورژن ۶ انجام گرفت (۶).

نتایج

در این بررسی، میکروزئوپلانکتون های شناسایی شده در ۱۰ شاخه قرار گرفتند. شاخه بندپایان (Arthropoda) با ۳ رده حضور داشت. رده کوپه پودا با سه راسته، رده غالب بود. لاروهای از شاخه خارپوستان (Echinodermata)، شاخه کرم های حلقوی (Annelida) با مشاهده لاروهای از راسته کرم های پرتار (Polychaete)، شاخه مرجانیان (Cnidaria)، شاخه نرم‌تنان (Mollusca)، شاخه طنابداران (Chordata)، شاخه آرواره مژگان- کرم‌های پیکانی (Chaetognatha)، کرم های نماتد و شاخه شانه داران (Ctenophora) دیگر شاخه های شناسایی شده بودند. در آب‌های استان هرمزگان ۱۰ شاخه (آرتروپودا، کورداتا، مولوسکا، کتوگناتا، سیلیوفورا، آنالیدا، اکینو درماتا، نیداریا، نماتد و شانه‌داران)، در آب‌های بوشهر ۶ شاخه (آرتروپودا، کتوگناتا، مولوسکا، کورداتا، آنالیدا ونیداریا) و در آب های خوزستان ۷ شاخه (آرتروپودا، کتوگناتا، مولوسکا، سیلیوفورا، کورداتا، آنالیدا و اکینودرماتا) با تنوع و تراکم متفاوت حضور داشتند. شاخه‌های آرتروپودا، کتوگناتا، نیداریا، از هرمزگان به‌سمت خوزستان افزایش ولی شاخه مژه‌داران با کاهش همراه بود. میانگین تراکم کل میکروزئو پلانکتون از هرمزگان به‌سمت خوزستان افزایش ولی تنوع با کاهش همراه بود.

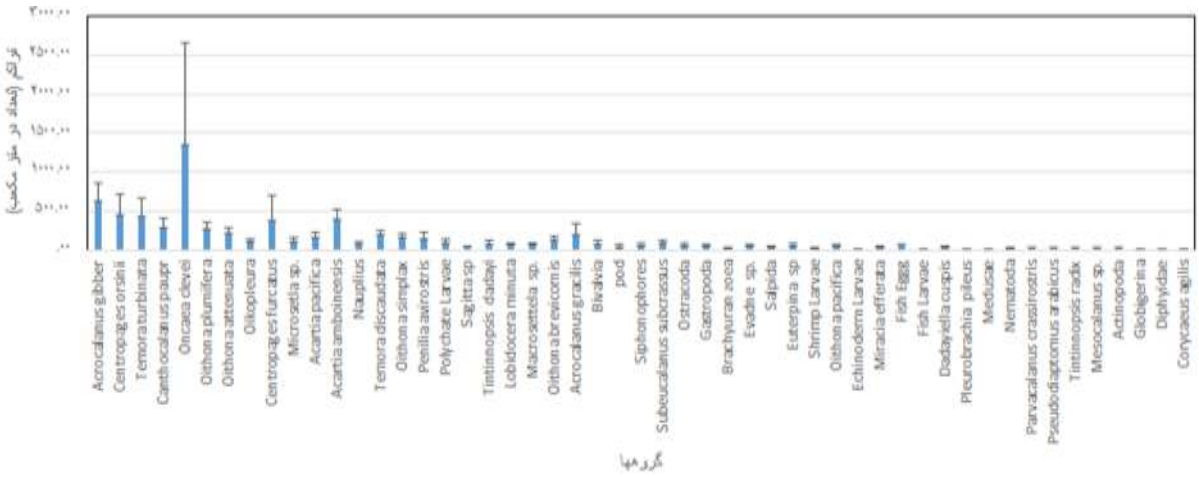
استان هرمزگان: در طی این مطالعه، ۵۱ گروه مختلف مشاهده، شناسایی و تعیین تراکم گردید شکل(۱). *Oncaea clevei*، از راسته سیکلوپوئیدا بیش‌ترین تراکم (۱۳۲۶±۱۳۳۷) را دارا بود. کالانوئیدا با ۱۱ جنس و ۱۳ گونه، سیکلوپوئیدا با ۳ جنس و ۷ گونه، هارپکتیکوئیدا با ۳ جنس و ۳ گونه مشاهده شدند. در آب های استان هرمزگان، میکروزئوپلانکتون‌ها در ۱۰ شاخه جانوری مشاهده شدند. شاخه آرتروپودا با ۹۱/۳ درصد فراوانی، کورداتا با ۵/۶ درصد، کتوگناتا با ۰/۸ درصد، مولوسکا با ۰/۷ درصد، سیلیوفورا با ۰/۵ درصد، آنالیدا با ۰/۶ درصد و سایر شاخه ها (خارپوستان، مرجانیان، نماتد و کتنوفورا) با ۰/۵ درصد فراوانی حضور داشتند (شکل ۲).

شاخص های زیستی: شاخص مارگالف ۴/۶۹۹، شانن- وینر ۳/۰۵ و شاخص جاکارد (یکنواختی) ۰/۷۷۵ در این منطقه به‌دست آمد (جدول ۱).

جدول۱: شاخص زیستی در استان هرمزگان

J	H	d	s
۰.۷۷۵	۳.۰۵	۴.۶۹۹	۵۱

S= گونه، d= شاخص مارگالف، H= شاخص شانن-وینر، J= شاخص جاکارد



شکل ۱: تراکم گروه‌های مختلف میکروزئوپلانکتون در آب‌های استان هرمزگان (۱۳۹۷)

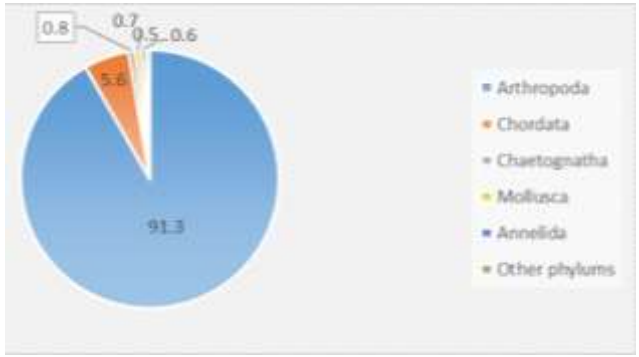
با ۲ جنس و ۲ گونه مشاهده شدند. میکروزئوپلانکتون‌ها با ۶ شاخه جانوری مشاهده شدند. شاخه بندپایان (آرتروپودا) با ۹۷/۱ درصد، آرواره مژگان (کتوگناتا) با ۱/۳ درصد، نرم تنان (مولوسکا) با ۰/۸ درصد، طناب‌داران (کورداتا) و کرم‌های حلقوی (آنالیدا) هر کدام با ۰/۳ درصد و مرجانیان با ۰/۲ درصد فراوانی حضور داشتند (شکل ۴).

شاخص های زیستی: شاخص مارگالف ۲/۶۳۶، شانن- وینر ۲/۴۸۴ و شاخص جاکارد (پیلو) ۰/۷۳۷ به‌دست آمد.

جدول۲: شاخص زیستی در استان هرمزگان

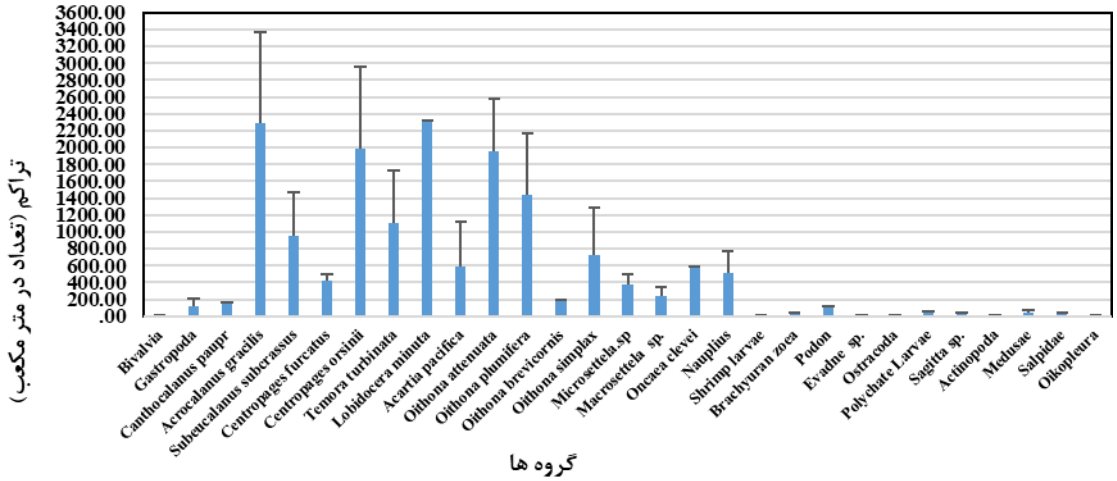
J	H	d	s
۰.۷۳۷	۲.۴۸	۲.۶۳۶	۲۹

S= گونه، d= شاخص مارگالف، H= شاخص شانن-وینر، J= شاخص جاکارد

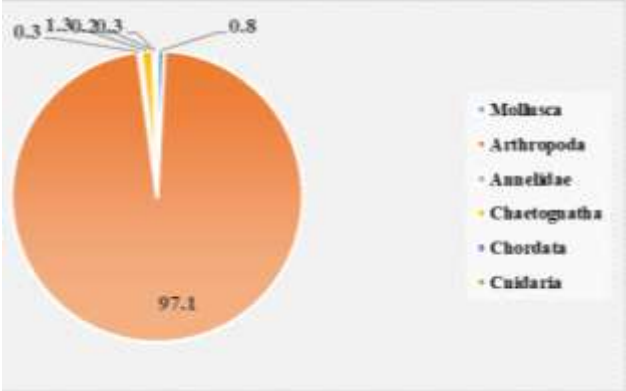


شکل ۲: درصد فراوانی شاخه‌های مختلف میکروزئوپلانکتون در آب‌های استان هرمزگان

استان بوشهر: در آب‌های بوشهر، ۲۹ گروه مختلف مشاهده و شناسایی گردید (شکل ۳). *Lobidocera minuta* از کالانوئیدکوپه پودا با تراکم ۱۳۲۳±۲۳۱۸ با بالاترین تراکم مشاهده شد. کالانوئیدا با۷جنس و ۸ گونه، سیکلوپوئیدا با ۲ جنس و ۴ گونه، هارپکتیکوئیدا



شکل ۳: تراکم گروه‌های مختلف میکروزئوپلانکتون در آب‌های استان بوشهر (۱۳۹۷)



شکل ۴: درصد فراوانی شاخه‌های مختلف میکروزئوپلانکتون در آب‌های استان بوشهر (۱۳۹۷)

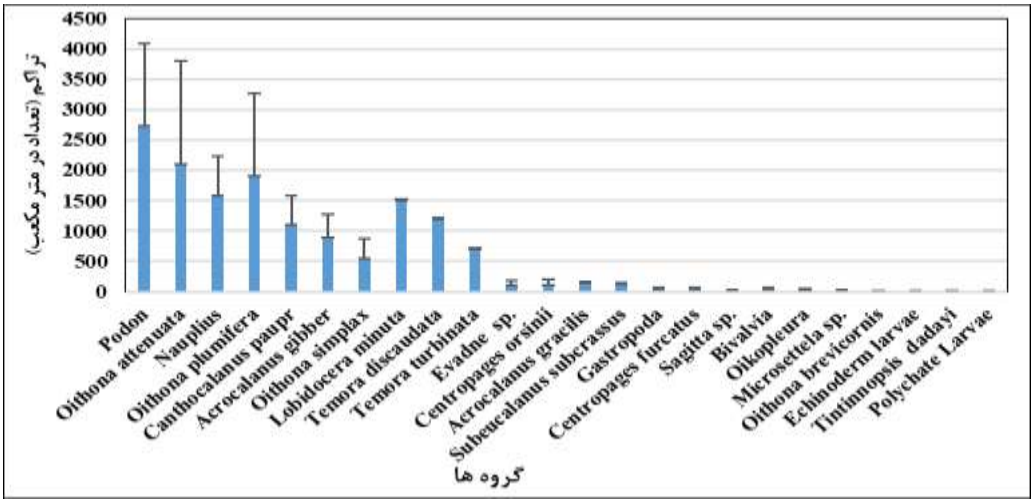
آب های خوزستان: در آب های خوزستان ۲۴ گروه میکروزئو پلانکتون مشاهده، شناسایی و تعیین تراکم گردید (شکل ۵). *Oithona attenuata* از راسته سیکلوپوئیدا با تراکم ۱۳۵۱±۲۷۲۹ بالاترین تراکم را دارا بود. کالانوئیدا با ۷ جنس و ۹ گونه، سیکلوپوئیدا با ۱ جنس و ۴ گونه و هارپکتیکوئیدا با یک جنس و یک گونه حضور داشتند. ساختار میکروزئوپلانکتون‌ها ۷ شاخه جانوری با فراوانی متفاوت را شامل گردید. آرتروپودا با ۹۸/۶ درصد، کتوگناتا (پیکانیان) با ۰/۶ درصد، نرم‌تنان با ۰/۴ درصد و سایر شاخه‌ها (سیلیوفورا، کورداتا، اکینودرماتا و کرم‌های پرتار) با ۰/۳ درصد فراوانی حضور داشتند (شکل ۶).

شاخص‌های زیستی: در آب‌های خوزستان شاخص مارگالف ۲/۲۱، شانن- وینر ۲/۲۳ و شاخص یکنواختی ۰/۷۰۱ به‌دست آمد (جدول ۳).

جدول۳: شاخص زیستی در استان خوزستان

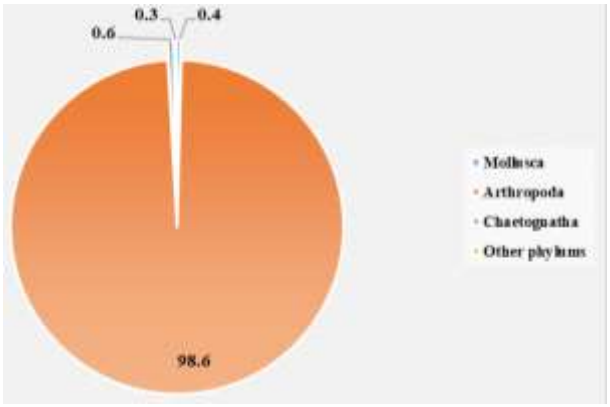
J	H	d	s
۰.۷۰۱	۲.۲۳	۲.۲۱	۲۴

S= گونه، d= شاخص مارگالف، H= شاخص شانن-وینر، J= شاخص جاکارد



شکل ۵: تراکم گروه‌های مختلف میکروزئوپلانکتون در آب‌های خوزستان (۱۳۹۷)

مقایسه تشابه وعدم تشابه ساختار میکروزئوپلانکتون‌ها در آب‌های سه‌استان موردبررسی: نتایج حاصل از آنالیز SIMPER نشان داد که درصد عدم تشابه هرمزگان- بوشهر ۳۱/۶۷ درصد، هرمزگان- خوزستان ۴۶/۸۹ و بوشهر- خوزستان ۴۴/۶۲ می باشد. گروه‌های مسئول این اختلاف و درصد مشارکت آن‌ها به‌ترتیب در جداول ۴، ۵ و ۶ آمده است.



شکل ۶: درصد فراوانی شاخه‌های مختلف میکروزئوپلانکتون در آب‌های خوزستان

جدول ۴: نتایج حاصل از آنالیز SIMPER جهت گونه‌های مسئول عدم تشابه بین هرمزگان و بوشهر

گروه‌ها	هرمزگان	بوشهر	درصد مشارکت
Canthocalanus paupr	2864	162	2/09
Oikopleura	1589	18	1/83
Acartia amboinensis	1164	0	1/76
Temora discaudata	1101	0	1/71
Oithona attenuata	2261	5875	1/53
Subeucalanus subcrassus	234	1900	1/48
Lobidocera minuta	448	2318	1/41
Oncaea clevei	2673	589	1/41
Penilia avirostris	643	0	1/41

جدول ۵: نتایج حاصل از آنالیز SIMPER جهت گونه‌های مسئول عدم تشابه بین هرمزگان وخوزستان

گروه‌ها	هرمزگان	خوزستان	درصد مشارکت
Podon	259	8187	4.53
Oncaea clevei	2673	0	2.8
Centropages orsinii	4401	199	2.76
Nauplius	1135	4746	2.28
Acrocalanus gibber	7554	1800	2.15
Oithona attenuata	2261	6273	2.15
Acartia pacifica	1221	0	1.9
Acartia amboinensis	1164	0	1.85
Oikopleura	1589	51	1.73
Microsettela sp.	1397	36	1.67
Centropages furcatus	1470	76	1.56
Penilia avirostris	643	0	1.38
Temora turbinata	2927	714	1.34
Lobidocera minuta	448	1517	1.18
Polychate Larvae	582	8	1.13

جدول ۶: نتایج حاصل از آنالیز SIMPER جهت گونه‌های مسئول عدم تشابه بین بوشهر و خوزستان

ارگانیسم	بوشهر	خوزستان	درصد مشارکت
Podon	125	8187	5.7
Centropages orsinii	5942	198	4.02
Canthocalanus paupr	163	3332	3.27
Acrocalanus gibber	9171	1800	3.22
Temora discaudata	0	1222	2.48
Nauplius	1536	4746	2.34
Acartia pacifica	1192	0	2.25
Microsetella sp.	1523	36	2.11
Macrosetella	981	0	2.04
Subeucalanus subcrassus	1901	150	1.97
Oithona plumifera	1433	3800	1.91
Temora turbinata	3319	714	1.85
Oncaea clevei	589	0	1.58
Centropages furcatus	844	76	1.27

بحث

پلانکتون‌های جانوری به‌عنوان دومین گروه از تولیدکنندگان در منابع آبی می‌باشند که ارزش ویژه‌ای برای حلقه‌های بعدی زنجیره غذایی دارند. بررسی پلانکتون‌های جانوری در خلیج فارس نشان داد که پلانکتون‌های جانوری نقش عمده در زنجیره غذایی دارند (۳). در بررسی انجام شده در آب‌های محدوده استان هرمزگان طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۴، ۶ شاخه و ۸ رده از پلانکتون های جانوری مورد شناسایی قرار گرفت. در مطالعه دیگر در همین منطقه ۸ شاخه و ۱۴ رده از پلانکتون‌های جانوری مورد شناسایی قرار گرفت. پاروپایان و سپس نرم‌تنان جزو گروه‌های غالب معرفی گردیدند (۷، ۸). بررسی تغییرات فراوانی شاخه های مختلف پلانکتون های جانوری نشان داد که در تمام مناطق برتری با همین شاخه بوده است، تراکم بالای ناپلیوس سخت پوستان و پاروپایان سبب این برتری گردیده است. کوپه پودا و ناپلیوس غالب‌ترین زئوپلانکتون‌های منطقه خلیج فارس می باشند (۳). مطالعات انجام شده سال ۱۳۸۵ در آب‌های سواحل بندرلنگه نشان داد که ۶۶/۳۲ درصد از جمعیت زئوپلانکتون ها را کوپه پودا شامل بوده اند (۲۶). در پژوهش حاضر مراحل لاروی و بالغین کوپه پودا بیش‌ترین میزان فراوانی نسبی را دارا بودند و سایر گروه‌ها با فراوانی کم‌تری مشاهده شدند. کوپه پودها به‌عنوان فراوان‌ترین و متنوع‌ترین زئوپلانکتون ها در آب های سطحی اقیانوسی شناخته می‌شوند. مطالعات پیشین در این زمینه در نقاط مختلف آب‌های خلیج فارس و اقیانوس هند نیز نشان می‌دهد که کوپه پودها به‌طورکلی از فراوانی بالاتری نسبت به سایر پلانکتون‌های جانوری برخوردار می‌باشند (۱۸، ۲۸) این نتیجه تأکیدکننده این موضوع است که این گروه از موجودات دارای اهمیت بالایی در بوم‌سازگان آبی بوده و نقش مهمی در زنجیره غذایی ایفا می‌کند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در تحقیق حاضر تراکم میکروزئو پلانکتون از استان هرمزگان به سمت استان خوزستان افزایش نشان داده است. نتایج مطالعات انجام شده در آب های اقیانوس هند نشان داده است که با افزایش شوری آب، تراکم زئوپلانکتون ها افزایش می‌یابد (۲۷). شوری آب از شرق به غرب افزایش می‌یابد به‌طوری‌که شوری آب‌های هرمزگان بالاتر از آب های خوزستان است. به‌نظر می‌رسد نحوه توزیع شوری در این پهنه‌های آبی بر نحوه تراکم و پراکنش پلانکتون‌های جانوری تاثیرگذار می‌باشد (۸). با افزایش شوری تنوع کاهش ولی تراکم افزایش می‌یابد. معمولاً هر جانوری یک دامنه مطلوب از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی را تحمل می‌کند و بعد از آن دچار کاهش می‌شود (۲۴). زئوپلانکتون‌ها تحت تاثیر تغییرات عوامل محیطی گوناگون نظیر دما، شوری، میزان موادمغذی و شکار شدن به‌وسیله سایر آبزیان در معرض تغییر تراکم و تنوع می‌باشند (۲۱). Ebrahimi و همکاران نیز در تحقیق خود که در آب های ایرانی خلیج فارس و دریای عمان انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که تراکم زئوپلانکتون ها از شرق به‌سمت غرب افزایش نشان داده (۸) که با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. از شاخص

مارگالف در این تحقیق، جهت تعیین غنای گونه‌ای استفاده گردید. این شاخص، ساده‌ترین مفهوم تنوع زیستی را بیان می‌کند و نشان دهنده تعداد گونه‌های یک موجود در یک جامعه می‌باشد. عدد بزرگ‌تر در این شاخص، نشان‌گر غنای گونه‌ای بیش‌تر آن اکوسیستم است و هنگامی که شرایط محیط نامطلوب باشد کاهش می‌یابد (۱۰). در این پژوهش، بیش‌ترین مقدار غنای گونه‌ای مارگالف در استان هرمزگان (۴/۶۹۹) و کم‌ترین آن در استان خوزستان (۲/۲۱) مشاهده گردید که نشان می‌دهد استان هرمزگان از شرایط پایداری بالاتری نسبت به خوزستان دارا می‌باشد. براساس مطالعات Krebs (۱۳) و Lamb و همکاران (۱۴) شاخص شانن- وینر نشان‌دهنده شرایط استرس‌زای محیطی است. به طورکلی مقدار عددی این شاخص با افزایش استرس‌های محیطی و عدم پایداری در محیط کاهش می‌یابد و با مساعد شدن شرایط محیطی افزایش پیدا می‌کند. در واقع عدد بالاتر در این شاخص بیانگر آلودگی کم‌تر محیط می‌باشد. بیش‌ترین میزان در استان هرمزگان ۳/۰۵ و کم‌ترین میزان میانگین این شاخص در استان خوزستان ۲/۲۳ به‌دست آمد. کاهش این شاخص می‌تواند به‌دلایلی از قبیل وجود فعالیت انسانی بیش از حد، ورود آلاینده‌های نفتی مرتبط باشد. براساس نتایج به‌دست‌آمده کم‌ترین مقدار میانگین شاخص یکنواختی در آب‌های استان خوزستان مشاهده‌شد که حکایت از پایداری کم‌تر و تنش در این منطقه نسبت به سایر نواحی می‌باشد.

منابع

1. **Al-Khabbaz, M. and Fahmi, A.M., 1994.** Distribution of copepods in ROPME area.
2. **Al-Yamani, F. and Skryabin, V.A., 2006.** Identification Guide for Protozoans from Kuwait Waters. Kuwait Institute for Scientific Research.
3. **Al-Yamani, F., Al-Rafaie, K., Al-Mutairi, H. and Ismail, W., 1998.** Post-spill spatial distribution of zooplankton in the ROPME Sea Area. Offshore Environment of the ROPME Sea Area after the War-Related Oil spill. 193-202.
4. **Ayagh, R., 2016.** Biodiversity study of copepoda in coastal waters of Bandar Abbas. Islamic Azad University. (In Persian)
5. **Banse, K., 1982.** Cell volumes, maximal growth rates of unicellular algae and ciliates, and the role of ciliates in the marine pelagial 1, 2. Limnology and oceanography. 27(6): 1059-1071.
6. **Clarke, K.C., 1993.** Non parametric Multivariate analyses of changes in community structure. Austral Ecol. 18 (7):117-143.
7. **Ebrahimi, M., Mohebbi Nozar, L., Saraji, F., Ejlai, K. and Aghagerii, N., 2006.** Studies of hydrology and hydrobiology of Persian Gulf and Strait of Hormuz. Iranian Fisheries Science Resarch Institute. 109 p. (In Persian)
8. **Ebrahimi, M., Mortazavi, M.S., Ejlai, K. and Saraji, F., 2012.** Investigating the hydrobiological conditions of the Sea of Oman. Iranian Fisheries Science Resarch Institute. 130 p. (In Persian)
9. **Ebrahimi, M., Mortazavi, M.S. and Ejlali, K., 2003.** Hydrology and Hydrobiologycal Studies on Persian Gulf in Hormozgan Province. Iranian Fisheries Science Resarch Institute. 130 p. (In Persian)
10. **Gamito, S., 2010.** Caution is needed when applying Margalef diversity index Ecological Indicators. 10: 550-551. doi: 10.1016/j.ecolind.2009.07.006
11. **Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R. and Huntley, M., 2000.** ICES zooplankton methodology manual. Elsevier. 685 p.
12. **Khodadadi, M., Mohamadi, G. and Keshtkar, A., 2000.** Identification and abundance of plankton in the Persian Gulf (from Cancer Bay to Naiband Bay. Iranian Fisheries Science Resarch Institute. 115 p. (In Persian)
13. **Krebs, C.J., 2001.** Ecology, The experimental analysis of distribution and abundance. 5th ed. Benjamin Cummings Menlo Park. 801 p.
14. **Lamb, E.G., Bayne, E., Holloway, G., Schieck, J., Boutin, S., Herbers, J. and Haughland, D.L., 2009.** Indices for monitoring biodiversity change: Are some more effective than others? Ecological indicators. 9(3): 432-444.
15. **Mohsenizadeh, F., Pehpouri, A., Ebrahimi, M., Akbarzadeh, G., Radkhah, K., Albo, Sh., Ezadpanahi, G., Omidi, S., Kangvar, S., Marzban, A., Ayenshamshid, Kh., Azyini, M., Rezakhah, A., Amini, T., Parvaresh, M., Lalshenas, M., Garanjik, A., Zarshenas, Gh. and Attarab, G., 2015.** Monitoring of Red Tide in the Persian Gulf and Oman Sea. Iranian Fisheries Science Resarch Institute. (In Persian)
16. **Naderi, H. and Saraji, F., 2004.** Investigation of plankton in Hormozgan waters Iranian Fisheries Science Resarch Institute. (In Persian)
17. **Newell, C.E. and Newell, R.C., 2006.** Marine Plankton: a practical guide Hutchinson.
18. **Nour El-Din, N.M. and Al-Khayat, J.A., 2001.** Impact of industrial discharges on the zooplankton community in the Messaieed industrial area, Qatar (Persian Gulf). International journal of environmental studies. 58(2): 173-184.
19. **Nybakken, J.W. and Bartness, M.D., 2005.** Marine biology: an ecological approach, SanFrancisco, USA; Pearson Education.

20. **Omori, M. and Ikeda, T., 1984.** Methods in marine zooplankton ecology. John-Wiely and Sone. Inc. New York.

21. **Paterson, M., 2000.** Zooplankton in fresh waters. Ecological monitoring and assessment network (EMAN) protocols for measuring biodiversity. www.eman-rese.ca/eman/ecotools/protocols/marine/zooplankton/intro.html.

22. **Paturej, E. and Gutkawska, A., 2015.** The effect of salinity levels on the structure of zooplankton communities. Arch Biol Scie. Belgrade. 67(2): 483-492.

23. **Porter, K.G., Sherr, E.B., Sherr, B.F., Pace, M. and Sanders, R.W., 1985.** Protozoa in Planktonic Food Webs 1, 2. The Journal of protozoology. 32(3): 409-415.

24. **Ravanbakhsh, M., Javid, A.Z., Hadi, M. and Fard, N.J., 2020.** Heavy metals risk assessment in fish species (Johnius belangerii (C) and Cynoglossus arel) in Musa Estuary, Persian Gulf. Environmental Research. 188: 109560.

25. **Rezai, H., Kabiri, K., Arbi, I. and Amini, N., 2019.** Neustonic zooplankton in the northeastern Persian Gulf. Regional Studies in Marine Science. 26: 100473.

26. **Saraji, F., Kamali, E., Eslami, F., Rohani, K. and Owofii, F., 2011.** Study on Biological factors for artificial reefs in Hormozgan Province (Bandar Lengeh). Iranian Fisheries Science Research Institute. (In Persian)

27. **Taherizadeh, M.R., 2002.** Ecological studies on Goria Creek of Mumbai. Mumbai University. 157 p.

28. **Tolian, R., Javadzadeh, N., Sanati, A.M., Mohammadi Roozbahani, M. and Noorinezhad, M., 2021.** Investigation of Structure and abundance of zooplankton by ballast water of ships entering the Bushehr port. Journal of Animal Environment. 13(1): 465-476. (In Persian)