Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

بررسی تراکم و فراوانی زئوپلانکتون‌های حوضه جنوب شرقی دریای خزر (خلیج گرگان)

حامد رائیجی[۱]، محمد قلی زاده*[۱]، رحمان پاتیمار[۱]، طاهر پورصوفی[۲]

*Gholizade_mohammad@yahoo.com

۱- گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۲- مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۷

چکیده

زئوپلانکتون‌ها، نقش مهمی را در زنجیره غذایی بوم‌سازگان آبی دارند که به‌عنوان حلقه واسط زنجیره غذایی بین تولید کننده‌ها (فیتوپلانکتون) و سطوح غذایی بالاتر عمل می‌کنند. هدف از این تحقیق، شناسایی و بررسی تراکم زئوپلانکتون‌ها در خلیج گرگان (حوضه جنوب شرقی دریای خزر) بود. نمونه‌برداری به صورت فصلی در سال ۱۳۹۶ به وسیله تور پلانکتون با چشمه 100میکرون و قطر دهانه 36 سانتی‌متر در هر ایستگاه با سه تکرار و از سه منطقه پن-کالچر، اسکله آشوراده و منطقه دهنه ورودی دریا به خلیج صورت گرفت. در این مطالعه گروه‌های زئوپلانکتونی متعلق به ۱۶ جنس از ۵ گروه شامل کپه پودا (Copepoda)، گرد تنان یا گردان دهانان (Rotatoria)، تک‌یاخته‌ای‌ها یا مژه‌داران (Protozoa)، زئوپلانکتون‌های موقتی (meroplankton=zoobenthos) و یک گروه شامل سایر گروه‌های زئوپلانکتونی، شناسایی شدند. میانگین شاخص تنوع شانون در طول زمان نمونه‌برداری ۱/۵۷±۰/۲۶، شاخص غنای گونه‌ای مارگالف ۱/۸۳±۰/۴۳ و شاخص یکنواختی پیلو ۰/۶۹±۰/۱۲ بود. کمترین میزان شاخص تنوع شانون ۱/۱۲ در فصل پاییز منطقه اسکله ایستگاه ۶ و بیشترینشاخص مارگالف ۲/۷۶ در فصل بهار منطقه پن ایستگاه ۲ و برای شاخص یکنواختی پیلو بیشترین مقدار این شاخص ۰/۹۲برای فصل زمستان منطقه اسکله ایستگاه ۵ مشاهده گردید. آنالیز خوشه‌بندی و مقیاس بندی چند بعدی غیر متریک میزان شباهت ایستگاه‌ها به یکدیگر بر اساس توزیع فراوانی گونه‌ها را در دو گروه مجزا نشان داد. نتایج تحقیق حاضر می‌تواند نقش مهمی در برنامه حفاظت محیط زیست دریای خزر ایفا کند.

لغات کلیدی: زئوپلانکتون، شاخص زیستی، خلیج گرگان

*نویسنده مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

مقدمه

روند تغییرات شرایط کیفی بوم‌سازگان آبی، همواره در معرض نوسانات زیست محیطی قرار دارد. بنابراین، مدیریت بهینه هر بوم‌سازگان، مستلزم شناخت اولیه در زمینه روند تغییرات و تهدیدات زیست محیطی است. پس از ورود شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* از دریای سیاه به دریای خزر تنوع و تراکم گونه‌های آبزی اعم از پلانکتونی و نکتون به شدت تغییر کرد، بطوریکه فراوانی فیتوپلانکتون ها افزایش و تنوع و فراوانی زئوپلانکتون‌ها کاهش چشمگیری داشت (Roohi *et al*., 2010). بررسی زئوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۷۵ نشان داد که از ۵۵ گونه شناسائی شده ۵ گونه از Protozoa، 6 گونه از Rotatoria، ۹ گونه از Copepoda و ۲۹ گونه از Cladocera و ۶ گونه از مروپلانکتون بوده‌اند. در حالیکه پس از ورود شانه‌دار تنوع گونه‌ای زئوپلانکتون‌ها بشدت کاهش یافت و به ۲۹ گونه طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ رسید (Roohi *et al*., 2010). بهرحال، با ورود شانه دار *Mnemiopsis* به دریای خزر مطالعات گسترده‌ای در خصوص تراکم و پراکنش این جانور در حوزه جنوبی به صورت مجزا صورت گرفت (روحی و همکاران، ۱۳۸۶؛ ۱۳۸۸؛ ۱۳۹۱؛ رستمیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ مکرمی و همکاران، ۱۳۹۲). زئوپلانکتون‌ها اولین مصرف‌کنندگان زنجیره غذایی هستند و نقش مهمی در حیات دریایی ایفاء می‌کنند. در این میان پاروپایان غالب‌ترین گروه این موجودات هستند. تغییرات بوجود آمده در جمعیت آنها تأثیر زیادی بر زنجیره غذایی دریایی دارد. به دلیل ارزش غذایی زیاد و فراوانی این گروه از سخت‌پوستان، اهمیت خاصی در تغذیه جانوران دریا دارد. بسیاری از ماهیان در مراحل نوزادی و لاروی از پاروپایان پلاژیک تغذیه می‌کنند (Gopakumar and Santhosi, 2009). اکثر گونه‌های زئوپلانکتونی به دلیل اندازه کوچکشان غذای بسیار مناسبی برای بچه ماهیان (از جمله سوف و کپور سرگنده) می‌باشند. در حالیکه بچه ماهیان در دوران نوزادی خود مقدار زیادی زئوپلانکتون در اختیار داشته باشند و بخوبی از آنها تغذیه نمایند، رشد مناسبی می‌کنند. بسیاری از ماهیان از سخت‌پوستان تغذیه می‌کنند. زئوپلانکتون‌ها به عنوان یک رابط اصلی نقش مهمی را در زنجیره غذایی، حمل انرژی از باکتری‌ها یا فیتوپلانکتون‌ها به سایر بی‌مهرگان و ماهیان ایفاء می‌کنند (Souza *et al*., 2011). گروه‌های زئوپلانکتونی دارای نقش مهمی در مطالعه تنوع زیستی جانوران بوم‌سازگان‌های مختلف آبی هستند (Goswani, 2004). گروه‌های زئوپلانکتونی به طور دائم در منابع آبی مختلف حضور فعال دارند و شامل گروه‌های مختلفی همچون روتیفرها، کلادوسرها و کوپه‌پودها و غیره می‌باشند. همچنین در بین گونه‌های زئوپلانکتونی، حضور و غالبیت گونه‌های کلیدی عامل پایدارکننده مهم ساختار جوامع پلانکتونی بحساب می‌آیند. در این میان سخت‌پوستان زئوپلانکتونی (از جمله کوپه‌پودها و کلادوسراها) در بوم‌سازگان‌های آبی از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار می باشند و جزء رژیم اصلی غذایی ماهیان هستند و نقش مهمی در رشد مراحل مختلف زندگانی بسیاری از گونه‌های ماهیان بخصوص کپور ماهیان ایفاء می‌کنند (Abdel *et al*., 2006). محمدخانی و غلام‌پور (۱۳۹۶) به بررسی زئوپلانکتون‌های حوزه جنوبی دریای خزر منطقه خلیج گرگان پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که از ۱۶ گروه زئوپلانکتون شناسایی شده در شهریور ماه، حداکثر تعداد در متر مکعب (۴۸/۴ هزار عدد در متر مکعب) مشاهده شد. در سال ۱۳۸۷ مطالعه‌ای با هدف بررسی جامع اکولوژیک رودخانه‌ها و تالاب‌های مهم شیلاتی دریای خزر از جمله منطقه خلیج گرگان مورد بررسی قرار گرفت (محمدخانی و غلام‌پور ۱۳۹۶). خلیج گرگان به عنوان تنها خلیج ایرانی قرارگرفته در آبهای ساحلی جنوب شرقی دریای خزر از مهم‌ترین زیست‌بوم‌های منطقه بشمار می‌رود که از طریق آبراهه آشوراده- بندرترکمن به این دریا مرتبط است (شربتی و قانقرمه، ۱۳۹۴). کرانه‌های خلیج گرگان عمدتاً باتلاقی است و خروجی رودخانه‌هایی نظیر گرگانرود، قره سو و باغو در منطقه بر شرایط این خلیج تأثیرگذارند. یکی از عوامل مهم برای تغییرات بوم‌شناسی در خلیج گرگان، شاخص تغییر اقلیم بویژه پارامترهای دما و بارندگی می‌باشد. آب و هوای منطقه خلیج با کاهش شدید بارش از غرب به شرق گواه تغییر از مرطوب به بیابانی است. در حالیکه در غرب خلیج پوشش گیاهی نواحی مرطوب بچشم می‌خورد، در نواحی شرقی گسترش پوشش گیاهی مناطق بیابانی و نمک دوست

www.SID.ir

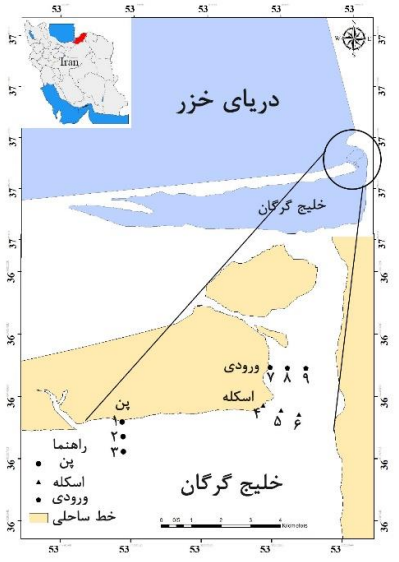
Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

روندی غالب دارد. به دلیل نیمه بسته بودن خلیج، امواج دریای خزر مستقیماً وارد خلیج نمی‌شوند و رژیم موج آرام به همراه شرایط جریان خاص ناشی از امواج بر منطقه حاکم است (لاهیجانی و همکاران، ۱۳۸۹). در تقسیم بندی‌های انجام شده این خلیج به همراه تالاب میانکاله از نوع (A) آبهای دریای کم عمق دائمی و تالاب‌های دریای ساحلی محسوب می‌گردد (بشری و همکاران، ۱۳۹۳). به دلیل حساسیت بالای زئوپلانکتون‌ها نسبت به آلودگی و تغییرات محیطی و همچنین اهمیت بالای منطقه خلیج گرگان، سه نقطه از این منطقه پن، اسکله آشوراده و ورودی دهانه خلیج طی چهار فصل مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این مطالعه بررسی تراکم و فراوانی زئوپلانکتون‌ها در سه منطقه مذکور از خلیج گرگان و مقایسه آنها در فصول مختلف می‌باشد.

مواد و روش کار

در این بررسی نمونه‌برداری از خلیج گرگان (حوضه جنوب شرقی دریای خزر) در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان و در سه منطقه ورودی خلیج گرگان ، پن-کالچر و اسکله آشوراده انجام شد (شکل ۱).



شکل۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در خلیج گرگان

Figure 1: The geographic location of the sampling stations in Gorgan Bay.

ایستگاه‌ها بر اساس مطالعات پیشین و نیز خصوصیات توپوگرافی که دارای شرایط ویژه اکولوژیک بودند، انتخاب گردیدند. زیرا منطقه ورودی خلیج با دریا ارتباط دارد و منطقه اسکله به دلیل وجود فعالیت انسانی و منطقه پن به دلیل وجود سایت پرورش ماهیان خاویاری انتخاب شدند. ایستگاه‌ها به فواصل ۵۰۰،۵۰ و ۱۰۰۰ متر از ساحل بودند. تعیین موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه (GPS) (Global Positioning System) صورت گرفت. نمونه‌برداری زئوپلانکتون‌ها در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان در هر ایستگاه توسط تور پلانکتون با چشمه ۱۰۰ میکرون و قطر دهانه ۳۶ سانتیمتر با سه تکرار صورت گرفت. در هر فصل ۲۷ نمونه از ۹ ایستگاه جمع‌آوری و بلافاصله پس از نمونه‌برداری در هر ایستگاه نمونه‌ها را به ظروفی که مشخصات نمونه و محل نمونه‌برداری نوشته شده بود، منتقل شدند و با فرمالین ۴ درصد تثبیت و سپس برای شمارش و شناسایی به آزمایشگاه دانشگاه گنبدکاووس منتقل شدند. در آزمایشگاه برای شمارش زئوپلانکتون‌ها، برای تغلیظ نمونه از تور با چشمه ۵۰ میکرون کوچک‌تر از تور نمونه‌برداری استفاده شد و آب اضافی از نمونه خارج گردید. نمونه وارد یک ظرف مدرج شد و ۰/۵ سی‌سی پس از همگن کردن روی لام شمارش قرار گرفت و نمونه‌های پراکنده شده در سطح محفظه، شمارش شدند (Postel *et al.*, 2000). برای شناسایی و شمارش زئوپلانکتون از میکروسکوپ وارونه (Inverted microscope) با عدسی ۲۵ و ۱۰ x و لام بوگاروف و کلیدهای شناسائی موجود استفاده شد (Boltovskoy, 2000; Manolova, 1964 1968; Birshtein *et al.*,). برای برآورد تعداد نمونه زئوپلانکتون پس از شمارش از رابطه ذیل استفاده شد:

$$N=n_1+n_2\times 0.1\times Vol$$

N = تعداد نمونه در حجم آب، Vol = برابر حجم ظرف حاوی نمونه، n_1 = تعداد نمونه در ۰/۵ سی سی اول، n_2 = تعداد نمونه در ۰/۵ سی سی دوم.

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

سپس برای بدست آوردن تعداد نمونه در متر مکعب از روابط ذیل استفاده شد:

× تعداد نمونه شمارش شده در(N)= تعداد نمونه در متر مکعب
(مترمکعب) حجم آب فیلتر شده از تور پلانکتون

مسافت تور کشش شده × مساحت دهانه تور= حجم آب فیلتر شده

مسافت طول کشش تور زئوپلانکتون ۷ متر است. برای برآورد زیتوده (وزن تر) زئوپلانکتون در حوضه جنوب شرقی دریای خزر (خلیج گرگان) تعداد نمونه زئوپلانکتون شمارش شده در متر مکعب در وزن استاندارد هر یک از گونه های زئوپلانکتونی ضرب گردید (Petipa, 1952). به منظور بررسی تراکم و پراکنش زئوپلانکتون‌ها با عوامل مختلف، از شاخص‌های تنوع زیستی ازجمله شانون- وینر، شاخص یکنواختی پیلو و شاخص غنای گونه‌ای مارگالف استفاده گردید (جدول ۱).

جدول ۱: شاخص‌های زیستی مورد استفاده
Table 1: Biological indicators used.

شاخص‌ها	فرمول	رفرنس
شانون- وینر	$H'=\sum_{i=1}^{s}\left(\frac{ni}{n}\right)\ln\left(\frac{ni}{n}\right)$	Shannon-Wiener, 1949)
یکنواختی پیلو	$J=H/\log(S)$	(Pielou, 1969)
غنای گونه‌ای مارگالف	$D=\frac{(S-1)}{\ln N}$	(Clifford and Stephenson, 1975)

به منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها در فصول مورد مطالعه از آزمون Kolmogorov -smirnov استفاده شد. تجزیه تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSSنسخه ۲۳ و از آزمون واریانس یک طرفه (ANOVA way One) استفاده گردید. برای بررسی تغییرات فراوانی زئوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌های مختلف آزمون خوشه‌بندی (Cluster analysis) و مقیاس‌بندی چند بعدی غیر متریک(n.MD) با استفاده از شاخص شباهت نسبتی Bary-curtis، با تبدیل ریشه دوم داده‌ها برای همه ایستگاه‌ها در نرم‌افزار (PRIMER 6) انجام گرفت (Rosenberg, 2004).

نتایج

مطالعه زئوپلانکتون در حوضه جنوب شرقی دریای خزر (خلیج گرگان) در سال ۱۳۹۶ و در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان در سه منطقه پن-کالچر، اسکله آشوراده و منطقه ورودی خلیج گرگان انجام شد. با توجه به نتایج بدست آمده، ۱۶ جنس از ۵ گروه در فصول نمونه برداری مشاهده گردیدند. گروه‌های زئوپلانکتونی مشاهده شده شامل کپه پودا (Copepoda)، گرد تنان یا گردان دهانان (Rotatoria)، تک‌یاخته‌ای‌ها یا مژه‌داران (Protozoa)، زئوپلانکتون‌های موقتی (meroplankton=zoobenthos) و یک گروه شامل سایر گروه‌های زئوپلانکتونی بود شناسایی شدند (جدول ۲).

درصد فراوانی گونه‌های زئوپلانکتونی در طول تمام مناطق و دوره نمونه‌برداری در شکل ۲ نشان داده شد. نتایج نشان داد بیشترین درصد فراوانی گروه‌های زئوپلاکتونی مربوط به زیررده Copepoda با ۳۱ درصد و کمترین درصد فراونی با ۱ درصد مربوط به شاخه Nematoda بوده است. درصد فراوانی گروه‌های زئوپلانکتونی در فصول مختلف نشان‌دهنده آن است که در فصل بهار Porotozoa ۵۱/۲ درصد را شامل شده است. در فصل تابستان، پاییز و زمستان Copepoda بترتیب با ۴۵/۲، ۴۳/۵ و۳۹/۶ درصد دارای بیشترین فراوانی بود (شکل ۳).

تغییرات میانگین تعداد زئوپلانکتون در فصول مختلف در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که در فصل بهار با رقم ۲۴۱/۱۷ عدد در مترمکعب دارای بیشترین تعداد بود و بترتیب در فصول تابستان، پاییز و زمستان روند کاهشی داشت بطوریکه در فصل زمستان کمترین تعداد با میانگین ۸/۶۶ در مترمکعب دیده شد (شکل ۴).

با توجه به نتایج، در ارتباط بین تراکم (تعداد در مترمکعب) با زیتوده (میکروگرم بر لیتر)، کمترین میزان زیتوده در فصل پاییز و بیشترین زیتوده در فصل تابستان مشاهده شد. در فصل بهار بین زیتوده و تعداد در مترمکعب زئوپلانکتون اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). در فصل زمستان مقدار زیتوده بیشتر از تعداد در مترمکعب زئوپلانکتون است.

www.SID.ir

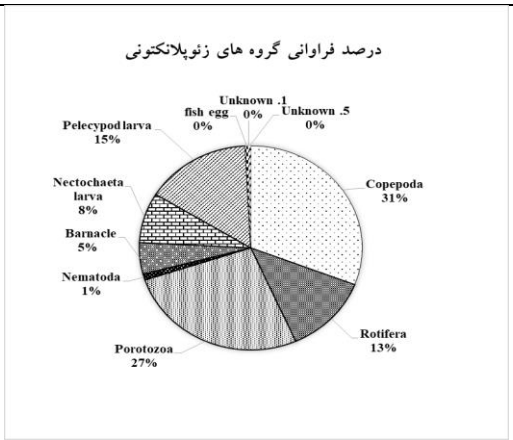
Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

جدول ۱: گروه‌های مختلف زئوپلانکتونی شناسایی‌شده در خلیج گرگان.

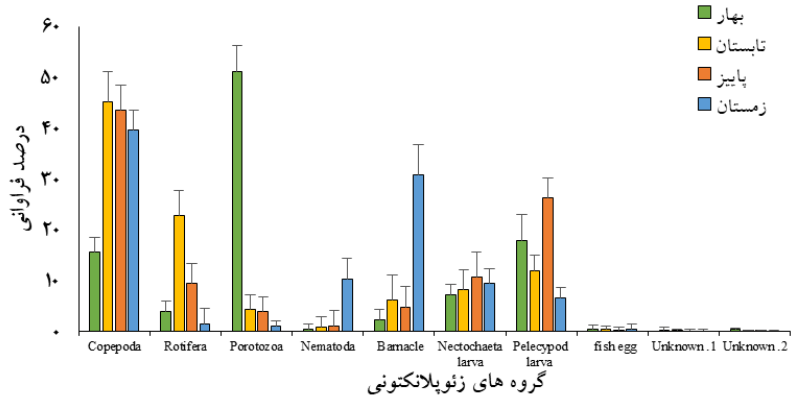
Table 2: Various groups of zooplankton identified in Gorgan Bay.

شاخه	رده	زیررده	خانواده	جنس
Crustacea	Hexanauplia	Copepoda	Acartiidae	*Acartia* sp *Acartia (nauplius)*
Rotifera	Eurotatoria	Rotatoria	Brachionidae Asplanchnidae Brachionidae	*Brachionu* sp. *Asplanchna* sp *Keratella* sp.
Picozoa	Protozoa	–	Foraminifera Protozoa –	– *Tintinopsis*
Arthropoda	Hexanauplia	Thecostraca	Balanidae	*Balanus*
Annelida	Polychaeta	Errantia	Nereididae	*Hedis* sp. *Nectochaeta larva*
Mollusca	Pelecypod larva	–	–	–
Other			Nematoda Fish egg Unknown .1 Unknown .2	



شکل ۲: درصد فراوانی زئوپلانکتون در منطقه مورد مطالعه

Fig 2: Percentage of zooplankton in study area.



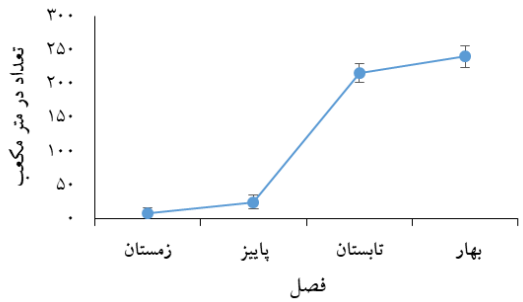
شکل ۳: درصد فراوانی گروه‌های زئوپلانکتونی در فصول مختلف

Figure 3: Percent abundance of zooplankton groups in different seasons.

www.SID.ir

Archive of SID

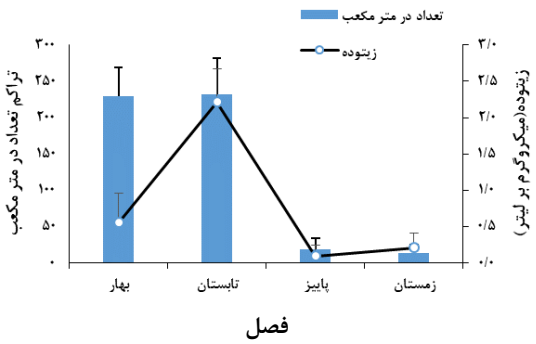
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019



شکل ۱: میانگین تراکم زئوپلانکتون (تعداد در متر مکعب) در فصول مختلف.

Figure 4: Mean zooplankton density (m^3) in different seasons.

در فصول تابستان و پاییز اختلاف معنی‌داری بین زیتوده و تراکم مشاهده نشد ($p>0/05$) (شکل ۵).



شکل ۲: پراکنش فصلی تراکم و زیتوده زئوپلانکتونی در خلیج گرگان

Figure 5: Seasonal distribution of zooplankton density and biomass in Gorgan Bay

مطالعه ساختار جمعیتی زئوپلانکتون های خلیج گرگان در سه منطقه ورودی خلیج، اسکله آشوراده و پن-کالچر نشان داد که بیشترین تراکم گروه‌های زئوپلانکتونی در منطقه پن مربوط به مرحله نوزادی (ناپلیوسی) *Acartia* با میانگین ۳۹/۶۳±۱۵۵/۳۹ عدد در مترمکعب (خطای استاندارد±میانگین) و کمترین مقدر تراکم در این منطقه مربوط به *Asplanchna* sp. با میانگین ۰/۳۵±۰/۶۴ عدد در مترمکعب (خطای استاندارد±میانگین) بوده است. نتایج بدست آمده از منطقه اسکله نشان داد بیشترین میزان تراکم در این منطقه مربوط به *Tintinopsis* با میانگین ۱۷۴/۵۵±۴۱۳/۴۵ عدد در مترمکعب و کمترین میزان تراکم در منطقه اسکله در Unknown .1 با میانگین ۰/۲۹±۱/۰۹ عدد در مترمکعب مشاهده شد. در منطقه ورودی بیشترین مقدار تراکم مربوط به *Tintinopsis* با میانگین ۱۷۵/۲۴±۳۱۹/۹۴ عدد در مترمکعب بود و کمترین مقدار تراکم در Unknown .1 با ۰/۲۹±۰/۵۱ عدد در مترمکعب به ثبت رسید (جدول ۳).

پس از برازش اطلاعات بدست آمده از شاخص‌های زیستی در مناطق نمونه برداری، خلیج گرگان بیشترین تنوع گونه‌ای ۰/۳۱±۱۴ (خطای استاندارد±میانگین) در منطقه پن و کمترین مقدار گونه مشاهده شده ۰/۳۴±۷ (خطای استاندارد±میانگین) در منطقه ورودی به ثبت رسید. میزان میانگین فراوانی کل در منطقه اسکله (خطای استاندارد±میانگین) ۱۴۰/۸۷±۴۵۹/۰۸ عدد و کمترین میزان (خطای استاندارد±میانگین) ۱۲۱±۲۹۵/۷۵ عدد در منطقه پن مشاهده شد. در بررسی حاضر میانگین تغییرات شاخص شانون-وینر در منطقه پن بیشترین مقدار ۰/۰۱±۱/۶۲ و منطقه اسکله کمترین مقدار۰/۰۷±۱/۴۷ شاخص شانون را نشان داد. با توجه به نتایج، بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای ۰/۱۶±۱/۹۸ در منطقه پن و کمترین مقدار این شاخص ۰/۰۸±۱/۷۲ در منطقه ورودی به ثبت رسید. میزان شاخص یکنواختی در منطقه اسکله از پایین ترین مقدار ۰/۰۴±۰/۶۵ برخوردار است، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد منطقه ورودی دارای بیشترین میزان شاخص یکنواختی ۰/۰۳±۰/۷۲ می‌باشد (جدول ۴).

در مقیاس‌گذاری چندبعدی (MDS) و نمودار خوشه‌بندی بر اساس شکل‌های ۶ و ۷ مکان‌های نمونه‌برداری به ۲ قسمت مجزا تبدیل‌شدند. بدین معنا که گروه اول شامل منطقه اسکله، ورودی، پن، در فصل بهار و تابستان بود. همچنین گروه دوم مناطق پن، اسکله و ورودی در فصول پاییز و زمستان را شامل شد. با توجه به نتایج، فصول سرد (پاییز و زمستان) و گرم سال (بهار و تابستان) به طور مجزا از هم قرار گرفته اند.

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

جدول ۲: میانگین توزیع و فراروانی نسبی گروه های زئوپلانکتونی در منطقه نمونه برداری، خلیج گرگان.

Table 3: The mean distribution and abundance of zooplankton groups in different regions of Gorgan Bay.

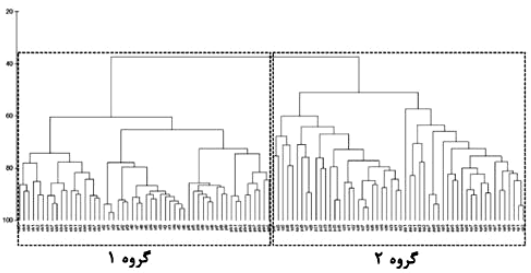
شاخه	جنس	مناطق نمونه برداری		
		پن	اسکله	ورودی
		خطای استاندارد ± میانگین	خطای استاندارد± میانگین	خطای استاندارد ± میانگین
Crustacea	*Acartia* sp	۱۰۶/۰۸±۷۷/۵۱	۸۶/۶۳±۳۹/۱۸	۸۲/۰۲±۳۴/۰۴
	Acartia .nauplius	۱۵۵/۳۹±۳۹/۶۳	۲۹۴/۹±۱۴۱/۱۹	۲۴۰/۶۴±۶۱/۸۹
Rotifera	*Brachionu* sp.	۹/۹۴±۳/۷۹	۱۲/۱۲±۲۳/۱۳	۴۰/۱۲±۲۲/۹۴
	Asplanchna sp.	۰/۶۴±۰/۳۵	۱/۳۳±۱/۵۳	۲/۳۰±۱/۵۴
	Keratella sp.	۱۳۱/۸±۱۰۶/۶۲	۸۸/۴۳±۹۷/۴۶	۱۰۵/۲۴±۵۳/۳۳
Picozoa	*Foraminifera*	۱/۵۷±۰/۶۳	۳/۳۷±۱/۲۲	۴/۱۳±۱/۷
	porotozoa	۱۲/۲۸±۴/۷۷	۱۹/۸۰±۴/۷۶	۱۸/۳۵±۸/۱۱
	Tintinopsis	۳۶/۷۹±۲۰/۷۹	۴۱۳/۴۵±۱۷۴/۵۵	۳۱۹/۹۴±۱۷۵/۲۴
	Nematoda	۸/۰۶±۳/۲۲	۹/۸۸±۴/۴۸	۱۲/۲۶±۳/۸۸
Arthropoda	*Barnacle*	۴۷/۴۸±۲۲/۹۵	۵۵/۹۴±۱۱/۳۲	۵۱/۶۸±۱۴/۳۳
Annelida	*Hedis* sp.	۲/۲۹±۰/۸۹	۳/۳۵±۰/۴۱	۱/۳۷±۰/۶۵
	Nectochaeta larva	۴۴/۷۱±۱۵/۱۵	۱۱۳/۰۳±۱۹/۲۵	۸۳/۷۷±۲۴/۴۱
Mollusca	*Pelecypod larva*	۹۰/۴۳±۲۵/۴۵	۲۱۰/۷۷±۳۳/۸۷	۱۸۱/۶۵±۴۹/۲۱
Other	fish egg	۲/۹۷±۱/۲۶	۶/۴۸±۱/۶۵	۲/۶۲±۱/۱۶
	Unknown .1	۳/۴±۱/۸۲	۱/۰۹±۰/۲۹	۰/۵۱±۰/۲۹
	Unknown .2	۲/۳۱±۱/۲۸	۱/۹۸±۲/۴۸	۳/۴۸±۲/۴۵

جدول ۳. مقایسه میانگین شاخص‌های زیستی در مناطق نمونه برداری، خلیج گرگان.

Table 4. Comparison of bio-indicators mean in sampling areas, Gorgan Bay.

شاخص‌ها	مناطق نمونه برداری		
	پن	اسکله	ورودی
	خطای استاندارد±میانگین	خطای استاندارد±میانگین	خطای استاندارد±میانگین
تعداد گونه	۱۴±۰/۳۱^{a}	۱۱±۰/۹۲^{a}	۷±۰/۳۴^{b}
فراوانی	۲۹۵/۷۵±۱۲۱^{a}	۴۵۹/۰۸±۱۴۰/۸۷^{c}	۴۰۹/۹۲±۱۱۵/۶۳^{b}
شانون- وینر	۱/۶۲±۰/۱^{b}	۱/۴۷±۰/۰۷^{a}	۱/۶۱±۰/۰۶^{b}
غنای گونه ای	۱/۹۸±۰/۱۶	۱/۸۱±۰/۱	۱/۷۲±۰/۰۸
یکنواختی پیلو	۰/۷۱±۰/۰۳	۰/۶۵±۰/۰۴	۰/۷۲±۰/۰۳

*حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین مناطق نمونه برداری است($p<۰/۰۵$).



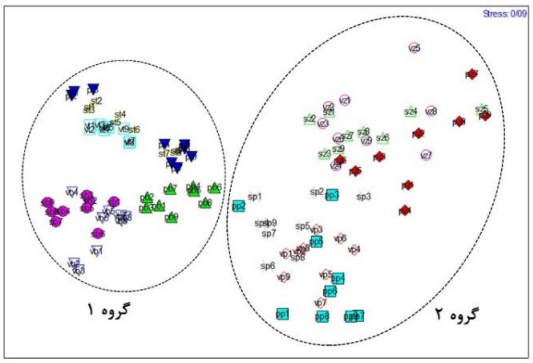
شکل ۶: آنالیز خوشه‌ای (Cluster analysis) زئوپلانکتون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

Figure 6:Cluster analysis of zooplankton at sampling stations.

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019



شکل ۳: مقیاس بندی چند بعدی غیر متریک (n.MDS) زئوپلانکتون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

Figure 7: Non-Metric Multidimensional Scale (n.MDS) of zooplankton at sampling stations.

بحث

اجتماعات زئوپلانکتون (هولوپلانکتون، پلانکتون واقعی) حوضه جنوبی دریای خزر خلیج گرگان از Copepoda، Rotatoria، Protozoa و از زئوپلانکتون‌های موقتی (مروپلانکتون) Balanidae و Nereididae و Pelecypod larva و یک گروه شامل سایر زئوپلانکتون ها تشکیل شد. زیر رده Copepoda گروه غالب در این پژوهش بود. در مطالعه حاضر Copepoda با ۳۱ درصد بیشترین درصد فراوانی را نسبت به سایر گروه‌های زئوپلانکتونی داشته است. در فصول تابستان، پاییز و زمستان بیشترین درصد فراوانی بترتیب با ۴۵، ۴۳ و ۳۹ درصد مربوط به *Acartia* sp. بوده است. Copepoda مهم‌ترین گروه زئوپلانکتون دریای خزر است (روشن طبری، ۱۳۷۹) و بر اساس مطالعات همچنین بیشترین فراوانی را در دریا و در مصب تشکیل می‌دهد (Mauchline, 1998; Muxagata *et al*., 2012) و یافته های تحقیق حاضر با سایر پژوهش‌ها در اکوسیستم آبی مشابه است (Kolo *et al*., 2001; Davies *et al*., 2002; Ekwu and Sikoki, 2005). در تحقیق محمدخانی و غلام‌پور (۱۳۹۶) در خلیج گرگان (حوضه جنوبی دریای خزر) Copepoda در تمام ایستگاه‌ها و فصول وجود داشتند که در این بررسی بر اساس نتایج حاصل از جامعه آماری Copepoda، *Acartia* sp. دارای بیشترین فراوانی در تمامی نقاط و اساساً غالب در تمام مناطق بود. ورود *Acartia* به دریای خزر می‌تواند در زنجیره غذایی ماهیان اثر داشته باشد، اما افزایش آن موجب کاهش ذخایر *Calanipeda aquae dulcis* شد (Yelizarenko, 1992). با توجه به نتایج مطالعه حاضر، بیشترین تعداد گونه‌های ثبت شده در فصول گرم سال ۱۶ عدد و کمترین گونه‌های ثبت شده در فصول سرد سال ۵ گونه بود که رابطه مستقیمی با دما داشت و اختلاف معنی‌داری را بین فصول گرم سال بهار و تابستان و سرد سال پاییز و زمستان نشان می‌دهد ($p<۰/۰۵$). در این مطالعه نتایج حاصل از آنالیز آماری تعیین درصد فراوانی زئوپلانکتون در مقایسه بین ایستگاهی در فصول مختلف نشان داد که بین منطقه پن و ورودی اختلاف معنی داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). منطقه اسکله به دلیل وجود فعالیت های انسانی، قایق های تحقیقاتی و توریستی و افزایش عوامل استرس زا تاثیرگذار بر جمعیت زئوپلانکتون (Krebs, 2001; Lamb *et al*, 2009) اختلاف معنی داری نسبت به منطقه پن داشت ($p<۰/۰۵$). شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر عمومی‌ترین و پرکاربردترین شاخص در بررسی اکولوژیک می‌باشد. به طور کلی، این شاخص بیانگر شرایط استرس‌زای محیط است، با افزایش استرس و فشارهای محیطی، گونه‌ها بتدریج حذف می‌شوند یا تغییر محل می‌دهند. در چنین شرایطی مقدار عددی این شاخص کاهش می‌یابد، ولی با مساعد شدن شرایط محیط مقدار عددی این شاخص افزایش می‌یابد (Krebs, 2001; Lamb *et al*., 2009). نتایج حاصل از بررسی شاخص شانون-وینر نشان داد که تنوع زئوپلانکتون در منطقه اسکله نسبت به دو منطقه دیگر از میزان کمتری برخوردار بود، کاهش مقدار شاخص شانون می‌تواند دلایلی از قبیل وجود فعالیت انسانی، عبور قایق‌های صیادی و توریستی و ورود آلاینده‌های نفتی در این منطقه داشته باشد. در ارتباط بین زیتوده و تراکم گروه‌های مختلف زئوپلانکتونی در فصل بهار اختلاف معنی‌داری بین زیتوده و تراکم وجود داشت ($p<۰/۰۵$)، اگرچه زیتوده بسیار کمتر از تراکم مشاهده شد. این امر می‌تواند به دلیل وزن کم برخی از گونه‌های مشاهده شده در این فصل باشد. در فصل زمستان با توجه به شکل (۵) بالا بودن زیتوده نسبت به

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

تراکم گروه‌های زئوپلانکتونی مشاهده می‌گردد که به دلیل بالا بودن وزن برخی از گونه‌های پلانکتونی در این فصل می‌باشد. اما در فصول تابستان و پاییز اختلاف معنی‌داری بین زیتوده و تراکم مشاهده نشد ($p>0/05$). شاخص یکنواختی یا همگنی گونه‌ای پیلو، نشانگر توزیع و فراوانی افراد بین گونه‌هاست (Ludwig and Reynolds, 1988). طبق معادله مربوطه در یک مکان یا زمان خاصی اگر تعداد گونه‌ها ثابت باشند، هر چه فراوانی گونه‌ها متفاوت‌تر از هم یا به عبارتی نوسان‌دار از هم باشند، تنوع گونه‌ای کاهش می‌یابد و هر چه جمعیت گونه‌ها متعادل‌تر و تفاوت کمتری با هم داشته باشند، تنوع و یکنواختی گونه‌ای افزایش می‌یابد. در یک اجتماع زیستی، تعداد گونه‌ها غالبا به عنوان غنای گونه‌ای تفسیر می‌شود (Ludwig and Reynolds, 1988). بالا بودن شاخص پیلو در فصل یا ایستگاه خاص به حضور گونه‌های بیشتر مربوط است. لذا، غناء بیشتر این شاخص ۰/۹۲ برای فصل زمستان منطقه اسکله ایستگاه ۵ و کمترین مقدار نیز مربوط به فصل بهار منطقه ورودی ایستگاه ۷ با ۰/۴۷ بوده است. آزمون خوشه‌ای یک روش چند متغیره توصیفی می‌باشد (Taylor and Baily, 1997). تجزیه و تحلیل رج‌بندی و خوشه‌بندی در منطقه مطالعاتی، توزیع ایستگاه‌های نمونه‌برداری را در یک فضای دوبعدی در شکل نمایان می‌کند. در مطالعه حاضر بر اساس شکل‌های ۶ و ۷ مکان‌های نمونه‌برداری به ۲ قسمت مجزا تبدیل‌شدند. بدان معنا که فصول سرد (پاییز و زمستان) و گرم سال (بهار و تابستان) به طور مجزا از هم قرار گرفته‌اند. نتیجه‌گیری کلی از این مطالعه نشان داد که گونه غالب و جمعیت اصلی زئوپلانکتون‌ها را گروه Copepoda در خلیج گرگان تشکیل داد. بیشترین تراکم زئوپلانکتونی در فصل تابستان مشاهده شد. شاخص شانون در منطقه اسکله دارای کمترین مقدار بود که نشان دهنده وجود استرس‌های محیطی، فعالیت‌های انسانی، قایق های توریستی و تحقیقاتی در این منطقه است.

منابع

بشری، ل.، محمودی قرائی، م.ح.، موسوی حرمی، ر.، علیزاده لاهیجانی، ح. ۱۳۹۳. مطالعه هیدروژئوشیمی و عوامل موثر بر شیمی آب خلیج گرگان. مجله اقیانوس شناسی. جلد ۵. شماره ۲۰: ۳۱-۴۲.

رستمیان، م.ت.، مکرمی، ع.، خداپرست، ن.، کیهان ثانی، ع. و نصرالله تبار، ع.، ۱۳۹۰. بررسی پراکنش شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در آبهای جنوبی دریای خزر موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد:۸۶۹۰-۸۶۰۵-۱۲-۷۶-۲.، ۸۲ صفحه.

روحی ، ا.، نظران ، م.، خداپرست، ن.، واحدی، ف.، رستمیان، م.ت.، واردی، ا.، یونسی، ح.، علومی، ی.، کیهان ثانی، ع.، نصرالله تبار، ع.، تهامی، ف.س. و پورمند، ت.م.، ۱۳۸۸. بررسی پراکنش شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در آبهای جنوبی دریای خزر موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۸۴۰۳۲-۰۴-۲۰-۰۳۲-۲.، ۱۴۰ صفحه.

روحی، ا.، هاشمیان، ع.، نادری، م.، واحدی، ف.، روشن طبری، م.، مقیم، ع.، سلمانی، ع.، افرایی، م.ع.، باقری، س.، مخلوق، آ.، گنجیان خناری، ع.، واردی، س.ا.، فضلی، ح.، نصرالله زاده، ح.، پرافکنده، ف.، کیهان ثانی، ع.، نصرالله تبار، ع.، نظران، م.، خداپرست، ن.، سبک آرا، ج.، ملک شمالی، م.، میرزاجانی، ع.، خداپرست، ح.، مکارمی، م.، طالب زاده، س.ع.، بیاتی، م.، عباسی، ک.، محمد جانی، ط.، حیدری، ع.، قانع، ا.، یوسف زاد، م.، ریاضی، ش.ع. و عزتی، ا.، ۱۳۸۶. بررسی جامع اکولوژیک امکان کنترل جمعیت شانه دار مهاجم دریای خزر .فعالیت ۱:بررسی پراکنش و فراوانی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در سواحل ایرانی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران، کد:۳۹-۰۷۱۰۲۴۲۰۰۰-۸۲، ۲۱۵ صفحه.

روحی، ا.، نصرالله زاده ساروی، ح.، مکرمی، ع.، رستمیان، م.ت.، کیهان ثانی، ع.، نصرالله تبار، ع.، زاهدی، آ.، رازقیان، غ.ر.، خداپرست، خ.، کاردر

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

رستنی، م.، اسلامی، ف.، الیاسی، ف. و پورمند، ت.م.، ۱۳۹۱ . بررسی فراوانی و بیوماس شانه دار *Mnemiopsis leidyi*در منطقه جنوبی دریای خزر.موسسه تحقیقات شیلات ایران، کد: ۸۹۱۳۸-۸۹۰۶-۱۲-۷۶-۱۲، ۱۸۰ صفحه.

شربتی، س. و قانقرمه، ع.، ۱۳۹۴. پیش یابی تاثیر روند طولانی مدت کاهش سطح آب دریای کاسپی بر حیات خلیج گرگان، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۷(۴): ۴۵ -۵۹.

لاهیجانی، ح.، حایری اردکانی، ا.، شریفی، آ. و نادری بنی، ع.، ۱۳۸۹. شاخص های رسوبشناسی و ژیوشیمیایی رسوبات خلیج گرگان، اقیانوس شناسی، سال اول، بهار۸۹، شماره ۱: ۵۵-۴۵.

محمدخانی، ح.، غلام پور، ع.، ۱۳۹۶. زئوپلانکتون های حوزه جنوبی دریای خزر (خلیج گرگان). نشریه فن آوری های نوین در توسعه آبزی پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر. ۱۱(۳): ۴۹-۳۶.

مکرمی رستمی، ع.، روحی، ا.، روحی، ا.، نصرالله زاده ساروی، ح.، نادری، م.، اسلامی، ف.، فارابی، س.م.و.، رستمیان، م.ت.، روشن طبری، م.، دوستدار، م.، کیهان ثانی، ع.، قانعی تهرانی، م.، سلیمانرودی، ع.، آذری تاکامی ،ح.، ۱۳۹۲. بررسی فراوانی و بیوماس شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در حوزه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران، کد: ۸۸۰۳۹-۱۲-۷۶-۸۸، ۶۵ صفحه.

Abdel-Aziz, N.E., Gharib, S.M. and Dorgham, M.M., 2006. The interaction b-etween phytoplankton and zooplankton in a Lake-Sea connection, Alexandria, Egypt. International Journal of Oceans and Oceanography, 1 (1): 151-165.

Birshtein, Y.A., Vinogradov, L.G., Kondakova, N.N., Koun, M.S., Astakhva, T.V. and Ramanova, N.N., 1968. Atlas of invertebrates in the Caspian Sea.Mosko, 540 p. (in Russian)

Boltovskoy, D., 2000. South Atlantic zooplankton. Netherlands: Backhuys publisher, 210 p .

Clifford, H.T., Stephenson, W., 1975. An introduction to numerical classification. London: Academic Express. Cited in Magurran, A. E., 2004. Measuring biological diversity, Blackwell Publishing: Oxford, UK. 256P.

Davies, O.A., Inko-Tariah, M.B. and Aririsukwu. N.U., 2002. Distribution of plankton populations in Elechi Creek (Eagle Island) Niger Delta. Zoology International Conference, Jan 14-18th 2002, Ibadan

Ekwu, A. O., and Sikoki, F. D., 2005. Preliminary checklist and distribution of zooplankton in the lower Cross River Estuary. Fisheries Society Conference. 14th – 18th November 2005, Port Harcourt.

Gopakumar, G. and Santhosi, I., 2009. Use of copepods as live feed for larviculture of damselfishes. Asian Fisheries Society, 22: 1-6.

Goswani, S.C., 2004. Zooplankton methodology, Collection, & Identification– a fief Manual. National institute of Oceanography, Dona Paula, Goa, PP: 26.

Kolo, R.J. and Mani, I.A. and Musa, H.A., 2003. Effects of different types of fertilizers on plankton productivity in earthen ponds. In: 16th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria (FISON) , 4-9 November 2001 ,Maiduguri, Nigeria, pp. 127-131.

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

Krebs, C.J., 2001. Ecology, The experimental analysis of distribution and abundance. 5th ed. Benjamin Cummings, Menlo Park, 801P.

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: 432–444. DOI: 10.1016/j.ecolind.2008.06.001.

Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F., 1988 . Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. New York, Wiley-Interscience Publication, 337P.

Manolova, E.Q., 1964. Cladocera. Mosco: Leningrad. P: 326. (in Russion)

Mauchline, J., 1998. The biology of calanoid copepods. Advance Marine Biology, 33: 1-170. DOI:10.1038/179325a0.

Muxagata, E., Amaral, W.J.A. and Barbosa, C.N., 2012. *Acartia tonsa* production in the Patos Lagoon estuary, Brazil. ICES Journal of Marine Science, 69: 475–482. DOI:10.1093/icesjms/fsr166

Petipa, L.S., 1952. Average weight of zooplankton original from Black Sea. Gevastop Biology, Pp. 37-39.

Pielou, E.C., 1969. An introduction to mathematical ecology. New York. Wiley. Cited in VIII + 286 S., 32 Abb., Preis 140s. DOI: 10.1002/bimj.19710130308.

Postel, L., Fock, H. and Hagen, W., 2000. Biomass and abundance. *In* RP Harris, PH Wieb, J Lenz, HR Skjoldal, M Huntley, eds. ICES zooplankton methodology manual. London: Academic Press, pp. 83-174.

Roohi, A., Kideys, A., Sajjadi, A., Hashemian, A., Pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian Khanari, A. and Eker-Develi, E., 2010. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore Mnemiopsis leidyi. Biol Invasions, 12, 2343–2361. DOI:10.1007/s10530-009-9648-4.

Rosenberg, D.M., 2004. Biological Monitoring of freshwater- benthic Macro invertebrate, Background, Diversity and Biotic Index, Taxa tolerance value, soil and water conservation society of metro Halifax (SWCSMH).

Shannon, C.E. and Weaner, W., 1949. The mathematical theory of communication. Urbana, IL: University of Illinois Press.cited in Magurran, A. E., 2004, measuring biological iversity, Blackwell Publishing: Oxford, UK, 256P.

Souza, L.C., Branco, C.W.C. and Bonecker, D. P., 2011. Zooplankton of an urban coastal lagoon: composition and association with environmental factors summer fish kill. Zoological Studies, 28: 150. DOI:10.1590/S1984-467020110003 00010.

Taylor, B.R. and Baily, R.C., 1997. Technical Evaluation on Methods for Benthic invertebrates Data Analysis and Interpretation. AETE Project 2.1.3 prepared for Canada Center for Mineral and Energy Technology, Ottawa, Ontario.

www.SID.ir

Archive of SID

Caspian Sea. Book of Abstracts of the Ist International Conference, September 1992, Astrakhan.

Yelizarenko, M. M., 1992. Feeding of kilka in the Middle Caspian during the summer season. In: Biological resources of the

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]

Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119008]
Downloaded from isfj.ir at 14:16 +0430 on Wednesday July 17th 2019

Investigating the density and frequency of zooplankton in the Southeastern Basin of the Caspian Sea (Gorgan Bay)

Raeiji H.[1]; Gholizade M.[1*]; Patimar R.[1], Taher Pursofi T.[2]

[*]Gholizade_mohammad@yahoo.com

1-Department Fisheries, Faculty of aquaculture and natural resource, University of Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

2- Researcher of Inland waters Aquatic stocks research center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

Abstract

Zooplanktons have an important role in food chain of the aquatic ecosystems, which acts as a food chain link between producers (phytoplankton) and higher nutritional levels. The purpose of this research was to identify and study the zooplankton density in the southeastern basin of the Caspian Sea (Gorgan Bay). Sampling was performed seasonally and samples were collected by zooplankton net (36 cm and mesh size of 100µm) with three replications from three areas including: pan-cultures, Ashooradeh pier and entrance of sea water to the Bay. In this study, zooplankton groups belong to 16 species of 6 phylum were identified containing: Copepoda, Rotatoria, Protozoa, intermediate zooplankton (zoobenthose) and a group including other zooplankton groups. The mean Shannon diversity index during sampling time was 1.57±0.26, Margalef species richness index was 1.83±0.43, and for the uniformity index was 0.69±0.12. The lowest Shannon Diversity Index was 1.12 in the autumn station 6 was considered due to human activity, commuting boats (tourists and fish hunting), and the oil pollutants in this region, and the highest Margalef index was 2.76 in the spring station 2 and the Pielou's evenness index was highest for the winter at station 5 (0.92). Cluster analysis and non-metric multidimensional scaling showed the similarity of stations with each other based on abundance distribution of species in two distinct groups. Finding of research could play an important role in environmental protection in the Gorgan Bay.

Keywords: Zooplankton, Biological index, Gorgan Bay

[*]Corresponding author

www.SID.ir