

بررسی روابط اکولوژیک بین گروه‌های زیستی فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، شانه‌دار

و ماکروبتوز در بخش جنوب شرقی دریای خزر (مازندران-گهرباران)

محمدعلی افرائی بندپی^{۱*}، حسن نصراله‌زاده^۱، ابوالقاسم روحی^۱، آسیه مخلوق^۱، نوربخش خداپرست^۱،

فاطمه سادات تهامی^۱، مژگان روشن طبری^۱، مهدی نادری^۱، غلامرضا دریانبرد^۱، حمید رضانی^۱،

فرشته اسلامی^۲

*mafraei@yahoo.com

۱- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، فرح-آباد، ساری، ایران

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۵

چکیده

این مطالعه در بخش جنوب شرقی دریای خزر در سواحل مازندران و در منطقه گهرباران در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ به اجرا درآمد. نمونه برداری بصورت ماهانه و در ۸ ایستگاه صورت پذیرفت. در مجموع ۱۵۷ گونه فیتوپلانکتون، ۱۰ گونه از زئوپلانکتون و ۲۴ گونه از ماکروبتوز شناسایی گردید. اختلاف معنی داری از نظر تراکم و زی توده بین گروه‌های زیستی در ایستگاه‌های مختلف وجود داشت ($p < 0.05$). بررسی مقایسه تراکم و زی توده فیتوپلانکتون در فصول مختلف نشان داد که از بهار تا زمستان دارای روند افزایشی بوده است اما در مقابل میزان تراکم و زی توده زئوپلانکتون دارای روند کاهشی بوده است. نتایج حاصل از آنالیز چند متغیره ضریب هم‌گونگی پیرسون و آنالیز چند متغیره مولفه‌های اصلی در ماه‌های مختلف نشان داد که از نظر زی توده بیشترین همبستگی بین فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون با 0.943 بدست آمد اما از نظر تراکم بیشترین همبستگی بین زئوپلانکتون و شانه‌دار بود و این امر می‌تواند به دلیل ساختار فیزیولوژیک و شرایط اکوبیولوژیک آن‌ها باشد. نتیجه‌گیری این که روابط اکولوژیک بین گروه‌های زیستی می‌تواند به دلیل تغییرات تراکم، زی توده، تنوع گونه‌ای، پارامترهای محیطی، شکارچی، تغییرات فصلی، رفتار تغذیه‌ای و آلودگی‌های زیست محیطی باشد.

کلمات کلیدی: فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، شانه دار، ماکروبتوز، دریای خزر

* نویسنده مسئول

مقدمه

از آن جایی اکوسیستم دریای خزر در سال‌های اخیر دائما دستخوش تغییراتی نظیر حضور شانه دار (*Mnemiopsis leidyi*) در دهه گذشته (Bagheri et al., 2012)، حذف برخی از گروه‌های زئوپلانکتونی، غالبیت برخی گونه‌ها از جمله *Acartia tonsa* بعنوان یک گونه غیربومی و نیز کاهش تعداد گونه‌های زئوپلانکتونی از ۷۵ گونه در سال ۱۳۷۵ به کمتر از ۲۰ گونه در سال ۱۳۹۱ (روشن‌طبری و همکاران، ۱۳۹۳) حضور برخی از گونه‌های سمی و مضر از فیتوپلانکتون (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۴)، غالبیت گونه ماکروبتوزی *Streblospio gynobranchiata* بعد از ورود شانه دار بعنوان یک گونه غیر بومی (هاشمیان و همکاران، ۱۳۹۲؛ افزائی بندپی و همکاران، ۱۳۹۵b)؛ پرافکنده و همکاران (۱۳۹۵) شده است و این تغییرات می تواند بر روی اکوسیستم دریای خزر اثر بگذارد. بنابراین دانستن اطلاعات از وضعیت موجود آن‌ها ضروری بنظر می رسد. از آن جایی که گروه‌های پلانکتونی شامل فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون بترتیب بعنوان تولیدکنندگان اولیه و مصرف کنندگان اولیه در اکوسیستم های آبی و شانه دار بعنوان یک گونه غیر بومی در دریای خزر معرفی شده‌اند لذا مطالعه مستمر آن‌ها بخصوص شناسایی، پراکنش، تراکم و زی-توده فیتو و زئوپلانکتون و شانه‌دار مهاجم ضروری بنظر می‌رسد. آگاهی داشتن از وضعیت ماکروبتوز، فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون و شانه‌دار با هدف بررسی تراکم و زی توده آن‌ها در ایستگاه-ها و ماه‌های مختلف، بررسی روابط بین گروه‌های زیستی و نیز ارتباط آن‌ها با یکدیگر ضروری می‌باشد. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی تراکم و زی توده گروه‌های زیستی در ماه‌های مختلف و روابط اکولوژیک بین گروه‌ها می باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در بخش شرقی حوزه جنوبی دریای خزر، در منطقه مازندران و در نیم خط گهرباران صورت پذیرفت. تعداد چهار ایستگاه در عمق ۵ متر، دو ایستگاه در عمق ۱۰ متر و دو ایستگاه در عمق ۱۵ متر انتخاب گردید (جدول ۱). نمونه‌برداری بصورت ماهانه از اردیبهشت ۱۳۹۲ لغایت فروردین ۱۳۹۳ انجام پذیرفت. برای بررسی فیتوپلانکتون نمونه‌برداری آب با استفاده از روتر

(Rutner) صورت گرفت (Vollenweider, 1974). در این روش ۵۰۰ سی سی آب از لایه‌های مورد نظر در ظروف شیشه‌ای جمع‌آوری شد و با فرمالین (چهار درصد) فیکس و به آزمایشگاه منتقل شد (Sourina, 1987). پس از ۱۰ روز رسوب‌گذاری و نگهداری در تاریکی مابقی نمونه سانتریفوژ شد تا حجم نمونه نهایتا به ۶۰-۵۰ میلی لیتر رسید. نمونه‌ها پس از حداقل ۲۴ ساعت رسوب گذاری مجدد مورد مشاهده کمی قرار گرفتند. شناسایی گونه ای بر اساس کلیدهای معتبر (Hartley et al., 1996) صورت گرفت و برای به دست آوردن وزن (زی توده) آنها، ابتدا با میکرومتر ابعاد آن‌ها اندازه گیری و با استفاده از شکل هندسی‌شان محاسبه انجام گرفت. در مرحله بعدی تراکم در واحد حجم با شمارش تعداد فیتوپلانکتون و ضرب آنها در ضریب حجمی (نسبت به حجم آب بررسی شده) محاسبه و زی توده یک گونه برحسب میلی گرم در متر مکعب بدست آمد (Lawrence et al., 1987) و در نهایت با توجه به ضریب رقت، تراکم و زی توده در متر مکعب محاسبه گردید (APHA, 2005). برای بررسی زئوپلانکتون نمونه‌برداری توسط تور مخروطی زئوپلانکتون ۱۰۰ میکرون با قطر دهانه ورودی ۳۶ سانتی متر انجام گرفت. در هر یک از ایستگاه‌ها تور به عمق مورد نظر فرستاده شد و از لایه‌های ۵-، ۱۰-، ۱۵- و ۱۰- متر بصورت کششی و عمودی نمونه برداری انجام گرفت. نمونه‌ها در ظرف جمع آوری و با فرمالین ۴ درصد فیکس و برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شدند. برای شمارش نمونه‌ها توسط پی پت Stample روی ظرف شمارش Bogarov قرار گرفتند (Boltovskoy, 1999). جمع آوری نمونه‌های شانه‌دار بصورت کششی و مشابه زئوپلانکتون بود. نمونه برداری با استفاده از تور پلانکتون با دهانه ۰/۵ متر و اندازه چشمه ۵۰۰ میکرون استفاده شد. برای بررسی ماکروبتوز از یک گرب با سطح مقطع ۰/۱ متر مربع استفاده شد. محتویات هر گرب در عرشه شناور با استفاده از الک با چشمه ۵۰۰ میکرون توسط آب دریا شستشو داده و بعد با فرمالین ۱۰ درصد در ظرفهای پلاستیکی یک لیتری تثبیت گردید. در آزمایشگاه بعد از شستشو و حذف زوائد، نمونه‌ها با استفاده از لوپ مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند (Elefteriou & McIntyre, 2005).

جدول ۱: مختصات جغرافیایی و عمق ایستگاه های نمونه برداری در جنوب شرقی دریای خزر (مازندران-گهرباران)
 Table 1: Geographic coordinates and depth of sampling sites in southeast of the Caspian Sea (Mazandaran-Goharbaran)

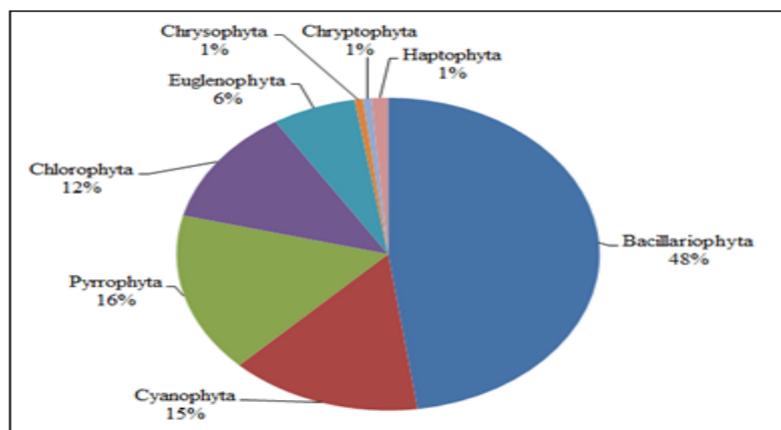
مختصات جغرافیایی		عمق (متر)	ایستگاه
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی		
53°15'15"	36° 82' 93"	۵	۱
53°18'08"	36°83'56"	۵	۲
53°21'27"	36°84'14"	۵	۳
53°24'56"	36°84'89"	۵	۴
53°17'66"	36°85'02"	۱۰	۵
53°24'14"	36°86'24"	۱۰	۶
53°17'26"	36°86'50"	۱۵	۷
53° 20'34"	36°87'02"	۱۵	۸

توجه: ایستگاه های عمق ۵ متر: لایه سطحی، ایستگاه های عمق ۱۰ متر: لایه سطحی و لایه ۵ متر، ایستگاه های ۱۵ متر: لایه سطحی، لایه ۵ متر و لایه ۱۰ متر می باشند.

نتایج

فیتوپلانکتون: در مجموع ۱۵۷ گونه از ۸ شاخه شناسایی گردید که از شاخه باسیلاریوفیتا (Bacillariophyta) تعداد ۷۵ گونه، از شاخه سیانوفیتا (Cyanophyta) تعداد ۲۳ گونه، از شاخه پیروفیتا (Pyrrophyta) تعداد ۲۶ گونه، از شاخه کلروفیتا (Chlorophyta) تعداد ۱۹ گونه، از شاخه اوگلنوفیتا (Euglenophyta) تعداد ۱۰ گونه، و از شاخه های کریزوفیتا (Chrysophyta)، کریپتوفیتا (Cryptophyta) و هاپتوفیتا (Haptophyta) هر کدام به ترتیب ۱، ۱ و ۲ گونه شناسایی شدند. نتایج نشان داد که شاخه باسیلاریوفیتا با ۴۸٪ بیشترین فراوانی گونه ها را به خود اختصاص داد (شکل ۱).

برای تجربه و تحلیل داده ها از برنامه نرم افزاری Excel، MVSP و SPSS استفاده شد. آزمون مقایسه دو به دو بین میانگین ها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و کلیه تست های آماری در سطح ۵ درصد صورت گرفت (Bluman, 1998). برای بررسی روابط بین گروه های زیستی با همدیگر از برنامه نرم افزاری MVSP (Multivariate Statistical Package) استفاده شد که در این روش متغیرها بصورت داده های ماتریسی و بر اساس لگاریتم طبیعی مورد مقایسه قرار می گیرند و سپس با استفاده از ضریب همگونی پیرسون میزان همبستگی آنها مشخص خواهد شد که هر چه به یک نزدیکتر باشد دارای بیشترین ضریب همگونی می باشند بطوری که گروهها بصورت خوشه ای با هم طبقه بندی می شوند (Kovach, 2007).

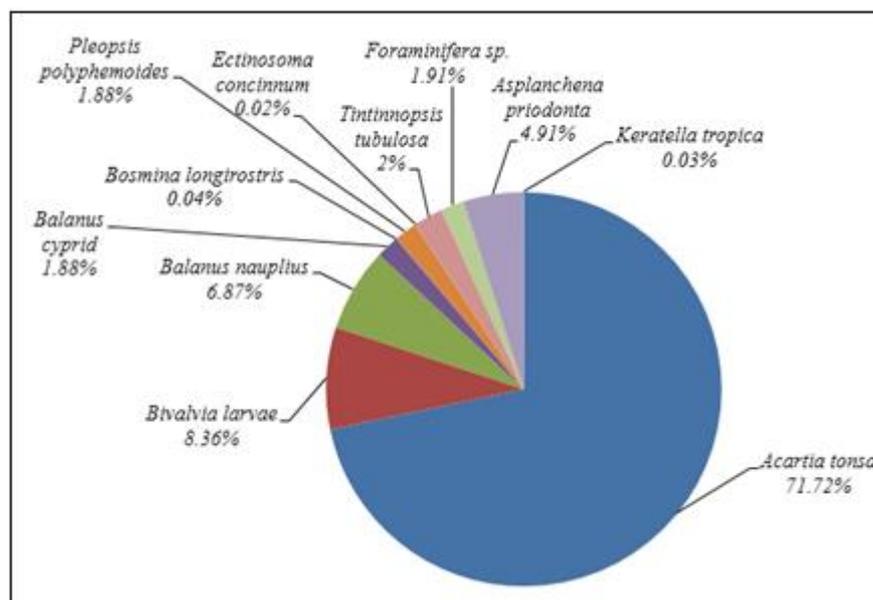


شکل ۱: درصد فراوانی شاخه های مختلف فیتوپلانکتون (تعداد گونه) در بخش جنوب شرقی دریای خزر (مازندران-گهرباران)
 Figure 1: Frequency percentage of various phyla of phytoplankton based on number of species in southeastern of the Caspian Sea (Mazandaran-Goharbaran)

بررسی تراکم و زی توده فیتوپلانکتون در ماه‌های مختلف نشان داد که بیشترین تراکم و زی توده در اسفند به ترتیب با میانگین $1.3 \times 10^6 \pm 2.0 \times 10^6$ سلول در متر مکعب و 2.8 ± 52.93 میلی گرم در متر مکعب و کمترین تراکم و زی توده متعلق در تیر ماه با میانگین $1.5 \times 10^5 \pm 8.7 \times 10^5$ سلول در متر مکعب و 3.4 ± 3.7 میلی گرم در متر مکعب بدست آمد (شکل ۲). اختلاف معنی داری از نظر تراکم و زی توده در ماه‌های مختلف وجود داشت ($p < 0.05$).

زئوپلانکتون: در مجموع از گروه هالوپلانکتون ۸ گونه زئوپلانکتون شناسایی گردید که از زیر رده‌ی کوبه-پودا ۲ گونه شامل *Acartia tonsa* و *Ectinosoma continnum* از راسته‌ی کلادوسرا ۲ گونه شامل *Bosmina longirostris*، *Pleopsis polyphemoides* از شاخه پروتوزوا ۲ گونه شامل *Tentinnopsis tubulosa* و *Foraminifera sp.* از شاخه روتیفرها ۲ گونه شامل *Asplanchna priodonta* و *Keratella tropica* بودند. گونه *A. tonsa* با 71.72% بیشترین فراوانی را نسبت به سایر گونه‌ها بخود اختصاص داد (شکل ۳). از گروه مروپلانکتون از *Bivalvia* شامل *Bivalvia*

از *larvae* و از *Cirripedia* شامل مراحل لاروی بالانوس *Balanus nauplius* و *Balanus cyprid* بودند. بررسی تراکم و زی توده زئوپلانکتون در شاخه‌های مختلف نشان داد که زیر رده‌ی کوبه‌پودا بیشترین تراکم و زی توده را به ترتیب با میانگین 149 ± 4281 عدد در مترمکعب و 1.01 ± 3.1 میلی‌گرم در مترمکعب دارد. بررسی وضعیت تراکم شاخه و بر اساس آزمون دانکن، نشان داد که آنها در در ۲ گروه قرار گرفتند که گروه اول شامل راسته‌ی کلادوسرا، شاخه روتیفرها، شاخه پروتوزوا، بایوالویا، سیری پدیا و در گروه دوم تنها شاخه کوبه‌پودا قرار گرفت و اختلاف معنی داری از نظر تراکم در بین شاخه‌ها وجود داشت ($p < 0.05$). نتایج نشان داد که بیشترین میزان تراکم و زی توده مربوط به شهریور ماه به ترتیب با میانگین 2.2 ± 2710 عدد در مترمکعب و 2.8 ± 20.1 میلی‌گرم در مترمکعب بود و کمترین تراکم و زی توده متعلق به اسفند به ترتیب با میانگین 1.1 ± 227 عدد در متر مکعب و 1.6 ± 2.2 میلی گرم در متر مکعب بود (شکل ۲). اختلاف معنی داری از نظر تراکم و زی توده در ماه‌های مختلف وجود داشت ($p < 0.05$).



شکل ۲: درصد فراوانی گونه‌های مختلف زئوپلانکتون در بخش شرقی سواحل جنوبی دریای خزر (آب‌های مازندران-گهرباران)

Figure 2: Frequency percentage of various species of zooplankton in southeastern of the Caspian Sea (Mazandaran-Goharbaran)

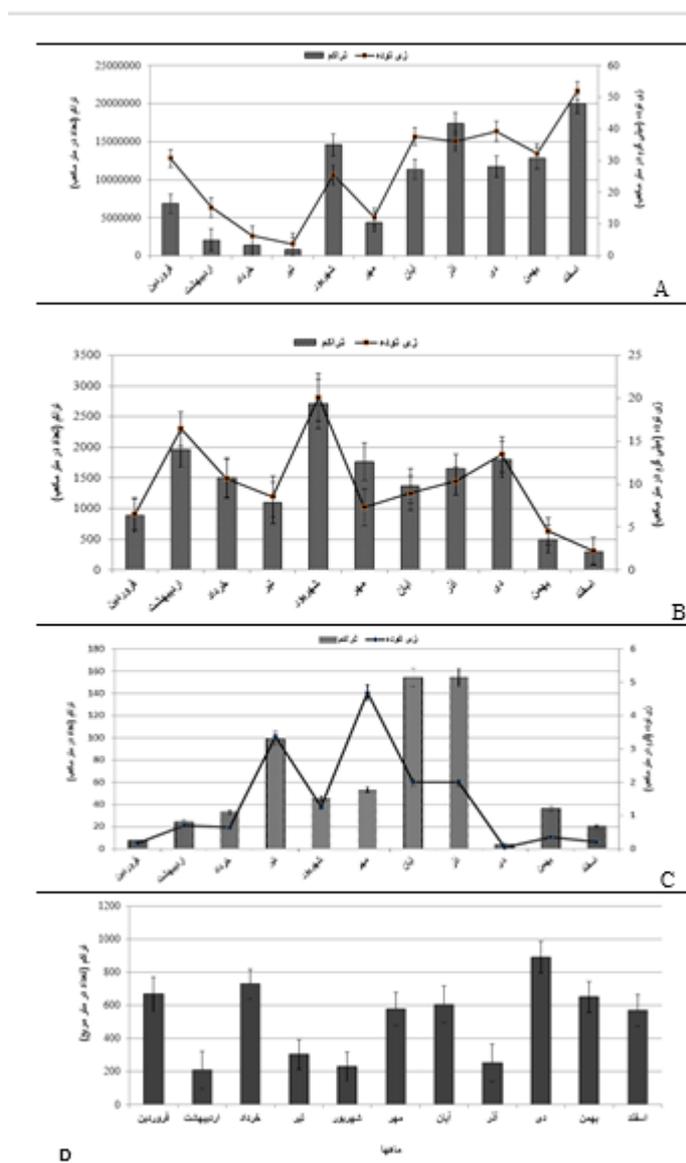
نتایج نشان داد که بیشترین مقدار تراکم در ماه‌های آبان و آذر با میانگین 36.6 ± 154 عدد در متر مکعب و کمترین تراکم و زی توده در دی به ترتیب با میانگین

شانه دار: در کل، میانگین تراکم و زی توده شانه دار (*Mnemiopsis leidyi*) به ترتیب 5.6 ± 57.3 عدد در مترمکعب و 0.4 ± 1.4 میلی‌گرم در متر مکعب بدست آمد.

در مترمربع و بیشترین مقدار در دی با میانگین 890 ± 94 عدد در متر مربع ثبت گردید (شکل ۳). نتایج نشان داد که گونه *Streblospio gynobranschiata* بیشترین تراکم ($1/5$) را با میانگین (\pm خطای معیار) 1122 ± 95 عدد در مترمربع به خود اختصاص داد. اختلاف معنی داری بین تراکم ماکروبندوز در ایستگاه‌های مختلف وجود داشت ($p < 0/05$). در مطالعه حاضر، رده پلیکیته از نظر تراکم بیشترین فراوانی با 50% را به خود اختصاص داد اما از نظر تنوع گونه رده سخت پوستان بیشترین فراوانی را با 75% به خود اختصاص داد.

عدد در متر مکعب و $4/1 \pm 0/9$ عدد در متر مکعب و $0/04 \pm 0/01$ میلی گرم در متر مکعب ثبت شد. بیشترین مقدار زی توده در مهر ماه با میانگین $4/1 \pm 2/07$ میلی گرم در متر مکعب بود. بیشترین مقدار زی توده در مهر و کمترین مقدار مربوط به دی بود که در شکل ۳ نشان داده شده است. اختلاف معنی داری از نظر تراکم و زی توده در ماه‌های مختلف وجود داشت ($p < 0/05$).

ماکروبندوز: در مجموع ۲۴ گونه از ماکروبندوز شناسایی گردید. بررسی تراکم ماکروبندوز در ماه‌های مختلف نشان داد که میزان آن دارای نوساناتی بود و کمترین مقدار در اردیبهشت با میانگین 209 ± 113 عدد

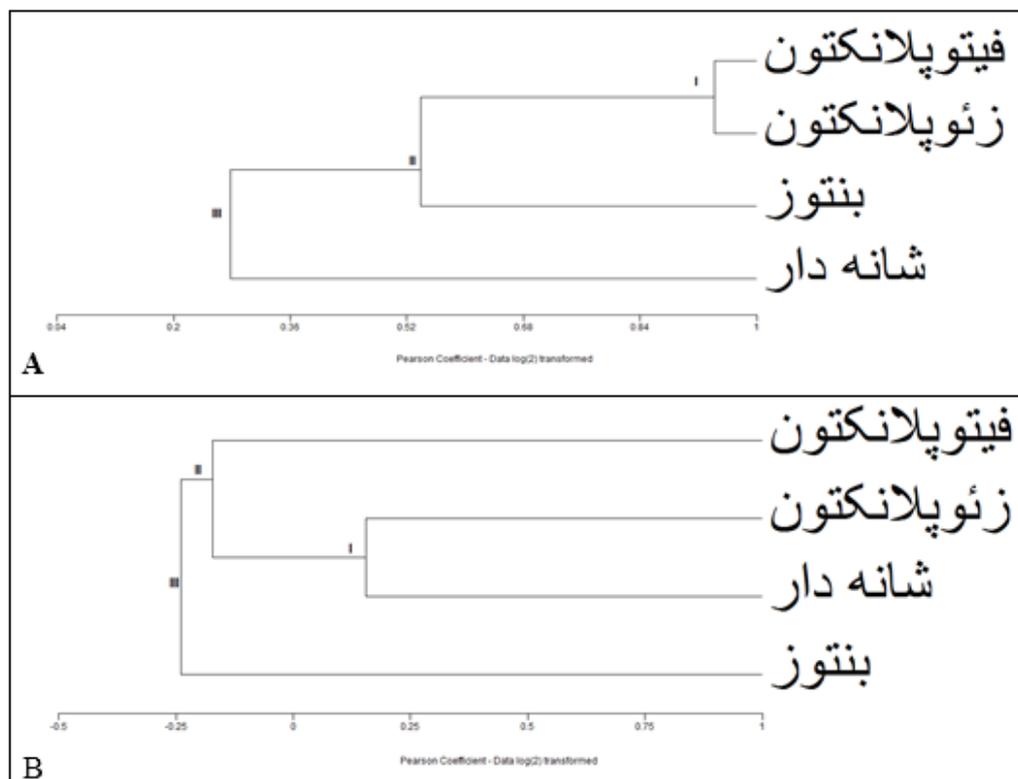


شکل ۳: میانگین تراکم و زی توده فیتوپلانکتون (A)، زئوپلانکتون (B)، شانه دار (C) و ماکروبندوز (D) در ماه‌های مختلف در بخش جنوب شرقی دریای خزر (آب‌های مازندران-گهرباران)

Figure 3: Mean density and biomass of phytoplankton (A), zooplankton (B), Jelly comb (C) and Macroinvertebrate (D) in different months in southeastern of the Caspian Sea (Mazandaran-Goharbaran)

فیتوپلانکتون-زئوپلانکتون، در کلاس دوم شامل کلاس اول-بنتوز و در کلاس سوم شامل کلاس دوم با شانه دار بود. همچنین نتایج نشان داد که گروه‌های زیستی از نظر تراکم در ۳ کلاس قرار گرفتند در کلاس اول گروه‌های زئوپلانکتون-شانه دار، در کلاس دوم شامل کلاس اول-فیتوپلانکتون و در کلاس سوم شامل کلاس دوم با بنتوز بود (شکل ۴).

روابط اکولوژیک بین گروه‌های زیستی با همدیگر: نتایج حاصل از آنالیز چند متغیره ضریب همگونی پیرسون و آنالیز چند متغیره مولفه‌های اصلی در ماه‌های مختلف نشان داد که بیشترین همبستگی بین فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون با ۰/۹۴۳ بدست آمد. نتایج نشان داد که گروه‌های زیستی از نظر زی توده در ۳ کلاس قرار گرفتند. در کلاس اول گروه‌های



شکل ۴: شاخه بندی تغییرات زی توده (A) و تراکم (B) بین گروه‌های زیستی بر اساس ضریب همگونی پیرسون در بخش جنوب شرقی دریای خزر (مازندران-گهرباران)

Figure 4: The dendrogram of cluster analysis of biomass (A) and abundance (B) between biological groups based on Pearson similarity coefficient in southeastern of the Caspian Sea (Mazandaran-Goharbaran)

اختصاص داد که با نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر مطابقت دارد. بررسی مقایسه تراکم و زی توده فیتوپلانکتون در فصول مختلف نشان داد که از بهار تا زمستان دارای روند افزایشی بوده است اما در مقابل میزان تراکم و زی توده زئوپلانکتون دارای روند کاهشی بوده است. این موضوع می تواند به دلیل مصرف فیتوپلانکتون بوسیله زئوپلانکتون، حضور و عدم حضور زئوپلانکتون بعنوان مصرف کنندگان اولیه باشد. بررسی میزان تراکم و زی توده گروه‌های فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که بین آن‌ها یک رابطه معکوس وجود دارد (Abdel Azizi *et al.*, 2006) و آن

بحث

نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در سواحل جنوبی دریای خزر نشان داد که تاکنون ۳۳۵ گونه از فیتوپلانکتون در منطقه جنوبی دریای خزر شناسایی شد که شاخه اصلی مربوط به شاخه‌های باسیلاریوفیتا، پیروفیتا، سیانوفیتا، کلروفیتا، اوگنوفیتا و سه شاخه با تنوع گونه‌ای کمتر شامل کریزوفیتا، گزانتوفیتا و کریپتوفیتا بوده‌اند (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۴، افزایی بندپی و همکاران، ۱۳۹۵a). در مطالعه حاضر تعداد گونه های شناسایی شده ۱۵۷ گونه بوده که شاخه باسیلاریوفیتا غالب جمعیت فیتوپلانکتون را به خود

که می تواند ناشی از شرایط نامطلوب دریای خزر از جمله کاهش مواد غذایی در دسترس (زئوپلانکتون) باشد (Shiganova et al., 2004). بررسی روابط اکولوژیک بین گروههای فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، شانه دار و بنتوز نشان داد که از نظر تراکم و زی توده در تشکیل کلاسه با هم متفاوت می باشند بطوری که از نظر زی توده گروههای فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در کلاسه اول و از نظر تراکم زئوپلانکتون و شانه دار در کلاسه اول دارای بیشترین ضریب همگونی پیرسون بودند که این امر می تواند به دلیل به ترتیب ساختار فیزیولوژیک و شرایط اکوبیولوژیک آنها باشد. نتیجه گیری این که روابط اکولوژیک بین گروههای زیستی می تواند به دلیل افزایش یا کاهش تراکم، افزایش یا کاهش زی-توده، حضور و یا عدم حضور گونه، پارامترهای محیطی، ساختار فیزیولوژیک گونه ها، شکارچی، تغییرات فصلی، رفتار تغذیه ای و آلودگی های زیست محیطی باشد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق بخشی از مطالعه گزارش نهایی "بررسی ارتباط بین پارامترهای زیستی با میزان تراکم و صید گونه های مختلف ماهیان (ماهی سفید، کپور و کفال) در آبهای منطقه جنوب شرق دریای خزر (مازندران-گهرباران)" با کد ۹۵۱۰۱-۹۵-۱۲-۷۶-۴ می باشد که از سوی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور تصویب و ابلاغ گردید. از سایر همکاران بخش که در تهیه این گزارش ما را یاری دادند تشکر و قدردانی می نمایم.

منابع

افرائی بندپی، م.ع.، نصراله زاده، ح.، پرافکننده، ف.، نصراله تبار، ع.، نگارستان، ح.، پوررننگ، ن. و نجف پور، ش.، ۱۳۹۵ا. طرح بررسی پارامترهای زیستی، غیر زیستی و آلاینده های زیست محیطی در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی (قبل از ماهی دار کردن) در حوزه جنوبی دریای خزر (سواحل مازندران-کلارآباد). پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۱۲۶ صفحه.

افرائی بندپی، م.ع.، هاشمیان، ع. و پرافکننده، ف.، ۱۳۹۵ب. بررسی ساختار جمعیت بزرگ بی مهره گان کفزی در سواحل جنوبی دریای خزر بمنظور استقرار قفس های پرورش ماهی. مجله علمی شیلات ایران، ۵ : ۳۹-۲۳

هم به دلیل تغذیه فیتوپلانکتون بوسیله زئوپلانکتون می-باشد که با مطالعات بدست آمده مطابقت دارد. افرائی بندپی و همکاران (۱۳۹۵ا) گزارش نمودند که در منطقه کلارآباد و در ایستگاه یک (محل استقرار قفس های دریایی) میزان تراکم و زی توده فیتوپلانکتون دارای کمترین مقدار و در مقابل زئوپلانکتون بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد که کاهش تراکم فیتوپلانکتون به دلیل چریده شدن آنها بوسیله زئوپلانکتون بوده است که نتایج حاصل از این تحقیق را تائید می نماید. در مطالعه حاضر میزان تراکم و زی توده فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در ایستگاههای مختلف نشان داد که از یک روند کاهشی برخوردار می باشد، بطوریکه در ایستگاه های ۷ و ۸ دارای کمترین مقدار بودند. اما گروه های ماکروبننتوز و شانه دار دارای بیشترین مقدار بودند. این امر می تواند به دلیل انتخاب محل ایستگاه نمونه برداری، عمق، شیب بستر و خاستگاه اکولوژیک گونه بستگی داشته باشد. روحی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش نمودند که حداکثر تراکم و زی توده شانه دار در سواحل جنوبی دریای خزر در عمق ۲۰ متر بود. همچنین هاشمیان و همکاران (۱۳۹۲) بیان نمودند که بیشترین تراکم و زی توده بی مهرگان کفزی در سواحل جنوبی دریای خزر در عمق ۲۰ متر بوده است. هاشمیان و همکاران (۱۳۹۲) اعلام نمودند که از مجموع ۲۹ گونه شناسایی شده، رده سخت پوستان غالب جمعیت ماکروبننتوز را در سواحل جنوبی دریای خزر تشکیل دادند و گونه *Streblospio gynobranschiata* از پلی کیت بعنوان گونه غالب معرفی شد. در مطالعه حاضر، گونه *S. gynobranschiata* جمعیت غالب بی مهرگان کفزی را به خود اختصاص داد که این امر می تواند به دلیل غیر بومی بودن و قدرت سازش پذیری آنها باشد که با گزارش هاشمیان و همکاران در سال ۱۳۹۲ مطابقت دارد. افرائی بندپی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش نمودند که مطالعه انجام شده در بخش غربی مازندران (کلارآباد) گونه *S. gynobranschiata* از ماکروبننتوز با ۹۳/۳% و گونه *Acartia tonsa* از زئوپلانکتون با ۶۲% بیشترین فراوانی را دارا بودند. در مطالعه حاضر میزان تراکم و زی توده شانه دار در فصل پاییز بیشتر از فصلهای دیگر بود که این امر می تواند به دلیل تغییر رفتار تولید مثلی این گونه به سبب بالا بودن دمای آب در این منطقه باشد چرا که اکثر نمونه ها دارای اندازه کوچکی در این فصل بودند. مطالعات انجام شده نشان داد که میزان هم آوری شانه دار *M. leidy* از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ حدود ۸۸% کاهش داشته

- Abdel Aziz, N.E., Gharib, S.M. and Dorgham, M.M., 2006. The interaction between phytoplankton and zooplankton in a Lake-Sea connection, Alexandria, Egypt. *International Journal of Oceans and Oceanography*, 1(1): 151-165.
- APHA (American Public Health Association), 2005. Standard method for examination of water and wastewater. Washington. USA: American Public Health Association Publisher, 18th edition, 1113 p.
- Bagheri, S., Niermann, U., Sabkara, J., Mirzajani, A. and Babaei, H., 2012. State of *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Lobata) and mesozooplankton in Iranian waters of the Caspian Sea during 2008 in comparison with previous surveys. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(4): 732-754.
- Bluman, A.G., 1998. Elementary statistics: a step by step approach. USA: Tom Casson publisher, 3rd edition. 749 p.
- Boltovskoy, D.(Ed.), 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden pp: ixvi + 1-1706.
- Eleftheriou, A. and McIntyre, A., 2007. Methods for the Study of Marine Benthos, Third Edition Published Online, Chapter 5. Macrofauna Techniques. DOI: 10.1002/9780470995129.ch5
- Hartley, B.H.G., Barber, J.R.C. and Sims, P., 1996. An Atlas of British Diatoms. UK: Biopress Limited, Bristol. 601p.
- Kovach, W.L., 2007. A multivariate statistical package for windows (MVSP), Ver. 3.13. Kovach Computing. Services, Pentraeth, Wales, UK.
- Lawrence, S.G., Malley, D.F., Findlay, W.G., Maclyer, M.A. and Delbaere, L.L., 1987. Method for estimating dry
- افرائی بندپی، م.ع.، پرافکنده، ف.، کیهان ثانی، ع.، خداپرست، ن. و نادری، م.، ۱۳۹۵. بررسی تغییرات گروه‌های زیستی (فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، بی‌مهرگان کفزی) در محدوده استقرار قفس‌های دریایی در سواحل کلارآباد. *مجله آبریزان خزر*. ۲: ۴۸-۶۰
- پرافکنده، ف.، افرائی بندپی، م.ع. و سلیمانی رودی، ع.، ۱۳۹۵. بررسی پراکنش، تراکم و زیتوده بزرگ موجودات بنتیکی در محل استقرار پرورش ماهی در قفس در سواحل جنوبی دریای خزر (آب‌های مازندران کلارآباد). *مجله علمی شیلات ایران*. ۳: ۹۱-۱۰۳
- روشن طبری، م.، خداپرست، ن.، رستمیان، م.ت.، رضوانی، غ.، اسلامی، ف.، سلیمانی رودی، ع.، کیهان ثانی، ع. و کنعانی، م.، ۱۳۹۳. بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی زئوپلانکتونهای حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۸۹ صفحه.
- روحی، ا.، نصراله زاده، ح.، مکرمی، ع.، رستمیان، م.، کیهانی ثانی، ع.، نصراله تبار، ع.ف.، زاهدی، گ.، رازقیان، غ.، خداپرست، ن.، کاردر رستمی، م.، الیاسی، ف. و پورمند، ت.، ۱۳۹۲. بررسی فراوانی و بیوماس شانه دار (*Mnemiopsis leidyi*) در منطقه جنوبی دریای خزر در سالهای ۹۱-۱۳۸۹. *موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور*. ۸۵ صفحه.
- هاشمیان کفشگری، ع.، سلیمانی رودی، ع.، سالاروند، غ.، رئیسیان، ا.، نصراله زاده، ح.، افرائی بندپی، م.، ع.، فارابی، م.و.، اسلامی، ف.، الیاسی، ف.، نظران، م.، دشتی، ع.، رضایی نصرآبادی، ع. و کاردر رستمی، م.، ۱۳۹۲. بررسی پراکنش و برآورد تولیدات سالانه ماکروبن‌توزها در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۹. *پژوهشکده اکولوژی دریای خزر*. ۹۵ صفحه.
- مخلوق، آ.، نگارستان، ح.، افرائی، م.ع.، نصراله زاده، ح.، اسلامی، ف.، تهامی، ف.، خداپرست، ن.، پورغلام، ر.، روحی، ع.، کیهان ثانی، ع.، نصراله تبار، ع.، صفوی، ا.، رضایی، م. و ابراهیم زاده، م.، ۱۳۹۴. بررسی تراکم و تنوع فیتوپلانکتون با تاکید بر پدیده شکوفایی جلبکی در حوزه جنوبی دریای خزر - استان مازندران. *موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور*. ۱۰۵ صفحه.

Weight of Freshwater Planktonic Crustaceans from Measures of Length and Shape. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 44(S1): 264-274. Doi:org/10.1139/f87-301

Shiganova, T.A., Dumont, H.J., Sokolsky, A.F., Kamakin, A.M., Tinenkova, D. and Kurasheva, E.K., 2004. Population dynamics of *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea, and effects on the Caspian ecosystem. Aquatic Invasions in the Black,

Caspian, and Mediterranean Seas, pp: 71-111. DOI:10.1007/1-4020-2152-6_3

Sourina, A., 1978. Phytoplankton manual UNESCO. Paris. 340 p.

Vollenweider, R.A. and Kerekes, J., 1982. Eutrophication of waters: Monitoring, assessment and control. Report of the OECD Cooperative Program on Eutrophication. Paris: Organization for the Economic Development and Co-operation.

Study of ecological relationships among biological groups of phytoplankton, zooplankton, Jelly comb and macrobenthos at the southeast of the Caspian Sea (Mazandaran-Goharbaran)

Afraei Bandpei M.A.^{1*}; Nasrolahzadeh H.¹; Roohi A.¹; Makhloogh A.¹; Tahami F.¹; Khodaparast N.¹; Roshantabari M.¹; Naderi M.¹; Daryanabard R.¹; Ramazani H.¹; Eslami F.²

*mafraei@yahoo.com

1-Caspian Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mazandaran, Sari, Iran

2-Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Abstract

This study was carried out at the southeast of the Caspian Sea on the shores of the Goharbaran region during 2013-2014. Sampling was repeated monthly in eight stations. A total of 157 species of phytoplankton, 10 species of zooplankton and 24 species from macro invertebrate were identified. There were significant differences based on abundance and biomass among different biological groups in various stations ($p < 0.05$). Comparing the abundance and density of phytoplankton in different seasons showed that there was an increasing trend in phytoplankton from spring to winter, whereas the abundance and biomass of zooplankton showed a decreasing trend. The results of the multivariate statistical analysis, Pearson correlation coefficient and Principal Component Analysis (PCA) in different months showed that the biomass of phytoplankton and zooplankton had the highest correlation (0.943), whereas the abundance of zooplankton and jelly comb had the highest correlation which could be due to their physiological structure and ecobiological conditions. In conclusion, ecological relationships among biological groups can be due to the abundance and biomass changes, species diversity, environmental parameters, predator, seasonal changes, feeding habits and environmental pollutions.

Keywords: Phytoplankton, Zooplankton, Jelly comb, Macrobenthos, Caspian Sea

*Corresponding author