

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان:

بررسی تراکم و دینامیک جمعیت
زئوپلانکتون حوزه جنوبی دریای خزر

مجری:

مژگان روشن طبری

شماره ثبت

۵۰۵۴۹

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان پروژه : بررسی تراکم و دینامیک جمعیت زئوپلانکتون حوزه جنوبی دریای خزر

شماره مصوب پروژه : ۹۱۰۰۱-۹۱۵۱-۱۲-۲۶-۱۲

نام و نام خانوادگی نگارنده / نگارندگان : مژگان روشن طبری

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرح های ملی و مشترک دارد) : -

نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : مژگان روشن طبری

نام و نام خانوادگی همکار(ان) : محمدعلی افرائی بندپی، حسن نصرالله زاده ساروی ابوالقاسم روحی،
نوربخش خداپرست، متین شکوری، جلیل سبک آرا، محمد تقی رستمیان، غلامرضا رضوانی، فرشته اسلامی،
عبدالله سلیمانی رودی، فاطمه سادات تهامی، آسیه مخلوق، علیرضا کیهان ثانی، مرضیه رضایی، مجید ابراهیم
زاده

نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -

نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -

محل اجرا : استان مازندران

تاریخ شروع : ۹۱/۶/۱

مدت اجرا : ۳ سال و ۴ ماه

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ
بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : بررسی تراکم و دینامیک جمعیت زئوپلانکتون حوزه
جنوبی دریای خزر

کد مصوب : ۹۱۰۰۱-۹۱۵۱-۱۲-۷۶-۱۲

شماره ثبت (فروست) : ۵۰۵۴۹ تاریخ : ۹۵/۸/۱۳

با مسئولیت اجرایی سرکار خانم مژگان روشن طبری دارای مدرک
تحصیلی دکتری در رشته اکولوژی دریا می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ

۹۵/۳/۲۲ مورد ارزیابی و با رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه □

با سمت عضو هیئت علمی در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

مشغول بوده است.

| عنوان | «فهرست مندرجات» | صفحه |
|--|-----------------|------|
| چکیده | | ۱ |
| ۱-مقدمه | | ۲ |
| ۲-مواد و روش ها | | ۴ |
| ۲-۱- منطقه و زمان مورد بررسی | | ۴ |
| ۲-۲- روش جمع آوری و شمارش زوپلانکتون | | ۴ |
| ۳- نتایج | | ۶ |
| ۳-۱- تنوع گونه ای | | ۶ |
| ۳-۲- تغییرات زمانی و مکانی زوپلانکتون | | ۸ |
| ۳-۳- تغییرات Copepoda | | ۱۱ |
| ۳-۴- تغییرات Cladocera | | ۱۵ |
| ۳-۵- تغییرات Rotifera | | ۱۸ |
| ۳-۶- تغییرات Protozoa | | ۲۱ |
| ۳-۷- Lamellibranchiata و Cirripedia لارو تغییرات | | ۲۱ |
| ۴-بحث | | ۲۴ |
| پیشنهادها | | ۲۷ |
| منابع | | ۲۹ |
| پیوست | | ۳۲ |
| چکیده انگلیسی | | ۳۶ |

چکیده

دریای خزر بزرگترین دریاچه لب شور دنیاست. زوپلانکتون این اکوسیستم به دلیل اینکه اولین مصرف کننده های دریا و مهمترین موجودات گیاه خوار محسوب می شوند، اهمیت دارند. این بررسی در سال ۱۳۹۲ به منظور تغییرات فصلی زوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر (سواحل ایران) انجام شد. نمونه برداری فصلی، در ۴ ترانسکت انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد در اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر انجام شد. تغییرات سالیانه زوپلانکتون بین 113 ± 392 (انحراف معیار \pm میانگین) در فصل پاییز، ترانسکت امیرآباد تا 11735 ± 8065 عدد در متر مکعب در فصل زمستان در ترانسکت امیرآباد بود. تراکم موجودات در تنکابن و امیرآباد بیش از سایر ترانسکت ها بود و به ترتیب حدود ۲/۰ و ۲/۸ برابر ترانسکت های انزلی و نوشهر بود. نتایج فصل تابستان نشان می دهد که تغییرات تراکم زوپلانکتون بین 1470 ± 1964 عدد در متر مکعب (امیرآباد) تا 6088 ± 5706 عدد در متر مکعب (تنکابن) مشاهده شد. زی توده موجودات در این فصل در ترانسکت های انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد به ترتیب $30/02$ ، $52/22$ ، $22/98$ و $18/31$ میلی گرم در متر مکعب ثبت شد. در فصل پاییز تراکم و زی توده کمتر از سایر فصول بود. تراکم و زی توده بین 113 ± 392 عدد در متر مکعب و $91/0 \pm 3/71$ میلی گرم در متر مکعب در امیرآباد تا 1435 ± 2280 عدد در متر مکعب و $50/14 \pm 20/23$ میلی گرم در متر مکعب در انزلی تغییر کرد. تراکم و زی توده در فصل زمستان در دو ترانسکت انزلی و امیرآباد با میزان بالایی مشاهده شد. تراکم در امیرآباد 8065 و در انزلی 8061 عدد در متر مکعب بود. در این بررسی تراکم کوبه پودا به استثنا فصل زمستان، بیش از ۷۰ درصد جمعیت زوپلانکتون و *Acartia tonsa* در صد جمعیت راسته کوبه پودا را تشکیل داد (شکل ۷) که کاهش گونه ها، خطری برای دریای خزر می باشد.

لغات کلیدی: دریای خزر، زوپلانکتون، تراکم، زی توده، Copepoda، ایران

۱- مقدمه

خزر بزرگترین دریاچه لب شور دنیاست که مساحت آن بالغ بر ۳۷۶۵۰۰ کیلومتر مربع، حجم آب آن ۷۵۱۰۰ کیلومتر مکعب، میانگین عمق ۱۹۴ متر و بیش‌ترین عمق ۱۰۲۵ متر می‌باشد. دریای خزر از نظر بستر و هیدرولوژی به سه قسمت خزر شمالی، خزر میانی و خزر جنوبی تقسیم می‌شود. مرز بین خزر شمالی با خزر میانی جزیره چپچن-دماغه توب کارگان و مرز خزر میانی با خزر جنوبی جزیره ژیلوی-دماغه کوولی می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۳).

اولین اطلاعات زوپلانکتون در دریای خزر توسط Sars (1897, 1902, 1927) ارائه شد. کارهای Knipovich (1907, 1921) داده‌های مربوط به توزیع عمودی و افقی پلانکتون دریای خزر را نشان داد. Derzhavin (1912) و Tikhov (1916) ژله ماهی *Moerisia pallasi* و هیدر پلانکتونی را توصیف کردند. Chugunov (1921) اولین بررسی زوپلانکتون را در خزر شمالی انجام داد که لیست گونه‌های زوپلانکتون و وابستگی توزیع آن‌ها را با شوری آب بیان کرد. در دریای خزر ۳۱۵ گونه و زیر گونه مشخص شده است که عبارتند از ۱۳۵ گونه Infusoria، ۲ گونه Coelenterata، ۶۷ گونه Rotatoria، ۳۲ گونه Copepoda، ۵۴ گونه Cladocera، ۱ گونه Osteracoda، ۶ گونه Mysidacea، ۵ گونه Cumacea، ۶ گونه Amphipoda، ۱ گونه Isopoda، ۱ گونه Hydrocarina و ۵ گونه از نوزاد نرم‌تنان، خرچنگ‌ماندهای ده پا، تخم و نوزاد ماهیهای کیلکا و کفال می‌باشد (Kasimov, 1987). در خزر شمالی ۲۱۶ گونه، در خزر میانی ۱۹۶ گونه و در خزر جنوبی ۱۸۰ گونه پیدا شده است (قاسم اف، ۱۹۹۴). ۶۴ گونه زوپلانکتون در آگوست ۱۹۷۶-۱۹۷۳ در خزر میانی و جنوبی مشاهده شد که ۱۷ گونه از Rotatoria، ۲۳ گونه از Cladocera و ۹ گونه از Copepoda بودند. زی توده زوپلانکتون در خزر میانی ۹۸/۱ و در خزر جنوبی ۴۰/۳ میلی گرم در متر مکعب بود (Tinenkova, 1983).

Kasimov و Askerova (2001)، ۱۴۳ گونه برای خزر شمالی، ۸۴ گونه برای خزر میانی و ۷۲ گونه برای خزر جنوبی گزارش کردند. در ۱۹۶۱-۱۹۵۹، ۲۱ گونه زوپلانکتون از Rotatoria (۴ گونه)، Copepoda (۷ گونه) و Cladocera (۱۰ گونه) در قسمت غربی خزر جنوبی یافت شد (Kasimov, 1966).

بررسی حوضه جنوبی (سواحل ایران) تحت عنوان هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر از سال ۱۳۷۰ آغاز شد. در سال ۱۳۷۳ کار مشترکی با کارشناسان روسیه و از سال ۱۳۷۵ به طور مستمر توسط دو مرکز مازندران و گیلان انجام شد. در سال ۱۳۷۵ پراکنش Copepoda در حوضه جنوبی دریای خزر از آستارا تا حسینقلی در اعماق مختلف بررسی شد. در این تحقیق ۴ گونه از زیر راسته Calanoida شناسایی شد که گونه‌های غالب *Eurytemora* و *Acartia* بود و برای اولین بار تغییرات آن‌ها در لایه‌های مختلف آب و ترموکلاین در سواحل ایران ارائه شد (روشن طبری، ۱۳۷۹).

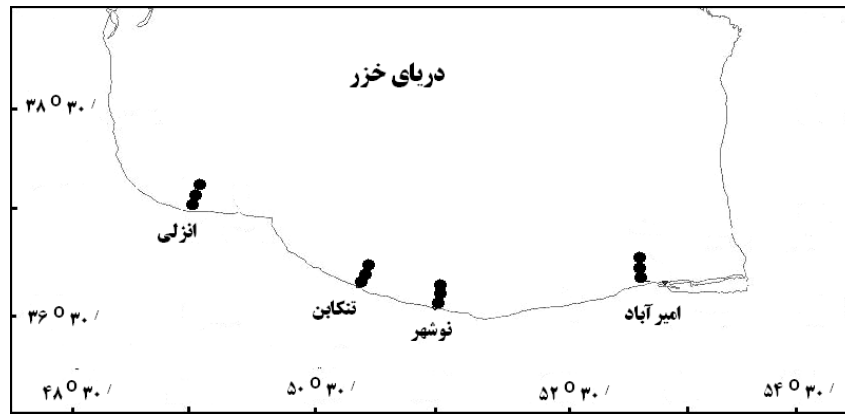
۵۵ گونه در سال ۱۳۷۵ شناسایی شد که ۵ گونه از Protozoa، ۶ گونه از Rotatoria، ۹ گونه از Copepoda و ۲۹ گونه از Cladocera و ۶ گونه از مروپلانکتون بوده‌اند. در این بررسی تغییرات زوپلانکتون و دو گونه غالب با نقشه

پراکنش آن ها آورده شده است (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲). لالوئی و همکاران (۱۳۸۳) تغییرات زوپلانکتون را در اعماق ۱۰ متر و کمتر در خزر جنوبی نشان دادند. در این تحقیق ۶۶ گونه مشاهده شد که گروه Rotatoria و Cladocera بیش ترین تنوع را داشتند. هاشمیان و همکاران نیز در سال ۱۳۸۸ اعماق کمتر از ۱۰ متر در حوضه جنوبی دریای خزر بررسی کردند. تراکم موجودات از غرب دریا به سمت شرق کاهش داشته است. روشن طبری و همکاران (۱۳۸۶b) تغییرات زوپلانکتون را در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۸۴ توصیف کردند. بیش ترین تراکم زوپلانکتون در تابستان در عمق ۱۰ متر و در نواحی مرکزی دریا و در فصل زمستان در عمق ۵ متر و در نواحی شرق وجود داشت. در بررسی حسینی و همکاران (۱۳۹۰) از زوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر ۴۶ گونه شناسایی شد که ۵۲/۱ درصد Cladocera، ۱۴/۵ درصد Copepoda و ۱۰/۴ درصد را Rotatoria تشکیل می دادند. در بررسی سال ۱۳۷۵ زیر رسته های Calanoida، Cyclopoida و Harpacticoida شناسایی شده است (روشن طبری، ۱۳۷۹). زیر رسته Calanoida جمعیت اصلی رسته Copepoda را تشکیل داده است. این زیر رسته دارای ۴ جنس می باشد جنس *Acartia* و *Calanipeda* (گونه های وارد شده از دریای سیاه) در لایه های سطحی، جنس *Eurytemora* (گونه بومی دریای خزر) بیشتر در لایه های ۱۰۰-۵۰ متر و جنس *Limnocalanus* (گونه قطبی) در اعماق ۱۰۰ متر و بیشتر انتشار داشته است. ۶ گونه در زمستان ۸۴ در حوضه جنوبی دریای خزر سواحل ایران شناسایی شد. بیش ترین تراکم ۳۵۲۱۵ عدد در متر مکعب و توده زنده ۲۱۳/۸۱ میلی گرم در متر مکعب بود، ۶۵ درصد فراوانی را رسته Copepoda تشکیل می دادند (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۶b). در تحقیقات هاشمیان و همکاران (۱۳۸۸) ۶۶ گونه زوپلانکتون در تابستان، پاییز و زمستان ۱۳۷۸ و بهار ۱۳۷۹ شناسایی شد. ۱۳ گونه Protozoa، ۲۲ گونه Rotatoria، ۲۱ گونه Cladocera، ۵ گونه Copepoda و ۵ گونه در سایر گروه ها مانند Coelenterata و Ctenophora بودند. گروه روتاتوریا و کلادوسرا بیش ترین گونه را داشتند. Copepoda از تنوع کمتری برخوردار بود ولی از نظر زی توده و تراکم جمعیت غالب دریا را تشکیل می دهند. فضلی و همکاران (۱۳۸۹) نیز ارتباط فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی را با پلانکتون بررسی کردند. خداپرست (۱۳۹۱) میزان زوپلانکتون را در ۳ بندر انزلی، نوشهر و امیرآباد بررسی کرد. هدف از این بررسی، شناسایی تنوع گونه های مختلف، پراکنش، تعیین تراکم و زی توده جمعیت زوپلانکتون و تغییرات آن ها بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه و زمان مورد بررسی

در این بررسی نمونه برداری از حوضه جنوبی دریای خزر (سواحل ایران) در ۴ ترانسکت انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد انجام شد.



شکل ۱.۱. ایستگاه‌های نمونه برداری زوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر

ترانسکت‌ها بر اساس بستر، وجود بندر، موقعیت منطقه و رودخانه‌های ورودی انتخاب شدند. مطالعات در سال ۱۳۹۲ در ۴ فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان در حوضه جنوبی دریای خزر صورت گرفت. روی هر ترانسکت ۳ ایستگاه در اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر (۱۲ ایستگاه در هر فصل) قرار داشت (شکل ۱).

۲-۲- روش جمع‌آوری و شمارش زوپلانکتون

نمونه برداری زوپلانکتون توسط قایق با تور مخروطی پلانکتون با چشمه ۱۰۰ میکرون با قطر دهانه ۳۶ سانتی‌متر صورت گرفت. در هر یک از ایستگاه‌ها تور به اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر فرستاده شد و از کف تا سطح به صورت کشش عمودی نمونه برداری شد. در هر فصل ۱۲ نمونه از ۴ ترانسکت (۴۸ نمونه در سال) جمع‌آوری می‌شوند. در پایان هر کشش، تور با آب اضافی از بیرون شستشو شده و محتوی جمع‌آوری در باگت تور به ظرف شیشه‌ای منتقل و با فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت شدند (Wetzel and linkens, 1991). سپس کد نمونه روی ظرف نوشته و همراه با فرم نمونه برداری که تاریخ، مکان، طول و عرض جغرافیایی، عمق و لایه نمونه برداری نوشته شده است برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه برای شمارش زوپلانکتون، ابتدا برای تغلیظ نمونه از تور با چشمه ۵۰ میکرون کوچک‌تر از تور نمونه برداری استفاده شد و آب اضافی از نمونه خارج می‌شود. نمونه وارد یک ظرف مدرج و توسط پی‌پت Stample پس از همگن کردن روی لام شمارش Bogarov قرار گرفت و نمونه‌هایی که در سطح محفظه پراکنده شده اند شمارش شدند. پی‌پت Stample یک سرنگ با دهانه باز است که قسمت پایین به صورت پیستون می‌باشد. وقتی پیستون بالامی‌آید حجم ۰/۵ سانتی‌متر مکعب

از نمونه در دیواره پی پت نگه داری می شود و نمونه به ظرف شمارش Bogarov به حجم ۱۰ سانتی متر مکعب منتقل می گردند و بقیه ظرف با آب پر می شود (Postel et al., 2000; Newell and Newell, 1977). برای شناسایی و شمارش زوپلانکتون به دلیل استفاده از لام بوگاروف از میکروسکوپ وارونه Invert و کلیدهای موجود استفاده شد (Birshtein et al ۱۹۶۸; Boltovskoy 2000; Kuticova, 1970; Manolova, 1964). برای محاسبه تراکم پس از رساندن به حجم معین ۲ بار ۰/۵ سانتی متر مکعب از نمونه را جداگانه شمارش می کنیم و سپس نمونه هایی که اصلا مشاهده نشد و یا یکبار مشاهده شدند، در ۱۰ سانتیمتر مکعب از نمونه شمارش می شوند و نهایتا حجم آن ها در متر مکعب محاسبه می گردد. برای محاسبه وزن زوپلانکتون در این بررسی از وزن استاندارد موجودات در دریای سیاه استفاده شده است (Petipa, 1957). نمونه ها پس از اتمام کار در ظروف در بسته تا اتمام پروژه برای اطمینان در روند کار نگهداری می شوند. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات و اجرای آزمون های آماری از نرم افزار SPSS (Version 18) استفاده شد. برای مقایسه گروهها از آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه و تست دانکن استفاده شد. مقدار $P \leq 0.5$ به عنوان سطح معنی دار آماری در نظر گرفته شد.

۳- نتایج

۳-۱- تنوع گونه ای

در این بررسی ۹ گونه هولوپلانکتون از گروه‌های Copepoda، Cladocera، Rotatoria و Protozoa شناسایی شد. از راسته Copepoda گونه *Acartia tonsa* در همه ترانسکت‌ها وجود داشت و گونه *Ectinosoma concinnum* فقط در ترانسکت امیرآباد دیده شد. از راسته Cladocera گونه *Podonpoly phemoides* در همه ترانسکت‌ها و *Evadne anonyx* فقط در ترانسکت انزلی دیده شد. از شاخه Rotatoria گونه *Asplanchna priodonta* در همه ترانسکت‌ها و *Brachionus calyciflorus* فقط در انزلی انتشار داشتند. از شاخه Protozoa گونه‌های *Foraminifera sp.* و *Tintinopsis tubulosa* در امیرآباد مشاهده شده است. *Lamelibranchia larvae* و *Cirripedia* که از مروپلانکتون هستند در همه ترانسکت‌ها وجود داشتند. ترانسکت‌های تنکابن و نوشهر ۵ گونه، ترانسکت انزلی ۷ گونه و ترانسکت امیرآباد با ۸ گونه بیش‌ترین تنوع را داشته است (جدول ۱).

جدول ۱. تنوع زوپلانکتون در ترانسکت‌های مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

| موجودات | ترانسکت | انزلی | تنکابن | نوشهر | امیرآباد |
|--------------------------------|---------|-------|--------|-------|----------|
| <i>Acartia tonsa</i> | * | * | * | * | * |
| <i>Ectinosoma concinnum</i> | - | - | - | - | * |
| Copepoda | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Podon polyphemoides</i> | * | * | * | * | * |
| <i>Evadne anonyx</i> | * | - | - | - | - |
| Cladocera | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Asplanchna priodonta</i> | * | * | * | * | * |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> | * | - | - | - | - |
| Rotifera | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Tintinopsis tubulosa</i> | - | - | - | - | * |
| <i>Foraminifera sp</i> | - | - | - | - | * |
| porotozoa | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Cirripedia | * | * | * | * | * |
| Lameli branchia larvae | * | * | * | * | * |
| Zooplankton | 7 | 5 | 5 | 5 | 8 |

* نشان دهنده حضور گونه‌ها و اعداد تعداد گونه‌ها را در هر گروه مشخص می‌کند.

گونه *Acartia tonsa* در همه فصول و *Ectinosoma concinnum* در زمستان مشاهده شدند. از راسته Cladocera گونه *Podon polyphemoides* در همه فصول و *Evadne anonyx* فقط در تابستان دیده شد. از شاخه Rotatoria گونه *Asplanchna priodonta* در پاییز و زمستان و *Brachionus calyciflorus* فقط در بهار انتشار داشتند. از شاخه Protozoa گونه‌های *Foraminifera sp* در زمستان و *Tintinopsis tubulosa* در تابستان و زمستان مشاهده شده است. *Cirripedia*

و *Lamelibranchia larvae* که از مروپلانکتون هستند در همه فصل ها وجود داشتند. فصل های بهار و پاییز ۵ گونه، فصل تابستان ۶ گونه و فصل زمستان با ۸ گونه بیش ترین تنوع را داشته است (جدول ۲).

جدول ۲. تنوع زئوپلانکتون در فصول مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

| موجودات | فصل | بهار | تابستان | پاییز | زمستان |
|--------------------------------|-----|------|---------|-------|--------|
| <i>Acartia tonsa</i> | | * | * | * | * |
| <i>Ectinosoma concinnum</i> | | - | - | - | * |
| Copepoda | | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Podon polyphemoides</i> | | * | * | * | * |
| <i>Evadne anonyx</i> | | - | * | - | - |
| Cladocera | | 1 | 2 | 1 | 1 |
| <i>Asplanchna priodonta</i> | | - | - | * | * |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> | | * | - | - | - |
| Rotifera | | 1 | - | 1 | 1 |
| <i>Tintinopsis tubulosa</i> | | - | * | - | * |
| <i>Foraminifera sp</i> | | - | - | - | * |
| porotozoa | | - | 1 | - | 2 |
| Cirripedia | | * | * | * | * |
| <i>Lameli branchia larvae</i> | | * | * | * | * |
| Zooplankton | | 5 | 6 | 5 | 8 |

* نشان دهنده حضور گونه ها و اعداد تعداد گونه ها را در هر گروه مشخص می کند.

نتایج این بررسی نشان می دهد که گونه های *Acartia tonsa*، *Podon polyphemoides* و *Asplanchna priodonta* در همه اعماق وجود داشتند. *Tintinopsis tubulosa* و *Foraminifera sp.* و *Lamelibranchia larvae* و *Cirripedia* در همه اعماق وجود داشتند. *Ectinosoma concinnum* و *Evadne anonyx* فقط در عمق ۲۰ متر و *Brachionus calyciflorus* فقط در ۱۰ متر مشاهده شدند. اعماق ۵ و ۱۰ متر به ترتیب ۷ و ۸ گونه و عمق ۲۰ متر با ۹ گونه بیش ترین تنوع را داشته است (جدول ۳).

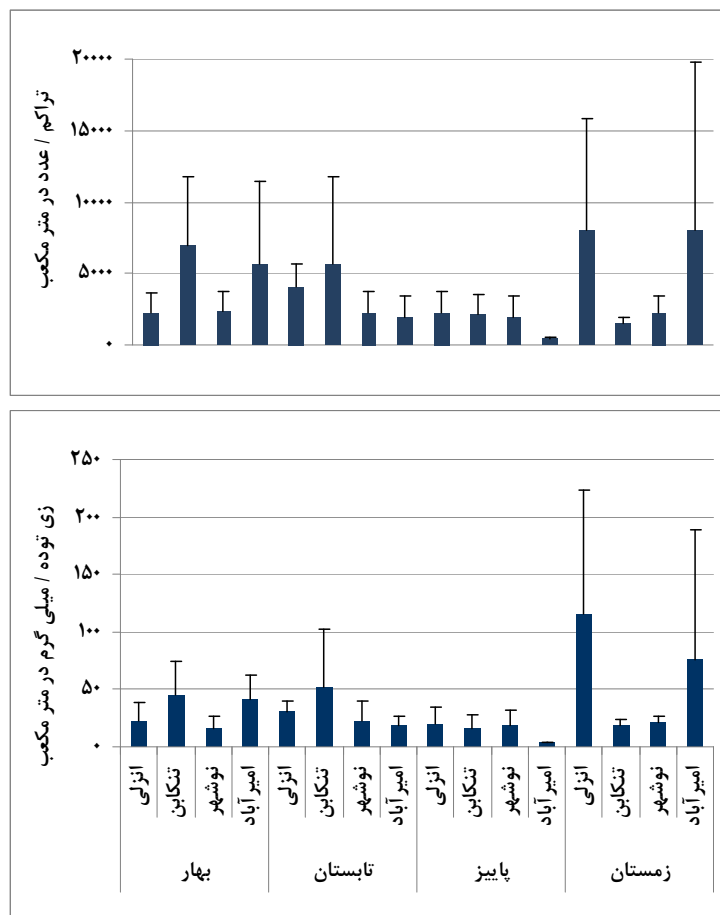
جدول ۳. تنوع زوپلانکتون در اعماق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر،

| موجودات | عمق / متر | ۵ | ۱۰ | ۲۰ |
|--------------------------------|-----------|---|----|------|
| <i>Acartia tonsa</i> | | * | * | * |
| <i>Ectinosoma concinnum</i> | | - | - | * |
| Copepoda | | 1 | 1 | 2 |
| <i>Podon polyphemoides</i> | | * | * | * |
| <i>Evadne anonyx</i> | | - | - | * |
| Cladocera | | 1 | 1 | 2 |
| <i>Asplanchna priodonta</i> | | * | * | * |
| <i>Brachionus calyciflorus</i> | | - | * | - |
| Rotifera | | 1 | 2 | 1 |
| <i>Tintinopsis tubulosa</i> | | * | * | * |
| <i>Foraminifera</i> sp | | * | * | * |
| porotozoa | | 2 | 2 | 2 |
| Cirripedia | | * | * | * |
| Lameli branchia larvae | | * | * | * |
| Zooplankton | | 7 | 8 | 9 |
| | | | | ۱۳۹۲ |

*نشان دهنده حضور گونه‌ها و اعداد تعداد گونه‌ها را در هر گروه مشخص می‌کند.

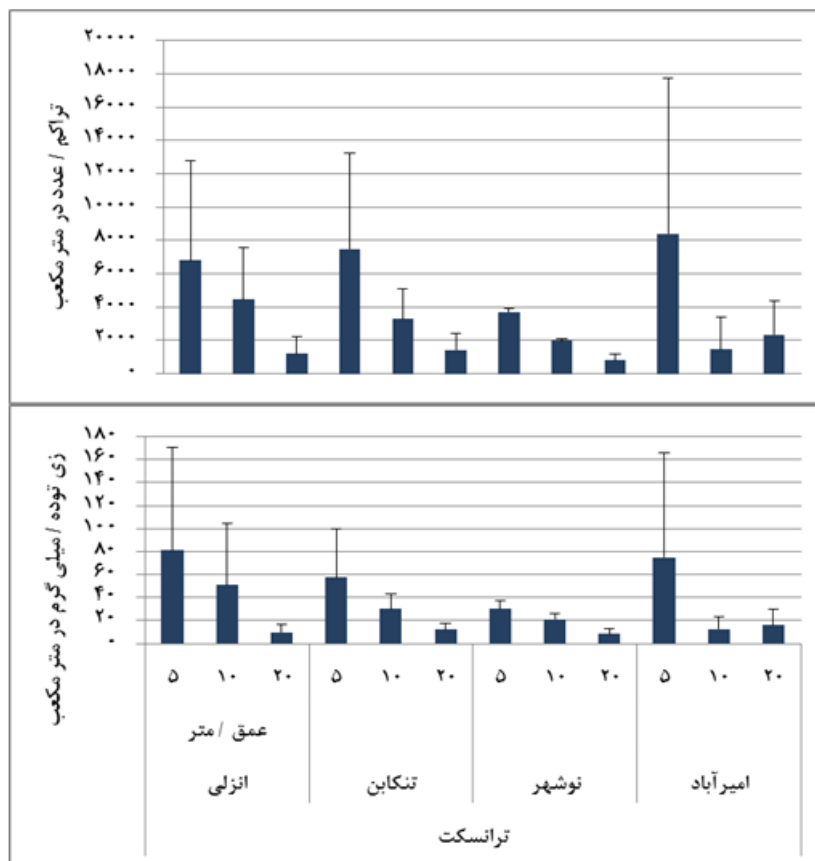
۲-۳- تغییرات زمانی و مکانی زوپلانکتون

تغییرات تراکم سالیانه زوپلانکتون بین 113 ± 392 عدد در متر مکعب (انحراف معیار \pm میانگین) در فصل پاییز، تا 11735 ± 8065 عدد در متر مکعب در فصل زمستان در ترانسکت امیرآباد بود (شکل ۲). در فصل بهار کمترین تراکم زوپلانکتون 2207 عدد در متر مکعب در انزلی ولی کمترین زی توده $16/46$ میلی گرم در متر مکعب در نوشهر بود. تراکم موجودات در تنکابن و امیرآباد بیش از سایر ترانسکت‌ها بود و به ترتیب حدود $2/0$ و $2/8$ برابر ترانسکت‌های انزلی و نوشهر بود (شکل ۲). نتایج فصل تابستان نشان می‌دهد که تغییرات زوپلانکتون بین 1470 ± 1964 عدد در متر مکعب (امیرآباد) تا 5706 ± 6088 عدد در متر مکعب (تنکابن) بود و نسبت به فصل قبل اختلاف کم‌ترین و بیش‌ترین میزان تراکم، بین ترانسکت‌ها کمتر بود. زی توده موجودات در این فصل در ترانسکت‌های انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد به ترتیب $30/02$ ، $52/22$ ، $22/98$ و $18/31$ میلی گرم در متر مکعب بود. در فصل پاییز تراکم و زی توده کمتر از سایر فصول بود. تراکم و زی توده بین 113 ± 392 عدد در متر مکعب و $0/91 \pm 3/71$ میلی گرم در متر مکعب در امیرآباد تا 1435 ± 2280 عدد در متر مکعب و $14/50 \pm 20/23$ میلی گرم در متر مکعب در انزلی بود. تراکم و زی توده در فصل زمستان در دو ترانسکت انزلی و امیرآباد با مقدار بالایی مشاهده شد. تراکم در امیرآباد 8065 و در انزلی 8061 عدد در متر مکعب بود به طوریکه تراکم در این دو ترانسکت $3/7$ برابر نوشهر و $5/5$ برابر جمعیت تنکابن بود. در این فصل تراکم و زی توده Rotifera به شدت افزایش داشت. بیش‌ترین زی توده موجودات که در فصل تابستان با $52/22$ میلی گرم در متر مکعب در تنکابن وجود داشت، در این فصل با میانگین $75/19$ میلی گرم در متر مکعب در امیرآباد و $116/12$ میلی گرم در متر مکعب در انزلی مشاهده شد که بیش‌ترین میزان تراکم در این بررسی بود (شکل ۲).



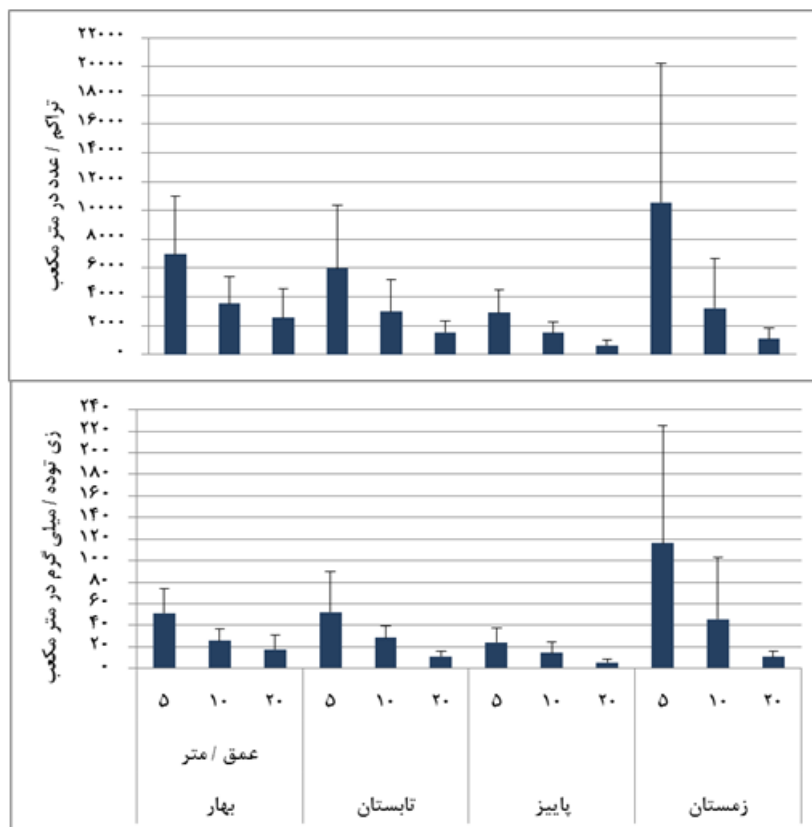
شکل ۲. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) زوپلانکتون در فصل و ترانسکت های مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

نتایج تحقیقات در اعماق مختلف نشان داد که در همه ترانسکت ها و همه فصول سال تراکم و زی توده موجودات از نواحی ساحلی عمق ۵ متر به سمت عمق ۲۰ متر کاهش داشتند (شکل های ۳ و ۴). تغییرات تراکم زوپلانکتون در عمق ۵ متر در ترانسکت های انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد به ترتیب ۵/۶، ۵/۲، ۴/۵ و ۳/۶ برابر عمق ۲۰ متر بود (شکل ۳). بیشترین میزان زی توده زوپلانکتون در عمق ۵ متر ۸۱/۳۵ میلی گرم در متر مکعب در انزلی و کمترین میزان ۲۹/۹۸ میلی گرم در متر مکعب در نوشهر مشاهده شد. در عمق ۱۰ متر تراکم بین ۱۴۶۹ عدد در متر مکعب (امیرآباد) تا ۴۴۵۹ عدد در متر مکعب (انزلی) و زی توده بین ۱۲/۷۱ میلی گرم در متر مکعب (امیرآباد) تا ۵۰/۸۳ میلی گرم در متر مکعب (انزلی) وجود داشت. در عمق ۲۰ متر با کاهش جمعیت زوپلانکتون تغییرات تراکم بین ۸۲۳ عدد در متر مکعب و زی توده ۸/۳۴ میلی گرم در متر مکعب در نوشهر تا ۲۳۳۱ عدد در متر مکعب و زی توده ۱۵/۶۸ میلی گرم در متر مکعب در امیرآباد مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) زوپلانکتون در اعماق و ترانسکت‌های مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

در بررسی زمانی جمعیت زوپلانکتون در اعماق مختلف به ترتیب فصل زمستان، بهار، تابستان و پاییز بیشترین میزان تراکم و زی توده را داشتند (شکل ۴). عمق ۵ متر در همه فصول از تراکم بالایی برخوردار بود به طوری که در فصل زمستان تراکم و زی توده در عمق ۵ متر حدود ۱۰ برابر عمق ۲۰ متر بود (شکل ۴). تغییرات تراکم در عمق ۵ متر بین ۲۸۸۳ عدد در متر مکعب در پاییز تا ۱۰۵۷۱ عدد در متر مکعب در زمستان تغییر کرد. در عمق ۱۰ متر تغییرات بین ۱۹۴۶ عدد در متر مکعب در پاییز تا ۳۵۱۴ عدد در متر مکعب در بهار بود و در عمق ۲۰ متر بین ۶۴۰ عدد در متر مکعب در پاییز تا ۲۵۵۰ عدد در



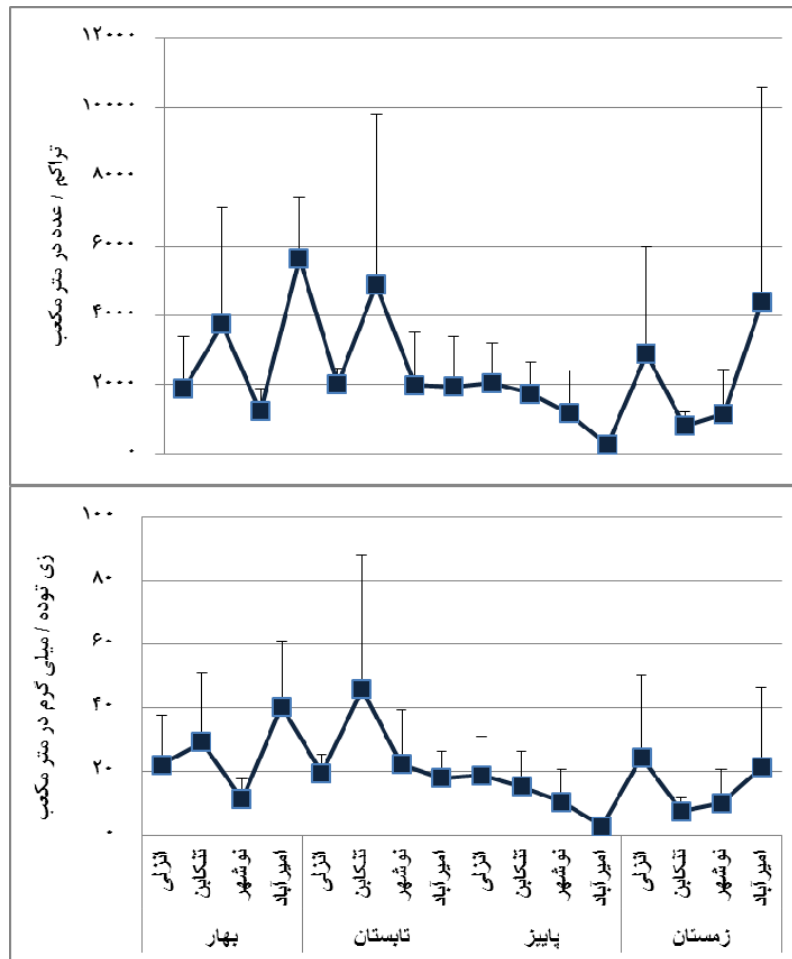
شکل ۴. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) زوپلانکتون در اعماق و فصول مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

متر مکعب در بهار تغییر کرد. بیشترین میزان زی توده ۱۱۶/۱۲ در فصل زمستان و کمترین مقدار ۵/۶۵ میلی گرم در متر مکعب در عمق ۲۰ متر فصل پاییز بود. بررسی آزمون آنالیز واریانس یکطرفه اختلاف معنی داری بین زوپلانکتون با اعماق آب نشان داد ($P < 0/05$). بر اساس تست دانکن اختلاف بین عمق ۵ متر با ۱۰ و ۲۰ متر بود. زوپلانکتون با ترانسکت های نمونه برداری و فصل ($P > 0/05$) اختلاف معنی داری نداشته است (جدول ۳-۱ ضمیمه).

۳-۳- تغییرات Copepoda

تغییرات سالیانه Copepoda بین 268 ± 18 عدد در متر مکعب (انحراف معیار \pm میانگین) در فصل پاییز، ترانسکت امیرآباد تا 5639 ± 1738 عدد در متر مکعب در فصل بهار در ترانسکت امیرآباد بود (شکل ۵). در فصل بهار کمترین میزان تراکم Copepoda ۱۲۳۵ عدد در متر مکعب در نوشهر بود. تراکم موجودات در امیرآباد بیش از ۳ برابر جمعیت زوپلانکتون در انزلی و نوشهر بود. زی توده نیز در امیرآباد به ترتیب ۳/۶، ۱/۴ و ۱/۸ برابر ترانسکت های نوشهر، تنکابن و انزلی بود (شکل ۵). نتایج فصل تابستان نشان می دهد که تغییرات تراکم Copepoda بین 1945 ± 1454 عدد در متر مکعب (امیرآباد) تا 4879 ± 4922 عدد در متر مکعب (تنکابن) بود. زی

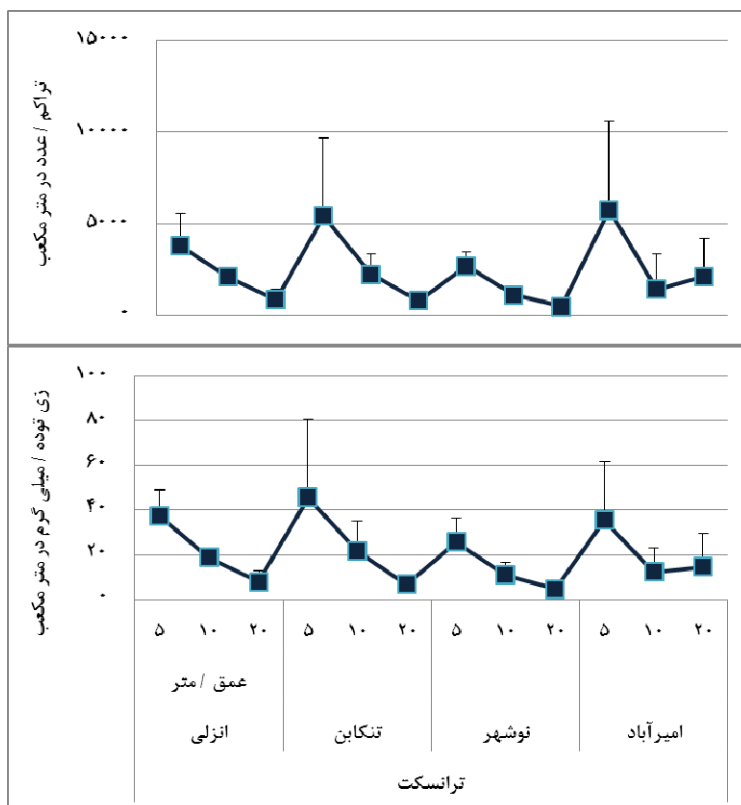
توده موجودات در این فصل در ترانسکت های انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد به ترتیب $۲۲/۳۵$ ، $۴۶/۰۵$ ، $۱۹/۵۶$ و $۱۸/۰۹$ میلی گرم در متر مکعب بود. در فصل پاییز تراکم و زی توده کمتر از سایر فصول و بین ۲۶۸ ± ۱۸ عدد در متر مکعب و $۲/۹۹ \pm ۰/۱۷$ میلی گرم در متر مکعب در امیرآباد تا ۲۰۴۵ ± ۱۱۴۸ عدد در متر مکعب و $۱۲/۳۸ \pm ۱۸/۸۲$ میلی گرم در متر مکعب در انزلی بود. بیشترین تراکم و زی توده در فصل زمستان در ترانسکت امیرآباد با تراکم ۴۴۰۰ عدد در متر مکعب و زی توده $۲۴/۵۷$ میلی گرم در متر مکعب در انزلی وجود داشت که به دلیل درشت بودن موجودات در این ایستگاه می باشد (شکل ۵).



شکل ۵. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Copepoda در فصل و ترانسکت های مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

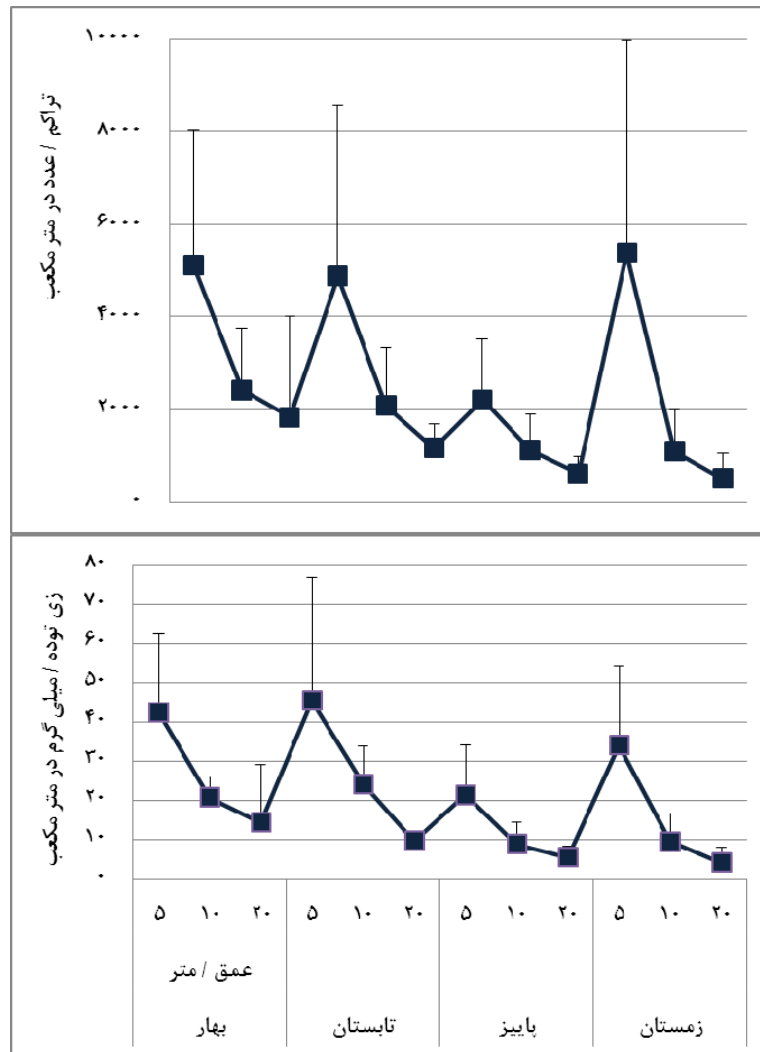
تراکم و زی توده Copepoda از عمق ۵ متر نواحی ساحلی به سمت عمق ۲۰ متر در همه ترانسکت ها کاهش داشت. فقط میزان زی توده در عمق ۲۰ متر ترانسکت امیرآباد نسبت به ۱۰ متر کمی افزایش نشان داد (شکل ۶). میزان Copepoda در عمق ۵ متر در ترانسکت های انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد به ترتیب $۴/۶$ ، $۷/۱$ ، $۶/۰$ و $۲/۷$ برابر عمق ۲۰ متر بود. بیشترین میزان زی توده در عمق ۵ متر $۴۵/۶۶$ میلی گرم در متر مکعب در تنکابن و کمترین میزان $۲۵/۶۸$ میلی گرم در متر مکعب در نوشهر مشاهده شد (شکل ۶). در عمق ۱۰ متر تراکم بین ۱۰۶۹

عدد در متر مکعب (نوشهر) تا ۲۱۹۹ عدد در متر مکعب (تنکابن) و زی توده بین ۱۰/۷۴ میلی گرم در متر مکعب (نوشهر) تا ۲۱/۴۹ میلی گرم در متر مکعب (تنکابن) وجود داشت. در عمق ۲۰ متر با کاهش جمعیت زوپلانکتون تغییرات تراکم بین ۴۴۲ عدد در متر مکعب و زی توده ۴/۵۲ میلی گرم در متر مکعب در نوشهر تا ۲۰۸۵ عدد در متر مکعب و زی توده ۱۴/۶۱ میلی گرم در متر مکعب در امیرآباد مشاهده شد (شکل ۶).



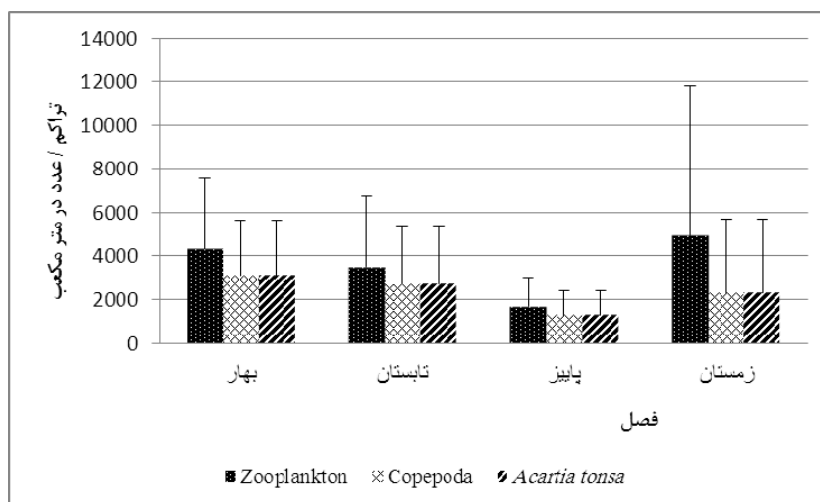
شکل ۶. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Copepoda در اعماق و ترانسکت های مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

کمترین میانگین تراکم و زی توده Copepoda در فصل پاییز در ایستگاه های با عمق ۵ متر به ترتیب 1318 ± 2208 عدد در متر مکعب و $12/76 \pm 21/51$ میلی گرم در متر مکعب بود. تراکم در این عمق در سایر فصول بین ۴۸۷۸ عدد در متر مکعب (تابستان) تا ۵۳۶۲ عدد در متر مکعب (زمستان) و زی توده بین $34/18$ میلی گرم در متر مکعب (زمستان) تا $45/59$ میلی گرم در متر مکعب (تابستان) نشان داد. افزایش تراکم و کاهش زی توده نسبت به تابستان و بهار به دلیل وجود سائزهای درشت تر موجودات در نمونه بودند. تراکم موجودات از ایستگاه هایی با عمق ۵ متر به سمت ایستگاه هایی با عمق بیش تر کاهش داشت به طوریکه تراکم آنها در فصل های بهار، تابستان و پاییز در ایستگاه های عمق ۵ متر حدود دو برابر ایستگاه های عمق ۱۰ متر بود و در فصل زمستان ۵ برابر عمق ۱۰ متر بوده است (شکل ۶).

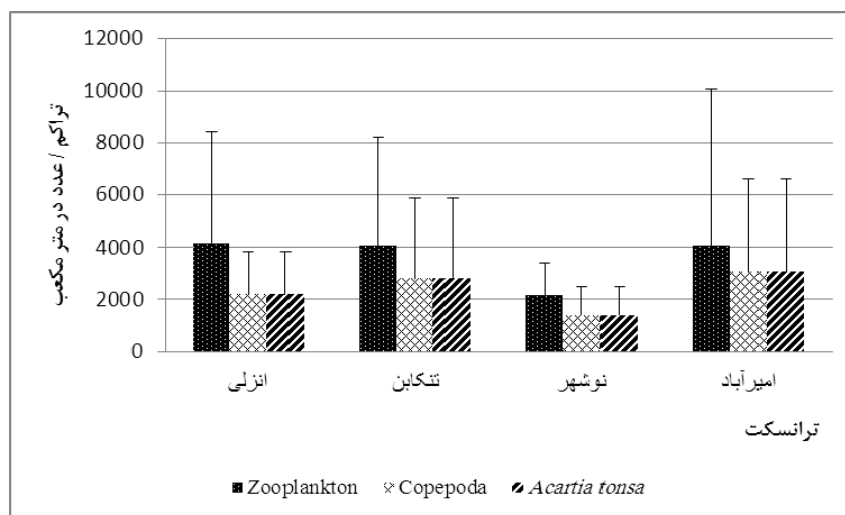


شکل ۲. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Copepoda در اعماق و فصول مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

در این بررسی ۲ گونه *Acartia tonsa* و *Ectinosoma concinnum* در راسته Copepoda وجود داشتند. گونه *Ectinosoma concinnum* با تراکم ۱ عدد در متر مکعب در عمق ۲۰ متر فصل زمستان در ترانسکت امیرآباد مشاهده شد. جمعیت کوپه پودا تحت تاثیر *Acartia tonsa* بوده و این گونه صد در صد جمعیت آن‌ها را تشکیل می‌داد (شکل‌های ۷ و ۸). جمعیت کوپه پودا در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۷۲، ۷۷، ۷۸ و ۴۷ در صد از جمعیت زوپلانکتون دریای خزر را تشکیل می‌دادند (شکل ۷). در زمستان با کاهش دما روتیفرها در جمعیت زوپلانکتون ظاهر شدند و سهم زیادی در جمعیت آن‌ها داشتند. جمعیت کوپه پودا در ترانسکت‌های انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد به ترتیب ۵۳، ۶۹، ۶۵ و ۷۵ در صد از جمعیت زوپلانکتون را تشکیل دادند و خودشان صد در صد تحت تاثیر *Acartia tonsa* بودند (شکل ۸).



شکل ۷. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) زوپلانکتون، Copepoda و Acartia tonsa در فصول مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲



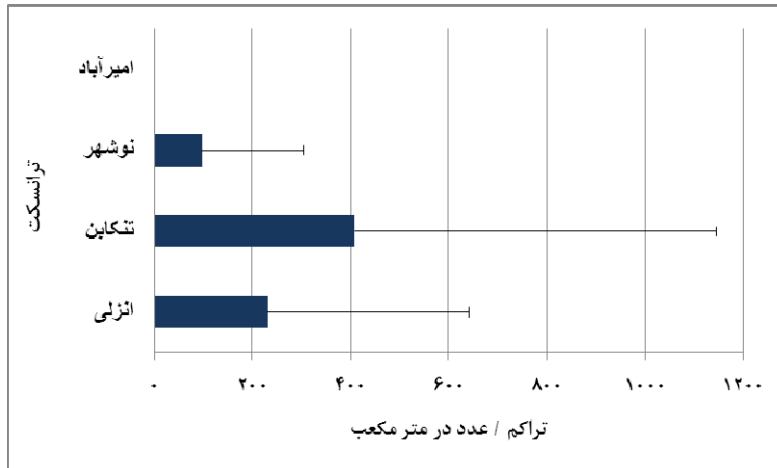
شکل ۸. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) زوپلانکتون، Copepoda و Acartia tonsa در ترانسکت های مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

بررسی آزمون آنالیز واریانس یکطرفه اختلاف معنی داری بین Copepoda با اعماق آب نشان داد ($P < 0/05$). بر اساس تست دانکن اختلاف بین عمق ۵ متر با ۱۰ و ۲۰ متر بود و در ۲ گروه قرار داشتند. Copepoda با ترانسکت های نمونه برداری و فصل ($P > 0/05$) اختلاف معنی داری نداشته است (جدول ۳-۱ پیوست).

۳-۴- تغییرات Cladocera

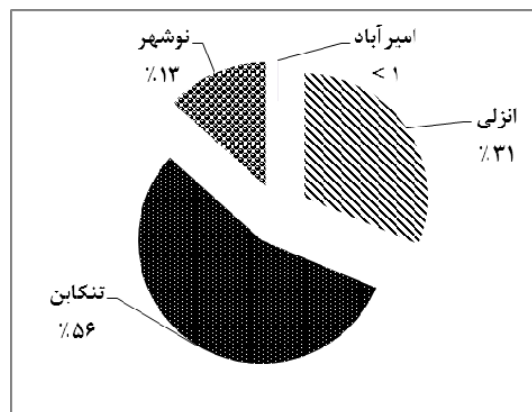
در این تحقیق از راسته Cladocera دو گونه *Podon polyphemoides* و *Evadne anonyx* دیده شد. گونه *Evadne anonyx* فقط یک بار با تراکم ۱۳ عدد در متر مکعب در عمق ۲۰ متر ترانسکت انزلی در تابستان مشاهده شد ولی گونه *Podon polyphemoides* تقریباً صد در صد جمعیت کلادوسرا را تشکیل می داد.

راسته Cladocera با تراکم < 1 (امیرآباد) تا ۴۰۹ عدد در متر مکعب در تنکابن انتشار داشتند. بیشترین میزان زی توده نیز در تنکابن با ۲/۴۵ میلی گرم در متر مکعب (۵۶ درصد) وجود داشتند. این موجودات در انزلی با تراکم ۲۳۲ و در نوشهر ۹۸ عدد در متر مکعب انتشار داشتند (شکل‌های ۹ و ۱۰).



شکل ۹. تغییرات تراکم Cladocera (عدد در متر مکعب) در ترانسکت‌های مختلف حوضه جنوبی دریای خزر،

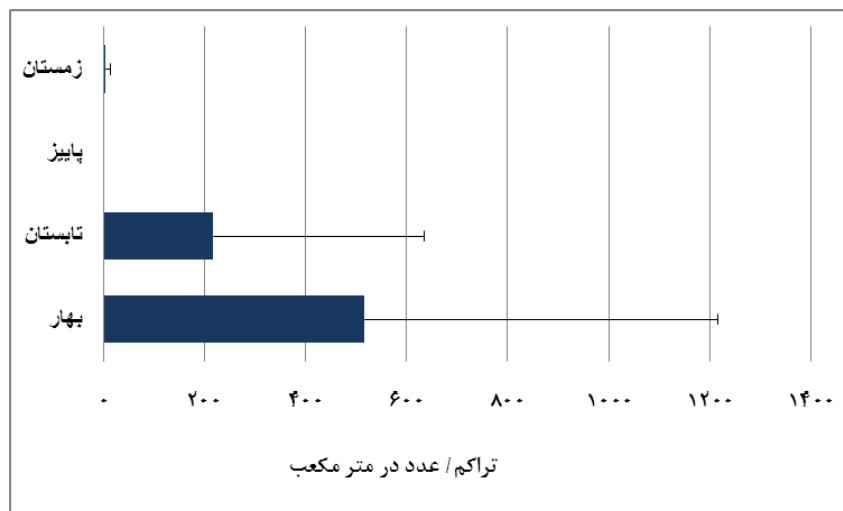
۱۳۹۲



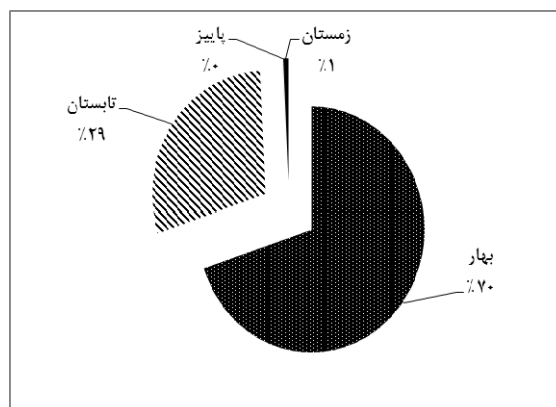
شکل ۱۰. درصد فراوانی زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Cladocera در ترانسکت‌های مختلف حوضه

جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

تغییرات زمانی کلادوسرا نشان می‌دهد که در فصل بهار جمعیت آن‌ها به بیشترین میزان می‌رسد و از تابستان کاهش می‌یابد و در پاییز اصلاً مشاهده نشد و از زمستان در بین جمعیت زوپلانکتون ظاهر شد (شکل ۱۱). در صد زی توده در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۷۰، ۲۹، ۰ و ۱ درصد بود (شکل ۱۲). بیشترین تراکم در فصل بهار با تراکم ۵۱۶ عدد در متر مکعب و زی توده ۳/۱۰ میلی گرم در متر مکعب وجود داشتند.

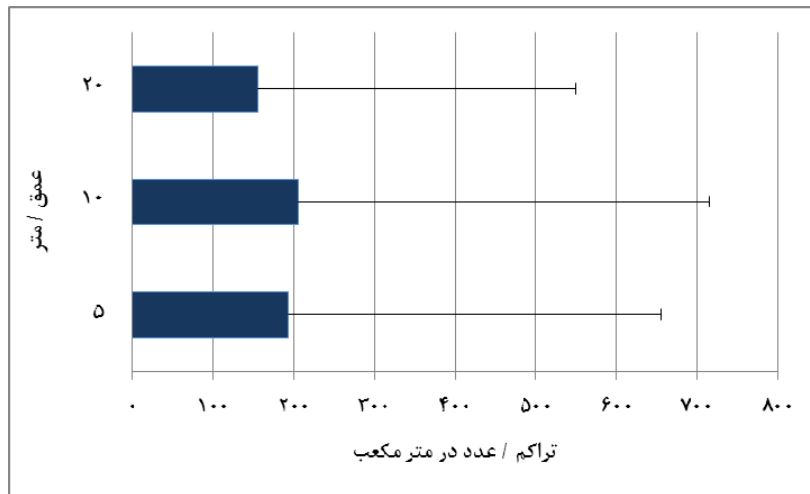


شکل ۱۱. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) Cladocera در فصول مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

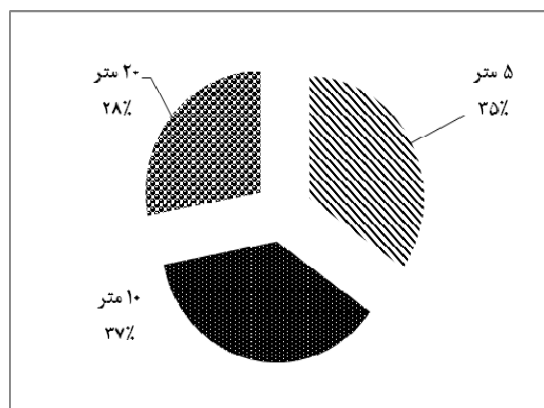


شکل ۱۲. درصد فراوانی زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Cladocera در فصول مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

تغییرات کلادوسرا در اعماق مختلف ۵، ۱۰ و ۲۰ متر تغییرات زیادی نداشته است، اگر چه در عمق ۱۰ متر با تراکم ۲۰۶ عدد در متر مکعب بیشترین جمعیت را داشته است (شکل ۱۳). بررسی در صد فراوانی زی توده آن ها نشان داد که ۳۷ در صد در عمق ۱۰ متر، ۳۵ در صد در عمق ۵ متر و ۲۸ در صد در عمق ۲۰ متر انتشار داشت (شکل ۱۴).



شکل ۱۳. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) Cladocera در اعماق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

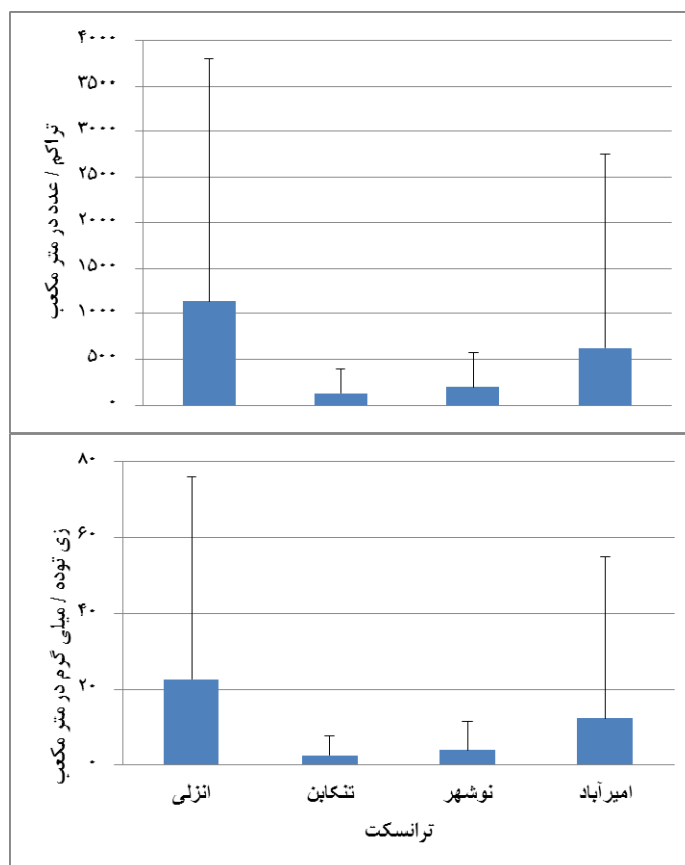


شکل ۱۴. درصد فراوانی زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Cladocera در اعماق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

بررسی آزمون آنالیز واریانس یکطرفه اختلاف معنی داری بین Cladocera با اعماق آب و ایستگاه های نمونه برداری نشان نداد ($P > 0.05$) ولی با تغییرات فصل ($P < 0.05$) اختلاف معنی داشته است. بر اساس تست دانکن Cladocera در ۲ گروه بودند. در فصل های پاییز و زمستان در یک گروه و در فصل بهار در گروه دیگر قرار داشت و در فصل تابستان در هر دو گروه دیده شد (جدول ۳-۱ ضمیمه).

۳-۵- تغییرات Rotifera

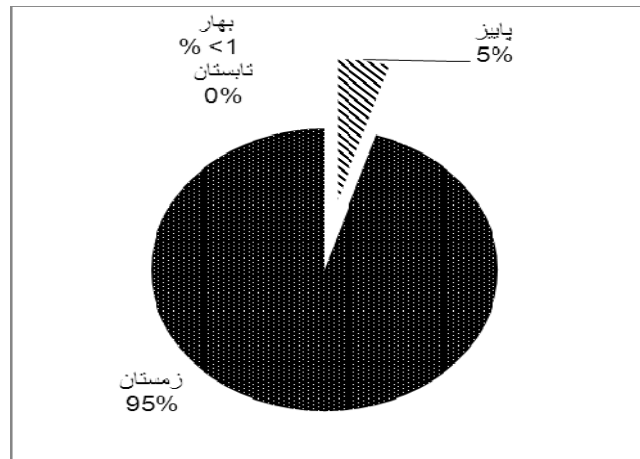
گروه Rotatoria در همه مناطق انتشار داشته است. از شاخه Rotatoria گونه *Asplanchna priodonta* در همه ترانسکت ها و *Brachionus calyciflorus* فقط در انزلی انتشار داشتند. تقریباً صد در صد جمعیت رتیفر را در این مطالعات *Asplanchna priodonta* تشکیل می داد.



شکل ۱۵. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Rotifera در ترانسکت های مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

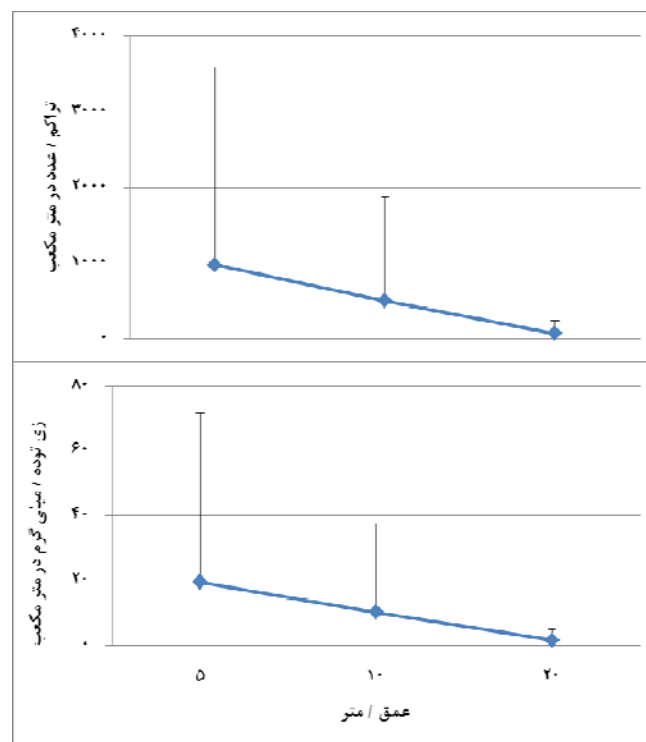
تغییرات تراکم و زی توده رتیفرها در ترانسکت های مورد مطالعه 130 ± 259 عدد در متر مکعب در تنکابن تا 1137 ± 2661 عدد در متر مکعب در انزلی مشاهده شد. تراکم موجودات در انزلی به ترتیب $8/7$ ، $6/5$ و $1/8$ برابر ترانسکت های تنکابن، نوشهر و امیرآباد بود. بیش ترین میزان زی توده نیز $22/74$ میلی گرم در متر مکعب در انزلی دیده شد (شکل ۱۵).

تغییرات فصلی این موجودات نشان می دهد که ۹۵ درصد فراوانی رتیفرها در فصل زمستان تحت تاثیر گونه *Asplanchna priodonta* بود. این گونه با کاهش دما افزایش می یابد و نقش مهمی در جمعیت زوپلانکتون دریا دارد. تغییرات فصلی نشان می دهد که از پاییز با سرد شدن هوا با فراوانی ۵ درصد در جمعیت زوپلانکتون دیده شد و در زمستان به بیش ترین میزان تراکم رسید (شکل ۱۶).



شکل ۱۶. درصد تراکم (عدد در متر مکعب) Rotifera در فصول مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

تغییرات عمقی نشان می‌دهد که تراکم و زی توده از عمق ۵ متر به سمت اعماق بیش‌تر کاهش می‌یابد. تراکم و زی توده آن‌ها در عمق ۵ متر حدود ۲ برابر عمق ۱۰ متر و ۱۲ برابر عمق ۲۰ متر می‌باشد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Rotifera در اعماق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

بررسی آزمون آنالیز واریانس یکطرفه اختلاف معنی‌داری بین Rotifera با اعماق آب و ایستگاه‌های نمونه برداری نشان‌دهنده $(P > 0.05)$ ولی با تغییرات فصل $(P < 0.05)$ اختلاف معنی‌داری داشته است. بر اساس تست

دانکن Rotifera در ۲ گروه بودند. در فصل های بهار، تابستان و پاییز در یک گروه و زمستان در گروه دیگر قرار داشت (جدول ۳-۱ ضمیمه).

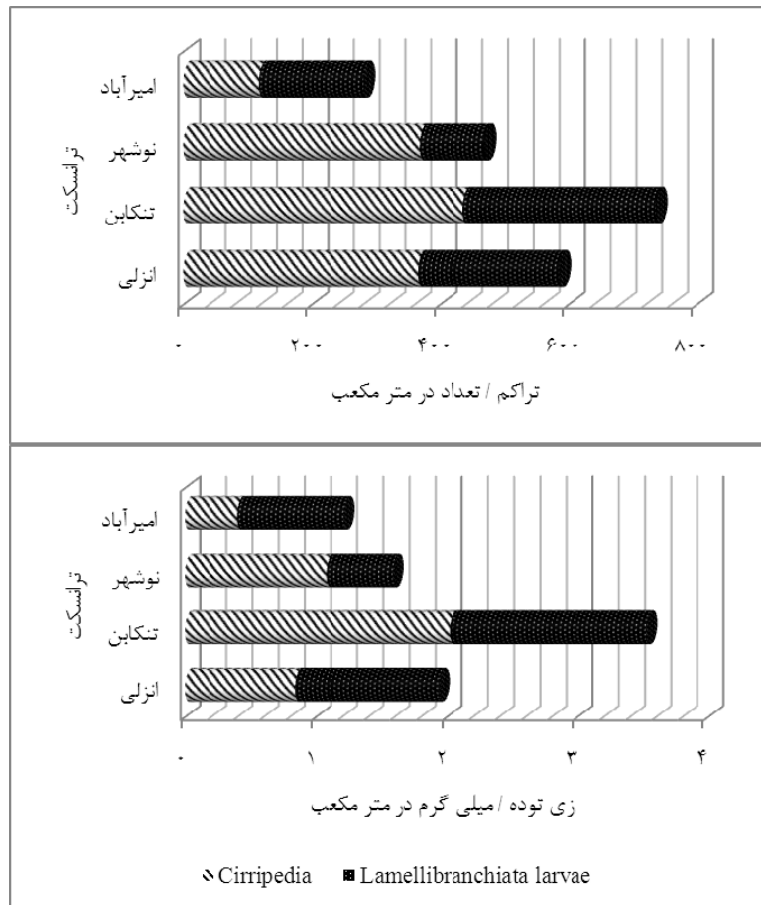
۳-۶- تغییرات Protozoa

Protozoa تحت تاثیر ۲ گونه *Foraminifera* sp و *Tintinopsis tubulosa* قرار داشت و از تراکم ناچیزی برخوردار بود. بیشترین تراکم آن ۱۱۷ عدد در متر مکعب در امیرآباد بود که زی توده آن ۰/۰۳ میلی گرم در متر مکعب بود. تراکم آن در سایر ترانسکت ها کمتر از ۱ میلی گرم در متر مکعب مشاهده شد. در بررسی فصول مختلف تراکم آن ها به ترتیب ۲۷، ۴، ۳ و ۸۳ عدد در متر مکعب در بهار، تابستان، پاییز و زمستان و زی توده کمتر از ۰/۰۳ میلی گرم در متر مکعب بود. تراکم آن ها در زمستان و بهار بیش از سایر فصل ها ثبت شد. در بررسی عمقی تراکم در اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر به ترتیب ۶۳، ۸ و ۱۷ عدد در متر مکعب محاسبه شد.

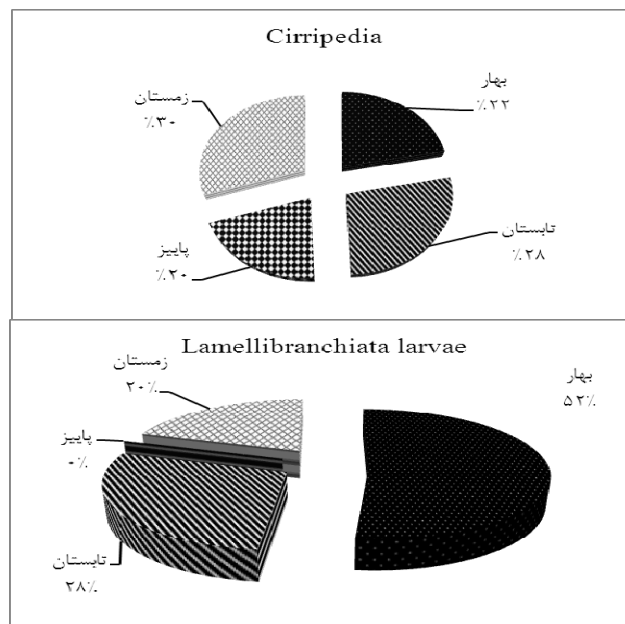
۳-۷- تغییرات لارو Cirripedia و Lamellibranchiata

نوزاد و لارو Lamellibranchiata و Cirripedia که از مروپلانکتون ها هستند، در ترانسکت تنکابن تراکم آن ها به ترتیب ۴۳۶ و ۳۰۰ عدد در متر مکعب و بیشترین میزان را داشتند. تغییرات تراکم Cirripedia بین ۱۱۸ عدد در متر مکعب (امیرآباد) و ۴۳۶ عدد در متر مکعب (تنکابن) و نوسانات زی توده بین ۰/۴۰ تا ۲/۰۳ میلی گرم در متر مکعب بود. تراکم Lamellibranchiata بین ۱۰۱ تا ۳۰۰ عدد در متر مکعب و زی توده آن بین ۰/۵۱ و ۱/۵۰ میلی گرم در متر مکعب تغییر کرد (شکل ۱۸).

تغییرات فصلی Lamellibranchiata و Cirripedia نشان می دهد که تغییرات فراوانی در فصول مختلف بین ۲ تا ۳۰ در صد بوده است. بیشترین تراکم ۳۸۸ عدد در متر مکعب بود که در فصل زمستان دیده شد. در پاییز کمترین تراکم آنها ۲۶۳ عدد در متر مکعب ثبت شد که نشان می دهد تغییرات بین فصلی زیاد نبود (شکل ۱۹). این روند در لارو Lamellibranchiata نیز مشاهده شد، با این تفاوت که تغییرات آن ها در فصول مختلف سال تغییرات بیشتری نشان داد. در صد فراوانی آن ها کمتر از ۱ در صد در پاییز و ۵۲ در صد در بهار بود. این موجودات در بهار به بیشترین میزان رسیده اند و تراکم آن ها ۴۰۵ عدد در متر مکعب بود. در تابستان تراکم کاهش داشت (۲۲۰ عدد در متر مکعب) و در پاییز به کمترین میزان رسید و تقریباً جمعیت آن از بین رفت. از زمستان با تراکم ۱۵۸ عدد در متر مکعب مجدداً در بین جمعیت زئوپلانکتون مشاهده شد (شکل ۱۹).

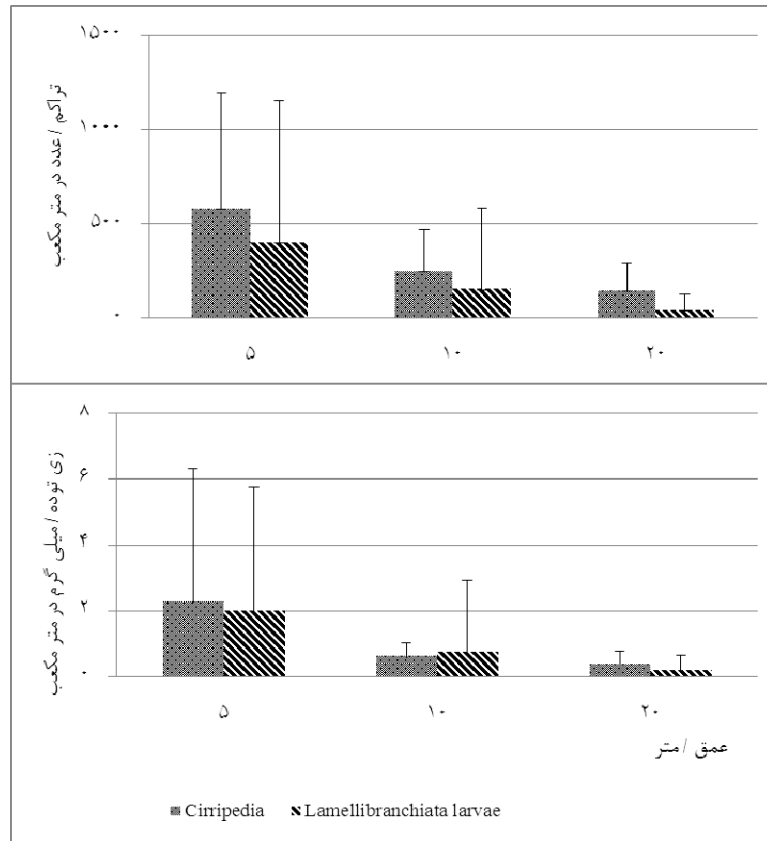


شکل ۱۸. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Lamellibranchiata و Cirripedia در ترانسکت های مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲



شکل ۱۹. درصد تراکم Cirripedia و Lamellibranchiata در فصل های مختلف حوضه جنوبی دریای خزر،

تغییرات عمقی نشان می دهد که تراکم و زی توده از عمق ۵ متر به سمت اعماق بیش تر کاهش داشت. تراکم Cirripedia در عمق ۵ متر حدود ۲ برابر عمق ۱۰ متر و ۴ برابر عمق ۲۰ متر بود و میزان تراکم در Lamellibranchiata در عمق ۵ متر، ۳ برابر عمق ۱۰ متر و ۱۰ برابر عمق ۲۰ متر گزارش شد (شکل ۲۰).



شکل ۲۰. تغییرات تراکم (عدد در متر مکعب) و زی توده (میلی گرم در متر مکعب) Lamellibranchiata و Cirripedia در اعماق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

بررسی آزمون آنالیز واریانس یکطرفه اختلاف معنی داری بین Cirripedia با اعماق آب نشان داد ($P < 0.05$). بر اساس تست دانکن اختلاف بین عمق ۵ متر با ۱۰ و ۲۰ متر بود و در ۲ گروه قرار داشتند. Cirripedia با ترانسکت های نمونه برداری و فصل ($P > 0.05$) اختلاف معنی داری نداشته است (جدول ۳-۱ ضمیمه).

۴- بحث

جمعیت زوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر تحت تاثیر ۹ گونه قرار داشت که به گروه‌های Protozoa، Rotatoria، Cladocera، Copepoda و ۲ گونه مروپلانکتون تعلق داشتند. ۵۵ گونه در سال ۱۳۷۵ شناسایی شد که ۹ گونه از Copepoda، ۶ گونه از Rotifera و ۲۹ گونه از Cladocera شناسایی شد (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲). در بررسی سال‌های ۱۳۸۷ (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۱)، ۱۳۸۸ (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۲) و ۱۳۸۹ (روشن طبری و همکاران، منتشر نشده) به ترتیب ۱۶، ۲۴ و ۱۶ گونه زوپلانکتون مشاهده شد. تغییرات گونه‌ای در سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در Copepoda به ترتیب ۲، ۴ و ۴ گونه، در Cladocera به ترتیب ۳، ۷ و ۴ گونه و در Rotifera به ترتیب ۵، ۹ و ۴ گونه ثبت شد. در تحقیق Kasimov (۲۰۰۴) تعداد ۸۲ گونه زوپلانکتون در خزر جنوبی که ۱۳ گونه به Copepoda، ۳۳ گونه به Cladocera و ۳۱ گونه به Rotifera تعلق داشت. نتایج تنوع گونه‌ای بین سال‌های ۱۳۸۹ (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۳) که آخرین بررسی بوده با نتایج حاصل نشان می‌دهد که ۲ گونه از Copepoda شامل *Halicyclops sarsi* و *Calanipeda aquae dulcis*، ۲ گونه *Bosmina longirostris* و *Podonevadne trigona typica* از Cladocera و دو گونه *Syncheata vorax* و *Keratella quadrata* از Rotifera در این تحقیق وجود نداشت. تنوع زوپلانکتون نسبت به سال‌های قبل از ورود *Mnemiopsis leidyi* به دریای خزر (۱۳۷۵) کاهش داشت (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰).

در سال‌های قبل از ورودشانه دار ۳ زیر راسته *Calanoida*، *Harpacticoida* و *Cyclopoida* (از راسته Copepoda) در دریای خزر وجود داشتند که دو جنس *Eurytemora* و *Acartia* جمعیت غالب زیر راسته *Calanoida* را در سال ۱۳۷۵ تشکیل می‌دادند (روشن طبری و همکاران، ۱۳۷۹) و در تحقیق حاضر *Acartia* جمعیت اصلی پاروپایان را در دریای خزر به خود اختصاص داده است که جمعیت غالب زوپلانکتون دریا نیز شده است.

ورود *M. Leidy* به دریای خزر روی تنوع و تراکم زوپلانکتون تاثیر گذاشت (Roohi et al., 2010). این گونه یک شکارچی فعال هست که از زوپلانکتون، مروپلانکتون، لارو موجودات بنتیک، تخم و لارو ماهیان تغذیه می‌کند (Mayer, 1912; Kremer, 1975; Burrell, 1968; Rowshan Tabari et al., 2012).

ورود گونه‌های غیر بومی به دریای خزر موجب کاهش یا از بین رفتن گونه‌های بومی شده است (Aladin and Plotnikov, 2004; Dumont, 1995; Ivanov et al., 2000).

مهمترین راسته زوپلانکتون دریای خزر Copepoda است (روشن طبری، ۱۳۷۹؛ روشن طبری و همکاران a و b ۱۳۸۶؛ فضلی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Roohi et al., 2010; Bagheri et al., 2010) این راسته بیشترین فراوانی را در مناطق مختلف دریا و مصب تشکیل می‌دهند

(Omori and Ikeda, 1984; Mauchline, 1998; Muxagata et al., 2012; Davies et al., 2002). کوبه پودا بین ۵۳ تا ۷۵ در صد جمعیت زوپلانکتون را در ترانسکت‌های مختلف و بین ۴۷ تا ۷۷ در صد جمعیت را در فصول سال

تشکیل داد. در سال های قبل نیز بین ۶۶ تا ۷۳ درصد جمعیت زئوپلانکتون مربوط به راسته Copepoda بود (روشن طبری، ۱۳۹۲).

جمعیت زئوپلانکتون قبل از ورود شانه دار در سال ۱۳۷۵ دو برابر سال ۱۳۸۰ و ۴ برابر سال ۱۳۸۲ بوده است. تراکم *Mnemiopsis leidyi* نیز بعد از افزایش زیاد در سال ۱۳۸۰ موجب کاهش زئوپلانکتون شد و بعد از سال ۱۳۸۳ روند مشابهی با تراکم زئوپلانکتون داشت (Roohi et al., 2008). در این بررسی نیز تغییرات سالیانه بین ۳۹۲ عدد در متر مکعب تا ۸۰۶۵ عدد در متر مکعب نوسان داشت. بیش ترین تراکم در فصل زمستان وجود داشت. در این فصل به دلیل افزایش گونه *Asplanchna priodonta* جمعیت زئوپلانکتون بیش از سایر فصول بود. گونه *Asplanchna priodonta* از رتیفرا یک گونه ساحلی است و در زمستان افزایش می یابد (Kuticova, 1970). درجه حرارت یکی از عوامل مهمی است که روی موجودات زئوپلانکتون تاثیر می گذارد (McLaren, 1963) و موجب تغییرات فراوانی و تنوع در فصول مختلف شده است. *A. tonsa* در درجه حرارت ۲۹/۵ - ۰ گسترش دارد، بیش ترین تراکم در دریای خزر نزدیک منطقه Makhachkala در درجه حرارت ۲۹/۵ - ۲۳/۰ درجه سانتی گراد گزارش شد (Kurashova and Tinenkova, 1988). در این بررسی در فصل های بهار و تابستان فراوانی بیش تری داشت. میانگین دما در بهار ۲۳/۲ درجه سانتی گراد و در تابستان ۲۷/۱ درجه سانتی گراد بود. این روند در سال های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ نیز مشاهده شد (روشن طبری، ۱۳۹۲). ورود *A. tonsa* به دریای خزر برای تغذیه ماهیان اثر مثبت داشت ولی افزایش فراوانی آن موجب کاهش ذخایر *Calanipeda aquae-dulcis* شد (Yelizarenko, 1992). این روند در تحقیقات حوضه جنوبی خزر نیز مشاهده شد (روشن طبری ۱۳۷۹؛ فضلوی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Roohi et al., 2010; Bagheri et al., 2010).

از گروه Copepoda گونه *Acartia tonsa* در همه جا حضور داشت و گونه غالب در دریای خزر بود. گونه دیگر *Ectinosoma concinnum* تنها یک مورد در زمستان (امیرآباد) مشاهده شد. *A. tonsa* تغییرات وسیعی از شوری بین ۰ تا ۷۰‰ را تحمل می کند (Lance, 1995; Luczkovich, 2000). *A. tonsa* قبل و بعد از ورود شانه دار گونه غالب دریا بود (روشن طبری، ۱۳۷۹؛ روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۶b). به طوری که در سال های قبل از ورود شانه دار جمعیت کوپه پودا تحت تاثیر گونه های *Calanipeda aquae dulcis*، *E. minor*، *Eurytemora grimmi*، *Limnocalanus grimaldii* و *Halicyclops sarsi* قرار داشت و در حال حاضر تقریباً صد در صد جمعیت کوپه پودا را *A. tonsa* تشکیل داد.

در فصل زمستان افزایش *A. priodonta* از رتیفرا موجب شد که در صد فراوانی *A. tonsa* در جمعیت زئوپلانکتون کمتر شود. در این فصل رتیفرا ۴۰ درصد جمعیت زئوپلانکتون را تشکیل داد. همچنین تراکم Rotatoria در غرب (انزلی) بیش تر از سایر مناطق بود که در سال های قبل نیز مشاهده شد (روشن طبری، ۱۳۹۲). در بررسی سال ۱۳۷۵ جمعیت رتیفرا از پاییز افزایش داشت و بیش ترین زی توده آنها در زمستان در منطقه شرق بوده و ۳۸ درصد جمعیت زئوپلانکتون را تشکیل می داد و جمعیت رتیفرا تحت تاثیر دو گونه *Synchaeta vorax* و *A.*

priodonta قرار داشت (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲). در زمستان ۱۳۸۴ نیز تراکم رتیفر ۱۰۰۷۵ عدد در متر مکعب و زی توده ۲۸۹/۱۱۷ میلی گرم در متر مکعب در عمق ۵ متر تحت تاثیر *Asplanchna priodonta* بوده است (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۶ a). در این بررسی نیز تراکم گونه فوق از پاییز در بین جمعیت زوپلانکتون مشاهده شد و در زمستان به بیش ترین میزان رسید. در پاییز و زمستان صد در صد جمعیت رتیفرا را تشکیل داد و در بهار و تابستان مشاهده نشد. در پاییز با جمعیت کمی در جمعیت زوپلانکتون وجود داشت و در زمستان که دما بین ۸/۲ تا ۱۱/۴ درجه سانتی گراد بود، تراکم آن افزایش داشت. گونه *Brachionus calyciflorus* با تراکم ناچیز فقط در بهار، عمق ۱۰ متر انزلی دیده شد.

در سال ۱۳۷۵ قبل از ورود *Mnemiopsis leidyi* ۲۹ گونه از Cladocera در دریای خزر وجود داشت (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲). پس از ورود *M. leidyi* در سال ۱۳۸۰ Cladocera به ۱ گونه کاهش داشت (Roohi et al., 2010)، و در زمستان ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ نیز تنها یک گونه وجود داشت (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۶a). در سال های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به ترتیب ۳، ۷ و ۴ گونه مشاهده شدند (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و منتشر نشده). در این بررسی دو گونه *Podon polyphemoides* و *Evadne anonyx* دیده شدند که فقط یک بار در عمق ۲۰ متر انزلی (جداول ۳-۱) مشاهده شد و جمعیت کلادوسرا تحت تاثیر *Podon polyphemoides* قرار داشت و تقریباً صد در صد جمعیت کلادوسرا را تشکیل داد. در سال های ۸۷، ۸۸ و ۸۹ نیز بیش از ۹۸ در صد فراوانی سالیانه کلادوسرا به این گونه تعلق داشت (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳). در تحقیق حاضر بیش ترین فراوانی کلادوسرا در جمعیت زوپلانکتون ۱۲ در صد بود که در فصل بهار گزارش شد. protozoa تراکم بسیار کمی داشت و بیش ترین تراکم ۸۳ عدد در متر مکعب در زمستان تحت تاثیر *Tintinopsis tubulosa* بود.

در بررسی زمانی جمعیت زوپلانکتون در اعماق مختلف به ترتیب فصل زمستان، بهار، تابستان و پاییز بیش ترین میزان تراکم و زی توده را داشتند. عمق ۵ متر در همه فصول از تراکم بالایی برخوردار بود به طوری که در فصل زمستان تراکم و زی توده حدود ۱۰ برابر عمق ۲۰ متر بود. بررسی سالیانه نشان می دهد که فراوانی زوپلانکتون در ترانسکت های امیرآباد (۲۸ در صد)، انزلی (۲۹ در صد) و تنکابن (۲۸ در صد) بوده که از فراوانی مشابهی برخوردار بودند ولی نوشهر با ۱۵ در صد کمترین فراوانی را داشته است (شکل ۳). نتایج عمقی نشان داد که تراکم زوپلانکتون از ساحل به سمت عمق ۲۰ متر کاهش داشت، به طوری که ۶۱ در صد جمعیت در عمق ۵ متر، ۲۶ در صد در عمق ۱۰ متر و ۱۳ در صد در عمق ۲۰ متر دیده شدند همچنین فراوانی زوپلانکتون در فصل های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۳۰ در صد، ۲۴ در صد، ۱۲ در صد و ۳۴ در صد بود (شکل ۲). دو فصل زمستان و بهار از تراکم بیش تری برخوردار بودند.

پیشنهادها

وزن استاندارد موجودات برای حوضه جنوبی دریای خزر تهیه شود.
برای مراحل رشد بررسی های دقیق تری انجام شود تا زمان و سیکل تولید مثلی آن ها مشخص گردد.
برای بررسی های شبانه روزی نمونه برداری در زمان های مناسب صورت گیرد.
بررسی زئوپلانکتون های حوضه جنوبی دریای خزر به طور مستمر برای تغییرات و توالی گونه ها انجام شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش توسط موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انجام شده است و کلیه هزینه‌های پروژه توسط این موسسه پرداخت شده است. به این وسیله از آقای دکتر پورکاظمی رییس موسسه تحقیقات علوم شیلاتی و آقای دکتر پرافکنده رییس پژوهشکده اکولوژی دریای خزر به دلیل همکاری و حمایت صمیمانه قدردانی و تشکر می‌نمایم. از مسئول بخش اکولوژی و همکاران آزمایشگاه‌های پلانکتون و فیزیکی و شیمیایی نیز سپاسگزارم.

منابع

- حسینی، س. ع.، گنجیان، ع.، مخلوق، ا.، کیهان ثانی، ع.، تهامی، ف. س.، محمد جانی، ط. حیدری، ع. مکارمی، م. م.، مخدومی، ن.، روشن طبری، م.، تکمیلیان، ک.، روحی، ا.، رستمیان، م. ت.، فلاحی، ت.، سبک آرا، ج.، خسروی، م.، واردی، س. ا.، هاشمیان، ع.، واحدی، ف.، نصرالله زاده ساروی، ح.، نجف پور، ش.، سلیمان رودی، ع.، لالویی، ف.، غلامی پور، س.، علمی، ی.، سالاروند، غ. ۱۳۹۰. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر (۷۶-۱۳۷۵). پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر: موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۹۶ صفحه.
- خداپرست، ن. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر دما و شوری بر پراکنش زئوپلانکتون در ۳ منطقه تجاری امیرآباد، نوشهر و انزلی در حوضه جنوبی دریای خزر. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سواد کوه. ۷۷ صفحه
- روشن طبری، م. ۱۳۷۹. پراکنندگی زئوپلانکتون‌های حوضه جنوبی دریای خزر (راسته کپه‌پودا Copeoda). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- روشن طبری، م.، تکمیلیان، ک.، سبک آرا، ج.، روحی، ا. و رستمیان، م. ت. ۱۳۸۲. پراکنش زئوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، (۳)، ۱۲، صفحه ۹۶-۸۳.
- روشن طبری، م. نجات خواه، پ. حسینی، س. ع.، خداپرست، ن.، و رستمیان، م. ت. ۱۳۸۶(a). پراکنش زئوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر در زمستان ۱۳۸۴ و مقایسه آن با سال‌های قبل. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، (۴)، ص ۱۳۷-۱۲۹.
- روشن طبری، م. ۱۳۸۶(b). پراکنش زئوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، ۸۷ صفحه
- روشن طبری، م.، خداپرست، ن.، رستمیان، م. ت.، رضوانی، غ.، اسلامی، ف.، سلیمانی رودی، ع.، کیهان ثانی، ع. و کنعانی، م. ر. ۱۳۹۱. بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی زئوپلانکتون‌های حوضه جنوبی دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۹۳ صفحه
- روشن طبری، م.، فارابی، س. م.، رحمتی، ر.، خداپرست، ن.، رستمیان، م. ت.، رضوانی، غ.، اسلامی، ف.، سلیمانی رودی، ع.، کیهان ثانی، ع.، مکرمی، ع.، سبک آرا، ج.، دوستدار، م.، گنجیان، ع.، گل آقایی، م. و مخلوق، م. ۱۳۹۲. بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی زئوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۹۴ صفحه
- علیزاده، ح. ۱۳۸۳. مقدمه ای بر ویژگی های دریای خزر. انتشارات نوربخش. ۱۱۹ صفحه
- فضلی، ح.، فارابی، س. م. و.، دریا نبرد، غ.، گنجیان، ع.، واحدی، ف.، واردی، س. ا.، هاشمیان، ع.، و روشن طبری، م. ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل داده های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر طی سال های ۱۳۸۵-۱۳۷۰. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۵۲ صفحه.

- قاسم اف، ع. ح. ۱۹۹۴. اکولوژی دریای خزر. (شریعتی، ا. ۱۳۷۷). موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۲۶۹ صفحه
- لالویی، ف.، روشن طبری، م.، روحی، ا.، تکمیلیان، ک.، گنجیان، ع.، مخلوق، آ.، رستمیان، م. ت.، فلاحی، م.، محمد جانی، ط.، سبک آرا، ج.، تهامی، ف. س.، مکارمی، م.، حیدری، ع.، میرزاجانی، ع.، کیهان ثانی، ع.، واحدی، ف.، خداپرست، ح.، وطن دوست، م.، نصرالله تبار، ع.، زلفی نژاد، ک.، هاشمیان، ع.، سالاروند، غ.، قانع، ا.، طالبی، د.، نصرالله زاده ساروی، ح.، واردی، س. ا.، نجف پور، ش.، کیاکجوری، ح.، عابدینی، ع.، غلامی پور، س.، ملک شمالی، م. م.، خطیب، س.، افراز، ع.، صابری، ح.، بابایی، ه. و پرشکوهی، ک. ۱۳۸۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگیهای زیستمحیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر: موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۳۹۴ صفحه.
- هاشمیان، ع.، روشن طبری، م.، روحی، ا.، مخلوق، آ.، گنجیان، ع.، تهامی، ف. س.، رستمیان، م. ت.، کیهان ثانی، ع.، سالاروند، غ.، افرازی، م. ع.، الاسلامی، ع.، فراخی، ع.، امانی، ق.، واحدی، ف.، علوم، ی.، نصرالله تبار، ع.، واردی، س. ا.، نجف پور، ش.، غلامی پور، س.، یونسی پور، ح. و سلمانی، ع. ۱۳۸۸. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگیهای زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر: موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۸۵ صفحه.
- Aladin, N.V. and Plotnikov, I.S. 2004. Impact of invasion species on the Caspian Sea. In: Biological invasion in aquatic and terrestrial ecosystem. Moscow-St. Petersburg. PP.231-242
- Bagheri, S. Mashhor, M. Wan Maznah, W. O. and Negarestan, H. 2010. Distribution of Mnemiopsis leidyi and zooplankton in the South-Western Caspian sea, 2008. International of Offshore and polar engineering Coonference. Beijing, China, pp: 20-25,
- Birshteina, 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. (in Russian)
- Boltovskoy, D. 2000. South Atlantic zooplankton. Netherlands: Backhuys publisher.
- Burrell, V. W. 1968. The ecological significance of a ctenophore Mnemiopsis leidyi (A. Agassiz) in a fish nursery ground. M.S. Thesis, the College of William and Mary in Virginia.
- Chugonov, N. L. 1921. On studying of plankton of the Northern part of the Caspian sea. Works of the Volga Biological Station. Volume 6 (3):107-162. (in Russian)
- 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.
- Derzhavin A. N. 1912. The Caspian Elements in the Volga Basin Fauna. Ichthyology Laboratory. 2, 5. (in Russian)
- Dumont, H. J. 1995. Ecocide in the Caspian. Nature 377: 673-674.
- Ivanov, P. I., Kamakim, A., Ushivtzev, V., Shiganova T., Zhukova O., Aladin N., Wilson S., Harbison G., Dumont, H. 2000. Invasion of Caspian Sea by the comb jelly fish Mnemiopsis leidyi (Ctenophora). Biological Invasions 2: 255-258.
- Kasimov, A. G. 1966. Zooplankton in the Western coast of South Caspian Sea. Zoological journal. Volume 45(2): 172-176. (in Russian)
- Kasimov A. G. 1987. The Wildlife of the Caspian Sea. Baku, Elm. P:156 (in Russian)
- Kasimov, A. G. and Askerov, F. S. 2001. Oil and biological resources of the Caspian Sea. Baku. 326 P. (in Russian)
- Kasimov, A., 2004. Ecology of the Caspian Sea plankton. Adiloglu, Baku. 540 P.

- Knipovich, N. M. 1907. Report on researches in the Caspian Sea in 1914-1915. Reports of the Caspian expedition. 1, 943p. (in Russian)
- Knipovich, N. M. 1921. Hydrological investigation on the Caspian Sea in 1904. Reports of the Caspian expedition. 1, 1-83 (in Russian)
- Kremer, P. 1975. The ecology of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Narragansett Bay. Ph.D Thesis, University of Rhode Island.
- Kurashova, E. K. and D. H. Tinenkova. 1988. Abundance, biomass and distribution of the colonizer *Acartia clausi* Giesbrecht (Calanoida, Acartiidae) in the Northern and Middle Caspian. Hydrobiol Journal. 24(2): 23-27.
- Kuticova, L. A. 1970. Rotatoria. Mosco : Leningrad. 744 P. (in Russian)
- Lance J. 1995. Respiration and osmotic behaviour of the copepod *Acartia tonsa* in diluted sea water. Comparative Biochemistry and Physiology. Elsevier Science Inc., 14 (1):155-165.
- Luczkovich, J. J. 2000. Estuarine ecology :<http://drjoe.biology.ecu.edu/estuary/chapter8.html>
- Manolova, E. Q. 1964. Cladocera. Mosco : Leningrad. P:326. (in Russian)
- Mauchline, J. 1998. The biology of calanoid copepods. Advance Marine Biology. 33: 1-170.
- Mayer, A. G. 1912. Ctenophores of the Atlantic Coast of North America. Washington :Carnegie Institution publication.
- McLaren, I. A. 1963. Effects of temperature on growth of zooplankton and the adaptive value of vertical migration by zooplankton. Fishery Research Board of Canada. 20: 685-727
- 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.
- Newell, G. E. and Newell, R. C. 1977. Marine plankton: a practical guide. London:Hutchinson. UK.
- Omori, M. and Ikeda, T. 1984. Methods in Marine Zooplankton Ecology. New York : Wiley-Interscience.
- Petipa, T. S. 1957. On average weight of the main zooplankton forms in the Black Sea. Proc. Sevastopol. Biological Station, 9:39-57 .
- Postel, L., Fock, H. and Hagen, W. 2000. Biomass and abundance. In: Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H. R. and Huntley, M. (Eds.), Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, San Diego, pp. 83-192
- Roohi, A., Yasin, Z., Kideys, A. E., Shau Hwai, A. T., Ganjian Khanari, A. and Eker-Develi, E. 2008. Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the Southern Caspian sea. Marine Ecology, 29(4): 421-434.
- 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*. Biology Invasions, 12, 2343-2361
- Rowshan Tabari, M., Finenko, G., Kideys, A. E. and Kiabi, B. 2012. Effect of temperature on clearance rate, daily ration and digestion time of *Mnemiopsis leidyi* from the southern Caspian Sea. Caspian Journal of Environmental Science. Vol. 10. N. 2: 157-167
- Sars, G. O. 1897. pelagic Entomostraca of the Caspian Sea. Ann.zool. Museum of the Acad Science, 11: 39-43.
- Sars, G. O. 1902. On the Polyphmida of the Caspian Sea. Ann.zool. Museum of the Acad Science, 7, pp.31-54.
- Sars, G. O. 1927. Notes on the Crustacea fauna of the Caspian Sea. Collection of articles devoted to memory of N. M. Knipovich. M., 315-329
- Tikhii, M. O. 1916. Planktonic hydroid of the Caspian Sea. Proceeding of the Petersburg Society of Natural History, 47,4: 152-176 (In Russian)
- Tinenkova, D. Kh. 1983. Dynamic of the Middle and South Caspian Sea zooplankton. Abstracts of the reports of All Union conference of the young scientists and specialists. P 81-84 (in Russian)
- Wetzel, R. G. and Likens, G. E. 1991. Limnological analysis. New York USA: Springer-Verlag.
- Yelizarenko, M. M. 1992. Feeding of kilka in the Middle Caspian during the summer season. In: Biological resources of the Caspian Sea. Book of Abstracts of the Ist International Conference, September 1992, Astrakhan.

پیوست

جدول ۱. آنالیز آماری بین گروه های مختلف زوپلانکتون با فصول سال ۱۳۹۲

ANOVA

| | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------------|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Copepoda | Between Groups | 2.165E7 | 3 | 7218057.108 | 1.125 | .349 |
| | Within Groups | 2.824E8 | 44 | 6418591.908 | | |
| | Total | 3.041E8 | 47 | | | |
| Cladocera | Between Groups | 2128128.665 | 3 | 709376.222 | 4.281 | .010 |
| | Within Groups | 7290205.086 | 44 | 165686.479 | | |
| | Total | 9418333.751 | 47 | | | |
| Rotatoria | Between Groups | 3.468E7 | 3 | 1.156E7 | 4.942 | .005 |
| | Within Groups | 1.029E8 | 44 | 2339189.863 | | |
| | Total | 1.376E8 | 47 | | | |
| porotozoa | Between Groups | 51346.115 | 3 | 17115.372 | 1.015 | .395 |
| | Within Groups | 741898.537 | 44 | 16861.330 | | |
| | Total | 793244.652 | 47 | | | |
| Cirripedia | Between Groups | 129175.799 | 3 | 43058.600 | .230 | .875 |
| | Within Groups | 8221199.523 | 44 | 186845.444 | | |
| | Total | 8350375.322 | 47 | | | |
| Lameli branchia larvae | Between Groups | 1007736.626 | 3 | 335912.209 | 1.280 | .293 |
| | Within Groups | 1.155E7 | 44 | 262421.388 | | |
| | Total | 1.255E7 | 47 | | | |
| Zooplankton | Between Groups | 7.111E7 | 3 | 2.370E7 | 1.362 | .267 |
| | Within Groups | 7.655E8 | 44 | 1.740E7 | | |
| | Total | 8.366E8 | 47 | | | |

جدول ۲. آنالیز آماری بین گروه‌های مختلف زوپلانکتون با ترانسکت‌های نمونه برداری ۱۳۹۲

ANOVA

| | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------------|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Copepoda | Between Groups | 1.960E7 | 3 | 6531979.601 | 1.010 | .397 |
| | Within Groups | 2.845E8 | 44 | 6465369.919 | | |
| | Total | 3.041E8 | 47 | | | |
| Cladocera | Between Groups | 1129126.061 | 3 | 376375.354 | 1.998 | .128 |
| | Within Groups | 8289207.690 | 44 | 188391.084 | | |
| | Total | 9418333.751 | 47 | | | |
| Rotatoria | Between Groups | 7742359.387 | 3 | 2580786.462 | .874 | .462 |
| | Within Groups | 1.299E8 | 44 | 2951459.918 | | |
| | Total | 1.376E8 | 47 | | | |
| porotozoa | Between Groups | 122533.891 | 3 | 40844.630 | 2.679 | .058 |
| | Within Groups | 670710.760 | 44 | 15243.426 | | |
| | Total | 793244.652 | 47 | | | |
| Cirripedia | Between Groups | 702739.774 | 3 | 234246.591 | 1.348 | .271 |
| | Within Groups | 7647635.549 | 44 | 173809.899 | | |
| | Total | 8350375.322 | 47 | | | |
| Lameli branchia larvae | Between Groups | 258583.494 | 3 | 86194.498 | .308 | .819 |
| | Within Groups | 1.230E7 | 44 | 279447.595 | | |
| | Total | 1.255E7 | 47 | | | |
| Zooplankton | Between Groups | 3.473E7 | 3 | 1.158E7 | .635 | .596 |
| | Within Groups | 8.019E8 | 44 | 1.822E7 | | |
| | Total | 8.366E8 | 47 | | | |

جدول ۳. آنالیز آماری بین گروه های مختلف زوپلانکتون با اعماق آب ۱۳۹۲

ANOVA

| | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------------|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Copepoda | Between Groups | 1.023E8 | 2 | 5.113E7 | 11.400 | .000 |
| | Within Groups | 2.018E8 | 45 | 4484822.927 | | |
| | Total | 3.041E8 | 47 | | | |
| Cladocera | Between Groups | 20946.778 | 2 | 10473.389 | .050 | .951 |
| | Within Groups | 9397386.973 | 45 | 208830.822 | | |
| | Total | 9418333.751 | 47 | | | |
| Rotatoria | Between Groups | 6526534.208 | 2 | 3263267.104 | 1.120 | .335 |
| | Within Groups | 1.311E8 | 45 | 2912890.258 | | |
| | Total | 1.376E8 | 47 | | | |
| porotozoa | Between Groups | 27543.917 | 2 | 13771.959 | .809 | .452 |
| | Within Groups | 765700.735 | 45 | 17015.572 | | |
| | Total | 793244.652 | 47 | | | |
| Cirripedia | Between Groups | 1645512.813 | 2 | 822756.406 | 5.522 | .007 |
| | Within Groups | 6704862.510 | 45 | 148996.945 | | |
| | Total | 8350375.322 | 47 | | | |
| Lameli branchia larvae | Between Groups | 1088086.562 | 2 | 544043.281 | 2.135 | .130 |
| | Within Groups | 1.147E7 | 45 | 254804.247 | | |
| | Total | 1.255E7 | 47 | | | |
| Zooplankton | Between Groups | 2.299E8 | 2 | 1.149E8 | 8.525 | .001 |
| | Within Groups | 6.067E8 | 45 | 1.348E7 | | |
| | Total | 8.366E8 | 47 | | | |

Abstract

The Caspian Sea is the largest lake, both by its area and volume. Zooplankton are very important in the food web since many animals eat them. The Sampling was done in 4 transects in Anzali, Tonekaboun, Noushahr and Amirabad at 3 different depths including 5, 10 and 20 m. Sampling was carried out in four seasons of spring, summer, autumn and winter in 2013.

The annual changes of zooplankton was between 392 ± 113 ind./ m³ in autumn (Amirabad) to 8065 ± 11735 ind./ m³ in winter (Amirabad).

The lowest density of zooplankton in the spring was 2207 ind./ m³ in Anzali. The density of zooplankton in Tonekabon and Amirabad was 2.0 and 2.8 fold more than other transects respectively.

The results showed that the abundance of zooplankton in summer was between 1964 ± 470 ind./ m³ (Amirabad) to 5706 ± 6088 ind./ m³ (Tonekabon). The biomass was 30.02, 52.22, 22.98 and 18.31 in Anzali, Tonekabon, noshahr and Amirabad respectively. The abundance of zooplankton in the autumn reached the lowest value. The lowest value was 392 ± 113 ind./ m³ and 3.71 ± 0.19 mg/ m³ (Amirabad) and highest value was 2280 ± 1435 ind./ m³ and 20.23 ± 14.50 mg/ m³ (Anzali). The highest density was observed in Amirabad (8065 ind./ m³) and Anzali (8061 ind./ m³) in winter. The aim of this study was diversity, distribution, density and biomass of zooplankton in the southern of Caspian Sea.

Keywords: Caspian Sea, zooplankton, density, biomass, Iran

**Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute –Caspian Sea Ecology Research Center**

Project Title : The study of abundance and dynamic zooplankton in the Southern of Caspian Sea

Approved Number: : 12-76-12-9151-91001

Author: Mojgan Rowshan Tabari

Project Researcher : Mojgan Rowshan Tabari

Collaborator(s) : A. Afraei Bandpei, Nasrolahzadeh, H. A. Roohi, N. Khodaparast, M. Shakori, J. Sabkara, M.T. Rostamian, Rezvani, Gh., F. Eslami, A. Soleimanroudi, A.R. Keyhansani, F.S. Tahami, A. Makhloogh, M. Rezaei, M. Ebrahimzadeh

Advisor(s): -

Supervisor: -

Location of execution : Mazadnaran province

Date of Beginning : 2012

Period of execution : 3 Years & 4 Months

Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute

Date of publishing : 2016

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION
Iranian Fisheries Science Research Institute- Caspian Sea Ecology Research Center**

**Project Title :
The study of abundance and dynamic zooplankton in the
Southern of Caspian Sea**

**Project Researcher :
*Mojgan Rowshan Tabari***

Register NO.

50549