

تغییرات زمانی و مکانی زوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر (سواحل ایران)

*مژگان روشن‌طبری^۱، نوربخش خداپرست^۱ و علی مکرمی^۱

^۱پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۲۸

چکیده

این بررسی در سال ۱۳۹۲ به منظور تغییرات زوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر (سواحل ایران) انجام شد. نمونه‌برداری 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 در فصل زمستان در ترانسکت امیرآباد بود. در فصل بهار کم‌ترین میزان زوپلانکتون ۲۲۰۷ عدد در مترمکعب در انزلی ولی کم‌ترین زی‌توده در نوشهر بود. تراکم موجودات در تنکابن و امیرآباد بیش از سایر ترانسکت‌ها بود و به ترتیب حدود ۲/۰ و ۲/۸ برابر ترانسکت‌های انزلی و نوشهر بود. نتایج فصل تابستان نشان می‌دهد که تغییرات زوپلانکتون بین 1470 ± 1964 عدد در مترمکعب (امیرآباد) تا 6088 ± 5706 عدد در مترمکعب (تنکابن) بود. زی‌توده موجودات در این فصل در ترانسکت‌های انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد به ترتیب $30/02$ ، $52/22$ ، $22/98$ و $18/31$ میلی‌گرم در مترمکعب بود. در فصل پاییز تراکم و زی‌توده کم‌تر از سایر فصول بود. تراکم و زی‌توده بین 113 ± 392 عدد در مترمکعب و $3/71 \pm 0/91$ میلی‌گرم در مترمکعب در امیرآباد تا 1435 ± 2280 عدد در مترمکعب و $14/50 \pm 20/23$ میلی‌گرم در مترمکعب در انزلی بود. تراکم و زی‌توده در فصل زمستان در دو ترانسکت انزلی و امیرآباد با میزان بالایی مشاهده شد. تراکم در امیرآباد 8065 و در انزلی 8061 عدد در مترمکعب بود به طوری که تراکم در این دو ترانسکت $3/7$ برابر نوشهر و $5/5$ برابر جمعیت تنکابن بود. در این فصل *Rotifera* به شدت افزایش داشت. هدف از این پژوهش شناسایی تنوع گونه‌های مختلف، پراکنش، تعیین تراکم و زی‌توده جمعیت زوپلانکتون بوده است.

واژه‌های کلیدی: ایران، تراکم، دریای خزر، زوپلانکتون، زی‌توده

مقدمه

خزر بزرگ‌ترین دریاچه لب‌شور دنیا است که مساحت آن بالغ بر 376500 کیلومتر مربع، حجم آب آن 75100 کیلومتر مکعب، میانگین عمق 194 متر و بیش‌ترین عمق 1025 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 چچن - 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 (۱۸۹۷)، Sars (۱۹۰۲) و Sars (۱۹۲۷) ارائه شد. کارهای Knipovich (۱۹۰۷) و Knipovich (۱۹۲۱) داده‌های مربوط به توزیع عمودی و افقی پلانکتون دریای خزر را نشان داد. در خزر شمالی ۲۱۶ گونه، در خزر میانی ۱۹۶ گونه و در خزر جنوبی ۱۸۰ گونه پیدا شده است (قاسم‌اف، ۱۹۹۴).

* نویسنده مسئول: rowshantabari@yahoo.com

شناسایی شد که ۵۲/۱ درصد Cladocera و ۱۴/۵ درصد Rotatoria و ۱۰/۴ درصد Copepoda تشکیل می‌دادند. در بررسی سال ۱۳۷۵ زیرراسته‌های Harpacticoida و Cyclopoida، Calanoida شناسایی شده است (روشن‌طبری، ۱۳۷۹). زیر رسته Calanoida جمعیت اصلی رسته Copepoda را تشکیل داده است. این زیرراسته دارای ۴ جنس می‌باشد جنس *Acartia* و *Calanipeda* (گونه‌های وارد شده از دریای سیاه) در لایه‌های سطحی، جنس *Eurytemora* (گونه بومی دریای خزر) بیش‌تر در لایه‌های 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. بیش‌ترین تراکم ۳۵۲۱۵ عدد در مترمکعب و توده زنده ۲۱۳/۸۱ میلی‌گرم در مترمکعب بود، ۶۵ درصد فراوانی را رسته Copepoda تشکیل می‌دادند (روشن‌طبری و همکاران، ۱۳۸۶b). در پژوهش‌های 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 گروه‌ها مانند Coelenterata و Ctenophora بودند. گروه روتاتوریا و کلاوسرا بیش‌ترین گونه را داشتند. Copepoda از تنوع کم‌تری برخوردار بود ولی از نظر زی‌توده و تراکم جمعیت غالب دریا را تشکیل می‌دهند.

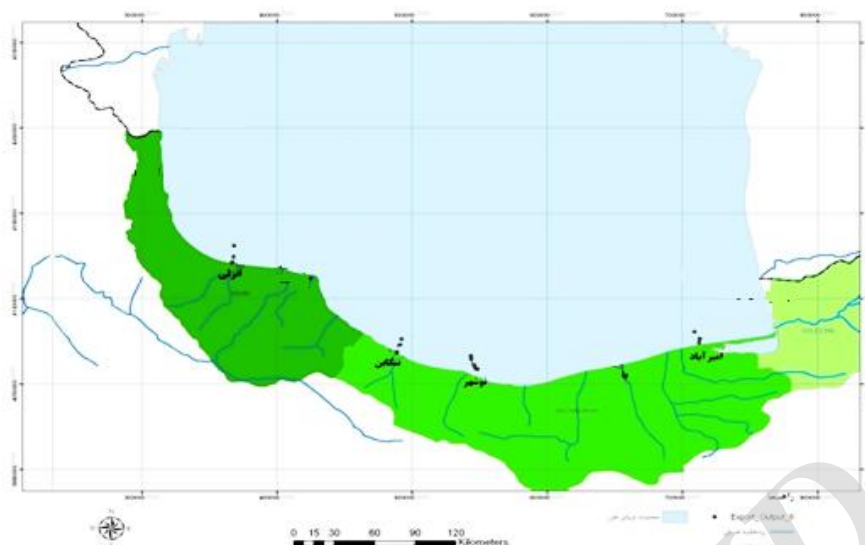
مواد و روش‌ها

در این بررسی نمونه‌برداری از حوضه جنوبی دریای خزر (سواحل ایران) در ۴ ترانسکت انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد انجام شد (شکل ۱).

Kasimov و Askerova (۲۰۰۱)، 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، ۱۹۶۶). در بررسی حوضه جنوبی (سواحل ایران) پراکنش Copepoda در حوضه جنوبی دریای خزر از آستارا تا حسینقلی در اعماق مختلف در سال ۱۳۷۵ بررسی شد. در این پژوهش ۴ گونه از زیر رسته Calanoida شناسایی شد که گونه‌های غالب *Acartia* و *Eurytemora* بود و برای اولین بار تغییرات آن‌ها در لایه‌های مختلف آب و ترموکلاین در سواحل ایران ارائه شد (روشن‌طبری، 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 آن‌ها آورده شده است (روشن‌طبری و همکاران، ۱۳۸۲). لالویی و همکاران (۱۳۸۳) تغییرات زوپلانکتون را در اعماق ۱۰ متر و کم‌تر در خزر جنوبی نشان دادند. در این پژوهش ۶۶ گونه مشاهده شد که گروه Cladocera و Rotatoria بیش‌ترین تنوع را داشتند. تراکم موجودات از غرب دریا به سمت شرق کاهش داشته است. روشن‌طبری و همکاران (۱۳۸۶b) تغییرات زوپلانکتون را در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۸۴ توصیف کردند. بیش‌ترین 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 زوپلانکتون‌های حوضه جنوبی دریای خزر ۴۶ گونه



شکل ۱- ایستگاه‌های نمونه‌برداری زوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر.

کوچک‌تر از تور نمونه‌برداری 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 شده‌اند شمارش شدند. پی‌پت Stample یک سرنگ با دهانه باز است که قسمت پایین به صورت پیستون می‌باشد. وقتی پیستون بالا می‌آید حجم ۰/۵ سانتی‌متر مکعب از نمونه در دیواره پی‌پت نگهداری می‌شود و نمونه به ظرف شمارش Bogarov به حجم ۱۰ سانتی‌متر مکعب منتقل می‌گردند و بقیه ظرف با آب پر می‌شود (Postel و همکاران، ۲۰۰۰؛ Newell و Newell، ۱۹۷۷). برای شناسایی و شمارش زوپلانکتون به دلیل استفاده از لام بوگاروف از میکروسکوپ وارونه Invert و کلیدهای موجود استفاده شد (Birshtein و همکاران، ۱۹۶۸؛ Katicova، ۱۹۷۰؛ Manolova، ۱۹۶۴). برای محاسبه وزن زوپلانکتون در این بررسی از وزن استاندارد موجودات در دریای سیاه استفاده شده است این وزن‌ها معمولاً برای خزر نیز استفاده شد (Petipa، ۱۹۵۷).

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 قرار داشت (شکل ۱).

نمونه‌برداری 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 نمونه‌برداری شد. در هر فصل ۱۲ نمونه از ۴ ترانسکت جمع‌آوری و در ظرف شیشه‌ای با فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت شدند (Linkens و Wetzel، ۱۹۹۱). سپس کد نمونه روی ظرف نوشته و همراه با فرم نمونه‌برداری که تاریخ، مکان، طول و عرض جغرافیایی، عمق و لایه نمونه‌برداری نوشته شده است برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شدند.

در آزمایشگاه برای شمارش زوپلانکتون، ابتدا برای تغلیظ نمونه از تور با چشمه ۵۰ میکرون

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات و اجرای آزمون‌های آماری از نرم‌افزار SPSS (Version 18) استفاده شد. به منظور تعیین رابطه بین تغییرات برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی با تغییرات تراکم زوپلانکتون از آزمون همبستگی و برای بررسی اختلاف بین جمعیت‌ها از آنالیز واریانس استفاده شد.

از شاخه *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. *Cirripedia* و *Lamelibranchia larvae* 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).

نتایج

تنوع گونه‌ای: در این بررسی ۹ گونه هولوپلانکتون از گروه‌های *Rotatoria*، *Cladocera*، *Copepoda* 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

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

ترانسکت موجودات	انزلی	تنکابن	نوشهر	امیرآباد
<i>Acartia tonsa</i>	*	*	*	*
<i>Ectinosoma concinnum</i>	-	-	-	*
Copepoda	۱	۱	۱	۲
<i>Podon polyphemoides</i>	*	*	*	*
<i>Evadne anonyx</i>	*	-	-	-
Cladocera	۲	۱	۱	۱
<i>Asplanchna priodonta</i>	*	*	*	*
<i>Brachionus calyciflorus</i>	*	-	-	-
Rotifera	۲	۱	۱	۱
<i>Tintinopsis tubulosa</i>	-	-	-	*
<i>Foraminifera sp</i>	-	-	-	*
Protozoa	۱	۱	۱	۲
Cirripedia	*	*	*	*
Lameli branchia larvae	*	*	*	*
Zooplankton	۷	۵	۵	۸

Protozoa گونه‌های *Foraminifera* sp در زمستان و *Tintinopsis tubulosa* در تابستان و زمستان مشاهده شده است. *Cirripedia* و *Lameli branchia larvae* که از مروپلانکتون هستند در همه فصل‌ها وجود داشتند. فصل‌های بهار و پاییز ۵ گونه، فصل تابستان ۶ گونه و فصل زمستان با ۸ گونه بیش‌ترین تنوع را داشته است (جدول ۲).

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

جدول ۲- تنوع زوپلانکتون در فصول مختلف حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

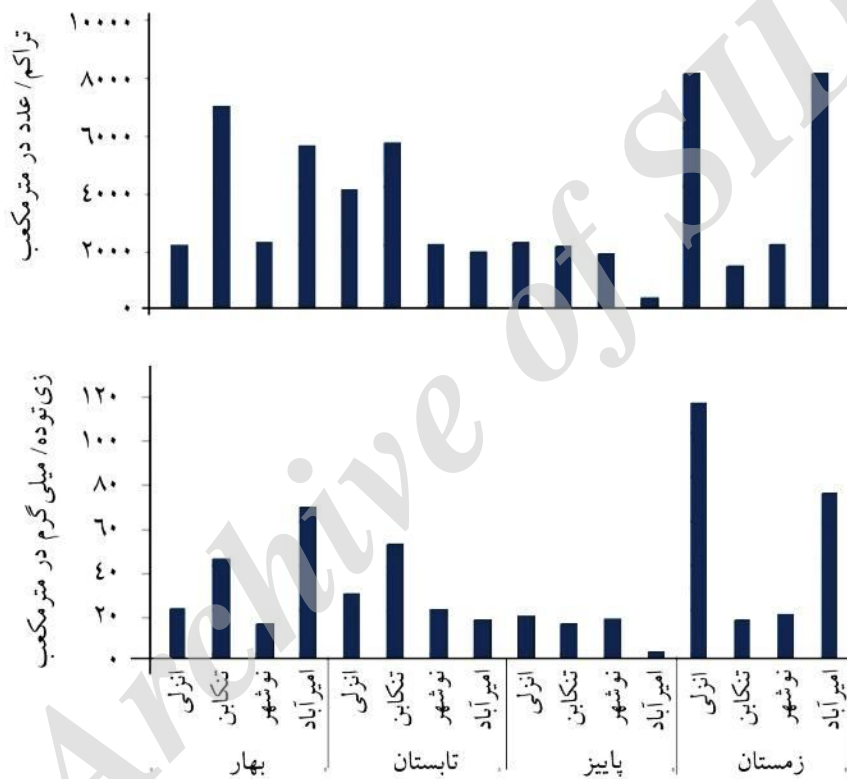
فصل موجودات	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
<i>Acartia tonsa</i>	*	*	*	*
<i>Ectinosoma concinnum</i>	-	-	-	*
Copepoda	۱	۱	۱	۲
<i>Podon polyphemoides</i>	*	*	*	*
<i>Evadne anonyx</i>	-	*	-	-
Cladocera	۱	۲	۱	۱
<i>Asplanchna priodonta</i>	-	-	*	*
<i>Brachionus calyciflorus</i>	*	-	-	-
Rotifera	۱	-	۱	۱
<i>Tintinopsis tubulosa</i>	-	*	-	*
<i>Foraminifera</i> sp	-	-	-	*
Protozoa	-	۱	-	۲
<i>Cirripedia</i>	*	*	*	*
<i>Lameli branchia larvae</i>	*	*	*	*
Zooplankton	۵	۶	۵	۸

برابر ترانسکت‌های انزلی و نوشهر بود. نتایج فصل تابستان نشان می‌دهد که تغییرات زوپلانکتون بین 1470 ± 1964 عدد در مترمکعب (امیرآباد) تا 6088 ± 5706 عدد در مترمکعب (تنکابن) بود. زی‌توده موجودات در این فصل در ترانسکت‌های انزلی، تنکابن، نوشهر و امیرآباد به ترتیب $30/02$ ، $52/22$ ، $22/98$ و $18/31$ میلی‌گرم در مترمکعب بود. در فصل پاییز تراکم و زی‌توده کم‌تر از سایر فصول

تغییرات زمانی و مکانی: تغییرات سالیانه زوپلانکتون بین 113 ± 392 (انحراف معیار \pm میانگین) در فصل پاییز، ترانسکت امیرآباد تا 11735 ± 8065 در فصل زمستان در ترانسکت امیرآباد بود (شکل ۱). در فصل بهار کم‌ترین میزان زوپلانکتون 2207 عدد در مترمکعب در انزلی ولی کم‌ترین زی‌توده در نوشهر بود. تراکم موجودات در تنکابن و امیرآباد بیش از سایر ترانسکت‌ها بود و به ترتیب حدود $2/0$ و $2/8$

دو ترانسکت ۳/۷ برابر نوشهر و ۵/۵ برابر جمعیت تنکابن بود. در این فصل داشت. بیشترین زی توده موجودات که در فصل تابستان با ۵۲/۲۲ میلی گرم در مترمکعب در تنکابن وجود داشت، در این فصل با میانگین ۷۵/۱۹ میلی گرم در مترمکعب در امیرآباد و ۱۱۶/۱۲ میلی گرم در مترمکعب در انزلی مشاهده شد که بیشترین میزان در این بررسی بود (شکل ۲).

بود. تراکم و زی توده بین 392 ± 113 عدد در مترمکعب و $3/71 \pm 0/91$ میلی گرم در مترمکعب در امیرآباد تا 2280 ± 1435 عدد در مترمکعب و $20/23 \pm 14/50$ میلی گرم در مترمکعب در انزلی بود. تراکم و زی توده در فصل زمستان در دو ترانسکت انزلی و امیرآباد با میزان بالایی مشاهده شد. تراکم در امیرآباد ۸۰۶۵ و در انزلی ۸۰۶۱ عدد در مترمکعب بود به طوری که تراکم به شدت افزایش Rotifera در این



شکل ۲- تغییرات تراکم (عدد در مترمکعب) و زی توده (میلی گرم در مترمکعب)

زوپلانکتون در فصل و ترانسکت های مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

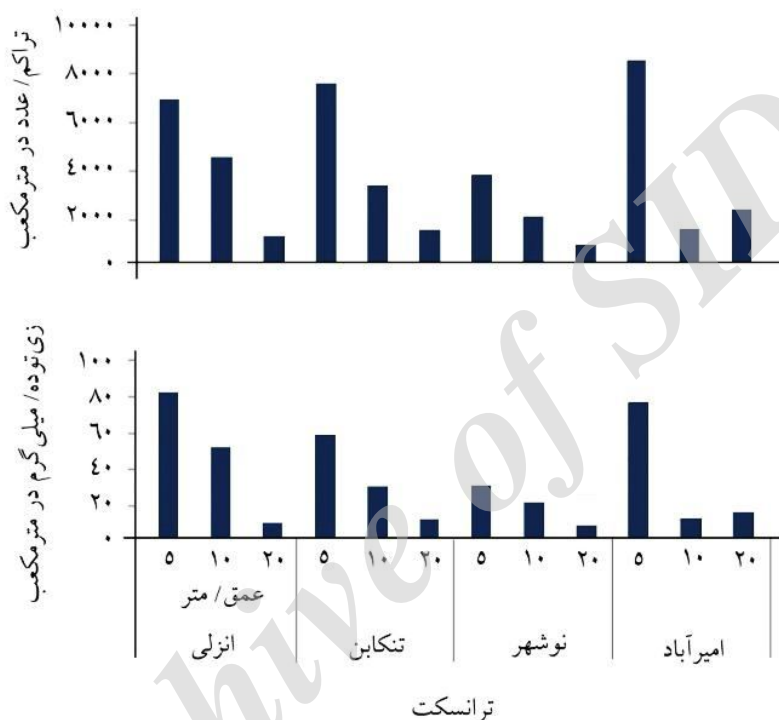
به ترتیب ۵/۶، ۵/۲، ۵/۰ و ۲/۸ برابر عمق ۲۰ متر بود. بیشترین میزان زی توده زوپلانکتون در عمق ۵ متر ۸۱/۳۵ میلی گرم در مترمکعب در انزلی و کمترین میزان ۲۹/۹۸ میلی گرم در مترمکعب در نوشهر مشاهده شد. در عمق ۱۰ متر تراکم بین ۱۴۶۹ عدد در مترمکعب (امیرآباد) تا ۴۴۵۹ عدد در مترمکعب

نتایج پژوهشها در اعماق مختلف نشان داد که در همه ترانسکتها و همه فصول سال تراکم و زی توده موجودات از نواحی ساحلی با 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

میلی‌گرم در مترمکعب در امیرآباد مشاهده شد. بیش‌ترین میزان زی‌توده زوپلانکتون در عمق ۵ متر ۸۱/۳۵ میلی‌گرم در مترمکعب در انزلی و کم‌ترین میزان ۲۹/۹۸ میلی‌گرم در مترمکعب در نوشهر مشاهده شد.

(انزلی) و زی‌توده بین ۱۲/۷۱ میلی‌گرم در مترمکعب (امیرآباد) تا ۵۰/۸۳ میلی‌گرم در مترمکعب (انزلی) وجود داشت. در عمق ۲۰ متر با کاهش جمعیت زوپلانکتون تغییرات تراکم بین ۸۲۳ عدد در مترمکعب و زی‌توده ۸/۳۴ میلی‌گرم در مترمکعب در نوشهر تا ۲۳۳۱ عدد در مترمکعب و زی‌توده ۱۵/۶۸

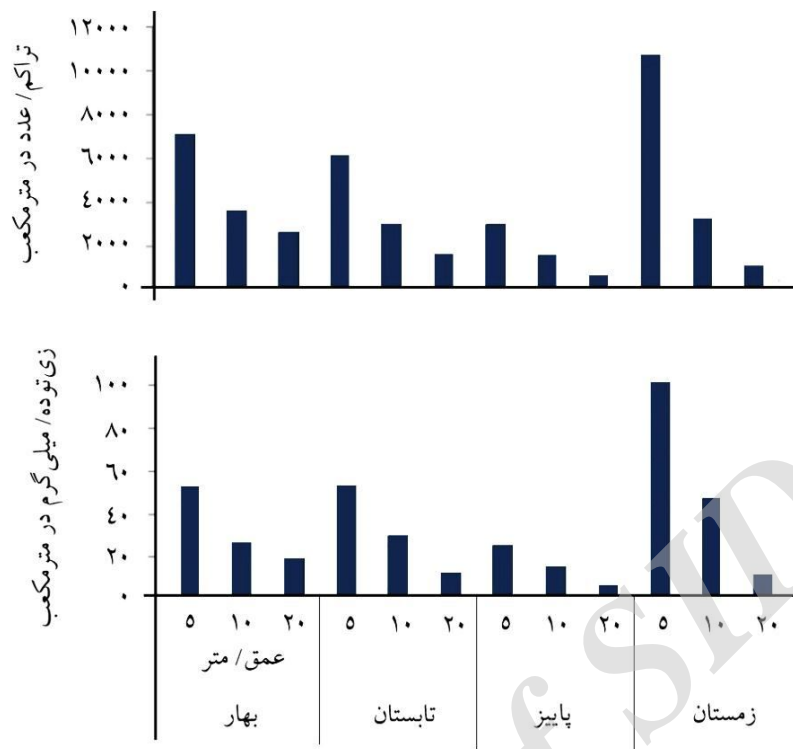


شکل ۳- تغییرات تراکم (عدد در مترمکعب) و زی‌توده (میلی‌گرم در مترمکعب)

زوپلانکتون در اعماق و ترانسکت‌های مختلف در حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۲

کرد. در عمق ۱۰ متر تغییرات بین ۱۹۴۶ عدد در مترمکعب در پاییز تا ۳۵۱۴ عدد در مترمکعب در بهار بود و در عمق ۲۰ متر بین ۶۴۰ عدد در مترمکعب در پاییز تا ۲۵۵۰ عدد در مترمکعب در بهار تغییر کرد. بیش‌ترین میزان زی‌توده ۱۱۶/۱۲ در فصل زمستان و کم‌ترین مقدار ۵/۶۵ میلی‌گرم در مترمکعب در عمق ۲۰ متر فصل پاییز بود.

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



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

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 پژوهش 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.

مهم ترین راسته زوپلانکتون دریای خزر Copepoda است (روشن طبری، ۱۳۷۹؛ روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۶a؛ روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۶b؛ Roohi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Bagheri و همکاران، ۲۰۱۰) و بیش ترین فراوانی را در دریا و مصب تشکیل می دهند (Omori و Ikeda، ۱۹۸۴؛ Mauchline، ۱۹۹۸؛ Muxagata و همکاران، ۲۰۱۲) و با مطالعات سایرین در اکوسیستم آبی مشابه است (Kolo و همکاران، ۲۰۰۱؛ Davies و همکاران، ۲۰۰۲).

بحث

جمعیت زوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر تحت تأثیر ۳ گروه Copepoda، Cladocera، Protozoa، Rotatoria و مروپلانکتون قرار داشت. در این بررسی ۱۱ گونه زوپلانکتون شناسایی شد. ۵۵ گونه در سال ۱۳۷۵ شناسایی شد که ۹ گونه از Copepoda، ۶ گونه از Rotifera و ۲۹ گونه از Cladocera بود (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲). در پژوهش های هاشمیان و همکاران (۱۳۸۸) ۶۶ گونه زوپلانکتون شناسایی شد که ۲۲ گونه Rotifera، ۲۱ گونه Cladocera و ۵ گونه Copepoda بود. در بررسی سال های ۱۳۸۷ (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۰)، ۱۳۸۸ (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۱) و ۱۳۸۹ (روشن طبری و همکاران، منتشر نشده) به ترتیب ۱۴، ۲۲ و ۱۴ گونه زوپلانکتون مشاهده شد. تغییرات گونه ای در سال های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در

Tinenkova, ۱۹۸۸). در این بررسی نیز در فصل تابستان فراوانی بیش‌تری داشت. گونه *Asplanchna priodonta* یک گونه ساحلی است و در زمستان به‌شدت افزایش می‌یابد (Kuticova, ۱۹۷۰). در بررسی زمانی جمعیت زوپلانکتون در اعماق مختلف به‌ترتیب فصل زمستان، بهار، تابستان و پاییز بیش‌ترین میزان تراکم و زی‌توده را داشتند. عمق ۵ متر در همه فصول از میزان بالایی برخوردار بود به‌طوری‌که در فصل زمستان تراکم و زی‌توده حدود ۱۰ برابر عمق ۲۰ متر بود. بررسی سالیانه نشان می‌دهد که فراوانی زوپلانکتون در ترانسکت‌های امیرآباد (۲۸ درصد)، انزلی (۲۹ درصد) و تنکابن (۲۸ درصد) بوده که از فراوانی مشابهی برخوردار بودند ولی نوشهر با ۱۵ درصد کم‌ترین فراوانی را داشته است. نتایج عمقی نشان داد که تراکم زوپلانکتون از ساحل به‌سمت عمق ۲۰ متر کاهش داشت، به‌طوری‌که ۶۱ درصد جمعیت در عمق ۵ متر، ۲۶ درصد در عمق ۱۰ متر و ۱۳ درصد در عمق ۲۰ متر دیده شدند همچنین فراوانی زوپلانکتون در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به‌ترتیب ۳۰ درصد، ۲۴ درصد، ۱۲ درصد و ۳۴ درصد بود. دو فصل زمستان و بهار از تراکم بیش‌تری برخوردار بودند.

سپاسگزاری

این پژوهش توسط مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انجام شده است و همه هزینه‌های پروژه توسط این مؤسسه پرداخت شده است. به این وسیله از آقای دکتر پورکاظمی رییس مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی و آقای دکتر پرافکنده رییس پژوهشکده اکولوژی دریای خزر به‌دلیل همکاری و حمایت صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

در سال‌های اخیر ورود گونه‌های غیربومی به دریای خزر موجب کاهش یا از بین رفتن گونه‌های بومی شده‌اند (Aladin و Plotnikov, ۲۰۰۴؛ Dumont, ۱۹۹۵؛ Ivanov و همکاران, ۲۰۰۰). یکی از گونه‌های مهاجم در دریای خزر در سال‌های اخیر شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* بوده است که خسارات جدی به صیادی وارد نموده است. ورود *Mnemiopsis leidyi* به دریای خزر روی تنوع و تراکم زوپلانکتون تأثیر گذاشت، این گونه از زوپلانکتون، مروپلانکتون، لارو موجودات بتیک، تخم و لارو ماهیان تغذیه می‌کند (Mayer, ۱۹۱۲؛ Kremer, ۱۹۷۵؛ Burrell, ۱۹۶۸؛ Rowshan Tabari و همکاران, ۲۰۱۲). جمعیت زوپلانکتون قبل از ورود شانه‌دار 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 زوپلانکتون شد و بعد از سال ۱۳۸۳ روند مشابهی با تراکم زوپلانکتون داشته‌اند (Roohi و همکاران, ۲۰۰۸). در این بررسی نیز تغییرات سالیانه بین ۳۹۲ عدد در مترمکعب تا ۸۰۶۵ عدد در مترمکعب نوسان داشت. بیش‌ترین تراکم در فصل زمستان وجود داشت. در این فصل به‌دلیل افزایش رتیفرا گونه *Asplanchna priodonta* جمعیت زوپلانکتون بیش از سایر فصول بود (روشن‌طبری و همکاران, ۱۳۹۱؛ روشن‌طبری و همکاران, ۱۳۹۲). درجه حرارت یکی از عوامل مهمی است که روی موجودات زوپلانکتون تأثیر می‌گذارد (McLaren, ۱۹۶۳) و موجب تغییرات فراوانی و تنوع در فصول مختلف شده است. *A. tonsa* در درجه حرارت ۲۹/۵-۰ گسترش دارد، بیش‌ترین تراکم در دریای خزر نزدیک منطقه Makhachkala در درجه حرارت ۲۳/۰-۲۹/۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شد (Kurashova و

منابع

- حسینی، س.ع.، گنجیان، ع.، مخلوق، ا.، کیهان‌ثانی، ع.، تهامی، ف.س.، محمدجانی، ط.، حیدری، ع.، مکارمی، م.، مخدومی، ن.، روشن‌طبری، م.، تکمیلیان، ک.، روحی، ا.، رستمیان، م.ت.، فلاحی، ت.، سبک‌آرا، ج.، خسروی، م.، واردی، س.ا.، هاشمیان، ع.، واحدی، ف.، نصرالله‌زاده ساروی، ح.، نجف‌پور، ش.، سلیمان‌رودی، ع.، لالویی، ف.، غلامی‌پور، س.، علمی، ی.، و سالاروند، غ.، ۱۳۹۰. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر (۷۶-۱۳۷۵). پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر: مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۹۶ صفحه.
- روشن‌طبری، م.، ۱۳۷۹. پراکندگی زوپلانکتون‌های حوضه جنوبی دریای خزر (راسته کپه‌پودا Copepoda). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت‌مدرس، تهران، ایران.
- روشن‌طبری، م.، تکمیلیان، ک.، سبک‌آرا، ج.، روحی، ا.، و رستمیان، م.ت.، ۱۳۸۲. پراکنش زوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، (۳) ۱۲، صفحه ۹۶-۸۳.
- روشن‌طبری، م.، نجات‌خواه، پ.، حسینی، س.ع.، خداپرست، ن.، و رستمیان، م.ت.، (a) ۱۳۸۶. پراکنش زوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر در زمستان ۱۳۸۴ و مقایسه آن با سال‌های قبل. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، (۴)، ص ۱۳۷-۱۲۹.
- روشن‌طبری، م.، (b) ۱۳۸۶. پراکنش زوپلانکتون در حوضه جنوبی دریای خزر. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، ۸۷ صفحه.
- روشن‌طبری، م.، خداپرست، ن.، رستمیان، م.ت.، رضوانی، غ.، اسلامی، ف.، سلیمانی‌رودی، ع.، کیهان‌ثانی، ع.، و کنعانی، م.ر.، ۱۳۹۱. بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی زوپلانکتون‌های حوضه جنوبی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۹۳ صفحه.
- روشن‌طبری، م.، فارابی، س.م.، رحمتی، ر.، خداپرست، ن.، رستمیان، م.ت.، رضوانی، غ.، اسلامی، ف.، سلیمانی‌رودی، ع.، کیهان‌ثانی، ع.، مکرمی، ع.، سبک‌آرا، ج.، دوستدار، م.، گنجیان، ع.، گل‌آقایی، م.، و مخلوق، م.، ۱۳۹۲. بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی زوپلانکتون حوضه جنوبی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۹۴ صفحه.
- علیزاده، ح.، ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر ویژگی‌های دریای خزر. انتشارات نوربخش. ۱۱۹ صفحه.
- قاسم‌اف، ع.ح.، ۱۹۹۴. اکولوژی دریای خزر. (شریعی، ا. ۱۳۷۷). مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۲۶۹ صفحه.
- لالویی، ف.، روشن‌طبری، م.، روحی، ا.، تکمیلیان، ک.، گنجیان، ع.، مخلوق، آ.، رستمیان، م.ت.، فلاحی، م.، محمدجانی، ط.، سبک‌آرا، ج.، تهامی، ف.س.، مکارمی، م.، حیدری، ع.، میرزاجانی، ع.، کیهان‌ثانی، ع.، واحدی، ف.، خداپرست، ح.، وطن‌دوست، م.، نصرالله‌تبار، ع.، زلفی‌نژاد، ک.، هاشمیان، ع.، سالاروند، غ.، قانع، ا.، طالبی، د.، نصرالله‌زاده ساروی، ح.، واردی، س.ا.، نجف‌پور، ش.، کیاکجوری، ح.، عابدینی، ع.، غلامی‌پور، س.، ملک‌شمالی، 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: مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۳۹۴ صفحه.

هاشمیان، ع.، روشن‌طبری، م.، روحی، ا.، مخلوق، آ.، گنجیان، ع.، تهامی، ف.س.، رستمیان، م.ت.، کیهان‌ثانی، ع.، سالاروند، غ.، افرایی، م.ع.، الاسلامی، ع.، فرانخی، ع.، امانی، ق.، واحدی، ف.، علومی، ی.، نصرالله‌تبار، ع.، واردی، س.ا.، نجف‌پور، ش.، غلامی‌پور، س.، یونسی‌پور، ح.، و سلمانی، ع.، ۱۳۸۸. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی اعماق کم‌تر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر: مؤسسه 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.
- Birshsteina, 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)
- 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.
- 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.
- 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., and 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. Zool. J. 45 (2), 172-176. (In Russian)
- Kasimov, A.G., and Askerov, F.S., 2001. Oil and biological resources of the Caspian Sea. Baku. 326p. (In Russian)
- Kasimov, A., 2004. Ecology of the Caspian Sea plankton. Adiloglu, Baku. 540p.
- Knipovich, N.M., 1907. Report on researches in the Caspian Sea in 1914-1915. Reports of the Caspian expedition. 1, 943. (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.
- Kolo, R.J., Mani, I.A., and Musa, H.A., 2001. Effects different types of fertilizers on plankton productivity in earthen ponds. Aquatic Sciences. 16 (2), 127-131.
- Kurashova, E.K., and Tinenkova, D.H., 1988. Abundance, biomass and distribution of the colonizer *Acartia clausi* Giesbrecht (Calanoida, Acartiidae) in the Northern and Middle Caspian. Hydrobiol. J. 24 (2), 23-27.
- Kuticova, L.A., 1970. Rotatoria. Mosco: Leningrad. 744p. (In Russian)
- Manolova, E.Q., 1964. Cladocera. Mosco: Leningrad. 326p. (In Russian)
- Main, R.J., 1928. Observations of the feeding mechanism of a ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Biological Bulletin. 55, 69-78.
- 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.
- Muxagata, E., Amaral, W.J.A., and Barbosa, C.N., 2012. *Acartia tonsa* production in the Patos Lagoon estuary, Brazil. ICES J. Mar. Sci. 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 J. Environ. Sci. 10 (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, 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. pp. 315-329.
- Wetzel, R.G., and Likens, G.E., 1991. Limnological analysis. New York USA: Springer-Verlag.
- Zaitsev, V.F., Korapov, A.A., Meliakina, A.E., and Sacolski, A.F., 2001. The ecological effects of the entrance of *Mnemiopsis* to the Caspian Sea. The technical and government university of Astarakhan. pp. 20-60.
- Zenkevich, L.A., 1963. The Biology of the USSR Seas. Moscow, Nauka. (In Russian)

**Spatial and temporal distribution patterns of zooplankton
in the Southern of Caspian Sea (Iranian area)**

***M. Rowshan Tabari¹, N. Khodaparast¹ and A. Mokarami¹**

¹Ecological Research Institute of the Caspian Sea, Iran

Abstract

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 ± 0.91 mg/m³ (Amirabad) and highest value was 2280 ± 1435 ind./m³ and 20.23 ± 1450 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: Biomass; Caspian Sea; Density; Iran; Zooplankton

* Corresponding author; rowshantabari@yahoo.com