مطالعه پراکنش و فراوانی جوامع مروپلانکتون در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی

• **سیامک باقری***: پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

چکیده

مطالعه ساختار مروپلانکتون، تغییرات فراوانی و تعیین زمان شکوفائی آن‌ها در سال‌ها و فصول مختلف در جنوب دریای خزر در ٤ ایستگاه واقع در محدوده بندرانزلی بررسی و ارزیابی شد، نمونه‌ها به‌صورت فصلی از اعماق ٥، ١٠، ٢٠ و ٥٠ متر طی سال‌های ١٣٧٥ و ١٣٨٠ تا ١٣٩٢ گرفته شد. تعداد ١٥ گروه مروپلانکتونی شناسائی گردیدند. گروه‌های غالب مروپلانکتون شامل لاروهای Bivalvia، *Balanus improvises* و *Nereis diversicolor* بوده‌اند. فراوانی لارو دوکفه‌ای در سال ١٣٧٥ افزایش بسیار نامتعارف داشت، به‌طوری‌که میانگین فراوانی آن حد ٢٦٠٠٠ عدد در مترمکعب رسید. فراوانی بارناکل تغییراتی را بعد از شکوفائی شانه‌دار بین سال‌های ١٣٨٠ تا ١٣٩٢ داشته است، به‌طوری‌که میزان فراوانی بارناکل بین ٩٨ و ٤٧٠٠ عدد در مترمکعب در سال ١٣٨٠ و ١٣٨٩ در نوسان بود. هم‌چنین شکوفائی فصلی بارناکل در بهار با میزان ٣١٠٠ عدد در مترمکعب بوده است. فراوانی لارو نرئیس بین ١٥٠٠ تا ٦٠ عدد در متر مکعب به‌ترتیب در سال‌های ١٣٨٠ و ١٣٨٥ متغییر بوده است و در سال‌های قبل از شکوفائی شانه‌دار (١٣٧٥) مشاهده نشد. شکوفائی فصلی لارو نرئیس در تابستان با میزان فراوانی ٥٠٠ عدد در متر مکعب ثبت شد. بیش‌ترین پراکنش عمودی مروپلانکتون در عمق ٥٠ متر در لایه‌های سطحی آب بود. یافته‌ها نشان داد، فراوانی مروپلانکتون از ساحل به سمت دریا کاهش می‌یابد. احتمالاً عوامل محیطی و گونه‌های غیربومی دلیل مهم در پراکنش زمانی و مکانی مروپلانکتون در جنوب دریای خزر باشد.

کلمات کلیدی: مروپلانکتون، پراکنش، فراوانی، دریای خزر، بندرانزلی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: siamakbp@gmail.com

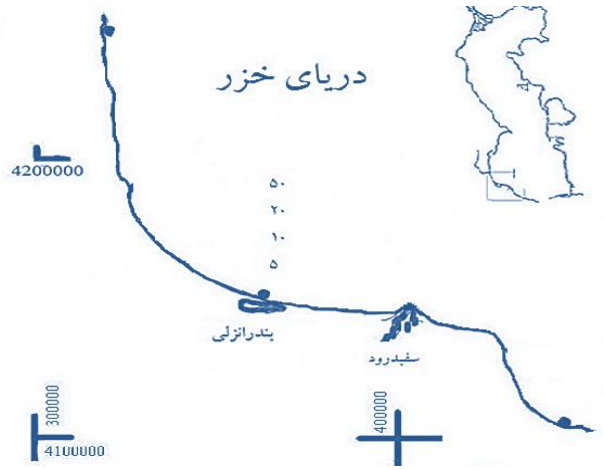
مقدمه

فون و فلور دریای خزر ۱/۸ میلیون سال پیش شکل گرفت و به دلیل بسته بودن، در مقایسه با سایر دریاها دارای گونه‌های بومی بسیار زیادی بوده است. نواحی کم عمق، عمیق و دامنه شوری بسیار زیاد از ۰/۱ تا ۱۳ باعث ایجاد زیستگاه‌های متفاوت اکولوژیک شده که سبب افزایش تنوع زیستی گونه‌های بومی در دریای خزر شده است. تعداد ۳۱۵ گونه زئوپلانکتون برای دریای خزر گزارش شد (Kosarev و Yablonskaya، ۱۹۹۴؛ Dumont، ۱۹۹۸؛ UNDP، ۲۰۰۶)، از جنوب دریای خزر، Hosseini (۲۰۱۱) تعداد زئوپلانکتون را ۳۶ گونه شامل ۲۴ گونه کلادوسرا، ۷ گونه کوپه‌پودا و ۲ گونه مروپلانکتون براساس بررسی‌های سال ۱۳۷۵ گزارش کرد. Sabkara و Makaremi (۲۰۰۷) مطالعاتی را درخصوص پراکنش زئوپلانکتون در سواحل انزلی در سال ۷۹- ۱۳۷۸ انجام دادند. آن‌ها تعداد گروه‌های زئوپلانکتون را بیش از ۵۰ گونه اعلام داشتند و بیان کردند که ۸۰ درصد از زئوپلانکتون ثبت شده از هولوپلانکتون و مابقی مروپلانکتون بوده‌اند. به‌علاوه Roohi و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند، تنوع زئوپلانکتون در جنوب دریای خزر در سال ۸۵-۱۳۸۰ کاهش یافته و از ۳۶ گونه گزارش شده (Hosseini، ۲۰۱۱) به ۱۸ گونه رسیده و در برگیرنده ۵ گروه هولوپلانکتون و ۱۳ گروه مروپلانکتون شده‌اند. Bagheri و همکاران (۲۰۱۲) گروه‌های زئوپلانکتون را به تعداد ۲۳ گونه در سال ۱۳۸۷ گزارش کردندکه ۷ گروه متعلق به مروپلانکتون بود. به‌طور کلی از آغاز دهه ۱۹۹۰ اکوسیستم دریای خزر به‌شدت تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی و آلودگی‌های شدید محیطی قرار گرفته است. به‌دلیل افزایش استفاده از کودها و سموم کشاورزی، جنگل‌زدائی، غلظت مواد مغذی در رودخانه افزایش یافته و میزان آن در سال‌های اخیر بیش از دو برابر گردیده است (Bagheri و همکاران، ۲۰۱۲). افزایش مواد مغذی در سواحل جنوب دریای خزر باعث افزایش تراکم فیتوپلانکتون بعد از سال‌های ۱۳۷۹ شد (Bagheri و همکاران، ۲۰۱۲). هم‌چنین افزایش مواد مغذی دریای خزر شرایط را برای شکوفائی گونه‌های غیربومی هم‌چون شانه‌دار (*Mnemiopsis leidyi*) مهیا کرد (Bagheri و همکاران، ۲۰۱۴). فراوانی شانه‌دار بین ۲۳۵ و ۳۸۵ برابر در دریای خزر از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ افزایش یافت و مهلک‌ترین اثر منفی را بر هرم غذائی اکوسیستم دریای خزر گذاشت، سه سال بعد از تهاجم شانه‌دار در دریای خزر در سال ۲۰۰۲ فراوانی زئوپلانکتون را بین ۴ تا ۱۰ برابر در مقایسه با سال ۱۹۹۵ کاهش داد و طی بررسی زئوپلانکتون در شمال، میان و جنوب دریای خزر هیچ‌یک از گونه‌های بومی زئوپلانکتون در نمونه‌ها مشاهده نشدند. به‌علاوه لاروهای مروپلانکتون هم‌چون دوکفه‌ای، بارناکل در نقاطی که شانه‌دار حداکثر حضور را داشتند، ناپدید گردیدند (Kamakin و Khodorevskaya، ۲۰۱۸). Roohi و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند، فراوانی لارو دوکفه‌ای بعد از تهاجم شانه‌دار کاهش ۳۶ تا ۵۲ درصد در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۲ داشته است. در ادامه مطالعات شان افزایش فراوانی لارو نرئیس را با میزان ۱۱ تا ۴۱ درصد از سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ نشان داد. آن‌ها دلیل افزایش لارو نرئیس را افزایش مواد غذائی (لاشه‌های شانه‌دار) در فصول تابستان و پائیز بعد از مرگ و میر آن‌ها در بستر (Marine Snow) ذکر کردند. هم‌چنین در پژوهش دیگر توسط Bagheri و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات اقلیمی و افزایش فعالیت‌های انسانی (Anthropogenic) را از دلایل مهم در دگرگونی ساختار پلانکتون در دریای خزر ذکر کرده است. اخیراً Pourang و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند، تهاجم شانه‌دار اثرات مهلکی بر زیستگاه، جمعیت هولو و مروپلانکتون و عملکرد اکوسیستم دریای خزر گذاشته است. اولین مطالعه جامعه زئوپلانکتون دریای خزر در قالب پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۰ انجام شد، مطالعه بعدی به‌صورت مشترک با انستیتو علوم دریای خزر روسیه، بین سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۴ انجام گردید. از این مطالعات دو مقاله تحت عنوان بررسی کلی پلانکتون جنوب دریای خزر (Fallahi، ۱۹۹۳) و بررسی فصلی تراکم و پراکنش موجودات کوپه‌پود در حوزه جنوب غربی دریای خزر (Roohi، ۱۹۹۳) در دسترس می‌باشد. در این مقالات فقط به تراکم شاخه پروتوزوآ و گروه کوپه‌پودا به‌صورت کلی اشاره‌ای شده است. مطالعه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷۶ نیز انجام شدکه گزارش آن توسط Hosseini (۲۰۱۱) منتشر گردید. بررسی پراکنش زئوپلانکتون دریای خزر که بخشی از گزارش Hosseini (۲۰۱۱) بوده، توسط روشن طبری (۱۳۸۲) منتشر شد. در این مقاله ۲۹ کلادوسر از آب‌های جنوب دریای خزر گزارش گردید و درخصوص گونه‌های مروپلانکتون نتایجی ارائه نشد. آخرین مطالعه جامع هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر در آب‌های کم‌تر از ۱۰ متر طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۷۹ انجام گرفت که گزارش آن توسط Laloei (۲۰۰۲) چاپ گردید. با ورود شانه‌دار به دریای خزر مطالعات پراکنش و فراوانی شانه‌دار در سواحل گیلان توسط Bagheri (۲۰۰۶) در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ و در سواحل مازندران توسط روحی و همکاران (۱۳۸۶) در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ انجام گردید. در بررسی حاضر مطالعات به‌صورت اختصاصی درخصوص ۳ گروه مروپلانکتون غالب جنوب دریای خزر شامل، لارو دوکفه‌ای (Bivalvia)، لارو بارناکل (*Balanus improvisus*) و لارو نرئیس (diversicolor *Nereis*) بوده است و هدف از این مطالعه بررسی ساختار مروپلانکتون و چگونگی تغییرات فراوانی آن در سال‌های مختلف و تعیین زمان شکوفائی آن‌ها در قسمت جنوبی دریای خزر بوده است، هم‌چنین در

ادامه، عواملی را که منجر به تغییرات در این حلقه از زنجیر غذائی گردیده مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از جوامع مروپلانکتون در منطقه بندرانزلی در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر، از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۲ به‌صورت فصلی انجام گرفت (شکل ۱، جدول ۱). داده‌های مروپلانکتون مربوط به مطالعات پیشین از بانک اطلاعات آرشیو آزمایشگاه پلانکتون پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی و از گزارش‌های Laloei (۲۰۰۲)، Hosseini (۲۰۱۱)، Bagheri (۲۰۰۶)، Bagheri و همکاران (۲۰۱۱، ۲۰۱۲، ۲۰۱۴) استخراج گردید.



شکل ۱: مناطق نمونه‌برداری از اعماق مختلف در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲-۱۳۷۵

جدول ۱: موقعیت مکان نمونه‌برداری از زئوپلانکتون در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲-۱۳۷۵

ناحیه	عمق (متر)	طول شرقی	عرض شمالی	فاصله از ساحل (کیلومتر)
انزلی	۵	"۳۱ '۲۹ °۴۹	"۰۰ '۲۹ °۳۷	۱
	۱۰	"۵۹ '۲۸ °۴۹	"۲۰ '۲۹ °۳۷	۳
	۲۰	"۴۳ '۲۹ °۴۹	"۳۰ '۳۰ °۳۷	۶
	۵۰	"۳۷ '۲۸ °۴۹	"۰۷ '۳۵ °۳۷	۱۵

نمونه‌برداری از مروپلانکتون با استفاده از نمونه‌بردار Juday net با چشمه ۱۰۰ میکرون و قطر دهانه ۳۶ سانتی‌متر انجام شد (Kideys و همکاران، ۲۰۰۱). روش برداشت نمونه به‌صورت عمودی ازکف تا سطح آب برای همه ایستگاه‌ها به‌جز عمق ۵۰ متر بود، در این ایستگاه به‌خاطر وجود لایه ترموکلاین از دولایه به‌طور جداگانه نمونه‌برداری گردید، لایه‌اول از ۵۰ متر تا ۲۰ متر (عمق تقریبی شروع ترموکلاین) لایه دوم از ۲۰ متر تا سطح بود. بعد از هر کشش، تور را با آب شستشو داده تا مروپلانکتون در محفظه تور جمع‌آوری گردد. مروپلانکتون بعد از برداشت توسط فرمالین ۴ درصد تثبیت گردید و جهت بررسی کمی و کیفی به آزمایشگاه پلانکتون منتقل گردیدند(APHA، ۲۰۰۵). در آزمایشگاه پلانکتون پس از همگن‌سازی بااستفاده‌از پیپت ۵میلی‌لیتر در محفظه بوگاروف (Hydro-Bios KIEL) منتقل شده و بعد از ۱ ساعت رسوب‌دهی با استفاده از میکروسکوپ اینورت (Leitz-LABOVERT F-S) شناسائی و شمارش شده و فراوانی آن‌ها طریق محاسبه قطر دهانه تور (۳۶ سانتی‌متر) و ارتفاع کشش برحسب مترمکعب اندازه‌گیری شد (Harris و همکاران، ۲۰۰۰). شناسائی مروپلانکتون با استفاده از کلیدهای معتبر Birshtain و همکاران (۱۹۶۸)، Ruttner-Kolisko (۱۹۷۴) و Kasimov (۲۰۰۰) انجام پذیرفت. آنالیز آماری فراوانی گروه‌های مروپلانکتون در سال‌ها و فصول مختلف از آزمون ناپارامتری (Kruskal –Wallis)، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام شد.

نتایج

از گروه زئوپلانکتون لب‌شور دریای خزر، تعداد ۱۵ گروه مروپلانکتونی شامل اسامی زیر شناسائی گردیدند:

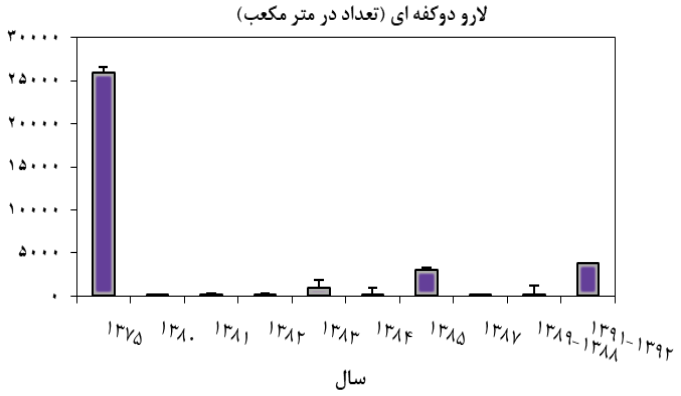
Arachnida larvae, Crab (*Rhithropanopeus harrisii*), Foraminifera, Ostracoda, *Limnostrombidium viride*, Oligocheata, Diptera (Chironomidea), *Asteromeyenia* sp., *Pseudocuma* sp., larvae of Bivalvia, Nematoda, Polychaeta (*Nereis diversicolor*, *Hypania* sp.), Pisces (egg and larvae), and Cirripedia (*Balanus imperovisus*, cypris larvae).

گروه‌های غالب مروپلانکتون از نظر فراوانی در بررسی حاضر لارو های Bivalvia، *B. improvisus* و *N. diversicolor* بوده‌اند. لذادراین مطالعه وضعیت اکولوژیک این ۳ گروه مروپلانکتون مورد تشریح قرار گرفته است.

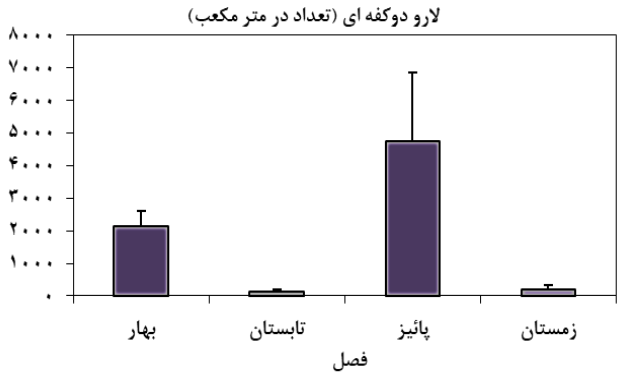
لارو دوکفه‌ای (Bivalvia larvae): یافته‌ها نشان داد، فراوانی دوکفه ای‌ها دارای تغییرات شدید طی مطالعه بوده است، فراوانی لارو دوکفه‌ای در سال ۱۳۷۵ افزایش بسیار نامتعارف داشته، به‌طوری‌که میانگین فراوانی آن حد ۲۶۰۰۰ عدد در مترمکعب رسید (شکل ۲). در سایر سال‌ها فراوانی لارو دوکفه‌ای حدود ۲۰۰ عدد در مترمکعب بود و تنها در سال ۱۳۸۵ میانگین فراوانی آن به ۳۰۰۰ عدد در متر مکعب رسید. پراکنش فصلی لارو دوکفه‌ای بیانگر حداکثر فراوانی این مروپلانکتون در فصل پائیز با میزان ۳۴۰۰ عدد در مترمکعب بوده و حداقل فراوانی آن در فصل تابستان به‌میزان ۱۰۰ عدد در مترمکعب رسید (شکل ۳). آنالیز آماری ناپارامتری (Kruskal-Wallis) اختلاف معنی‌دار فراوانی لارو دوکفه‌ای را سال‌ها و فصول مختلف نشان داد ($P<۰/۰۵$).

جدول ۲: اسامی گروه‌های مروپلانکتون شناسائی شده در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲-۱۳۷۵

Meroplankton Taxa	۱۳۷۵	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸٤	۱۳۸۵	۱۳۸۷	۱۳۸۸-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۲
Arachnida Cuvier, 1812										
Arachnida Larvae	✓							✓	✓	
Balanus Costa, 1778										
Balanus improvisus. cypris	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Balanus improvisus. nauplii	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Crustacea										
Rhithropanopeus harrisii (Gould, 1841)	✓									
Foraminifera										
Foraminifera larvae	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓
Bivalvia Linnaeus, 1758										
Bivalvia larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Diptera	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Chironomidae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Nematoda										
Nematoda larvae					✓	✓	✓	✓	✓	✓
Oligochaeta					✓	✓	✓	✓	✓	
Limnostrombidium viride Krainer, 1995					✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ostracoda Latreille, 1802										
Ostracoda larvae			✓							
Pisces										
Pisces larvae	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pisces ovae	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Polychaeta										
Hypania Ostroumouw, 1897								✓		
Nereis diversicolor Linnaeus, 1758		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Porifera										
Asteromeyenia Weltner, 1913								✓		
Cumacea										
Pseudocuma G.O. Sars, 1865	✓									

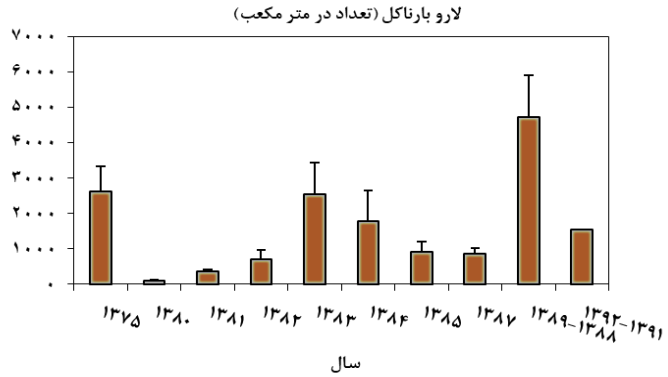


شکل ۲: میانگین فراوانی لارو دوکفه‌ای در جنوب‌غربی دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲ - ۱۳۷۵



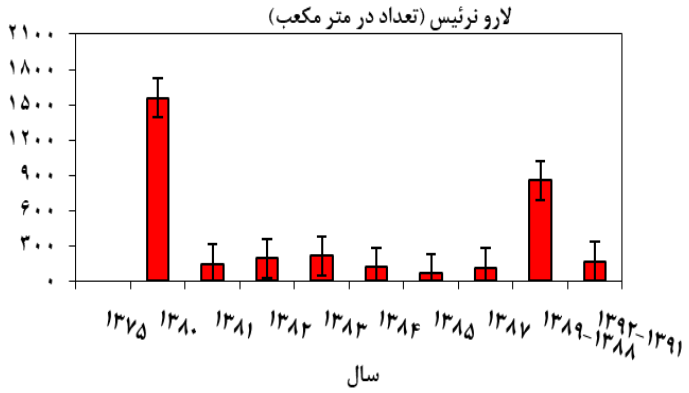
شکل ۳: میانگین فراوانی لارو دوکفه ای در فصول مختلف در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲ -۱۳۷۵

فراوانی بارناکل (*Balanus improvisus*): تغییرات محسوسی در فراوانی بارناکل طی سال‌های مورد مطالعه مشاهده گردید (شکل ۴). کم‌ترین میانگین فراوانی *B. improvisus* با میزان ۹۸ عدد در متر مکعب در سال ۱۳۸۰ و بیش‌ترین فراوانی آن در سال ۸۹-۱۳۸۸ با میزان میانگین ۴۷۳۰ عدد در مترمکعب مشاهده شد. تغییرات فراوانی فصلی *B. improvisus* نشان‌دهنده افزایش تعداد این مروپلانکتون در فصل بهار (۳۱۰۰ عدد در مترمکعب) و کاهش چشمگیر آن در تابستان بود، به‌طوری‌که فراوانی آن کم‌تر از ۳۵۰ عدد در مترمکعب رسید (شکل ۵). آنالیز آماری ناپارامتری (Kruskal-Wallis) تفاوت معنی‌دار فراوانی *B. improvisus* را در سال‌ها و فصول مختلف نشان داد ($P<0/05$).



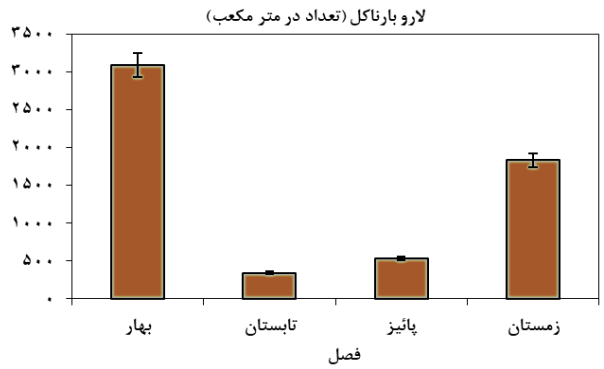
شکل ۴: میانگین سالانه فراوانی لارو بارناکل در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲-۱۳۷۵

فراوانی نرئیس (*Nereis diversicolor*): فراوانی نرئیس بین ۱۵۰۰ تا ۶۰ عدد در مترمکعب به‌ترتیب در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ متغییر بوده است (شکل ۶). نوسانات فراوانی نرئیس بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ و ۱۳۹۲ روند تقریبی ثابتی داشته، فراوانی نرئیس کم‌تر از ۲۰۰ عدد در مترمکعب تعیین شد. نتایج تغییرات فصلی



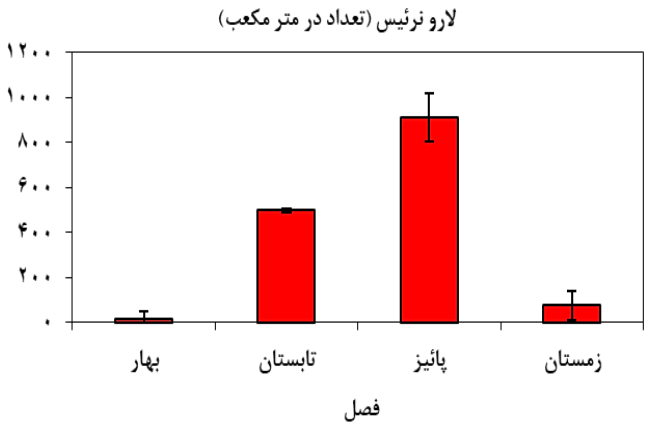
شکل ۶ : میانگین فراوانی سالانه نرئیس در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲ - ۱۳۷۵

پراکنش عمودی: فراوانی لارو بارناکل در عمق ۵۰ متر در دو لایه ۲۰ تا سطح و ۵۰ تا ۲۰ متر در شکل ۸ نشان داده شده است. بیش‌ترین فراوانی گونه‌های مذکور در لایه سطحی (عمق ۲۰ متر تا سطح آب) در فصول بهار، تابستان و پائیز مشاهده گردید، فراوانی این گونه در فصل زمستان در لایه عمقی (۵۰ تا ۲۰ متر) غالب بوده است (تقریباً ۶۰ درصد فراوانی، شکل ۸). تعداد بارناکل در فصل تابستان در لایه سطحی افزایش داشته و میزان درصد فراوانی آن تقریباً ۳۰ درصد بود (شکل ۸).



شکل ۵: میانگین فراوانی بارناکل در فصول مختلف در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲-۱۳۷۵

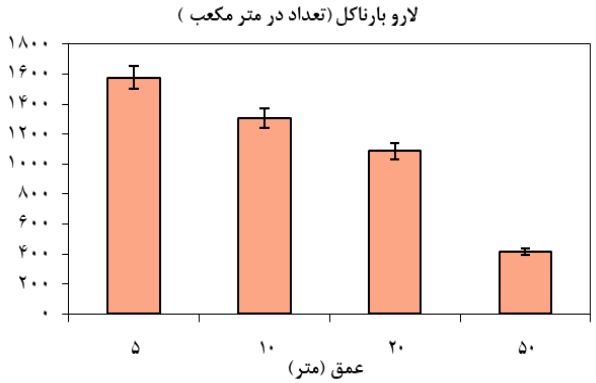
نرئیس نشان‌دهنده شکوفائی آن‌ها در فصل‌های تابستان (۵۱۰ عدد در مترمکعب) و پائیز (۹۰۰ عدد در مترمکعب) بود (شکل ۷). آزمون ناپارامتری (Kruskal-Wallis) اختلاف معنی‌دار فراوانی *N.diversicolor* را در سال‌های مختلف نشان داد ($P<0/05$).



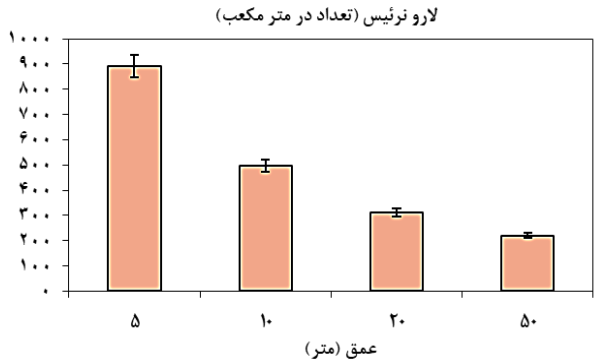
شکل ۷: میانگین فراوانی نرئیس در فصول مختلف در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲ - ۱۳۷۵

شکل ۸: پراکنش عمودی فراوانی لارو بارناکل در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲-۱۳۷۵

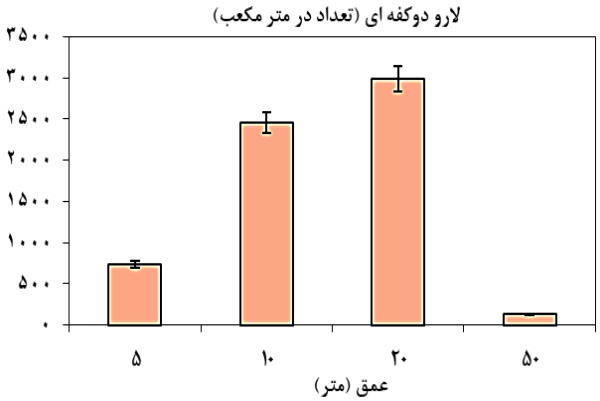
پراکنش افقی: میانگین فراوانی مروپلانکتون از ساحل به سمت دریا به‌جز لارور دوکفه‌ای روند نزولی داشته است (شکل ۹). بیش‌ترین فراوانی لارو بارناکل در عمق ۵ متر با میزان ۱۶۰۰ عدد در مترمکعب مشاهده شد، کاهش میانگین فراوانی لارو بارناکل تا عمق ۵۰ متر به‌طور پلکانی و با میزان ۴۱۵ عدد در مترمکعب مشاهده گردید (شکل ۹). فراوانی لارو نرئیس بین ۲۲۱ و ۸۹۱ عدد در مترمکعب به‌ترتیب در اعماق ۵۰ تا ۲۰ متر در نوسان بوده است (شکل ۱۰). روند تغییرات در فراوانی لارو دوکفه‌ای در اعماق مختلف متفاوت با لارو بارناکل و دوکفه‌ای بوده است. بیش‌ترین فراوانی لارو دوکفه‌ای در اعماق ۱۰ و ۲۰ متر به‌ترتیب با میزان ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ عدد در مترمکعب و کم‌ترین فراوانی این دوکفه‌ای در اعماق ۵ و ۵۰ متر با میزان فراوانی ۸۹۰ و ۱۳۰ عدد در مترمکعب مشاهده شد (شکل ۱۱).



شکل ۹: میانگین سالانه فراوانی لارو بارناکل در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲-۱۳۷۵



شکل ۱۰: میانگین سالانه فراوانی لارو نرئیس در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲-۱۳۷۵



شکل ۱۱ : میانگین سالانه فراوانی لارو دوکفه ای در جنوب دریای خزر، منطقه بندرانزلی، ۹۲- ۱۳۷۵

بحث

یافته‌ها بیانگر افزایش شدیدفراوانی‌لارو دوکفه‌ای در سال ۱۳۷۵ درجنوب دریای خزر بوده است(شکل ۳).البته‌علت‌افزایش‌شدید تراکم Bivalvia می‌تواند ارتباط با افزایش غلظت نوترینت از رودخانه‌های مهم جنوب دریای خزر هم‌چون رودخانه سفیدرود با میانگین دبی ۴۰۰۰ میلیون مترمکعب و خروجی آب‌شیرین تالاب انزلی با میزان ۲ میلیون مترمکعب سالانه (Jafari، ۲۰۰۹)داشته باشدکه‌درسال ۱۳۷۵ میزان انتقال بار مواد مغذی به بیش‌ترین میزان رسانده بود (IFGO، ۲۰۰۳). بررسی‌های Bagheri و همکاران(۲۰۱۴)نیز همبستگی مثبت بین لارو دوکفه‌ای‌ها و غلظت نوترینت را در دریای خزر تائید کرده است. هرچندکه میزان‌غلظت نوترینت‌ها درسواحل جنوب‌غربی دریای خزر بیش از دو برابر طی دهه ۸۰ رسیده است (Bagheri، ۲۰۱۲)، اما روند فراوانی دوکفه‌ای از سال‌های ۱۳۸۰ به بعد کاهش شدید نشان داد به‌طوری‌که در بسیاری از سال‌ها فراوانی آن به کم‌تر از ۵۰ عدد در مترمکعب رسید (شکل ۳). Roohi و همکاران (۲۰۱۰) کاهش لارو دوکفه‌ای را در سال‌های اخیر تهاجم شانه‌دار یاد کرده و اظهار داشتند که بعد از سال‌های ۸۶-۱۳۸۰کاهش بیش از ۵۰ درصد در فراوانی این لارو دوکفه‌ای مشاهده شد. مطالعات Kamakin و Khodorevskaya (۲۰۱۸) نیز نشان داد، همبستگی منفی بین فراوانی شانه‌دار و لارو دوکفه‌ای در قسمت جنوب و شرق دریای خزر وجود دارد. در مطالعه حاضر لارو بارناکل، حضور فراوان و غالب در مقایسه با لارو دوکفه‌ای و نرئیس طی سال‌های ۹۲- ۱۳۷۵ داشته است (اشکال ۲، ۴ و ۶). میانگین فراوانی سالانه بارناکل در سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۸ در مقایسه با سایر سال‌ها بیش‌تر بوده است (شکل۴). علت افزایش فراوانی لارو بارناکل در سال‌های قید شده شکوفائی این مروپلانکتون در فصول بهار و زمستان در لایه سطحی آب بوده است (شکل ۵). بررسی‌های Hosseini (۲۰۱۱)، Bagirov (۱۹۸۹)، Bagheri (۲۰۱۲) و Mirzajani و همکاران(۲۰۱۶)نیز نتایج‌مشابهی‌را داشته‌اند. تغییرات فصلی فراوانی بارناکل تفاوت‌هائی را نشان داده است، به‌طوری‌که در

زمستان میزان آن کم (۱۸۰۰ عدد در مترمکعب) و در فصل بهار افزایش (فراوانی ۳۰۰۰ عدد در مترمکعب) نشان داده و در تابستان با کاهش فراوانی (کم‌تر از ۳۵۰ عدد در مترمکعب) مواجه بوده است، سپس در پائیز با افزایش مجدد فراوانی (۵۳۰ عدد در مترمکعب) در سال‌های ۹۲-۱۳۷۵ مشاهده گردید(شکل ۵). بارناکل‌ها به‌شدت تاثیر عوامل محیطی دمای آب و میزان نوترینت‌ها بوده است (Bagheri، ۲۰۱۲ و Mirzajani و همکاران، ۲۰۱۶)، و این تغییرات در فراوانی فصلی بارناکل‌ها می‌تواند ارتباط مستقیم با این پارامترهای غیرزیستی داشته باشد. یافته‌ها نشان داد، لارو نرئیس برخلاف بارناکل از فراوانی کم‌تر در سال‌های مورد مطالعه برخوردار بوده‌است، به‌طوری‌که بیش‌ترین فراوانی این موجود در سال‌های ۱۳۸۰ با میزان فراوانی ۱۵۵۰ عدد در مترمکعب مشاهده شد و این درحالی است که در سال‌های باقی‌مانده به‌جز ۸۹-۱۳۸۸ فراوانی نرئیس کم‌تر از ۳۰۰ عدد در مترمکعب بوده است (شکل ۶). افزایش دمای آب عامل محیطی بسیار مهم در افزایش تراکم این مروپلانکتون بوده به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۰ میانگین دمای آب سالانه ۲۲ درجه سانتی‌گراد بود که با مقایسه سال ۱۳۷۵ بیش از ۳ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است (Bagheri و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات Kasimov (۲۰۰۰)، در شمال‌غرب دریای خزر موید این‌موضوع بوده‌اند. پژوهش‌های Roohi و همکاران (۲۰۱۰) درخصوص فراوانی لارو نرئیس در جنوب‌شرقی دریای خزر افزایش تراکم نرئیس را نشان داد و بیان کرد پیکرهای شانه‌دار بعد از مرگ در بستر رسوب کرده و عامل اصلی در ایجاد منابع غذائی برای کرم‌ها به‌خصوص نرئیس محسوب می‌گردند. به‌علاوه این مطالعه نشان داد که شکوفائی نرئیس در فصول تابستان و پائیز زمانی‌که دمای آب بالا بوده در لایه سطحی و بالای لایه‌بندی حرارتی بوده است (شکل ۷). لازم به ذکر است که لایه‌بندی حرارتی (ترموکلاین) در جنوب دریای خزر فصول تابستان و اوایل پائیز از لایه ۲۰ متر تا عمق ۴۰ متر با کاهش بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد ایجاد می‌گردد (Bagheri و همکاران، ۲۰۱۱) که در پراکنش و فراوانی لارو نرئیس و سایر مروپلانکتون‌ها نیز تاثیرگذار است. با مقایسه توزیع عمودی فراوانی مروپلانکتون (بارناکل) در عمق ۵۰ متری ستون آب نشان داد، بیش‌ترین فراوانی بارناکل در لایه سطحی (۲۰ تا سطح آب) بوده است (شکل ۸). توزیع عمودی بارناکل همانند لارو نرئیس با دمای آب ارتباط مثبت داشته است که در مطالعات Bagheri (۲۰۱۲) و Roohi و همکاران (۲۰۰۸) نیز به آن اشاره شده است. در فصول بهار، تابستان و پائیز فراوانی این موجود در لایه سطحی آب بیش از ۸۰ درصد بوده است، در واقع بالای لایه ترموکلاین که دما مطلوب برای چرخه زندگی بارناکل می‌باشد (Harris و همکاران، ۲۰۰۰) و در فصل زمستان به‌دلیل کاهش دمای آب در لایه‌های سطحی، بارناکل‌ها به لایه عمیق مهاجرت کرده و در آن‌جا تا پایان زمستان با توجه به وجود غذای کافی مانده و تا بهار سال بعد به لایه‌های سطحی مهاجرت می‌نمایند. یافته‌ها نشان داد، فراوانی بارناکل و لارو نرئیس از ساحل(عمق ۵ متر) به طرف دریا (عمق ۵۰ متر) کاهش داشته است (اشکال ۹، ۱۰). بررسی‌های Nasrollahzadeh و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که غلظت نوترینت به‌دلیل ورود بار مواد مغذی از رودخانه‌ها در سواحل جنوب دریای خزر به بیش‌ترین میزان بوده است و این روند از ساحل به دریا کاهش می‌یابد. هم‌چنین فراوانی مروپلانکتون‌در دریای خزر همبستگی مثبت بامیزان غلظت نوترینت داشته است(Bagheri،۲۰۱۲). بنابراین کاهش پلکانی بارناکل و لارو نرئیس در مطالعه حاضر ارتباط با روند نوسانات عوامل محیطی در دریا داشته است. البته شایان ذکر است که توزیع افقی فراوانی لارو دوکفه‌ای (شکل ۱۱) از ساحل به دریا کمی متفاوت بوده هرچند که حداقل فراوانی لارو دوکفه‌ای همانند سایر مروپلانکتون‌های یاد شده در عمق ۵۰ متر مشاهده شد (شکل ۱۱). علت این تفاوت همان‌طورکه ذکر شده بود مربوط به شکوفائی لارو دوکفه‌ای در سال ۱۳۷۵ در فصل پائیز بوده که فراوانی دوکفه‌ای را چند صد برابر افزایش داده بود (شکل ۳). این بررسی پراکنش مکانی و فصلی مروپلانکتون غالب را در جنوب‌غربی دریای خزر طی سال‌های ۹۲- ۱۳۷۵ نشان داد. مقایسه تغییرات فراوانی مروپلانکتون سال‌های متمادی برای اولین بار ارزیابی گردید. گروه‌های غالب مروپلانکتون لاروهای دوکفه‌ای، بارناکل و نرئیس بوده‌اند. فراوانی جامع مروپلانکتون به‌جز لارو دوکفه‌ای از سال‌های بعد از ۱۳۸۰ افزایش داشته است. شکوفائی بارناکل‌ها در فصول زمستان و بهار بوده است. بیش‌ترین فراوانی لارو نرئیس در ماه‌های گرم (تابستان و اوایل پائیز) مشاهده شد و هم‌چنین بیش‌ترین فراوانی لارو دوکفه‌ای در بهار و پائیز ثبت شد. بالاترین پراکنش مروپلانکتون در نواحی ساحلی(عمق ۵ تا ۲۰ متر) و لایه‌های سطحی دریا (بین لایه سطح آب و عمق ۲۰ متر) بود. تغییرات مکانی و زمانی مروپلانکتون تحت تاثیر دمای آب و بار مواد مغذی رودخانه‌های جنوب دریای خزر و فعالیت‌های انسانی بوده است. برای مطالعات آینده اثرات یوتریفیکاسیون، آلودگی‌ها محیطی و تغییرات اقلیم باید مدنظر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه در قالب پروژه مصوب در پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی- بندرانزلی انجام گردید، لذا از ریاست محترم موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی و هم‌چنین از همکاران محترم بخش اکولوژی به‌دلیل کمک‌های ایشان طی مدت مطالعه قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **روحی، ا. ۱۳۸۶.** بررسی جامع اکولوژیک امکان کنترل جمعیت شانه‌دار مهاجم دریای خزر، فعالیت‌بررسی پراکنش و فراوانی شانه‌دار در سواحل ایرانی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۶۰ صفحه.

۲. **روشن‌طبری، م.؛ تکمیلیان، ک.؛ سبک‌آرا، ج.؛ روحی، ا. و رستمیان. م.، ۱۳۸۲.** بررسی پراکنش زئوپلانکتون‌ها در حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۲، شماره ۳، صفحات ۸۳ تا ۹۶.

۳. **APHA. 2005.** Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Washington, D.C: American public health association publication. 1193 P.

۴. **Bagheri, S., 2006.** Study of stomach contents of ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Iranian waters of Caspian Sea (Guilan waters). Iran Journal of Fisheries Sciences. Vol. 14, No. 4, pp: 1-16.

۵. **Bagheri, S.; Mansor, M.; Makaremi, M.; Mirzajani A.R.; Babaei, H.; Negarestan, H. and Wan Maznah, W.O., 2010.** Distribution and composition of phytoplankton in the southwestern Caspian Sea during 2001-2002, a comparison with evious surveys. World Journal of Fish and Marine Sciences. Vol. 2, No. 5, pp: 416-426.

۶. **Bagheri, S.; Mansor, M.; Marzieh, M.; Sabkara, J.; Mirzajani, A.; Khodaparast, S.H.; Negaresatan, H.; Wan Maznah, W.O.; Ghandi, A., Z. and Khalilpour, A., 2011.** Fluctuations of Phytoplankton Community in the Coastal waters of Caspian Sea in 2006. American Journal of Applied Sciences. Vol. 8, No. 12, pp: 1328-1336.

۷. **Bagheri, S., 2012.** Ecological assessment of plankton and effect of alien species in the south-western Caspian Sea. PhD thesis. Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia. 233 p.

۸. **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. Vol. 11, No. 4, pp: 732-754.

۹. **Bagheri, S.; Niermann, U.; Mansor, M. and Yeok, S.W., 2014. Biodiversity, distribution and abundance of** zooplankton in the Iranian waters of the Caspian Sea off Anzali during 1996-2010. The Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Vol. 94, No. 1, pp: 129-140.

۱۰. **Bagirov, R.M., 1989.** The Azov and Black Sea species introduced to the Caspian benthos and biofouling. Doctoral dissertation, University of Baku. 158 p.

۱۱. **Birshtain, Y.A.; Vinogradova, L.G.; Kondakov, N.N.; Koon, M.S.; Astakhova, T.V. and Romanova, N.N., 1968.** Invertebrait Atlas Caspian Sea. Moscova: Industry food publisher. 610 p.

۱۲. **Dumont, H.J., 1998.** The Caspian Lake: History, biota, structure, and function. Limnol Oceanogr. Vol. 43, pp: 44-52.

۱۳. **Fallahi, M., 1993.** Plankton survey in the southern part of the Caspian Sea. Iran Journal of Fisheries Sciences. Vol. 4, pp: 19-38.

۱۴. **Harris, R.P.; Wiebe, P.H.; Lenz, J. and Skjoldal, H.R., 2000.** Zooplankton methodology manual. Printed in Great Britain: Academic Press. 684 p.

۱۵. **Hosseini, A., 2011.** Hydrology and hydrobiology of the southern Caspian Sea. Iraninan Fisheries Research Organization. Tehran, Iran: IFRO publisher. 296 p.

۱۶. **IFGO. 2003.** Culture of geography Iran Rivers and the Caspian Sea catchment. Tehran, Iran: Iranian force power geography organization publisher. 312 p.

۱۷. **Jafari, N., 2009.** Ecological integrity of wetland, their functions and sustainable use. Journal of Ecology and Natural Environmen. Vol. 1, No. 3, pp: 45-54.

۱۸. **Kamakin, A.M. and Khodorevskaya, R.P., 2018.** Impact of the Alien Species *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 on Fish of the Caspian Sea. Inland Water Biology. Vol. 11, No. 2, pp: 173-178.

۱۹. **Kasimov, A., 2000.** Methods of monitoring in Caspian Sea. Baku, Azerbaijan: QAPP–POLIQRAF. 57 p.

۲۰. **Kideys, A.E.; Roohi, A. and Bagheri, S., 2001.** Monitoring *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea waters of Iran. Final report prepared for the Caspian environment programme, Baku, Azerbaijan: CEP publisher. 15 p.

۲۱. **Kosarev, A.N. and Yablonskaya, E.A., 1994.** The Caspian Sea. Russia: SPB Academic publisher. 259 p.

۲۲. **Laloei, F., 2002.** Caspian Sea investigation of hydrology and hydrobiology (Iranian coast, 10 m depth). Iranian Fisheries Research Organization. Tehran, Iran: IFRO publisher. 392 p.

۲۳. **Mirzajani, A.; Hamidian, A.; Bagheri, S. and Karami, M., 2016.** Possible effect of *Balanus improvisus* on *Cerastoderma glaucum* distribution in the south-western Caspian Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Vol. 96, No. 5, pp: 1031-1040.

۲۴. **Nasrollahzadeh, H.S., 2009.** The study of *Nodularia spumigena* bloom event in the Southern Caspian Sea. Applied Ecology and Environmental Research. Vol. 9, No. 2, pp: 141-155.

۲۵. **Pourang, N.; Eslami, F.; Nasrollahzadeh Saravi, H. and Fazli, H., 2016.** Strong biopollution in the southern Caspian Sea: the comb jelly *Mnemiopsis leidyi* case study. Biological Invasions. Vol. 18, No. 8, pp: 2403-2414.

۲۶. **Roohi, A., 1993.** Study of distribution and seasonal of Copepoda in the southern Caspian Sea. Iran Journal of Fisheries Sciences. Vol. 3, No. 3, pp: 53-56.

۲۷. **Roohi, A.; Yasin, Z.; Kideys, A.E.; Hwai, A.T.; Khanari, A.G. and Eker-Develi, E., 2008.** Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the Southern Caspian Sea. Marine Ecology. Vol. 29, No. 4, pp: 421-434.

۲۸. **Roohi, A.; Kideys, A.E.; Sajjadi, A.; Hashemian, A.; Pourgholam, R.; Fazli, H.; Khanari, A.G. and Eker, E., 2010.** Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Biological Invasions. Vol. 12, No. 7, pp: 2343-2361.

۲۹. **Ruttner-Kolisko, A., 1974.** Plankton Rotifera biology and taxonomy. Stuttgardt, Germany: E. Schweizerbart, Verlagsbuchhandlung. 146 p.

۳۰. **Sabkara, J. and Makaremi, M., 2007.** Identification of Cladocera in the Caspian Sea. Iran Journal of Fisheries Sciences. Vol. 15, No. 2, pp: 1-14.

۳۱. **UNEP. 2006.** The Caspian Sea, GIWA Regional Assessment 23. University of Kalmar, Kalmar, Sweden. 26 p.