

تغییر ساختار زئوپلانکتون ها و افزایش فراوانی ژله فیش ها در منطقه ساحلی بوشهر - دلووار

محسن نوری نژاد^{۱*}، سهیلا امیدی^۱، غلامحسین دلیرپور^۱، جمشید محمدنژاد^۱، هوشنگ انصاری^۲

* m.noorinezhad@gmail.com

۱- پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

۲- پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۶

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۶

چکیده

به منظور بررسی تغییرات حاصل از توسعه و تغییرات آب و هوایی بر جوامع زیستی، تراکم و ترکیب گروه های مختلف زئوپلانکتونی، منطقه حد فاصل بندر بوشهر تا بندر دلووار مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق به صورت فصلی از تابستان ۱۳۹۴ تا بهار ۱۳۹۵ در اعماق کمتر از ۱۰ متر جفره، جلالی، دستک، سرتل، هلیله، بندرگاه، نیروگاه، بوشهر، پیازی و دلووار به کمک تورپلانکتون گیری با چشمه ۱۰۰ میکرون انجام شد. در مجموع ۴۰ گروه پلانکتونی متعلق به ۸ شاخه جانوری شناسایی گردید. سخت پوستان با میانگین سالانه فراوانی حدود ۳۷/۶۶ درصد از کل نمونه ها، غالب ترین گروه زئوپلانکتون ها را تشکیل می دادند. ژله فیش ها شامل گروه های پلانکتونی، مرجانیان، شانه داران و سالپ ها مقدار ۱۶/۱۱ درصد از تعداد کل نمونه ها را شامل می شدند که در مقایسه با مقادیر ثبت شده قبلی گویای افزایش معنی داری در سطح منطقه طی ۴ دهه اخیر می باشد. میانگین سالانه میزان تراکم $10577/5 \pm 5512/69$ عدد در متر مکعب و شاخص تنوع گونه ای شانون-وینر زئوپلانکتون $2/44 \pm 0/218$ برآورد گردید. بیشترین میزان تراکم در ایستگاه های سرتل با میانگین 21250 ± 13874 عدد در متر مکعب و کمترین آن در ایستگاه دلووار با میانگین 4388 ± 3075 عدد در متر مکعب بود. همچنین بیشترین و کمترین میزان تراکم و تنوع گونه ای بترتیب در فصل های تابستان و زمستان ثبت گردید. میزان ضریب همبستگی بین نوسانات دما با میانگین شاخص های زیستی تراکم و تنوع گونه ای شانون-وینر بترتیب $0/665 (P < 0/34)$ و $0/91 (P < 0/09)$ محاسبه شد. مقایسه یافته های این تحقیق با یافته های قبلی، گویای آن است که ساختار جوامع زئوپلانکتونی خلیج فارس بخصوص در آب های ساحلی بوشهر تا دلووار، تحت تاثیر فشارهای مختلف طبیعی و انسانی از جمله افزایش دما و مواد مغذی تغییرات محسوسی شامل افزایش تراکم، کاهش تنوع و تغییر ترکیب گونه ای داشته است.

کلمات کلیدی: زئوپلانکتون، تنوع گونه ای، ژله فیش، بوشهر، خلیج فارس

* نویسنده مسئول

مقدمه

ساختار جوامع مختلف زئوپلانکتونی همانند دیگر جوامع آبی متاثر از عوامل مختلف طبیعی و انسانی است. ترکیب گونه ای و شاخص های اکولوژیک جوامع زئوپلانکتونی علاوه بر تبیین بیشتر سطوح زنجیره غذایی، نمایانگر تاثیر عوامل مختلف طبیعی و انسانی بر اکوسیستم های مختلف است (Richardson *et al.*, 2013).

سرعت بالای توسعه اقتصادی و اجتماعی و بهره برداری زیاد از منابع در کنار شرایط سخت اقلیمی، بطورکلی خلیج فارس را در معرض بحران های متعددی از جمله نوسانات زیاد دمای آب، محدودیت تبادلات آب، محدودیت ورود آب شیرین، افزایش میزان شوری، افزایش مواد مغذی قرار داده است (Grasshoff, 1976; MOOPAM, 2010; Sale *et al.*, 2010). ادامه این موارد در کنار روند افزایشی گرمایش زمین، خلیج فارس و به خصوص آب های استان بوشهر را با تشدید مشکلات متعدد زیست محیطی از جمله از بین رفتن زیستگاه های ساحلی، مرگ و میر ماهیان، کشند قرمز و شکوفایی ژله فیش ها مواجه کرده است. هر چند شواهد فوق، گویای تاثیر این فرآیندهای طبیعی و انسانی بر جوامع زیستی خلیج فارس می باشد (Sale *et al.*, 2010) اما اکنون از روند پاسخ و تغییرات جوامع زیستی از جمله زئوپلانکتون ها اطلاعات محدودی موجود است. نظر به اهمیت ساختار زئوپلانکتون ها در شبکه غذایی اکوسیستم های آبی و پایش های زیست محیطی، در این تحقیق ساختار جوامع پلانکتونی منطقه بوشهر تا دلوار با هدف ثبت شرایط موجود و بررسی روند تغییرات آن طی چند دهه اخیر مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار

این تحقیق طی ۴ فصل متوالی از تابستان ۱۳۹۴ تا بهار ۱۳۹۵ در ۱۰ ایستگاه انتخابی شامل جفره، جلالی، دستک، سرتل، هلیله، نیروگاه، بندرگاه، بوشهر، پیازی و دلوار در حد فاصل بندر بوشهر تا بندر دلوار در عمق های ۵ تا ۱۰ متر به شرح شکل (۱) انجام گردید. نمونه برداری به کمک تورپلانکتون گیری با چشمه ۱۰۰ میکرون و جریان سنج هیدروبیوس و بر اساس (Smith

(Richardson, 1977) انجام شد. در آزمایشگاه کلیه نمونه ها به کمک کلیدهای معتبر از جمله (Todd and Laverack, 1991; Smith and Johnson, 1996; Chihara and Murano, 1997; Al-Yamani *et al.*, 2011) و با استفاده از میکروسکوپ اینورت نیکون مدل Ti-S شناسایی و شمارش گردیدند.



شکل ۱: نقشه منطقه و موقعیت ایستگاه های مورد بررسی
Figure 1: Map of the studied region and sampling stations

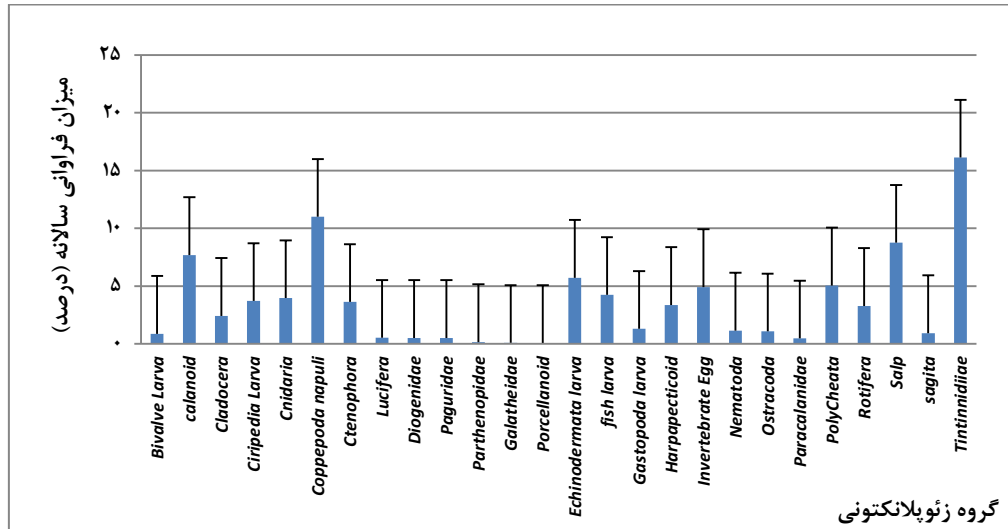
به منظور محاسبه تنوع گونه ای شانون- وینر از رابطه زیر استفاده گردید که در آن H شاخص تنوع گونه ای شانون- وینر، Pi فراوانی نسبی هر تاکسون در جامعه و S تعداد تاکسون در جامعه می باشد (Michael, 1984).

$$H = -\sum^s (P_i) (\ln P_i)$$

همچنین مقایسه میانگین های دما، تراکم و تنوع گونه ای زئوپلانکتون ها در ایستگاه ها و فصول مختلف با نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ و انجام آزمون های آنالیز واریانس و محاسبه ضریب همبستگی دو طرفه پیرسون با (Michael, 1984) انجام گردید ($P < 0.05$).

نتایج

در مجموع ۴۰ گروه زئوپلانکتونی متعلق به ۸ شاخه جانوری با توجه به میزان درصد فراوانی شامل، بندپایان، کرم های حلقوی، مرجانیان، شانه داران، نماتودها، طناب داران، خارتنان، روتیفرها، نرم تنان، کرم های پیکانی و جانوران تک سلولی شناسایی گردید (شکل ۲).



شکل ۲: درصد فراوانی گروه های مختلف زئوپلانکتونی در محدوده آب های بوشهر- دلوار، ۱۳۹۵-۱۳۹۴
 Figure 2: Zooplankton Different groups Abundance (%) in Bushehr- Delvar region, 2015-2016

گردید. سالپ ها در دو فصل پائیز و زمستان بترتیب با تراکم 4993 ± 967 و 40 ± 23 عدد در مترمکعب، دارای بیشترین و کمترین میزان تراکم بودند. از لحاظ حجمی، بجز فصل زمستان در سایر فصل ها، ژله فیش ها بیش از ۹۵ درصد از حجم زئوپلانکتون ها را تشکیل می دادند. میانگین حجمی نمونه های مرجان ها، شانه داران و سالپ ها بترتیب $10/25 \pm 6/23$ ، $5/12 \pm 3/54$ و $6/43 \pm 2/83$ سانتیمتر مکعب اندازه گیری شد. برخی از نمونه های مرجان ها بیش از ۱۰۵ سانتیمترمکعب حجم داشتند.

میانگین سالانه فراوانی لارو ماهیان از شاخه کوردات ها، حدود $4/23$ درصد از کل نمونه ها بوده است. طی این تحقیق، از گروه کرم های حلقوی، فقط مراحل لاروی آنها با میانگین فراوانی سالانه $5/05$ درصد، شناسایی و شمارش گردید. بیشترین میانگین فصلی این آبزیان با $6/93$ درصد در فصل بهار مشاهده گردید. میانگین درصد فراوانی گروه های خارتنان، روتیفرها، نرمتنان، ساژیتاها، نماتودها و دیگر بی مهرگان به غیر از ژله فیش ها، بترتیب $5/72$ ، $3/28$ ، $2/23$ ، $0/92$ ، $1/15$ و $4/90$ درصد محاسبه گردید.

میانگین سالانه میزان تراکم زئوپلانکتون ها $10577/5 \pm 5512/69$ عدد در هر مترمکعب برآورد گردید. دو فصل زمستان و تابستان بترتیب با 2345 و 15331 101

سخت پوستان با چهار رده Copepoda، Decapoda، Cirripedia و Ostracoda از شاخه بندپایان با میانگین فراوانی سالانه حدود $37/66$ درصد از کل نمونه ها، غالب ترین گروه زئوپلانکتون ها را تشکیل دادند. گروه های مختلف پاروپایان شامل کالانویدها، هارپاکتوکوئیدها و سیکلوپوئیدها با میانگین فراوانی $20/91$ درصد از کل نمونه ها بیشترین میزان فراوانی را داشتند. گروه دکاپودها شامل خانواده های Diogenidae، Luciferidae، Porcellanidae و Galatidae، Parthenopidae، Paguridae بترتیب دارای فراوانی سالانه ای حدود $0/30$ ، $0/26$ ، $0/34$ ، $0/01$ و $0/02$ درصد بودند.

مجموع میانگین تراکم سالانه ژله فیش ها شامل گروه های پلانکتونی مرجانیان، شانه داران و سالپ ها در آب های مورد تحقیق، 2719 ± 3578 عدد در مترمکعب و با میانگین فراوانی سالانه $16/11$ درصد، محاسبه گردید. میانگین سالانه فراوانی هر یک از این گروه ها بترتیب $3/96$ ، $3/51$ و $8/64$ درصد محاسبه گردید.

بیشترین و کمترین تراکم مرجانیان بترتیب $893/33 \pm 423$ و $146/66 \pm 106$ عدد در مترمکعب در فصل های تابستان و زمستان به ثبت رسید، در همین فصول بیشترین و کمترین تراکم شانه داران با میانگین های 913 ± 649 و 290 ± 229 عدد در مترمکعب ثبت

آزمون آنالیز واریانس گویای عدم اختلاف معنی‌دار آن در کل منطقه مورد نمونه‌برداری می‌باشد. در بعد زمانی، آزمون فوق گویای اختلاف معنی‌دار ($P < 0/05$) میزان میانگین‌های دما، تنوع گونه‌ای شانون-وینر و تراکم زئوپلانکتون‌ها در فصل‌های زمستان و تابستان است. میزان ضریب همبستگی بین نوسانات دما با میانگین شاخص‌های زیستی تراکم و تنوع گونه‌ای شانون-وینر بترتیب $0/665 < P < 0/34$ و $0/91 < P < 0/09$ محاسبه شد.

بحث

مقایسه میانگین میزان تراکم و میانگین تنوع گونه‌ای شانون-وینر در بعد زمانی گویای آن است که میانگین میزان تراکم و تنوع گونه‌ای شانون-وینر در فصل زمستان با دیگر فصول به خصوص تابستان کاهش معنی‌دار داشته است. از طرف دیگر میزان همبستگی بین نوسانات دما و تراکم و همچنین دما با تنوع گونه‌ای شانون-وینر گویای تاثیر مستقیم دما بر روند شکوفایی گروه‌های مختلف زئوپلانکتونی در منطقه می‌باشد. تاثیر فرآیند دما بر جوامع زیستی در دیگر مطالعات انجام شده در سطح منطقه نیز گزارش شده است (Abedi, 2015; Mokhayer *et al.*, 2017).

مقایسه میانگین‌های سالانه میزان تراکم و همچنین مقایسه میانگین‌های سالانه تنوع گونه‌ای شانون-وینر در ایستگاه‌های مختلف گویای کاهش معنی‌دار شاخص‌های تنوع گونه‌ای و تراکم در ایستگاه دلوار نسبت به ایستگاه‌های هلیله و سرتل می‌باشد. افزایش مواد مغذی و به دنبال آن شکوفایی فیتوپلانکتون‌ها در کنار سرعت جریان آب، از فرآیندهای موثر در شکوفایی زئوپلانکتون‌ها محسوب می‌شوند (Nybakken, 2001; Wang *et al.*, 2011). ایستگاه‌های هلیله و سرتل در منطقه ای خلیج مانند قرار داشته و روزانه متاثر از فاضلاب‌های شهری بوشهر و نیروگاه اتمی می‌باشند. در چنین شرایطی حاصلخیزی و شکوفایی نسبی زئوپلانکتون‌ها قابل انتظار است.

مقایسه نتایج حاصل از این تحقیق و دیگر تحقیقات مشابه در سال‌های اخیر با نتایج ثبت شده در دو تحقیق

عدد در مترمکعب کمترین و بیشترین میزان تراکم را داشتند (جدول ۱). ایستگاه‌های سرتل و دلوار بترتیب با 13874 ± 2125 و $4387/5 \pm 3075$ عدد در مترمکعب، دارای کمترین و بیشترین میزان تراکم زئوپلانکتونی طی این تحقیق بودند. میانگین سالانه میزان شاخص تنوع شانون-وینر زئوپلانکتون‌ها در منطقه مورد بررسی $2/44 \pm 0/218$ محاسبه گردید. جدول ۱ گویای آن است که دو فصل زمستان و تابستان بترتیب با میانگین سالانه $1/88$ و $2/80$ دارای کمترین و بیشترین میزان تنوع گونه‌ای بوده‌اند. طی این تحقیق دو ایستگاه جفره و سرتل بترتیب با میانگین سالانه $2/64$ و $1/94$ ، دارای بیشترین و کمترین میزان تنوع گونه‌ای بودند.

جدول ۱: میانگین میزان دمای آب (درجه سانتی‌گراد)، تراکم (تعداد در مترمکعب) و تنوع گونه‌ای شانون-وینر زئوپلانکتونی آب‌های ساحلی محدوده بوشهر-دلوار، ۹۵-۱۳۹۴

Table 1: Average amount of water temperature ($^{\circ}\text{C}$) zooplankton density (N/m^3), Shannon-Wiener diversity index in the coastal waters of Bushehr-Delvar, 2015-2016.

فصل	شاخص‌های آماری	تراکم (تعداد در مترمکعب)	دمای آب (درجه سانتیگراد)	تنوع گونه‌ای شانون
تابستان	میانگین	15231^a	$34/93^a$	$2/80^a$
	انحراف معیار	۱۱۵۳۲	۱/۱۰	۰/۳۴
پاییز	میانگین	13328^a	$20/19$	$2/36^a$
	انحراف معیار	۴۵۲۷	۰/۹۰	۰/۲۰
زمستان	میانگین	2345^b	$18/65^b$	$1/88^b$
	انحراف معیار	۹۳۱	۰/۵۰	۰/۴۳
بهار	میانگین	11295^a	$30/25^a$	$2/72^a$
	انحراف معیار	۵۸۷۷	۰/۸۰	۰/۲۴
میانگین سالانه		۱۰۵۷۷	۲۶/۰۱	۲/۴۴

* حروف متفاوت (a و b) در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد.

میانگین سالانه میزان دمای آب برابر با $26/01$ درجه سانتی‌گراد محاسبه و ثبت گردید. در دو فصل زمستان و تابستان بترتیب با $18/65$ و $34/93$ درجه سانتی‌گراد، کمترین و بیشترین میزان دما مشاهده شد. مقایسه میزان نوسانات این شاخص در ایستگاه‌های مختلف به کمک

پلانکتونی در سواحل بوشهر تا دلوار محدوده نیروگاه بوشهر و همچنین در سواحل عربی خلیج فارس گویای تغییراتی در میزان میانگین تراکم، تنوع گونه ای و ترکیب گونه ای می باشد. در این تحقیق میزان تراکم سالانه زئوپلانکتون بطور میانگین $10577/50 \pm 5512/69$ عدد در هر مترمکعب برآورد گردید. ایزدپناهی در سال ۱۳۸۳ میانگین تراکم سالانه زئوپلانکتون‌ها در آب‌های استان بوشهر را ۹۰۰۰ عدد در مترمکعب گزارش نمود. در مطالعه ای مشابه در سواحل دیر در بیرون خور بردستان، کمترین و بیشترین میزان تراکم در فصل‌های زمستان و تابستان بترتیب ۹۷۵۷ و ۲۲۷۱۸ عدد در مترمکعب گزارش شده است (Abdi, 2015).

با توجه به موارد مذکور فوق به رغم تفاوت زیستگاه‌ها، در سال‌های اخیر نوسانات شاخص تراکم ثبت شده زئوپلانکتون‌ها در منطقه آب‌های استان بوشهر بیش از ۱۰۰۰۰ عدد در متر مکعب گزارش می شود. در حالی که در مطالعات انجام شده در سال ۱۳۵۵ در محدوده بوشهر تا دلوار، میانگین میزان تراکم 1743 ± 1916 عدد در مترمکعب محاسبه شده است. بیشترین و کمترین میانگین میزان تراکم بترتیب ۳۴۹۰ و ۶۶۰ عدد در مترمکعب در فصل‌های تابستان و زمستان ثبت شده است (Eco-Zist, 1980). مقایسه مقادیر ثبت شده شاخص تراکم زئوپلانکتونی در این دو محدوده زمانی گویای آن است که میزان این شاخص افزایش معنی داری در حدود ۱۰ برابر داشته است. از طرف دیگر میانگین میزان سالانه شاخص تنوع گونه ای شانون وینر در این تحقیق، $2/44 \pm 0/22$ محاسبه گردید. میزان این شاخص همچنین در سواحل بوشهر، $1/36 \pm 0/43$ گزارش گردیده است (Mokhayer et al., 2017). در دهانه خور مصب فراکه میزان شاخص تنوع $3/02$ با انحراف معیار $0/20$ محاسبه شده است (پولادی و همکاران، ۱۳۹۲). در سال ۱۳۵۵ میانگین، حداکثر و حداقل میزان شاخص تنوع گونه ای شانون- وینر در منطقه مورد بررسی بترتیب $3/35$ ، $3/96$ و $2/20$ محاسبه شده است. اطلاعات فوق گویای آن است که شاخص تنوع گونه ای شانون- وینر، طی حدود ۴۰ سال کاهش محسوسی داشته است. افزایش میزان شاخص تراکم

هم زمان با کاهش میزان شاخص تنوع گویای تاثیر فشارهای مختلف محیطی حاصل از فعالیت انسان و طبیعت بر جوامع زیستی مورد مطالعه می باشد (Michael, 1984). دیگر مطالعات اکولوژیک بر روی جوامع پلانکتونی و بنتیک انجام شده در منطقه از جمله (سراجی، ۱۳۷۹؛ Sale et al., 2013; Nourinezhad et al., 2017 Mokhayer et al., 2010) نیز حاکی از تاثیر استرس‌های ناشی از تغییرات طبیعی و انسانی بر محیط زیست دریایی منطقه می باشد.

درصد فراوانی سخت پوستان در منطقه بوشهر- دلوار برابر با 80% (Eco-Zist, 1980)، شمال و جنوب خور کویت بترتیب برابر $88/6\%$ و $78/2\%$ (Michel et al., 1986 a, b) گزارش شده است. در مطالعه حاضر، سخت پوستان غالب ترین گروه زئوپلانکتونی، با چهار رده Decapoda، Copepoda، Cirripedia و Ostracoda در مجموع $39/42$ درصد از کل نمونه‌ها را تشکیل دادند که گویای کاهش محسوس تراکم این گروه از آبزیان نسبت به دیگر گروه‌های زئوپلانکتونی است. از سوی دیگر در این تحقیق شانه داران، مرجانیان و سالپ‌ها بترتیب $3/96$ ، $3/51$ و $8/64$ درصد از تعداد کل نمونه‌ها را تشکیل دادند. در حالی که میزان فراوانی مرجانیان و سالپ‌ها در بررسی اثرات زیست محیطی نیروگاه بر محیط زیست در منطقه بوشهر تا دلوار، بترتیب کمتر از $1/0$ و $1/5$ درصد محاسبه شده و از گروه شانه داران نمونه ای گزارش نگردیده است (Eco-Zist, 1980). همچنین در سواحل جنوبی خور کویت، میزان فراوانی مرجانیان، شانه داران و سالپ‌ها بترتیب $0/20$ ، $0/1$ و $7/50$ درصد و در سواحل شمالی خور کویت، بترتیب کمتر از $0/10$ ، $0/10$ و $7/10$ درصد محاسبه شده است (Michel et al., 1986 a,b). مقایسه مقادیر ثبت شده در این تحقیق با مقادیر گزارش شده طی ۴۰ سال گذشته گویای افزایش تراکم و درصد فراوانی ژله فیش‌ها در منطقه می باشد، به طوریکه گروه شانه داران که در نمونه برداری‌های سال ۱۳۵۵ غیر قابل تشخیص بوده، در سال ۱۳۹۴، $3/96$ درصد از کل نمونه‌ها را تشکیل می دهد. روند تغییرات جوامع پلانکتونی طی این سال‌ها به نحوی است که می توان آثار آن را در آمار و

ترکیب صید آبزیان درشت و گشت‌های تحقیقاتی با تور تورال کف نیز مشاهده نمود. از سال ۱۳۸۱ در گشت‌های پروژه پایش ذخیره میگوی ببری سبز در تمامی عمق‌های ۳۵-۵ متر در محدوده آب‌های استان بوشهر، ژله فیش‌ها بخش قابل توجهی از صید را تشکیل می‌دهند، بطوریکه در برخی از تور اندازی‌ها، وزن ژله فیش‌ها بیش از ۴ تن در یک ساعت تورکشی، گزارش شده است (مبرز، ۱۳۸۹؛ حق شناس و همکاران، ۱۳۹۲). در تحقیق دیگری در منطقه شمال غرب خلیج فارس، تراکم ژله فیش‌های بزرگ در صیدگاه‌ها، تا حدود ۲۸۱۱ عدد در کیلومتر مربع محاسبه شده است (دهقان مدیسه و همکاران، ۱۳۹۰). با افزایش تراکم ژله فیش‌ها در منطقه، صید تجاری این آبزیان در استان خوزستان آغاز گردید. با توجه به آمار صید آبزیان شیلات استان خوزستان، میانگین میزان صید سالانه ژله فیش‌ها طی سال‌های ۹۵-۱۳۸۶، حدود ۲۵۸۰ تن برآورد شده است (انصاری، ۱۳۹۶). شواهد فوق‌گویی تغییر ساختار زئوپلانکتون‌ها و به دنبال آن تأثیر بر ترکیب صید آبزیان در منطقه شمال غرب خلیج فارس می‌باشد. بررسی منابع گوپای آن است که شکوفایی ژله فیش‌ها پدیده‌ای فرا منطقه‌ای است. در سواحل چین و ژاپن تاکنون بیش از ۲۰۰۰ گونه با غالبیت *Nemopilema nomurai* شناسایی شده است، در شرق چین و دریای زرد، صید این آبی طی سال‌های ۲۰۰۳-۲۰۰۰ حدود ۲۵۰ درصد افزایش یافت (Dong et al., 2010). هر چند تعیین مکانیسم‌های موثر در شکوفایی ژله فیش‌ها مشکل می‌باشد ولی به نظر می‌رسد که چندین عامل انسانی از جمله؛ صید بی‌رویه (Purcell and Arai, 2001)، افزایش مواد مغذی (Lo and Chen, 2008)، سازه‌های دریایی (Hoover and Purcell, 2009) و تغییرات آب و هوایی (Brodeur et al., 2008) در این فرآیندها موثر می‌باشند. بررسی منابع موجود گوپای آن است که خلیج فارس نیز با روند افزایشی مواد مغذی، کلروفیل *a*، تخریب زیستگاه‌ها به خصوص مرداب‌های نمکی، جنگل‌های حرا، مناطق مرجانی، جلبکی و علفی مواجه بوده است (امیدی، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۶؛ فاطمی و عبایی، ۱۳۸۲؛ MOOPAM, 2010; Grasshoff, 1976). در چنین

شرایطی تغییر اکوسیستم در راستای سازش با استرس‌های به وجود آمده همانند دیگر منابع آبی قابل انتظار می‌باشد.

با توجه به موارد فوق، ساختار زئوپلانکتون‌های خلیج فارس طی چند دهه گذشته تغییرات محسوسی شامل افزایش تراکم و کاهش شاخص تنوع گونه‌ای زئوپلانکتون‌ها، کاهش فراوانی سخت‌پوستان و افزایش تراکم ژله فیش‌ها داشته است. این تغییرات می‌تواند در راستای سازش با فشارهای طبیعی و غیرطبیعی موجود در منطقه از جمله روند تغییر کاربری زیستگاه‌ها، افزایش میزان دما و مواد مغذی باشد.

منابع

- امیدی، س.، ۱۳۸۰. بررسی پسابهای مزارع پرورش میگو در منطقه حله بوشهر و اثرات احتمالی آن بر محیط زیست دریایی (سال ۱۳۷۷). مجله علمی شیلات ایران، ۱۰ (۳): ۱۳ تا ۳۴.
- امیدی، س.، ۱۳۸۶. بررسی اثرات متقابل آبی پروری بر محیط زیست دریایی در مناطق پرورش میگوی حله و مند بوشهر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۶۷ ص.
- انصاری، ه.، ۱۳۹۶. میزان صید ژله فیش‌ها در آب‌های خوزستان. بخش مدیریت ذخایر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۰ ص.
- پولادی، م.، فرهادیان، ا.، وزیر زاده، ا. و نوری نژاد، م.، ۱۳۹۲. تنوع زیستی جامعه زئوپلانکتونی در مصب رودخانه حله بوشهر، خلیج فارس. فصل‌نامه علوم فنون شیلات، ۲ (۱): ۲۵-۴۱.
- حق شناس، آ.، محمد نژاد، ج. و کاویانی، ع.، ۱۳۹۲. بررسی شکوفایی ژله فیش‌ها در سواحل استان بوشهر. بخش اکولوژی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۸ ص.
- دهقان مدیسه، س.، کوچک زاده، ع.، موسوی ده موردی، ل. و میاحی، ی.، ۱۳۹۰. ژله فیش‌های سواحل خوزستان و نقش آنها در تغییرات جمعیت

- species, causes and consequences. *Marine Pollution Bulletin*, 60:954–963. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2010.04.022.
- Eco-Zist Consulting Engineers. 1980.** Iran 1 and 2 Environmental Report. Atomic energy Organization of Iran.
- Grasshoff, K., 1976.** Review on hydrographical and productivity conditions in the Gulf region. *UNESCO tech. pap. Mar. sci.* 26:39-62.
- Hoover, R. A. and Purcell, J. E., 2009.** Substrate preferences of scyphozoan *Aurelia labiata* polyps among common dock-building materials. *Hydrobiologia*, 616:259–267. DOI: 10.1007/s10750-008-9595-6.
- Lo, W.T. and Chen, I.L., 2008.** Population succession and feeding of scyphomedusae, *Aurelia aurita*, in a eutrophic lagoon in Taiwan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76:227–238. DOI: 10.1016/j.ecss.2007.07.015.
- Lo, W.T., Purcell, J.E., Hung, J.J., Su, H.M. and Hsu, P.K., 2008.** Enhancement of jellyfish (*Aurelia aurita*) populations by extensive aquaculture rafts in a coastal lagoon in Taiwan. *ICES Journal of Marine Science*, 65:453–461. DOI:10.1093/icesjms/fsm185.
- Michael, p., 1984.** *Ecological Methods for Field and Laboratory Investigations.* Currently at Department of Biology. Purdue University. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited. New Delhi. 404p.
- Michel, H.B.; Behbehani, M. and Herring, D., 1986a.** Zooplankton of the western لارو ماهیان مجله علمی پژوهشی زیست شناسی دریا - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۳(۲): ۳۹-۴۷.
- سراجی، ف. ۱۳۷۹.** تراکم و تنوع جمعیت پلانکتونی در مناطق شرقی، مرکزی و غربی بندرعباس. مجله علمی شیلات ایران، ۹ (۴): ۱۵ تا ۲۶.
- فاطمی، م. و عبایی، م.، ۱۳۸۲.** وضعیت محیط زیست دریایی خلیج فارس (محدوده دریایی راپمی). سازمان حفاظت محیط زیست. ۲۶۳ ص.
- میرزی، ع.، ۱۳۸۹.** بررسی شکوفایی ژله فیش ها در صیدگاه های میگو. بخش مدیریت ذخایر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۲ ص.
- Abedi, E., 2015.** The Zooplankton of Bardestan Creek in the Persian Gulf. *Journal of the Persian Gulf (Marine Science)*, 6 (20): 21-28.
- Al-Yamani, F. Y.; Skryabin, V.; Gubanova, A.; Khvorov, S. and Prusova, I., 2011.** Marine zooplankton practical guides (Volumes 1 and 2) for the Northwestern Persian Gulf. 196P.
- Arai, M.N., 2001.** Pelagic coelenterates and eutrophication: a review. *Hydrobiologia*, 451:69–87.
- Brodeur, R.D.; Decker, M.B.; Ciannelli, L.; Purcell, J.E.; Bond, N.A., Stabeno, P. J., Acuna, E.; Hunt Jr., G.L., 2008.** Rise and fall of jellyfish in the eastern Bering Sea in relation to climate regime shifts. *Progress of Oceanography*, 77:103–111. DOI: 10.1016/j.pocean.2008.03.017.
- Chihara, M. and Murano, M., 1997.** *An Illustrated Guide to Marine Plankton in Japan.* Tokai University Press. Japan, 1574p.
- Dong, Z., Liu, D., and Keesing, j.k., 2010.** Jellyfish blooms in China: dominant

- Persian Gulf South of Kuwait waters. Kuwait Bulletin of Marine Science, 8:1-36.
- Michel, H.B.; Behbehani, M., Herring, D.; Shoushani, M. and Brakoniecki, T., 1986b.** Zooplankton diversity, distribution and abundance in Kuwait waters. Kuwait Bulletin of Marine Science, 8:37-105.
- Mokhayer, Z.; Mousavi Nadushan, R.; Rabbaniha, M.; Fatemi, M. R.; Jamili, Sh., 2017.** Community composition and diversity of zooplankton in the northwest Persian Gulf. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 16(2):722-732. DOI: 10.18869/acadpub.ijfs.
- MOOPAM, 2010.** Manual of oceanographic observations and pollutants analysis methods (Fourth Edition). The Regional Organisation for the Protection of the Marine Environment (ROPME), Kuwait.
- Nourinezhad, M.; Nabavi, S.M.B.; Vosoghi, Gh.; Fatemi, M.R. and Sohrabi, M., 2013.** Identification and estimation of macrofauna in low tides of Bushehr province, Persian Gulf Iranian Journal of Fisheries Sciences, 12 (2):411-429. DOI: 10.18869/acadpub.ijfs.
- Nybakken, J.W., 2001.** Marine biology, an ecological approach. San Francisco Benjamin Cummings Addison Wesley Longman, Inc., 239 p.
- Pouladi, M.; Farhadian, O.; VaziriZade, A. and Nourinezhad, M., 2013.** Biodiversity of zooplankton communities in Helleh river estuary, Bushehr, Persian Gulf.
- Purcell, J.E. and Arai, M.N., 2001.** Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review. Hydrobiologia, 451:27-44. DOI: 10.1023/A:1011883905394.
- Richardson, A.J., Davies, C., Slotwinski, A., Coman, F., Tonks, M., Rochester, W., Murphy, N., Beard, J., McKinnon, D., Conway, D. and Swadling, K., 2013.** Australian marine zooplankton: Taxonomic Sheets. 294 P.
- Sale, P.; Feary, D.; Burt, J.; Bauman, A.; Cavalcante, G.; Drouillard, K.; Kjerfve, B.; Marquis, E.; Trick, C.; Usseglio, P. and Van Lavieren, H., 2010.** The growing need for sustainable ecological management of marine communities of the Persian Gulf. Am-bio, 40:4-17. DOI: 10.1007/s13280-010-0092-6.
- Smith, D. and Johnson, K.B., 1996.** A guide to marine coastal plankton. Kendall-Hunt publishing company, 250 p.
- Smith, P.E. and Richardson, S.L., 1977.** Standard techniques for pelagic fish eggs and larvae survey, Rome: FAO. Technical paper: 175. 100p.
- Todd, C.D., and Laverack, M.S., 1991.** Coastal marine zooplankton: a practical manual for students, Cambridge University Press, 106 p. DOI: 10.1017/S0025315400053674.
- Wang, Y.S., 2011.** Effects of the operating nuclear power plant on marine ecology and environment – a case study of daya bay in China. Nuclear power- deployment, operation and sustainability, Dr. Pavel Tsvetkov (Ed.). InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/nuclear-power-deployment-operation-and-sustainability>. www.intechopen.com. 38p.

Changing zooplankton assemblage and increasing jellyfish abundance in the coastal waters of Bushehr–Delvar

Noorinejad M. ^{1*}; Omidi S. ¹; Dalirpoor Gh.H. ¹; Mohammad Nejad J. ¹; Ansari H. ²

* m.noorinezhad@gmail.com

1-Shrimp Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran

2-Aquaculture Research Center-South of Iran, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

Abstract

The present investigation was performed to identify the impact effect of development and climate change on the zooplankton assemblage in coastal waters of Bushehr-Delvar region. Sampling was occurred seasonally at depths of less than 10 m using a Bongonet (100 μm) at 10 stations including Jophreh, Jalali, Dastak, Saretol, Helileh, Bandargah, Niroogah, Bushehr, Piazy and Delvar from the summer 2015 to the spring 2016. 40 Zooplankton groups belong to 8 Phyla were identified. Crustaceans were the most dominant zooplankton group with the average annual abundance of 37.66% of total zooplankton abundance. The total annual abundance of jellyfish including Salps, Cnidaria and Ctenophora was 16.11% which in comparison with the previous registered data indicated a significant increase over the last four decades in the region. The average annual abundance of zooplankton and Shannon-wiener diversity index were $10577.5 \pm 5512.69 / \text{m}^3$ and 2.44 ± 0.218 , respectively. The highest and the lowest density of zooplankton were found in Saretol and Delvar stations with the average amounts of $21250 \pm 13874 / \text{m}^3$ and $4388 \pm 3075 / \text{m}^3$, respectively. Also, the highest and the lowest density and diversity of zooplankton were observed in the summer and the winter, respectively. Correlation coefficient between the average temperature variation with zooplankton density and Shannon–wiener diversity variations were assessed 0.665 ($P < 0.34$) and 0.91 ($P < 0.09$), respectively. Comparing the results of the present study with the results of the previous investigations indicated that zooplankton assemblage in the coastal waters of Bushehr-Delvar region has been changed under the influence of various natural and human pressures including increased temperature and nutrients which resulted in increasing the density, reducing diversity and changing the species composition of zooplankton.

Keywords: Zooplankton, Density, Species diversity, Jellyfish, Bushehr, Persian Gulf

*Corresponding author