

بررسی تغییرات گروه فیتوپلانکتونی باسیلاریوفیتا (*Bacillariophyta*) در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی در منطقه کلارآباد-مازندران

محمد علی افرائی بندپی*^۱، حسن نصراله زاده ساروی^۱، فاطمه سادات تهامی^۱،
سیدابراهیم صفوی^۲، علیرضا کیهان ثانی^۱

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

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

*نویسنده مسئول

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تغییرات گروه فیتوپلانکتونی باسیلاریوفیتا (دیاتومه ها) در محدوده استقرار قفس های دریایی در منطقه کلارآباد در سال ۱۳۹۱ انجام شد. نمونه برداری به صورت فصلی و در سه ایستگاه در عمق ۲۰ متر و در سه لایه صورت پذیرفت. از شاخه باسیلاریوفیتا تعداد ۱۱ جنس و ۲۱ گونه شناسایی شد که بر اساس شاخص گونه های پر اهمیت (ISI)، *Thalassionema nitzschoides* با ۲۸/۹٪، *Skeletonema costatum* با ۱۰/۴٪، *Nitzschia acicularis* با ۸/۱٪، *Cyclotella meneghiniana* با ۷/۲٪، *Pseudo-nitzschia seriata* با ۶/۸٪ و *Dactyliosolen fragilissimus* با ۵/۵٪ بعنوان گونه های غالب معرفی شدند. کمترین و بیشترین تراکم و زی توده باسیلاریوفیتا در زمستان به ترتیب با میانگین $2014/3 \times 10^4 \pm 27743 \times 10^4$ سلول در متر مکعب و $441/456 \pm 33/506$ میلی گرم در متر مکعب بدست آمد. اختلاف معنی داری از نظر تراکم و زی توده در فصول مختلف وجود داشت ($p < 0/05$). مقایسه میزان تراکم و زی توده بین ایستگاههای مختلف نشان داد که اختلاف معنی داری بین ایستگاههای ۱ و ۳ با شاهد وجود داشت که این امر می تواند به دلیل فعالیت پرورش ماهی در قفس بستگی داشته باشد. همچنین بر اساس آزمون همبستگی پیرسون بین تراکم با لایه همبستگی منفی اما زی توده با لایه همبستگی مثبت بدست آمد. این موضوع می تواند به دلیل حضور گونه های با اندازه درشت بویژه *Thalassionema nitzschoides* در اعماق و لایه های مختلف باشد.

واژه های کلیدی: فیتوپلانکتون، باسیلاریوفیتا، کلارآباد، دریای خزر

مقدمه

باسیلاریوفیتا (دیاتومه ها) گروهی بزرگ از جلبکها و از رایجترین انواع فیتوپلانکتون هستند و استفاده از جوامع دیاتومه برای بررسی و مقایسه شرایط محیطی در گذشته و حال معمول می‌باشد و معمولاً در مطالعات کیفیت آب استفاده می‌شوند (Grethe, et al., 2013; Frank, et al., 1990). بیش از ۲۰۰ جنس و حدود ۱۰۰۰۰۰ گونه از دیاتوم های زنده شناخته شده است که می‌توانند در اقیانوس ها، آب های لب شور و شیرین یافت شوند اما در اقیانوس ها اهمیت ویژه ای دارند (Andrew and Toby, 2003) و حدود ۴۵٪ از کل تولید اولیه اقیانوسی ناشی از مواد آلی را به خود اختصاص می‌دهند (Mann, 2005). *Pseudo-nitzschia* یک جنس دیاتومه پلانکتون دریایی می‌باشد که حاوی گونه هایی است که قادر به تولید سم نوروکسین دیموئیک اسید (DA) بوده و مسئول اختلال عصبی شناخته شده و به عنوان مسمومیت پوستی غیر مضر معرفی شده است (Lim, et al., 2012). فعالیت های انسانی نظیر تغییر زیستگاه، آلودگی و بهره برداری بیش از حد از منابع زنده اثری زیان بخش بر سطوح مختلف تنوع زیستی و تامین منابع زیستی برای نسل های آینده دارد (Jackson et al., 2001; Loreau et al., 2001). همچنین تعدادی از تحقیقات نشان می‌دهند که قفس های پرورشی با ورود حجم بالای فضولات ماهیان پرورشی و غذای خورده نشده به شکل مواد معدنی محلول و ذرات مواد آلی باعث تخریب محیط دریایی می‌شوند (Sutherland et al., 2001) که این موضوع می‌تواند سبب رشد و شکوفایی گروههای فیتوپلانکتونی شود. در حضور مقادیر بالای مواد مغذی و افزایش دما در فصول تابستان و پاییز فیتوپلانکتونها رشد سریع خواهند داشت که این افزایش بیش از حد فیتوپلانکتونها میتواند پدیده شکوفایی جلبکی را ایجاد نماید (Kosarev & Yablonskaya, 1994). برنامه پرورش ماهی در قفس از سال ۱۳۸۹ در منطقه کلارآباد از استان مازندران با استقرار دو قفس آغاز شد که با ماهیدار کردن قفس ها با قزل آلاي رنگین کمان در فصل زمستان، در نهایت به میزان دو تن در بهار برداشت گردید (افزایی بندی و همکاران ۱۳۹۵). افزایی بندی و همکاران (۲۰۱۵) بیان نمودند که جمعیت دیاتومه ها در مقایسه با سایر گروههای فیتوپلانکتونی بخش عمده تراکم و زی توده میکروآلگا را به خود اختصاص دادند بطوری که ایستگاه ۱ بیشترین تراکم فیتوپلانکتونی را در فصل بهار داشت جائیکه می‌تواند به فعالیت پرورش ماهی در قفس بستگی داشته باشد. پروژه های زیادی در زمینه تراکم و زی توده فیتوپلانکتون در سواحل جنوبی دریای خزر به اجرا درآمد اما اطلاعات در خصوص وضعیت باسیلاریوفیتا در محدوده قفسهای دریایی در کلارآباد محدود می‌باشد. لذا مطالعه حاضر بدلیل ضرورت آگاهی از وضعیت شاخه باسیلاریوفیتا با هدف بررسی تراکم و زی توده آنها در محل استقرار قفس های پرورش ماهی در ساحل کلارآباد انجام شد.

مواد و روش کار

نمونه برداری از فیتوپلانکتون در طی چهار فصل در سال ۱۳۹۱ در سه ایستگاه واقع در عمق ۲۰ متری آب های ساحلی شهر کلارآباد مازندران انجام شد. ایستگاه ۱ محل استقرار قفس پرورش ماهی، ایستگاه ۲ در فاصله ۵۰۰ متری قفس (بخش غربی و به عنوان ایستگاه شاهد) و ایستگاه ۳ در فاصله ۵۰ متری از قفس (بخش شرقی قفس) انتخاب گردید. برای بررسی فیتوپلانکتون نمونه برداری آب با استفاده از روتنر صورت گرفت (Vollenweider, 1974). در این روش ۵۰۰ سی سی آب از لایه های ۵، ۱۰ و ۲۰ متر را در ظروف نمونه برداری جمع آوری و با فرمالین تا حجم نهایی ۴٪ تثبیت شدند (Sourina, 1978). برای شناسایی گونه ها از کلیدهای شناسایی معتبر (Hartley et al., 1996; Wehr and Sheath, 2003) استفاده گردید. برای شناسایی گونه ای از میکروسکوپ دوچشمی نرمال استفاده شد. در آزمایشگاه نمونه ها در دو مرحله کیفی و یک مرحله کمی توسط لام و لامل 24×24 میلی متر و میکروسکوپ با بزرگنمایی $X 10$ و $X 20$ و $X 40$ شمارش و بررسی شدند (Vollenweider, 1974; APHA, 2005). برای به دست آوردن وزن (زی توده) آنها، ابتدا با میکرومتر ابعاد آنها اندازه گیری و با استفاده از شکل هندسی شان محاسبه انجام گرفت در مرحله بعدی تراکم در واحد حجم با شمارش تعداد فیتوپلانکتون و ضرب آنها در ضریب حجمی (نسبت به حجم آب بررسی شده) محاسبه و زی توده یک گونه برحسب میلی گرم در متر مکعب بدست آمد (Lawrence et al., 1987). برای تعیین شاخص گونه های پراهمیت (Important Species Index) از فرمول $ISI = (fi) \times (Di)$ استفاده شد (Rushforth and Brock, 1991). جاییکه $fi =$ درصد فراوانی حضور گونه i ، و $Di =$ میانگین نسبی حضور گونه i می باشد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از برنامه نرم افزاری SPSS, Excel، برای آزمون مقایسه دو به دو بین میانگین ها از آنالیز واریانس (ANOVA) و برای بررسی روابط بین متغیرها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. کلیه تست های آماری در سطح ۵ درصد صورت گرفت (Bluman, 1997).

جدول ۱- طول و عرض جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری در منطقه کلارآباد

عمق (متر)	طول و عرض جغرافیایی		ایستگاه
	N	E	
20	36o43'42"	51o15'31"	۱
20	36o43'44"	51o15'14"	۲
20	36o43'43"	51o15'32"	3

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که از شاخه باسیلاریوفیتا ۱۲ جنس و ۲۱ گونه شناسایی شد که جنس *Nitzschia* با ۲۵٪ بیشترین درصد فراوانی گونه‌ها را به خود اختصاص دادند و بیشترین حضور گونه‌ها در زمستان بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بر اساس شاخص گونه‌های با اهمیت (ISI)، *Thalassionema nitzschoides* با ۲۸/۹٪، *Skeletonema costatum* با ۱۰/۴٪، *Nitzschia acicularis* با ۸/۸٪، *Cyclotella meneghiniana* با ۷/۲٪، *Pseudonitzschia seriata* با ۶/۸٪ و *D. fragilissimus* با ۵/۵٪ بعنوان گونه‌های غالب در این تحقیق معرفی شدند. گل آقایی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند که از مجموع ۱۹۱ گونه فیتوپلانکتون شناسایی شده در حوضه جنوبی دریای خزر شاخه باسیلاریوفیتا با ۹۷ گونه بیشترین فراوانی برابر با ۵۰/۸٪ به خود اختصاص داد و دارای بیشترین فراوانی از نظر تراکم با ۵۱/۴۹٪ بود و گونه‌های *Thalassionema nitzschoides*، *Cyclotella meneghiniana*، *Pseudosolenia calcar-avis* جمعیت باسیلاریوفیتا را تشکیل دادند که با نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین مطالعات انجام شده نشان داد که از مجموع ۳۷ گونه شناسایی شده در منطقه کلارآباد که شامل ۵ شاخه *Pyrrophyta*، *Bacillariophyta*، *Euglenophyta* و *Chlorophyta*، *Cyanophyta* بودند شاخه باسیلاریوفیتا با ۵۶٪ بیشترین فراوانی گونه را به خود اختصاص داد (افزایی بندپی و همکاران، ۱۳۹۵) جاییکه گونه‌های متعلق به این شاخه در فصل زمستان دارای بیشترین تراکم و زی توده بود که می‌تواند به دلیل سرما دوست بودن، درشت سایز بودن و کمتر چریده شدن آن بوسیله زئوپلانکتون به جهت داشتن تقارن محوری بستگی داشته باشد (Knoechel and Holby, 1986) البته گونه *T. nitzschoides* را می‌توان در تمام آبهای جهان بجز در آبهای نواحی کم عمق مناطق اقیانوسی یافت و در طول سال، بیشترین تراکم آن در بهار که معمولاً آب دارای غلظت بیشتری از مواد می‌باشد رخ می‌دهد (Marshall, 1986) که این امر می‌تواند به شرایط اکولوژیکی، توپوگرافی و جغرافیایی منطقه بستگی داشته باشد. در مطالعه مخلوق و همکاران (۱۳۹۴) نیز شاخه باسیلاریوفیتا با ۹۴٪ از مجموع تراکم فیتوپلانکتون غالبیت مطلق را در زمستان دارا گردید. بررسی تراکم و زی توده شاخه باسیلاریوفیتا در فصول مختلف نشان داد که بیشترین تراکم و زی توده در فصل زمستان و کمترین آن در تابستان بدست آمد (جدول ۳). اختلاف معنی داری از نظر تراکم و زی توده در فصول مختلف وجود داشت ($p < 0/05$). در مجموع، بررسی وضعیت باسیلاریوفیتا در ایستگاههای مختلف نشان داد که اختلاف معنی داری از نظر تراکم و زی توده بین ایستگاههای ۱ و ۳ با ایستگاه شاهد وجود داشت ($p < 0/05$) که این امر می‌تواند به دلیل فعالیت پرورش ماهی در قفس مرتبط باشد. با توجه به این که شروع دوره پرورش ماهی در قفس از پاییز تا بهار می‌باشد بنابراین امکان شکوفایی جلبکی بعد از استقرار قفس‌های دریایی دور از انتظار نیست. Afraei Bandpei و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که میزان ازت آلی و معدنی کل، در فصل زمستان دارای بیشترین مقدار بود که می‌تواند بیانگر همبستگی مثبت بین فیتوپلانکتون با مواد مغذی باشد. مخلوق و

همکاران (۱۳۹۴) بیان نمودند که اگرچه وجود استرس وعدم ثبات در اکوسیستم همچنان به نفع گونه سمی و دارای پتانسیل شکوفایی یعنی *Pseudo-nitzschia seriata* بوده است اما به نظر می رسد که بعد از حدود ۲۰ سال پس از ورود عامل استرس زای بیولوژیکی عمده یعنی شانه دار مهاجم، طبیعت اندکی توان جبران یافته است و بعضی از گونه های بومی و ساکن از جمله *Thalassionema nitzschioides* مجدداً توان حضور موثر و غالب شدن یافته اند که با نتایج بدست آمده در این تحقیق همخوانی دارد. همچنین بررسی روابط بین تراکم و زی توده در اعماق مختلف بر اساس ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین تراکم با لایه رابطه معکوس و بین زی توده با لایه رابطه نسبتاً معنی داری وجود دارد (جدول ۴) که این موضوع می تواند به دلیل حضور گونه های غالب و با اندازه درشت در لایه های پایینی آب مرتبط باشد چراکه گونه *T. nitzschioides* بیشترین تراکم و زی توده را در زمستان به خود اختصاص داد و غالبیت بیشتری نسبت به سایر گونه ها داشت (شکل ۳). بررسی تراکم و زی توده گونه های مختلف نشان داد که در فصل بهار گونه های *P. seriata* ، *S. costatum* و *D. fragilissimus* غالب جمعیت باسیلاریوفیتا، در تابستان گونه های *C. meneghiniana* ، *T. nitzschioides* و *N. acicularis* در پاییز گونه های *T. nitzschioides* و *S. costatum* ، *C. meneghiniana* و *T. nitzschioides* و در زمستان گونه های *P. seriata* ، *T. nitzschioides* و *S. costatum* غالب جمعیت باسیلاریوفیتا (شکل ۳) را تشکیل دادند. مخلوق و همکاران (۱۳۹۴) گزارش نمودند که شاخه باسیلاریوفیتا در همه فصول بیشترین تعداد گونه را دارا بود و عمده تراکم فیتوپلانکتون (۸۱ درصد) از باسیلاریوفیتا شکل گرفت و میانگین تراکم آن در فصل زمستان به طور معنی داری بیش از سایر فصول گردید که با مطالعات انجام شده در این تحقیق مطابقت دارد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری از نظر تراکم و زی توده باسیلاریوفیتا در فصول مختلف وجود داشت ضمن این که مقایسه بین ایستگاهها نشان داد که اختلاف معنی داری بین ایستگاههای ۱ و ۳ با شاهد وجود داشت که این امر می تواند به دلیل فعالیت پرورش ماهی در قفس بستگی داشته باشد. در مطالعه دریای زرد جنوبی توسط Gao و همکاران (۲۰۱۳) نیز از مجموع ۳۱۶ گونه فیتوپلانکتون شناسایی شده که متعلق به ۹ شاخه بودند، شاخه باسیلاریوفیتا ۶۰/۹٪ از کل فراوانی تنوع گونه ای را به خود اختصاص داد که با نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر مشابه بود.

جدول ۲- حضور (+) و عدم حضور (-) گونه های مختلف باسیلاریوفیتا در فصول مختلف در منطقه کلارآباد

گونه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
<i>Cerataulina platica</i>	+	-	-	-
<i>Chaetoceros convolutes</i>	+	+	+	+
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	-	-	-	+
<i>Chaetoceros mirabilis</i>	+	-	-	-
<i>Chaetoceros socialis</i>	-	+	+	+
<i>Coscinodiscus gigas</i>	+	+	-	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+	+	-
<i>Cymatopleura solea</i>	-	-	+	-

<i>Dactyliosolenia fragilissimus</i>	+	-	-	+
<i>Melosira moniliformis</i>	+	+	-	+
<i>Nitzschia sp.</i>	-	+	-	-
<i>Nitzschia acicularis</i>	+	+	+	+
<i>Nitzschia reversa</i>	-	-	-	+
<i>Nitzschia tenuirostris</i>	-	-	-	+
<i>Nitzschia closterium</i>	-	-	-	+
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	+	-	-	+
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	+	+	-	-
<i>Skeletonema costatum</i>	+	+	+	+
<i>Skeletonema subsalsum</i>	-	-	-	+
<i>Thalassionema nitzschoides</i>	+	+	+	+
<i>Thalassiosira caspica</i>	-	-	+	-
<i>Thalassiosira incerta</i>	-	-	-	+

جدول ۳- میانگین تراکم و زی توده باسیلاریوفیتا در فصول مختلف

زی توده		تراکم		فصل
خطای معیار (میلی گرم در متر مکعب)	میانگین (میلی گرم در متر مکعب)	خطای معیار (سلول × ۱۰۴ عدد)	میانگین (سلول × ۱۰۴ عدد)	
۲۰/۰۵۱	۱۷۰/۸۷۹b	۱۱۶۹/۳	۸۰۲۰b	بهار
۶/۸۹۴	۳۰/۲۴۵c	۱۰۸	۵۴۵C	تابستان
۲/۷۱۴	۱۹/۱۵۶c	۶۵/۴	۷۶۰C	پاییز
۳۳/۵۰۶	۴۴۱/۴۵۶a	۲۰۱۴/۳	۲۷۷۴۳ a	زمستان

توجه: علامت حروف لاتین غیر همسان نشان دهنده اختلاف معنی دار بودن می باشد.

جدول ۴- روابط بین تراکم و زی توده باسیلاریوفیتا با پارامترهای مختلف بر اساس همبستگی پیرسون در منطقه کلارآباد

پارامترها	تراکم	زی توده	لایه	ایستگاه	فصل
تراکم	۱	۰/۹۹۵**	-۰/۰۲	۰/۱۴۵*	۰/۵۸۶**
زی توده	۰/۹۹۵**	۱	۰/۰۲۶*	۰/۱۳۴*	۰/۵۱۹**
لایه	-۰/۰۲	-۰/۰۲۶	۱	-۰/۰۷۱	-۰/۰۸۴
ایستگاه	۰/۱۴۵*	۰/۱۳۴*	-۰/۰۷۱	۱	۰/۱۰۹*
فصل	۰/۵۸۶**	۰/۵۱۹**	-۰/۰۴۸	۰/۱۰۹*	۱

توجه: * همبستگی معنی دار در سطح ۰/۰۵ ، ** همبستگی معنی دار در سطح ۰/۰۱ و علامت منفی همبستگی معکوس را نشان می دهد.

بررسی تراکم و زی توده *P. seriata* در فصول و لایه های مختلف آب نشان داد که این گونه بیشترین تراکم را در هر سه ایستگاه در لایه ۱۰ متری داشت که در صورت فعالیت پرورش ماهی در قفس ممکن است به شکوفایی جلبکی منجر شود. Estephanie و همکاران (۲۰۱۲) اعلام نمودند که از سال ۲۰۰۶ تراکم گونه های دارای قدرت شکوفایی جلبکی مضر (HAB) مثل *Pseudo-nitzschia* spp. و غیر HAB مثل *Thalassiosira* spp. افزایش یافته است که این امر می تواند به دلیل اثر متقابل افزایش درجه حرارت آبهای سطحی دریا همراه با افزایش باد در تابستان باشد. جمعیت فیتوپلانکتون تحت تاثیر مجموعه ای از تغییرات زمانی و مکانی عوامل فیزیکی-شیمیایی (نظیر درجه حرارت، نور و مواد مغذی)، بیولوژیکی (مانند علخواری و رقابت) و عوامل فیزیولوژیکی نظیر چرخه زندگی گونه ها قرار دارد (Paecho et al., 2010). اما تغییراتی که در سالهای اخیر (از جمله ورود شانه دار مهاجم به دریای خزر) در بوم سازگان دریای خزر رخ داد سبب شد تا تغییراتی در ساختار و استراژی گونه های فیتوپلانکتون ایجاد شود (نصراله زاده ساروی و همکاران، ۱۳۹۱) و اثرات مختلفی مانند افزایش تراکم گونه های دارای رشد تهاجمی از قبیل *Pseudo-nitzschia seriata* مشاهده شود (Nasrollahzadeh Saravi et al., 2014). در تابستان گونه *C. meneghiniana* دارای بیشترین تراکم با میانگین $10^3 \times 176 \pm 10^4 \times 107$ سلول در متر مکعب در تمام لایه ها را داشت و گونه *T. nitzchoides* در رتبه دوم با میانگین $10^3 \times 104 \pm 10^4 \times 99$ سلول در متر مکعب بود. در فصل پاییز گونه *T. nitzchoides* بیشترین تراکم را به خود اختصاص داد در لایه های ۱۰ و ۲۰ متر و در ایستگاه ۳ بیشترین تراکم با میانگین $10^3 \times 352 \pm 10^4 \times 289$ سلول در متر مکعب را داشت که این امر می تواند به دلیل مناسب بودن شرایط دما و شوری آب جهت رشد بهینه بیان نمود. همچنین شرایط شوری و درجه حرارت آب برای نرخ رشد بهینه باسیلاریوفیتا به ترتیب ۱۲-۳۸ قسمت در هزار و ۱۵ درجه سانتیگراد گزارش گردید (Hoppenrath and Malte, 2009; Marshall, 1986). نصراله زاده و همکاران ۱۳۹۲ گزارش نمودند که در فصل پاییز دمای آب و شوری آب در لایه نوری به ترتیب از $15/30 - 20/5$ درجه سانتی گراد و $14 - 11/40$ میلی گرم در هزار قسمت متغیر بوده است که نتایج حاصل را تایید می نماید. مخلوق و همکاران (۱۳۹۱) بیان نمودند که *T. nitzchoides* یکی از گونه های بومی دریای خزر بوده و کاهش ورودی فاضلاب های گوناگون و نیز نظارت و کنترل فعالیت های مراکز تفریحی ساحلی و نهایتاً کاهش ورود مواد مغذی به دریای خزر می تواند بر روند بهبودی در اکوسیستم دریای خزر اثر مثبتی بگذارند بطوری که نور، دما، عرضه مواد مغذی و چرخه زئوپلانکتون به عنوان چهار عامل مهم که بر روی جمعیت فیتوپلانکتون اثر می گذارند (Parsons et al., 1984; Cullen et al., 1992). در فصل زمستان بیشترین تراکم متعلق به گونه *T. nitzchoides* با میانگین $10^4 \times 1432 \pm 10^5 \times 1751$ سلول در متر مکعب بود که این امر می تواند به دلیل وجود اختلاط در ستون عمودی آب و افزایش مواد مغذی جهت رشد این گونه دانست. Demers و همکاران (۱۹۸۶) بیان نمودند که در فصل زمستان و در دریا ها چرخش های آبی افزایش میابد و موجب افزایش مواد غذایی و حرکت آن از کف به ستون

آب میگردد و در نتیجه سبب افزایش سیلیس در سطوح مختلف آبی و موجب افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی بخصوص شاخه دیاتومه ها میگردد که با نتایج بدست آمده همخوانی دارد. وجود دیاتومه های غیر معمول در دریای خزر موجب تغییراتی در ساختار پلانکتونی دریا گردید، به عبارتی دیگر تغییر شرایط محیطی و استرس، تراکم و ترکیب گونه های بومی را تحت تاثیر قرار دادند (Gomez and Souissi, 2003, 2007; Olenin *et al.*, 2007). بنابراین هر گونه دستکاری و فعالیت های بشر در دریای خزر از جمله برنامه توسعه آبی پروری می تواند احتمال بروز شکوفایی جلبکی (Algae bloom) را به دلیل استفاده از غذا برای ماهیان داخل قفس و یا افزایش مواد مغذی به جهت ته نشست مواد غذایی را تشدید نماید (FAO, Madihah, 2008; 1992). همچنین Lotocka (۲۰۰۶) گزارش نمود که در فصل تابستان و پاییز شکوفایی جلبکی گونه *D. fragilissimus* در خلیج گدانسک در دریای بالتیک رخ داده است. در مطالعه حاضر نیز این فیتوپلانکتون جزو گونه های غالب در فصل بهار بود لذا ممکن است افزایش تراکم این گونه از نقطه نظر شکوفایی جلبکی با اهمیت باشد.



شکل ۳- تراکم و زی توده گونه های غالب باسیلاریوفیته در فصل های مختلف در منطقه کلارآباد، توجه: میانگین تراکم و زی توده به ترتیب S و S1 در فصل بهار، S2 و S3 در فصل تابستان، A و A1 در فصل پاییز، W و W1 در زمستان می باشد.

یافته پژوهشی

با توجه به این که گونه های *D. fragilissimus* *P. seriata* دارای قدرت شکوفایی بالایی می باشند بنابراین هر گونه دستکاری بر روی این اکوسیستم بسته بویژه توسعه آبی پروری در بخش جنوبی دریای خزر می بایست با حفظ ملاحظات زیست محیطی و اجرای طرح ارزیابی تفضیلی اثرات زیست محیطی صورت پذیرد. این پژوهش می تواند اطلاعات پایه ای را در خصوص تغییرات اکوسیستم دریای خزر جهت استفاده مدیران و برنامه ریزان کلان در مدیریت آبی پروری مسئولانه قرار دهد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق قسمتی از پروژه مصوب به شماره ۹۲۰۰۳-۹۲۵۷-۱۲-۷۶-۱۴ می باشد که توسط موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور ابلاغ گردید. بدینوسیله لازم می دانم از همکاری صمیمانه مسئولین محترم موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، اداره کل شیلات مازندران و پژوهشکده اکولوژی دریای خزر بدلیل فراهم نمودن امکانات در اجرای این پژوهش تشکر نمایم.

منابع

افزایی بندی، م.ع.، نصرآزاده، ح.، پرافکنده، ف.، نصراله تبار، ع.، نگارسان، ح.، پوررنگ، ن. و نجف پور، ش.، ۱۳۹۵. طرح بررسی پارامترهای زیستی، غیر زیستی و آلاینده های زیست محیطی در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی (قبل از ماهی دار کردن) در حوزه جنوبی دریای خزر (سواحل مازندران-کلارآباد). پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، گزارش نهایی. ۱۲۶ صفحه.

افزایی بندی، م.ع.، نصرآزاده، ح.، ی، م.، تهامی، ف.، پورغلام، ر.، روحی، ا.، مخلوق، ا.، فارابی، م.، روشن طبری، م.، خداپرست، ن.، کیهان ثانی، ع.، نگارستان، ح. و صفوی، ا. ۱۳۹۵. بررسی پویایی جمعیت فیتوپلانکتون (فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون) در محدوده استقرار قفس های پرورش ماهی (قبل از ماهی دار کردن) واقع در حوزه جنوبی دریای خزر (سواحل مازندران-کلارآباد). پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، گزارش نهایی. ۷۱ صفحه.

پورافراسیایی، م. و رمضان پور، ف.، ۱۳۹۰. بررسی فیتوپلانکتون ها به عنوان شاخص آلودگی در اکوسیستم های آبی. پنجمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. ۹ صفحه

گل آقایی، م.، تهامی، ف.، مخلوق، آ.، نصراله زاده ساروی، ح.، فارابی، س.م.و.، روشن طبری، م.، اسلامی، ف.، رحمتی، ر.، تهامی، ف.س.، کیهان ثانی، ع.ر.، دوستدار، م.، خداپرست، ن.، گنجیان، ع. و مکرمی، ع.، ۱۳۹۰. پروژه بررسی تنوع، بیوماس و

فراوانی فیتوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷. پژوهشکده اکولوژی آبزبان دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۸۳ صفحه

مخلوق، آ.، نصراله زاده ساروی، ح.، فارابی، س.م.و.، روشن طبری، م.، اسلامی، ف.، رحمتی، ر.، تهامی، ف.س.، کیهان ثانی، ع.ر.، دوستدار، م.، خداپرست، ن.، گنجیان، ع. و مکرمی، ع.، ۱۳۹۱. پروژه بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی فیتوپلانکتون در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۸. پژوهشکده اکولوژی آبزبان دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۹۶ صفحه

مخلوق، آ.، نگارستان، ح.، افرائی، م.ع.، نصراله زاده، ح.، اسلامی، ف.، تهامی، ف.، خداپرست، ن.، پورغلام، ر.، روحی، ع.، کیهان ثانی، ع.، نصراله تبار، ع.، صفوی، ا.، رضایی، م. و ابراهیم زاده، م.، ۱۳۹۴. بررسی تراکم و تنوع فیتوپلانکتون با تاکید بر پدیده شکوفایی جلبکی در حوزه جنوبی دریای خزر - استان مازندران. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. گزارش نهایی. ۱۰۵ صفحه.

نصراله زاده ساروی، ح.، مخلوق، آ.، پورغلام، ر. و رحمتی، ر.، ۱۳۹۱. استراتژی گونه های غالب فیتوپلانکتون با تاکید بر طبقه بندی اندازه آنها در سواحل ایرانی حوزه ی جنوبی دریای خزر، اقیانوس شناسی، ۳ (۱۰)، صفحات ۵۷-۴۵.

Afraei Bandpei, M.A., Nasrollahzadeh Saravi, H., Roohi, A., Parafkandeh, F., Khodaparast, N., Younesipour, H., Nasrolahtabar, A., and Keihansani, A., 2016. Ecological Relationships between Biotic and Abiotic parameters within the establishment of Fish Farming Cage Culture in the southern Caspian Sea. *Intl J Farm & Alli Sci. Vol., 5 (7): 491-502*

Andrew, Y. and Toby, T., 2003. "Role of diatoms in regulating the ocean's silicon cycle". *Global Biogeochemical Cycles. 17 (4): DOI:10.1029/2002GB002018.*

Afraei Bandpei, M.A., Nasrolahzadeh, H., Rahmati, R., Khodaparast, N., and Keihansani, A. 2016. Examining the Effects of Fish Cage Culture on Phytoplankton and Zooplankton Communities in the Southern Coast of the Caspian Sea (Mazandaran Waters- Kelarabad). *American Journal of Life Science Researches. 4(2): 104-117.*

APHA (American Public Health Association), 2005. Standard method for examination of water and wastewater. Washington. USA: American public health association publisher, 18th edition. 550 pp.

Auer, B.U., and Elzer, H.A., 2004. Comparison of pelagic food webs in lakes along a trophic gradient and with seasonal aspects: influence of resource and predation. *J. Plankton Res, 26 (6): 697-709.*

Bluman, A.G., 1998. Elementary statistics: a step by step approach. USA: Tom Casson publisher, 3rd edition.

- Cullen, J.J., Neale, P.J., and Lesser, M.P., 1992. Biological weighting function for the inhibition of phytoplankton photosynthesis by ultraviolet radiation. *Science* 646-650.
- Demers, S., Legendre, L. and Therriault, J.C., 1986. Phytodistribution of phytoplankton. *Marine Science* 43:710-729.
- Dumont, H.J., 1995. Ecocide in the Caspian Nature 377: pp. 673-674.
- FAO., 1992. Guidelines for the pollution of environmental management of coastal aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Fisheries Department. Italy. 122 pp.
- Frank, E.R., Crawford, R.M, and Mann, D.G., 1990. *The Diatoms: Biology & Morphology of the Genera*. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-36318-1.
- Gao, Y., Jiang, Z., Liu, J., Chen, Q., Zeng, J., and Huang, W., 2013. Seasonal variations of net-phytoplankton community structure in the southern Yellow Sea. *Journal of Ocean University of China*. 12 (4), pp 557–567.
- Gomez, F and Souissi. S., 2003. The impact of the 2003 summer heat wave and the 2005 late cold wave on the phytoplankton in the north-eastern English Channel. *Biologies*, 331(9): 678–685.
- Gomez, F. and Souissi, S.. 2007. Unusual diatoms linked to climatic events in the northeastern English Channel. *J.Sea.Res*,58 (4) :283–290.
- Grethe, R., Erik E.S., Karen, A. S., and Karl. T., 2013. Marine Diatoms. In Carmelo R. Tomas. *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press. pp. 5–385. ISBN 978-0-08-053441-1.
- Hinder, S.L., Hays, G.C., Edwards, M., Roberts, E.C., Walne, A.W., and Gravenor, M.B., 2012. Changes in marine dinoflagellate and diatom abundance under climate change. *Nature Climate Change*. 2, 271–275. doi:10.1038/nclimate1388
- Hartley, B.H.G., Barber, J.R.C and Sims, P., 1996. *An Atlas of British Diatoms*. UK: Biopress Limited, Bristol, 245 pp.
- Hoppenrath, M. and Malte, C., 2009. *Marine Phytoplankton: Selected Microphytoplankton Species from the North Sea around Helgoland and Sylt*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche. P, 264.
- Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K. A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.K., Steneck, R.S., Tegner, M.J. and Warner, R.R.,

2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*. 293: 629-638.
- Knoechel, R. and Holtby, L., 1986. Cladoceran filtering rate: body length relationships for bacterial and large algal particles. *Limnology and Oceanography*, 31: 195-200
- Lim, H.C., Leaw, C.P., Su, S.N.P., Teng, S.T., Usup, G., Mohammad-Noor, N., Lundholm, N.K. Y., and Lim, P.T., 2012. "Morphology and Molecular Characterization of Pseudo-Nitzschia (Bacillariophyceae) from Malaysian Borneo, Including the New Species Pseudo-Nitzschia Circumpora Sp. Nov". *Journal of Phycology*. 48 (5): 1232–1247. ISSN 1529-8817. doi:10.1111/j.1529-8817.
- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J. P., Hector, A., Hooper, D.U., Huston, M.A., Raffaelli, D.G., Schmid, B., Tilman, D., and Wardle, D.A., 2001 Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge future challenges. *Science* 2001, 294: 804-808.
- Lotocka, M., 2006. The first observed bloom of the diatom *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle 1996 in the Gulf of Gdańsk *OCEANOLOGIA*, 48 (3), pp. 447–452.
- Madiah H.A., 2008. Distribution of phytoplankton community in relation to environmental Parameters in cage culture area of Sepanggar Bay. Sabah Malaysia. *Estuarine. Coastal and Shelf Science*. 80: 251-260.
- Mann, D.G., 2005. "The species concept in diatoms: Evidence for morphologically distinct, sympatric gamodemes in four epipelagic species". *Plant Systematics and Evolution*. 164: 215–37. JSTOR 23675282. doi:10.1007/BF00940439
- Marshall H. G., 1986. Identification manual for phytoplankton of United States Atlantic Coast. Environmental Monitoring and Support Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, 305 pp.
- Nasrollahzadeh Saravi H, Makhloogh A, and Eslami F., 2014. Features of phytoplankton community in the southern Caspian Sea, a decade after the invasion of *Mnemiopsis leidyi*, *IJFS*. 13 (1) :145-167
- Olenin, S.D., Minchin, D. and Daunys. D., 2007. Assessment of biopollution in aquatic ecosystems. *Mar.Pollut.Bull*, 55:379–394.
- Pacheco, J.P., C. Iglesias, M. Meerhoff, C. Fosalba, G. Goyenola, F. Teixeira-de Mello, S. Garcý'a, M. Gelo's, and Garcý'a-Rodrý'guez, F., 2010. Phytoplankton community structure

in five subtropical shallow lakes with different trophic status (Uruguay): a morphology-based approach. *Hydrobiologia*, 646(1):187–197.

Parsons, T. R., Maita, Y and Lalli, C.M., 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, Oxford, 173 pp.

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*. *Biol Invasions*, 12, 2343–2361.

Rushforth, S.R. and Brok, J.T., 1991. Attached diatom communities from the lower Truckee River, summer and fall, 1986. *Hydrobiologia*, 224: 49-64.

Sournia, A., 1978. Phytoplankton Manual Unesco, Paris: B.Biblio. Publisher, Paris. Unesco, 385 pp.

Suthreland, T.F., Martin, A.J., and Levings, C.D., 2001. Characterization of suspended particulate matter surrounding a salmonid net-pen in the Broughton Archipelago, British Columbia. *ICES J. Mar. Sci* 58: 404-410.

Tomassetti, P., and Porrello, S., 2005. Polychaetes as indicators of marine fish farm organic enrichment. *Aquaculture International*, 13: 109-128.

Vollenweider, R.A. and Kerekes, J., 1982. Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control. Report of the OECD Cooperative Programme on Eutrophication. Paris: Organisation for the Economic Development and Co-operation. 198 pp.

Wehr, J.D. and Sheath, R.G., 2003. Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification. USA: Academic Press, 310 pp.