

## بررسی تغییرات جمعیت ریز جلبک‌های Chlorophyta در سایت پرورش ماهی قزل آلا در قفس - حوضه جنوبی دریای خزر

فاطمه سادات تهامی\*<sup>۱</sup>، علی‌رضا کیهان ثانی<sup>۱</sup>، ولی‌اله محمدزاده<sup>۲</sup>

- ۱- پژوهشکده اکولوژی اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران  
۲- اداره کل شیلات مازندران، بابلسر، ایران

\* نویسنده مسئول: [farnaztahamy@gmail.com](mailto:farnaztahamy@gmail.com)

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۹

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۹

### چکیده

از آنجایی که دریای خزر به دلیل موقعیت استراتژیک خود دارای شرایط خاصی است، بنابراین اتخاذ تصمیمات مدیریتی و پایشی اکوسیستم‌ها در جهت حفاظت و احیای آن‌ها در مقابل تغییرات جهانی و نیز شناخت کامل از اثرات پرورش ماهی در قفس امری ضروری است. در این مطالعه مجموعاً ۴ دوره نمونه‌برداری فیتوپلانکتون در اعماق سطح و عمق انجام شد. نمونه‌برداری فیتوپلانکتون‌ها با استفاده از دستگاه روتنر در قبل از شروع پرورش، زمان شروع پرورش، اواسط پرورش و پایان دوره پرورش از شمال، شرق، جنوب و غرب قفس از فواصل کنار قفس پرورش ماهی (سایه) (N<sub>0</sub>)، ۲۰۰ متری از قفس (N<sub>100-200</sub>) و ۱۰۰۰ متری از قفس (N<sub>1000</sub>) نمونه‌برداری شد. قابل ذکر است که (N<sub>100-200</sub>) در زمان شروع پرورش در فاصله ۱۰۰ متری از قفس قرار داشت. نمونه‌برداری از هر یک از ایستگاه‌ها از سطح، لایه میانی و عمق انجام شد. در مجموع در کل نمونه‌برداری‌های انجام شده طی چهار دوره، ۱۱ گونه ریز جلبک Chlorophyta شناسایی شدند. همچنین تراکم ریز جلبک Chlorophyta مشاهده شده در ایستگاه‌های مختلف، متفاوت بوده و فاصله ۲۰۰ متری از محل استقرار قفس بیشترین درصد را داشت. می‌توان گفت که تغییرات زمانی به صورت‌های مختلف از جمله تأثیر بر درجه حرارت هوا، ورودی رودخانه‌ها، مواد زائد ناشی از تغذیه ماهیان قفس و در نتیجه افزایش مواد مغذی، ایجاد جریان‌های آبی و در نتیجه تغییرات شوری در ورودی رودخانه‌ها و کاهش شوری می‌تواند تأثیرات مهمی را در تغییر جمعیت فیتوپلانکتون‌های اطراف قفس داشته باشد. اگرچه تغییرات فیتوپلانکتون در جهات مختلف نمونه‌برداری، فاصله از قفس و عمق در این مطالعه معنی‌دار نبود، لکن به این معنی نیست که تأثیرگذار نیست بلکه می‌توان گفت که عوامل محیطی از جمله جریانات آبی در خزر جنوبی سبب پراکنده شدن و عدم تجمع آن در اطراف قفس می‌شود. این پدیده در درازمدت می‌تواند با افزایش مقدار مواد مغذی آب از طریق قفس پرورش ماهی،

موجب تغییر جمعیت و تنوع فیتوپلانکتون‌ها گردند که می‌توانند با جذب این آلودگی‌های اطراف قفس پرورش ماهی آن را به زئوپلانکتون‌ها و سپس موجودات سطوح بالاتر هرم غذایی انتقال دهند.

**واژه‌های کلیدی:** قزل‌آلای رنگین‌کمان، ریزجلبک کلروفیتا، پرورش ماهی در قفس، دوره پرورش، دریای خزر

#### مقدمه

پرورش ماهی مقادیر فراوانی مواد مغذی و انرژی از منبع جیره غذایی ماهیان وارد آب می‌کند جایی که اثرات بومی پرورش ماهی بر محیط‌زیست در مقایسه با سایر سیستم‌های پرورش آبزیان مثل گیاهان دریایی یا صدف‌ها در بالاترین حد قرار دارد. Silva و همکاران (۲۰۱۲)، مطالعات زیادی در مدیترانه بر روی اثرات پرورش ماهی در قفس بر شیمی ستون آب، گیاهان دریایی، مواد مغذی و پلانکتون‌ها داشتند که این مطالعات نشان می‌دهند که فیتوپلانکتون‌ها نقش کلیدی در جذب مواد آلی و ورود بیش از حد مواد مغذی از پرورش ماهی به ستون آب را ایفا می‌کنند. این تولیدکنندگان اولیه توسط گروه‌های بزرگ‌تری در زنجیره تروفیکی مثل زئوپلانکتون‌ها چرا می‌شوند و بدین‌وسیله به سطوح بالاتر هرم غذایی منتقل می‌شوند. مطالعه جوامع فیتوپلانکتون و تأثیر متقابل آن‌ها با پرورش ماهی امری ضروری و مهم می‌باشد. در این تحقیق طی سال ۱۳۹۷ جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در محدوده قفس و نیز اطراف آن و نیز قبل و بعد از دوره پرورش ماهی در قفس بر اساس روش‌های ارائه شده نمونه‌برداری و شناسایی شدند.

#### مواد و روش‌ها

در این مطالعه مجموعاً ۴ دوره نمونه‌برداری فیتوپلانکتون‌ها از سطح، لایه میانی و عمق انجام شد. نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه روتنر در قبل از شروع پرورش، زمان شروع پرورش، اواسط پرورش و پایان دوره پرورش از شمال، شرق، جنوب و غرب قفس از فواصل کنار قفس پرورش ماهی (سایه (N<sub>0</sub>), ۲۰۰ متری از قفس (N<sub>100-200</sub>) و ۱۰۰۰ متری از قفس (N<sub>1000</sub>) صورت گرفت شد. قابل ذکر است که ایستگاه ۲ در زمان شروع پرورش در فاصله ۱۰۰ متری از قفس قرار داشت.

نمونه‌های فیتوپلانکتون در محل نمونه‌برداری بلافاصله با فرمالین ۴ درصد تثبیت و مشخصات ایستگاه‌ها و زمان نمونه‌برداری ثبت گردیده و در ظروف شیشه‌ای به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر به آزمایشگاه پلانکتون شناسی پژوهشکده آکولوژی دریای خزر منتقل شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه به مدت ۱۰ شبانه‌روز در تاریکی نگهداری شدند تا کاملاً رسوب نمایند (APHA, 2005). سپس با سیفون مخصوصی آب لایه فوقانی که فاقد هرگونه فیتوپلانکتون بود، تخلیه شد. قسمت باقیمانده نمونه‌ها طی چند مرحله به مدت ۵ دقیقه، با سانتریفوژ (مدل Labofuge200) با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه رسوب‌دهی شدند تا حجم نهایی نمونه‌ها به ۲۵ - ۳۰ میلی‌لیتر برسد. نمونه‌ها برای شمارش، توسط پپت پیستون (Stample pipette)، با حجم ۰/۱ سانتی‌متر مکعب روی لام‌های خط‌کشی شده قرار گرفتند (Newell and Newell, 2006).

نمونه‌ها پس از سانتریفوژ، همگن شده و با چند قطره ائوزین رنگ‌آمیزی و سپس در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی X<sub>10</sub>، X<sub>20</sub> و X<sub>40</sub> مورد شناسایی و بررسی قرار گرفتند (Vollenweider, 1974; Newell and Newell, 2006; APHA, 2005; Desikachary, 1958; Habit and Pankov, 1976). لازم به ذکر است که جهت شناسایی فیتوپلانکتون‌ها از منابع شناسایی فیتوپلانکتون‌ها از جمله Prescott, 1962; Tiffany and Britton, 1971; Edmonson, 1959 و Pontin, 1978 استفاده شد. واحد محاسبه تراکم فیتوپلانکتون‌ها بر حسب تعداد در لیتر در هر ایستگاه تعیین و در فرم‌های اطلاعاتی شاخه‌بندی شده ثبت و تراکم شاخه و سرانجام تراکم کل فیتوپلانکتون‌ها محاسبه گردید.

## یافته‌ها

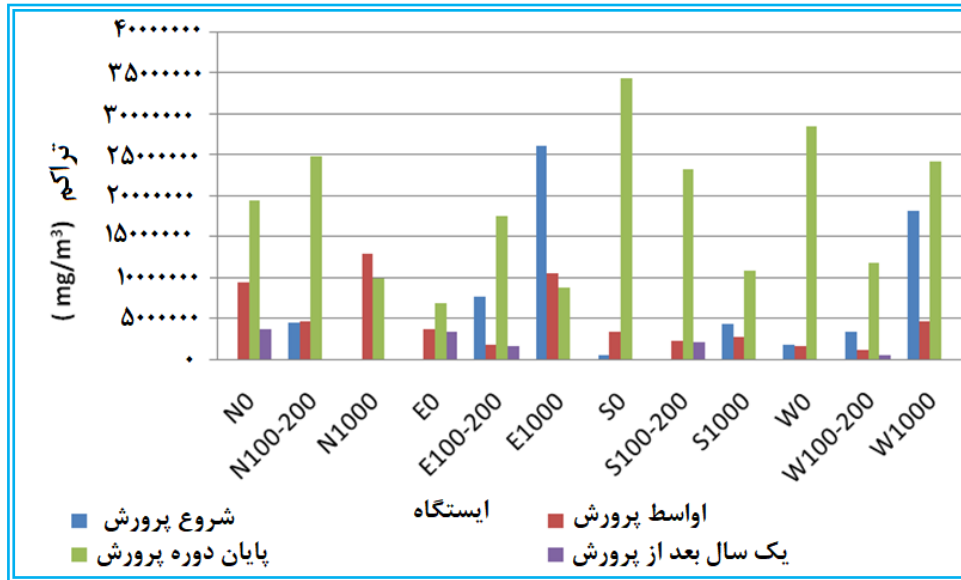
در این بررسی در مجموع در کل نمونه‌برداری‌های انجام‌شده طی چهار دوره، تعداد ۱۱ گونه ریزجلیک Chlorophyta مشاهده گردید. در قبل از دوره پرورش مجموعاً ۴ گونه به ریزجلیک Chlorophyta تعلق داشتند. در شروع دوره پرورش ۴ گونه، در اواسط دوره پرورش ۳ گونه و در پایان دوره پرورش ۱۰ گونه شناسایی شد. در پایان دوره پرورش کلیه گونه‌ها به‌جز گونه *Oocystis solitaria* مشاهده شدند (جدول ۱).

جدول ۱. لیست گونه‌های شناسایی‌شده شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتون در ایستگاه‌ها و لایه‌های مختلف نمونه‌برداری اطراف قفس

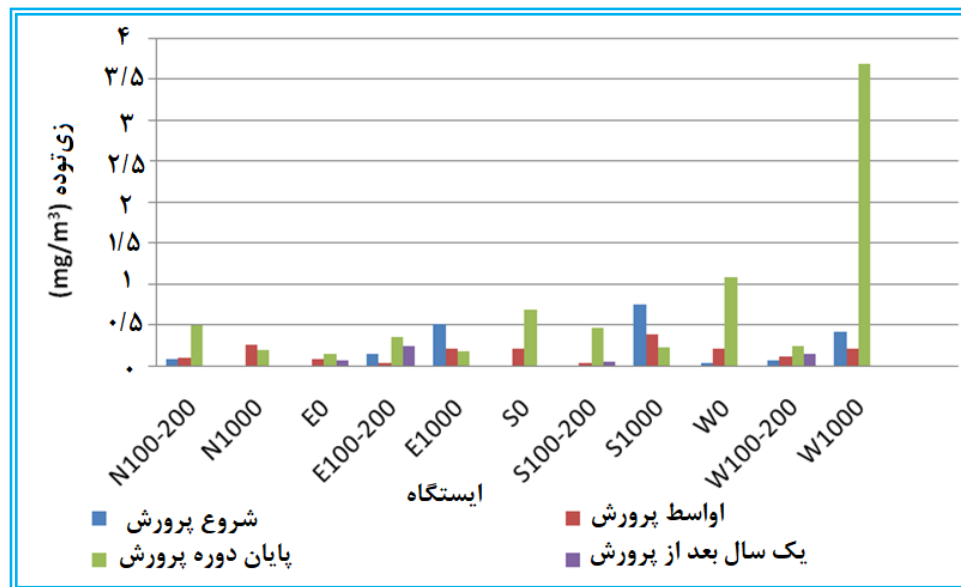
یک سال بعد از پرورش	پایان دوره پرورش	اواسط پرورش	شروع پرورش	نام گونه	نام شاخه
	+		+	<i>Ankisterodesmus falcatus</i>	
+	+	+	+	<i>Binuclearia lauterbornii</i>	
+	+		+	<i>Binuclearia</i> sp.	
+		+	+	<i>Oocystis solitaria</i>	
+	+	+		<i>Chlorella vulgar</i>	
	+			<i>Cosmarium circulare</i>	
	+			<i>Oocystis socialis</i>	ریز جلیک Chlorophyta
	+			<i>Oocystis solitaria</i>	
	+			<i>Oocystis</i> sp.	
	+			<i>Oocystis socialis</i>	
	+			<i>Oocystis solitaria</i>	

بر اساس شکل ۱ بیشترین تراکم شاخه کلروفیتا در پایان دوره پرورش مشاهده شد و در کلیه ایستگاه‌ها پایان دوره پرورش بیشترین تراکم را داشته است و بیشترین تراکم کلروفیتا در ایستگاه S0 مشاهده شد. در مرحله پرورش بیشترین تراکم کلروفیتا در ایستگاه E1000، در اواسط دوره پرورش ایستگاه N1000 و یک سال بعد از دوره پرورش N0 بیشترین تراکم شاخه کلروفیتا را داشته‌اند.

بر اساس شکل ۲ بیشترین زی‌توده شاخه کلروفیتا در ایستگاه W1000 مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). در مرحله پرورش بیشترین زی‌توده کلروفیتا در ایستگاه S1000 مشاهده شد و در سایر مراحل نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

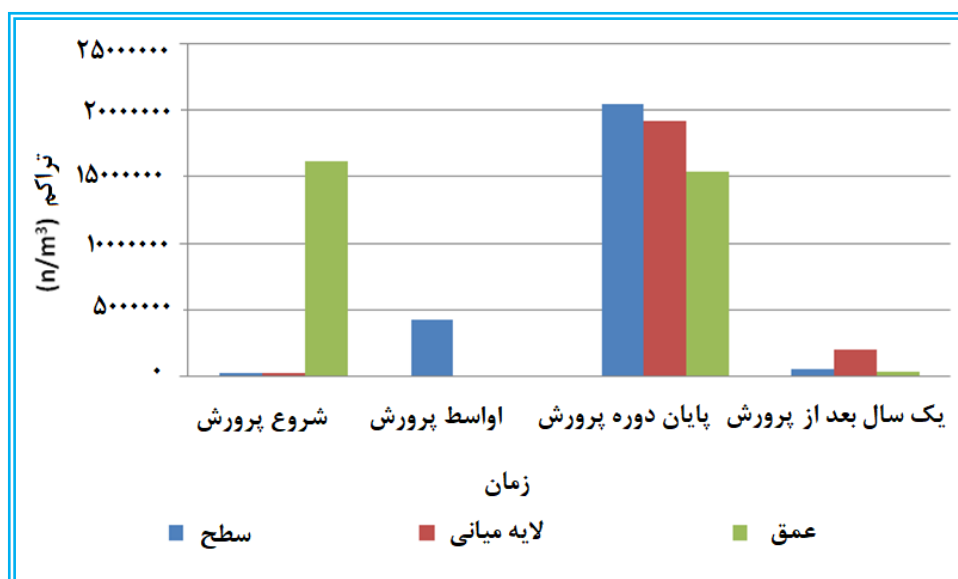


شکل ۱. میانگین تراکم ریزجلبک Chlorophyta در دوره‌های مختلف پرورش و ایستگاه‌های نمونه‌برداری



۲. میانگین زی‌توده ریزجلبک Chlorophyta در دوره‌های مختلف پرورش و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

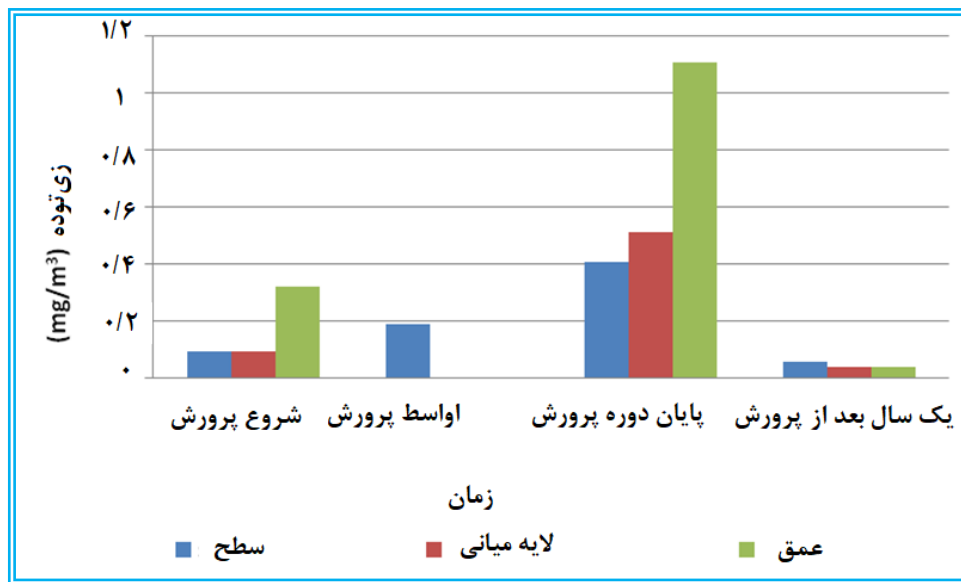
همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، در زمان شروع پرورش بیشترین تراکم کلروفیتا در عمق مشاهده شد و در دوره میانی پرورش تراکم کاهش و سپس در پایان دوره پرورش تراکم کلروفیتا در هر سه لایه نمونه‌برداری شده (سطح، میانی و عمق) افزایش معنی‌داری داشته است ( $P < 0/05$ ) به‌طوری‌که بیشترین تراکم کلروفیتا در این دوره بوده و مجدداً یک سال بعد از پرورش تراکم این شاخه کاهش یافت.



شکل ۳. میانگین تراکم ریزجلبک Chlorophyta در دوره‌های مختلف پرورش و اعماق مختلف نمونه‌برداری

بر اساس شکل ۴، در زمان شروع پرورش بیشترین زی‌توده کلروفیتا در عمق مشاهده شد و در دوره میانی پرورش، زی‌توده کاهش و سپس در پایان دوره پرورش زی‌توده کلروفیتا در هر سه لایه نمونه‌برداری شده (سطح، میانی و عمق)، افزایش معنی‌داری داشته است ( $P < 0/05$ ) به‌طوری‌که بیشترین زی‌توده کلروفیتا در این دوره بوده و مجدداً یک سال بعد از پرورش زی‌توده این شاخه کاهش یافت.

در بررسی‌های انجام‌شده در پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوزه جنوبی دریای خزر طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۵، ریزجلبک Chlorophyta، مشاهده شدند. این مطالعات نشان داده‌اند ریزجلبک Chlorophyta نقش مهمی در تولیدات اولیه در اکوسیستم کرانه جنوبی دریای خزر دارند و متأثر از شرایط محیطی می‌باشند (Tahami, et al., 2012). بیشترین میزان تراکم در انتهای دوره پرورش و در لایه میانی مشاهده شد درحالی‌که بیشترین میزان زی‌توده نیز در همین زمان یعنی انتهای دوره پرورش مشاهده گردید و کمترین میزان تراکم و زی‌توده در قبل از شروع پرورش بوده است و می‌توان گفت که تغییرات زمانی به صورت‌های مختلف از جمله تأثیر بر درجه حرارت هوا، ورودی رودخانه‌ها، مواد زائد ناشی از تغذیه ماهیان قفس و در نتیجه افزایش مواد مغذی، ایجاد جریان‌های آبی و در نتیجه تغییرات شوری در ورودی رودخانه‌ها و کاهش شوری تأثیرات مهمی را در تغییر جمعیت فیتوپلانکتون‌ها از جمله کلروفیتای اطراف قفس داشته باشد (تهامی و همکاران ۱۳۹۲).



شکل ۴. میانگین زی توده Chlorophyta در دوره‌های مختلف پرورش و اعماق مختلف نمونه‌برداری

درصد تراکم کلروفیتای مشاهده شده در مناطق و فاصله از محل قفس متفاوت بوده است و نیز بیشترین تراکم و زی توده در انتهای دوره پرورش بوده است درحالی که کمترین تراکم و زی توده قبل از شروع پرورش بوده است که شاید به دلیل تأثیر اکوسیستم پرورش ماهی قزل‌آلا در قفس باشد. ریز جلبک Chlorophyta در قبل از شروع پرورش رشد قابل توجهی داشتند که معمولاً با تغییر دمای هوا و نیز تغییر نوترینت‌ها و نیز میزان نیتروژن و فسفر محیط اطراف در ارتباط می‌باشد. بر اساس یافته‌های بسیاری از محققین، جوامع فیتوپلانکتونی می‌توانند بر سطوح تنوع زیستی تأثیرگذار باشند (Loreau *et al.*, 2001; Jackson *et al.*, 2001). فارابی و همکاران (۱۳۹۵) و Gao و همکاران (۲۰۱۲)، نیز گزارش نمودند که تغییر در ساختار جوامع زیستی بعد از استقرار قفس‌های پرورش ماهی مشاهده شده است.

موفقیت پرورش ماهی در قفس به کیفیت مناسب آب موجود در اطراف قفس بستگی کامل داشته و پرورش‌دهنده بایستی تلاش کند تا فشارهای محیطی وارده به ماهی‌ها را به حداقل برساند. یکی از عوامل مهمی که فشارهای محیطی بر قفس را ایجاد و تشدید می‌کنند وجود مواد مغذی فراوان است که می‌تواند خطراتی نظیر تغییر دینامیک جوامع زیستی از جمله فیتوپلانکتون، اجازه رشد بیش از حد گونه‌های مضر، امکان رشد آبزیان غیربومی و مهاجم به دریای خزر (Tahami, *et al.*, 2012) و بالعکس کاهش یا حذف برخی گونه‌ها و نیز در مواقعی ممکن است این تغییر ترکیب مواد مغذی شکوفایی‌های خطرناک جلبکی را القا کند که برای پرورش خطرناک باشد (David *et al.*, 2009; Draganov *et al.*, 1984).

بیشترین تراکم فیتوپلانکتون مشاهده شده در اواسط دوره پرورش در فاصله ۲۰۰ متری منطقه غرب بود درحالی که Hall و همکاران (۱۹۲)، بیشترین تأثیر محیطی پرورش در قفس را در فاصله نزدیک قفس اعلام نمودند که اگرچه جریان‌ات آبی در خزر جنوبی سبب پراکنده شدن و عدم تجمع آن در اطراف قفس می‌شود (کریمیان، ۱۳۹۵) ولی در درازمدت می‌تواند با افزایش مقدار مواد مغذی آب از طریق قفس پرورش ماهی موجب افزایش زی توده فیتوپلانکتون گردند که می‌توانند با جذب این آلودگی‌های اطراف قفس پرورش ماهی آن را به زئوپلانکتون‌ها و سپس موجودات سطوح بالاتر هرم غذایی انتقال دهند (Silva *et al.*, 2012).

به‌طور کلی بر اساس این نتایج می‌توان گفت که ایستگاه‌های مختلف مورد مطالعه با توجه به فاصله آن‌ها از محل استقرار قفس و نیز موقعیت ایستگاه نسبت به محل استقرار قفس متفاوت بود و نیز درصد تراکم فیتوپلانکتون‌های مشاهده شده متفاوت بوده است و فاصله ۲۰۰ متری از محل استقرار قفس بیشترین درصد تراکم فیتوپلانکتون را داشته است. Hall و همکاران (۱۹۹۰) و جهانی و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش نمودند که ایستگاه‌های تا فاصله ۱۵۰ متری قفس دارای آلودگی متوسط محیطی هستند.

### توصیه ترویجی

بر اساس مطالعه فوق و یافته‌های سایر مطالعات، جوامع فیتوپلانکتونی در شرایط مختلف به شدت قابل تغییر است و از طرق مختلف می‌توانند بر سطوح تنوع زیستی و تأمین منابع زیستی برای نسل‌های آینده تأثیرگذار باشند و از طرفی تغییر در ساختار جوامع زیستی بعد از استقرار قفس‌ها مشاهده شده است، لذا بررسی‌های پایشی برای این منطقه توصیه می‌گردد. با توجه به جدید بودن برنامه پرورش ماهی در قفس در جهت توسعه آبی‌پروری در کشور و به‌ویژه در دریای خزر، عدم رعایت ملاحظات زیست‌محیطی و اجرای آن در چارچوب یک برنامه مدون ممکن است خسارت جبران‌ناپذیری را به وجود آورد.

### منابع

- ۱- تهامی، ف.س.، پورغلام، ر.، نصراله‌زاده، ح.، مخلوق، آ.، یوسفیان، م.، خداپرست، ن.، کیهان ثانی، ع.، دوستدار، م.، نادری، م.، رضانی، ح.، رحمتی، ر.، رضایی، م. و فلاحی، م.، ۱۳۹۲. بررسی تنوع، بیوماس و فراوانی فیتوپلانکتون در منطقه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۱۱۱ صفحه.
- ۲- جهانی، ن.، نبوی، س.م.ب.، دهقان مدیسه، س. و سید مرتضایی، س.ر. ۱۳۸۹. سنجش کیفی بار آلودگی ناشی از اثرات احتمالی فعالیت‌های آبی‌پروری در خور غزاله (خلیج فارس) روی کف‌زیان با استفاده از شاخص ABC. مجله علمی شیلات ایران، دوره ۱۹، شماره ۴، صفحات ۵۴-۴۳.
- ۳- فارابی، س.م.، افرازی، م.ع.، نصراله‌زاده، ح.، بهمنش، ش.، محسنی، م.، آذری، ح.، دریانبرد، غ.، نجف‌پور، ش.، عابدیان، آ.، شریف‌روحانی، م.، متین‌فر، ع.، عبدالحی، ح.، نگارستان، ح.، پورنگ، ن.، پورغلام، ر. و فضلی، ح.، ۱۳۹۵. مطالعه جامع اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر با هدف استقرار قفس و توسعه آبی‌پروری دریایی. سازمان تات، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۱۸۸ صفحه.
- ۴- کریمیان، ع.، ۱۳۹۵. مطالعه شرایط زیست‌محیطی پرورش در قفس قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در منطقه عباس‌آباد حوضه جنوبی دریای خزر. پایان‌نامه دکترا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ۱۲۷ صفحه.

- 5- APHA, S., 2005. Standard Methods. American Public Health association .Washington, DC 2005, USA. 346P.
- 6- David, C.P.C., Maria, Y.S., Siringan, F.P., Reotita, J.M., Zamora, P.B., Villanoy, C.L., Sombrito, E.Z. and Azanza, R.V., 2009. Coastal pollution due to increasing nutrient flux in aquaculture sites. *Environmental geology*, 58(2), pp.447-454.
- 7- Draganov, S., Georgiev, B., Mileva, E. and Georgieva, I., 1984. Blue-green algae of the Northern and Central parts of the Bulgarian Black Sea Coast. *Hidrobiologiya (Sofia)*, 20, pp.51-64.
- 8- Desikachary, T. V. 1958. Electron microscope study of the Diatom – wall structure. *J. Sci. and Indust. Res.* 11B(11), pp.491-500.
- 9- Edmondson, W. T., 1959. Fresh water biology. New York, London. *John Wiley & Sons, Inc.* 1248P.

- 10- Gao, Y., Yin, K., He, L. and Harrison, P.J., 2012. Phytoplankton growth on organic nutrients from trash fish. *Aquatic ecosystem health & management*, 15(2), pp.234-240.
- 11- Habit, R.N. and Penkow., 1976. *Algaeno Floranderstosee Vebgusta Fishers Verlaygiena* 493P.
- 12- Hall, P.O., Holby, O., Kollberg, S. and Samuelsson, M.O., 1992. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV. Nitrogen. *Marine Ecology Progress Series*, pp.81-91.
- 13- Jackson, J.B., 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. and Hughes, T.P., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *science*, 293(5530), pp.629-637
- 14- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J.P., Hector, A., Hooper, D.U., Huston, M.A., Raffaelli, D., Schmid, B. and Tilman, D., 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *science*, 294(5543), pp.804-808.
- 15- Newell, G.E. and Newell, R.C., 2006. Marine plankton: a practical guide (CD or paperback). *Lymington, Hants: Pisces Conservation*.
- 16- Prescott, G. W., 1962. *Algae of the western great lakes area*. Vol 1, 2, 3. W. M.C. Brown company Publishing, Iowa, U.S.A. 933P.
- 17- Pontin, R.M., 1978. *A key to the freshwater planktonic and semi-planktonic Rotifera of the British Isles* (No. 38). Hyperion Books. 178P.
- 18- Silva, C., Yáñez, E., Martín-Díaz, M.L. and DelValls, T.A., 2012. Assessing a bioremediation strategy in a shallow coastal system affected by a fish farm culture—application of GIS and shellfish dynamic models in the Rio San Pedro, SW Spain. *Marine pollution bulletin*, 64(4), pp.751-765.
- 19- Tahami, F.S., Mazlan, A.G., Negarestan, H., Najafpour, S., Lotfi, W.W.M. and Najafpour, G.D., 2012. Phytoplankton combination in the southern part of Caspian Sea. *World Applied Sciences Journal*, 16(1), pp.99-105.
- 20- Tiffany, L. H. and Britton, M. E., 1971. *The algae of Illinois*, Hanfer Publishing company, New York. 407 P.
- 21- Vollenweider, R.A., 1974. *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments* (No. 574.5263 I5). International biological programme.