مجلهٔ ترویجی بوم‌شناسی منابع آبی
دورهٔ ۴، شمارهٔ ۲

تغییرات ساختار شاخه Bacillariophyta در پیرامون قفس دریایی پرورش ماهیان واقع در جنوب دریای خزر- نوشهر

فاطمه سادات تهامی*، علیرضا کیهان ثانی

پژوهشکدهٔ اکولوژی دریای خزر، مؤسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

* نویسنده مسئول: farnaztahamy@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۵ تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۱۰/۲۲

چکیده

رشد و نمو Bacillariophyta در اکوسیستم‌ها تحت تأثیر عوامل متعددی ازجمله افزایش و تغییرات یک ماده خاص مقاوم، تغییر کیفیت آب و شرایط اقلیمی است. در این تحقیق با استفاده از دستگاه روتنر از آب‌های اطراف قفس در ۴ دورهٔ نمونه‌برداری قبل از شروع پرورش، زمان شروع پرورش، اواسط پرورش و پایان دورهٔ پرورش از شمال، شرق، جنوب و غرب قفس از اعماق سطح، میانی و عمق (۳۰ متر) نمونه‌برداری شد. درمجموع در کل نمونه‌برداری‌های انجام‌شده طی چهار دورهٔ، مجموعاً ۴۰ گونه از ۲۱ جنس از شاخه Bacillariophyta شناسایی شدند که انتهای دورهٔ پرورش بیشترین تعداد گونه (۲۸ گونه) و اواسط دورهٔ پرورش کمترین گونه (۱۲ گونه) Bacillariophyta مشاهده شد درحالی‌که در قبل دورهٔ پرورش ۲۲ گونه و در زمان شروع فعالیت پرورش ۲۴ گونه از Bacillariophyta شناسایی شدند. بیشترین تراکم Bacillariophyta در دورهٔ قبل از پرورش بود و بیشترین تراکم در منطقهٔ غرب (۱۵۶۲±۹۷۴۷ در مترمکعب × ۱۰۴) مشاهده شد. در شروع دورهٔ پرورش بیشترین تراکم Bacillariophyta در شرق (۸۶۴± ۹۴۵۴۷ در مترمکعب × ۱۰۴) مشاهده شد و سپس در اواسط دورهٔ پرورش تراکم در تمامی مناطق کاهش معنی‌دار داشته است. در انتهای دورهٔ پرورش مجدداً تراکم Bacillariophyta افزایش یافت که در دوره‌های مختلف پرورش ماهی در قفس جمعیت Bacillariophyta متفاوت بود. یکی از مهم‌ترین عوامل تفاوت تراکم، تغییرات فصلی و نیز مواد دفعی و نیز مواد غذایی خورده نشده توسط ماهیان بود. همچنین بیشترین تراکم قبل از دورهٔ پرورش و در لایهٔ عمیق به دلیل دمای پایین آب بود که به دلیل سرمادوست بودن این شاخه است ($P<0.05$)، درحالی‌که کمترین تراکم اواسط دورهٔ پرورش بوده است که شاید به دلیل تأثیر اکوسیستم پرورش ماهی قزل‌آلا در قفس باشد.

واژه‌های کلیدی: Bacillariophyta، قزل‌آلا، قفس، نوشهر، حوضهٔ جنوبی دریای خزر

مقدمه

Bacillariophyta از کلمهٔ لاتین bacillus به معنی چوب کوچک یا میله و کلمهٔ یونانی phyta به معنی گیاه می‌آید که دارای سلول‌های منفرد، کلنی یا رشته‌های میکروسکوپی هستند و معمولاً زردرنگ تا قهوه‌ای روشن دیده می‌شوند. بیشتر گونه‌های Bacillariophyta اتوتروف هستند اما تعداد کمی از آن‌ها هتروتروف اجباری هستند (باید کربن آلی را جذب کنند)، زیرا در کل فاقد کلروفیل هستند.

با توجه به اینکه دریا در فقر کامل و با خطر انقراض گونه‌ها روبرو است در کنار مدیریت صید باید به پروژه‌های تکثیر و پرورش بیشتر پرداخته شود تا به دریا فرصت تنفس و بازسازی زیستگاه‌ها داده شود. 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 ازجمله Bacillariophyta، اجازه رشد بیش‌ازحد گونه‌های مضر، امکان رشد آبزیان غیربومی و مهاجم به دریای خزر (Tahami, *et al.*, 2012) و بلعکس کاهش یا حذف برخی گونه‌ها و نیز شکوفایی جلبکی (Draganov, *et.al.*, 1984) را ایجاد کند که در مواقعی ممکن است برای پرورش خطرناک باشد. لذا مطالعهٔ جوامع Bacillariophyta و تأثیر متقابل آن‌ها با پرورش ماهی امری ضروری و مهم است. در این تحقیق از آب‌های اطراف قفس و نیز قبل و بعد از دورهٔ پرورش ماهی در قفس، بر اساس روش‌های ارائه‌شده نمونه‌برداری شد.

Bacillariophyta رستنی‌های ذره‌بینی از گروه جلبک‌ها هستند و جلبک‌های تک‌سلولی ریزی هستند که به‌وسیلهٔ جعبه‌های شیشه‌ای نازک و ظریفی پوشیده شده‌اند. Bacillariophyta در آب‌های شیرین و شور زندگی کرده و بعضی از آن‌ها نیز در خاک زندگی می‌کنند. رنگ تمامی Bacillariophyta متمایل به زرد است. Bacillariophyta با دونیمه شدن تولیدمثل می‌کنند. در تعریف دیگر، Bacillariophyta گروهی از آغازیان خودپرورد (اتوتروف) هستند و دارای کلروپلاست می‌باشند. این نوع از آغازیان دارای دو پوستهٔ کوچک و بزرگ‌اند که یکی از دیگری شعاع بیشتری دارد و پوستهٔ کوچک‌تر در داخل پوستهٔ بزرگ‌تر قرار می‌گیرد. در هنگام تولید مثل غیرجنسی، دو پوسته از هم جدا می‌شوند و هر تکه به‌صورت جانداری مستقل درمی‌آید و پوستهٔ مکملی برای خود می‌سازد

Bacillariophyta نشانگرهای ارزشمندی برای مطالعه شرایط محیطی آب هستند. آن‌ها به تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب مانند تغییرات درجهٔ حرارت، غلظت مواد غذایی و تعداد مصرف‌کنندگان به‌سرعت پاسخ می‌دهند. هرکدام از گونه‌های Bacillariophyta در شرایط زیستگاهی خاصی زندگی می‌کنند. ازاین‌رو، آن‌ها در اکوسیستم‌های مختلف، جوامع متنوعی با فراوانی‌های متفاوت تشکیل می‌دهند (Patrick, 1961) و تنوع بالای Bacillariophyta باعث می‌شود تفسیرهای آماری قوی‌تری در استنتاج مدل‌ها به دست آید. همچنین امکان شناسایی نمونه‌ها تا سطح گونه، اهمیت و دقت استفاده از آن‌ها را به‌عنوان شاخص زیستی بالا می‌برد. از سوی دیگر Bacillariophyta کوتاه‌ترین چرخهٔ زندگی را نسبت به سایر شاخص‌های زیستی مانند بی‌مهرگان کف زی، گیاهان آبزی و ماهی‌ها دارنداین جانداران در زمان افزایش آلودگی آب و نیز زوال اکوسیستم آبی به‌سرعت تولیدمثل می‌کنند و بر تعدادشان افزوده می‌شود. ازاین‌رو این گونه‌ها به‌عنوان گونه‌های شاخص آلودگی و مهاجم به شمار می‌آیند. Bacillariophyta در بیشتر اکوسیستم‌های آبی حضور دارند. لذا در تمام فصول سال قابل نمونه‌برداری هستند. ساختار دیوارهٔ سلولی Bacillariophyta که یک فراستول دوقسمتی است به‌خوبی در رسوبات حفظ می‌شود؛ بنابراین آن‌ها به‌صورت پیوسته می‌توانند برای مطالعهٔ تاریخچهٔ زیستگاه مورداستفاده قرار بگیرند (Rott, 1991).

مواد و روش‌ها

قفس پرورش ماهی در حوضهٔ جنوبی دریای خزر در عمق ۳۰ متری از ساحل دریا قرار دارند (شکل ۱) و در این مطالعه نمونه‌برداری‌ها با استفاده از دستگاه روتنر در ۴ دورهٔ نمونه‌برداری قبل از شروع پرورش، زمان شروع پرورش، اواسط پرورش و پایان دورهٔ پرورش از شمال، شرق، جنوب و غرب قفس از اعماق سطح، میانی و عمق (۳۰ متر) نمونه‌برداری شدند.

شکل ۱. قفس پرورش ماهی در نوشهر

سپس نمونه‌ها در محل نمونه‌برداری بلافاصله با فرمالین ۴ درصد تثبیت فیکس (Fixation) و مشخصات ایستگاه‌ها و زمان نمونه‌برداری ثبت گردید و در ظروف شیشه‌ای به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر به آزمایشگاه پلانکتون شناسی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر منتقل شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه به مدت ۱۰ شبانه‌روز در تاریکی نگهداری شدند تا کاملاً رسوب نمایند. سپس با سیفون (Siphon) مخصوصی آب لایه فوقانی (Supernatant) که فاقد هرگونه پلانکتون بود، تخلیه شد.

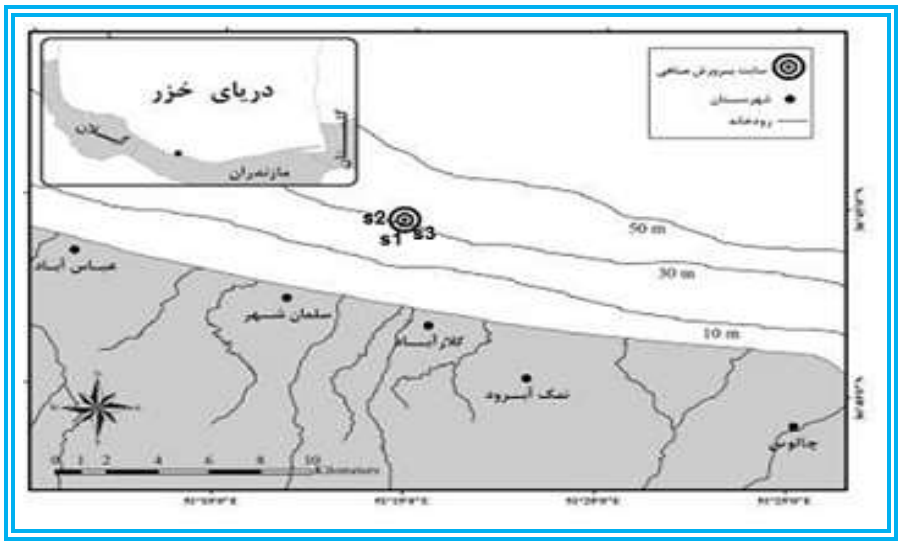
قسمت باقیماندهٔ نمونه‌ها طی چند مرحله به مدت ۵ دقیقه، با سانتریفوژ (مدل Labofuge200 با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه) رسوب‌دهی (Sedimentation) شدند تا حجم نهائی نمونه‌ها به ۳۰ – ۲۵ میلی‌لیتر برسد. نمونه‌ها برای شمارش، توسط پیپت پیستون (Stample pipette) با حجم ۰/۱ سانتی‌متر مکعب روی لام‌های خط‌کشی شده قرار گرفت (Newell and Newell, 2006). نمونه‌ها پس از سانتریفوژ، همگن شده و با چند قطره ائوزین رنگ‌آمیزی و سپس در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی X۱۰،X۲۰ و X۴۰ مورد شناسایی و بررسی قرار گرفتند. (Vollenweider, 1974; Newell and Newell, 1963; APHA, 2005; Desikachary, 1958; Habit and Pankov, 1976;2006).

در این مرحله بررسی کیفی بوده و تنها دانستن حدود آن‌ها مهم است تا در صورت زیاد بودن برای مرحلهٔ شمارش کمی آن‌ها را رقیق و یا تغلیظ کرد. در بررسی کمی نمونه‌ها، پس از تعیین رقت یا غلظت در مرحله کیفی، نمونه را به مدت ۲۴ ساعت رسوب داده و سپس با استفاده از پیپت پیستون، ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه را برداشته و با استفاده از ائوزین رنگ‌آمیزی و با استفاده از میکروسکوپ شناسایی و تعداد و سپس تراکم در مترمکعب هرگونه شمارش شد.

لازم به ذکر است که جهت شناسایی Bacillariophyta از منابع شناسایی فیتوپلانکتون‌ها ازجمله: Maosen, 1983; Edmonson, 1959; Tiffany and Britton, 1971; Ruttnerkolisko, 1974; و Pontin, 1978 استفاده شد. واحد محاسبه تراکم Bacillariophyta برحسب تعداد در لیتر در هر ایستگاه تعیین و در فرم‌های اطلاعاتی شاخه بندی شده ثبت و تراکم شاخه و سرانجام تراکم کل Bacillariophyta محاسبه گردید.

موقعیت دقیق ایستگاه یک تعیین‌شده، با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب ماهواره‌ای (GPS) مشخص (شکل ۲) و ثبت گردید. مختصات این ایستگاه طول جغرافیایی ″ ۳۱ ′ ۱۵ ° ۵۱ E و عرض جغرافیایی ″ ۴۲ ′ ۴۳ ° ۳۶ N بود.

پس از انجام آزمایش‌ها، داده‌ها در فهرست‌های مربوطه ثبت گردید. سپس داده‌های حاصله در برنامهٔ نرم‌افزاری Excel وارد و محاسبات مربوطه انجام و نمودارها ترسیم شدند. SE± میانگین، انحراف معیار، دامنه، واریانس و انحراف خطا در برنامه آماری SPSS, 13 محاسبه گردید. جهت مقایسه داده‌ها در نمونه‌برداری‌ها، ایستگاه‌ها و اعماق مختلف از آنالیز واریانس ANOVA استفاده شد.



شکل ۲. موقعیت محل استقرار قفس دریایی و ایستگاه نمونه‌برداری

یافته‌ها

در این بررسی مجموعاً ۳۹ گونه از ۲۰ جنس از شاخهٔ Bacillariophyta شناسایی شدند که انتهای دورهٔ پرورش بیشترین تعداد گونه (۲۸ گونه) و اواسط دورهٔ پرورش کمترین گونه (۱۲ گونه) Bacillariophyta مشاهده شد درحالی‌که در قبل دورهٔ پرورش ۲۲ گونه و در زمان شروع فعالیت پرورش ۲۴ گونه از Bacillariophyta شناسایی شدند (جدول ۱).

بر اساس شکل ۳، بیشترین تعداد گونه Bacillariophyta در انتهای دورهٔ پرورش و کمترین گونه در اواسط دورهٔ پرورش مشاهده شد و همچنین تعداد گونه Bacillariophyta در شروع پرورش نسبت به دورهٔ قبل از شروع فعالیت پرورش افزایش نشان داده است.

بیشترین تراکم Bacillariophyta در دورهٔ قبل از پرورش بود و بیشترین تراکم در منطقهٔ غرب (۱۵۶۲ ± ۹۷۴۷ در مترمکعب × $۱۰^۴$) مشاهده شد. در شروع دورهٔ پرورش بیشترین تراکم Bacillariophyta در شرق (۸۶۴ ± ۹۴۵۴ در مترمکعب × $۱۰^۴$) مشاهده شد و سپس در اواسط دورهٔ پرورش تراکم در تمامی مناطق کاهش معنی‌دار داشته است و سپس در انتهای دورهٔ پرورش مجدداً تراکم Bacillariophyta افزایش یافت (جدول ۲).

بیشترین میزان تراکم Bacillariophyta در لایه عمیق قبل دورهٔ پرورش مشاهده شد و سپس بیشترین تراکم در لایه میانی شروع دورهٔ پرورش بوده است و سپس در اواسط دورهٔ پرورش تراکم Bacillariophyta در هر سه عمق سطح، میانی و عمیق کاهش چشمگیری مشاهده شد. سپس در کلیه اعماق تراکم شاخه Bacillariophyta افزایش داشته است (جدول ۲ و شکل ۴).

گرچه بیشترین میزان تراکم Bacillariophyta در قبل دورهٔ پرورش مشاهده شد ولی بیشترین زی‌توده در شروع دورهٔ پرورش مشاهده شد و سپس در اواسط دورهٔ پرورش زی‌توده Bacillariophyta در هر سه عمق سطح، میانی و عمیق کاهش چشمگیری داشت و این کاهش تا انتهای دورهٔ پرورش ادامه یافت (جدول ۲ و شکل ۵).

دیاتومه‌ها نقش عمده‌ای در تولیدات اولیه در اکوسیستم کرانهٔ جنوبی دریای خزر دارند و متأثر از شرایط محیطی می‌باشند و ازآنجایی‌که دریای خزر به دلیل موقعیت استراتژیک خود دارای شرایط خاصی است و همچنین Bacillariophyta گروه مهمی در آب‌های حوضه جنوبی محسوب می‌شوند؛ بنابراین جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی و پایشی اکوسیستم‌ها در جهت حفاظت و احیاء آن‌ها در مقابل تغییرات جهانی و نیز شناخت کامل از اثرات پرورش ماهی در قفس شناخت Bacillariophyta امری ضروری است (Desikachary, 1958). در این مطالعات نیز نشان داده شد که Bacillariophyta ها متأثر از شرایط محیطی می‌باشند و به‌راحتی می‌توان از آن‌ها به‌عنوان ابزار پایش نام برد. این گروه در اکوسیستم‌های آبی تنوع و فراوانی بالایی دارند و Bacillariophyta نسبت به ماکروفیت‌ها، بی‌مهرگان کف‌زی و ماهی‌ها در مقابل آلودگی آلی و معدنی آب پاسخ خیلی خوبی نشان می‌دهند. ازاین‌رو، پژوهشگران Bacillariophyta را به‌عنوان بهترین و کاراترین ابزار پایش برای اکوسیستم‌های آبی معرفی کردند. مطالعهٔ تنوع دیاتومی اطراف قفس پرورش ماهی قزل‌آلا به‌عنوان مطالعهٔ پایه‌ای، جهت برنامه‌های مدیریتی آینده و بررسی تأثیر پرورش ماهی قزل‌آلا بر قفس روی اکوسیستم حوضهٔ جنوبی دریای خزر حائز اهمیت است.

در این مطالعه بزرگ‌ترین جنس ازنظر تعداد گونهNitzschia است و بعدازآن به ترتیب جنس‌های Chaetoceros، Navicula و Actinocyclos جنس‌های بسیار متداول با تعداد زیادی گونه هستند (Fourtanier and Kociolek, 2009; Spaulding *et al*., 2010) . نتایج مشابهی در سایر مطالعات به‌دست‌آمده است. Panahy Mirzahasanlou و همکاران (Panahy 2018 Mirzahasanlou *et al*.,) در مطالعه بر روی Bacillariophyta رودخانهٔ بالیخلو بزرگ‌ترین جنس‌ها را به ترتیب Nitzscha، Navicula و Gomphonema معرفی کردند. مطالعات نشان داده است که معمولاً در جوامع Bacillariophyta تعداد کمی از گونه‌ها غالب هستند و تعداد زیادی گونه نیز به‌صورت نادر همراه آن‌ها وجود دارند که گاهی تنها یک‌بار یا در یک نمونه یافت می‌شوند (Kelly and Whitton, 1995 and Round, 1993). Snell و همکاران (۲۰۱۹)، معتقدند که سلامت اکوسیستم‌ها را به‌طور مؤثری می‌توان با استفاده از موجودات حساس به تغییرات کیفیت آب مثل دیاتوم‌ها، تعیین کرد.

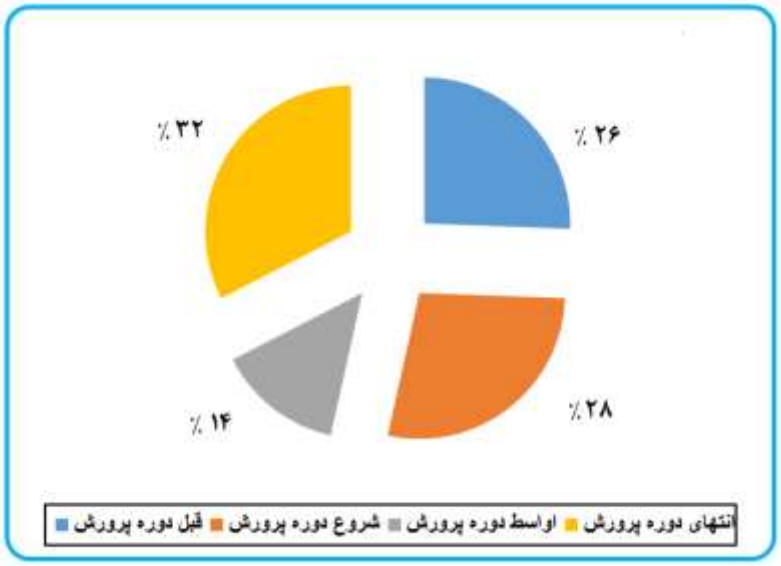
Atazadeh و همکاران ۲۰۰۷ نیز روی جوامع Bacillariophyta رودخانهٔ قره‌سو مطالعه کردند. آن‌ها مشاهده کردند که جوامع Bacillariophyta بالادست رودخانه کاملاً متفاوت از جوامع Bacillariophyta پایین‌دست رودخانه است. همچنین Stivenson (۱۹۹۷)، بیان نمود که ترکیب گونه‌ای جوامع Bacillariophyta به‌طور مستقیم با فاکتورهای محیطی در ارتباط هستند و در این مطالعه نیز تغییرات فصلی به صورت‌های مختلف ازجمله تأثیر بر درجهٔ حرارت هوا، ورودی رودخانه‌ها و درنتیجه افزایش مواد مغذی، ایجاد جریان‌های آبی و درنتیجه تغییرات شوری در ورودی رودخانه‌ها و کاهش شوری می‌تواند تأثیرات مهمی را در تغییر جمعیت Bacillariophyta داشته باشد (Panahy Mirzahasanlou *et al*., 2020). یکی از گونه‌های مشاهده‌شده در این مطالعه گونهٔ *Pseudo-nitzschia seriata* بوده است که حاوی دومیک اسید است.

مطالعات نشان داده‌اند Bacillariophyta متأثر از شرایط محیطی می‌باشند و گونه *Pseudonitzschia seriata* می‌تواند برای آبزیان خطرناک باشد. درصد تراکم Bacillariophyta مشاهده‌شده در دوره‌های مختلف پرورش متفاوت بوده است ($P<0.05$). بیشترین تراکم قبل از و در لایهٔ عمیق به دلیل دمای پایین آب بود که به دلیل سرمادوست بودن این شاخه است ($P<0.05$)، درحالی‌که کمترین تراکم اواسط دورهٔ پرورش بوده که شاید به دلیل تأثیر اکوسیستم پرورش ماهی قزل‌آلا در قفس باشد. سطوح غذایی (Trophic) و تولیدات اولیه در دریای خزر پایین است و چرخش آب‌ها در تمام فصول نشانگر عدم وجود اختلافات قابل‌ملاحظه در حرکت آب‌هاست (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸).

جدول ۱. فهرست گونه‌های شناسایی‌شده شاخهٔ Bacillariophyta در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری اطراف قفس

نام گونه	قبل دورهٔ پرورش	شروع دورهٔ پرورش	اواسط دورهٔ پرورش	انتهای دورهٔ پرورش
Actinocyclus ehrenbergii		+	+	+
Actinocyclus paradoxus		+	+	
Chaetoceros affinis	+			
Chaetoceros convolutus	+			+
Chaetoceros percicus…		+		
Chaetoceros peruvianus	+			+
Chaetoceros socialis	+	+		+
Certelium plagica	+			+
Cocconeis sp		+		+
Cossinodiscus gigas		+		
Coscinodiscus granii	+			+
Cossinodiscus jonesianus		+		
Cyclotella menenghiniana	+	+	+	+
Cymbella sp.				+
Dactyliosolen fragilissima,medium	+	+		
Diatoma ochikii			+	
Diploneis interrupta		+		
Gyrosigma attenuatum		+		
Gyrosigma accominatum				+
Gyrosigma attenuatum	+			+
Hantzschia sp.				+
Hyalodiscus sphoerephorus		+		
Navicula bombus	+			
Naviculla sp_2				+
Navicula sp.	+	+	+	+
Nitzschia sp	+	+		+
Nitzschia acicularis	+	+	+	+
Nitzschia closterium	+		+	+
Nitzschia reversa			+	+
Nitzschia longissima		+		+
Nitzschia tenuirostris	+	+	+	+
Nitzschia hybrida				+
Pseudonitzschia seriata	+	+	+	+
Pleurosigma elongatum	+		+	
Rhizosolenia calcaravis	+	+		+

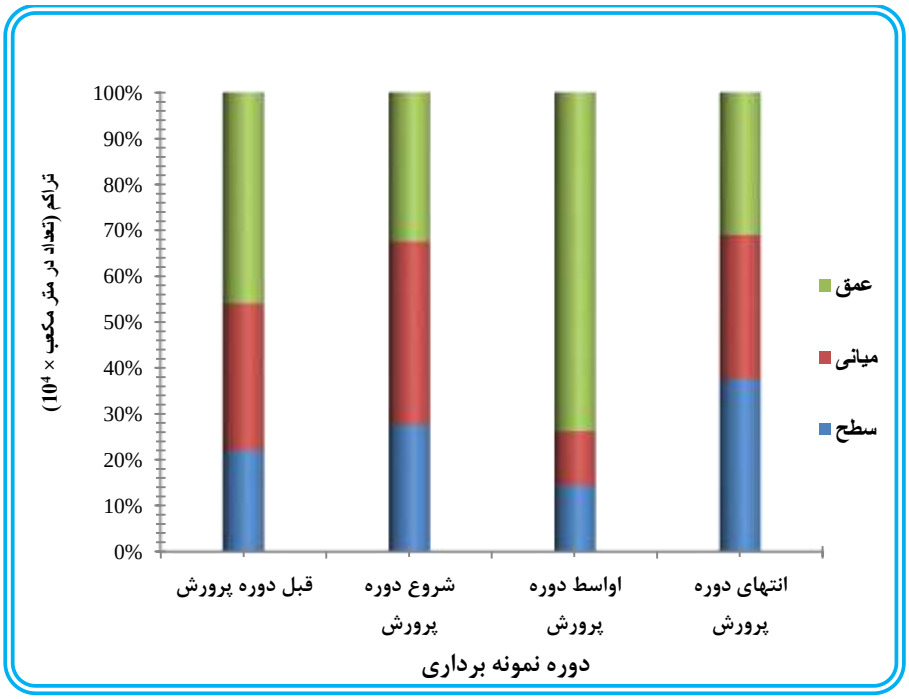
Rhizosolenia fragilissima	+	+		+
Skeletonema costatum	+	+		+
Skeletonema subsalsum		+		+
Talassiosira incerta	+	+		+
Thalassionema nitzschiodes	+	+	+	+
	۲۲	۲۴	۱۲	۲۸



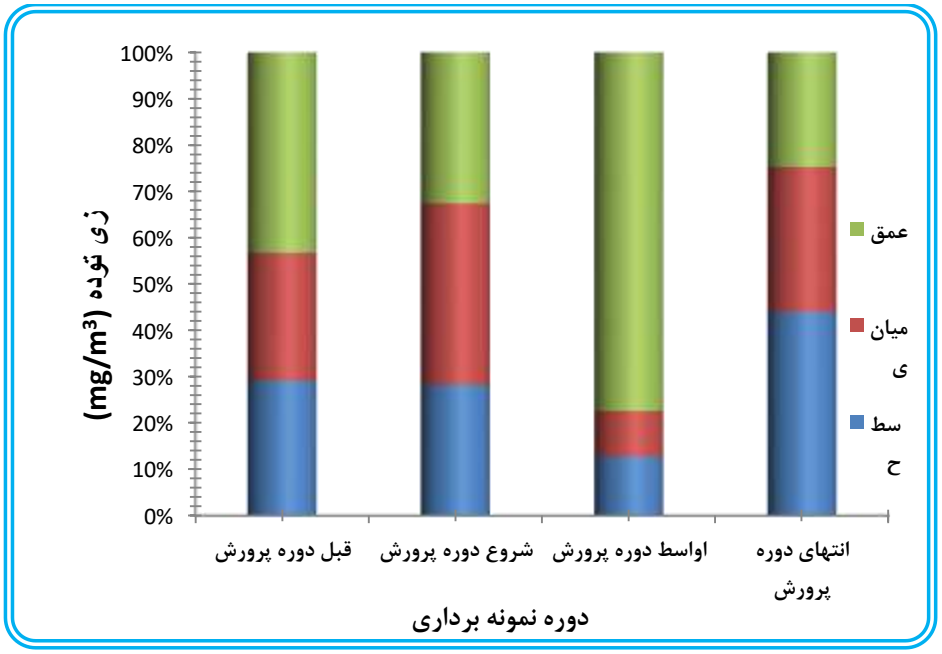
شکل ۳. نمودار تعداد نسبی گونه Bacillariophyta در ۴ دورهٔ نمونه‌برداری

جدول ۲. تراکم (تعداد در مترمکعب × $۱۰^۴$) و زی‌توده Bacillariophyta در چهار جهت مختلف نمونه‌برداری در نمونه‌برداری‌های مختلف

دورهٔ پرورش	تراکم / زی‌توده	شمال	شرق	جنوب	غرب
قبل دورهٔ پرورش	تراکم	۸۴۵۴±۶۳۸	۴۵۸۵±۲۷۳۶	۴۴۱۶±۲۲۲۸	۹۷۴۷±۱۵۶۲
	زی‌توده	۱۰۸±۲۷	۳۲±۲۴	۷۱±۶۵	۱۱۷±۳
شروع دورهٔ پرورش	تراکم	۵۱۸۶±۵۸۶	۹۴۵۴-۸۶۴	۸۰۷۰±۳۰۱	۳۸۱۶±۷۹۱
	زی‌توده	۵۰۶±۲۲۹	۷۹۲±۱۲۳	۶۸۲±۱۱۷	۳۳۹±۸۷
اواسط دورهٔ پرورش	تراکم	۶۴±۳۳	۱۳۱±۵۶	۱۸۱±۹۷	۲۸۱±۱۳۴
	زی‌توده	۵±۰/۸	۱±۵	۱۳±۵	۱۶±۴
انتهای دورهٔ پرورش	تراکم	۱۵۸۴±۱۵۰۳	۳۶۰۹±۱۲۸۴	۱۴۳۶±۶۲۵	۲۲۰۴
	زی‌توده	۲۶±۲۵	۴۵±۲۷	۲۷±۷	۲۵±۱۳



شکل ۴. درصد تراکم (تعداد در مترمکعب × $۱۰^۴$) Bacillariophyta در سطوح مختلف در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری



شکل ۵. درصد زی‌توده (میلی‌گرم در مترمکعب) Bacillariophyta در سطوح مختلف در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری

در سال‌های قبل از پرورش ماهی در قفس، اکثریت فیتوپلانکتون‌های کرانهٔ جنوبی دریای خزر از دیاتومه تشکیل‌شده که نقش عمده‌ای در تولیدات اولیه در اکوسیستم کرانهٔ جنوبی دریای خزر داشته و نیز در اواخر فصل بهار و ابتدای تابستان، مواد غذایی (Nutrients) از طریق رودخانه‌ها وارد دریا می‌شود (تهامی و همکاران، ۱۳۹۲). وجود سدهای موجود در رودخانه‌ها (بخصوص ولگا) سبب کاهش ورود این نوترینت‌ها به داخل دریا می‌گردد (Aladin and Plotnikov, 2004) که چنین شرایطی را در این مطالعه نیز می‌توان مشاهده نمود لکن در دوره‌های مختلف پرورش ماهی در قفس، متفاوت است که می‌تواند با تغییر دمای هوا و نیز تغییر نوترینت‌ها و نیز میزان نیتروژن و فسفر محیط اطراف در ارتباط باشد (Barone and Flores., 1994).

درمجموع، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، تفاوت در میزان تراکم جمعیت کل Bacillariophyta بستگی به شرایط فیزیکی و شیمیایی آب، میزان مواد آلی و توزیع و تراکم آن‌ها دارد که می‌تواند به دلیل غذادهی‌های زیاد پرورش‌دهندگان باشد. گرچه یافتن علت همهٔ این اختلافات و تعیین عوامل مؤثر بر رشد آن‌ها کار بسیار دشواری است؛ باوجوداین برای داشتن پرورش موفق ماهی در قفس نیاز به مدیریت صحیح آب اطراف ماهیان قفس است چراکه Bacillariophyta ها از گروه بسیار مهم فیتوپلانکتون‌های دریای خزر هستند و علاوه بر این‌که بیشترین کمک را به تولید می‌کنند و پایگاه شبکه‌های غذایی آبزیان را تشکیل می‌دهند، از آن‌ها به‌عنوان ابزار قدرتمند اکولوژیک برای بررسی شرایط آب اطراف قفس پرورش ماهی و نیز نظارت بر تغییرات محیطی در طول زمان می‌توان استفاده نمود. هر تغییر در جوامع زیستی محیط اطراف قفس بر ماهیان تأثیر و نیز هرگونه اشکال مدیریتی در امر پرورش ماهی در قفس می‌تواند بر اکوسیستم دریای خزر اثرگذار باشد. نحوهٔ غذادهی و جمع‌آوری فضولات نیاز به‌دقت فراوانی دارد تا موجب افزایش مواد آلی محیط نگردد که ساختار جمعیت Bacillariophyta و حساسیت خاص برخی از گونه‌ها می‌تواند ما را از شرایط آب‌های اطراف قفس پرورش ماهی قزل‌آلا آگاه سازد.

توصیهٔ ترویجی

ازآنجایی‌که دیاتومه‌ها را می‌توان به‌عنوان فاکتورهای سنجش شرایط آب اطراف قفس در نظر گرفت، بر اساس این مطالعه، به دلیل کاهش دیاتومه‌ها در دوره‌های مختلف پرورش می‌توان به این نکته رسید که پرورش ماهی در قفس می‌تواند بر جمعیت فیتوپلانکتون و درنتیجه دیاتومه‌های اطراف قفس تأثیر منفی داشته باشد و ازآنجایی‌که دیاتومه‌ها گروه اصلی پلانکتون‌های دریای خزر و نیز فیتوپلانکتون‌ها اولین حلقه زنجیره غذایی آب‌ها را تشکیل می‌دهند، به‌مرورزمان بر گروه‌های دیگر پلانکتون و سپس موجودات بنتیک و نکتون‌ها تأثیر گذاشته و موجب تغییر جمعیت آبزیان گردند.

منابع

۱- تهامی، ف.س.، پورغلام، ر.، نصراله زاده، ح.، مخلوق، آ.، یوسفیان، م.، خداپرست، ن.، کیهان ثانی، ع.، دوستدار، م.، نادری، م.، رمضانی، ح.، رحمتی، ر.، رضایی، م.، فلاحی، م.، ۱۳۹۲. گزارش پروژهٔ بررسی تنوع ، بیوماس و فراوانی فیتوپلانکتون در منطقهٔ جنوبی دریای خزر. پژوهشکدهٔ اکولوژی دریای خزر، ۱۱۱ صفحه.

۲- حسینی، س. ع.، گنجیان، ع.، مخلوق، آ.، کیهان ثانی، ع.، سادات تهامی، ف.، محمد جانی، ط.، حیدری، ع.، مکارمی، م.، مخدومی، ن.، روشن طبری، م.، تکمیلیان، ک.، روحی، ا.، رستمیان، م. ت.، فلاحی، م.، سبک آرا، ح.، خسروی، م.، واردی، س.ا.، هاشمیان، ع.، واحدی،ف.، نصرالله زاده ساروی، ح. و نجف پور، ش.، ۱۳۸۸. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوزهٔ جنوبی دریای خزر، مؤسسهٔ تحقیقات شیلات ایران، ۱۲۱ صفحه.

۳- کریمیان، ع.، ۱۳۹۵. مطالعهٔ شرایط زیست‌محیطی پرورش در قفس قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در منطقهٔ عباس‌آباد حوضهٔ جنوبی دریای خزر. رسالهٔ دکترا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۵۶ صفحه.

4- Aladin, N.B. and Plotnikov, I.S., 2000. Danger of Large-scale Ecological Catastrophy in the Caspian (The Comparative Analysis of Causes and Effects of Ecological Crises in the Aral and Caspian). *The Caspian Bulletin 4*(20), pp.112–126.
5- APHA., 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th ed. Washington DC: American Public Health Association.
6- Atazadeh, I., sharifi, M. and Kelly, M.G., 2007. Evaluation of the tropic diatom index for assessing water quality in River Gharasou, western Iran. *Hydrobiologia 589*(3), pp.165-173.
7- Barone, R., Flores, L.N. and Calvo, S., 1991. Plankton communities in the artificial lakes of Sicily (Italy). *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, *24*(3), pp.1409-1414.
8- 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.
9- 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.
10- Desikachary, T.V., 1958. Electron microscope study of the Diatom – *wall structure. J. Sci. and Indust. Res. 11*(2), pp.491-500.
11- Edmondson W. T. (1959. Fresh water biology. New York, London. John Wiley & Sons, Inc. 1248 p.
12- Fourtanier, E., Kociolek, J.P., 2009. Catalogue of diatom names. San Francisco, California, USA, California Academy of Sciences.
13- Habit, R.N. and Penkow, F., 1976. Algaeno Floranderstosee Vebgusta Fishers Verlaygiena 493 p.
14- Kelly, M.G. and Whitton, B.A., 1995. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology, 7*(3), pp.433-444.
15- Maosen, H., 1983. Fresh water plankton illustration.Agriculture Publishing House. 85p.
16- Newell, G.E. and Newell, R.C., 2006. Marine plankton: a practical guide. Lymington, Hanys: Pisces Conservation
17- Panahy Mirzahasnlou, J., Nejadsattari, T., Ramezanpour, Z., Imanpour Namin, J. and Asri, Y., 2018. The epilithic and epipelic diatom flora of the Balikhli River, Northwest Iran. *Turkish Journal of Botany*, *42*(2), pp.518-532.
18- Panahy Mirzahasnlou, J., Ramezanpour, Z., Nejadsattari, T., Imanpour Namin, J. and Asri, Y., 2020. Temporal and spatial distribution of diatom assemblages and their relationship with environmental factors in Balikhli River (NW Iran). *Ecohydrology & Hydrobiology*, *20*(1), pp.102-111.
19- Patrick, R., 1961. A study of the numbers and kinds of species found in rivers in eastern United States. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, *113*(3),
20- pp.215-258.
21- 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. 933 p.
22- Pontin, R.M., 1978. A key to the fresh water planktonic and semiplanktonic rotifer of the British Isles.Titus Wilson and Son.Ltd. 178p.
23- Rott, E., 1991. Methodological aspects and perspectives in the use of periphyton for monitoring and protecting rivers. *Use of algae for monitoring rivers*, pp.9-16.

24- Round, F.E., 1993. A review and methods for the use of epilithic diatoms for detecting and monitoring changes in river water quality 1993.
25- Ruttner-Kolisko, A. 1974. Plankton rotifers. Biology and taxonomy. English translation of Die Binnengewasser v. 26, part 1. 146 p. DM46. 80.
26- Snell, M.A., Barker, P.A., Surridge, B.W.J., Benskin, C.M.H., Barber, N., Reaney, S.M., Tych, W., Mindham, D., Large, A.R.G., Burke, S. and Haygarth, P.M., 2019. Strong and recurring seasonality revealed within stream diatom assemblages. *Scientific reports*, *9*(1), pp.1-7.
27- Spaulding, S.A., Lubinski, D.J. and Potapova, M., 2010. Diatoms of the United States. **http://westerndiatoms.colorado.edu Accessed on 04 July, 2016**
28- Stevenson, R.J., 1997. Scale-dependent causal frameworks and the conse- quences of benthic algal heteroge-neity. *Journal of the North American Benthological Society*. 16(2), pp.248-62.
29- Tiffany, L.H. and Britton, M.E., 1971. Thealgae of Illinois, Hanfer Publishing Company, New York. 407p.
30- Vollenweider, R.A., Talling, J.F. and Westlake, D.F., 1974. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments-2.