مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر / ISSN: 2008-0026 سال هشتم، شماره دوم، تابستان ۹۳ / صفحات: ۵۲-۳۹

مطالعه کمی و کیفی فیتوپلانکتون‌ها طی ماه‌های پرورش در استخرهای خاکی ماهیان گرمابی کارگاه سیجوال

*سارا حق‌پرست[۱]، سیدرضا خالقی[۲]، محسن تجری[۳]، طاهر پورصوفی[۴] و مریم شاهرودی[۵]

[۱]دانشجوی دکتری گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲و۵]کارشناسی گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرگز، [۳]استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرگز، [۴]کارشناس‌ارشد گروه شیلات، مرکز تحقیقات آب‌های داخلی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۶

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی کمی و کیفی جمعیت فیتوپلانکتون‌های استخرهای پرورشی گرمابی طی ٤ ماه پرورش (اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد ۱۳۹۰) در استخرهایی با توان تولید متفاوت فیتوپلانکتون مطابق با مشاهدات عینی متخصصین کارگاه (ضعیف، متوسط، خوب) انجام گرفت. نتایج بیانگر آن بود که در میان شاخه‌های فیتوپلانکتونی شناسایی شده در طی ماه‌های پرورش، بیش‌ترین و کم‌ترین درصد فراوانی به‌ترتیب به شاخه Cyanophyta با فراوانی ٥٤/٤٨ درصد و شاخه Chlorophyta با فراوانی ۰/٦۷ درصد تعلق داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین تنوع فیتوپلانکتونی به‌ترتیب در ماه اردیبهشت با ٤۱ جنس و خرداد با ۲۷ جنس مشاهده شد. بررسی تغییرات ماهانه جنس‌های متعلق به شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی اختلاف معنی‌داری را از نظر تراکم سلول‌های فیتوپلانکتونی نشان نداد (P>۰/۰۵). میان استخرهای پرورشی با توان تولید مختلف از نظر تراکم فیتوپلانکتون در هر یک از شاخه‌های فیتوپلانکتونی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). همچنین تراکم سلول‌های فیتوپلانکتونی میان ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در هر یک از استخرهای پرورشی، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). بررسی شاخص‌های تنوع (شانون، سیمپسون، مارگالف و یکنواختی) نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان سه استخر پرورشی با تولیدات متفاوت و همچنین میان ماه‌های مختلف نمونه‌برداری وجود نداشت (P>۰/۰۵). این نتایج بیانگر وضعیت نامساعد بار فیتوپلانکتونی استخرهای پرورشی و آلودگی آن‌ها به مواد آلی در طی ماه‌های مورد مطالعه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: فیتوپلانکتون، استخرهای پرورشی، کارگاه سیجوال

مقدمه

فیتوپلانکتون‌ها بزرگ‌ترین تولیدکنندگان اولیه آب‌ها (خلفه نیل‌ساز، ۱۳۸۸) و اولین حلقه زنجیره غذایی بوده که انرژی موجود در اکوسیستم را به ارگانیسم‌های سطوح غذایی بالاتر انتقال می‌دهند (Saravanakumar و همکاران، ۲۰۰۸). فیتوپلانکتون‌ها در تمامی لایه‌ها از سطح آب تا عمیق‌ترین طبقات آن (۲۰۰ متری در مناطقی با کدورت پایین از آب‌های اقیانوسی) زیست می‌کنند (Banse، ۱۹٦٤؛ Vinogradov، ۱۹۷٦). ترکیب جنس‌ها و تغییرات فصلی فیتوپلانکتون‌ها به عوامل فیزیکی و شیمیایی آب وابسته بوده (Naz و Turkman، ۲۰۰۵) و اندازه‌گیری آن‌ها به‌عنوان اندیکاتوری برای ارزیابی کیفی آب و درجه یوتریفیکاسیون محسوب می‌شود (Ponmanickam و همکاران، ۲۰۰۷). از سویی دیگر، شناسایی و تعیین تراکم فیتوپلانکتون‌ها به همراه بررسی زنجیره‌های غذایی آبی به‌دلیل آگاهی از رژیم غذایی ماهیان، اهمیت بسیاری دارد (صلواتیان

*مسئول مکاتبه: sarah_haghparast@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

و همکاران، ۱۳۸۹). در استخرهای پرورشی کپورماهیان، معمولاً از طریق کوددهی اقدام به بارورسازی گونه‌های فیتوپلانکتونی می‌گردد. از آن‌جایی‌که کوددهی به مزارع بخش عمده فیتوپلانکتون‌های موجود در آب، فلور طبیعی استخر، را بارور می‌سازد، بنابراین آگاهی از ترکیب گونه‌ای و بیومس جوامع فیتوپلانکتونی استخرها اجتناب‌ناپذیر است. اهمیت این مسأله زمانی بیش از پیش مشخص می‌گردد که بدانیم هیچ‌یک از گروه‌های زئوپلانکتونی و یا ماهیان فیتوپلانکتون‌خوار از تمامی گونه‌های فیتوپلانکتونی موجود تغذیه نکرده، بلکه هر گونه براساس ساختار بدنی، توانایی‌های فیزیولوژیکی و رویکردهای تکاملی خود از میان گونه‌های موجود دست به گزینش می‌زند. از طرف دیگر، فیتوپلانکتون‌ها با تولید اکسیژن در روز و مصرف آن در شب بر میزان اکسیژن محلول در آب تأثیر می‌گذارند (رحیمی‌بشر، ۱۳۸۰). اجتماعات فیتوپلانکتونی در هنگام شکوفایی می‌توانند باعث نوسانات اکسیژن محلول و رسیدن آن به مرز فوق‌اشباع و یا به زیر خط اشباع گردند (رحیمی‌بشر، ۱۳۸۰). همچنین، چه در آب شیرین و چه در آب شور، گونه‌های فیتوپلانکتونی حضور داشته که قادر به تولید سموم زیستی‌اند. این سموم در غلظت‌های بالا برای انسان و آبزیان خطرناک بوده و می‌توانند باعث مرگ شوند (Gorham، ۱۹٦٤؛ Cook و همکاران، ۲۰۰٤). وضعیت ترکیب و بیومس پلانکتون در آب‌های کم‌عمق در نتیجه پاسخ به چندین عامل محرکی است که اثر متقابل بر یکدیگر دارند. این عوامل شامل تغییرات سطح آب، پلی‌میکسیس[1] (چرخش‌های مداوم ستون آب در دریاچه‌های کم‌عمق مانند استخرها)، شرایط آب و هوایی، بار مواد مغذی و مدیریت تغذیه می‌باشند (Borics و همکاران، ۲۰۰۰). در خصوص آبزی‌پروری، حفظ کیفیت مناسب آب اهمیت ویژه‌ای دارد؛ به‌طوری‌که از این طریق می‌توان به محیط پرورش عالی، غذای کافی برای رسیدن به پتانسیل اپتیمم محصول ماهی، ارزیابی وضعیت یوتروفی و افزایش جمعیت پلانکتونی دست پیدا کرد. این امر به این علت است که استخرهای پرورشی ماهی تحت‌تأثیر تغییرات زمانی بوده که ممکن است موجب نوساناتی در فراوانی و ترکیب جمعیت پلانکتونی گردد (Sipaúba-Tavares و همکاران، ۲۰۱۱). ایجاد یک ترکیب فیتوپلانکتونی مناسب (از نظر ترکیب گونه‌ای و تراکم سلولی) می‌تواند تا حد زیادی افزایش تولید نهایی استخرهای پرورش ماهی را تضمین کند (آذری‌تاکامی، ۱۳۷۲). این دلایل ضرورت تعیین ترکیب گونه‌ای و بیومس جوامع پلانکتونی را در استخرهای پرورشی نشان می‌دهد. از سوی دیگر، مطالعات متنوع و متفاوتی در زمینه شناسایی و تعیین تراکم جمعیت فیتوپلانکتون‌های آب شیرین و دریایی صورت گرفته است اما در زمینه استخرهای پرورشی ماهیان گرمابی اطلاعات زیادی در دسترس نمی‌باشد (باشتی، ۱۳۸۵).

این پژوهش به بررسی ترکیب گونه‌ای و بیومس جوامع فیتوپلانکتونی استخرهای نگهداری مولدین مرکز تکثیر و پرورش سیجوال می‌پردازد. با توجه به مسئولیت‌های مرکز در تکثیر ماهیان استخوانی و از آن جمله پرورش کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و ماهی کُلمه (*Rutilus rutilus*) که هر دو گونه در دوران لاروی از زئوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند و زئوپلانکتون‌ها نیز به‌نوبه خود از فیتوپلانکتون‌ها تغذیه می‌نمایند. انجام چنین پژوهشی ضروری به‌نظر می‌رسید، تا با مدیریت مناسب بتوان زمان شکوفایی، تراکم فیتوپلانکتونی و به‌دنبال آن شکوفایی و تراکم زئوپلانکتونی و میزان باروری استخر را با معرفی لاروها هماهنگ کرد و همچنین از اثرات سوء ناشی از شکوفایی پلانکتونی نامناسب با مدیریت منطقی و اصولی جلوگیری به‌عمل آورد.

1- Polimixis

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال در ۵ کیلومتری شرق بندرترکمن در پایین‌دست جاده بندرترکمن- گرگان واقع شده است و دارای ٤٥ قطعه استخر ۲-۱/۵ هکتاری می‌باشد. آب مرکز از رودخانه‌های شصت‌کلا، قره‌سو و میاندره تأمین می‌گردد. آب مورد نیاز که حداقل ۲ میلیون مترمکعب می‌باشد و توسط ایستگاه پمپاژ از رودخانه‌های نام‌برده به آب‌بندان مرکز که مساحتی برابر ۳۰ هکتار دارد، انتقال داده می‌شود. ۳ دینام، حجم آب موردنظر استخرها را از آب‌بندان به کانال آب‌رسان و سپس به طرف استخرها هدایت می‌کنند.

نمونه‌گیری از فیتوپلانکتون: نمونه‌گیری طی ٤ ماه (اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد) در ٦ قطعه استخر خاکی (استخرهای ۲۷ تا ۳۲) به مساحت ۲-۱/۵ هکتار و عمق متوسط ۱/۵ متر انجام گرفت. معیار انتخاب استخرها بر طبق نظر مدیریتی کارشناسان مرکز بر حسب مشاهده تقریبی تولیدات فیتوپلانکتونی (تولید ضعیف= ۳، متوسط= ۲ و خوب= ۱) در استخر بود. برای نمونه‌گیری از ظروف مدرج ۵ لیتری استفاده و نمونه‌گیری در عمق‌های مختلف استخر از نزدیک کف تا سطح و در قسمت‌های مختلف استخر (خروجی، ورودی، نقاط مرکزی و گوشه‌ها) انجام گرفت. سپس نمونه‌های به‌دست آمده از نقاط مختلف با یکدیگر مخلوط شده و ۱ لیتر نمونه همگن برای مطالعات بعدی جدا شد. برای تثبیت نمونه‌ها از محلول لوگل آیودین استفاده شد (Tanimu و همکاران، ۲۰۱۳). پس از درج اطلاعات (تاریخ، شماره استخر و نوع نمونه) بر روی ظروف شامل نمونه، نمونه‌ها به آزمایشگاه مرکز تحقیقات آب‌های داخلی استان گلستان واقع در شهرستان گرگان انتقال داده شدند.

رسوب دادن نمونه‌ها: در آزمایشگاه، نمونه‌های فیتوپلانکتونی به‌مدت ۲٤ ساعت به دور از نور خورشید برای رسوب دادن ثابت نگاه داشته شدند. در نمونه‌های شامل تراکم بالایی از فیتوپلانکتون، رقیق‌سازی با آب مقطر و به نسبت ۱:۱۰ انجام شد. سپس ۵۰۰ سی‌سی بالایی برداشته شده و ۵۰۰ سی‌سی باقی‌مانده که شامل محلول و رسوب بود به‌مدت ۵ دقیقه با دستگاه سانتریفیوژ (Eppendorf centrifuge 5810R) با سرعت ۳۰۰۰ دور دوباره رسوب داده شد. فاز بالایی محتویات هر یک از لوله‌های سانتریفیوژ جدا شده و رسوب باقی‌مانده دوباره سانتریفیوژ شد. سپس رسوب باقی‌مانده از تمامی تیوپ‌ها با یکدیگر مخلوط و ۵ سی‌سی از آن جدا و دوباره رسوب داده شد. پس از آن، ۲ سی‌سی از هر نمونه را در چمبر رسوب ۲ میلی‌لیتری ریخته و پس از حدود ٦ ساعت در زیر میکروسکوپ اینورت با عدسی شی x ٤٠ (Nikon Ecelipse TS 100) برای شناسایی کیفی و کمی مورد بررسی قرار گرفت (Hotzel و Croome، ۱۹۹۹). اطلاعات سیستماتیک و مورفولوژیک شاخه‌ها و جنس‌های فیتوپلانکتونی جداشده از طریق مشاهدات و مختصات ظاهری نمونه‌ها و تطابق آن‌ها با کلیدهای شناسایی (رحیمیان، ۱۳۵۷؛ Sipaúba-Tavares و همکاران، ۲۰۱۱) انجام گرفت.

بررسی کمی سلول‌های فیتوپلانکتونی: در شمارش نمونه‌های فیتوپلانکتونی، گونه‌های رشته‌ای به‌صورت شمارش تک‌تک سلول‌های هر رشته شمارش شدند. در آن دسته از گونه‌هایی که کلونی تشکیل می‌دهند، تعداد کلونی‌ها شمرده شد. برای نمونه‌هایی که تعداد سلول‌های فیتوپلانکتونی موجود در هر میدان دید از ٤-۳ عدد بیش‌تر بود، از میکرومتر چشمی مربع‌شکل استفاده شد. لازم به ذکر است که قبلاً طول یک ضلع میکرومتر چشمی و قطر محفظه شمارش توسط خط‌کش گراتیکول اندازه‌گیری شده و مساحت آن‌ها محاسبه شده بود. سپس با توجه به تراکم سلول‌های فیتوپلانکتونی، تعداد آن‌ها در ٤٠ یا ۸۰ عدد از میدان‌های محدوده میکرومتر چشمی شمارش شده تا مجموع نمونه‌های شمارش شده ۱۰۰ عدد یا بیش‌تر باشد. در صورت پایین‌تر بودن تعداد سلول‌های

Archive of SID
www.SID.ir

فیتوپلانکتونی در میدان‌های نام‌برده و یا بزرگ بودن اندازه سلول فیتوپلانکتون، تمام محفظه میکرومتر چشمی شمارش می‌گشت. در صورت بالاتر بودن تعداد سلول‌ها از مقدار ذکر شده، چندین میدان چشمی به‌طور تصادفی انتخاب و سلول‌ها به‌طور تصادفی با استفاده از ترانسکت‌های چشمی شمارش می‌شدند. برای کاهش خطا، ۳ محفظه از هر ایستگاه نمونه‌برداری شمارش شده و میانگین آن به‌صورت نتیجه نهایی ارائه شد. در نهایت، جمعیت فیتوپلانکتون‌ها از طریق رابطه‌های زیر محاسبه شد:

محاسبه جمعیت فیتوپلانکتونی به‌هنگام شمارش تمام محفظه چمبر رسوب

$$No.l^{-1} = \frac{C \times B}{A}$$

که در آن، $No.l^{-1}$: تعداد سلول‌های فیتوپلانکتونی به‌ازای لیتر، A: حجم محفظه شمارش (چمبر رسوب ۱، ۲ و یا ۵ میلی‌لیتری)، C: تعداد نمونه‌های شمارش شده؛ B: حجم کل نمونه مورد بررسی (۱۰۰۰ میلی‌لیتر) می‌باشد.

محاسبه جمعیت فیتوپلانکتونی در صورت استفاده از ترانسکت چشمی

$$No.\frac{F \times C}{V \times I}\pi r^{2}$$

که در آن، No: تعداد سلول‌های فیتوپلانکتونی در محفظه چمبر رسوب، F: مساحت محفظه شمارش (دایره)، C: تعداد نمونه‌های شمارش شده، V: مساحت میکرومتر چشمی (مربع)، I: تعداد میدان‌های شمارش شده.

محاسبه شاخص‌های بیولوژیکی: شاخص تنوع شانن وینر (Shannon Weiner diversity Index) مطابق رابطه زیر محاسبه شد (Shannon و Weaver، ۱۹۴۹).

$$H = -\sum_{i=1}^{s}\left[(P_i \log P_i)\right]$$

که در آن، Pi با فرمول $\frac{n_i}{N}$ محاسبه گردید که n_i: تعداد کل افراد یک جنس، N: تعداد کل افراد در تمام جنس‌ها و s: تعداد کل جنس‌های فیتوپلانکتونی شناسایی شده است.

شاخص سیمپسون (Simpson's Index) مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شود (Margalef، ۱۹۷۸). این شاخص دامنه‌ای بین ۰ و ۱ داشته و مقدار بیش‌تر نشان‌دهنده تنوع بیش‌تر است.

$$\lambda = \sum_{i=1}^{S}\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

که در آن، n_i= تعداد کل افراد در یک جنس خاص، S= تعداد جنس شناسایی شده، N= تعداد کل ارگانسیم‌ها در تمامی جنس‌ها.

شاخص مارگالف یا غنای گونه‌ای بر طبق رابطه زیر تعیین گردید (Margalef، ۱۹۷۲).

$$d = S - 1/\log N$$

شاخص یکنواختی یا تشابه به روش پیئلو و با رابطه زیر محاسبه شد (Pielou، ۱۹۶۶).

$$J = H / LnS$$

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری Spss (Ver, 6) انجام گرفت. ابتدا نرمال بودن نمونه‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف در سطح اطمینان ۵ درصد سنجیده شد. سپس از طریق آنالیز واریانس یک‌طرفه[1] مقایسه‌های میانگین انجام گرفت. در صورت برقرار نشدن فرض نرمال بودن داده‌ها در برخی از مقایسه‌ها، از آزمون ناپارامتری کروسکال‌والیس[2] استفاده شد.

1- One-Way ANOVA
2- Kruskal-Walis

Archive of SID
www.SID.ir

برای ترسیم نمودارها از بسته‌های نرم‌افزاری Word 2007 و Excel 2007 استفاده شد.

نتایج

طبق نتایج فیتوپلانکتونی استخرهای پرورشی سیجوال در مجموع، ۵ شاخه جلبکی در ٤٦ جنس شناسایی شده است که از این میان ۳ جنس متعلق به شاخه *Euglenophyta*، ۵ جنس متعلق به شاخه *Pyrrophyta* و ١٤ جنس متعلق به شاخه جلبک‌های *Bacillariophyta*، ٦ جنس متعلق به شاخه جلبک‌های *Chlorophyta*، ۵ جنس متعلق به شاخه *Chrysophyta* و ۱۳ جنس متعلق به شاخه *Cyanophyta* بودند (جدول ۱).

در میان شاخه‌های فیتوپلانکتونی شناسایی شده در طی ماه‌های پرورش، بیش‌ترین و کم‌ترین درصد فراوانی به‌ترتیب به شاخه *Cyanophyta* با فراوانی ٥٤/٤٨ درصد و شاخه *Chlorophyta* با فراوانی ۰/٦٧ درصد تعلق داشت (شکل ۱). بررسی تغییرات ماهانه فیتوپلانکتونی نشان داد که در ماه اردیبهشت ٤١ جنس و در ماه خرداد ۲۷ جنس مشاهده شده که به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تنوع فیتوپلانکتونی را دارا بودند (جدول ۲). بر طبق نتایج این جدول، جنس‌های .*Gyrosigma* sp و .*Navicula* sp در هر سه نوع استخر و در تمامی ماه‌های نمونه‌برداری حضور داشتند.

جدول ۱- جنس‌های فیتوپلانکتونی شناسایی شده در استخرهای پرورشی ماهیان گرمابی سیجوال طی ماه‌های نمونه‌برداری.

شاخه‌های فیتوپلانکتونی	جنس‌های فیتوپلانکتونی
Euglenophycota	*Euglena, Phacus, Trachelomonas*
Pyrrophyta	*ExuviaellaGlenodinium, Gymnodinium, Peridinium, Prorocentrum,*
Bacillariophyta	*Chaetoceros, Cocconeis, Coscinodiscus, Cyclotella, Cymbella, Gyrosigma, Navicula, Nitzschia, Rhizosolenia, Skeletonema, Stephanodiscus, Tabellaria, Thalassionema, Thalassiosira*
Chlorophyta	*Actinastrum, Ankistrodesmus, Closterium, Oocystis, Selenstrom, Tetrahedron*
Cyanophyta	*Anabaena, Anabaenopsis, Aphanizomenon, Chroococcus, Cylindrospermopsis, Gloeocapsa, Leptolyngbya, Lyngbya, Microcystis,Oscillatoria, Phormidium, Raphidiopsis, Spirulina*
Chrysophyta	*Diatoma, Synedra, Surirella, Melosira, Tribonema*

جدول ۲- حضور و حضور نداشتن جنس‌های مختلف فیتوپلانکتون در استخرهای مورد مطالعه در هر یک از ماه‌های نمونه‌برداری.

	جنس/ شاخه	اردیبهشت			خرداد			تیر			مرداد		
	شماره استخر	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
Euglenophyta	*Euglena* sp.	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	−	−
	Phacus sp.	−	+	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−
	Trachelomonas p.	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Pyrrophyta	*Exuviaella* sp.	+	+	−	−	−	+	+	−	+	+	−	+
	Glenodinium sp.	+	+	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+
	Gymnodinium sp.	+	−	−	−	−	+	−	−	−	−	−	+
	Peridinium sp.	+	+	−	−	+	+	+	+	+	+	+	−
	Prorocentrum sp.	+	+	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+

Archive of SID
www.SID.ir

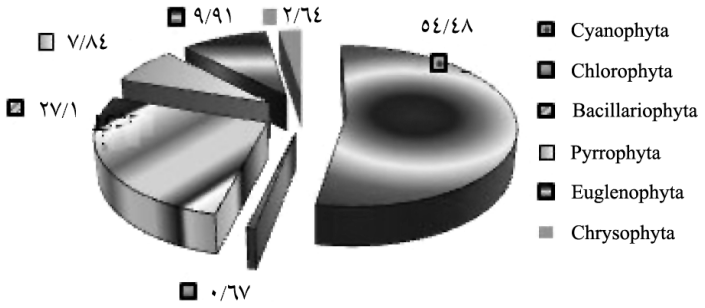
ادامه جدول ۲-

	جنس/ شاخه	اردیبهشت			خرداد			تیر			مرداد		
	شماره استخر	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
Bacillariophyta	*Chaetoceros* sp.	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+
	Cocconeis sp.	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	Coscinodiscus sp.	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	Cyclotella sp.	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	−	+
	Cymbella sp.	−	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−
	Gyrosigma sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Navicula sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Nitzschia sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+
	Rhizosolenia sp.	−	+	−	−	−	−	−	−	−	+	+	+
	Skeletonema sp.	+	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−
	Stephanodiscus sp.	+	−	+	−	+	−	+	−	−	−	−	+
	Tabellaria sp.	+	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−
	Thalassionema sp.	−	−	+	−	+	+	−	−	−	−	−	−
	Thalassiosira sp.	+	−	−	−	−	−	+	−	+	−	−	+
Chlorophyta	*Actinastrum* sp.	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	Ankistrodesmus sp.	−	+	+	−	−	−	−	+	+	−	−	+
	Closterium sp.	−	−	+	−	−	−	+	+	−	−	−	−
	Oocystis sp.	−	−	+	−	−	−	−	−	+	−	−	+
	Selenstrom sp.	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	−	−
	Tetrahedron sp.	−	+	+	−	−	−	+	−	+	−	−	+
Cyanophyta	*Anabaena* sp.	−	−	+	+	−	−	+	+	−	+	+	+
	Anabaenopsis sp.	−	+	+	+	−	+	+	+	−	−	−	−
	Aphanizomenon sp.	−	−	+	−	−	−	−	+	−	−	−	−
	Chroococcus sp.	−	−	+	−	−	−	+	+	−	−	−	−
	Cylindrospermopsis sp.	−	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	+
	Gloeocapsa sp.	+	−	+	+	+	+	+	+	−	+	−	−
	Leptolyngbya sp.	−	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	+
	Lyngbya sp.	−	−	+	−	−	−	+	+	−	−	−	+
	Microcystis sp.	−	−	+	−	−	−	+	+	−	−	−	+
	Oscillatoria sp.	−	−	+	−	−	+	−	+	−	−	−	+
	Phormidium sp.	−	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−	−
	Raphidiopsis sp.	+	−	−	+	−	+	+	−	−	−	−	−
	Spirulina sp.	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Chrysophyta	*Diatoma* sp.	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	Synedra sp.	−	−	+	−	−	−	+	+	+	+	+	+
	Surirella sp.	+	+	−	+	+	−	−	−	+	−	−	−
	Melosira sp.	+	+	−	+	−	−	+	+	+	+	+	+
	Tribonema sp.	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−

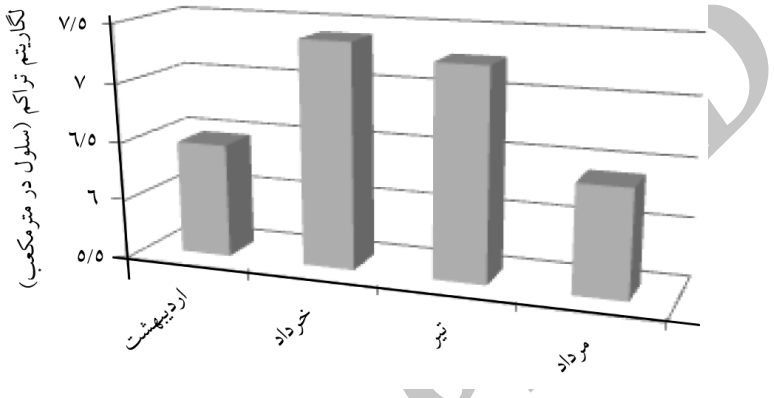
+= در ماه موردنظر وجود داشت و − = در ماه موردنظر وجود نداشت.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- درصد فراوانی کل شاخه‌های فیتوپلانکتونی در استخرهای پرورش کپورماهیان کارگاه سیجوال.

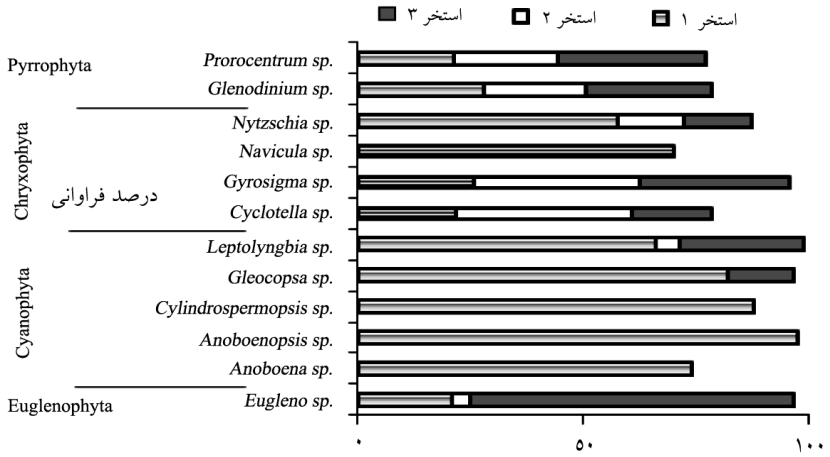


شکل ۲- میانگین تراکم فیتوپلانکتونی در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی سیجوال در طی ماه‌های نمونه‌برداری.

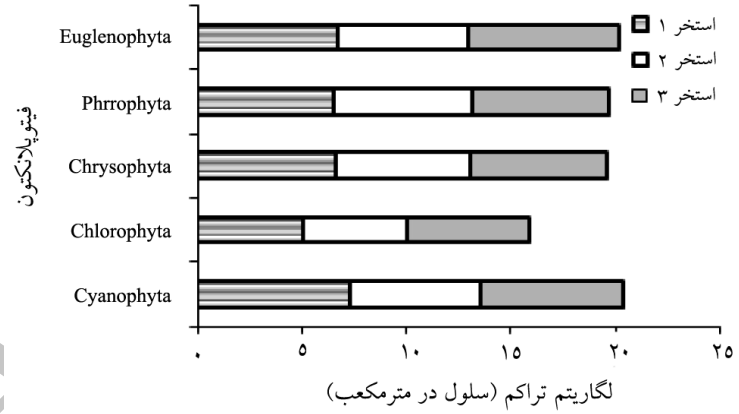
نتایج به‌دست آمده نشان داد که میانگین تراکم ماهانه فیتوپلانکتونی در استخرهای پرورشی ۵۲×۱۰^{۵} عدد در مترمکعب می‌باشد. با توجه به شکل ۲، میانگین تراکم ماهانه سلول‌های فیتوپلانکتونی در ماه‌های خرداد و تیر به‌ترتیب با میزان در حدود ۱۰ و ۸ میلیون عدد سلول در مترمکعب بالاتر از سایر ماه‌ها بوده ولی این افزایش در مقایسه با ماه‌های اردیبهشت و مرداد (با میانگین تراکم سلولی در حدود یک میلیون عدد سلول در مترمکعب) از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). همچنین جنس *Leptolyngbia* با میانگین تراکم ۸٤۳×۱۰^{۵} عدد در مترمکعب و فراوانی ۳۵/۰۱ درصد و جنس *Diatoma* با میانگین تراکم ۲×۱۰^{۵} عدد در مترمکعب و فراوانی ۰/۰۱ درصد به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم و درصد فراوانی ماهانه فیتوپلانکتونی را دارا بودند که در این میان تراکم ماهانه جنس *Leptolyngbia* تفاوت معنی‌داری از نظر آماری با تراکم سایر جنس‌ها داشت ($P<۰/۰۵$). در این مطالعه، آن دسته از جنس‌هایی که فراوانی آن‌ها در مجموع ماه‌های نمونه‌برداری و در تمامی استخرها حداقل ٤٦ میلیون عدد سلول در هر مترمکعب بود، به‌عنوان جنس‌های غالب در نظر گرفته شدند. در شکل ۳، درصد فراوانی جنس‌های غالب از هر شاخه به تفکیک استخرهای مورد مطالعه آورده شده است. در مجموع، از جنس‌های غالب شاخه Cyanophyta در طی ماه‌های پرورش می‌توان به *Leptolyngbia* sp.، *Gleocapsa* sp.، *Cylindrospermopsis* sp.، *Anabaenopsis* sp. و *Anabaena* sp. اشاره کرد. از شاخه Bacillariophyta نیز در طی ماه‌های نمونه‌برداری جنس‌های *Nytzschia* sp.، *Navicula* sp.، *Gyrosigma* sp. و *Cyclotella* sp. غالب بودند. از

www.SID.ir

شاخه Euglenophyta جنس *Euglena* sp. و از شاخه Pyrrophyta نیز جنس *Prorocentrum* sp. و *Glenodinium* sp. در طی ماه‌های پرورش غالبیت بیش‌تری داشتند. تراکم سایر جنس‌های مشاهده شده از این شاخه‌ها کم‌تر از ٤٦ میلیون عدد سلول در هر مترمکعب بود. فراوانی تمامی جنس‌های متعلق به شاخه Chlorophyta و Chrysophyta از حد کمینه تعیین شده نیز کم‌تر بود (شکل ۳).



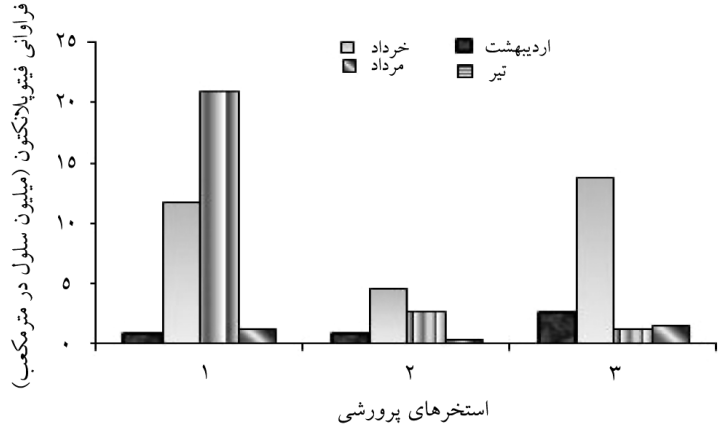
شکل ۳- درصد فراوانی جنس‌های غالب فیتوپلانکتونی طی ماه‌های نمونه‌برداری به تفکیک استخرهای پرورشی گرمابی در کارگاه سیجوال.



شکل ٤- میانگین تراکم شاخه‌های فیتوپلانکتونی طی ماه‌های نمونه‌برداری به تفکیک استخرهای پرورشی در کارگاه سیجوال.

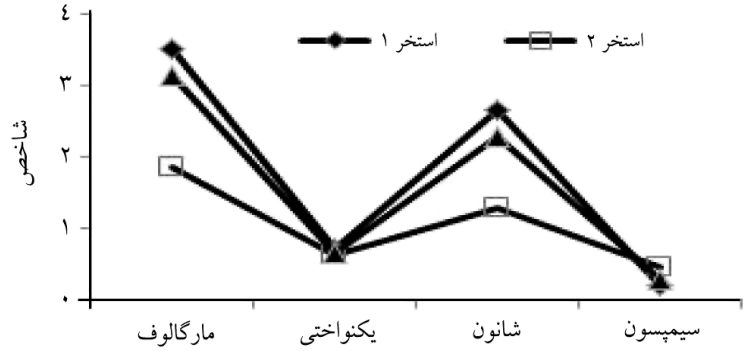
نتایج به‌دست آمده از مقایسه‌های میانگین تراکم شاخه‌های فیتوپلانکتونی در استخرهای مختلف پرورشی بیانگر آن بود که تفاوت معنی‌داری ($P>۰/۰۵$) میان استخرهای پرورشی از نظر تراکم در هر یک از شاخه‌های فیتوپلانکتونی وجود ندارد (شکل ٤). با توجه به این نتایج، می‌توان دریافت که مشاهده‌های عینی ملاک مناسبی برای قضاوت در اختلاف بار فیتوپلانکتونی استخرهای پرورشی نمی‌باشد.

www.SID.ir



شکل ۵- مجموع فراوانی فیتوپلانکتونی در استخرهای پرورشی ماهیان گرمابی طی ماه‌های نمونه‌برداری.

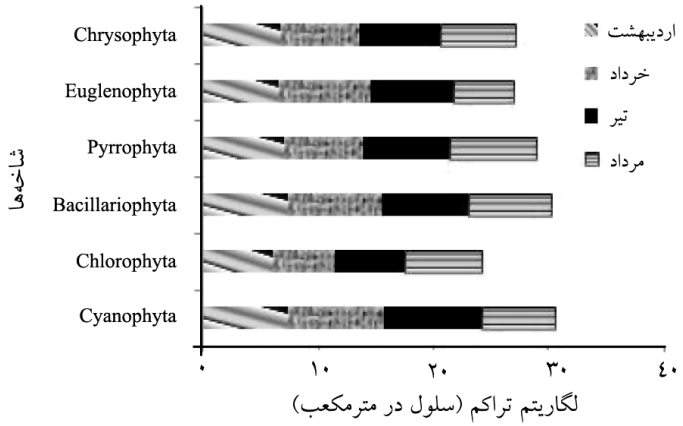
براساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه تراکم سلول‌های فیتوپلانکتونی میان ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در هر یک از استخرهای پرورشی، اختلاف معنی‌داری (P>۰/۰۵) میان ماه‌های مختلف در هر استخر مشاهده نشد (شکل ۵).



شکل ٦- مقایسه شاخص‌های تنوع و یکنواختی فیتوپلانکتون بین استخرهای مختلف در مجتمع تکثیر و پرورش سیجوال.

براساس شکل ٦، اگرچه استخر ۱ بیش‌ترین مقدار شاخص‌های تنوع (شانون و مارگالوف) و کم‌ترین مقدار شاخص‌های یکنواختی (یکنواختی و سیمپسون) را دارا بود، و نیز استخر ۲ کم‌ترین میزان شاخص‌های تنوع و بیش‌ترین مقدار شاخص‌های یکنواختی را نشان داد، اما در هیچ‌یک از شاخص‌های مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری میان سه استخر مشاهده نشد (P>۰/۰۵). این امر نیز نشان‌دهنده قطعیت نداشتن مشاهده‌های عینی مبنی بر بارورتر بودن برخی از استخرهای پرورشی (استخر ۱) در مقایسه با دیگر استخرها (استخر ۳) می‌باشد.

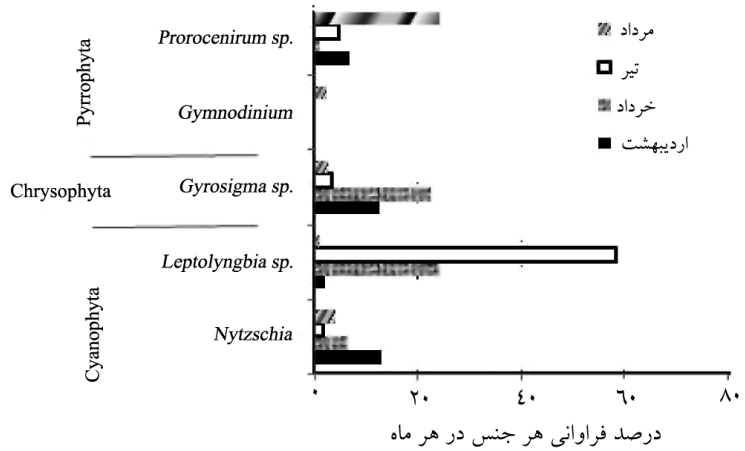
www.SID.ir



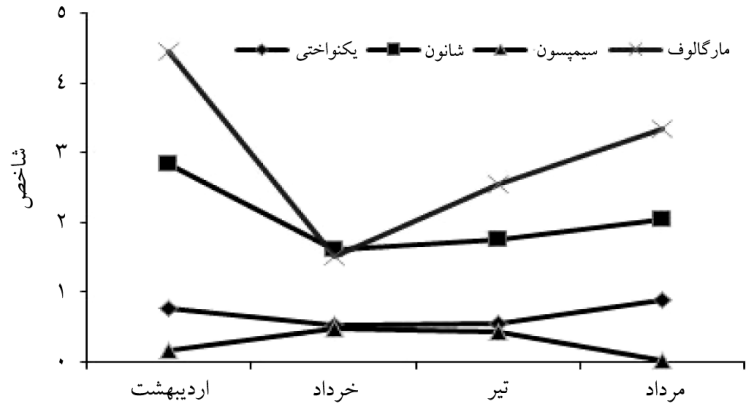
شکل ۷- میانگین تراکم شاخه‌های فیتوپلانکتونی در استخرهای پرورشی کپورماهیان در ماه‌های نمونه‌برداری.

بررسی تغییرات ماهانه شاخه‌های مختلف فیتوپلانکتونی نیز نشان داد که در ماه اردیبهشت شاخه Bacillariophyta و Cyanophyta با میانگین تراکم ۲۱۸×۱۰^{۵} و ۲۱۵×۱۰^{۵} عدد در مترمکعب و شاخه Chlorophyta با میانگین تراکم ۱۰×۱۰^{۵} عدد در مترمکعب به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم فیتوپلانکتونی را داشتند که نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری را میان این دو شاخه با سایر شاخه‌ها نشان نداد ($P>۰/۰۵$). از جنس‌های غالب در ماه اردیبهشت می‌توان به *Nytzschia* sp. (۱۲/۷۵ درصد)، *Gyrosigma* sp. (۱۲/٤٤ درصد) و *Gleocapsa* sp. (۱۱/۵ درصد) اشاره کرد. در ماه خرداد، شاخه Bacillariophyta و Cyanophyta با میانگین تراکم ۱٦٤۳×۱۰^{۵} و ۲۰۸۲×۱۰^{۵} عدد در مترمکعب بیش‌ترین تراکم فیتوپلانکتونی را دارا می‌باشند که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با سایر شاخه‌ها نداشتند ($P>۰/۰۵$)، ولی شاخه Chlorophyta با میانگین تراکم ۳×۱۰^{۵} عدد در مترمکعب گرچه کم‌ترین تراکم فیتوپلانکتونی را به خود اختصاص داد، اما این کاهش تفاوت معنی‌داری با سایر شاخه‌ها نشان نداد ($P>۰/۰۵$). در این ماه جنس *Gyrosigma* sp. (۲۲/۳۸ درصد) از شاخه Bacillariophyta و *Leptolyngbia* sp. (۲٤/۰۳ درصد) از شاخه Cyanophyta در استخرهای پرورشی غالب بودند. شاخه Cyanophyta با میانگین تراکم ۲۹۲۵×۱۰^{۵} عدد در مترمکعب بالاترین تراکم سلول‌های فیتوپلانکتونی را در ماه تیر به خود اختصاص داده در حالی‌که شاخه Chlorophyta با میانگین تراکم ۱۲×۱۰^{۵} عدد در مترمکعب کم‌ترین تراکم را در این ماه داشت. با این‌حال، شاخه‌های نام‌برده اختلاف معنی‌داری را از نظر آماری با سایر شاخه‌های فیتوپلانکتونی نشان ندادند ($P>۰/۰۵$). در ماه تیر، جنس *Leptolyngbia* sp. (۵۸/۳۷ درصد) در استخرهای پرورشی غالب بود. در ماه مرداد، شاخه‌های Pyrophyta و Euglenophyta به‌ترتیب با میانگین تراکم ۲۵۳×۱۰^{۵} و ۲×۱۰^{۵} عدد سلول در مترمکعب، بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم فیتوپلانکتونی را داشتند گرچه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری را با سایر شاخه‌ها نشان ندادند ($P>۰/۰۵$). جنس‌های *Glenodinium* sp. (۱٦/۲٦ درصد) و *Prorocentrum* sp. (۲٤/۰٤ درصد) بالاترین تراکم سلولی را در ماه مرداد به خود اختصاص داده بودند (شکل‌های ۷ و ۸).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۸- درصد فراوانی جنس‌های غالب در استخرهای پرورشی گرمابی سیجوال طی ماه‌های نمونه‌برداری.



شکل ۹- مقایسه شاخص‌های تنوع و یکنواختی فیتوپلانکتون میان ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در استخرهای پرورشی سیجوال.

نتایج به‌دست آمده از آنالیز مقایسه‌های شاخص‌های تنوع و یکنواختی فیتوپلانکتون‌های موجود در استخرهای پرورشی میان ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در شکل ۹ نشان داده شده است. مطابق این نمودار، اختلاف معنی‌داری میان ماه‌های مختلف نمونه‌برداری از نظر شاخص‌های تنوع و یکنواختی مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

فراوانی کمی و کیفی پلانکتون‌ها و ارتباط آن با شرایط محیطی پیش‌نیاز تکثیر و پرورش ماهی است. در حقیقت، تولید پلانکتون به تعادل اکولوژیکی میان عوامل فیزیکی- شیمیایی بستگی دارد (Chowdhury و همکاران، ۲۰۰۷). مقدار بار مواد آلی و غیرآلی در استخر، که از طریق کودهی تأمین شده باشد و یا نشأت گرفته از رواناب‌های جاری به داخل استخر باشند، به‌همراه مقادیر اضافه شده از طریق غذادهی به ماهیان به‌طور مستقیم بر کیفیت آب استخر تأثیر می‌گذارند. این امر را می‌توان از طریق نوساناتی که در متغیرهای زیستی و غیرزیستی روی می‌دهد، مشاهده کرد. تنوع جمعیت پلانکتونی به‌نسبت به کیفیت آب و عوامل کلیماتیکی وابسته است (Sipaúba-Tavares و همکاران، ۲۰۱۱). در مجموع، در ۳ ماه اول مورد مطالعه، شاخه Cyanophyta و Bacillariophyta

www.SID.ir

شاخه غالب فیتوپلانکتونی به‌حساب آمده و شاخه Chlorophyta کم‌ترین تراکم را در طی این مدت داشت. با افزایش درجه حرارت در تابستان (تیرماه) شاخه Cyanophyta غالب گشت (۴۶۰×۱۰^{۵} عدد در هر مترمکعب) و پس از آن در ماه مرداد کم‌ترین تراکم سلول‌های فیتوپلانکتونی در شاخه Euglenophyta مشاهده گشت. با مطالعه تغییرات فصلی فیتوپلانکتون‌های استخرهای پرورش کپورماهیان مشخص گردید که ارتباط مستحکمی میان درجه حرارت آب استخرهای پرورشی ماهی و رشد جلبک‌ها وجود دارد (Sen و Sonmez، ۲۰۰۶). بسیاری از پژوهشگران نشان داده‌اند که سیانوباکترها در آب‌های گرم‌تر و Chlorophyceae و Bacillariophyceae در دمای کم‌تر حداکثر بیومس خود را نشان می‌دهند (Hossini و Ordog، ۱۹۹۵؛ Tucker و Van der Ploeg، ۱۹۹۳؛ Harris، ۱۹۸۶). در پژوهش صورت گرفته توسط فندرسکی (۱۳۸۷)، بالاترین درصد فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در تمامی زمان‌های نمونه‌برداری (خرداد تا آبان‌ماه) در استخرهای پلی‌کالچر ماهیان گرم‌آبی ستاره شرق متعلق به شاخه Cyanophyceae (۶۳ درصد) بوده و شاخه‌های Chlorophyceae (۲۸ درصد) و Bacillariophyceae (۴/۲ درصد) در مرتبه بعدی قرار داشتند. با عطف به گرمادوست بودن شاخه Cyanophyta، افزایش چشم‌گیر تراکم آن‌ها در ماه تیر و سپس کاهش متعاقب‌شان در ماه مرداد در این مطالعه را می‌توان به تغییرات ناگهانی در شرایط آب و هوایی (کاهش ناگهانی دما) در ماه مرداد در این منطقه نسبت داد که وضعیتی معمول در این ماه در آب و هوای این منطقه است. در این پژوهش، افزایش بی‌رویه جمعیت شاخه سیانوباکتری‌ها که در دسته نانوپلانکتون‌ها (پلانکتون‌های بسیار ریز) طبقه‌بندی می‌شوند، بسیار مشهود است. از سوی دیگر، شکوفایی یک‌باره این دسته از فیتوپلانکتون‌ها منجر به تولید مواد سمی و تلف‌شدن ماهیان می‌گردد. افزودن بی‌رویه کودهای آلی و غیرآلی و ورود یک‌باره بار بالایی از مواد غذایی آلی می‌تواند از دلایل بلوم غیرقابل اجتناب این گروه از نانوفیتوپلانکتون‌ها باشد. فعالیت‌های مدیریتی در استخرهای پرورشی ماهیان مانند بار بالای مواد مغذی آلوکتونوس[1] منجر به رشد عمده فیتوپلانکتون‌ها، شکوفایی سیانوفیتا و تغییرات زیادی در پارامترهای فیزیکی- شیمیایی می‌گردد (Pokorný و Hauser، ۲۰۰۲). از سوی دیگر، به‌هم زدن رسوبات کف توسط ماهی کپور معمولی نیز به‌طور مشهودی ذرات ریز شامل سلول‌های فیتوپلانکتون ته‌نشین شده را به ستون آب وارد می‌کند و بنابراین مقدار زیادی مواد غذایی از رسوبات کف استخر به ستون آب وارد شده (Wahab و همکاران، ۲۰۰۲؛ Milstein و همکاران، ۲۰۰۸) و در نتیجه سبب تحریک فتوسنتز، افزایش تکامل نانوپلانکتون‌ها و افزایش کلروفیل- آ می‌گردد. تنوع بالای Chlorophyta به وضعیت تروفیک و الیگوتروفیک آب استخر مرتبط است (Venkateswarlu و Reddy، ۲۰۰۰)، در حالی‌که Cyanophyta نشان‌دهنده آلودگی بالا به مواد آلی است. بنابراین در این مطالعه، تعداد بیش‌تر جنس‌ها (۱۳ جنس) و تراکم بالای سلول‌های شاخه Cyanophyta نشان می‌دهد که استخرهای پرورشی کارگاه سیجوال به‌دلیل آلودگی به مواد آلی در وضعیت الیگوتروفیک تا مزوتروفیک طبقه‌بندی می‌شوند. در این پژوهش، حداکثر مقدار شاخص شانون در ماه اردیبهشت و در استخر ۱ مشاهده شد. ارتباط بین شاخص تنوع شانون و وضعیت آلودگی اکوسیستم‌های آبی را پیشنهاد گردید (Wilm و Dorris، ۱۹۶۶) و در مقدار بالاتر از ۳ شاخص شانون آب استخر پاکیزه، مقدار بین ۱ تا ۳ نشان‌دهنده آلودگی متوسط و مقدار کم‌تر از ۱ نیز آلودگی شدید به مواد آلی را آشکار می‌کند. براساس این طبقه‌بندی، استخرهای این مطالعه

1- Allochthonous

Archive of SID
www.SID.ir

(استخر ۲= ۱/۳ تا استخر ۱= ۲/٦۷) دارای آلودگی متوسط در طی ماه‌های مورد مطالعه می‌باشند که این امر با توجه به بالاتر بودن درصد فراوانی Cyanophyta (٥٤/٤٨ درصد) در مقایسه با سایر شاخه‌ها کاملاً مشهود است. روش‌های مدیریتی (تراکم ذخیره‌سازی، غذادهی، لایروبی، کوددهی) در استخرهای پرورشی ماهیان از جمله عوامل کلیدی در تولید و پرورش پایدار ماهی محسوب می‌شوند و به‌طور مستقیم بر پروسه‌های اکولوژیکی که در ستون آب روی می‌دهند، تأثیرگذارند. نتایج این مطالعه بازگوکننده تأثیر مستقیم مدیریت کیفی آب در استخرهای پرورش ماهیان بر جوامع پلانکتونی است، چرا که استخرهای پرورش ماهیان کم‌عمق بوده و بنابراین به‌دنبال آن بار بالایی از مواد مغذی را دریافت می‌کنند (غذادهی، کوددهی، ضایعات دفعی ماهیان) که در رشد جلبک‌ها، سیانوفیتاها و ارگانیسم‌های زئوپلانکتونی نامطلوب نقش ایفا می‌کنند.

منابع

۱- آذری‌تاکامی، ق.، ۱۳۷۲. بررسی نخستین روش متراکم پرورش ماهیان گرم‌آبی در ایران. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران. ۳ و ٤، صفحات ۸۳-۱۰۳.

۲- باشتی، ط.، ۱۳۸۵. بررسی فیتوپلانکتون استخرهای ماهیان گرم‌آبی تحت‌تأثیر کوددهی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده علوم و فنون دریایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

۳- خلفه‌نیل‌ساز، م.، ۱۳۸۸. بررسی فراوانی و تنوع زیستی پلانکتونی تالاب شادگان به‌منظور تعیین وضعیت تروفیکی، مجله بیولوژی دریا. صفحات ۱-۱۱.

٤- رحیمیان، ح.، ۱۳۵۷. جلبک‌شناسی. دانشگاه ملی ایران. تهران. ٤۰۸ صفحه.

٥- رحیمی‌بشر، م.ر.، ۱۳۸۰. فیتوپلانکتون. (ترجمه). انتشارات شهر سبز، ۲۱۸ صفحه.

٦- صلواتیان، س.م.، عبداله‌پور بی‌ریا، ح.، نظامی‌بلوچی، ش.، مکارمی، م.، و پورغلامی‌مقدم، ا.، ۱۳۸۹. ترکیب گونه‌ای و تعیین تراکم فیتوپلانکتونی در دریاچه پشت سد لار. مجله علمی- تخصصی تالاب. دانشگاه آزاد اسلامی- واحد اهواز. سال دوم، صفحات ۲٦-۳۸.

۷- فندرسکی، ف.، ۱۳۸۷. تعیین ارتباط بین کلروفیل‌آ به‌عنوان شاخص بیومس با برخی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی (دما، شفافیت شسی دیسک، ازت و فسفر) آب استخرهای پرورشی کپورماهیان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شیلات (M.Sc). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۸۰ صفحه.

8.Banse, K., 1964. Progress in Oceanography. Z. Pergamon Press. Oxford. pp. 52-1250.

9.Borics, G., Grigorzky, I., Szabó, S., and Padisák, J., 2000. Phytoplankton associations in a small hypertrophic fish pond in east Hungrary during a change from bottom-up to top-down control. Hydrobiologia. 424 (1-3), 79-90. http:// dx.doi.org/10.1023/A: 100.394.8827254.

10.Chowdhury, M.M.R., Mondol, M.R.K., and Sarker, C., 2007. Seasonal variation of plankton population of Borobila beel in Rangpur district. Univ. J. Zool. Rajshahi University. 26 (5), 49-54.

11.Cook, M.C., Vardaka, E., and Laranas, T., 2004. Toxic cyanobacteria in Greek fresh waters, 1987-2000: Occurrence, toxicity and impacts in the Mediterranean. Acta hydrochimica et hydrobiologica. 32 (2), 107-124.

12.Gorham, E., 1964. In algae and man (ed. Jackson, D.F.). Plenum Press, New York, pp. 26-307.

13.Harris, G.P., 1986. Phytoplankton ecology, structure, function and fluctuation. Chapman and Hall, London, U.K. 260p.

14.Hossini, S.A., and Ordog, V., 1995. Relationships of chlorophyll a with some physical and chemical parameters in fish ponds. Aquaculture Hungarica. 8, 64-66.

Archive of SID
www.SID.ir

15. Hotzel, G., and Croome, R., 1999. A phytoplankton methods manual for Australian Freshwaters. LWRRDC Occasional Paper 22/99.
16. Margalef, R., 1978. Diversity. In Sournia, S. (ed) Phytoplankton manual: Monographs on oceanographic methodology. P 251-260. Page Brothers (Norwich) Ltd., United Kingdom.
17. Milstein, A., Kadir, A., and Wahab, M.A., 2008. The effects of partially substituting Indian carps or adding silver carp on polycultures including small indigenous fish species (SIS). Aquaculture. 279, 92-98.
18. Naz, M., and Turkman, M., 2005. Phytoplankton Biomass and Species Composition of Lake G. lbaßÝ (Hatay-Turkey). Turk. J. Biol. 29, 49-56.
19. Pokorný, J., and Hauser, V., 2002. The restoration of fish ponds in agricultural landscapes. Ecological Engineering. 18 (5), 555-574. http://dx.doi.org/10.1016/S0925-8574(02)00020-4.
20. Ponmanickam, P., Rajagopal, T., Rajan, M.K., Achiraman, S., and Palanivelu, K., 2007. Assessment of drinking water quality of Vembakottai reservoir. Virudhunagar district. Tamil Nadu. J. Exp. Zool. Ind. 10, 485-488.
21. Pielou, E.C., 1966. Shannon's formula as a measure of species diversity: its use and misuse. Am. Nat. 100, 463-465.
22. Presscot, G.W., 1970. The freshwater algae. WMC. Brown company publishing, lowa, USA. 348p.
23. Raymont John, E.G., 1983. Plankton and productivity in the oceans. Vol. 2. Zooplankton. Pergamoon Press.
24. Saravanakumar, A., Sesh Serebiah, J., Thivakaran, G.A., and Rajkumar, M., 2008. Benthic macrofaunal assemblage in the arid zone mangroves of gulf of Kuchchh-Gujarat. J. Ocean Univ. China. 6, 33-39.
25. Sen, B., and Sonmez, F., 2006. A study on the algae in fish ponds and their seasonal variations. Inter. J. Sci. Technol. 1, 25-33.
26. Shannon, C.E., and Weaver, W., 1949. The mathematical Theory of communication, Bell Syst. Tech. J. 27, 379-423.
27. Sipaúba-Tavares, L.H., Donadon, A.R.V., and Milan, R.N., 2011. Water quality and plankton populations in an earthen polyculture pond. Brazil. J. Biol. 71 (4), 845-855.
28. Tanimu, Y., Amlabu, W.E., and Akanta, A.A., 2013. Characteristics and phytoplankton abundance between a concrete and an earthen fish pond in A.B.U., Zaria, Nigeria. Greener J. Biol. Sci. 3 (3), 90-98.
29. Tucker, C.S., and Van der Ploeg, M., 1993. Seasonal changes in water quality in commercial channel catfish ponds in Mississippi. J. World Aquacul. Soc. 24, 473-481. Turk. J. Environ. Biol. 28, 439-445.
30. Venkateswarlu, N., and Reddy, P.M., 2000. Plant Biodiversity and Bioindicators in Aquatic Environment. Enviro News, August-September 4.
31. Vinogradov, M.E., 1976. Biological oceanography of the northern Pacific Ocean. Idemitsu shoten, Tokyo, Japan. pp. 333-340.
32. Wahab, M.A., Rahman, M.M., and Milstein, A., 2002. The effect of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and marigal (*Cirrhinus mrigala* Hamilton) as bottom feeders in major Indian carp polycultures. Aquaculture Research. 33, 547-557.
33. Wilm, J.L., and Dorris, T.C., 1966. Species Diversity of Benthic Macroinvertebrates. In: A stream receiving domestic and oil refinery effluents. In: Islam, S.M. Phytoplankton diversity index with reference to mucalinda serovar Bodh-Gaya. Order of proceedings of Taal 2007: 12th World Lack Conference. Published by Ministry of Environment and Forests, India and International Lake Environment Committee Foundation (ILEC). pp. 462-463.

Archive of SID

www.SID.ir