کیفیت آب در استخرپرورش ماهیان گرمابی با تاکید برنقش جلبک ها

آسیه مخلوق[۱]، حسن نصراله زاده ساروی[۲]*، فرشته اسلامی[۳]

۱، ۲- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مازندران، ساری، پست الکترونیکی: hnsaravi@gmail.com

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

عهده دار مکاتبات*

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

چکیده

ماهیان گرمابی بخصوص کپورماهیان، بخش مهمی از صنعت آبزی پروری کشور را تشکیل می دهند. هدف این مقاله بیان اهم موارد در زمینه روابط بین کیفیت آب، جلبک و ماهیان است تا گامی در راستای ارتقا دانش مدیریت استخر، افزایش تولید و جلوگیری از زیان اقتصادی بردارد. خطر غالبیت و شکوفایی جلبک های سبز- آبی به هنگام گرم شدن هوا، در استخر تشدید می گردد. شکوفایی جلبک عموماً در یک روز ابری، طوفانی، بارانی و یا استفاده از مواد شیمیایی تخریب شده و کاهش اکسیژن ناشی از مرگ و سقوط جلبک هارخ می دهد. از سویی دیگر، مناسب نبودن شرایط محیطی و مواد مغذی در اکوسیستم آب، سبب کاهش تراکم و تنوع گونه‌های مطلوب ریز جلبک های دارای ارزش غذایی و قابلیت هضم و در نتیجه محدودیت سفره غذایی ماهیان پلانکتون‌خوار در استخر می شود.به این ترتیب شرایط محیطی، کیفیت آب و غذادهی باید به نحوی باشد که از یک سو انرژی مورد نیاز برای زنجیره غذایی تامین شود و از سوی دیگر از وقوع رویدادهای نامطلوب از قبیل شکوفایی جلبکی جلوگیری بعمل آید. بنابراین، مواردی شامل آگاهی از حداکثر ظرفیت استخر در پذیرش کود، هوادهی منظم، عدم وجود پوشش گیاهی زیاد در استخر، عدم کودهی به هنگام هوای ابری و وزش باد، پایش پارامترهای محیطی شامل pH، دما، اکسیژن محلول و شفافیت، توجه به تغییرات ظاهری و تغییر رنگ آب و اجرای روش های چندگانه کنترل شکوفایی، بعنوان توصیه های ترویجی در پیشگیری و کنترل فرایند نامطلوب شکوفایی در استخرهای پرورشی سودمند خواهند بود.

واژگان کلیدی: ماهیان گرمابی،جلبک، شکوفایی، کیفیت آب،مدیریت استخر پرورشی

بیان مسئله

در استان مازندران حدود ۱۷۰۰۰ هکتار استخر و آبندان به پرورش ماهیان گرم آبی بخصوص کپورماهیان اختصاص دارد. لذا این ماهیان، بخش مهمی از صنعت آبزی پروری و سفره غذایی مردم در کشور ما محسوب می‌شوند. ارتباط تنگاتنگی بین ماهیان گرمابی، جلبک و کیفیت آب وجود دارد. افزایش بهره‌وری از استخر به شناخت این عوامل و ایجاد تعادل و توازن بین آن‌ها بستگی دارد. اثرات مثبت حضور جلبک در آب با تامین غذای زنده آبزیان، نقش فتوسنتزی و تامین اکسیژن شناخته شده‌است. جلبک‌ها و پلانکتون‌های گیاهی (فیتوپلانکتون) غذای پلانکتون‌های جانوری (زئوپلانکتون) بوده و بقایای فیتوپلانکتون مورد نغذیه جانوران کف‌زی قرار می‌گیرد.ضمن‌آنکه زئوپلانکتون‌ها نیز مورد استفاده برخی ماهیان قرار می‌گیرند. بعنوان مثال فیتوفاگ یا کپور نقره ای (Silver Carp)، حدود ۵ تا ۱۱ روز از روتیفرها و پس از آن با زندگی در طبقات میانی آب، ترجیحاً از فیتوپلانکتون تغذیه می‌کند. کپور سرگنده (Big Head) در آغاز تغذیه از زوپلانکتون کوچک مثل روتیفر و ناپلی پاروپایان و در مرحله‌ی پس از آن از پاروپایان و کلادوسرهای کوچک تغذیه می‌کند.کپور علف خوار آمور (Grass Carp) جوان در ابتدا از روتیفر تغذیه نموده و سپس رژیم غذایی خود را به نوزاد شیرونومیده (سخت پوستان کف‌زی) تغییر می‌دهد. زمانی که طول ماهی آمور به ۵ سانتی متر برسد تقریباً به طور کامل علفخوار می‌شود. آمور بالغ، گیاهخوار است و از گیاهان و جلبک‌های بزرگ تغذیه می‌کند (فراهانی و همکاران، ۱۳۹۷). از سویی، جلبک‌ها به هنگام رشد و تکثیر از مواد موجود در آب استفاده می‌کنند. به‌این ترتیب ضمن تامین زی-توده برای تغذیه برخی آبزیان، سبب کاهش بعضی مواد مضر در آب می‌گردند. در نهایت نقش مثبت آن سبب حفظ و پویایی زنجیره غذایی، ثبات اکوسیستم و افزایش بهره‌وری از ماهیان می‌شود. با کوددهی می‌توان کمبود مواد معدنی بخصوص نیتروژن و فسفر را جبران و زمینه رشد وافزایش موجودات زنده غذایی مورد تغذیه ماهیان را فراهم نمود. اما باید توجه داشت که افزایش مواد مغذی وکوددهی غیر اصولی، ممکن است سبب رشد و تکثیر شدید جلبک‌ها، وقوع شکوفایی و تلفات ماهیان گردد. همچنین مسیر تجزیه بی‌هوازی فعال شود که یکی از عوارض آن تولید گازهای سمی همچون متان، سولفیدهیدروژن وآمونیاک است. هدف این مقاله شناخت روابط بین کیفیت آب، جلبک و ماهیان در استخر ماهیان گرمابی است که توجه به آنها می‌تواند گامی در راستای ارتقا دانش مدیریت استخر، افزایش تولید پایدار و تامین پروتئین مورد نیاز کشور، جلوگیری از زیان‌های اقتصادی و استفاده بهینه ازپتانسیل بالقوه آب با توجه به کمبود منابع آبی در کشورباشد.

دستاورد یا راهکار

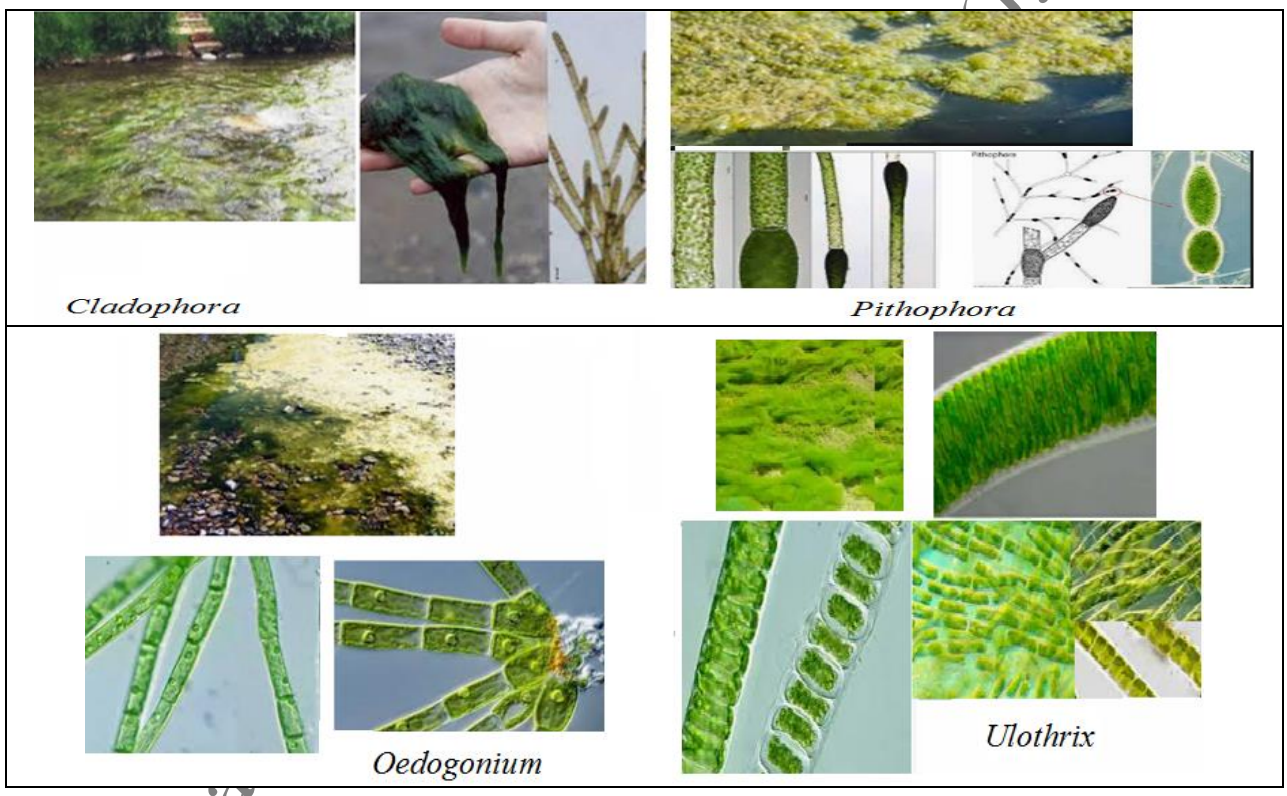
در حوزه پرورش ماهیان گرمابی و عوامل موثر بر آن تجربیات و مطالعات گوناگون قابل دسترسی است. اما در مقاله حاضر تلاش گردید که با استفاده از مطالعات و تجربیات مختلف، جمع‌بندی ساده، روان و کاربردی از عوامل محیطی و کوددهی با محوریت جلبک در استخر ماهیان گرمابی ارائه شود.

جلبک (جلبک‌های بزرگ و فیتوپلانکتون)

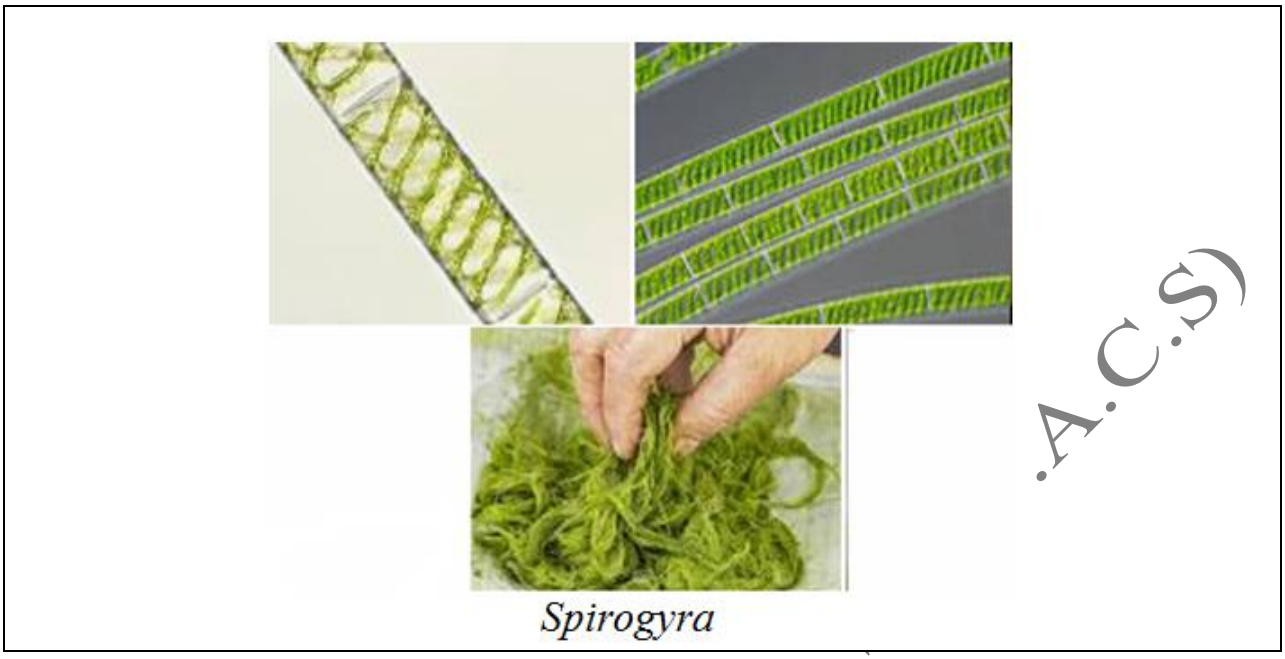
سالیانه هزاران تن انواع کود شیمیایی در استخر ماهیان گرمابی مصرف می‌شود. کودها با تامین نیتروژن و فسفر، کمبود مواد معدنی را جبران نموده و باعث افزایش سریع جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌ها می‌شوند.در این زمینه مطالعه مخلوق و همکاران (۱۳۹۲)، نشان داد که جمعیت فیتوپلانکتون از حدودیک تا ۵ میلیون درلیتر پیش از کوددهی به ۳ تا ۱۰ برابر ، بعد از کوددهی افزایش یافت. در مطالعه بانی (۱۳۷۵)،غلظت کلروفیل a بدون کوددهی ۱۱۶–۸/۸ میلیگرم درمترمکعب وباکوددهی۲۱۳میلیگرم درمترمکعب گزارش

Journal of Aquatic Caspian Sea (J. A. C. S)

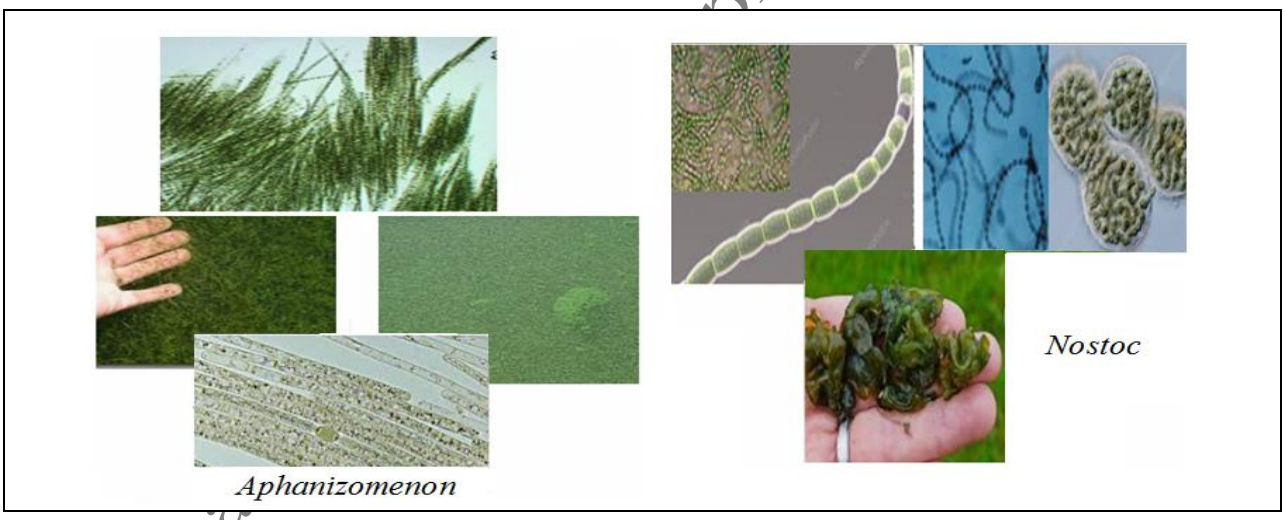
گردید. اما باید توجه داشت که افزایش مواد مغذی در دسترس، ممکن است سبب رشد و تکثیر شدید جلبک و وقوع شکوفایی گردد. اثرات نامطلوب شکوفایی جلبک به دودسته مستقیم و غیر مستقیم تقسیم می‌شود. اثرات مستقیم تحت تاثیر یکی از انواع مختلف سم (نوروتوکسین، هپاتوتوکسین، درماتوتوکسین و...) مترشحه از جلبک‌های تولید کننده سم صورت می‌گیرد. اثرات غیرمستقیم شکوفایی شامل صدمات مکانیکی به ماهی بدلیل آسیب‌های جدی به آبشش و سیستم تنفسی، کاهش اکسیژن بدلیل انباشتگی توده‌ی سلولی مرده‌ی جلبک و کاهش شدید و یا حذف گونه های مفید می‌باشد. شکوفایی جلبکی در آب شیرین عموماً ناشی از Spirogyra، Pithophora، Cladophora، Hydrodictyon، Ulothrix، Oedogonium از شاخه کلروفیتا (شکل ۱) و Phormidium، Oscillatoria، Microcystis، Nostoc و Aphanizomenon از شاخه سیانوفیتا می‌باشد (شکل۲).



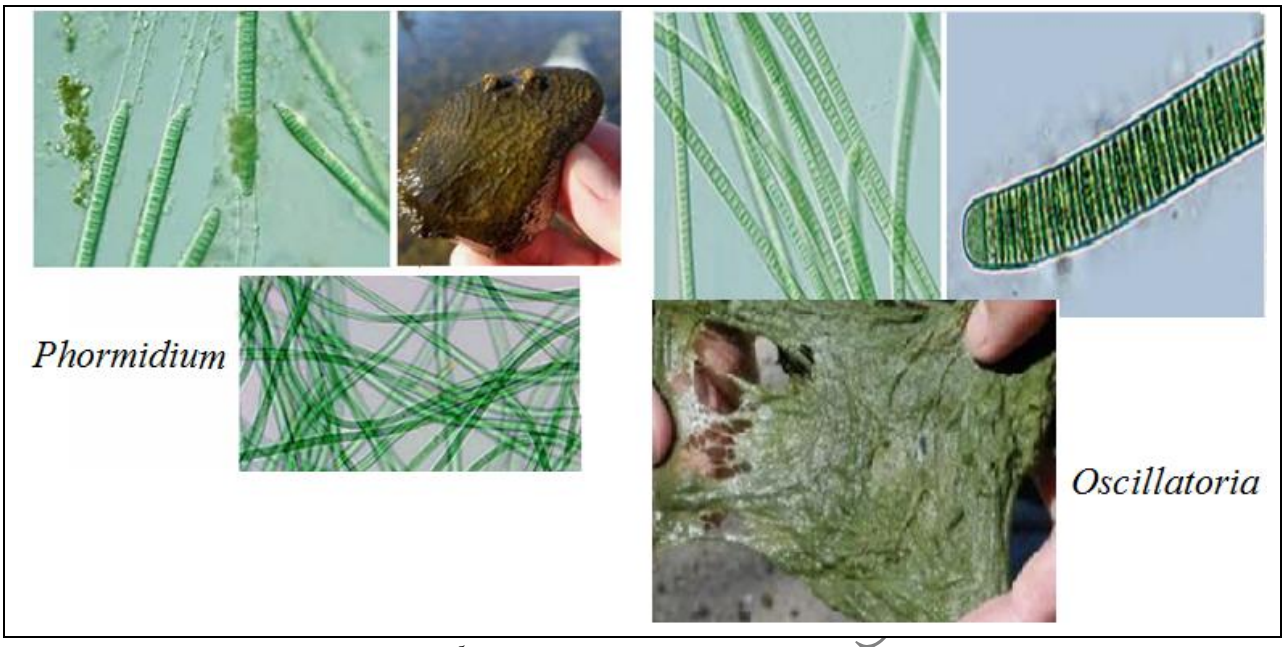
Journal of Aquatic Ecology



شکل ۱. برخی از جلبک‌های (شاخه کلروفیتا) معمول در شکوفایی جلبکی در آب شیرین (تصاویر از مرورگر گوگل)



.A.C.S)
Journa



شکل ۲. برخی از جلبک‌های (شاخه سیانوفیتا) معمول در شکوفایی جلبکی در آب شیرین (تصاویر از مرورگر گوگل)

به هنگام گرم شدن هوا، خطر غالبیت و شکوفایی سیانوفیتا در استخرها، بیش از کلروفیتا می‌باشد. شکوفایی ممکن است که علاوه بر اثرات مسمومیت، کاهش تغذیه زوپلانکتون را بدنبال داشته باشد. شکوفایی جلبک بخصوص گونه‌های مضر موجب زایل شدن کیفیت آب، تغییر رنگ، بو و طعم آن می‌شود که گاهاً با ایجاد کف یا لایه روغنی بر سطح آب همراه می‌گردد. رشد و تکثیر و شکوفایی سیانوفیتا از دو طریق بر بو و مزه آب اثر سوء می‌گذارد. طریق اول شامل تولید ماده "متیل ایزوبورنئول" یا "ژئوسمین" در آب است. طعم نامطلوب این ماده (مزه خاکی) بواسطه آب به ماهی منتقل می‌شود. طریق دوم با ایجاد مواد مختلف ناشی از تجزیه توده‌ی سیانوفیتا پس از تلف شدن و سقوط صورت می‌گیرد. رشد و تکثیر Synechococcus، Leptolyngbya و Coelosphaerium از راسته سیانوکوکوالس(Synechococcales)، Anabaena، Aphanizomenon از راسته نوستوکالس (Nostocales) و Phormidium از راسته اوسیلاتوریالس (Oscillatoriales) از لحاظ تولید ژئوسمین دارای اهمیت می‌باشند (Godo et al.,2017). همچنین جلبک‌های Synura، Dinobryon، Peridinium، Ceratium بوی ماهی، Synedra بوی کپک زدگی، Microcystis بوی خوک را در آب استخر ایجاد می‌کنند (Palmer, 1980).

مرگ و سقوط جلبک‌ها حتی سریع‌تر از خود شکوفایی، قادر به ایجاد مشکلات بزرگ است. از بین رفتن شکوفایی در یک روز ابری و کمبود نور خورشید، جبهه هوای سرد، طوفان، باران و یا استفاده از مواد شیمیایی (از قبیل سولفات مس) تشدید می‌گردد. در یک مطالعه موردی، از سه استخر که در کنار هم و با شرایط مشابه قرار داشتند، از بین رفتن و سقوط جلبک‌های شکوفا شده در دو استخر واقع در سایه درختان بلند مشاهده شد (منتشر نشده، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر). ضمن آنکه در این دو استخر، حدود ۷۰ درصد از تراکم فیتوپلانکتون شامل تعداد محدودی از جنس وگونه‌های فیتوپلانکتون بود. این نوع ترکیب جمعیت نامطلوب است و سبب محدودیت سفره غذایی ماهیان پلانکتون‌خوار می‌شود. در این زمینه، برای حفظ کیفیت آب،

Journal of Aquatic Caspian

مدیریت پرورش و غذادهی باید به نحوی باشد که از یک سو انرژی مورد نیاز برای زنجیره غذایی تامین شود و از سوی دیگر از وقوع رویدادهای نامطلوب از قبیل پرغذایی و شکوفایی جلبکی جلوگیری بعمل آید.

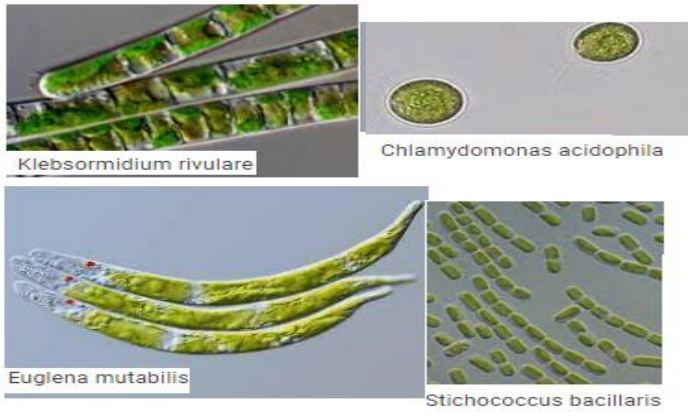
نوع گونه‌های جلبکی(بخصوص گونه‌های غالب)، شکل، اندازه و میزان مشارکت آنها در ایجاد تراکم جلبک از عوامل موثر در افزایش تولیدات ثانویه می‌باشند. زیرا ارزش غذایی و قابلیت هضم گونه‌های مختلف جلبک متفاوت است. اندازه و شکل مناسب فیتوپلانکتون سبب خوش‌خوراک بودن آن برای زوپلانکتون می‌گردد. بعنوان مثال Cyclotella و Cryptomonas دارای قابلیت هضم بالا ولی Oscillatoria و Crusigenia دارای قابلیت هضم کم تا متوسط هستند (فرخی، ۱۳۹۲). حضور گونه های دارای نقش سودمند تغذیه‌ای در زنجیره غذایی، بعنوان علامتی از کیفیت مناسب آب محسوب می‌شود. بررسی تغذیه کپورماهیان در مطالعه مخلوق و کیهان ثانی (۱۳۸۳) نشان داد که ۱۳ گونه از ۴۸ گونه فیتوپلانکتون شناسایی شده در آب استخر، توسط ماهی خورده نشدند. این گونه‌های تغذیه نشده عمدتاً جزو پیروفیتا، اگلنوفیتا و دیاتومه‌ها بودند. ضمن آنکه تراکم برخی گونه‌های سیانوفیتا و کلروفیتا در آب و نیز روده فیتوفاگ بالاتر از بقیه شاخه‌ها بود. کلروفیتا در مقایسه با دیاتومه‌ها نقش موثرتری در افزایش تولید در زنجیره غذایی در استخر دارد. زیرا در استخر، برخی از دیاتومه‌ها (Cymbella، Fragilaria،Cyclotella) و سیانوفیتا (Oscillatoria، Lyngbya، Phormidium) در کف رسوب می‌کنند و از زنجیره غذایی در بخش آبی کنار گذاشته می‌شوند. اما در رودخانه‌ها، دیاتومه ها نقش مهمتری در زنجیره غذایی ماهیان دارند.

عوامل محیطی

پیش از شروع فعالیت های آبزی پروری ضروری است که از کیفیت آب تامین کننده، خاک منطقه و عدم وجود آلودگی خاص از طریق ازمایشگاههای معتبر اطمینان حاصل گردد (فراهانی و همکاران، ۱۳۹۷). آب مطلوب و مناسب پرورش ماهی، آب زنده یا آب قابل زیست است که دارای موجودات زنده برای تولیدات طبیعی و مصرف آن برای تغذیه ماهی باشد. آب چاه های عمیق، فقط حاوی املاح معدنی می‌باشد و موجودات زنده در آن دیده نمی‌شود. لذا در مزارع پرورش ماهیان گرمابی، بیشتر برای جبران کمبود آب قابل استفاده است (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵). همچنین لازم است که آماده سازی استخر و پاک نمودن جلبک‌های کف استخر پس از هر دوره پرورش صورت گیرد (فراهانی و همکاران، ۱۳۹۷). کیفیت آب و فاکتورهای محیطی، تابش نور خورشید، کوددهی و مواد مغذی نقش مهمی در میزان تولیدات دارند. برخی از فاکتورهای کیفی از قبیل اکسیژن محلول، آمونیاک، درجه حرارت، pH و سختی آب در صورتی که در حد مطلوب نباشند، موجب تلفات ماهی خواهند شد (قلیچی و همکاران، ۱۳۹۵). معمولاً با افزایش دما افزایش تعداد فیتوپلانکتون صورت می‌گیرد. هرچه تعداد گیاهان آبزی وجلبک‌های موجود در بدنه آبی بیشتر باشد، اکسیژن بیشتری در طول روز منتشرمی‌شود. باگذشت شب، سطح تولید اکسیژن کاهش می‌یابد. کمترین میزان اکسیژن در صبحگاه، قبل ازنورخورشید و قبل از تولید دوباره اکسیژن توسط جلبک‌ها و گیاهان می‌باشد. بعلت مصرف و نیاز بیشتر اکسیژن توسط موجودات بزرگتر، همان‌طور که انتظار می‌رود، ماهیان بزرگتر و چند ساله در استخرها، اولین ماهیانی هستند که دچار مشکل و تلفات می‌شوند. معمولاً تغییر رنگ آب از سبز تیره به رنگ قهوه ای، نشانه کم بودن اکسیژن است (https://www.uaex.uada.edu/publications/pdf/Mp360.pdf).

تغییرات pH در طول فصول مختلف و حتی در طی شبانه روز دارای افزایش و کاهش است. حداکثر pH در بعدازظهرها و کاهش آن در هنگام طلوع آفتاب در صبح است. این تغییرات به دلیل مصرف CO_2 در اثر فتوسنتز در طول روز است که آن را افزایش

می‌دهد و در طول شب همراه با تنفس و تولید CO2، کاهش می دهد. تغییرات pH دارای اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر ماهیان است. pH خیلی بالا و خیلی پایین مستقیماً به آبشش‌ها و حیوانات آبزی آسیب می رساند. اثرات غیر مستقیم تغییرpH از طریق تأثیر بر تعادل های آبی آمونیاک، سولفید هیدروژن، کلر و فلزات محلول مشخص می‌گردد که اغلب مهمتر از اثرات مستقیم pH بر روی حیوانات آبزی است. ماهیان جوان به سطوح pH کم‌تر از ۵ بسیار حساس هستند و ممکن است در این مقادیر از pH بمیرند. مقادیر pH پایین باعث تسریع آزادشدن فلزات از سنگ‌ها یا رسوبات درآب می‌شود. این فلزات می‌توانند بر متابولیسم وتوانایی-های حیاتی ماهی اثر سوء بگذارند (htpps://fao.org/3/ac155E/AC155E07). "مسمومیت " مستقیم در اثر تغییرات pH در استخرهای آبزی پروری نسبتاً نادراست. زیرا معمولاً مکان استخرها و منابع آب طوری انتخاب می‌شوند که محیط مطلوبی برای پرورش فراهم شود و pH در محدودهٔ ۶ تا ۹ باشد. با این حال تغییرات ناگهانی و شدید pH (حتی تغییر در محدوده قابل تحملpH)، ممکن است سبب آسیب و مرگ ومیر ماهیان پرورشی گردد. مثلاً افزایش نامتعارف کود و افزایش فتوسنتز بیش از حد در لایه های زیرین آب باعث افزایش pH در سطوح بالا و بدنه آبی می‌شود. مقادیر pH بسیاربالا (بیشترازpH۹/۵) یا بسیارپایین (کمترازpH۴/۵) برای اکثرموجودات آبزی نامناسب است. سطوح بالایpH (۱۴-۹) باتغییرغشای سلولی به ماهی آسیب می‌رساند. مزارع دارای خـاک اسیدی و میزان کم فسـفر، تولیدات فیتوپلانکتونی کمی دارند. بعضی فیتوپلانکتون‌های مقاوم از قبیل *Euglena mutabilis, Chlamydomonas acidophila, Klebsormidiumrivulare,Gloeochrysis turfosa, Stichococcus bacillaris* تا pH معادل با ۳/۰-۲/۶ همچنان رشد و تکثیر می‌کنند (شکل ۳) و حضور این جلبک‌ها می‌تواند شاخصی از محیط با اسیدیته کم باشد (Aruleba and Agbebi., 2010).



شکل ۳. گونه‌های جلبکی شاخص آب های با اسیدیته کم (تصاویر از مرورگر گوگل)

غذا و کود

تراکم و تنوع گونه‌ای فیتوپلانکتون در استخرها تحت تاثیر نـوع کودهای مصرفی و نسبت بین آنها، گونـه ماهی پرورشی، اندازه و سن ماهی، اقلیم منطقـه پـرورش، فصـول مختلـف پـرورش، سـن اسـتخر، پوشش گیاهی و ماکروفیـت هـای استخرتغییرات نشان می‌دهد. با ترکیب مناسب از فسفر و نیتروژن، مـی تـوان تنوع و تراکم فیتوپلانکتون را افـزایش داد. در

Journal of Caspian Sea U.A.C.S

استخرهای با کوددهی بالاتر فسفر نسبت به نیتروژن، افزایش تراکم جنس Cryptomonas و افـزایش وزن ماهی نسبت به سـایر اسـتخرها گزارش گردید (قلیچی و همکاران، ۱۳۹۵).

بعلت اثرکوتاه مدت کودهای شیمیایی، استفاده مکرر از آن در استخر ضرورت دارد. تولید گازهای سمی همچون متان، سولفیدهیدروژن وآمونیاک از عوارض کوددهی بیش از اندازه در استخرها و آبندان‌ها است. بخشی از این کودها همراه با پساب حاصل از خروجی استخرهای پرورش ماهی به محیط وارد می‌گردد. در این راستا استفاده از انواع دیگر کودها از قبیل کودهای آلی بخصوص اسلاری کودگاوی (با کمپوست) و شیرابه کود گاوی (بدون کمپوست) می‌تواند انتخاب مناسبی برای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از کودهای شیمیایی و افزایش تولید باشد. کودهای حیوانی پیش از آنکه به عنوان خوراک برای ماهیان پرورشی دارای ارزش باشند، برای غنی سازی استخر فوق العاده اهمیت دارند. در استخرهای پرورشی که از اسلاری کود گاوی (کود آلی تخمیر شده بیهوازی) برای کوددهی استفاده شد، باقیمانده کم‌تر از مواد غذایی و کاهش سطح اکسیداسیون در مقایسه با استخر شاهد گزارش گردید. لذا میزان اکسیژن موجود در آنها ۴۳ درصـد بیشتر از استخرهای بارور شده با کود گاوی تازه، بود. میزان کم‌تر انتشار گاز آمونیاک، میزان بیشتر کلسیم و نوسانات کم pH، افزایش تراکم و تنوع فیتوپلانکتون بخصوص کلروفیتا و دیاتومه ها، کاهش سیانوفیتا و افزایش رشد و بازماندگی ماهی از دیگر مزایای ثبت شده در استخر بارو شده با اسلاری کود گاوی بوده‌است. بنابراین استفاده از اسلاری می‌تواند نقش مهمی را در افزایش تولیدات پلانکتونی و کاهش هزینه تولید دارا باشد (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین مطالعه مخلوق و همکاران (۱۳۹۲)، نشان داد که در استخرهای تیمار شده با مخلوطی از کود شیمیایی و شیرابه کود گاوی بدون کمپوست در مقایسه با استخر تیمار شده با کود شیمیایی، گروه‌های مختلف از فیتوپلانکتون در ایجاد تراکم کل آن مشارکت نمودند و پتانسیل آن برای افزایش گروه‌های مختلف جلبکی و در نهایت افزایش جمعیت جلبک زیاد بود، در نتیجه زمینه برای ایجاد شکوفایی جلبکی ناشی از یک یا دو گونه فراهم نبود. توزیع متناسب تراکم در بین گونه‌های غالب (افزایش یکنواختی) که نشانه‌ای از ثبات و کیفیت خوب محیط است، بیانگر مناسب بودن کیفیت آب استخر در کوددهی با مخلوطی از شیرابه کود گاوی و شیمیایی بوده‌است.

در یک محیط طبیعی، خوراک نخورده و مواد زائد ماهی (مدفوع) معمولاً در روند زیستی تجزیه شده و یا توسط سایر موجودات دیگر مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد. اما در استخرهای پرورشی که برای سوداوری، خوراک دهی شدید صورت می گیرد، ممکن است منجر به تجمع سریع مواد مغذی شود و سیستم از تعادل خارج شود. بنابراین ظرفیت اکوسیستم در حداکثر کود دهی و میزان مواد مغذی و تراکم فیتوپلانکتون باید مورد بررسی قرار گیرد. اگر افزایش کود بیش از ظرفیت اکوسیستم نباشد و کم تر از مقیاس های تعیین شده برای وقوع یوتریفیکاسیون باشد، مصرف سریع مواد مغذی توسط فیتوپلانکتون و انتقال به حلقه‌های بالاتر از زنجیره غذایی مانع بروز پرغذایی (یوتریفیکاسیون) می‌گردد (htpps://fao.org/3/ac155E/AC155E07). شناخت نیازهای غذایی ماهی شامل پروتئین، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی در استخر و میزان تامین آن‌ها از طریق کودها و جلبک‌ها یک راهنمای مناسب در این راستا می‌باشد. موارد ذیل در این خصوص بیان می‌گردد (Phang,1992):

مورد ۱: سرعت فتوسنتز در استخرهای ماهی گرمسیری حدود ۴ گرم بر متر مربع در روز یا ۳۰ تن جلبک با وزن خشک در هکتار در سال است. با فرض نسبت تبدیل خوراک ۲:۱ (جلبک خشک به ماهی مرطوب)، حداکثر بازده ماهی حدود ۱۵ تن در هکتار در سال است. اگر نسبت C:N:P سلول‌های جلبکی ۵۰:۱۰:۱ وزنی باشد، برای حفظ سرعت فتوسنتزی ۴ گرم بر متر مربع در روز، در استخری با عمق ۱ متر نیاز به ورودی روزانه ۴ گرم C، ۰/۸گرم نیتروژن و ۰/۰۸ گرم فسفر در روز به ازای هر متر

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

مربع سطح استخر می باشد. در تحقیق فوق میزان ۱۱ تا ۴۴ میلی گرم در لیتر از زی توده جلبک قادر به تولید مناسب ماهی بود، بدون اینکه مشکلی در کیفیت آب ایجاد شود. در این راستا بررسی استخر برای تعیین رابطه بین نرخ بارگذاری موادمغذی و تولید جلبک و کیفیت آب استخر، با تراکم‌های مختلف از ذخایر ماهی توصیه می‌شود.

مورد ۲: تراکم فیتوپلانکتون در استخر شاهد ۲۵۰۰ عدد درمیلی لیتر بود که پس از کوددهی با فضله مرغ، کود مایع و کودشیمیایی به‌ترتیب به ۱۶۳۰۰، ۵۶۰۰ و ۴۶۰۰ (تعداد در میلی لیترآب) رسید. این تغییرات، بیانگر نقش مشخص و محرز کود مرغی در افزایش تعداد فیتوپلانکتون در استخر می‌باشد. با این وجود اگر استفاده از کود مرغی به‌صورت اصولی صورت نگیرد، می‌تواند اثرات نامطلوب بر کیفیت آب استخر و تولید بگذارد. این دلایل شامل ۱-افزایش پتانسیل انتقال بیماریهای باکتریایی و پروتوزوآیی، ۲-فعال شدن مسیر بی هوازی و کاهش اکسیژن محلول،۳-تغییرات نامنظم و نامناسب pH، ۴-شکوفایی ناشی از رشد جلبک های کف و رسوب، می‌باشد.در یک مطالعه موردی به هنگام تلفات شدید ماهی در استخر پرورشی،تولید زیاد گاز آمونیاک پس از استفاده فراوان از کود مرغی مشاهده گردید. در این استخریک جنس جلبک از شاخه سیانوفیتا (Oscillatoria) و دو جنس از شاخه کلروفیتا (Scenedesmus, Scheroderia) دارای تراکم بسیار بالا بودند (منتشر نشده، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر). این جلبک‌ها دارای شاخص آلودگی مواد آلی (پالمر و ساپروبی) در حد آلودگی شدید می‌باشند (Palmer, 1980)

مدیریت و کنترل شکوفایی

بر اساس شرایط و امکانات، عموماً موارد ذیل به منظور پیشگیری، مدیریت و کنترل شکوفایی جلبکی بکار گرفته می‌شوند (https://www.uaex.uada.edu/publications/pdf/Mp360.pdf):

۱- پمپاژآب

۲- استفاده از مواد شیمیایی جلبک کش: در صورتی که مواد غذایی موجود در استخر حذف نشوند، شکوفایی جلبکی پس از چند روز و یا چند هفته برگشت خواهد نمود.سولفات مس که اغلب به عنوان جلبک کش، استفاده می‌شود، در آب با قلیائیت کمتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر می تواند برای ماهی سمی باشد. اثر سولفات مس در آب با قلیائیت بیش از ۲۵۰ میلی گرم در لیتر ممکن است بی اثر باشد (https://www.avichem-co.com).همچنین توجه به نوع ماده شیمیایی و خصوصیات و دستورالعمل ها درج شده در برچسب آن، تخمین صحیح حجم استخر و تعیین میزان ماده شیمیایی از شرایط مهم موفقیت این روش است.

۳- حذف زیستی: استفاده از چند نوع ماهی با تغذیه فیلتری از قبیل بیگ هد و تیلاپیا و نرم تنان آب شیرین. میزان موفقیت و اثرگذاری این روش، سریع نیست.

۴- حذف مکانیکی: این روش برای مناطق کوچک ممکن است موثر باشد ولی برای استخرهای بزرگ کفایت نمی‌کند و اگر پاکسازی بخوبی صورت نگیرد، ممکن است که زی توده بجا مانده، دوباره رشد نموده وشکوفایی برگشت نماید.

توصیه ترویجی

پیش از شروع فعالیت های آبزی پروری لازم هست که از کیفیت آب تامین کننده، خاک منطقه و عدم وجود آلودگی خاص از طریق ازمایشگاه‌های معتبر اطمینان حاصل گردد. همچنین آماده‌سازی استخر و پاک نمودن جلبک‌های کف استخر پس از هر دوره پرورش صورت گیرد. در طی بهره برداری نیز توجه به موارد ذیل مفید خواهد بود:

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

۱- آگاهی بر کیفیت غذا و کود و نیز حداکثر ظرفیت استخر در پذیرش کود و غذا، بطوری که بیش از آن مشکلات شکوفایی جلبکی، کمبود اکسیژن و تجمع مواد زائد تشدید می‌گردد.

۲- نگهداری و سرویس منظم دستگاه های هواده

۳- آگاهی بر پیشینه شکوفایی استخر و نوع شکوفایی

۴- عدم وجود پوشش گیاهی زیاد در استخر

۵- عدم کوددهی در روزهای ابری و وزش باد

۶- نظارت و پایش کارآمد استخر:

-پایش پارامترهای کیفیت آب شامل pH، دما، هدایت الکتریکی، شفافیت و اکسیژن محلول

-عدم کاهش اکسیژن در عصر نسبت به صبح، سنجش اکسیژن شبانه در فصول بهار تا پاییز

- توجه به بوی آب

- توجه به تغییرات ظاهری استخر از قبیل تغییر رنگ (از سبز زیتونی به شیری، قهوه‌ای، قرمز، سبز تیره)، تجمع کف بر روی سطح و حالت روغنی آب و گل آلودگی.

۷-اجرای سریع روش‌های چندگانه کنترل (فیزیکی، شیمیایی، زیستی) در مواجه با مشکل شکوفایی جلبکی.

منابع

بانی، ع.، ۱۳۷۵. بررسی ترکیب فیتوپلانکتونی حاصل از انواع بارور کننده ها(کودها) در استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵. کیفیت آب-تعیین آب استخر پرورشی برای گونه‌های رایج گرمابی و سردابی-روش متداول-ویژگی‌ها. چاپ اول، ۲۱ صفحه.

فراهانی،ر.، عظیمی اسک شهری،م.، مبرهن، ع.ر.، اسدی، ه. و صیدی، د.، ۱۳۹۷. راهنمای پرورش ماهیان گرم آبی. سازمان تحقیات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۲۴۳ صفحه.

فرخی دراز کلا، م.، ۱۳۹۲. بررسی فیتوپلانکتون های قابل هضم و غیرقابل هضم ومیزان هضم پذیری آن ها در دستگاه گوارش ماهی فیتوفاگ(*hypophthalmichthys molitrix*)، پایان نامه، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر - دانشکده منابع طبیعی.

فلاحی، م.، شریفیان، م.، طلوعی، م.ح.، امیری، ا. و دقیق روحی، جواد.، ۱۳۹۱. تاثیر شیرابه کود آلی تخمیر شده بی هوازی در پرورش ماهی سفید (تا ۱ گرم) و مقایسه فاکتورهای رشد و بقاء با تغذیه مرسوم، مجله علمی شیلات ایران، ۲۱(۲): ۶۵-۷۶.

قلیچی، ا.، جعفری، م. و کمالی سنزیقی، م.، ۱۳۹۵. ترکیب فیتوپلانکتونی و نقش آن در میزان تولید ماهی کپورنقره ای (*hypophthalmichthys molitrix*)، در مزارع پرورش ماهیان گرمابی، نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۰(۴): ۹۱-۱۰۲.

مخلوق، آ.، پورغلام،ر.،نصراله زاده ساروی ، ح. و سعیدی، ع.ا.، ۱۳۹۲. بررسی اثرات استفاده از کود شیمیایی و شیرابه کودگاوی برتراکم، زی توده و ترکیب ساختاری فیتوپلانکتون درآب استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی. نشریه توسعه آبزی پروری، ۷ (۱): ۵۹-۷۴.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

مخلوق، آ. و کیهان ثانی، ع.ر.، ۱۳۸۳. بررسی فیتوپلانکتونهای مورد تغذیه بچه ماهی فیتوفاگ. دومین کنگره بیولوژی کاربردی، با دامنه بین المللی، مشهد.

Aruleba, J.O. and Agbebi, F.O., 2010. Assessment and management of South Western Nigeria Ponds for sustainable aquaculture production. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 5(1), 34 – 38.

Godo, T., Saki, Y., Nojiri, Y., Tsujitani, M., et al., 2017. Geosmin-producing species of Coelosphaerium (synechococcales, cyanobacteria) in Lake Shinji, Japan. Nature, Scientific Report,1-10.

Palmer, C.M., 1980. Algae and water pollution. The identification, Significance, and Control of Algae in water Supplies and in Polluted Water. Castle House Publication, London. 129p.

Phang, S-M., 1992. Role of algae in livestock-fish integrated farming systems, University of Malaya Kuala Lumpur, Malaysia, https://www.fao.org/3/ac155E/AC155E07.htm

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)