

تنوع و تغییرات رنگ آب در استخرهای پرورشی

فاطمه محسنی زاده^۱، مهناز ربانی ها^۲

Mohsenizadeh.fatemeh68@gmail.com

۱. پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.

۲. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

چکیده

آب در آبی‌پروری، به عنوان مکانی جهت تولید و حفظ زنجیره غذایی است و نقش مهمی در حفظ اکسیژن محلول، ایفا می‌کند. از این رو، مدیریت آن حائز اهمیت است. بررسی کیفیت آب ورودی و پساب آبی‌پروری، می‌بایست مطابق با نوع محصول پرورشی و سطح استانداردهای مربوطه باشد. بطور مشخص در مدیریت استخر، یکی از پارامترهای عینی که توسط پرورش‌دهندگان میگو بکار گرفته می‌شود، رنگ آب می‌باشد. رنگ آب تحت تاثیر عوامل مختلف زیستی و غیر زیستی، از جمله رشد، تکثیر و مرگ جلبک‌ها تغییر می‌کند. تعیین رنگ آب، گاه نشانه‌ای از شرایط نامطلوب است. آب نامطلوب در محیط پرورش آبی، به عنوان یک عامل جدی استرس، زمینه ساز بروز بیماری می‌باشد. با توجه به اثرات انواع مختلف رنگ آب در اکوسیستم استخرهای پرورشی، ایجاد رنگ مناسب و حفظ ثبات آن ضروری است. در مقاله حاضر به رنگ آب در استخرهای آبی‌پروری، به عنوان عامل کلیدی در مدیریت کیفیت آب، پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: رنگ آب، تغییرات، آبی‌پروری

مقدمه

گیاهان و جلبک‌ها در فرآیند فتوسنتز قادرند از نور خورشید برای تولید غذا استفاده کنند و سپس اکسیژن را به عنوان یک محصول جانبی در آب آزاد کنند. در طی این فرآیند مهم، گیاهان از همان طیف نور مرئی (طول

موج بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) استفاده می‌کنند (Boyd, 2014). بدون تردید، شفافیت آب یکی از دغدغه‌های اصلی در آبی‌پروری است. شفافیت آب تحت تاثیر تراکم جلبک در آب و مقدار مواد جامد غیر جلبکی (به عنوان مثال، رسوبات معدنی مانند ماسه و خاک رس و جامدات آلی مانند مواد گیاهی مرده) در آب می‌باشد فیتوپلانکتون‌ها نقش مهمی در افزایش بهره‌وری زیستی استخرهای پرورش آبی‌پرورش دارند و مدیریت مناسب‌شان برای یک تولید موفق، حیاتی است. به همین دلیل، توسعه جلبک باید در سطح مناسب کنترل شود. از طرفی، دلیل اصلی تغییر رنگ آب، تنوع و نوسانات میکروارگانیسم‌ها است. میکروارگانیسم‌ها، شامل فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و باکتری‌ها عمده‌ترین موجوداتی هستند که می‌توانند رنگ قابل مشاهده را در محیط آب ایجاد کنند. یکی از موارد معمول و تجربی همه پرورش دهندگان، توجه زیاد به رنگ ظاهری آب در حوضچه می‌باشد (Mane et al. 2017). مدیران استخرهای آبی‌پروری متغیرهای کیفیت آب را اندازه‌گیری و تلاش می‌کنند تا آنها را در محدوده مطلوب برای میگو و ماهی حفظ کنند. حفظ رنگ آب و ثبات آن، عامل کلیدی در مدیریت کیفیت آب است. پلانکتون‌ها منبع اولیه غذا برای دوران لاروی بسیاری از موجودات هستند. طبق تحقیق (Lim et al. 2003) موفقیت در تولید ماهی در هچری‌ها تا حد زیادی به در دسترس بودن غذاهای زنده مناسب برای تغذیه مراحل لاروی، نوزادی و بچه ماهی بستگی دارد. رنگ آب

فیتوپلانکتون‌ها

نقش مهمی در افزایش بهره‌وری زیستی استخرهای پرورش آبی‌پرورش دارند و مدیریت مناسب‌شان برای یک تولید موفق، حیاتی است.



حوضچه در این مرحله نیز نقش مهمی در بهره‌وری این اکوسیستم ایفا می‌کند. زیرا بیانگر تولید گونه‌های پلانکتونی مطلوبی است که غذای ترجیحی را برای بسیاری از گونه‌های ماهی گرمسیری آب شیرین، فراهم می‌کند. در این خصوص، رنگ سبز روشن و رنگ قهوه‌ای طلایی یا قرمز-قهوه‌ای معمولاً برای عملیات کشت ترجیح داده می‌شود.

نقش رشد جلبک در رنگ آب

استخرها معمولاً حاوی فیتوپلانکتون فراوانی هستند. این ارگانیسم‌ها نقش مهمی در اکولوژی استخرها دارند و کیفیت آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند. فراوانی فیتوپلانکتون معمولاً توسط غلظت مواد مغذی، به ویژه عناصر نیتروژن معدنی و فسفات، کنترل می‌شود. آبهایی که غلظت نیتروژن و فسفات غیر آلی بالا دارند، معمولاً حاوی مقدار زیادی فیتوپلانکتون می‌شوند. به این وضعیت شکوفایی فیتوپلانکتون گفته می‌شود که باعث تغییر رنگ آب می‌شود. جلبکهای فیتوپلانکتونی منبع مهمی برای تامین اکسیژن محلول استخر در طول روز هستند، در واقع، فیتوپلانکتون‌ها با سرعتی بسیار سریعتر از اکسیژنی که می‌تواند از جو به داخل استخر پخش شود، تولید اکسیژن می‌کنند. اگرچه فیتوپلانکتون‌ها معمولاً مفید هستند، اما تحت برخی شرایط، می‌توانند در عملیات تولید ماهی و میگو کاملاً مشکل‌ساز شوند (Boyd, 2016).

با توجه به گونه غالب و یا تنوع میکروارگانیسم‌ها به ویژه فیتوپلانکتون‌ها، رنگ آب تغییرات خواهد داشت. رشد و شکوفایی جلبکی می‌تواند رنگ‌های متفاوتی از سبز تا قهوه‌ای مایل به قرمز ایجاد کند. در شرایطی که تراکم جلبکی در آب بالاست، سطح کف آلود نامطلوبی ایجاد می‌شود. وقتی مرگ و میر فیتوپلانکتون‌ها شروع می‌شود، قبل یا در حین تجزیه‌شان، ممکن است رنگ سبز، قهوه‌ای یا حتی مایل به قرمز را به آب منتقل کنند. شکوفایی جلبکی همچنین می‌تواند بخاطر مصرف اکسیژن محلول، هنگام تجزیه جلبک‌ها در بستر، کیفیت ظاهری آب را هم کاهش دهد و از این طریق بر روابط اکولوژیک در محیط

در مطالعه Ayyappan (2011)، پنج مورد زیر مرتبط با رنگ آب لزوم حفظ و ثبات رنگ در محیط استخرهای پرورشی اشاره شد:

- * افزایش اکسیژن محلول و کاهش میزان CH_4 ، CO_2 ، NH_3 ، H_2S در آب حوضچه،
- * تثبیت کیفیت آب و کاهش میزان ترکیبات سمی،
- * ایجاد شرایط استفاده از پلانکتون به عنوان خوراک طبیعی،
- * ایجاد سایه در تابستان که با سایه‌اندازی موجب کاهش همجنس‌خواری می‌شود.
- * در زمستان از طریق جذب گرمای خورشید به افزایش و تثبیت دمای آب کمک می‌شود.

مستند سازی دقیق رنگ آب از این جهت مهم است که علاوه بر کیفیت منبع آب، وجود آلاینده‌های احتمالی را هم نشان می‌دهد. در حقیقت حفظ رنگ مناسب آب، نشانه‌ای از اعمال مدیریت خوب است. در بسیاری از موارد، رنگ ظاهری یک محیط آبی، به دلیل غلظت زیاد جلبک‌های معلق در توده آب است. به عبارتی، اگر به اندازه کافی جلبک در ستون آب وجود داشته باشد، بسته به نوع گونه و محتوای سلول‌های جلبکی موجود در آب، این شکوفایی‌ها می‌توانند رنگ‌های مختلفی را به آب بدهند. رنگ نامطلوب به عنوان یکی از عوامل مهم ایجاد کننده استرس در آبی‌پروری محسوب می‌شود که می‌تواند در میزان رشد آبی و میزان مرگ و میر تأثیر بگذارد و به طور مستقیم یا غیر مستقیم بر بهره‌وری سیستم اثر بگذارد. بنابراین، پرورش دهندگان باید به رنگ آب حوضچه توجه زیادی داشته باشند که خصوصاً در شرایط پرورش ماهی به اشکال متراکم و نیمه متراکم مسلماً از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود (Mane et al. 2017).

آبهایی که غلظت نیتروژن و فسفات غیر آلی بالا دارند، معمولاً حاوی مقدار زیادی فیتوپلانکتون می‌شوند. به این وضعیت شکوفایی فیتوپلانکتون گفته می‌شود که باعث تغییر رنگ آب می‌شود



۷۰ سانتی متر است. در شرایط چنین آبی، میزان بقای آبی افزایش و بهره‌وری حوضچه می‌تواند به ۴-۸ تن در هکتار برسد. کلرلا همچنین توانایی کنترل توسعه باکتری *Vibrio spp* را دارد. رنگهای کم رنگ، مایل به سبز طبق برخی تحقیقات، جهت پرورش آبیان مناسب است (Mane et al., 2017).

سبز تیره یا سبز مایل به سیاه

در صورت غالب بودن جلبک‌های سبز آبی مانند *Oscillatoria sp.*, *Phormidium sp.* و *Microcoleus sp.* اتفاق می‌افتد. هنگامی که دمای آب بسیار بالا می‌رود و تجمع سریع مواد آلی رخ می‌دهد، این رنگ ایجاد می‌شود، برخی از جلبک‌های این گروه باعث می‌شوند آبی بوی گند بگیرد. این رنگ در پرورش ماهی به روش نیمه متراکم مطلوب نبوده ولی در مزارع پرورش میگو استخرهایی با این رنگ، میزان بقای بسیار بالا اما سرعت رشد کندی دارند (Mane et al., 2017).

قهوه‌ای تیره و رنگی شبیه سس قرمز خوراکی

دلیل شکل‌گیری این رنگ قهوه‌ای تیره به خاطر جلبک‌ها نیست، بلکه به دلیل وجود رنگدانه و اسید تانیک است که به طور معمول به خاطر وجود خاک‌های سولفاته اسیدی در منطقه حراست و غلظت بالایی ایجاد می‌کند. به گفته باتنجر و همکاران (2004)، رنگ قهوه‌ای تیره برای پرورش ماهی یا میگو کشنده بوده و نشان دهنده مدیریت ضعیف حوضچه است. برای مثال استفاده از مقادیر زیاد آشغال ماهی در استخر و تغذیه بیش از حد، باعث رشد سریع دینوفلاژله‌ها و جلبک‌های قهوه‌ای می‌شود. در چنین آبی میزان شفافیت معمولاً به حدود ۱۵ سانتیمتر می‌رسد و نشانه‌ای از شرایط فوق یوتروفیکاسیون (پرغذایی) است. این شرایط باعث ایجاد آبسه بافت ماهی در ناحیه آبشش و مستعد شدن آن به بیماری‌های آبشش می‌شود (Mane et al., 2017).

رنگ زرد

آب تأثیر منفی بگذارد. در برخی موارد، در مرحله پوسیدگی، بوی بدی در اثر انتشار گاز متان ایجاد می‌شود. رنگ آب استخرها در وضعیت یوتروفیکاسیون (پرغذایی)، همراه با تغییر رنگ است. (Mane et al., 2017)

انواع رنگ آب در ارتباط با تولیدات طبیعی در استخرها

- * قهوه‌ای طلایی یا قهوه‌ای مایل به قرمز.
- * سبز روشن
- * سبز تیره یا سبز مایل به سیاه
- * رنگ قهوه‌ای تیره و رنگی شبیه سس
- * رنگ زرد
- * رنگ کدر
- * آب سفید مه آلود
- * رنگ گل آلود سیاه

قهوه‌ای طلایی یا قهوه‌ای مایل به قرمز

این رنگ ناشی از شکوفایی جلبک‌های تک سلولی به نام‌های *Chaetoceros sp.*, *Navicula sp.*, *Nitzschia sp.*, *Synedra sp.*, *Cyclotella sp.*, *Skeletonema sp.* و *Achnanthes sp.* است. اگر جمعیت جلبک‌ها به خوبی رشد یابد، بهره‌وری استخر را بسیار افزایش می‌دهد، که می‌تواند به ۶ تا ۱۵ تن در هکتار از تولید آبی برسد. رنگ قهوه‌ای طلایی معمولاً مربوط به محصول سالم، با رنگ بدنی درخشان است و نشان دهنده عملکرد خوب مورد انتظار است. که اغلب در شرایط کاهش دما و در آبهای شور با غلظت مواد آلی بالا و شفافیت معمولاً بین ۲۵ تا ۳۵ سانتی متر است، اتفاق می‌افتد (Mane et al., 2017).

سبز روشن

این رنگ در اثر غالبیت گروه جلبک‌های سبز، به ویژه کلرلا ایجاد می‌گردد. علاوه بر این، برخی از جلبک‌های دیگر مانند *Dunaliella sp.*, *Platymonas sp.*, *Chlamydomonas sp.* نیز در آب حوضچه می‌توانند این رنگ را بوجود آورند. در این آب سبز رنگ، شفافیت آب معمولاً بین ۲۰ تا

اگر جمعیت جلبک‌ها به خوبی رشد یابد، بهره‌وری استخر را بسیار افزایش می‌دهد، که می‌تواند به ۶ تا ۱۵ تن در هکتار از تولید آبی برسد.



"لخته‌های خاک رس" را تشکیل دهند، پس می‌توانند به عنوان خوراک طبیعی میگو عمل کرده و اثرات تغذیه‌ای هم داشته باشند. تعداد زیاد ذرات رس می‌تواند برای رشد میگو یا ماهی منفی باشد، کدورت خاک رس معمولاً به رنگ خاکستری شیری است. کدورت بیش از حد ناشی از وجود خاک رس کلئیدی در یک حوضچه می‌تواند نفوذ نور را مسدود کرده و از رشد جلبک جلوگیری کند (Mane et al., 2017).

رنگ آب شفاف

آب شفاف برای پرورش ماهی و میگو ثمری ندارد. آب شفاف در اثر تولیدات زیستی کم و یا نبود میکروارگانیسم پیش می‌آید. این آب به اندازه کافی بارور نیست و ماهی در آن رشد خوبی نخواهد داشت. علاوه بر آن ممکن است شفافیت آب ناشی از کمبود مواد مغذی، وجود آلاینده‌های فلزات سنگین مانند مس، منگنز، آهن یا خاک رس اسیدی در کف نیز باشد (Mane et al., 2017).

رنگ گل آلود سیاه

بیشترین عاملی است که در دریاچه‌ها و نهرها وجود داشته و می‌توانند تأثیر زیادی بر رنگ آب داشته باشند، تانن‌هایی هستند که رنگ زرد تا سیاه دارند. کف این حوضچه‌ها دارای لایه گل آلود سیاه رنگی است که توسط مواد معدنی و غیرمعدنی معلق در آب انباشته شده است، بخاطر خوراک نخورده، مدفوع میگو، محصولات دفع شده و بدن همه موجودات زنده پس از مرگ در آب و زمانیکه انباشت زیاد محصولات آهنی وجود داشته باشد، گاز H_2S در کف حوضچه تولید می‌شود. در زمانیکه انباشتی از مواد زاید در کف تشکیل می‌شود، به آبشش و بدن میگو چسبیده و موجب تضعیف میگو خواهد شد، بنابراین میگو بیشتر مستعد بیماری می‌شود. رنگ گل آلود سیاه برای پرورش ماهی/ میگو بی‌ثمر است) شرایط مختلف رنگ آب و میزان بهره‌وری در جدول ۱ آمده است (Mane et al. 2017).

عوامل متعددی می‌تواند در این خصوص تأثیرگذار باشد. این رنگ در اثر گسترش و رشد جلبک‌های زرد طلایی *Chrysophyta*، *SP*، ایجاد می‌شود. بعلاوه دینوفلاژلات ها، نیز باعث ایجاد این رنگ در آب می‌شوند. این رنگ معمولاً در استخرهای قدیمی ماهی دیده می‌شود که در اثر فعالیت باکتریایی در مدت زمان طولانی، تجمع بار ارگانیک بالایی دارند. آبهای سطحی و زیرزمینی در اثر تجمع مواد آلی محلول، رواناب خاک، ترکیبات ارگانیک طبیعی مانند تانن و لیگنین (که از تجزیه مواد گیاهی و حیوانی به دست می‌آید)، می‌توانند به رنگ زرد - قهوه‌ای (چای مانند)، درآیند و بوی تندی هم بدهند. وقتی این رنگ آب در استخر شکل می‌گیرد، از رشد دیاتومه‌های بنتیک یعنی جلبک‌های سبز و سبزآبی جلوگیری می‌کند. همچنین در چنین آبی، رشد میگو یا ماهی مهار شده و احتمال مرگ و میر بالا وجود دارد (Mane et al., 2017).

آب سفید رنگ مه آلود

این نوع آب عمدتاً شامل زئوپلانکتون، ذرات رس و بقایای در حال فساد است. وجود بیش از حد جمعیت زئوپلانکتون در محیط با رفتار میگو تداخل دارد و می‌تواند به میگو آسیب برساند، افزایش غلظت ذرات رس به هر دلیل محیطی نیز، قابل ذکر است. این شرایط نشان‌دهنده از بین رفتن جلبک‌ها یا افت کیفیت آب در نتیجه انتشار باکتری‌ها می‌باشد و این وضع مسلماً در کاهش کیفیت پرورش تأثیر خواهد داشت. این رنگ آب در دوره پرورش ماهی می‌بایست به خوبی کنترل شود (Mane et al., 2017).

رنگ آب کدر

تشکیل آب کدر ممکن است به دلیل تعلیق ذرات رس یا ریزش بقایای در حال فساد به دلایل مختلف باشد. مثلاً در اثر وزش بادهای شدید و یا حرکت زیاد میگو یا ماهی باشد که در قسمت پایین استخر اتفاق بیفتد. از آنجا که ذرات رس می‌توانند مواد مغذی، ذرات آلی و میکروارگانیسم‌ها را جذب کرده و

تشکیل آب کدر
ممکن است به
دلیل تعلیق ذرات
رس یا ریزش
بقایای در حال
فساد به دلایل
مختلف باشد.
مثلاً در اثر وزش
بادهای شدید و یا
حرکت زیاد میگو
یا ماهی باشد که
در قسمت پایین
استخر اتفاق
بیفتد.



فهرست منابع

1. Ayyappan, S., 2011. Hand book of fisheries and Aqua-culture. Indian council of Agricultural Research publication, New Delhi. India.
2. Boyd, C. E., 2000. Water use in aquaculture Available at <https://www.aquaculturealliance.org>. Cited on 4 Nov 2020.
3. Boyd, C. E. 2014. Light penetration in water. Available at <https://www.aquaculturealliance.org>. Cited on 7 Nov 2018.
4. Boyd, C. E. 2016. Phytoplankton a crucial component of aquaculture pond ecosystems. Available at <https://www.aquaculturealliance.org>. Cited on 30 Nov 2018.
5. Lim, C. L., P. Dhert and P. Soregloos. (2003). Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. *Aquaculture* 227:319331-.
6. Mane, A. M., Pattanaik, S. S., Jadhav, R., Jena, A. K., 2017. Pond coloration, interpretation and possible measures of rectification for sustainable aquaculture practice. *Aquaculture Times*, 3(3), 06-10

* رنگ زرد مرتبط با مواد آلی محلول طبیعی (به عنوان مثال، تانن)، ممکن است زمانی ایجاد شود که آب باران یا رواناب این ماده آلی را از برگها، ریشه‌ها و سایر مواد رویشی شسته و وارد منبع آب حوضچه کند.

* آهن اکسید نشده (زنگ‌زدگی) می‌تواند به آب رنگ قرمز بدهد، اکسید منگنز باعث تغییر رنگ سیاه می‌شود و ترکیبی از این دو می‌تواند رنگ قهوه‌ای مایل به زرد به آب بدهد. رنگ آمیزی ممکن است هم از آهن و منگنز و هم از کربن آلی حل نشده با توجه به تغییرات محیطی فصلی ایجاد شود (Mane et al., 2017).

نتیجه‌گیری

با توجه به مجموعه ارائه شده مشخص است که مناسب ترین رنگ آب جهت پرورش در وضعیت قهوه‌ای طلایی یا قهوه‌ای مایل به قرمز و سبز روشن است که بهترین بهره وری از حوضچه پرورشی وجود خواهد داشت. در شرایط کنونی و بخاطر مشکلات تامین آب شیرین، شرایط آبی‌پروری حساس تر شده است به نحوی که عملیات پرورش متراکم، مدار بسته و حتی بکارگیری پساب تصفیه شده از استخر به منظور صرفه جویی در آب از اهمیت ویژه برخوردار است. بحران آب در ایران همانند خیلی از مناطق جهان مطرح است و هم اکنون ضرورت گرایش به سمت حفاظت، و استفاده بهینه از آب در آبی‌پروری جدی است. برای توسعه پایدار پرورش میگو استفاده از آب کارآمد باید در همه سیستم‌های تولیدی، یک هدف جدی باشد پایش و بررسی دقیق وضعیت آب استخر به منظور اعمال مدیریت کارآمد، از اهمیت خاصی برخوردار است. در این راستا بررسی رنگ آب و تشخیص دقیق عوامل ایجاد رنگ‌های مختلف در هر مرحله از پرورش، ابزاری موثر در آبی‌پروری است.

جدول ۱. میزان بهره‌وری در اکوسیستم در شرایط مختلف آب

| بهره وری / حاصلخیزی | رنگ آمیزی |
|---------------------|---|
| حاصلخیزی متوسط | رنگ قهوه‌ای طلایی یا قهوه‌ای مایل به قرمز |
| حاصلخیزی زیاد | رنگ سبز روشن |
| کم حاصلخیزی | سبز تیره یا سبز مایل به سیاه |
| بدون حاصلخیزی | قهوه‌ای تیره و رنگی مانند سس خوراکی |
| بدون حاصلخیزی | رنگ زرد |
| بدون حاصلخیزی | آب سفید مه آلود |
| بدون حاصلخیزی | رنگ گل آلود سیاه و سفید |

نقش مواد معدنی در رنگ آب

ذرات معلق و محلول در آب، بر رنگ آب تأثیر می‌گذارند. مواد معلق موجود در محیط آبی ممکن است در نتیجه عوامل طبیعی یا فعالیت‌های انسانی و یا به دلیل برخی مواد حل شده و مواد معدنی، ذرات رس، ذرات آلی، رنگدانه‌ها و کلوئیدهای معلق و غیره باشد. گاهی ابرهای شیری در ستون آب ظاهر می‌شوند. وجود چندین ماده معدنی نیز عامل رنگ آب موجود است:

* رنگ قرمز و قهوه‌ای به دلیل آهن، سیاه یا منگنز یا مواد آلی، رنگ زرد با وجود مواد آلی و محلول‌های حاوی تانن، آهن و منگنز، حداقل در مقادیر کم، خیلی از این مواد معدنی از سنگ‌ها و رسوبات منشا می‌شود که باعث ایجاد رنگ در آب می‌شوند.

* در آب های زیرزمینی که حاوی اکسیژن محلول فراوان است، آهن و منگنز فازهای معدنی جامد را تشکیل می‌دهند و به هیچ وجه قابل حل نیستند که باعث تغییر رنگ شوند اما در برخی از آبهای زیرزمینی که مقدار اکسیژن محدود است یا اکسیژن موجود نیست، در چنین شرایطی، آهن و منگنز در آب حل می‌شوند که موجب تغییر رنگ آب می‌شود.