اهمیت مدیریت و کنترل کیفیت آب در مزارع پرورش میگو

خسرو آئین جمشید
kh.aeinjamshid@areeo.ac.ir
پژوهشکدهٔ میگوی کشور، مؤسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.

چکیده
تولید کارآمد و سودآور موجودات آبزی بستگی به محیط مناسبی دارد که بتوانند در آن تکثیر و رشد کنند. ازآنجایی‌که این موجودات در آب زندگی می‌کنند، نگرانی اصلی در هر سیستم پرورشی، کیفیت آب است. بستگی به سیستم پرورشی مورداستفاده، پارامترهای که باید پایش و کنترل شوند، متفاوت هستند. درجه حرارت آب، شوری، گازهای محلول، pH، قلیائیت، سختی، مواد معلق، توازن یونی، مواد مغذی ازجمله؛ نیترات و فسفات، متابولیت های سمی مانند سولفید هیدروژن، آمونیاک و نیتریت، شفافیت و رنگ آب، و شاخص‌های آلودگی مانند BOD و ORP از مهم‌ترین فاکتورهای کیفی آب می‌باشند.
یک مدیر مزرعه موفق باید محدوده بهینه و قابل‌تحمل پارامترهای کیفی آب برای گونه‌های پرورشی خود را بشناسد، از سطوح بحرانی هر پارامتر اطلاع داشته باشد و در صورت بروز مشکل، برای عملیاتی نمودن راهکارهای کنترلی هر عامل آماده باشد. انتخاب بهترین و مناسب‌ترین روش بهبود کیفیت آب نیازمند داشتن اطلاعات از مشکل به وجود آمده در استخر و همچنین مزایا و معایب روش‌های انتخابی برای کنترل کیفیت آب است.

کلمات کلیدی: کیفیت آب، پرورش میگو، مدیریت

مقدمه
صنعت آبزی‌پروری بیشتر از نصف مقدار غذاهای دریایی موردنیاز انسان را تولید می‌کند، روندی که همچنان رو به افزایش است. درواقع این صنعت یکی از سریع‌ترین شکل‌های در حال رشد تولید مواد غذایی در جهان است. پرورش میگو به یکی از اجزای مهم آبزی‌پروری تبدیل‌شده است. صنعت پرورش میگو در جهان از دهه ۱۹۷۰ میلادی رشد سریع خود را آغاز نمود به‌نحوی‌که میزان تولید جهانی میگوی پرورشی از ۹,۰۲۲ تن در سال ۱۹۷۰ به ۶,۸۶۳,۴۱۳ تن در سال ۲۰۲۰ رسید. بر اساس تحلیل‌های بازار جهانی آبزی‌پروری، ارزش این بازار از ۲۳۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۰ تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۴۰۰ میلیارد دلار خواهد رسید و علی‌رغم تأثیر همه‌گیری COVID-19، نرخ رشد سالانه این صنعت در سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ حدود ۴,۹% درصد خواهد بود (FAO, 2022).
مهم‌ترین شاخص‌های زیستی آبزیان مانند رشد، بقا، ساختار جمعیتی و فراوانی آن‌ها تابع شرایط محیطی آب به‌ویژه دما، مواد مغذی و شوری است. هر آبزی به شرایط اکولوژیکی بهینه و منحصربه‌فردی برای رشد حداکثری خود نیاز دارد. تغییر شرایط اکولوژیکی آب بر تنوع و فراوانی تمام عوامل زنده و غیرزنده محیط‌های آبی تأثیر می‌گذارد (Lehodey, 2001 و Drinkwater, 2010).
کیفیت آب ویژگی خاص و متغیری است که بسته به نیاز یا هدف مورداستفاده از آن، دارای شرایط محیطی (فیزیکی و شیمیایی) و زیستی مشخصی است. مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت آب عبارت‌اند از؛ منبع تأمین آب مزارع، شرایط محیطی (دما، وضعیت جوی، و ...) و منطقه‌ای، مداخلات مدیریتی در استخر

کیفیت آب ویژگی خاص و متغیری است که بسته به نیاز یا هدف مورداستفاده از آن، دارای شرایط محیطی (فیزیکی و شیمیایی) و زیستی مشخصی است.

(تغذیه، هوادهی، تعویض آب، افزودنی‌ها و ...)، شرایط زیستی (ساختار زیستی آب در دریا، کانال و مزرعه، فعالیت‌های زیستی میگو و سایر جانداران موجود در استخر، فتوسنتز، و ارتباط و تأثیر پارامترهای محیطی و زیستی بر همدیگر (Viadero, 2005).

آبزی پروران برای تولید گونه پرورشی اقدامات متعددی از جمله؛ کنترل مواد جامد معلق و مواد ناخواسته در آب ورودی با فیلتراسیون، تنظیم میزان ذخیره‌سازی لارو و تغذیه، کنترل کیفیت خوراک، تغذیه، هوادهی، ایجاد گردش آب، تبادل آب، کود دهی برای افزایش رشد فیتوپلانکتون‌ها، استفاده از جلبک‌کش‌ها را انجام می‌دهند که بر کیفیت آب تأثیر می‌گذارد. بنابراین مدیریت کیفیت آب، به‌ویژه در استخرهایی با تراکم ذخیره‌سازی بالا، یکی از الزامات تولید است. کاهش کیفیت آب برای رشد و بقای میگو مضر است (Syah and Undu, 2014). در پرورش میگو معمولاً ۳۰% مواد مغذی خوراک جذب بدن میگو می‌شود و ۷۰% باقیمانده بدون استفاده باقی می‌ماند و باعث افزایش بار آلودگی آب می‌شود. (Hargreaves, 2013). با توجه به اثر شرایط محیطی بر رشد و بقای میگو، بهبود رشد میگو نیازمند شناخت، کنترل و بهبود مستمر کیفیت آب است.

چرا کیفیت آب در آبزی‌پروری مهم است؟

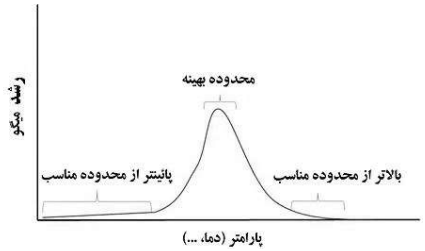
کیفیت آب یک عامل بسیار مهم برای پرورش هر موجود آبزی است. کیفیت مطلوب آب برحسب گونه متفاوت است و برای اطمینان از رشد و بقای آبزی باید نظارت شود. کیفیت آب در سیستم‌های تولید می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر سلامت ارگانیسم و هزینه‌های مرتبط باعرضه محصول به بازار تأثیر بگذارد. ورود مواد آلی به‌عنوان خوراک، مدفوع، میکروارگانیسم‌های مرده و در حال مرگ منجر به بدتر شدن کیفیت آب و اثرات منفی بعدی بر بهره‌وری تولید می‌شود. برای سلامت آبزی، کیفیت آب باید به‌دقت موردبررسی قرار گیرد زیرا می‌تواند بر سلامت، بقا و رشد آن تأثیر بگذارد. حفظ کیفیت آب برای بسیاری از آبزی پروران چالشی بزرگ است. کاهش کیفیت آب می‌تواند باعث ایجاد استرس در میگو و ایجاد بیماری‌های ناشی از آن شود. (Boyd, 2003)

شاخص‌های کیفیت آب

هر آبزی به شرایط اکولوژیکی بهینه و منحصربه‌فردی برای رشد حداکثری خود نیاز دارد. پارامترهای کیفی آب زیادی وجود دارند. بستگی به سیستم پرورشی مورداستفاده، پارامترهای که باید پایش و کنترل شوند، متفاوت هستند. درجه حرارت آب، شوری، گازهای محلول، pH، قلیائیت، سختی، مواد معلق، توازن یونی، مواد مغذی ازجمله؛ نیترات و فسفات، متابولیتهای سمی مانند سولفید هیدروژن، آمونیاک و نیتریت، شفافیت و رنگ آب، و شاخص‌های آلودگی مانند BOD[1] و ORP[2] از مهم‌ترین فاکتورهای کیفی آب می‌باشند (Boyd and Tucker, 1998 و Summerfelt et al, 2009).

به‌طورکلی دما، شوری و مواد مغذی از مهم‌ترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر زندگی آبزیان می‌باشند. برخی از پارامترها مانند شوری، قلیاییت و سختی نسبتاً پایدار بوده، اما برخی دیگر مانند دما، اکسیژن محلول و pH روزانه در نوسان هستند.

هر آبزی با توجه به ویژگی‌های زیستی خود در یک محدوده مشخص از پارامترهای فوق، رشد حداکثری دارد ولی هر چه اختلاف شرایط کیفی محیط با این مقادیر بیشتر شود، رشد آبزی کاهش می‌یابد (شکل ۱). بنابراین یک مدیر مزرعه موفق باید محدوده بهینه و قابل‌تحمل گونه‌های پرورشی خود را بشناسد، سطوح بحرانی را تعیین کند و در صورت بروز مشکل آماده باشد.



شکل ۱- ارتباط بین رشد میگو و پارامترهای کیفی

هر آبزی به شرایط اکولوژیکی بهینه و منحصربه‌فردی برای رشد حداکثری خود نیاز دارد. پارامترهای کیفی آب زیادی وجود دارند.

1. Biological Oxygen Demand
2. Oxidation-Reduction Potential

اکبر زاده و همکاران (۱۳۹۸) وضعیت کیفیت آب مزارع پرورشی میگوی وانامی را در سایت تیاب شمالی استان هرمزگان بررسی نمودند. نتایج آنالیز خوشه ایی نشان داد که کیفیت آب در مزارعی که تراکم ذخیره‌سازی بالاتر است، به‌مراتب نامطلوب‌تر از سایر مزارع می‌باشد.

۱-درجه حرارت آب

دما یکی از مهم‌ترین پارامترهای محیطی مؤثر بر تولید آبزیان است که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سایر پارامترهای کیفی آب و بهره‌وری طبیعی از اکوسیستم‌های آبی اثر می‌گذارد. سرعت فرآیندهای بیوشیمیایی و درنتیجه رشد آبزی، در محدوده دمایی مطلوب هرگونه، با افزایش دما افزایش می‌یابد. در شرایط دمایی بالاتر یا پائین تر از دمای بهینه که برای هر آبزی خاص است، رشد کاهش می‌یابد. دمای آب برای سلامت و رفاه آبزیان بسیار مهم است زیرا می‌تواند به‌طور مستقیم بر رفتار کلی آن‌ها ازجمله تغذیه، رشد و تولیدمثل تأثیر بگذارد. افزایش دما باعث افزایش رشد فیتوپلانکتون‌ها، افزایش فتوسنتز و درنتیجه افزایش میزان کلروفیل-a در آب می‌شود. از سویی، افزایش دمای آب باعث کاهش حلالیت گازها به‌ویژه اکسیژن محلول و دی‌اکسید کربن در آب و درنتیجه، منجر به کاهش رشد فیتوپلانکتون‌ها می‌شود. این وضعیت باعث کاهش انجام فرایند فتوسنتز و درنتیجه، کاهش میزان کلروفیل در آب می‌شود (Boyd and Tucker, 1998).

دمای بهینه آب برای پرورش میگوی وانامی از ۲۸ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Mohanty et al, 2014). در دماهای بالاتر و پائین تر از این محدوده مطلوب، رشد میگو کاهش‌یافته و نهایتاً متوقف می‌شود. البته رشد میگو در مراحل مختلف زندگی آن، به‌ویژه در مراحل لاروی، اندکی با این محدوده‌ها تفاوت دارد (Palafox et al, 1997).

Palafox و همکارانش (۱۹۹۷) میزان رشد و بقای پست لارو میگوی وانامی در دماهای ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد و شوری ۲۰، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۵۰ گرم در لیتر را بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که این‌گونه بهترین بقای خود را بین دماهای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و شوری بالای ۲۰ گرم در لیتر دارد. بهترین رشد میگوها بین دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد ولی تفاوت رشد آن‌ها در شوری‌های مختلف قابل‌ملاحظه نبود.

تحقیقات آئین جمشید و حق‌شناس (۱۳۹۶) نشان داد که افزایش دمای آب و آلودگی مواد شیمیایی یکی از ریسک‌های بارز پرورش میگو در استان بوشهر و مناطق جنوبی کشور می‌باشد.

۲- شوری

شوری یکی دیگر از پارامترهای محیطی بسیار مهم در رشد آبزیان است. به مجموع میزان نمک‌های هالوژنه و شبه هالوژنه (مانند تیوسیانات‌ها) موجود در آب، شوری می‌گویند. معمولاً غلظت یون‌های مختلف در مایعات درون بدن گونه‌های آبزی آب‌شور کمتر از غلظت این یون‌ها در آب اطراف آن‌ها است. این آبزیان برای تنظیم فشار اسمزی بدن خود نیاز به دریافت مداوم آب از محیط و دفع یون دارند. این عمل باعث از دست دادن آب بدن آن‌ها می‌شود. آبزی برای جایگزینی این آب، آب‌نمک از محیط می‌گیرد. اما برای جلوگیری از تجمع نمک اضافی باید نمک را دفع کند. بنابراین هرچه شوری محیط بیشتر باشد، آبزی انرژی بیشتری را از دست می‌دهد و درنتیجه رشد آن کاهش می‌یابد (Boyd and Tucker, 1998).

شوری با سایر متغیرهای کیفیت آب بر همکنش دارد. افزایش شوری باعث کاهش حلالیت گازهای محلول در آب می‌شود. افزایش شوری آب به‌عنوان عاملی که باعث کاهش میزان اکسیژن محلول در آب و در نتیجه کاهش رشد آبزی می‌شود، عاملی محدودکننده و مضر است ولی از طرفی این عامل به دلیل کاهش اثر سمیت آمونیاک، گازهای مضر و فلزات سنگین موجود در آب استخر، می‌تواند در برخی مواقع مفید باشد. شوری بهینه آب برای میگوی وانامی از ۲۰ تا ۳۰ گرم در لیتر می‌باشد و محدوده مطلوب آن از ۱۰ تا ۳۵ گرم در لیتر است (Boyd

دما یکی از مهم‌ترین پارامترهای محیطی مؤثر بر تولید آبزیان است که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سایر پارامترهای کیفی آب و بهره‌وری طبیعی از اکوسیستم‌های آبی اثر می‌گذارد.

and Tucker, 1998).

۳- اکسیژن محلول

سطوح مختلف گازهای محلول در آب مانند اکسیژن، دی‌اکسید کربن و نیتروژن برای سلامت و تندرستی آبزی، حیاتی است. نظارت بر سطوح گازهای محلول در آب برای پرورش موفق آبزیان، بسیار مهم است. دما و سایر عوامل محیطی مانند شوری در میزان حلالیت گازهای محلول در آب نقش دارند. دسترسی به اکسیژن محلول بر اغلب فعالیت‌های آبزی و رشد آن اثر می‌گذارد. کاهش اکسیژن باعث کاهش تغذیه و رشد آبزیان شده و آن‌ها را مستعد ابتلا به بیماری‌ها می‌کند. کاهش غلظت اکسیژن به سطوح بسیار پایین، باعث مرگ آبزی می‌شود (Boyd and Tucker, 1998).

میزان اکسیژن در آب اشباع‌شده، ۲۰ تا ۴۰ برابر کمتر از میزان آن در هوا است. اکسیژن تحت اثر فشار جزئی هوا و تداخلات مکانیکی مانند باد به آب وارد می‌شود و یا از ان خارج می‌شود. حلالیت اکسیژن در آب با افزایش دما و شوری کاهش می‌یابد. تنفس و تغذیه موجودات زنده در استخر، اکسیژن را مصرف می‌کند و فتوسنتز باعث تولید اکسیژن می‌شود. همچنین میکروارگانیسم‌هایی که برای تجزیه مواد بیوشیمیایی، باقیمانده‌ها خوراک آبزی و سایر مواد آلی در آب از اکسیژن استفاده می‌کنند، باعث مصرف اکسیژن می‌شوند. بنابراین تغییرات کوچک در متابولیسم بدن آبزیان می‌تواند به‌طور چشمگیری غلظت اکسیژن محلول را تغییر دهد. تفاوت عمده ای که بین استخرهای پرورش آبزیان و سایر منابع آبی وجود دارد این است که زیست‌توده باکتری‌ها، گیاهان و حیوانات در استخرهای پرورش آبزیان بسیار بیشتر است. بنابراین در استخرهای آبزی‌پروری نقش فرآیندهای بیولوژیکی بر بودجه اکسیژن محلول در آب اهمیت بسیار بیشتری نسبت به انتقالات اکسیژن بین هوا و آب دارد. فعالیت بیولوژیکی بالا در استخرهای آبزی‌پروری منجر به نوسانات شدید روزانه در غلظت اکسیژن محلول می‌شود، به‌نحوی که در ساعات بعد از ظهر شرایط فوق اشباع اکسیژن و در شب فقر شدید اکسیژن رخ می‌دهد. میزان نیاز هرگونه آبزی به اکسیژن متفاوت است. معمولاً گونه‌های سردآبی آبزیان نیاز به میزان بیشتری از اکسیژن محلول دارند و تحمل سخت‌پوستان نسبت به مقادیر کمتر اکسیژن، بیشتر از آبزیان سردآبی است. قرار گرفتن میگو در معرض سطوح پایین اکسیژن محلول باعث کاهش رشد، راندمان تغذیه و دفعات پوست‌اندازی می‌گردد (Rosas et al, 1997).

میزان مناسب اکسیژن محلول در آب برای میگوی وانامی از ۳,۵ تا ۷,۵ میلی‌گرم در لیتر است (Raharjo et al, 2015). رشد میگوی وانامی در آبهایی با مقادیر اکسیژن محلول کمتر از ۳ میلی‌گرم در لیتر کاهش می‌یابد و کاهش مقدار آن به کمتر از ۱ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند باعث از بین رفتن میگو شود (Allan and Maguire, 1991).

pH-۴

pH میزان اسیدی یا بازی بودن آب را نشان می‌دهد که با منفی لگاریتم غلظت یون هیدروژن برابر است. pH آب در شرایط معمولی و خنثی ۷ است. در محیط اسیدی مقدار pH آب از ۷ تا صفر کاهش می‌یابد و در محیط بازی، pH از ۷ تا ۱۴ افزایش می‌یابد. قرار گرفتن آبزی در معرض pH شدید می‌تواند استرس‌زا یا کشنده باشد. با این‌حال در آبزی‌پروری اثرات غیرمستقیم pH و برهمکنش آن با سایر متغیرها مانند آمونیاک، سولفید هیدروژن، کلر و فلزات سنگین مهم‌تر از اثرات سمی مستقیم آن است. میزان بهینه pH آب برای میگوی وانامی از ۷/۷ تا ۸/۳ می‌باشد ولی رشد آن در محدوده ۷/۵ تا ۸/۵ نیز مناسب است. دامنه مناسب تغییرات روزانه و شبانه pH نیم واحد است. درصورتی‌که میزان تغییرات این عامل در استخر بیشتر باشد، باید با تنظیم قلیائیت استخر (که به بهبود خصلت تامپونی آب کمک می‌کند)، یا شناسایی عامل نوسانات، میزان pH آب را کنترل نمود (Boyd and Tucker, 1998).

در استخرهای آبزی‌پروری نقش فرآیندهای بیولوژیکی بر بودجه اکسیژن محلول در آب اهمیت بسیار بیشتری نسبت به انتقالات اکسیژن بین هوا و آب دارد.

۵-ORP (پتانسیل اکسایش و احیا) چیست؟

شاخص پتانسیل اکسایش و احیا یا ORP معیاری از کیفیت آب است که واحد آن برحسب میلی ولت است و مقدار آن در آبزی‌پروری از مثبت ۱۰۰۰ تا منفی ۱۰۰۰ میلی ولت در نوسان است. پتانسیل اکسایش -کاهش نتیجه تمام واکنش‌های هوازی و غیر هوازی درون استخر پرورشی است که تابعی از پتانسیل احیاء استاندارد، غلظت نسبی یون‌ها و دما می‌باشد (Banhidi, 1995). مقدار ORP به دما، pH، شوری، غلظت اکسیژن محلول و اکسیدکننده‌ها یا احیاکننده‌های موجود در استخر (مواد شیمیایی مانند ازون یا میکروارگانیسم‌ها) وابسته است (Summerfelt et al, 2009).

مقدار ORP می‌تواند به مدیر مزرعه بگوید که آیا استخر نیاز به تعویض آب دارد؟ آیا هواده به‌اندازه کافی خوب عمل می‌کند؟ یا پروبیوتیک جدید کارائی دارد یا خیر؟ مقادیر ORP مثبت، بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی ولت، به معنای این است که میگو در حال رشد است و کیفیت آب مناسب می‌باشد. اگر مقدار ORP کمتر از منفی ۱۰۰ میلی ولت باشد، به این معنی است که چیزی در سیستم پرورشی شما به‌درستی کار نمی‌کند و شمارش معکوس برای مرگ‌ومیر شروع می‌شود. لجن موجود در کف استخرها دارای مقدار ORP در حدود منفی ۳۵۰ ولت است. ORP در محدوده مثبت ۵۰ تا ۳۵۰ میلی ولت، شرایط اکسایشی آب مناسب است. در این وضعیت، فرایندهای مفیدی مانند نیتریفیکاسیون که باعث اکسایش نیتروژن می‌شود و حذف عوامل مصرف‌کننده اکسیژن که منجر به بهبود مقدار BOD می‌شوند، رخ می‌دهد. از مقادیر ORP مثبت ۵۰ تا منفی ۲۵۰ میلی ولت، شرایط استخر نامساعد می‌شود و فرایندهای مضری مانند احیا نیترات به نیتریت و سپس آمونیاک، و همچنین احیا سولفور و تولید سولفید هیدروژن رخ می‌دهد (Summerfelt et al, 2009).

بررسی میزان ORP در استخر باید مانند اندازه‌گیری pH، دو بار در روز در آب ورودی، استخر اصلی، استخر نرسری و خروجی استخر انجام شود. ابتدا صبح زود ORP را اندازه‌گیری کنید تا ببینید در طول شب چه اتفاقی در استخر افتاده است. در طول روز، اغلب بعد از پوست‌اندازی یا مصرف خوراک، و درنهایت عصر ORP را چک کنید تا بدانید که آیا مدیریت آب و تغذیه شما درست انجام‌شده یا خیر (Boyd and Tucker, 1998).

۶-BOD (تقاضای زیستی اکسیژن)

BOD5 یکی از معیارهای مهم ارزیابی کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی می‌باشد، که شاخصی از آلودگی آب است و میزان تقاضای زیستی اکسیژن را پس از ۵ روز نشان می‌دهد. وجود مواد آلی قابل اکسید شدن در فرایندهای زیستی بدن آبزیان و مواد بیوشیمیایی موجود در اکوسیستم آبی باعث مصرف شدید اکسیژن محلول در آب و افزایش میزان تقاضای زیستی اکسیژن می‌شوند. میکروارگانیسم‌ها همچنین مقدار قابل‌توجهی از اکسیژن محلول آب را هنگام تجزیه مواد غذایی و آلاینده‌ها، مصرف می‌کنند. مصرف اکسیژن محلول می‌تواند تأثیرات ویران‌کننده‌ای بر اکوسیستم آبی داشته باشد (Reynolds and Richards 1996). میزان BOD5 آب برای پرورش میگو معمولا بین ۵ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. مقادیر BOD بالاتر از این ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نشانه آلودگی آب است (Boyd and Tucker, 1998).

۷- قلیائیت

قلیائیت مجموع میزان یون‌های کربنات (CO_3^{-2})، بی‌کربنات (HCO_3^-) و هیدروکسید (OH^-) موجود در آب است. این پارامتر به دلیل نشان دادن توانایی حفظ خاصیت بافری آب و جلوگیری از نوسانات شدید pH یکی از پارامترهای کلیدی آب است. افزایش حاصلخیزی طبیعی آب و کاهش پتانسیل سمیت فلزات سنگین از دیگر منافع قلیائیت مناسب است. میزان بهینه قلیائیت آب برای میگوی وانامی از ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌گرم در

BOD5 یکی از معیارهای مهم ارزیابی کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی می‌باشد، که شاخصی از آلودگی آب است و میزان تقاضای زیستی اکسیژن را پس از ۵ روز نشان می‌دهد.

لیتر می‌باشد و محدوده مطلوب آن از ۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر است (Boyd and Tucker, 1998).

۸- سختی

میزان کربنات و بی‌کربنات کلسیم و منیزیم را سختی می‌گویند. کلسیم در مراحل پوست‌اندازی میگو و بالانس دی‌اکسید کربن نقش دارد، میگو دارای اسکلت بیرونی سخت و کربناته است و برای جایگزینی مواد معدنی ازدست‌رفته در طی پوست‌اندازی به مقادیر نسبتاً زیادی کلسیم و منیزیم نیاز دارد. بنابراین میزان کم سختی ممکن است رشد آن‌ها را محدود کند (Greenway, 1974). این عامل در آبزی‌پروری به دلیل نقش آن در نفوذپذیری غشا در مراحل رشد جنینی، تشکیل پوسته تخم و اسکلت لارو آبزیان از اهمیت بالائی برخوردار است. هنگامی‌که آبزی در محیطی که غلظت کلسیم موجود در آن کم باشد قرار گیرد، غشای بدن آبزی نسبت به یون‌ها و آب نفوذپذیرتر می‌شود و این امر باعث ایجاد مشکل برای آبزی در تنظیم فشار اسمزی و کاهش رشد آن می‌شود. میزان بهینه سختی آب برای میگوی وانامی از ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد و محدوده مطلوب آن از ۷۵ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (Boyd and Tucker, 1998).

۹- مواد مغذی

مواد مغذی به ترکیباتی حیاتی شامل عناصر شیمیائی نیتروژن، فسفر و سیلیس گفته می‌شود که به آب استخر یا اکوسیستم ابی اضافه می‌شود تا تولیدکننده‌های اولیه (فیتوپلانکتون ها) در آن رشد کنند و محصولات اولیه را به‌عنوان پایه شبکه‌های غذایی تولید نمایند. با ایجاد بلوم پلانکتونی و افزایش تولیدات اولیه در استخر، رشد آبزی پرورشی افزایش می‌یابد (Boyd and Tucker, 1998).

۹-۱- نیترات

نیترات فرم مغذی و مفید نیتروژن در آب است که از طرق حل شدن نمک‌های معدنی در اکوسیستم‌های آبی یا در برخی موارد از تجزیه کودهایی که برای رشد فیتوپلانکتون‌ها و افزایش بلوم در استخر به وجود می‌آید. میزان نیترات تا ۳۰ میلی‌گرم در لیتر مشکلی برای میگو ایجاد نمی کند (Samocha et al, 2010 و Kuhn et al, 2009).

۹-۲- فسفات

فسفر یکی از کلیدی‌ترین مواد مغذی متابولیک در استخرهای پرورش آبزیان است. بااین‌حال در بسیاری از آب‌های سطحی به مقادیر نسبتاً کم موجود است. بنابراین در اغلب مواقع افزودن ترکیبات فسفاته برای افزایش بهره‌وری آب استخر و بلوم فیتوپلانکتونی، ضروری است. آئین جمشید و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی ارتباط میان تراکم فیتوپلانکتون های رده‌های دیاتومه و دینوفیسه با مواد مغذی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده ارتباط بین ساختار فیتوپلانکتونی و نوع ماده مغذی بود. در مناطقی که غلظت سیلیس زیاد بود، تراکم دیاتومه ها بیشتر مشاهده شد و در مناطقی که فسفات بیشتر بود، تراکم دینو فیسه ها بیشتر بود. این نتیجه با توجه به اینکه دیواره سلولی دیاتومه ها از جنس سیلیس می‌باشد، و این فیتوپلانکتون ها برای رشد خود نیاز به سیلیس دارند، قابل توجیه است (Symada, 1997). میزان فسفات تا ۳۰ میلی‌گرم در لیتر مشکلی برای میگو ایجاد نمی کند اما مقادیر بالاتر از این غلظت بدلیل امکان ریسک بروز بلوم های پلانکتونی، می تواند باعث ایجاد مشکل در استخر شود (Samocha, 2019).

۹-۳-آمونیاک

آمونیاک ترکیبی سمی است که ماده دفعی اصلی نیتروژنی بدن سخت‌پوستان و بیشتر ماهی‌ها می‌باشد. ماده دفعی برخی از ماهی‌ها اوره است، اما این ماده در محیط آبی به‌سرعت به آمونیاک و دی‌اکسید کربن هیدرولیز می‌شود. آمونیاک و فرم یونی آن یعنی آمونیوم، از تجزیه مواد آلی نیز تولید می‌شود. از طرفی آمونیم که فرم یونی آمونیاک است

آمونیاک ترکیبی سمی است که ماده دفعی اصلی نیتروژنی بدن سخت‌پوستان و بیشتر ماهی‌ها می‌باشد.

منبع نیتروژن معدنی مناسبی برای رشد گیاهان آبزی است که در دسترس بودن آن بر بهره‌وری اکوسیستم‌های آبی تأثیر می‌گذارد. کودهای معدنی حاوی آمونیاک یا کودهای آلی، اغلب برای غنای بیشتر آب، رشد فیتوپلانکتون ها و افزایش تولیدات طبیعی به استخر اضافه می‌شوند. معمولا غلظت آمونیاک در استخرهای پرورش آبزیان به‌جز در مواردی که بلوم غیرمعمول فیتوپلانکتونی رخ می‌دهد، بسیار کم است. تبادلات فرم یونی و غیر یونی آمونیاک تحت تأثیر دما و pH است. با افزایش دما فرم یونی آمونیاک و با افزایش pH فرم غیر یونی آمونیاک در آب غالب می‌شود. بنابراین اطلاع از این تبادلات برای کنترل بهتر شرایط استخر ضروری است. محدوده مناسب آمونیاک برای میگوهای خانواده پنائیده از ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر است (Boyd and Tucker, 1998).

۹-۴- نیتریت

نیتریت محصول میانی طبیعی دو فرآیند نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون است که شامل تبدیل آمونیاک و نیترات در آب می‌باشد و توسط باکتری‌ها انجام می‌گردد. نیتریت از اکسیداسیون آمونیاک (نیتریفیکاسیون) به‌وسیله باکتری‌های بی‌هوازی مانند Nitrosomonas، Nitrosococcus، و Nitrosovibrio حاصل می‌شود. این ماده مغذی همچنین از احیاء نیترات (دنیتریفیکاسیون) به‌وسیله باکتری‌های هوازی مانند Pseudomonas،Achromobacter و Micrococcus به وجود می‌آید (Simon, 2013). نیتریت گاهی اوقات در سیستم‌های پرورش آبزیان انباشته می‌شود و می‌تواند برای آبزیان سمی باشد. این عامل ممکن است در مواقعی که برای کنترل بلوم از جلبک‌کش‌ها استفاده می‌شود و پس از افزایش ناگهانی غلظت آمونیاک، برای مدت کوتاهی در آب انباشته شود. نیتریت در خون آبزی با اکسید نمودن آهن دو ظرفیتی به آهن سه‌ظرفیتی و درنتیجه تبدیل هموگلوبین به مت هموگلوبین باعث اختلال در فرایند تنفس آبزی و نهایتا مرگ آن می‌شود. هرچند در خون میگو و سخت‌پوستان بجای هموگلوبین، هموسیانین وجود دارد که عنصر فلز اصلی آن بجای آهن، مس می‌باشد ولی نیتریت با همان مکانیسم تبدیل هموگلوبین به مت هموگلوبین، هرچند با شدت کمتر، بر فعالیت تنفسی سخت‌پوستان نیز اثر می‌گذارد (Chen and Chen, 1992). محدوده مناسب نیتریت برای میگو از ۰/۰۰۱ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر است (Boyd and Tucker, 1998).

۹-۵- سولفید هیدروژن

سولفید هیدروژن یک گاز محلول در آب است که بویی شبیه به تخم‌مرغ فاسد می‌دهد. سولفید هیدروژن در خاک‌های کف استخر در شرایط بی‌هوازی تولید می‌شود و برای آبزیان بسیار سمی است. شرایط بد موجود در گل‌ولای کف استخرهای پرورش آبزیان اغلب باعث تولید سولفید می‌شود. مقادیر زیادی از مواد آلی و غذاهای مصرف نشده به‌طور مداوم در کف استخر ته‌نشین می‌شود و فعالیت بالای میکروبی منجر به شرایط بی‌هوازی در بستر و تولید گازهای مضر مانند سولفید هیدروژن، متان و یا فسفید هیدروژن می‌شود (Boyd and Tucker, 1998).

۱۰-توازن یونی

توازن یونی در تنظیم فشار اسمزی بدن آبزیان، تغییرات pH و سایر پارامترهای کیفی آب و رشد یا عدم رشد برخی ارگانیزم‌ها مؤثر است. به‌طور مثال حضور یون کلرید در آب دریا باعث کاهش سمیت فلزات سنگین در آب می‌شود ولی از طرفی افزایش غلظت آمونیاک باعث افزایش سمیت کادمیم و کاهش امکان هچ شدن تخم آبزیان می‌شود (Barbieri et al, 2017).

نسبت یونی عناصری مانند کرین، نیتروژن، فسفر و سیلیس در رشد باکتری‌ها و رده‌های گوناگون فیتوپلانکتونی و همچنین رشد میگو مؤثر است. به‌طور مثال نسبت مطلوب C:N در سیستم‌های پرورشی مختلف، از نیمه متراکم تا فوق متراکم به ترتیب از ۷:۱ تا ۱۵:۱ می‌باشد و نسبت مطلوب N:P، ۱ به ۵ است.

نیتریت محصول میانی طبیعی دو فرآیند نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون است که شامل تبدیل آمونیاک و نیترات در آب می‌باشد و توسط باکتری‌ها انجام می‌گردد.

نسبت یونی سدیم به پتاسیم (۲۸ به ۱) و منیزیم به کلسیم (۳/۵ به ۱) بر پوست‌اندازی و تشکیل پوسته جدید میگو تأثیر بسیار زیادی دارد (Boyd and Tucker, 1998).

۱۱-رنگ آب

رنگ سبز روشن آب در استخر ناشی از رشد جلبک‌های سبز مانند کلرلا است و نشان‌دهنده غنای مطلوب آب استخر پرورشی می‌باشد. دیاتومه ها (سیلیس دوست) مانند کیتوسروس و اسکلتونما باعث ایجاد رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز می‌شوند و نشان‌دهنده غنای خوب آب استخر می‌باشد. رنگ قهوه‌ای تیره و زرد ناشی از بلوم دینوفلاژلات ها (فسفات دوست) مانند الکساندریوم یا پروسنتروم است که اغلب سمی هستند. این رنگ نشان‌دهنده مدیریت بد کیفیت آب استخر است. رنگ سبز تیره ناشی از بلوم فیتوپلانکتون های سبز آبی مانند اوسیلاتوریا است که معمولاً خطرناک هستند (Boyd and Tucker, 1998).

چگونه می توانیم به مدیریت خوب کیفیت آب در آبزی‌پروری دست یابیم؟

اطلاع از وضعیت کیفی آب به مدیر مزرعه اجازه می‌دهد تا زمانی که شرایط متفاوت است، واکنش سریع نشان دهد و از تلفات فاجعه‌بار جلوگیری کند. عدم توجه به حفظ و مدیریت برخی از پارامترهای کیفی آب تأثیر مخربی بر پرورش آبزی دارند. برای مدیریت بهینه کیفیت آب و درنتیجه بهبود بهره‌وری و تولید بیشتر آبزی لازم است مدیران مزارع موارد زیر را رعایت نمایند (Boyd and Tucker, 1998).

۱- شناخت پارامترهای کیفیت آب.
۲- پارامترهای کیفیت آب را به‌طورمعمول اندازه‌گیری کنند، و دستگاه‌های اندازه‌گیری را کالیبره نمایند.
۳- پارامترهای کیفیت آب را در محدوده بهینه/مناسب حفظ کند.
۴- نظارت مستمر بر کیفیت آب و علت‌یابی دلایل تغییر کیفیت آب.
۵- جریان سازی و همسان‌سازی کیفیت آب در کل استخر.
۶- تخلیه فضولات (باقیمانده مواد غذایی، فعالیت‌های زیستی میگو و جانداران).
۷- تعویض آب در زمان مناسب.

بهبود کیفیت آب

منابع آب برای سیستم‌های آبزی‌پروری ممکن است به‌طور طبیعی دارای کیفیت پایین یا تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی، آلوده باشند، اما در بیشتر موارد، دلیل اصلی کاهش کیفیت آب، خود فعالیت پرورشی است. کود، خوراک و مواد افزودنی برای رشد آبزی به استخرها افزوده می‌شوند اما فقط بخشی از این مواد به زیست‌توده حیوانی تبدیل می‌شود. بنابراین، در سطوح تولید متوسط و بالا، ورودی مواد مغذی و مواد آلی به واحدهای پرورشی ممکن است از ظرفیت جذب اکوسیستم فراتر رود. این مواد درنتیجه باعث بد شدن کیفیت آب می‌شود که به گونه‌های پرورشی استرس وارد می‌کند و استرس منجر به رشد ضعیف آبزی، بروز بیشتر بیماری، افزایش مرگ‌ومیر و تولید کم می‌شود. بنابراین کنترل کیفیت آب و بهبود آن، یکی از نیازمندی‌های اساسی همه سیستم‌های پرورشی میگو است. حذف آلودگی‌ها و اجزای نامطلوب، یا کاهش غلظت این اجزا جهت مناسب نمودن آب برای زیست آبزی را بهبود کیفیت آب می‌گویند. انتخاب بهترین و مناسب‌ترین روش، نیازمند داشتن اطلاعات از مشکل به وجود آمده در استخر و همچنین مزایا و معایب این روش‌ها است. آبزی پروران باید دانش و تجربه خوبی از بحث کیفیت آب و تأثیر آن بر گونه‌های پرورشی داشته باشند. به‌طورکلی روش‌های بهبود کیفیت آب عبارت‌اند از :۱-فیزیکی (ته‌نشینی و فیلتراسیون)، ۲- شیمیایی (منعقد کننده‌ها، از بین بردن مواد مضر و مصرف‌کننده‌های اکسیژن) و ۳- زیستی (نیتریفیکاسیون و حذف مزاحمین). بااین‌حال روش‌های نسبتاً کمی وجود دارند که می‌توانند در بهبود کیفیت آب در استخرها مفید واقع شوند (Boyd and Tucker, 1998).

فرآیندهای اصلی برای بهبود کیفیت آب در مزارع پرورش آبزیان شامل مراحل زیر است:
۱- شفاف‌سازی آب (جمع‌آوری و تخلیه

اطلاع از وضعیت کیفی آب به مدیر مزرعه اجازه می‌دهد تا زمانی که شرایط متفاوت است، واکنش سریع نشان دهد و از تلفات فاجعه‌بار جلوگیری کند.

باقیمانده مواد و فضولات استخر).
۲- گاز زدایی (حذف CO_2، H_2S، متان و گازهای مضر)
۳- هوادهی (جایگزینی اکسیژن و یکنواخت سازی کیفیت آب در استخر)
۴- نیتریفیکاسیون (حذف آمونیاک، نیتریت) و کاهش BOD
یکی از روش‌های مهم برای بهبود کیفیت آب، اکسیداسیون مواد مضر است. اکسید کننده‌هایی مانند هوا یا ازون و اکسیژن فعال با تبدیل ترکیبات شیمیایی مضر از حالت احیای عناصر کربن، گوگرد، فسفر، نیتروژن به فرم اکسایشی پایدار، آن‌ها را به مواد مغذی تبدیل می‌کنند در این حالت آمونیاک به نیتریت و نهایتاً نیترات تبدیل می‌شود و سولفید هیدروژن که ترکیبی مضر است، به سولفات تبدیل می‌شود.

نتیجه گیری

کنترل کیفیت آب و بهبود آن، یکی از نیازمندی‌های اساسی همه سیستم‌های پرورشی میگو است. عوامل کیفی آب متعددی وجود دارند که بستگی به سیستم پرورشی مورداستفاده و پارامترهایی که باید پایش و کنترل شوند، متفاوت هستند. راه‌های مؤثر زیادی برای دستیابی به مدیریت خوب کیفیت آب وجود دارد. نمونه‌برداری و نظارت منظم برای تشخیص سریع تغییرات مهم است. داشتن یک پروتکل استاندارد نمونه‌برداری آب برای سلامت و موفقیت کلی مزرعه مهم است. یک مدیر مزرعه خوب باید از تأثیر عوامل مختلف بر پارامترهای کیفی آب آگاه باشد تا بتواند در مواقع ضروری به چاره‌اندیشی و رفع آن مشکل بپردازد.

فهرست منابع

۱. آئین جمشید خ.، ایزد پناهی غ.، توکلی ح.، حسین خضری پ.، حق‌شناس آ.، مرزبانی ع. و اسماعیلی ع.، ۱۳۹۲. بررسی اثر شکوفایی Cochlodinium.sp بر فعالیت مراکز تکثیر و پرورش میگو در استان بوشهر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۱۴۶ ص.
۲. آئین جمشید خ. و حق‌شناس آ.، ۱۳۹۶. ارزیابی ریسک زیست‌محیطی فعالیت مراکز تولید میگوی عاری از بیماری خاص، مجله علمی شیلات ایران، (۴) ۲۶، ۷۳-۸۱. DOI: ۲۰۱۷,۱۱۳۹۲۴.ISFJ/۱۰,۲۲۰۹۲
۳. اکبر زاده چماچایی غ.، سراجی ف.، صادقی م.، آقاجری خزایی ش.، و محبی نوذر س. ل.، ۱۳۹۸. بررسی وضعیت کیفیت آب برای پرورش میگوی پاسفید (Litopenaeus vannamei) در منطقه تیاب استان هرمزگان، بوم‌شناسی منابع آبی، ۳ (۲)، ۲۲-۳۰.

4. Allan G.L. and Maguire G.B., 1991. Lethal levels of low dissolved oxygen and effects of short-term oxygen stress on subsequent growth of juvenile Penaeus monodon, Aquaculture, 94, 27-37.
5. Banhidi M., 1995. pH and ORP, Met Finish, 93, 544-550.
6. Barbieri E., Carreira-Ferreira A. and Oliveira-Rezende K.F., 2017. Cadmium effect on shrimp ammonia excretion (Farfantepenaeuspaulensis) at different temperatures and levels, Pan-American Journal of Aquatic Sciences. 12. 176-183.
7. Boyd C.E. and Tucker C.S., 1998. Pond aquaculture water quality management, Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-412-07181-9, 711p.
8. Boyd, C.E., 2003. Bottom soil and water quality management in shrimp ponds, Journal of applied Aquaculture, 13 (1-2), 11-33.
9. Chen J.C. and Chen S.F., 1992. Accumulation of nitrite in the haemolymph of Penaeus monodon exposed to ambient nitrite, Comparative Biochemistry and Physiology, 103C, 477-481.

کنترل کیفیت آب و بهبود آن، یکی از نیازمندی‌های اساسی همه سیستم‌های پرورشی میگو است.

10. Drinkwater K.F., 2010. On the processes linking climate to ecosystem changes, Journal of Marine Systems, 79 (3-4), 374-388. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2008.12.014
11. FAO, 2022. Fishery Dipartment, Fisheries Information, Data and statistic unit, Fishstatj database. 1950-2020.
12. Greenway P., 1974. Total body calcium and haemolymph calcium concentration in the crayfish Austrapotamobius paUipes (Lereboullet), Journal of Experimental Biology, 61, 35-45.
13. Hargreaves J.A., 2013. Biofloc production systems for aquaculture, Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 4503.
14. Kuhn D.D., Boardman G.D., Marsh L., Lawrence A. and Flick G.J., 2009. Technology and research advances for the production of marine shrimp in recirculating aquaculture systems, J. Shellfish Res., 28, 709.
15. Lehodey P., 2001. The pelagic ecosystem of the tropical Pacific Ocean: dynamic spatial modelling and biological consequences of ENSO, Progress in Oceanography, 49, 439-469.
16. Mohanty R.K., Kumar A., Mishra A., Panda D.K. and Patil, D., 2014. Water Budgeting and Management: Enhancing Aquacultural Water Productivity, Research Bulletin No.-63, Directorate of Water management, Indian Council of Agricultural Research, Chandrasekharpur, Bhubaneswar, India, 62p.
17. Palafox J. P., Palacios C. A. M. and Ross L.G., 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, Penaeus vannamei, Aquaculture, 157, 107-115. DOI: 10.1016/S0044-8486(97)00148-8
18. Raharjo S, Suprihatin Indrasti, N.S, Supriyadi E R and Hardanu W., 2015. Lahan basah buatan sebagai media pengolahan air limbah budidaya udang vaname (Litopenaeus vannamaei) bersalinitas, J. Manusia dan Lingkungan, 22, 201-210
19. Reynolds T.D. and Richards P.A., 1996. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering. Cengage Learning, Independence, Kentucky.
20. Rosas C., Sanchez A., Diaz-Iglesia E., Brito, R., Martinez E. and Soto L., 1997. Critical dissolved oxygen level to Penaeus setiferus and Penaeus schmitti postlarvae (PL 10-18) exposed to salinity changes, Aquaculture 152, 259-272.
21. Samocha T.M., 2010. Use of intensive and super-intensive nursery systems. In: Alday-Sanz, V. (Ed.), The Shrimp Book, Theory and Practice of Penaeid Shrimp Aquaculture, Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 247–280.
22. Samocha T.M., 2019. Sustainable Biofloc Systems for Marine Shrimp, Academic Press, ISBN 978-0-12-818040-2, 431p. DOI: https://doi.org/10.1016/C2018-0-02628-6.
23. Simon J. and Klotz M.G., 2013. Diversity and evolution of bioenergetic systems involved in microbial nitrogen compound transformations, Biochimica et Biophysica Acta, 1827, 114–135
24. Syah R.M. and Undu M.C., 2014. Estimasi beban limbah nutrien pakan dan daya dukung kawasan pesisir untuk tambak udang vaname super intensif., Jurnal Riset Akuakultur, 9, 439-448.
25. Symada T.J., 1997. What is a bloom? A commentary, Limnology and Oceanography, 42, 1132-6.
26. Viadero R.C., 2005. Factors Affecting Fish Growth and Production. In Water Encyclopedia (eds J.H. Lehr and J. Keeley). https://doi.org/10.1002/047147844X.sw241.