1063-AMIWR2019

مدیریت پساب استخرهای پرورش آبزیان گامی در جهت توسعه پایدار آبزی‌پروری

سمیرا ناظم رعایا[۱*]، شیرین جمشیدی[۲]

۱. پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

۲. پژوهشکده بیوتکنولوژی جانوری شمال کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

*نویسنده مسؤول: s.nazem@areeo.ac.ir

چکیده

آبزی‌پروری ضمن فراهم ساختن نیاز پروتئینی مردم، با ایجاد اشتغال به خصوص در نقاط مختلف کشور از مهاجرت مردم به شهرها نیز جلوگیری خواهد کرد. ولی باید توجه کرد که احداث و ایجاد بی‌رویه و بدون مطالعه مزارع پرورش آبزیان مشکلاتی را از نظر تأمین بهداشت آب و غنی ساختن آبهای در معرض پساب در بر دارد. بنابراین، همین موضوع باعث می‌گردد که توجه سازمانهای مختلف به کاهش اثرات آبزی پروری بر محیط زیست و آبهای طبیعی باشد. بدین منظور راهکارهای عملی که می توان با استفاده از آنها پساب حاصل از آبزی‌پروری را مدیریت کرد و حضور مواد مغذی را در آن به حداقل رساند در این مقاله به طور خلاصه بیان می‌گردد.

واژه های کلیدی: آبزی پروری، پساب، تغذیه، مواد آلی، توسعه پایدار

مقدمه

از آنجاییکه آلاینده‌های موجود در پرورش ماهی عمدتاً شامل نیتروژن، فسفر و مواد زائد جامد می باشند، لذا کنترل و مدیریت این آلاینده ها در پیشگیری از اثرات نامطلوب پساب آبزی پروری بر اکوسیستمی که به آن وارد می‌شود، از اهمیت فوق العاده ای برخوردار می‌باشد. مدیریت نیتروژن و فسفر به راحتی از طریق مواردی مانند مدیریت تغذیه، مدیریت کوددهی، استفاده از برخی مواد شیمیایی مانند زئولیت، استفاده از اسفنج‌های بیولوژیکی (تالاب‌ها)، رهاسازی پساب در مزارع کشاورزی، استفاده از پالایش کننده‌های زیستی مانند باکتری‌ها امکان‌پذیر می‌باشد.

❖ مدیریت نیتروژن و فسفر

۱.مدیریت نیتروژن و فسفر از طریق مدیریت تغذیه

از آنجا که فسفر و نیتروژن موجود در پساب استخرها اساساً از غذاها منشاء می گیرند، پس مدیریت تغذیه مهمترین عامل در کنترل بار مواد آلی و نوترینت ها در اکوسیستم استخر و نهایتاً پساب حاصل از آن می باشد.

تا جاییکه امکان دارد می‌بایست از غذاهای شناور استفاده شود. غذاهای شناور این اجازه را به پرورش‌دهندگان می‌دهند که فعالیت تغذیه‌ای ماهی را کنترل کنند. همچنین، پایداری غذاهای شناور بیشتر از برخی پلت‌های غوطه‌ور در آب است. هرچند، غذاهای غوطه‌ور عموماً ارزانتر از غذاهای شناور هستند و برخی گونه‌های ماهی ممکن است به مصرف غذا در سطح بی میل باشند. استفاده از پلت‌های با اندازه بزرگتر برای غذادهی کار مناسبی است چون ماهی انرژی کمتری در خلال تغذیه مصرف می‌کند. پلت بزرگتر دارای سطح به حجم کمتری نسبت به پلت کوچکتر است و قبل از اینکه پلت‌ها مصرف شوند، مقدار مواد غذایی که به آب نشت می‌کند را کاهش می‌دهد.

می بایست تاریخ انقضای بسته های غذا کنترل شوند. جلوگیری از تغذیه با غذای کهنه و مانده ضروری می باشد. بسیاری از اجزای کلیدی مانند ویتامین ها به مرور زمان پایداری خود را از دست می دهند. اگر این مواد غذایی در غذا خراب شده باشند، ماهی کاملاً نمی تواند آن را استفاده کند و به مرور زمان در آب تجزیه شده و در نتیجه مقدار مواد زائد تولید شده را افزایش خواهند داد (Halver and Hardy, 2002).

مدیریت ضعیف تغذیه می تواند منبع مهم آلودگی استخر باشد. حتی غذاهایی که خوب فرموله شده باشند اگر به مقدار زیاد به ماهی داده شوند منتج به جریان یافتن مواد غذایی اضافی در استخر می شوند. اکثر سازندگان غذا نرخهای غذادهی را برای غذاهای مختلف براساس اندازه ماهی و دمای آب پیشنهاد می‌دهند. معمولاً ماهیان توانایی خوردن غذای بیش از نیاز خود را دارند به همین منظور باید از غذاده مکانیکی استفاده نشود. چنانچه غذاده مصنوعی استفاده می‌شود، مقدار غذا می بایست روزانه تهیه شده و به مقادیر جداول غذادهی محدود شود. روشهای غذادهی می بایست برای اساس محاسبه رفتار ماهی طراحی شوند. فاکتورهایی که تغذیه فعال را تحت تاثیر قرار می دهند مانند حساسیت نوری یا زمان روز، می توانند کارایی تغذیه را تحت تاثیر قرار دهند. به طور خلاصه، استراتژی‌های کاهش مواد آلاینده استخرهای پرورش ماهی (نیتروژن و فسفر) باید از طریق کاهش غذای خورده نشده و افزایش ابقای نیتروژن و فسفر توسط ماهی صورت پذیرد که این دو مهم به وسیله اصلاح سطوح تغذیه، روشهای غذادهی پیشرفته و افزایش پایداری پلت‌ها در آب میسر می‌باشد (Cho and Bureau, 2001)

راهکارهای کاهش فسفر در جیره شامل داشتن اطلاعات کافی در مورد قابلیت دسترسی فسفر در غذا و اجزای غذایی، تخمین دقیق احتیاجات فسفر در مراحل مختلف زندگی ماهی و فرمولاسیون غذا به صورتی که بسیار نزدیک به صورت اجزا قابل دسترس سطوح فسفر در غذا برای احتیاجات ماهی یا میگو می‌باشد.

راهکارهای کاهش نیتروژن در غذا شامل توسعه و پیشرفت در ساخت غذاهایی است که درصد بالایی از ابقاء نیتروژن (به صورت پروتئین) را برای ماهی و میگو پرورشی تضمین می‌کند و مرحله تغذیه که شامل استفاده از جیره‌های حاوی سطوح کمتر از حد بهینه فسفر یا نیتروژن در خلال مراحل نهایی رشد می باشد را مدنظر می‌گیرد.

تخمین بار مواد غذایی در استخر با مقدار نیتروژن و فسفر رها شده در پساب اغلب با استفاده از نمونه برداری از آب محاسبه می شود. غلظت مواد غذایی در پساب استخر اغلب به دلیل فعالیتهای مدیریتی و تعامل مواد غذایی با هوا، باکتری و جلبک و رسوبات بالا و پایین می روند. چون نمونه برداری آب گران است، و نمونه ها به دلیل گرانی آزمایش نمی شوند، این روش اغلب برای انعکاس حضور مواد مغذی در استخر به طور دقیق کافی نیست. در عوض نیتروژن می تواند براساس وزن بدست آمده ماهی محاسبه گردد. با استفاده از این روش، پروتئین بدست آمده توسط ماهی، به آسانی براساس وزن بدست آمده، به صورت ریاضی به نیتروژن قابل محاسبه است. تفاوت مقدار نیتروژن کسب شده توسط ماهی از مقدار نیتروژن غذادهی شده، نشان دهنده مقدار خارج شده می‌باشد (Halver and Hardy, 2002).

۲.مدیریت نیتروژن و فسفر از طریق مدیریت کوددهی

کوددهی ساده ترین و ارزانترین روش جهت افزایش محصول ماهی است. تمام استخرها نیاز به کوددهی ندارند و در بسیاری از موارد افزایش تولید ماهی مطلوب نمی‌باشد. اگر از آب یک استخر جهت مصرف دام استفاده می‌شود و یا محل زندگی حیوانات وحشی است نیاز به کوددهی کمتری است. در استخرهای با پرورش متراکم، کوددهی به منظور افزایش تولید ارزش چندانی ندارد. کودهای معدنی میزان اکسیژن آب را سریعاً، تغییر نمی‌دهند، به عبارت دیگر تا زمان شکوفایی انبوه فیتوپلانکتونها مشکل خاصی ایجاد نمی‌گردد. کودهای آلی برای تداوم تولید بیولوژیکی استخر بسیار موثرند و بر روی تولید طبیعی استخرها تأثیر زیادی می‌گذارند. مقدار مجاز کود مصرفی میزانی است که می‌توان به استخرها داد بدون آنکه شرایط نامطلوب بی‌هوازی براثر تجزیه مواد آلی ته نشین شده ایجاد شود. برای پرورش دهنده، شاخص کوددهی، تاثیر آن بر روی افزایش محصول ماهی در مقایسه با تولید طبیعی استخر از طریق ازدیاد پلانکتونها در استخر می‌باشد. بدیهی است استفاده صحیح از کودها باعث افزایش

میزان تولید خواهد شد و در غیر اینصورت خسارات شدیدی ناشی از بهم خوردن تعادل اکولوژیک و بیولوژیک در استخر وجود خواهد داشت. استخرهای پرورش علاوه بر دارا بودن آب کافی، خاک و گل مناسب، باید از لحاظ کود و عوامل بیوژن کاملاً غنی بوده تا موجودات زنده در آنها بتوانند به حد کافی رشد نموده و تغذیه ماهیان به خوبی انجام گیرد (Yeo et al., 2004).

۳.مدیریت نیتروژن و فسفر با استفاده از فناوری الکتروشیمیایی

از مزایای این روش شامل کارایی بالا، داشتن شرایط عملیاتی بودن در محیط، اندازه کوچک تجهیزات، تولید حداقل لجن و راه-اندازی سریع آن می‌باشد. حتی سیستم پیشرفته‌تر آن شامل رآکتور بیو-الکتروشیمیایی (سلول‌های سوختی میکروبی) یا محصولات با ارزش مانند هیدروژن (با استفاده از سلول‌های الکترولیز میکروبی) است. مکانیسم حذف نیتروژن توسط این سیستم‌ها با فرآیندهای کاتیونی و آنیونی اکسیداسیون تا ۹۹٪ حذف مواد آلی می‌باشد (Mook et al., 2012).

۴.مدیریت نیتروژن و فسفر با استفاده از اسفنج‌های بیولوژیکی

از تالاب ها به عنوان «اسفنج بیولوژیکی» برای حذف مواد غذایی از آب از طریق کاهش سرعت آب نام برده می شود که به مواد جامد اجازه ته نشین شدن و به گیاهان تالاب جذب مواد غذایی را می دهد. هر چند، اگر مقدار مواد زائد جامد تولید شده توسط مزرعه پرورش ماهی متجاوز از ظرفیت خود پالایی تالاب برای جذب مواد باشد، تالاب پر خواهد شد و کارایی اش را از دست خواهد داد. انواع گوناگونی از جوامع تالاب های در معرض خطر و تهدید ممکن است توسط افزودن مواد زائد مزارع پرورش ماهی به آنها شدیداً تحت تاثیر قرار گیرند. در این باره باید به موقعیت تالاب از تروفی توجه کرد. اگر تالابی که پساب به آن وارد میشود، از تالاب های الیگوتروف می باشد، ورود مستقیم پساب به آن بدون تصفیه یا در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی مشکلی نخواهد بود البته در درازمدت ممکن است اثرات مشخصی را یوتروف کردن تالاب بگذارد. ولی چنانچه تالاب در وضعیت یوتروف قرار دارد، مطمئناً ورود پساب بدون تصفیه یا بار زیادی از مواد آلی و نوترینتها به غنی تر شدن تالاب و تولید بیشتر آن کمک می کند و وضعیت آن را از آنچه که هست بدتر می‌کند و نهایتاً موازنه اکوسیستم تالاب را بر هم می‌زند و باعث کاهش تنوع گونه‌ای و غالب شدن گونه هایی خاص همراه با افزایش تراکم در شرایط جدید در تالاب و در نهایت خشک شدن آن می‌شود (Lin et al., 2002).

۵.مدیریت نیتروژن و فسفر از طریق رهاسازی آن به مزارع کشاورزی یا مزارع آبزی‌پروری بعدی

از آنجا که پساب استخرهای پرورش ماهی از نظر نوترینتها غنی می باشند میتوان از این پساب برای آبیاری مزارع کشاورزی استفاده نمود. تلاش ها برای کسب دوباره مواد غذایی محلول یا معلق از پساب مزارع پرورش ماهی در بر گیرنده تولید دیگر گونه های آبزی مهم اقتصادی مانند جلبک های تولید کننده آگار و دوکفه ای ها (مانند ماسل ها) می باشد. در برخی مناطق مرکز امریکای شمالی، هدایت پساب غنی از مواد غذایی به استخرهای خرچنگ آب شیرین توانست در کاهش محصولات دفعی و تهیه یک محصول اضافی و افزایش تولید کمک کند (Martins et al., 2010).

۶.مدیریت نیتروژن و فسفر از طریق پالایش کننده‌های زیستی

استفاده از پالایش کننده های زیستی با استفاده از افزودن باکتریها به محیط آلاینده ها از جمله راهکارهای جدید می باشد. این باکتری ها پس از از بین بردن آلاینده و تمام شدن آن، خودشان نیز از بین می روند و از محیط پاک می شوند. خوشبختانه با پیشرفت فناوری، راههای جدید و کم هزینه با کارایی بالا به وجود آمده است و می تواند در حداقل زمان ممکن بیشترین بازدهی را داشته باشد. در استخرها و مراکز پرورش آبزیان این پالایش کننده های زیستی باعث بهبودکیفیت آب، کاهش مرگ و میر آبزیان، نابودی باکتریهای بیماریزا و از بین بردن آمونیاک می باشد (Devaraja et al., 2013).

- **مدیریت مواد زائد جامد**

با مدیریت تغذیه، استفاده از این مواد به عنوان کود در کشاورزی، فیلتراسیون و روشهای برداشت ماهی امکان‌پذیراست.

۱.مدیریت مواد زائد جامد از طریق مدیریت تغذیه

کنترل مواد زائد جامد در کاهش مقادیر فسفر در پساب مزرعه پرورش ماهی مهم می باشد. تقریباً ۸۰ ٪ فسفر در پساب آبزی پروری به فرم جامد به صورت مدفوع و غذای خورده نشده می‌باشد. مدفوع دست نخورده ماهی و غذای خورده نشده سریعاً ته نشین می شود، اما می‌توانند به آسان به اجزای ریز توسط جابجایی و حرکات ماهی خرد شوند. خرده‌های غذا و اجزای بسیار کوچکتر که توسط ماهی مصرف نمی‌شوند، می‌بایست قبل از غذادهی غربال شوند. یک غذای با کیفیت بالا حاوی کمتر از ۱ ٪ خرده و اجزای ریز است. مقادیر مشخص فسفر و دیگر مواد غذایی می‌توانند از اجزای کوچک مدفوع در عرض یک ساعت نشت کنند. چون نسبت سطح به حجم در این اجزا افزایش یافته است. محققان و سازندگان غذا به دنبال بایندر غذایی پیشرفته و روشهای فرآوری جایگزین هستند که پایداری غذا را بهبود می بخشد. بایندرهای غذایی مطمئن می توانند پایداری پلت و درنهایت مدفوع را در آب بهبود بخشند، بنابراین افزایش راندمان و حذف مواد جامد را به همراه دارند. اجزاء بسیارکوچک مدفوع می توانند به صورت معلق در آب باقی بمانند و بسیار کوچکتر از آن هستند که بتوانند توسط فیلتراسیون حذف شوند (Halver and Hardy, 2002).

۲.مدیریت مواد زائد جامد با استفاده از آن در مزارع کشاورزی

از مواد جامد جمع آوری شده از استخرهای پرورش ماهی می توان به عنوان کود در مزارع کشاورزی استفاده نمود. این مواد جامد با حالت ژله ای حاوی تقریباً ۸۰ ٪ آب هستند که می توانند از حوضچه های رسوبگیر پمپ شوند. روشها و زمان به کارگیری مواد جامد استخر ماهی در مزارع کشاورزی بسیار مهم هستند از این جهت که مطمئن شویم مواد غذایی آب سطحی را آلوده نمی کنند. برای مثال، مواد زائد مزرعه ماهی نباید در زمین هایی که زیاد یخ می‌زنند یا مزارعی که در معرض بارندگی شدید هستند به کار برده شوند (Cripps and Bergheim, 2000).

۳.مدیریت مواد زائد جامد از طریق طراحی بهینه استخر و فیلتراسیون

اگر در طراحی استخر محل هایی برای ته نشست به خوبی طراحی شده باشد مواد زائد جامد می توانند به طور کارایی در محل تجمع یابند. محل های ته نشست می بایست به گونه ای طراحی شوند که به صورت فیزیکی ماهی و مواد جامد از هم جدا شوند. استفاده از روش فیلتراسیون بیشتر برای استخرهای پرورش سردآبی به کار می رود. با توجه به وضعیت کنونی کمبود آب درایران، فیلتراسیون جامدات معلق در آب استخرهای پرورش ماهی و استفاده مجدد از همان آب یک مسأله حیاتی در صنعت آبزی پروری محسوب می شود (Yeo et al., 2004).

۴.مدیریت مواد زائد جامد از طریق روشهای مختلف برداشت ماهی

تورکشی در استخر با ایجاد فرسایش در بستر و دیواره‌ها و همچنین حرکات تند ماهی به دلیل استرس همراه است. با افزایش استرس، متابولیسم ماهی افزایش یافته و درنتیجه مقدار بیشتری از آمونیاک به آب وارد می شود. ضمن آنکه حرکات شدید ماهی برای فرار از تور نیز با بر هم زدن بستر استخر موجبات اختلاط بیشتر مواد ته‌نشین شده در کف و فرسایش آن را فراهم می‌آورد. با استفاده از تفاله بذر چای و بی حس کردن ماهی می‌توان حرکات ماهی را کند و سپس تورکشی انجام داد. با کاهش حرکات ماهی بستر کمتر به هم خورده و در نتیجه مواد جامد معلق کمتر در پساب استخر دیده شده است (Lin et al., 2001)

نتیجه گیری

عملیات پرورشی در مزرعه باید همزمان مدیریت پساب را در نظر بگیرد. هر منطقه دارای بهترین اعمال مدیریتی ویژه‌ی خود است زیرا مکان های مختلف دارای نیازهای متفاوتی برای مدیریت پساب هستند. از بهترین راهها برای جلوگیری از ورود بیش از حد آلاینده های موجود در پساب که از ظرفیت خودپالایی منابع آبی فراترند، پیشگیری می باشد. استفاده از مدیریت بهینه تغذیه و جلوگیری از افزایش بار نیتروژن و فسفر بهترین و ارزانترین و سالمترین راه برای کاهش این آلاینده هاست.

منابع:

CHO, C. & BUREAU, D. 2001. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. *Aquaculture research,* 32**,** 349-360.

CRIPPS, S. J. & BERGHEIM, A. 2000. Solids management and removal for intensive land-based aquaculture production systems. *Aquacultural engineering,* 22**,** 33-56.

DEVARAJA, T., BANERJEE, S., YUSOFF, F., SHARIFF, M. & KHATOON, H. 2013. A holistic approach for selection of Bacillus spp. as a bioremediator for shrimp postlarvae culture. *Turkish Journal of Biology,* 37**,** 92-100.

HALVER, J. E. & HARDY, R. W. 2002. *Fish nutrition*, Elsevier.

LIN, C. K., SHRESTHA, M. K., YI, Y. & DIANA, J. S. 2001. Management to minimize the environmental impacts of pond effluent: harvest draining techniques and effluent quality. *Aquacultural Engineering,* 25**,** 125-135.

LIN, Y.-F., JING, S.-R., LEE, D.-Y. & WANG, T.-W. 2002. Nutrient removal from aquaculture wastewater using a constructed wetlands system. *Aquaculture,* 209**,** 169-184.

MARTINS, C., EDING, E. H., VERDEGEM ,M. C., HEINSBROEK, L. T., SCHNEIDER, O., BLANCHETON, J.-P., D'ORBCASTEL, E. R. & VERRETH, J. 2010. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural engineering,* 43**,** 83-93.

MOOK ,W. T., CHAKRABARTI, M. H., AROUA, M. K., KHAN, G. M. A., ALI, B. S., ISLAM, M. S. & ABU HASSAN, M. A. 2012. Removal of total ammonia nitrogen (TAN), nitrate and total organic carbon (TOC) from aquaculture wastewater using electrochemical technology: A review. *Desalination,* 285**,** 1-13.

YEO, S. E., BINKOWSKI, F. P. & MORRIS, J. E. 2004. Aquaculture Effluents and Waste By-Products Characteristics, Potential Recovery, and Beneficial Reuse.