

پرورش لارو ماهیان خاویاری تا مرحله انگشت قد در سیستم بیوفلاک

علیرضا قائدی*

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

نویسنده مسئول: aliangler@gmail.com

چکیده

پرورش لاروهای ماهی خاویاری در سیستم‌های مبتنی بر بیوفلاک به‌عنوان یک رویکرد امیدوارکننده و پایدار در ارزی‌پروری شناخته می‌شود. تکنولوژی بیوفلاک با بهره‌گیری از جامعه‌ای متنوع از میکروارگانیسم‌ها، از جمله باکتری‌های نیتروبیوسیمون و هتروتروف، کیفیت آب را بهبود می‌بخشد و به تبدیل ترکیبات سمی نیتروژن کمک کرده و شرایط زیست‌محیطی کلی را بهبود می‌دهد. این سیستم همچنین نیازهای تغذیه‌ای لاروهای ماهی خاویاری را با ارائه مواد مغذی ضروری از طریق بیوفلاک که حاوی باکتری‌ها و جلبک‌های مفید است، تأمین می‌کند. مدیریت مؤثر تغذیه با شروع از غذاهای زنده، مانند *Artemia nauplii*، و انتقال تدریجی به جیره‌های فرموله‌شده، رشد و بقا بهینه را تضمین می‌کند. پایش مداوم پارامترهای کیفیت آب—مانند دما، pH، آمونیاک، نیتريت و نیترات—و مدیریت صحیح بیوفلاک، از جمله هوادهی و افزودن منابع کربن، برای حفظ یک محیط سالم برای لاروها ضروری است. پژوهش‌های آینده نیاز است تا دستورالعمل‌های تغذیه‌ای را بهبود بخشیده و جیره‌های تخصصی برای گونه‌های مختلف ماهی خاویاری توسعه دهند تا تولید پایدار و حفاظت از این ماهیان در معرض خطر را ارتقاء دهند. با پیاده‌سازی استراتژی‌های جامع پایش و کنترل، پرورش‌دهندگان می‌توانند شرایط رشد را بهینه کرده، سلامت ماهیان را بهبود بخشند و کارایی کلی سیستم‌های بیوفلاک در پرورش ماهیان خاویاری را افزایش دهند.

کلمات کلیدی: نرسری، لارو ماهیان خاویاری، سیستم بیوفلاک

بیان مسئله

فرموله شده است، که به طور قابل توجهی رشد و بقا لاروها را بهبود می بخشد. پایش مستمر پارامترهای کیفی آب، مانند دما، pH، آمونیاک، نیتريت، و نیترات، و همچنین مدیریت صحیح بیوفلاک و تغذیه، از جمله عوامل کلیدی برای موفقیت این سیستم هستند.

به طور خلاصه، برای رفع مشکلات صنعت پرورش ماهیان خاویاری و افزایش بهره‌وری، بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته مانند بیوفلاک ضروری است. این فناوری‌ها نه تنها به بهبود شرایط محیطی و تغذیه‌ای کمک می‌کنند بلکه به ارتقاء پایداری و سودآوری صنعت پرورش ماهیان خاویاری در طولانی مدت منجر می‌شوند. پژوهش‌های آینده باید بر بهبود دستورالعمل‌های تغذیه‌ای و توسعه جیره‌های تخصصی برای گونه‌های مختلف ماهی خاویاری تمرکز کنند تا به تولید پایدار و حفاظت از این گونه‌های در معرض خطر کمک کنند. با اجرای استراتژی‌های جامع پایش و کنترل، می‌توان به بهینه‌سازی شرایط رشد، ارتقاء سلامت ماهیان، و بهبود کارایی کلی سیستم بیوفلاک در پرورش لاروهای ماهی خاویاری دست یافت.

نیازهای غذایی لارو ماهیان خاویاری

تغذیه لارو ماهیان خاویاری یکی از حوزه‌های حیاتی مطالعاتی به دلیل ویژگی‌های زیستی و بوم‌شناختی منحصر به فرد این گونه‌ها است. نیازهای تغذیه‌ای ماهیان خاویاری در مرحله لاروی بین گونه‌ها متفاوت است، اما برخی اصول کلی و مشترک از تحقیقات اخیر قابل استخراج هستند.

نیاز به درشت مغذی‌ها

پروتئین

نیاز پروتئینی برای رشد بهینه در لارو ماهیان خاویاری به طور کلی بین ۴۷٪ تا ۵۶٪ از جیره گزارش شده است. به

ماهی‌های خاویاری، به‌ویژه گونه‌هایی مانند فیل ماهی (Huso huso)، به دلیل تولید خاویار با ارزش اقتصادی بالا و ویژگی‌های منحصر به فردشان در محیط‌های آبی، از اهمیت ویژه‌ای در صنعت آبی‌پروری برخوردارند. این ماهیان که به طور سنتی در آب‌های رودخانه‌ای و دریاچه‌های بزرگ زندگی می‌کنند، در سال‌های اخیر به دلیل تقاضای بالا برای خاویار و گوشت، به یکی از محصولات کلیدی در پرورش آبزیان تبدیل شده‌اند.

اما صنعت پرورش ماهیان خاویاری با چالش‌های قابل توجهی مواجه است. یکی از مشکلات اصلی، تأمین لارو مناسب برای شروع پرورش است. لاروهای ماهیان خاویاری به دلیل نیازهای خاص تغذیه‌ای و شرایط محیطی حساس، به راحتی در محیط‌های پرورشی پرورش نمی‌یابند. علاوه بر این، فرآیند پرورش از تخم‌گذاری تا رسیدن به مرحله انگشت‌قد نیازمند کنترل دقیق و پایش مداوم است، که می‌تواند هزینه‌های بالایی را به همراه داشته باشد.

برای مقابله با این مشکلات، فناوری‌های نوین مانند بیوفلاک به عنوان راه‌حلی مؤثر در افزایش ماندگاری لاروها و بهبود کیفیت محیط پرورش معرفی شده‌اند. سیستم‌های بیوفلاک با استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید برای تجزیه مواد آلی و بهبود کیفیت آب، شرایط بهینه‌ای را برای رشد لاروها فراهم می‌آورند.

این فناوری علاوه بر کاهش هزینه‌های مرتبط با تعویض مداوم آب و استفاده از جیره‌های غذایی آماده، به تأمین نیازهای تغذیه‌ای لاروها کمک کرده و در نتیجه، به بهبود نرخ بقای لاروها و رشد سریع‌تر آنها منجر می‌شود. استراتژی‌های مدیریت تغذیه‌ای در این سیستم شامل شروع با تغذیه با غذاهای زنده و گذار تدریجی به جیره‌های

جیره‌های فرموله شده

در حالی که غذاهای زنده مفید هستند، گذار به جیره‌های فرموله شده برای رشد طولانی‌مدت و پایداری در آبی‌پروری ضروری است. تحقیقات نشان می‌دهند که جیره‌های فرموله شده مناسب، اگر در مرحله توسعه مناسب معرفی شوند، می‌توانند رشد و نرخ بقای خوبی را در ماهیان خاویاری جوان فراهم کنند.

معرفی راهکار موفقیت در پرورش لارو ماهیان خاویاری

فناوری بیوفلاک

به عنوان یک رویکرد امیدوارکننده در آبی‌پروری، از جمله پرورش لارو ماهیان خاویاری، ظهور کرده است. این سیستم از جوامع میکروبی برای بهبود کیفیت آب و ارائه مزایای تغذیه‌ای استفاده می‌کند و آن را به ویژه برای سیستم‌های آبی‌پروری فشرده مناسب می‌سازد.

جنبه‌های کلیدی فناوری بیوفلاک در پرورش لارو ماهیان خاویاری

۱. مدیریت کیفیت آب

فناوری بیوفلاک (BFT) به حفظ کیفیت بهینه آب از طریق بازیافت مواد مغذی و کاهش ترکیبات مضر نیتروژن کمک می‌کند. جامعه میکروبی در سیستم‌های بیوفلاک به عنوان یک فیلتر زیستی عمل کرده و مواد سمی مانند آمونیاک را به اشکال کم‌خطرتر تبدیل می‌کند، که این امر برای مراحل حساس لاروی ماهیان خاویاری بسیار حیاتی است.

۲. مزایای تغذیه‌ای

خود بیوفلاک به عنوان یک منبع تغذیه مکمل عمل می‌کند و سرشار از پروتئین و اسیدهای چرب ضروری است. این

عنوان مثال، ماهی خاویاری سیبری نیاز پروتئینی مشخصی دارد که در همین محدوده قرار می‌گیرد و برای رشد سریع آن‌ها در مرحله لاروی ضروری است.

اسیدهای چرب

اسیدهای چرب ضروری، به ویژه اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (LC-PUFAs) مانند EPA (ایکوزاپنتانوئیک اسید) و DHA (دوکوزاهگزانوئیک اسید)، برای توسعه لاروی حیاتی هستند. مطالعات نشان می‌دهند که هر دو اسید چرب n-3 و n-6 برای سلامت و رشد لارو ماهیان خاویاری مهم هستند و بر فرآیندهای متابولیکی و تحمل استرس آن‌ها تأثیر می‌گذارند.

منابع انرژی

نیازهای انرژی قابل هضم برای لارو ماهیان خاویاری به طور گسترده در مقالات علمی تعریف نشده‌اند، اما مشخص است که منابع انرژی متعادل برای حمایت از رشد سریع آن‌ها ضروری است. این منابع شامل کربوهیدرات‌ها و لیپیدها در کنار پروتئین‌ها می‌باشند.

راهبردهای تغذیه‌ای

تغذیه با غذای زنده

غذاهای زنده مانند آرتیمیا اغلب در مراحل اولیه رشد لارو در سیستم مرسوم پرورش توصیه می‌شوند. این غذاها مواد مغذی ضروری را فراهم می‌کنند و نرخ بقای بهتر و رشد سریع‌تری نسبت به خوراک‌های فرموله شده دارند. با این حال، ترکیبی از غذاهای زنده و خوراک‌های فرموله شده می‌تواند نگهداری مواد مغذی و عملکرد رشد را بهبود بخشد زیرا لاروها به سمت جیره‌های پیچیده‌تر تغییر می‌کنند.

شروع یک سیستم نرسری بر اساس فناوری بیوفلاک برای پرورش ماهیان خاویاری نیازمند چندین مرحله اساسی است، از جمله طراحی سیستم، شیوه‌های مدیریتی و راهبردهای تغذیه. در اینجا یک راهنمای جامع برای راه‌اندازی موفقیت‌آمیز نرسری بیوفلاک برای لارو ماهیان خاویاری آورده شده است:

۱. طراحی سیستم

انتخاب مخزن

مخازن مناسبی انتخاب کنید، ترجیحاً از جنس فایبرگلاس یا پلاستیک، با حجمی بین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ لیتر. اطمینان حاصل کنید که مخازن به سیستم‌های هوادهی مجهز باشند تا سطح اکسیژن حفظ شود و تشکیل بیوفلاک تسهیل گردد.

منبع آب

از آب باکیفیت، ترجیحاً آب چاه، استفاده کنید تا از آلاینده‌ها جلوگیری شود. آب باید برای حذف کلر و سایر مواد مضر تصفیه شود.

هوادهی و اختلاط آب

دستگاه‌های هوادهی نصب کنید تا جریان آب و اکسیژن‌زنی حفظ شود. یک دبی حدود ۳ لیتر در دقیقه توصیه می‌شود تا بیوفلاک در حالت تعلیق بماند و به‌طور یکنواخت در سراسر مخزن توزیع شود.

۲. آماده‌سازی بیوفلاک

تلقیح میکروبی

باکتری‌های مفید مانند نیتروسوموناس، نیتروباکتر و ویریو را به سیستم معرفی کنید. این باکتری‌ها برای تبدیل آمونیاک

موضوع به‌ویژه برای لارو ماهیان خاویاری، که نیازهای تغذیه‌ای خاصی در مراحل اولیه رشد دارند، بسیار مفید است. حضور میکروارگانیسم‌ها در بیوفلاک می‌تواند پروفایل کلی مواد مغذی موجود برای لاروها را تقویت کند و از رشد بهتر و سلامت آن‌ها حمایت کند.

۳. عملکرد رشد

مطالعات نشان داده‌اند که لاروهای ماهیان خاویاری پرورش‌یافته در سیستم‌های بیوفلاک نسبت به سیستم‌های سنتی نرخ رشد بهتری و نسبت تبدیل غذای بالاتری دارند. به‌عنوان مثال، افزایش قابل توجهی در افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در ماهیان خاویاری جوان که در محیط بیوفلاک پرورش داده می‌شوند، مشاهده شده است.

۴. کاهش تأثیرات زیست‌محیطی

فناوری بیوفلاک امکان یک شیوه آبی‌پروری پایدارتر را فراهم می‌کند، با کاهش نیاز به تعویض آب و به حداقل رساندن تخلیه ضایعات به محیط‌زیست. این موضوع به‌ویژه در پرورش ماهیان خاویاری که کیفیت آب برای سلامت آن‌ها حیاتی است، بسیار اهمیت دارد.

تحقیقات و توسعه

در حالی که کاربرد فناوری بیوفلاک در پرورش ماهیان خاویاری هنوز در حال بررسی است، تحقیقات اولیه نشان‌دهنده مزایای بالقوه آن است. مطالعات بیشتری برای بهینه‌سازی سیستم به‌طور خاص برای گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری و درک تأثیرات طولانی‌مدت آن بر رشد و سلامت آن‌ها مورد نیاز است.

راه‌اندازی یک سیستم نرسری مبتنی بر فناوری بیوفلاک برای ماهیان خاویاری

به ترکیبات کم خطرتر و در نتیجه بهبود کیفیت آب ضروری هستند.

افزودن منبع کربن

برای تحریک رشد بیوفلاک، یک منبع کربنی مانند ملاس یا شکر اضافه کنید. نسبت کربن به نیتروژن (C:N) باید در حدود ۱۰:۱ تا ۱۵:۱ حفظ شود تا رشد میکروبی بهینه گردد.

۳. ذخیره سازی لارو ماهیان خاویاری

انتخاب لارو و سازگاری با محیط

از لاروهای سالم ماهیان خاویاری استفاده کنید، ترجیحاً حدود ۱۴ روز پس از تخم گشایی (DPH). تراکم ذخیره سازی باید با دقت مدیریت شود تا از ایجاد طبقات مختلف وزنی جلوگیری شود، زیرا تراکم بالا در ذخیره سازی می تواند منجر به استرس و بیماری گردد. قبل از معرفی لاروها به سیستم بیوفلاک، آن ها را به تدریج با محیط جدید تطبیق دهید تا شرایط جدید با محیط زندگی آن ها سازگار شود.

۴. راهبردهای تغذیه ای

تغذیه اولیه

تغذیه با غذای زنده مانند ناپلی آرتمیا که برای مراحل اولیه لارو ماهیان خاویاری ضروری هستند، شروع کنید. امکان معرفی ناپلی آرتمیا به سیستم بیوفلاک وجود دارد. البته این نکته را نباید فراموش کرد که خود سیستم بیوفلاک حاوی دامنه وسیعی از زئوپلانکتون ها، فیتوپلانکتون ها و انواع جلبک هائی است که میتوانند منبع اصلی غذای لارو ماهیان خاویاری باشند. نرخ تغذیه باید حدود ۱۳٪ از وزن بدن در روز باشد و به چند وعده غذایی تقسیم شود.

گذار به جیره های فرموله شده

به تدریج جیره های فرموله شده را در کنار غذای زنده موجود در مخازن معرفی کنید. لاروها در ابتدا قادر به تغذیه قطعی از خوراک تجاری نیستند اما استراتژی تغذیه ترکیبی می تواند نرخ رشد و بقای بهتری را فراهم کند. هدف این است که طی ۳ تا ۴ هفته غذاهای زنده را با جیره های فرموله شده جایگزین کنید.

۵. پایش و مدیریت

پایش کیفیت آب

پارامترهای آب مانند pH، آمونیاک، نیتريت و نیترات و همچنین شاخص های فلاک مانند حجم فلاک، TDS و TSS را به طور منظم بررسی کنید. سیستم های بیوفلاک می توانند به حفظ شرایط بهینه کمک کنند، اما پایش مداوم برای جلوگیری از نوسانات ضروری است.

ارزیابی رشد

به صورت دوره ای رشد لاروهای ماهیان خاویاری را اندازه گیری کنید. میزان تغذیه و روش ها را بر اساس عملکرد رشد و شاخص های سلامت تنظیم کنید.

تنظیم سیستم

از داده های جمع آوری شده برای اعمال تغییرات لازم در استراتژی های تغذیه، شیوه های مدیریت آب یا ترکیب بیوفلاک استفاده کنید تا نتایج بهینه در رشد و سلامت به دست آید. با پیروی از این مراحل، می توانید یک سیستم نرسری مبتنی بر فناوری بیوفلاک ایجاد کنید که از رشد سالم لاروهای ماهیان خاویاری حمایت می کند و در عین حال شیوه های آبی پروری پایدار را ترویج می دهد.

استراتژی مدیریت تغذیه

ماهیان خاویاری برآورده شود. اطمینان حاصل کنید که جیره شامل اسیدهای چرب ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی باشد.

۲. دفعات و میزان تغذیه

یک برنامه تغذیه‌ای که شامل ۴ تا ۶ وعده در روز باشد، اجرا کنید. این تغذیه مکرر به حفظ شرایط رشد بهینه و کاهش رقابت میان لاروها کمک می‌کند.

تنظیم میزان تغذیه

رشد لاروها را پایش کرده و میزان تغذیه را بر اساس وزن بدن آن‌ها تنظیم کنید. یک روش رایج این است که حدود ۳٪ از وزن بدن را در سیستم‌های بیوفلاک تغذیه کنند، اما این مقدار ممکن است بسته به نرخ رشد و شرایط کیفیت آب تغییر کند.

۳. پایش و تنظیمات**ارزیابی رشد**

به‌طور منظم رشد لاروهای ماهیان خاویاری را اندازه‌گیری کنید تا اثربخشی استراتژی تغذیه را ارزیابی کنید. نرخ‌های تغذیه و ترکیب جیره را بر اساس عملکرد رشد و شاخص‌های سلامت تنظیم کنید.

پایش کیفیت آب

پارامترهای کیفیت آب را در شرایط بهینه نگه دارید، زیرا سیستم‌های بیوفلاک می‌توانند بر دسترسی به مواد مغذی و سلامت کلی ماهیان تأثیر بگذارند. سطوح آمونیاک، نیتريت و نیترات را به‌طور منظم بررسی کنید تا محیط سالمی برای لاروها فراهم شود.

اجرای یک استراتژی مدیریت تغذیه در سیستم پرورش لارو ماهیان خاویاری بر پایه بیوفلاک برای بهینه‌سازی رشد، بقا و سلامت کلی ماهیان ضروری است. در اینجا یک رویکرد ساختاریافته بر اساس تحقیقات موجود ارائه شده است:

۱. تغذیه اولیه با غذای زنده**اهمیت غذای زنده**

با تغذیه زنده، به‌ویژه ناپلیوس‌های آرتمیا، شروع کنید که برای مراحل اولیه رشد لاروهای ماهیان خاویاری حیاتی است. غذاهای زنده مواد مغذی ضروری را فراهم می‌کنند و رفتار تغذیه را تحریک می‌کنند.

نرخ تغذیه

لاروها را با نرخ حدود ۱۳ تا ۲۶٪ از وزن بدن در روز تغذیه کنید، به چند وعده در طول روز تقسیم شده باشد. به عنوان مثال، می‌توانید لاروها را ۶ بار در روز با *آرتمیا* تغذیه کنید تا مواد مغذی به‌طور مداوم در دسترس باشد.

گذار به جیره‌های فرموله شده تغذیه ترکیبی

به تدریج جیره‌های فرموله شده را در کنار غذاهای زنده معرفی کنید. تحقیقات نشان می‌دهد که تغذیه ترکیبی جیره‌های فرموله شده با غذاهای زنده به مدت ۳ تا ۴ هفته می‌تواند به‌طور قابل توجهی نرخ رشد و بقا را در طول دوره گذار بهبود بخشد.

ترکیب جیره غذایی

از جیره‌های فرموله شده باکیفیت با محتوای پروتئین خام حدود ۴۵-۵۵٪ استفاده کنید تا نیازهای تغذیه‌ای لاروهای

سودوموناس spp: این باکتری‌ها به بهبود کیفیت آب و سلامت ماهیان شناخته شده‌اند و می‌توانند پاتوژن‌های مضر را سرکوب کرده و ثبات کلی سیستم را بهبود بخشند.

فواید این باکتری‌ها

بهبود کیفیت آب و افزایش رشد

حضور این باکتری‌ها به چرخه کارآمد مواد مغذی کمک کرده و سطوح آمونیاک و نیتريت را کاهش می‌دهد، که برای سلامت لاروهای ماهیان خاویاری بسیار حیاتی است. با بهبود نسبت ضریب تبدیل خوراک و ارتقاء جذب مواد مغذی، این باکتری‌ها می‌توانند به‌طور قابل توجهی نرخ رشد لاروهای ماهیان خاویاری را افزایش دهند.

مقاومت در برابر بیماری

باکتری‌های مفید موجود در سیستم‌های بیوفلاک می‌توانند سیستم ایمنی ماهیان خاویاری را تحریک کرده و آن‌ها را در برابر بیماری‌ها مقاوم‌تر کنند و در نهایت میزان بقا آنها را در طول دوره پرورش افزایش دهند.

پایش و کنترل سیستم بیوفلاک ویژه لارو ماهیان خاویاری

پارامترهای فیزیکی آب

دما: دمای آب را در محدوده ۱۸-۲۰ درجه سانتی‌گراد نگه دارید که برای لاروهای ماهیان خاویاری مناسب است.

pH: سطح pH را به‌طور منظم پایش کنید و آن را در محدوده ۶٫۵ تا ۸٫۵ حفظ کنید. در صورت نیاز، می‌توان از بافرهایی مانند بی‌کربنات سدیم برای تنظیم pH استفاده کرد.

باکتری‌های شناسایی شده در سیستم‌های بیوفلاک برای ماهیان خاویاری

۱. باکتری‌های نیتريفیکانت

نیتروسوموناس و نیتروباکتر: این باکتری‌ها برای تبدیل آمونیاک به نیتريت حیاتی است و به کاهش سطح سمی آمونیاک در آب کمک می‌کند. پس از عمل نیتروسوموناس، نیتروباکترها، نیتريت را به نیترات تبدیل می‌کند و به فرآیند سم‌زدایی کمک بیشتری می‌کند.

نیتروسوکوکوس، نیتروزیرا و نیتروسولوبوس: این باکتری‌های نیتريفیکاسیون اضافی به چرخه نیتروژن در سیستم بیوفلاک کمک کرده و کارایی کلی حذف متابولیت‌های آمونیاکی را افزایش می‌دهند.

۲. باکتری‌های هتروتروف

ویبریو spp: در حالی که برخی گونه‌های ویبریو می‌توانند بیماری‌زا باشند، برخی گونه‌ها در سیستم‌های بیوفلاک مفید هستند و به تجزیه مواد آلی و بهبود کیفیت آب کمک می‌کنند.

باسیلوس spp: این باکتری‌های گرم‌مثبت به بهبود تبدیل خوراک و افزایش رشد در گونه‌های آبی مشهور هستند. آن‌ها همچنین می‌توانند پلی-β-هیدروکسی بوتیرات (PHB) تولید کنند که به‌عنوان منبع انرژی ذخیره‌شده عمل کرده و ممکن است پاسخ‌های ایمنی را بهبود بخشد.

۳. باکتری‌های فراسودمند

لاکتوباسیلوس spp: این پروبیوتیک‌ها می‌توانند پاسخ ایمنی ماهیان خاویاری را تقویت کرده و به کنترل باکتری‌های بیماری‌زا در سیستم پرورشی کمک کنند.

پارامترهای شیمیایی

آمونیاک و نیتريت: به طور منظم سطوح آمونیاک (NH_3) و نیتريت (NO_2) را بررسی کنید، زیرا این مواد می‌توانند برای ماهیان خاویاری سمی باشند. سطح آمونیاک باید کمتر از ۰٫۵ میلی‌گرم در لیتر و سطح نیتريت باید در صفر میلی‌گرم در لیتر نگه داشته شود.

نترات: سطح نترات (NO_3) را پایش کنید که باید به طور ایده‌آل کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد تا از تأثیرات منفی بر سلامت ماهی جلوگیری شود.

کل مواد معلق جامد (TSS): به طور منظم TSS را ارزیابی کنید، زیرا سطوح بالاتر می‌تواند نشان‌دهنده وجود مواد آلی بیش از حد باشد. سطح TSS در حدود ۳۰۰-۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای سیستم‌های بیوفلاک مناسب است.

مدیریت سیستم بیوفلاک

هوادهی: اطمینان حاصل کنید که هوادهی به خوبی انجام شود تا سطح اکسیژن محلول بالاتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر حفظ شود. هوادهی همچنین به معلق ماندن بیوفلاک و رشد میکروبی کمک می‌کند.

افزودن منابع کربن: منابع کربنی (مانند ملاس، نشاسته) را به طور منظم اضافه کنید تا نسبت کربن به نیتروژن (C:N) بین ۱۰:۱ تا ۱۵:۱ حفظ شود. این عمل رشد باکتری‌های هتروتروف را که برای تشکیل بیوفلاک ضروری هستند، تسهیل می‌کند.

پایش جامعه میکروبی: تنوع و فراوانی باکتری‌های مفید، مانند نیتروسوموناس، نیتروباکتر و گونه‌های ویبریو را که در چرخه مواد مغذی و مدیریت کیفیت آب نقش حیاتی دارند، ارزیابی کنید.

مدیریت تغذیه

نرخ‌های تغذیه: رشد لاروهای ماهیان خاویاری را پایش کرده و نرخ‌های تغذیه را بر اساس آن تنظیم کنید. به طور معمول، لاروها باید حدود ۳-۵٪ از وزن بدن خود در روز تغذیه شوند که به چندین وعده تقسیم می‌شود.

ترکیب جیره غذایی: اطمینان حاصل کنید که جیره غذایی دارای پروتئین بالا (حدود ۴۵-۵۵٪) و اسیدهای چرب ضروری باشد تا از رشد و سلامت ماهیان حمایت کند.

ثبت سوابق

سوابق دقیق از پارامترهای کیفیت آب، برنامه‌های تغذیه، اندازه‌گیری‌های رشد و مشاهدات سلامت را نگه دارید. این داده‌ها به شما کمک می‌کند تا تصمیمات آگاهانه‌تری بگیرید و شیوه‌های مدیریتی را تنظیم کنید.

توصیه ترویجی

استراتژی مدیریت تغذیه‌ای به خوبی ساختار بندی شده در سیستم‌های پرورش لاروهای ماهیان خاویاری مبتنی بر بیوفلاک شامل شروع با تغذیه با غذاهای زنده، گذار تدریجی به جیره‌های فرموله شده، و پایش مستمر رشد و کیفیت آب است. این روش نه تنها به توسعه سالم لاروهای ماهیان خاویاری کمک می‌کند، بلکه کارایی و پایداری شیوه‌های پرورش آبزیان را نیز بهبود می‌بخشد.

یک سیستم بیوفلاک موفق برای پرورش ماهیان خاویاری به جامعه‌ای متنوع از باکتری‌ها، شامل باکتری‌های نیتروفیکاسیون و هتروتروف، و همچنین پروبیوتیک‌ها وابسته است. این میکروارگانیسم‌ها نه تنها کیفیت آب را بهبود می‌بخشند بلکه رشد و سلامت لاروهای ماهیان خاویاری را نیز افزایش می‌دهند و تکنولوژی بیوفلاک را به گزینه‌ای مناسب در پرورش ماهیان خاویاری تبدیل می‌کنند.

Morshedi, V., Kochanian, P., Bahmani, M., Yazdani-Sadati, M. A., Pourali, H. R., Ashouri, G., Pasha-Zanoosi, H., & Azodi, M. (2021). Compensatory growth in sub-yearling Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*): Effects of starvation and refeeding on growth, feed utilization, and body composition. *Journal of Applied Ichthyology*, 37(5), 1125-1131. DOI: 10.1111/jai.14638.

با پیاده‌سازی استراتژی جامع پایش و کنترل در سیستم بیوفلاک برای لاروهای ماهیان خاویاری، پرورش دهندگان می‌توانند شرایط رشد را بهینه کرده، سلامت ماهیان را ارتقاء بخشند و کارایی کلی سیستم را بهبود دهند. ارزیابی‌ها و تنظیمات منظم بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده برای موفقیت تکنولوژی بیوفلاک در پرورش ماهیان خاویاری ضروری است.

منابع

علیرضا قاندي، ۱۴۰۳. اثر سطوح مختلف پروتئین جیره بر کارایی تولید مثلی مولدین تیلایپا در سیستم بیوفلاک، گزارش نهائی موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ص ۱۳۹.

علیرضا قاندي، حبیب سرسنگی، مزدک عالی محمودی، محمد محمدی و محمد اخوان، ۱۴۰۱. دستورالعمل راه اندازی سیستم بیوفلاک به زبان ساده. دوفصلنامه علوم آبرزی پروری پیشرفته، سال ۶، شماره ۱: ۳۲-۳۸.

Aghabarari, M., Abdali, S., & Yousefi Jourdehi, A. (2021). The effect of Biofloc system on water quality, growth, and hematological indices of juvenile great sturgeon (*Huso huso*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences**, 20(5), 1471-1490. DOI: 10.22092/ijfs.2021.125140.

Bossier, P., & Ekasari, J. (2021). Biofloc technology in aquaculture: A review of its applications and benefits. *Aquaculture International*, 29(1), 1-18. DOI: 10.1007/s10499-021-00690-4.

Emerenciano, M., Cuzon, G., & Goguenheim, J. (2022). Optimized utilization of organic carbon in aquaculture biofloc systems. *Aquaculture*, 546, 737-745. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2022.737.

Sturgeon fish larvae culture up to fingerling stage in biofloc-based system

*Alireza Ghaedi**

Iranian Fisheries Sciences Research Institute. Agricultural Research, Education and Extension

Organization, Tehran, Iran

Corresponding author: aliangler@gmail.com

Abstract

The cultivation of sturgeon larvae in biofloc-based systems is recognized as a promising and sustainable approach in aquaculture. Biofloc technology, utilizing a diverse community of microorganisms, including nitrifying and heterotrophic bacteria, improves water quality and aids in the conversion of toxic nitrogen compounds, thereby enhancing overall environmental conditions. This system also meets the nutritional requirements of sturgeon larvae by providing essential nutrients through biofloc, which contains beneficial bacteria and algae.

Effective nutritional management, starting with live feeds such as *Artemia* nauplii and gradually transitioning to formulated diets, ensures optimal growth and survival. Continuous monitoring of water quality parameters—such as temperature, pH, ammonia, nitrite, and nitrate—and proper management of biofloc, including aeration and the addition of carbon sources, are crucial for maintaining a healthy environment for the larvae.

Future research is needed to refine nutritional guidelines and develop specialized diets for different sturgeon species to promote sustainable production and the conservation of these endangered fish. By implementing comprehensive monitoring and control strategies, farmers can optimize growth conditions, improve fish health, and enhance the overall efficiency of biofloc systems in sturgeon aquaculture.

Keywords: Nursery, Sturgeon Larvae, Biofloc System