Archive of SID

مقاله تحقیقی
مجله تحقیقات دامپزشکی، ۱۳۹۵، دوره ۷۱، شماره ۲، ۱۶۹-۱۶۳
Original Article
Journal of Veterinary Research. 71,2:163-169, 2016

تأثیر استفاده از فناوری بیوفلوک بر پارامترهای رشد، ترکیب لاشه و کاهش هزینه‌های تولید در پرورش متراکم بچه ماهیان کپور معمولی

فریده بخشی[۱] ابراهیم حسین نجدگرامی[۲*] احمد ایمانی[۳] کوروش سروی مغانلو[۳]
۱) گروه تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و آبزیان دانشگاه ارومیه، ارومیه- ایران
۲) گروه علوم زیستی، دانشکده علوم دانشگاه ارومیه، ارومیه- ایران
۳) گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه- ایران

(دریافت مقاله: ۱۹ بهمن ماه ۱۳۹۴، پذیرش نهایی: ۶ اردیبهشت ماه ۱۳۹۵)

چکیده

زمینه مطالعه: فناوری تولید بیوفلوک روشی برای تجزیه پسماندهای آلی به‌وسیله میکروارگانیزم‌ها و تولید توده‌های بیوفلوک است.**هدف:** پژوهش حاضر به‌منظور بررسی امکان کاربرد این فناوری در پرورش متراکم بچه ماهیان کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) انجام شد. **روش کار:** ماهیان مورد مطالعه با میانگین وزنی ۰/۲g ± ۵۸ به مدت یک ماه، با تیمارهای غذایی ۱۰۰ ٪ غذای کنسانتره (شاهد)، ۷۵ ٪ غذای کنسانتره همراه تیمار بیوفلوک، ۵۰ ٪ غذای کنسانتره همراه تیمار بیوفلوک و ۲۵ ٪ غذای کنسانتره همراه تیمار بیوفلوک تغذیه شدند. در پایان دوره شاخص‌های رشد و ترکیب بدنی بچه ماهیان بررسی شدند. همچنین برای سنجش سیستم ایمنی، چالش یا مواجهه باکتریایی با باکتری *Aeromonas hydrophila* با تزریق درون صفاقی به میزان ۱۲×۱۰^{۷} CFU/ml انجام شد. برای اثبات معنی دار بودن نتایج بدست آمده، از آزمون آماری واریانس یک طرفه و تست تکمیلی توکی استفاده شد. **نتایج:** بر اساس نتایج این تحقیق، بالاترین میزان رشد در تیمار دوم مشاهده شد که با تیمارهای سوم و چهارم اختلاف معنی دار داشت ($p<۰/۰۵$). کمترین میزان رشد در تیمار چهارم مشاهده شد که با تیمارهای شاهد و دوم اختلاف معنی دار داشت ($p<۰/۰۵$). میزان خاکستر در ماهیان تیمار شاهد بطور معنی داری کمتر از سایر تیمارها بود ($p<۰/۰۵$). بالاترین میزان تلفات (۶۴/۲٪) در تیمار شاهد مشاهده شد ($p<۰/۰۵$)، در حالیکه تیمارهای تغذیه شده با بیوفلوک تلفات نداشتند. **نتیجه گیری نهایی:** با استفاده از این روش از میزان غذای مصرفی تا ۵۰ ٪ کاسته می‌شود، بدون آن که روی شاخص‌های رشد و بقای ماهی تأثیر منفی داشته باشد. علاوه براین، مقاومت ماهیان پرورش داده شده در این سیستم دربرابر عوامل بیماریزا به طور چشمگیری افزایش می‌یابد و میزان مصرف آب در طول دوره پرورش ۹۹ ٪ کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: بیوفلوک، کپور معمولی، سیستم متراکم

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری طی دهه‌های اخیر به منظور تأمین نیاز پروتئینی جهان، بخصوص در کشورهای توسعه یافته،از رشد نسبتاً بالایی برخوردار بوده است (۱۲). توسعه سیستم‌های پرورش متراکم آبزیان نقش اساسی در این پیشرفت داشته است (۱۲). ولی استفاده از این سیستم‌ها مشکلاتی را از جمله تولید پساب سرشار از مواد مغذی و آلی در پی داشته است که موجب آلودگی محیط زیست و سرانجام شکوفایی جلبکی و کاهش میزان اکسیژن منابع آبی پذیرنده می‌گردند (۷). همچنین تهیه غذای با کمیت و کیفیت مناسب و اقتصادی، یکی دیگر از مشکلات گسترش سیستم‌های پروررش متراکم آبزیان است. با این‌حال صید بی رویه آبزیان در سال‌های اخیر باعث کاهش شدید منابع پودر و روغن ماهی مورد نیاز صنایع تولید جیره‌های غذایی تجاری آبزیان گردیده است، که تنها منبع تأمین انرژی آبزیان پرورشی در سیستم‌های پرورش متراکم به شمار می‌رود (۹). علاوه براین، با توجه به تغییرات اقلیمی در دهه اخیر و وقوع خشکسالی‌های متعدد، کمبود منابع آب شیرین نیز تهدید جدی برای توسعه آتی‌صنعت آبزی‌پروری کشور محسوب می‌شود.

راهکارهای متفاوتی برای مقابله با مشکلات سیستم‌های متراکم پرورشی از جمله استفاده از فیلترهای مختلف جهت تصفیه پساب مزارع پرورش آبزیان، جایگزینی منابع گیاهی با روغن ماهی و پودر ماهی جهت مقابله با کاهش منابع دریایی و در نهایت استفاده از سیستم مدار بسته پرورش آبزیان برای مقابله با بحران کمبود آب (۱۲)پیشنهاد شده است. با این وجود، هر کدام از این راهکارها دارای معایبی هستند که پژوهشگران را به بهبود یا یافتن روش‌های جایگزین ترغیب می‌کند.

یکی از روش‌های نوین بکارگرفته شده جهت رفع مشکلات بالا، فناوری ایجاد بیوفلوک است. این روش شامل استفاده از موجودات ذره بینی برای تجزیه مواد دفعی مزارع و همچنین غذای خورده نشده برای تبدیل آنها به مواد مغذی مانند پروتئین‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع، اسیدهای آمینه ضروری و ... می‌باشد (۳). در چنین سیستمی، جلبک‌های ریز و باکتری‌های دیگرخوار در پساب مزارع پرورش آبزیان رشد و از مواد دفعی موجود در آن استفاده می‌کنند. این رخداد از یک سو سبب تصفیه پساب شده و از سوی دیگرزیتوده حاصل می‌تواند به عنوان منبع غذایی کامل، مورد تغذیه آبزیان قرار گیرد. ترکیب مواد مغذی موجود در بیوفلوک

*) نویسنده مسئول: تلفن: ۰۴۴۱-۳۴۴۰۲۹۵، نمابر: ۰۴۴۱-۳۴۴۰۲۹۵ Email: e.gerami@urmia.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

از نظر اقتصادی و تولید محصولات با کیفیت، از اهمیت بسزایی برخوردار است (۹). باکتری‌های فعال در این سیستم برای فعالیت بهینه خود، نیاز به افزودن یک منبع کربن خارجی دارند و حفظ تعادل نسبت مقادیر نیتروژن به کربن ضروری است (۲). از مزیت‌های فناوری تولید بیوفلوک می‌توان به تجزیه مواد نیتروژنی سمی همچون آمونیاک، نیتریت و نیترات به مواد بی خطر و در نتیجه کاهش نیاز به تعویض آب، تولید غذا برای آبزی پروری (۹)، جلوگیری از ورود موجودات مزاحم ومخرب طبیعی و همچنین تأمین امنیت زیستی سیستم پرورشی (۱۱،۱۴) اشاره نمود.

پرورش گونه‌های سازگار به شرایط محیطی با بهره گیری از فناوری بیوفلوک موفق تر بوده است (۱۷). کپور معمولی یکی از گونه‌های اصلی پرورشی در کشورمان می‌باشد که با توجه به وقوع خشکسالی‌ها و کمبود منابع آبی موجود، پرورش متراکم آن در آینده می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. در این تحقیق به بررسی امکان کاربرد فناوری بیوفلوک در پرورش متراکم بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پرداخته شد و تأثیر آن روی ترکیب لاشه، رشد و بازماندگی و مقاومت در برابر عوامل بیماریزا بررسی گردید.

مواد و روش کار

تعداد ۱۵۶قطعه بچه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۰/۲ ± ۵۸ g تهیه شد. قبل ازتوزیع ماهیان در تیمارهای آزمایشی، حوضچه‌های فایبرگلاس به وسیله هیپوکلریت سدیم کاملاً ضدعفونی وسپس باآب شستشوداده شدند. ماهیان نیز ابتدا با محلول ۴٪ نمک ضدعفونی و پس از رقم بندی، به طور تصادفی در ۱۲حوضچه فایبرگلاس با حجم آبگیری ۳۰l و با تراکم ۱۳ عدد ماهی درهرحوضچه توزیع گردیدند (۱۴). دوره سازگاری ماهیان در این آزمایش یک هفته بود و در این مدت با جیره غذایی تجاری تغذیه شدند. پژوهش حاضر به مدت یک ماه به انجام شد و شامل چهار تیمار با سه تکرار به قرارزیر بود:

تیمار اول:۱۰۰٪ جیره غذایی تجاری ماهی کپور (ماهیان تیمار شاهد)

تیمار دوم: ۷۵ ٪ جیره غذایی تجاری + بیوفلوک

تیمار سوم:۵۰٪ جیره غذایی تجاری + بیوفلوک

تیمار چهارم:۲۵ ٪ جیره غذایی تجاری + بیوفلوک

تغذیه بچه ماهیان با جیره غذایی تجاری حاوی ۳۸-۳۲ ٪ پروتئین، ۱۰/۵٪ چربی و ۱۰/۵٪ خاکستر (کارخانه ۲۱ بیضاء) و به میزان ۳/۵ ٪ وزن بدن و در ۳ وعده در ساعات ۸، ۱۳و ۱۸ انجام گردید. دمای آب پرورش در حد ۲۵°C تنظیم شد. دما، pH و میزان اکسیژن آب روزانه ساعت‌های ۸ صبح اندازه گیری شد. کل آب حوضچه پرورشی ماهیان تیمار شاهد هر ۸۶ دقیقه تعویض می‌شد، اما در سه تیمار دیگر روزانه حدود ۱٪ حجم آب مخزن پرورشی با آب تازه تعویض می‌شد.شیوه تعویض آب در تیمارهای بیوفلوک بدین صورت بود که روزانه قبل از وعده غذایی صبح (ساعت ۸ صبح)، یک درصد از آب مخزن پرورش از کف آن سیفون گردیده و به همان میزان آب تازه به حوضچه اضافه می‌شد. میزان تعویض آب در تیمار شاهد نیز به روش متداول پرورش متراکم کپور ماهیان صورت گرفت (۶،۱۳).

جهت ایجاد سیستم تولید بیوفلوک، دو ظرف مخروطی ۱۰۰l (با حجم آبگیری ۷۰l) مورد استفاده قرار گرفت. یکی از مخازن در ابتدا با آب خروجی حوضچه‌های پرورش ماهیان مورد آزمایش پر شد. سپس، مقدار ۲۷۰g ملاس چغندر، برای ایجاد نسبت نیتروژن به کربن (C/ N) در حد ۲۰، به عنوان منبع کربنی به آن افزوده و محیط حاصل به شدت هوادهی شد (۱۶). مقادیر آمونیاک، نیتریت و نیترات موجود در محیط بیوفلوک با استفاده کیت‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند (VahebTest Chemical Company). بر اساس این سنجش‌ها، آمونیاک موجود در محیط در روز سوم به حد صفر و تراکم بیوفلوک یا مواد معلق جامد به حدود mg/l ۳۰۰ رسید (۲). پس از این مرحله، نیمی از بیوفلوک تشکیل شده جهت تهنشینی به مخزن مخروطی دیگر منتقل شد و پس از گذشت ۱۲ساعت، به عنوان ذخیره اولیه به محیط کشت ماهیان افزوده شد. به ازای هر لیتر آب حوضچه‌های پرورشی، ۲۰۰ml از این محیط کشت مورد استفاده قرار گرفت. براساس Craig و Helfrich در سال ۲۰۰۲، به ازای هر کیلوگرم وزن ماهی، روزانه ۲۰g-۱۵ منبع کربنی در ۱۰۰ml آب حل و به حوضچه‌های پرورش ماهی اضافه گردید.

برای زیست سنجی ماهیان، ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌برداری، غذای ماهیان قطع شد و کل ماهی‌ها با پودر گل میخک (۲۰۰mg/l) بیهوش گردیدند. نمونه‌گیری در روزهای صفر و ۳۰ آزمایش انجام شد. طول کل ماهیان با دقت یک میلی متر و وزن آنها با دقت یک دهم گرم اندازه‌گیری شد. شاخص‌های رشد و وزن احشائی ماهیان با استفاده از روابط زیرمحاسبه گردیدند(۱۸).

افزایش وزن بدن (Weight gain)

$$\text{Weight gain (g)} = \text{final weight} - \text{initial weight}$$

ضریب رشد ویژه (Specific growth rate (SGR))

$$\text{SGR } (\%\text{day}^{-1}) = 100 \times [(\ln W2 - \ln W1)] \times d^{-1}$$

ضریب رشد روزانه (Daily growth coefficient=DGC):

$$\text{DGC} = [\sqrt{(\text{وزن نهایی افراد۳})} - \sqrt{(\text{وزن اولیه افراد۳})} / \text{تعداد روز}] \times 100$$

شاخص احشایی (Viscerosomatic index = VSI):

$$\text{Visceromatic index (VSI, \%)} = 100 \times [\text{weight of viscera (g)}] \times [\text{weight of fish (g)}]^{-1}$$

ضریب چاقی:

$$\text{Condition factor} = (100 \times \text{body weight/total length}^{3})$$

برای تجزیه تقریبی ترکیب لاشه ماهیان، در پایان دوره آزمایش تعداد ۳ قطعه ماهی از هر تکرار بطور تصادفی انتخاب و مقدار ۲۰g عضله از ناحیه پشتی آنها برداشته شد، سپس نمونه‌های تهیه شده از هر ۳ قطعه ماهی

www.SID.ir

Archive of SID

با هم ترکیب شـدند. همچنین، از هر یـک از حوضچه‌های پرورش ماهی + بیوفلوک، 1l بیوفلوک برداشته شد، سرانجام نمونه‌های هر تکرار با هم ترکیب و در نهایت خشک شدند. جیره غذایی تجاری مورد استفاده نیز جهت تعیین ترکیب تقریبی شیمیایی آن،خشک گردید (۱).

به منظور بررسی تأثیر پرورش ماهیان در سیستم بیوفلوک بر مقاومت آنها در برابر بیماریها، از باکتری بیماریزای *Aeromonas hydrophila* استفاده شد (۱۴). برای اینکار، در انتهای دوره پرورش، از هر تیمار تعداد۱۴ قطعـه بچه‌ماهی (هر تیمار دارای ۲ تکـرار) انتخاب ودر حوضچه‌های 25l (۷ ماهی) ذخیره سـازی شـدند. به هر ماهی مقدار ۱۰۰µl باکتری (CFU/ml ۱۲×۱۰^{۷}) به صورت داخل صفاقی تزریق شد. سپس، ماهیان به مدت دو هفته روزانه بررسی و تعداد تلفات آنها ثبت گردید. به منظور تأیید نتایج آزمایش میکروبی، از کلیه و کبد ماهیان تلف شده نمونه‌برداری به عمل آمد و مطالعات میکروبی و پاتولوژیک روی آنها انجام شد (۱۴). در انتهای دوره میزان آب مصرفی بر اساس لیتر محاسبه گردید. میزان غذای مصرفی نیز برای کل دوره محاسبه شد.

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شـد. تجزیه و تحلیل داده‌هـا بـا اسـتفاده از روش آنالیـز واریانـس یک طرفـه (One-way ANOVA) انجام پذیرفت. برای مقایسـه میانگین‌هـا از آزمون توکی در سـطح اعتماد ۹۵٪ استفاده شـد. همچنین از روش کاکس- باکس جهت نرمال سـازی داده‌های غیرنرمال اسـتفاده شـد. آنالیزهای فوق در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ اجرا گردیدند.

نتایج

شاخص‌های رشد و بازماندگی در تیمارهای مختلف، در جدول ۱ آمده است. بالاترین مقادیر وزن نهایی و افزایش وزن بدن در تیمار دوم مشاهده شد و با تیمارهای سوم و چهارم اختلاف معنی دار داشت ($p<۰/۰۵$).

کم‌ترین ضریب رشـد ویـژه در تیمار چهارم ثبت گردیـد ($p<۰/۰۵$). شاخص احشایی، ضریب چاقی و همچنین درصد بازماندگی تیمارهای مورد مطالعه، اختلاف معنی دار نداشتند ($p>۰/۰۵$).

نتایج مربوط به آنالیز ترکیب شیمیایی بافت عضله ماهیان تیمارهای مختلف غذایی در جدول ۲ آورده شـده اسـت. بیشترین و کمترین میزان پروتئین بافت عضله ماهیان به ترتیب مربوط به تیمارهای سـوم و چهارم بودند. همچنین چربی موجود در بافت ماهیان تیمار شـاهد کمتر از سـایر تیمارها بود، اگرچه اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نداشت. با این وجود، میزان خاکستر در ماهیان تیمار شاهد بطور معنی داری کمتراز سایر تیمارها بود ($p<۰/۰۵$).

میـزان مـرگ و میربعـد از رویارویـی بـا باکتـری *Aeromonas hydrophila* در تیمارهـای مختلف تحت تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای قرار گرفت. تلفات تیمار شـاهد از روز سوم شروع شد و تا روز چهارم ادامه یافت و پس از آن تا روز چهاردهم آزمایش هیچ تلفاتی مشاهده نشد. در مجموع، بالاترین میزان تلفات (۶۴/۲٪) در تیمار شـاهد مشـاهده شد ($p<۰/۰۵$)، در حالیکه در تیمارهای تغذیه شـده با بیوفلوک، تلفاتی مشـاهده نگردید. همچنیـن نتایـج بررسـی‌های میکروبی کبـد و کلیه ماهیان تلف شـده نشـان داد که تلفات ناشـی از آلودگی ماهی‌ها به باکتری *Aeromonas hydrophila* می‌باشد.

میزان غذای مصرفی و آب مورد اسـتفاده در طول دوره پرورشـی در جدول ۳ آمده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، میزان آب مصرفی در طول دوره پرورشـی برای تیمار شـاهد 15061 بود. این تیمار در مقایسـه با ۳ تیمار آزمایشی دیگر، حدود ۱۶۰۰ برابر بیشتر آب مصرف نموده است.

بحث

استفاده از سیستم بیوفلوک یکی از روش‌های مقابله با چالش‌های پیش روی صنعت آبزی پروری است. با توجه به نوین بودن استفاده از این سیستم در پرورش آبزیان، مطالعات زیادی در این رابطه وجود ندارد. معنی دار نبودن نتایج رشد در تیمار ۳ و شاهد بیانگر موفقیت این سیستم در پرورش متراکم ماهی کپور می‌باشـد، چون میزان رشـد بچه ماهیان در تیمار سوم (۵۰ ٪ غذای کنسـانتره) با تیمار شـاهد که با ۱۰۰٪ غذای تجاری تغذیه شده‌اند، اختلاف معنی داری نداشـت. با وجود اینکه، وزن نهایی، افزایش وزن بدن و ضریب رشـد ویژه در تیمار دوم در مقایسـه با تیمار شاهد، تفاوتی نشان نداد، اما افزایش ۲۳/۶ ٪ این شـاخص‌ها، حاکی از آن اسـت که علیرغم کاهش ۲۵٪ جیره غذایی، می‌توان با اسـتفاده از این سیسـتم میزان تولید را افزایـش داد. عدم وجود اختلاف معنـی دار میان پارامترهای زنده مانی، ضریب چاقی و شاخص احشایی، علیرغم کاهش غذای کنسانتره تا ۷۵٪ از دیگر نتایج این طرح بوده است. داده‌های بدست آمده دراین طرح، با توجه به ارزش غذایی بیوفلوک و نتایج حاصل ازکاربرد این سیستم در پرورش ماهی تیلاپیای نیـل (*Oreochromis niloticus*) (۴)، ماهی روهو (*Labeo rohita*) (۱۲)، میگوی برزیلـی (*Farfantepenaeus brasiliensis*) (۱۶)، میگوی سـفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) (۱۸) مطابقت دارد.

جایگزینی غذای کنسـانتره بـا بیوفلوک حتی در سـطح ۷۵ ٪،تأثیر معنی‌داری روی درصد پروتئین، چربی و کربوهیدرات لاشه ماهیان نگذاشت ($p>۰/۰۵$)، که می‌تواند نشان دهنده یکسان بودن ارزش غذایی بیوفلوک با جیره کنسانتره باشد. نتایج بدست آمده در این طرح با یافته‌های Azim و Little در سـال ۲۰۰۸ روی ماهـی تیلاپیای‌نیـل (*Oreochromis niloticus*) مشابه است. آنها دریافتند که اختلاف معنی‌داریاز نظر ترکیب لاشه بین تیمارهای بیوفلوک و شاهد مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

با توجه به افزایش جمعیـت، پرورش متراکم آبزیان و بالا بردن بازده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه ماهیان کپور معمولی در تیمارهای تحقیقاتی (میانگین ± انحراف معیار). * حروف متفاوت در هر ستون، نشانه وجود تفاوت آماری معنی دار میان تیمارها می‌باشد ($p<0.05$).

تیمار	وزن نهایی (g)	افزایش وزن (g)	ضریب رشد ویژه (SGR)	فاکتور وضعیت (CF)	شاخص احشایی درصد (VSI)	بازماندگی (٪)
۱	۸۰/۶±۳/۸ bc	۲۲/۱۰±۳/۸ bc	۱/۶۰±۰/۲ bc	۱/۷±۰/۰۱	۹/۸±۰/۴	۱۰۰
۲	۸۵/۹۷±۷/۱ c	۲۷/۳±۶/۹۳ c	۱/۳±۰/۳ c	۱/۴±۰/۱۱	۱۱/۸±۰/۴	۱۰۰
۳	۶۹/۶±۴/۲ ab	۱۱/۳±۴/۹ ab	۰/۶±۰/۲ ab	۱/۷±۰/۲۰	۱۱/۶±۱	۱۰۰
۴	۶۷/۸±۲/۶ a	۹/۲±۲/۴ a	۰/۵±۰/۱ a	۱/۷±۰/۱	۱۰/۳±۱/۳	۱۰۰

جدول۲. مقادیر ترکیبات بدنی بچه ماهیان کپور معمولی در تیمارهای تحقیقاتی (میانگین± انحراف از معیار). * حروف متفاوت در هر ستون، نشانه وجود تفاوت آماری معنی دار میان تیمارها می‌باشد ($p<0.05$).

تیمار	پروتئین (٪)	چربی (٪)	کربوهیدرات (٪)	خاکستر (٪)	رطوبت (٪)
۱	۵۲/۳±۵/۶	۱۱/۶±۱/۲	۹/۴±۴/۲	۷/۴±۰/۰۵ a	۱۹/۳±۰/۸
۲	۵۳/۹±۱/۷	۱۲/۷±۰/۸	۶/۸±۱/۵	۸/۹±۰/۷۰ b	۱۷/۶±۰/۹
۳	۵۴/۶±۳/۱	۱۲/۷±۱/۹	۴±۰/۶	۱۰/۲±۲/۰۱ b	۱۸/۴±۰/۷
۴	۴۹/۱±۱/۲	۱۳/۳±۳/۱	۱۱/۱±۴/۲	۹±۰/۳ b	۱۷/۶±۱/۷

جدول ۳. درصد ترکیب شیمیایی بیوفلوک و جیره کنسانتره. * در این تیمارها فقط ترکیب بیوفلوک گزارش شده است.

تیمار	پروتئین	چربی	خاکستر
۱ (تیمار شاهد)	۳۶	۱۰/۵	۱۰/۵
۲*	۳۲/۵	۰/۲	۱۸/۷
۳*	۲۸/۳۰	۰/۸	۲۹/۸
۴*	۲۸/۵	۲/۲	۱۸/۸

تولیـد یکی از اهداف مهم صنعـت آبزی پروری اسـت (۲۱). با این حال، این سیسـتم پرورشـی خطر مواجهه با عوامل بیماریزا را افزایش می‌دهد و پیشـگیری از بـروز این بیماریها نقـش مؤثری در اقتصـاد آبزی‌پروری دارد (۲۱). اسـتفاده نامناسـب از آنتی‌بیوتیک‌ها باعث مقاومت بسیاری از باکتری‌های بیماریزا می‌شـود. علاوه براین، آنتی‌بیوتیک‌ها تأثیر طولانی مدت در کنترل عوامل بیماریزا ندارد (۱۰). طبق مطالعات Crab در سـال ۲۰۱۰، قابلیت بیوفلوک جهت مقابله با عوامل بیماریزا در مقایسه با دیگر سیسـتم‌های پرورش آبزیان، بیانگر موفقیت این فناوری در صنعت آبزی پروری اسـت. در این تحقیق بالاترین تلفات پـس از رویارویی با باکتری بیماریزای *Aeromonas hdrophila* در ماهیان گروه شاهدثبت گردید، در حالیکه در سایر تیمارها که از بیوفلوک استفاده شده بود، تلفاتی مشاهده نشـد. عوامل مختلفی می‌تواند در کاهش میزان تلفات ماهیان تیمارهای بیوفلوک از جمله کاهش ورود عوامل خارجی (آب، عوامل بیماریزا)، کاهش تغییـرات محیطی، وجود عوامل پروبیوتیکـی و برخی مواد مغذی تقویت کننده سیستم ایمنی ماهی در این سیستم، دخالت داشته باشند.

یکی از شیوه‌های نوین مدیریت آبزی‌پروری به حداقل رساندن میزان آب مورد اسـتفاده (کاهش ورود عوامل بیماریزا به سیستم‌های پرورشی) و کاهش طول دوره پرورش اسـت، که هر دو نقش مؤثری در پیشـگیری از بروز بیماریها دارند (۳). در تیمار شـاهد این تحقیق، آب مخازن پرورشـی هر ۸۶ دقیقه یکبار به طور کامل تعویض می‌شـد، در حالیکه در تیمارهای بیوفلوک فقط ۱٪ آب در طول شـبانه روز تعویض می‌گردید. همچنین در تیمار دوم افزایش ۲۳/۶ ٪ میزان تولید و تفاوت معنی‌دار پارامترهای رشـد نسبت به تیمار شاهد بیانگر موفقیت این سیستم جهت کاهش طول دوره پـرورش اسـت که با نتایج Jang در سـال ۲۰۰۱ در ارتبـاط با نقش مؤثر سیستم بیوفلوک در کاهش مصرف آب و طول دوره پرورش همخوانی دارد.

در تحقیـق حاضر پس از رویارویی ماهی‌ها با باکتری *Aeromonas hydrophila*، در تیمار شاهد ۶۴/۲۵٪ تلفات رخ داد، درحالیکه تیمارهای بیوفلوک هیچ گونه تلفاتی در آنها مشـاهده نشد. در همین رأستا Crab و همکاران در سـال ۲۰۱۰، گزارش کردند که مقاومت آرتمیافرانسیسـکانا (*Artemia franciscana*) پرورش داده‌شده در سیستم بیوفلوک در برابر عامل بیمایریزای ویبریـو (*Vibrio harveyi*) افزایش یافت. در پژوهش دیگری، تأثیر استفاده از منابع کربنی مختلف (استات، گلوکزوگلیسرول) بر بیوفلوک مصرفی توسـط میگوی دراز آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) نشـان داد که منابع مختلف کربنی باعث رشد سویه‌های پروبیوتیکی مختلف می‌شـوند و به تبع آن ترکیب بیوفلوک تغییر می‌کند. همچنین نرخ بازماندگی آبزی پرورشی و مقاومت آن در برابر عوامل بیماریزا تحت تأثیر میـزان انرژی موجود در منبع کربنی و پروتئین بیوفلوک تولید شده از آن قرار می‌گیرد (۸).

در ایـن مطالعه به علت مشـخص نبودن تعرفه قیمـت آب در مزارع پرورشی برآورد هزینه‌های تولید امکان پذیر نبود. اما در همین رأستا Crab در سـال ۲۰۱۰ اظهار داشت، با استفاده از سیستم بیوفلوک جهت پرورش آبزیان می‌توان ۲۰-۱۰٪ هزینه‌های تولید را کاهش داد. در مجموع، با توجه به اثرات مثبت استفاده از فناوری تشکیل بیوفلوک، از جمله کاهش مصرف آب، زمین و غذا، کاهش اثرات زیانبار تخلیه پسـماندهای آبزی‌پروری در محیط، افزایش امنیت زیسـتی، کاهش شیوع بیماریها و افزایش مقاومت آبزی در برابر عوامل بیماریزا می‌توان استفاده از این سیستم را برای پرورش متراکم ماهی کپور معمولی توصیه نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

پیشنهاد می‌شـود، این مطالعه بر روی اندازه‌های مختلف ماهی کپور انجام شود. همچنین پیشنهاد می‌شود قابلیت استفاده از این سیستم جهت پرورش گونه‌های آبزی بومی همه چیزخوار و گیاه‌خوار ارزیابی شود.

تشکر و قدردانی

نویســنده مقالــه از زحمات جناب آقــای دکتر رضا ملــک زاده، آقای مهندس وفا فرهمندی و ســایر همکارانی که در انجام این طرح ما را یاری کردند نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

References

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990) Official Methods of Analysis AOAC. Washington, DC, 1963p.
2. Avnimelech, Y. (2007) Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. Aquaculture. 264: 140-147.
3. Avnimelech, Y. (2012) Biofloc Technology - A Practical Guide Book. (2nd ed.) The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA.
4. Azim, M.E., Little, D.C. (2008) Thebiofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquacult Res. 37: 1406-1412.
5. Azim, M.E., Little, D.C., Bron, J.E. (2008) Microbial protein production in activated suspension tanks manipulating C:N ratio in feed and the implications for fish culture. Bioresour Technol. 99: 3590-3599.
6. Elena, B., Cristea, V., Patriche, N., Grecu, I., sandita, I., Coada, M.T., Ionescu, T.I. (2011) Water quality monitoring into a recirculating aquaculture system for intensive rearing of carp (*Cyprinus carpio*) juveniles fed with probiotics supplement. Lucrari stiintifice. Seria Zootehnie 55: 289-294.
7. Burford, M., Thompsona, P.J., McIntoshb, R.P., Baumanb, R.H., Pearson, D.C. (2004) The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. Aquaculture. 232: 525-537.
8. Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier, P., Verstraete, W. (2010) The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachiumrosenbergii*postlarvae. Aquacult Res. 41: 559-567.
9. De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W. (2008) The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Aquacul. 277: 125-137.
10. Defoirdt, T., Sorgeloos, P., Bossier, P. (2011) Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture. Curr Opin Microbiol. 14: 251-258.
11. Gutierrez-Wing, M.T., Malone, R.F. (2006) Biological filters in aquaculture: trends and research directions for freshwater and marine applications. Aquacult Eng. 34: 163-171.
12. Mahanand, S.S., SrinivasaRao, P. (2012) Optimum formulation of feed for Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), with biofloc as a component. Aquacult Int. 21: 347-360.
13. Markovic, Z., Poleksic, V., Lakic, N., Zivic, I., Dulic, Z., Stankovic, M., Spasic, M., Raskovic, B., Sqrensen, M. (2012) Evaluation of Growth and Histology of Liver and İntestine in Juvenile Carp (*Cyprinus carpio* L.) Fed Extruded Diets with or without Fish Meal. Turk J Fish Aquat Sci. 12: 301-308.
14. Papoutsoglou, S.E., Mylonakis, G., Miliou, H., Karakatsouli, N.P.,Chadio, S. (2000) Effects of background color on growth performances and physiological responses of scaled carp (*Cyprinus carpio* L.) reared in a closed circulated system. Aquacul Eng. 22: 309-318.
15. Ray, A.J., Lewis, B.L., Browdy, C.L., Leffler, J.W. (2010) Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, super intensive culture systems. Aquacul. 299: 89-98.
16. Samocha, T.M., Patnaik, S., Gandy, R.L. (2004) Heterotrophic intensification of pond shrimp production. In: Abstract of fifth international conference on recirculating aquaculture. Roanoke Virginia. 34: 64-75.
17. Souza, D.M., Suita, S.M., Leite, F.P.L., Romano,

www.SID.ir

Archive of SID

L.A., Wasielesky, W.,Ballester, E.L.C. (2011) The use of probiotics during the nursery rearing of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a zero exchange system. Aquacult Res. 43: 1828-1837.

18. Wasielesky, W., Peixoto, S., Jensen, L., Poersch, L.H., Bianchini, A. (2004) Effect of natural productionin a zero exchange suspended microbial flocbased super-intensive culture system forwhite shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquacul. 258: 396-403.
19. Xu, W.J., Pan, L.Q., Zhao, D.H., Huang, J. (2012) Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. Aquacul. 350-353: 147-153.
20. Zhao, P., Huang, J., Wang, X.H., Song, X.L,. Yang, C.H., Zhang, X.G., Wang, G.C. (2012) The application of bioflocs technology in high-intensive, zero exchange farming systems of *Marsupenaeus japonicas*. Aquacul. 354-355: 97-106.
21. Wang, J.C., Chang, P.S., Chen, H.Y. (2008) Differential time-series expression of immune-related genes of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in response to dietary inclusion of β-1,3glucan. Fish Shellfish Immunol. 24: 113-121.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of biofloc technology on growth performances, body composition and reduction of economic costs in intensive culture of common carp (*Cyprinus carpio*) juveniles

Bakhshi, F.[1], Najdegerami, E.H.[2*], Eimanim, A.[3], Sarvi Moghanloo, K.[3]

[1]*Department of Aquaculture, Artemia & Aquatica Research Institute, Urmia University, Urmia- Iran*
[2]*Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia- Iran*
[3]*Department of Aquaculture, Faculty of Natural Science, Urmia University, Urmia- Iran*

(Received 8 February 2016, Accepted 25 April 2016)

Abstract:

BACKGROUND: Biofloc technology is considered a method that degrades organic waste by microorganisms and produces bacterial flocculation. **OBJECTIVES:** This study was performed to evaluate of the application of biofloc technology in the rearing of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings in intensive culture. **METHODS:** The experiment was designed in four treatments (Commercial diet as a control, 75% commercial diet + Biofloc, 50% commercial diet + Biofloc, 25% commercial diet + Biofloc) with carp fingerlings (Initial weight 58 ± .2 g) over a period of one month. Water exchange in Biofloc treatments was 1% during 24 h while water flow through system was used in control. At the end of experiment, all fish were intraperitoneally injected with 12×10^7 colony forming units (CFU) of *Aeromonas hydrophila* per fish. **RESULTS:** The results of the experiment indicated that the highest weight gain was observed in fingerlings fed 75% commercial diet + Biofloc that differed significantly from the group fed 25% commercial diet + Biofloc ($p<0.05$). There was no significant difference between control and 50% and 75% commercial diet as well ($p<0.05$). No significant difference was observed in case of condition factor, viscerosomatic index (VSI) and survival in experimental treatments ($p>0.05$). Also, Biofloc significantly increased ash content in muscle ($p<0.05$). The highest mortality (64.2 %) was observed in control in challenge of *Aeromonas hydrophila*. **CONCLUSIONS:** The results suggest that the Biofloc technology can increase growth performances of carp fingerlings in intensive system and decrease water exchange via quality improvement.

Keyword: biofloc technology, common carp, intensive system

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Growth performance and survival of common carp fingerlings in experimental treatments (Mean±SD). * Values in the same column with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Table 2. Proximate body composition of common carp fingerlings in experimental treatments (Mean±SD). * Values in the same column with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).

Table 3. Proximate composition of Biofloc and commercial diet. * Values only indicate Biofloc composition.

***Corresponding author's email: e.gerami@urmia.ac.ir, Tel: 0441-3440295, Fax: 0441-3440295**

www.SID.ir