تاثیر افزودن پروبیوتیک‌های تجاری در سیستم بیوفلاک: بررسی کیفیت آب، عملکرد رشد و تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

فاطمه زهرا کریم‌تبار، حجت الله جعفریان*، حسین آدینه

گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

*نویسنده مسئول: hojat.jafaryan@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۲۵

چکیده

این پژوهش به‌منظور ارزیابی تاثیر سطوح مختلف سوسپانسیون باسیلوس های پروبیوتیکی (آکوا ۱ و ۲) بر پارامترهای کیفی آب، عملکرد رشد و تغذیه و همچنین ترکیبات بیوشیمیایی بدن بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) انجام شد. در مجموع تعداد ۴۵۰ قطعه بچه ماهی (میانگین وزن اولیه ۰/۵۹±۲/۰۹ گرم) در ۵ گروه آزمایشی (هر تیمار دارای ۳ تکرار) به‌مدت ۴۰ روز به‌طور تصادفی توزیع شدند. جیره غذایی و بیوفلاک در همه تیمارها یکسان بود و فقط سطوح استفاده از پروبیوتیک متغییر بود. دو سطح باسیلوس پروبیوتیک و یک شاهد طراحی که شامل پروبیوتیک با مقادیر صفر (شاهد)، آکوا-۱: $۱/۵ \times ۱۰^{۸}$ (T1) و ۳×۱۰^{۸} (T2) و همچنین آکوا-۲: $۱/۵ \times ۱۰^{۸}$ (T3) و ۳×۱۰^{۸} (T4) تلیقح شده در محیط پرورش بودند. در انتهای دوره پرورش، میانگین پارامترهای رشد و تغذیه در کلیه‌ی تیمارهای پروبیوتیکی افزایش معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد داشت. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین وزن نهایی بدن به‌ترتیب در تیمار T4 (۱/۵۲±۹/۳۱ گرم) و شاهد (۰/۷۸±۶/۶۷ گرم) به ثبت رسید. بیشترین و کمترین میزان پروتئین و چربی بدن در تیمار T1 به‌دست آمد. آنالیز کیفی آب در روزهای ۶، ۲۳ و ۴۰ انجام شد. نتایج نشان داد که در روز ۴۰ام، غلظت آمونیاک بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری معنی‌دار نداشت ($P>۰/۰۵$) درحالی‌که غلظت نیترات تغییر یافت. براساس نتایج باسیلوس‌های پروبیوتیکی به میزان ۳×۱۰^{۸} در تیمار T4 بر شاخص‌های رشد و تغذیه ماهی کپور معمولی در سیستم بیوفلاک تاثیر مثبت داشت اما بر آمونیاک آب تاثیری نداشت.

واژگان کلیدی: آنالیز آب، بیوفلاک، پروبیوتیک، پارامترهای رشد، ترکیب لاشه.

مقدمه

پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های مفید نظیر باکتری-ها، قارچ‌ها و مخمرها می‌باشند که از طریق بهبود تعادل میکروبی روده، اثرات سودمندی روی میزبان می‌گذارند و به‌عنوان مکمل غذایی از طریق تحریک آنزیم‌های گوارشی باعث افزایش فرآیند هضم و جذب می‌شوند (Fuller, 1992). این میکروارگانیسم‌ها نه تنها باعث کاهش میکروب‌های بیماری‌زا در محیط و موجود زنده می‌شوند، بلکه با ایجاد و تقویت میکروارگانیسم‌های مفید موجود در دستگاه گوارش، موجب سلامتی و یا افزایش میزان رشد را در موجودات زنده فراهم می‌آورند (Fuller, 1992). علاوه بر این تاثیر پروبیوتیک‌ها بر آبزیان پرورشی بر جنبه‌های مختلفی نظیر بهینه‌سازی پارامترهای فیزیکوشیمیایی محیط پرورش نیز مورد بررسی قرار گرفته است (Irianto and Austin, 2002).

محدودیت‌های آبی، نگرانی‌های زیست محیطی و هزینه‌های بالای غذا عوامل موثری در ترویج و گسترش تحقیقات در خصوص چگونگی تولید و میزان اثر بخشی بیوفلاک در آبزیان می‌باشد. بیوفلاک شامل میکروارگانیسم‌های مختلف (فیتوپلانکتون، باکتری، روتیفر، نماتدها و غیره) و همچنین سلول-های مرده و مدفوع می‌باشد (Emerenciano *et al*., 2011). مطالعات نشان داده است که استفاده از این سیستم نقش مهمی در کیفیت آب، بهره‌وری راندمان تغذیه و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید دارد (Avnimelech *et al*., 1994; Burford *et al*., 2004; Hari *et al*., 2004; Wasielesky *et al*., 2006). در این سیستم ازت از طریق غذای وارد شده به محیط پرورش و کربن از طریق منابع کربنی مانند ملاس، آرد و سبوس گندم، سبوس برنج، ضایعات شالی‌کوبی، پسماند گلوتن، پسماند مالت و پودر آب

پنیر تامین می‌گردد. در این میان ملاس برای افزایش تغذیه باکتری‌های پروبیوتیک و افزایش توانایی باکتری‌ها در بهبود کیفیت آب جزء اقتصادی‌ترین و پرکاربردی‌ترین منبع کربنی محسوب می‌شود (Avnimelech, 1999; Sartika *et al*., 2012). هدف از استفاده منابع کربنی، حفظ نسبت کربن به نیتروژن آب در جهت کنترل و تنظیم مقدار ترکیبات نیتروژنی در آب (Taw, 2010) برای رشد بهینه باکتری‌های هتروتروفی است (Emerenciano *et al*., 2012). بنابراین برای حفظ سیستم بیوفلاک این نسبت بین ۱۰ تا ۲۰ توصیه شده است (Asaduzzaman *et al*., 2008).

مطالعات نشان می‌دهد استفاده از جوامع میکروبی مناسب می‌تواند با کاهش ترکیبات نیتروژنی و کاهش فراوانی باکتری‌های پاتوژنی باعث بهبود کیفیت آب بدون بکارگیری از مواد شیمیایی و ضد میکروبی در محیط پرورشی شود (Bentzon *et al*., 2016). پروبیوتیک‌ها به‌عنوان باکتری‌های سودمند در صنعت آبزی‌پروری با تغییر فلور میکروبی آب و دستگاه گوارش می‌تواند مورد توجه قرار گیرد (Pandiyan *et al*., 2013). در پروبیوتیک‌های تجاری انواع باکتری‌های مفید از جمله باسیلوس‌ها وجود دارند (Noor-Uddin *et al*., 2015) و در سیستم بیوفلاک علاوه بر سویه‌های مختلف باسیلوس‌ها، دیگر باکتری‌ها همچون باکتری‌های هتروتروفی و یوتروفی برای حفظ تعادل بار میکروبی سیستم پرورش به‌وفور یافت می‌شود (Zhao *et al*., 2012; Ferreira *et al*., 2015).

از آن‌جایی‌که تحقیقات نشان داده است که همه گونه‌های آبزی نمی‌توانند در سیستم بیوفلاک عملکرد مناسبی داشته باشند، بنابراین آبزیانی که رژیم غذایی فیلترکنندگی، عادت به همه چیزخواری و قابلیت سازگاری دستگاه گوارش به جذب بهتر ذرات میکروبی را دارند، کاندیدای مناسبی برای استفاده در این سیستم می‌باشند. از جمله گونه‌های اقتصادی دارای این ویژگی‌ها می‌توان به ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) اشاره کرد. این گونه جزو گونه‌های مهم پرورشی بوده و تقریباً در سراسر دنیا پرورش داده می‌شود (Tokur *et al*., 2006). این ماهی به‌دلیل قابلیت تحمل بالا در مقابل نوسانات محیطی و استفاده از محدوده وسیعی از مواد غذایی قابل دسترس، به‌عنوان یکی از گونه‌های مهم پرورشی در ایران نیز محسوب می‌شود (Salehi, 2003). این گونه ماهی به‌صورت نیمه متراکم یا متراکم در استخرهای خاکی پرورش می‌یابد که البته در سال‌های اخیر به علت تقاضای بازار، کپور معمولی به‌صورت تک گونه‌ای و با تراکم بالا در استخرهای بتنی در حال پرورش است. توسعه سیستم‌های متراکم موجب تجمع سریع پسماند غذا، مواد آلی و نیتروژن غیرآلی سمی خواهد شد (Zhao *et al*., 2014) که مدیریت آن بسیار حائز اهمیت می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی اثر تلقیح پروبیوتیک آکوا-۱ و آکوا-۲ بر رشد و تغذیه، کیفیت لاشه و کیفیت آب محیط پرورش بچه کپور معمولی در سیستم بیوفلاک به مدت ۴۰ روز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه بچه ماهی کپور معمولی و شرایط پرورش: بچه ماهی کپور معمولی با میانگین وزن متوسط ۰/۵۹±۲/۰۹ گرم از مرکز تولید و پرورش ماهیان گرم آبی خریداری و به آزمایشگاه آبزی‌پروری دانشگاه گنبدکاووس انتقال داده شد. قبل از انجام آزمایش، ماهیان به‌مدت یک هفته با شرایط آزمایشگاهی سازگار شدند. ماهیان با تراکم اولیه ۹۰ گرم در تانک‌های ۳۰ لیتری (تعداد ۳۰ ماهی در هر تکرار) ذخیره‌سازی و به‌مدت ۴۰ روز مورد آزمایش قرار گرفت. غذادهی بچه ماهیان به‌میزان ۴ درصد به‌طور روزانه در سه نوبت ۸ صبح، ۱۳ ظهر و ۱۶ با غذای تجاری کپور معمولی با پروتئین ۴۷ درصد، چربی ۹ درصد، فیبر ۱/۲ درصد و خاکستر ۹/۹ درصد انجام شد.

تولید بیوفلاک و افزودن به محیط پرورش ماهی: برای آماده‌سازی بیوفلاک یک مخزن ۲۵۰ لیتری تهیه و حجم ۲۰۰ لیتر از آن آبگیری شد. برای سریع در شکل‌گیری بیوفلاک ۲۰۰ گرم غذای تجاری کپور معمولی، ۱ گرم اوره که شامل ۴۶ درصد نیتروژن است، به مخزن اضافه شد. در سیستم بیوفلاک برای تامین ازت از غذای ماهی و اوره و برای تامین کربن از

ملاس چغندرقند استفاده شد. برای تشکیل فلاک در مخزن، دمای آب ۰/۱۹±۲۳ درجه سانتی‌گراد و هوادهی شدید به مدت ۱۴ روز نگهداری شد. وقتی مقدار جامدات معلق کل (TDS) در آب به حدود ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر رسید، هوادهی متوقف و مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر در لیتر فلاک میکروبی به هر یک از تانک‌های تیمار آزمایشی تزریق شد (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۵).

آماده‌سازی و مصرف پروبیوتیک‌ها به‌صورت تلقیح: در این مطالعه از نمایندگی شرکت پروتکسین (انگلستان) مخلوط اسپور باکتریایی آکوا ۱ که شامل باکتری‌های *B. subtillis*، *B. lichenniformis* و *B. circulanc* و آکوا ۲ که شامل باکتری‌های *B. sutilis*، *B. licheniformis*، *B. plymyxa* و *B. laterosporus* تهیه شد. هر یک به مقدار ۱۰۰ میکرولیتر با استفاده از سمپلر در شرایط استریل برداشته و به پلیت‌های حاوی محیط کشت ژلاتینی تریپتیک سوی آگار منتقل و بعد از انکوباسیون آن‌ها در دمای ۳۰ درجه به‌مدت ۲۴ ساعت گرمادهی صورت گرفته و سپس با استفاده از کلونی‌های باکتریایی تولیدشده به‌وسیله آنس استریل در زیر هود و با رعایت شرایط استریل در سرم فیزیولوژی ۰/۹ درصد سوسپانسیون‌های باکتریایی تهیه شد. سوسپانسیون باکتریایی با شاخص نیمه مک‌فارلند و روش تعیین غلظت نوری بوسیله دستگاه اسپکتوفتومتری با طول موج ۶۱۰ نانومتر مشخص گردید (Liu *et al.*, 2010). سوسپانسیون‌های باکتریایی به تیمارهای آزمایشی به‌صورت تلقیح (افزودن در آب) اضافه شد.

طرح آزمایش: این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با یک گروه شاهد و ۴ تیمار آزمایشی تلقیح پروبیوتیک‌های آکوا- ۱ و آکوا -۲ در محیط بیوفلاک طراحی شد. تیمار شاهد بدون استفاده از پروبیوتیک، تیمارهای T1 و T2 با تلقیح سوسپانسیون باکتریایی آکوا-۱ با دو غلظت $۱/۵\times۱۰^{۸}$ و ۳×۱۰^{۸} باکتری و همچنین تیمارهای T3 و T4 با تلقیح سوسپانسیون باکتریایی آکوا-۲ با دو غلظت $۱/۵\times۱۰^{۸}$ و ۳×۱۰^{۸} باکتری بود. در هر تانک پرورش با حجم آبگیری ۳۰ لیتر تعداد ۳۰ قطعه بچه ماهی ذخیره‌سازی و مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر در لیتر از فلاک میکروبی به آن افزوده شد. برای استمرار تولید بیوفلاک در طول دوره آزمایش بر حسب مقدار غذای داده شده (ازت وارد شده به آب از طریق غذا) هر روز ملاس به‌عنوان منبع کربنی به آب محیط پرورش بچه ماهی اضافه شد.

پارامترهای کیفی آب: فاکتورهای کمی و کیفی آب از قبیل دمای آب، درصد اشباعیت، میزان اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی (EC) و TDS توسط دستگاه پورتابل کیفیت سنج آب ساخت شرکت هک آمریکا مدل D40 اندازه‌گیری شد. قلیائیت به روش تیتراسیون و غلظت نیتروژن غیر آلی محلول شامل آمونیاک کل (TAN)، نیتریت ($NO2^{-}$) و نیترات (NO_3^{-}) با استفاده از اسپکتروفتومتر در سه مرحله زمانی (روزهای ۶، ۲۳ و ۴۰ آزمایش) با طول موج به‌ترتیب ۶۴۰، ۵۴۳ و ۴۱۰ نانومتر سنجش شد.

عملکرد رشد و تغذیه بچه ماهیان: در پایان دوره پرورش شاخص‌های رشد و تغذیه بچه ماهیان در هر مخزن با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ و طول آن‌ها با استفاده از کولیس ۰/۱ میلی گرم براساس روابط زیر محاسبه شدند.

نرخ رشد ویژه (SGR)= [لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم) – لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم) / تعداد روزهای آزمایش]× ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی (FCR)= [مقدار غذای مصرفی(گرم) / وزن نهایی(گرم)- وزن اولیه (گرم)]

نسبت کارایی چربی (LER) =[وزن به دست آمده (گرم)/ چربی خورده شده (گرم)]

نسبت کارایی پروتیین (PER) =[وزن به‌دست آمده(گرم)/ پروتئین خورده شده]

کارایی تبدیل غذا (FCE) =[وزن به‌دست آمده ماهی(گرم)/ غذای خشک خورده شده]×۱۰۰

ترکیبات بیوشیمیایی بدن: پایان دوره از هر تکرار تعداد ۱۰ قطعه بچه ماهی به‌صورت تصادفی صید و برای آنالیز ترکیبات تقریبی بیوشیمیایی لاشه در دمای ۲۰ – درجه سانتی گراد نگهداری شد. ترکیبات بدن مانند پروتئین توسط دستگاه کجلدال، چربی بوسیله دستگاه سوکسله، ماده خشک با استفاده از کوره اندازه‌گیری گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: توزیع نرمال متغیرهای اندازه‌گیری شده از تکرارهای هر تیمار ابتدا توسط

جدول ۱ - میانگین برخی فاکتورهای آب محیط پرورش بچه ماهی کپور معمولی پرورش یافته با سطوح مختلف پروبیوتیک در سیستم بیوفلاک (انحراف معیار±میانگین).

	شاهد	T_1	T_2	T_3	T_4
دما (سانتی‌گراد)	۲۲/۹۰±۰/۰۵	۲۲/۰۸±۰/۲۸	۲۲/۸۵±۰/۱۲	۲۲/۹±۰/۳۲	۲۲/۰۵±۰/۲۶
پی‌اچ	۷/۹۳±۰/۱۰	۸/۰۱±۰/۰۶	۷/۸۳±۰/۰۷	۷/۸۲±۰/۰۳	۸/۰۰±۰/۰۱
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۷/۳۰±۰/۵۷	۸/۱۱±۰/۶۳	۷/۸۴±۰/۲۸	۷/۵۵±۰/۲۰	۷/۸۴±۰/۲۳
هدایت الکتریکی میکروزیمنس بر سانتی‌متر)	۷۴۴/۰۰±۱۲/۰۳^{b}	۸۹۵/۵۰±۶/۰۶^{ab}	۹۲۱/۰۰±۹/۷۳^{ab}	۹۷۵/۶۷±۱۵/۰۷^{a}	۹۴۱/۶۷±۱۴/۵۴^{a}

عدم وجود حروف لاتین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها نمی‌باشد ($P<۰/۰۵$).

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری مربوطه به کیفیت آب محیط پرورشی، تغییرات رشد و تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن از روش آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) و در نهایت جهت مقایسه میانگین تیمارها براساس تست چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد با بهره‌گیری از نرم-افزارهای Excel (ver. 2016) و SPSS (ver.19) استفاده شد.

نتایج

کیفیت آب محیط پرورش: طی ۴۰ روز دوره آزمایش بچه ماهی کپور معمولی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب (به جز هدایت الکتریکی) بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$) (جدول ۱). میانگین درجه حرارت، اکسیژن محلول، پی اچ و هدایت الکتریکی به‌ترتیب برابر ۲۲/۹۱±۰/۳۵ درجه سانتی‌گراد، ۷/۹۱±۰/۶۰ میلی‌گرم در لیتر، ۷/۷۲±۰/۳۰ و ۸۹۵/۵۰±۱۲/۵۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر ثبت شد.

نتایج متغیرهای کیفی آب مانند (آمونیاک، نیتریت، نیترات و کل مواد جامد محلول) در سه دوره (روزهای ۶، ۲۳ و ۴۰) مورد سنجش قرار گرفت (جدول ۲). در روز ۶ ام آنالیز کیفیت آب (دوره اول)، میزان قلیائیت و نیترات اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نداشت ($P>۰/۰۵$). کل مواد جامد محلول تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد با تیمارهای آزمایشی داشت ($P<۰/۰۵$) که بیشترین و کمترین آن به‌ترتیب در تیمار T2 و تیمار شاهد به‌دست آمد.

در روز ۲۳ ام آنالیز کیفیت آب (دوره دوم)، مقادیر آمونیاک و قلیائیت بین تیمارهای آزمایشی و شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت ($P>۰/۰۵$). نیتریت بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$) در حالی‌که بین تیمارهای تلقیح پروبیوتیک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقادیر به-دست آمده از نیترات نشان داد که تیمار شاهد تنها با تیمار T4 تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$).

روز ۴۰ ام آنالیز آب (دوره سوم)، مقدار آمونیاک بین تیمارهای آزمایشی و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$). مقدار نیتریت بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). حداکثر میزان نیتریت در تیمار T4 و حداقل مقدار آن در تیمار T1 به‌دست آمد. مقدار نیترات بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که کمترین و بیشترین مقدار به‌ترتیب در تیمارهای شاهد و تیمار T2 به ثبت رسید. مقادیر قلیائیت و کل مواد جامد محلول بین تیمار شاهد در مقایسه با دیگر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$).

کارایی رشد و تغذیه: براساس نتایج وزن و طول نهایی بین تیمارهای آزمایشی و شاهد اختلاف معنی داری داشت ($P<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که بیشترین مقدار وزن نهایی در تیمار T4 و کمترین آن در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). مقدار نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آزمایشی داشت ($P<۰/۰۵$) که بیشترین و کمترین آن به‌ترتیب در تیمارهای T4 و شاهد به ثبت رسید. بیشترین ضریب تبدیل غذایی و کمترین کارایی تبدیل غذا در تیمار شاهد به‌دست آمد. همچنین کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی در تیمار T4 تحت تاثیر تلقیح سوسپانسیون باکتریایی آکوا-۲ با غلظت ۳×۱۰^{۸} باکتری برابر ۱/۱۸±۰/۳۲ به‌دست آمد. نسبت کارایی پروتئین و نسبت کارایی چربی در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت

جدول ۲ - بررسی اثرات تلقیح پروبیوتیک بر کیفیت آب محیط پرورش بچه ماهی کپور معمولی در سیستم بیوفلاک (انحراف معیار±میانگین).

زمان / تیمار	کیفیت آب	شاهد	T1	T2	T3	T4
دوره اول (روز ۶)	آمونیاک کل (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۷ ±۰/۰۲^{a}	۰/۰۳ ±۰/۰۰^{b}	۰/۰۳±۰/۰۲^{b}	۰/۰۵±۰/۰۰^{ab}	۰/۰۷±۰/۰۰^{a}
	نیتریت (میلی‌گرم در لیتر)	۱۱/۱۸±۰/۷۰^{ab}	۱۳/۲۵±۰/۳۵^{a}	۱۰/۷۷±۲/۰۳^{b}	۱۰/۳۰±۱/۰۷^{b}	۱۱/۷۸±۱/۰۲^{ab}
	نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۷۵ ±۰/۴۵	۱/۱۰±۰/۷۰	۱/۹۰±۰/۰۴	۱/۹۵±۰/۱۵	۱/۱۵±۰/۷۵
	قلیائیت (میلی‌گرم بر کربنات کلسیم)	۱۷۲/۵۰±۲۲/۵۰	۱۸۰/۵ ±۲۷/۰۰	۱۷۰/۵ ±۲۲/۵۰	۱۸۴/۵۰±۱/۵۰	۱۸۰/۴۵ ±۱۵/۰
	کل مواد جامد محلول	۴۵۷/۵۰±۰/۵۰^{b}	۴۸۱/۵۰±۴/۵۰^{a}	۴۸۵/۵۰±۱/۵۰^{a}	۴۸۴/۵۰±۳/۵۰^{a}	۴۸۲/۰۰±۴/۰۰^{a}
دوره دوم (روز ۲۳)	آمونیاک کل (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۱±۰/۰۲	۰/۰۱ ±۰/۰۰	۰/۰۱±۰/۰۲	۰/۰۱± ۰/۰۰	۰/۰۱±۰/۰۰
	نیتریت (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۶۰±۰/۵۰^{b}	۱/۶۸±۰/۰۴^{a}	۱/۴۷±۰/۰۰^{a}	۱/۷۰±۰/۰۰^{a}	۱/۷۳±۰/۴۰^{a}
	نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۱۵±۰/۱۱^{c}	۱/۷۱±۰/۱۸^{c}	۲/۸۲±۰/۱۲^{b}	۱/۲۲±۰/۰۶^{c}	۴/۴۴±۱/۰۳^{a}
	قلیائیت (میلی‌گرم بر کربنات کلسیم)	۱۷۲/۵۰±۲۲/۵۰	۱۸۰/۰۰±۲۷/۰۰	۱۷۰/۵±۲۲/۵۰	۱۸۴/۵۰±۱/۵۰	۱۸۰/۰±۱۵/۰
	کل مواد جامد محلول	۵۳۸/۵۰±۱۰/۵۰^{a}	۴۸۵/۵۰±۴۰/۵۰^{b}	۵۱۷/۵۰±۲۵/۵۰^{ab}	۵۰۵/۵۰±۱۵/۵۰^{ab}	۵۰۶/۰±۴/۰۰^{ab}
دوره سوم (روز ۴۰)	آمونیاک کل (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۱±۰/۰۰	۰/۰۱±۰/۰۰	۰/۰۱±۰/۰۰	۰/۰۱±۰/۰۰	۰/۰۱±۰/۰
	نیتریت (میلی‌گرم در لیتر)	۲/۴۶±۰/۰۳^{b}	۲/۸۵±۰/۰۱^{a}	۱/۳۷±۰/۱۲^{c}	۱/۳۲±۰/۲۲^{c}	۱/۴۵±۰/۰۵^{c}
	نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۵۷±۰/۰۳^{d}	۳/۳۰±۰/۵۰^{c}	۵/۶۲±۰/۲۴^{a}	۴/۶۵±۰/۴۳^{b}	۳/۴۵±۰/۵۵^{c}
	قلیائیت (میلی‌گرم بر کربنات کلسیم)	۱۷۲/۰±۲۲/۵۰^{a}	۱۵۸/۵±۰/۰۰^{ab}	۱۷۴/۵±۱۶/۵۰^{a}	۱۷۰/۵۰±۰/۰۰^{a}	۱۴۲/۴۵±۴/۰^{b}
	کل مواد جامد محلول	۴۶۴/۵۰±۸/۵۰^{ab}	۴۳۳/۵۰±۱۱/۵۰^{c}	۴۵۱/۵۰±۱/۵۰^{b}	۴۷۴/۵۰±۸/۵۰^{a}	۴۶۱/۰±۱۱/۰۰^{ab}

عدم وجود حروف لاتین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها نمی‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۳ - مقایسه میانگین‌های عملکرد رشد و تغذیه بچه ماهی کپور معمولی پرورش یافته با سطوح مختلف پروبیوتیک در سیستم بیوفلاک (انحراف معیار±میانگین).

پارامتر رشد / تیمار	شاهد	T1	T2	T3	T4
وزن نهایی (گرم)	۶/۶۷ ±۰/۷۸^{c}	۷/۸۵±۱/۷۰^{b}	۸/۶۶±۱/۸۶^{a}	۸/۸۱±۱/۷۳^{a}	۹/۳۱±۱/۵۲^{a}
طول نهایی (سانتی‌گراد)	۶/۶۷±۰/۶۲^{c}	۶/۸۲±۰/۸۷^{b}	۷/۳۵±۰/۸۷^{a}	۷/۰۸±۰/۸۲^{a}	۷/۳۷±۰/۶۸^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد)	۲/۸۷±۰/۳۱^{c}	۳/۲۴±۰/۵۱^{b}	۳/۵۰±۰/۵۰^{a}	۳/۵۴±۰/۴۶^{a}	۳/۷۰±۰/۴۰^{a}
ضریب چاقی	۲/۳۱±۰/۵۳^{ab}	۲/۵۲±۰/۵۰^{a}	۲/۲۰±۰/۴۰^{b}	۲/۵۲±۰/۵۰^{a}	۲/۳۸±۰/۴۸^{ab}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۸۵±۰/۴۰^{a}	۱/۵۳±۰/۴۱^{b}	۱/۳۳±۰/۸۶^{c}	۱/۳۰±۰/۲۸^{c}	۱/۱۸±۰/۳۲^{c}
کارایی تبدیل غذا (درصد)	۵۵/۷۶±۹/۶۱^{c}	۷۰/۲۰±۲۰/۸۱^{b}	۸۰/۰۱±۲۲/۷۳^{a}	۸۱/۸۷±۲۱/۱۳^{a}	۸۷/۱۱±۱۸/۱۲^{a}
نسبت کارایی پروتئین	۱/۲۳±۰/۲۱^{c}	۱/۵۵±۰/۴۶^{b}	۱/۷۷±۰/۵۰^{a}	۱/۸۱±۰/۴۶^{a}	۱/۹۵±۰/۴۱^{a}
نسبت کارایی چربی	۴/۱±۰/۷۲^{c}	۵/۲۶±۱/۵۶^{b}	۶±۱/۷۰^{a}	۶/۱۴ ±۱/۵۸^{a}	۶/۶۰±۱/۴۰^{a}
بازماندگی	۹۰	۱۰۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۰

عدم وجود حروف لاتین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها نمی‌باشد (P<۰/۰۵).

(P<۰/۰۵). عملکرد رشد و تغذیه در تیمارهای آزمایشی (تلقیح پروبیوتیک در محیط پرورش بچه ماهی کپور معمولی در سیستم بیوفلاک) نشان داد که تنها تیمار T1 با دیگر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار داشت.

آنالیز کیفیت لاشه: نتایج ترکیبات بیوشیمیایی لاشه حاصل از تأثیر پروبیوتیک‌های باسیلوسی افزوده شده در سیستم بیوفلاک پرورش بچه ماهی کپور معمولی در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به نتایج تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر پروتئین

جدول ۴ - ترکیب بیوشیمیایی بدن (بر حسب درصد) بچه ماهی کپور معمولی پرورش یافته با سطوح مختلف پروبیوتیک در سیستم بیوفلاک (انحراف معیار±میانگین).

آنالیز / تیمار	شاهد	T1	T2	T3	T4
پروتئین خام	۶۶/۶۸ ± ۰/۵۰^{b}	۶۸/۱۲± ۰/۴۱^{a}	۶۴/۶۹ ±۰/۴۰^{d}	۶۵/۶۵ ± ۰/۳۱^{c}	۶۵/۳۰±۰/۴۰^{cd}
چربی خام	۲۲/۰۳ ± ۰/۵۱^{b}	۲۱ ± ۰/۴۴^{c}	۲۴/۵۶ ±۰/۴۵^{a}	۲۲/۸۸±۰/۵۲^{b}	۲۴/۳۵±۰/۴۰^{a}
رطوبت	۷۵/۹۴ ± ۰/۹۰^{a}	۷۶/۶۵ ± ۰/۳۵^{a}	۷۲/۹۳ ±۰/۳۲^{c}	۷۴/۵۱ ± ۰/۳۲^{c}	۷۳/۳۴±۰/۳۳^{b}
ماده خشک	۲۴/۰۵ ± ۰/۹۰^{c}	۲۳/۳۵ ± ۰/۳۵^{c}	۲۷/۰۶ ±۰/۳۲^{a}	۲۵/۴۸±۰/۳۲^{b}	۲۶/۶۶ ±۰/۳۳^{a}
انرژی خام (کالری بر گرم)	۴۹۹۴/۹۷ ±۱۱۵/۷۸^{b}	۴۷۵۵/۴۶±۱۰۱/۰۳^{c}	۵۵۶۸/۴۴ ±۱۰۴/۰۰^{a}	۵۱۸۶/۸۸ ±۱۱۲/۳۱^{b}	۵۵۲۰/۰۸ ± ۹۰/۷۸^{a}

عدم وجود حروف لاتین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها نمی‌باشد ($P<۰/۰۵$).

ترکیب لاشه وجود داشت ($P<۰/۰۵$)، که بیشترین مقدار پروتئین لاشه در T1 و کمترین مقدار آن در T4 مشاهده شد. مقدار چربی لاشه بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$) که بیشترین و کمترین مقدار چربی به‌ترتیب در T2 و T1 است. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آزمایشی از نظر مقدار رطوبت و ماده خشک مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). انرژی خام موجود که بیشترین مقدار مربوط به تیمار T2 و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد است که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده شده است ($P<۰/۰۵$).

بحث

تکنولوژی بیوفلاک با بهبود کیفیت آب، افزایش کارآیی تغذیه و کمک به سلامت زیستی محیط پرورش و همچنین جهت توسعه صنعت آبزی پروری توصیه شده است (Crab *et al*., 2007). در این سیستم با تنظیم و کنترل مقدار کربن به ازت از طریق تزریق منابع کربنی به محیط پرورشی و تحریک باکتری‌های هتروتروف می‌توان باعث ایجاد محیطی مناسب برای رشد میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌های نیتروفایر گردد که این باکتری‌ها با جذب آمونیاک محیط و تبدیل آن‌ها به نیترات قابلیت بهبود وضعیت زیستی آب را دارا می‌باشند (Schneider *et al*., 2005). در این مطالعه دما، پی‌اچ و اکسیژن محلول آب در دامنه مناسب برای پرورش ماهیان مناطق نیمه گرمسیری مانند کپور ماهیان بود (Boyd, 2002). نتایج حاصل از آنالیز آمونیاک نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. کاهش آمونیاک در پایان دوره پرورش در همه تیمارهای آزمایشی را می‌توان به فعالیت باکتری‌های هتروتروفی در محیط پرورش بیوفلاک بچه ماهیان کپور معمولی نسبت داد. پروبیوتیک مصرفی در تیمارهای آزمایشی نتوانست نسبت به تیمار شاهد (بدون پروبیوتیک) باعث بهبود کیفیت آب گردد. در همین راستا Maria Gabriela و همکاران (۲۰۱۷) گزارش دادند که استفاده از پروبیوتیک تجاری (*Bacillus subtilis* و *B. licheniformis*) در سیستم بیوفلاک پرورش میگو وانامی (*Litopenaeus vannamei*) به‌مدت ۶۰ روز اثرات معنی‌داری بر کیفیت آب نداشت، به‌طوری‌که آمونیاک بین تیمارهای در محدوده ۱/۶۰±۰/۱۴ تا ۱/۶۸±۰/۱۳ میلی‌گرم در لیتر بود.

پروبیوتیک‌ها در بسیاری از موارد قادر به اثر-گذاری مثبت بر فاکتورهای رشد و تغذیه در آبزیان می‌باشند که این امر می‌تواند از طریق تحریک فعالیت‌های متابولیکی در بدن میزبان باشد (Verschuere *et al*., 2000). پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌هایی هستند که به‌منظور پایداری جمعیت میکروبی مفید و مقابله با میکروب‌های بیماری‌زای دستگاه گوارش در تغذیه جانوران به کار می‌روند. این‌ها با دگرگونی فلور میکروبی روده به سود باکتری‌های سودمند و همزمان با کاهش باکتری‌های بیماری‌زا و زیان بار، عملکرد روده‌ها را بهبود می-بخشند (Fazlolahzadeh, 2011). بکارگیری تلقیح پروبیوتیک‌های آکوا-۱ و آکوا-۲ در آب محیط پرورش بچه ماهیان کپور معمولی نشان از افزایش معنی‌دار وزن نهایی و نرخ رشد ویژه در مقایسه با تیمار شاهد شد. ضریب تبدیل غذایی یکی از مهم-ترین شاخص‌های تغذیه‌ای است که در تیمارهای

بیوفلاک حاوی پروبیوتیک در مقایسه با شاهد کاهش یافت. کمترین و بیشترین مقدار آن به‌ترتیب در تیمارهای T4 (۱/۱۸±۰/۳۲) و شاهد (۱/۸۵±۰/۴۰) به‌دست آمد. در تایید نتایج این تحقیق، گزارش شده که تلقیح پروبیوتیک باسیلوس (*B. cereus*) به سیستم بیوفلاک موجب افزایش رشد و نرخ بقاء گربه ماهی جوان (*Clarias gariepinus*) در مقایسه با گروه شاهد می‌شود (Hapsari, 2016). همچنین بکارگیری تلقیحی باکتری‌های نیتروباکتر (*Nitratireductor* sp.)، آلترموناس (*Alteromonas* sp.)، سودوآلترموناس (*Pseudoalteromonas* sp.)، باسیلوس سرئوس (*B. cereus*)، باسیلوس اینفانتیس (*B. infantis*) و باسیلوس سافنسیس (*B. safensis*) در سیستم‌های بیوفلاک برای پرورش میگوی وانامی مورد بررسی قرار گرفت (Manan *et al*., 2017).

مطالعات نشان داده است که بیوفلاک می‌تواند توسط حیوانات آبزی مصرف و باعث افزایش رشد در گونه‌های مختلف مانند ماهی کپور معمولی (Najdegerami *et al*., 2016; Bakhshi *et al*., 2018)، تیلاپیای موزامبیکی (*O. Mossambicus*) (Avnimelech, 1999; 2007)، میگوی آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) (Asaduzzaman *et al*., 2008) و میگوی وانامی (Burford *et al*., 2004; Xu *et al*., 2012) گردد. جایگزینی ۲۵ درصد نرخ غذادهی با ۷۵ درصد بیوفلاک در سیستم پرورش ماهی کپور معمولی بدون تعویض آب باعث بهبود رشد و بهبود فعالیت آنزیم‌های گوارشی شده است (Najdegerami *et al*., 2016). در سیستم‌های بیوفلاک بدلیل وجود توده غذای با عنوان پروتئین میکروبی در طول دوره پرورش بنابراین بکارگیری این تکنولوژی می‌تواند باعث افزایش بازده تغذیه گردد (Ekasari *et al*., 2010). استفاده از منابع مختلف کربنی همچون شکر، ملاس و نشاسته ذرت در سیستم بیوفلاک پرورش ماهی کپور معمولی حاکی از این است که فلاک‌های میکروبی تشکیل شده در زیست توده مبتنی بر نشاسته ذرت می‌تواند عملکرد رشد و کیفیت آب مخازن بدون تبادل آب را بهبود بخشد (Bakhshi *et al*., 2018). در این مطالعه استفاده از پروبیوتیک در سیستم پرورش ماهی کپور معمولی باعث بهبود عملکرد رشد و تغذیه گردید. اگرچه در تحقیقات مختلف نوع طرح آزمایش با یکدیگر متفاوت بوده است، اما به‌طور کلی تحقیقات نشان می‌دهد که پرورش ماهی در سیستم بیوفلاک منجر به بهبود کارایی رشد و تغذیه و بهبود وضعیت آب محیط پرورش می‌گردد. محققین گزارش دادند که وجود اسیدهای آمینه ضروری، لیپیدها، مواد معدنی مختلف و ویتامین‌ها به‌عنوان منبع غذایی در محیط پرورش بیوفلاک بسیار حائز اهمیت است (Thompson *et al*., 2002; Ekasari *et a*l., 2014).

آنالیز ترکیبات لاشه بچه ماهیان کپور معمولی نیز تایید کننده این نتایج هستند به‌طوری‌که استفاده از $۱/۵ \times ۱۰^{۸}$ باکتری‌های پروبیوتیکی (T1) در سیستم بیوفلاک باعث افزایش مقدار پروتئین خام و کاهش چربی در مقایسه با تیمار شاهد گردید. استفاده از پروبیوتیک‌های آکوا-۱ و آکوا-۲ بصورت (تلقیح) نشان داد که بکارگیری این مواد باعث افزایش پروتئین و کاهش چربی در فیله بچه ماهیان کپور شده است. Jafaryan و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از باسیلوس‌های پروبیوتیکی جهت غنی‌سازی ناپلی آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) و افزودن آن به میزان $۵/۳۵ \times ۱۰^{۳}$ در جیره غذایی قزل آلای رنگین کمان نشان داد که میزان پروتئین خام و ماده خشک افزایش یافته و میزان چربی خام نسبت به شاهد کاهش یافت. Faramarzi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند که باسیلوس‌های پروبیوتیکی می‌توانند باعث افزایش ارزش تولید پروتئین و چربی شوند به‌طوری که ارزش پروتئین از ۱/۵ به ۳/۸۸ در تیمار آزمایشی و ارزش تولید چربی از ۰/۱۳ در تیمار شاهد به ۰/۳۶ در تیمار آزمایشی ارتقا یافت. نتایج تجزیه تقریبی ترکیب لاشه در این مطالعه با نتایج Bagheri و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد به‌طوری‌که پروبیوتیک باعث افزایش پروتئین لاشه در لارو قزل-آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) گردید و میزان پروتئین خام لاشه از ۱۰/۳ درصد به ۱۵ درصد در تیمار تغذیه شده با غذای حاوی مکمل باسیلوس‌هاس پروبیوتیکی با غلظت $۳/۹ \times ۱۰^{۸}$ در هر گرم رسید. پروبیوتیک‌ها با افزایش قابلیت هضم و

جذب پروتئین در روده ماهی، باعث افزایش کارایی پروتئین شده و در نتیجه واحد بیشتری از وزن آبزی به نسبت پروتئین خورده شده به‌دست می‌آید (Ghosh *et al*., 2002). براساس نتایج به نظر می‌رسد که افزایش پروتئین خام به این علت است که آنزیم‌های مترشحه از پروبیوتیک‌ها از جمله آنزیم پروتئاز موجب افزایش قابلیت هضم ترکیبات پروتئینی غذای خورده در روده آبزی هدف شده و در نتیجه سبب می‌گردند تا این ترکیبات به خوبی در روده آبزی جذب شده و درصد پروتئین خام لاشه افزایش یابد (Ghosh *et al*., 2002). با توجه به نتایج این مطالعه، بچه ماهی کپور معمولی در محیط بیوفلاک تحت یک تیمار شاهد و دو سطح باسیلوس پروبیوتیک آکوا-۱ و آکوا-۲ به‌صورت تلقیح هر یک با غلظت $۱/۵\times۱۰^{۸}$ و ۳×۱۰^{۸} به‌مدت ۴۰ روز مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج آنالیز کیفیت آب نشان داد که با گذشت زمان مقدار آمونیاک در همه تیمارها کاهش یافت که می‌توان به اثرگذاری بیوفلاک مرتبط دانست. فاکتورهای رشد و تغذیه دارای اختلاف معنی داری بین شاهد بدون پروبیوتیک و شاهد پروبیوتیک دار در سیستم بیوفلاک وجود داشت که بهترین افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار ۴ (تلقیح سوسپانسیون باکتریایی آکوا-۲ با غلظت ۳×۱۰^{۸}) بود.

منابع

عظیمی ع.، جعفریان ح.، هرسیج م.، قلیپور ح.، پاتیمار ر. ۱۳۹۵. تأثیر نسبت‌های مختلف کربن به نیتروژن بر پارامترهای کیفی آب و عملکرد رشد بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در سیستم بیوفلاک. نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۱۰(۴): ۸۹-۷۵.

Asaduzzaman M., Wahab M.A., Verdegem M.C.J., Huque S., Salam M.A., Azim M.E. 2008. C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* production in ponds. *Aquaculture* 280, 117-123.

Avnimelech Y. 1999. Carbon and nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176, 227-235.

Avnimelech Y., Kochva M. and Diab S. 1994 Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 46, 119-131.

Bagheri T., Hedayati S.A., Yavari V., Alizade M., Farzanfar A. 2008. Growth, survival and gut microbial load of rainbow trout (*Oncorhynchus myiss*) fry given diet supplemented with probiotic during the two month of first feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science* 8, 43-48.

Bakhshi F., Najdegerami E.H., Manaffar, R., Tukmechi A., Farah K.R. 2018. Use of different carbon sources for the biofloc system during the grow-out culture of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings. *Aquaculture* 484, 259-267.

Bentzon T.M., Sonnenschein E.C., Gram L. 2016. Monitoring and managing microbes in aquaculture–Towards a sustainable industry. *Microbial Biotechnology* 9(5), 576-584.

Boyd C.E. 2002. Water quality. An Introduction. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht London. 325 p.

Burford M.A., Thompson P.J., McIntosh R.P., Bauman 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.

Crab R., Avnimelech Y., Defoirdt T., Bossier P., Verstraete W. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* 270(1-4), 1-14.

Ekasari J., Crab R., Verstraete W. 2010. Primary nutritional content of bioflocs cultured with different organic carbon sources and salinity. *Hayati Journal of Biosciences* 17(3), 125-130.

Ekasari J., Angela D., Waluyo S.H., Bachtiar T., Surawidjaja E.H., Bossier P., De Schryver P. 2014. The size of biofloc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by aquaculture animals. *Aquaculture* 426, 105-111.

Emerenciano M., Ballester E.L.C. Cavalli, R.O., Wasielesky W. 2011. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquaculture Research* 43, 447-457.

Emerenciano M., Cuzon G., Goguenheim J., Gaxiola G., Aquaco P. 2012. Floc contribution on spawning performance of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. *Aquaculture Research* 44(1), 75-85.

Faramarzi M., Kiaalvandi S., Lashkarbolooki M., Iranshahi F. 2011. The investigation of *Lactobacillus acidophilus* as probiotics on

vannamei larvae. *Fish and Shellfish Immunology* 28, 837-844.

Manan H., Hwei Zhong Moh J., Kasan N., Suratman S. 2017. Identification of biofloc microscopic composition as the natural bioremediation in zero water exchange of Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, culture in closed hatchery system. *Applied Water Science* 7, 2437-2446.

Maria Gabriela F., Fabiana P., Joao Paulo V., Lima Humber A., Andrade William S., Eudes S. 2017. Bioremediation and biocontrol of commercial probiotic in marine shrimp culture with biofloc. *Aquaculture Research* 45(1), 167-176.

Najdegerami E.H., Bakhshi F., Lakani F.B. 2016. Effects of biofloc on growth performance, digestive enzyme activities and liver histology of common carp (Cyprinus carpio L.) fingerlings in zero-water exchange system. Fish *Physiology and Biochemistry* 42(2), 457-465.

Noor-Uddin G.M.M.H., Larsen H., Christensen F.M., Aarestrup T.M., Dalsgaard A. 2015. Identification and antimicrobial resistance of bacteria isolated from probiotic products used in shrimp culture. *Plos ONE* 10: e0132338.

Pandiyan P., Balaraman D., Thirunavukkarasu R., George E.G.J., Subaramaniyan K., Manikkam S., Sadayappan B. 2013. Probiotics in aquaculture. *Drug Invention Today* 5(1), 55-59.

Salehi H. 2003. Market perspective on cultured carp products in Iran. Asia Pacific Conference on Aquaculture. Bangkok, Thailand. 45 p.

Sartika D., Harpeni E., Diantari R. 2012. Pemberian molase pada aplikasi probiotik terhadap kualitas air, pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan mas (*Cyprinus Carpio* L.). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 1(1), 57-64.

Schneider O., Sereti V., Eding E.H., Verreth J.A.J. 2005. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquaculture Engineering* 32, 379-401.

Taw N. 2010. Biofloc technology expanding at white shrimp farms. Global Advocate may/june, 24–26 (available in http://www.gaalliance.org/mag/May _June 2010.pdf).

Thompson F.L., Abreu P.C., Wasielesky W. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture* 203, 263-278.

Tokur B., Ozkutuk S., Atici E., Ozyurt G., Ozyurt C.E. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), growth performance and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *American Eurasian Journal of Scientific Research* 6(1), 32-38. 14.

Fazlolahzadeh F., Keramati K., Nazifi S., Shirian S., Seifi S. 2011. Effect of garlic expression in leucocytes and gut cells of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) induced by probiotics. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 114, 297-304.

Ferreira G.S., Bolívar N.C., Pereira S.A., Guertler C., Vieira F.D.N., Mouriño J.L.P., Seiffert W.Q. 2015. Microbial biofloc as source of probiotic bacteria for the culture of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 448, 273-279.

Fuller R. 1992. History and development of probiotics. In: R. Fuller (Ed.). Probiotics: the Scientific Basis, Chapman & Hall, London, UK. pp: 1-18.

Fuller R. 1992. History and developmentof probiotics. In: Fuller, R. (Ed.), Probiotics:the Scientific Basis. Champan andHall, New York, pp. 1-8.

Ghosh K., Sen S.K., Ray A.K. 2002. Characterization of *Bacillus* Isolated from the gut of Rohu, *labeo rohita*, fingerlings and its significance in digestion. *Applied Aquaculture* 12, 33-42.

Hapsari F. 2016. The effect of fermented and non-fermented biofloc inoculated with bacterium *Bacillus cereus* for catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. *AACL Bioflux* 9(2), 334-339.

Hari B., Kurup B.M., Varghese J.T., Schrama J.W., Verdegem M.C.J. 2004. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture* 241(1-4), 179-194.

Jafaryan H., Morovat R., Shirzad H. 2008. The use of bioencapsulated *Daphnia magna* by probiotic bacillus and their effect on the growth of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Iranian Journal of Biology* 21, 24-35.

Irianto A., Austin B. 2002. Probiotic in aquaculture. *Journal of Fish Diseases* 25, 1-10.22.

Irshad Ahmad H., Verma A.K., Babitha Rani A.M., Rathore G., Saharan N., Gora A.H. 2016. Growth, non-specific immunity and disease resistance of *Labeo rohita* against *Aeromonas hydrophila* in biofloc systems using different carbon sources. *Aquaculture* 456, 61-67.

Liu K.F., Chiu C.H., Shiu Y.L., Cheng W., Liu C.H. 2010. Effects of the probiotic, *Bacillus subtilis* E20, on the survival, development, stress tolerance and immune status of white shrimp, *Litopenaeus*

during frozen storage (-18C). *Food Chemistry* 99(2), 335-341.

Verschuere L., Rombaut G., Sorgeloos P., Verstraete W. 2000. Probiotic bacteria as biological controlagents in aquaculture. *Microbilogy and Molecular Biology Reviews* 64, 655-71.

Wasielesky Jr.W., Atwood H., Stokes A., Browdy C.L. 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 258, 396-403.

Xu W.J., Pan L.Q. 2012. Effects of bioflocs on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. *Aquaculture* 356-357: 147-52.

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 japonicus*. *Aquaculture* 354-355: 97-106.

Zhao Z., Xu Q., Luo L., Wang C., Li J., Wang L. 2014. Effect of feed C/N ratio promoted bioflocs on water quality and production performance of bottom and filter feeder carp in minimum water exchanged pond polyculture system. *Aquaculture* 434, 442-448.

The effect of commercial probiotics addition in biofloc system: Water quality, feed and growth performance and body composition of Common carp (*Cyprinus carpio*)

Fatemeh Zahra Karimtabar, Hojatollah Jafaryan*, Hossein Adineh

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran.
*Corresponding author: hojat.jafaryan@gmail.com
Received: 2019/1/3 Accepted: 2019/6/15

Abstract
This experiment was carried out to evaluate the effect of Suspension on different levels of probiotic *Bacillus* (Aqua 1 and 2) on the water quality parameters, feed and growth performance and body biochemical compounds of Common carp (*Cyprinus carpio*) fry in a biofloc system. A total of 450 of fish (with mean initial body weight of 2.09±0.52 g) were divided into five experimental groups (3 replicates each) for 40 days. Experimental diets and biofloc were identical in all, except for the variation in probiotic levels. Two levels of probiotic bacillus and one control was designed which includes; A probiotic was used at 0 (control), Aqua 1: 1.5×10^8 (T1) and 3×10^8 (T2), Aqua 2: 1.5×10^8 (T3) and 3×10^8 (T4) Inoculation in the culture water. The end of experiment, Mean feed and growth parameters in all probiotic treatments had a significant increase compared to control treatment. The results showed that the highest and lowest final weight was related to T4 (9.31±1.52 g) and control (6.67±0.78 g). Body composition was measured so that the highest protein content and lowest lipid content were obtained in T1 treatment. Water quality analysis was carried out on days 6, 23 and 40. At the end of the experiment (day 40), the concentration of ammonia was not significantly different between the control and experimental treatments, while the concentration of nitrate was changed. Based on the results of this study, the probiotic Bacillus at 3×10^8 in T4 treatment had a positive effect on feed and growth indices of common carp in biofloc system but did not effect on ammonia.

Keywords: Water analyze, Biofloc, Probiotic, Growth parameters, Carcass composition.