مقاله علمی – پژوهشی:

کیفیت آب و عملکرد ایمنی ماهیان انگشت‌قد تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) تحت تاثیر زمان‌های مختلف افزودن کربوهیدرات در سیستم تعویض آب محدود

محمدحسین خانجانی*[۱]، مرتضی علیزاده[۲]، محمد محمدی[۲]، حبیب سرسنگی علی آباد[۲]

*m.h.khanjani@ujiroft.ac.ir

۱- گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

۲- مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بافق، ایران.

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۹

چکیده

در مطالعه حاضر تاثیر زمان‌های مختلف افزودن کربن آلی ملاس بر کیفیت آب و عملکرد ایمنی موکوس ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) در سیستم بیوفلاک با تعویض آب محدود بررسی شد. ماهیان تیلاپیای نیل با میانگین وزن ۱/۵۳ گرم در تانک های فایبرگلاس (مقطع دایره‌ای) با حجم ۱۳۰ لیتر آب با تراکم یک قطعه در لیتر به مدت ۳۷ روز پرورش داده شدند. پنج تیمار آزمایشی شامل یک تیمار شاهد (فاقد بیوفلاک) بدون افزودن ماده کربن دار و چهار تیمار بیوفلاک با افزودن ملاس به صورت روزانه (بیوفلاک ۱)، دو روز یک بار (بیوفلاک ۲)، سه روز یک بار (بیوفلاک ۳) و چهار روز یک بار (بیوفلاک ۴) در نظر گرفته شدند. به تیمارهای بیوفلاک ۲/۵ میلی لیتر بر لیتر توده میکروبی به عنوان استارتر اضافه گردید. همچنین از ماده کربن‌دار ملاس جهت تنظیم نسبت کربن به نیتروژن به میزان ۶۵ درصد خوراک ورودی استفاده گردید. طبق نتایج کیفیت آب در تیمارهای بیوفلاک بهبود نشان داد به‌طوری‌که کمترین میزان نیتروژن آمونیاکی کل (۰/۲۳ میلی گرم در لیتر)، بیشترین میزان نیترات (۲۵/۵ میلی گرم در لیتر) و بیشترین تراکم باکتری های هتروتروف در تیمار بیوفلاک ۱ (افزودن ملاس روزانه) به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ($p<0/05$). نتایج عملکرد ایمنی موکوس ماهی تیلاپیا کمترین میزان ایمنوگلوبولین کل (۴۳/۶۶ میلی گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) و فعالیت لیزوزیم (۱۷/۳۳ u/ml/min) در تیمار شاهد (فاقد بیوفلاک) مشاهده شد ($p<0/05$). به طور کلی، مطالعه حاضر نشان داد که کیفیت آب در سیستم بیوفلاک با افزودن ملاس به صورت روزانه بهتر می باشد و نیز عملکرد ایمنی موکوس ماهی تیلاپیای نیل در سیستم‌های بیوفلاک نسبت به سیستم معمولی بدون توده میکروبی فعال‌تر است ($p<0/05$).

لغات کلیدی: کیفیت آب، ایمنی، تیلاپیای نیل، بیوفلاک، ملاس

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

مقدمه

امروزه به‌کارگیری فن‌آوری‌های نوین از قبیل تکنولوژی توده‌ساز زیستی در صنعت آبزی‌پروری رایج شده است (Avnimelech, 2012). فن‌آوری بیوفلاک ابزاری برای تولید است که با محدود کردن/حذف تعویض آب، تخلیه مواد مغذی و زائد را به محیط زیست کاهش می‌دهد و از این طریق به توسعه آبزی‌پروری پایدار کمک می‌کند (Khanjani and Sharifinia, 2020). تکنولوژی بیوفلاک بر اساس حفظ سطح بالایی از توده میکروبی با هوادهی پیوسته و افزودن کربوهیدرات جهت تنظیم نسبت کربن به نیتروژن عمل می‌کند. با افزودن کربوهیدرات به سیستم، رشد باکتری‌های هتروتروف تحریک می‌شوند و تولید پروتئین میکروبی همراه با جذب نیتروژن غیرآلی اتفاق می‌افتد (Dauda, 2020). سیستم بیوفلاک در آبزی‌پروری در استفاده از آب و غذا در مقایسه با سیستم‌های معمولی عملکرد اقتصادی بهتری دارد و نیز گونه‌هایی که شرایط خاص از قبیل توانایی تحمل سطوح متوسط اکسیژن محلول، تراکم پذیری، استفاده از توده‌های میکروبی و تغذیه، فیلتر فیدری دارند با این سیستم سازگارترند (Khanjani and Sharifinia, 2020). تکنولوژی بیوفلاک به طور موفقیت‌آمیزی در پرورش گونه‌های آب شیرین از قبیل ماهی تیلاپیا (Verster, 2017)، سخت‌پوستان دریایی از قبیل میگوی سفید غربی (Khanjani *et al*., 2020 a,b)، میگوی مونودون (Anand *et al*., 2017) و میگوی بزرگ آب شیرین (Asaduzzaman *et al*., 2008) به‌کارگیری شده است. تیلاپیای نیل (*O. niloticus*) سریع‌الرشد، مقاوم به شرایط محیطی مختلف، سازگارپذیری آسان به تراکم‌پذیری و دومین گونه آب شیرین پرورش یافته در جهان می‌باشد (Menaga *et al*., 2019). علاوه‌براین، تیلاپیا گونه‌ای همه‌چیزخوار است و ذرات غذایی را فیلتر می‌کند و به‌راحتی از منبع غذایی غنی طبیعی و میکروارگانیسم‌های وابسته به بیوفلاک تغذیه می‌کند، با توجه به ویژگی‌های خاص ماهی تیلاپیا، این گونه دارای امکان تولید به صورت متراکم و فوق متراکم در سیستم بیوفلاک می‌باشد (Verster, 2017). مطالعات مختلفی در زمینه استفاده از منابع کربن آلی در سیستم بیوفلاک برای پرورش تیلاپیای نیل انجام گرفته است. از جمله گلوکز و گلیسرول (Ekasari *et al*., 2010)، ملاس (Cavalcante *et al*., 2016)، ملاس، آرد گندم، آرد جو و نشاسته (Khanjani *et al*., 2021a)، گلوکز و پلی بتا هیدروکسی بوترات اسید (Luo *et al*., 2017) که نتایج همه مطالعات بهبود کیفیت آب و عملکرد رشد را تائید می‌کنند. در مطالعه خانجانی و همکاران (۱۳۹۴) پرورش میگوی سفید غربی در سیستم بیوفلاک با تعویض آب محدود تحت تاثیر سطوح مختلف غذایی صورت گرفت. نتایج نشان داد که کیفیت آب و عملکرد آبزی پرورش یافته در تیمارهای بیوفلاک بهتر می‌باشد. سنجش و دانستن ایمنی آبزی پرورش یافته برای مزرعه‌داران حائز اهمیت است. اولین سد دفاعی ماهی موکوس می‌باشد و به عنوان جزئی از مکانیسم ایمنی ذاتی، به‌علاوه از اتصال پاتوژن ها جلوگیری می‌کند، منبع مهمی از اجزاء دخیل در سیستم ایمنی غیراختصاصی است (Subramanian *et al*., 2007). موکوس در جداسازی ماهی از محیط خارجی آن نقش دارد و اولین مکانیسم دفاعی بدن در برابر عوامل بیماری‌زاست (Salinas *et al*., 2011). سد دفاعی موکوس شامل اجزاء مختلفی از جمله آلکالین فسفاتاز، پروتئین‌های موکوس (پروتئاز، لیزوزیم، لکتین و گلوبولین) و ایمنوگلوبولین با نقش‌های خاص می‌باشد (Zhu *et al*., 2013). در سیستم بیوفلاک عملکرد ایمنی آبزی در چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است (Liu *et al*., 2018; Menaga *et al*., 2019; Van Doan *et al*., 2020). تعیین مناسب‌ترین زمان برای افزودن مواد آلی کربن‌دار به سیستم بیوفلاک جهت ارزیابی کیفیت آب، ایمنی آبزی پرورش یافته و آبزی‌پروری پایدار حائز اهمیت است. در مطالعه حاضر، تاثیر زمان‌های مختلف افزودن ماده کربن‌دار ملاس به سیستم با تعویض آب محدود همراه با توده زیستی بر کیفیت آب و عملکرد ایمنی تیلاپیای نیل مورد بررسی قرار گرفت.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

مواد و روش کار

بچه ماهیان انگشت قد تیلاپیای نیل با میانگین وزن ۱/۵۳ ±۰/۱۴ گرم از مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور (بافق، یزد) تهیه و در همان مکان مورد آزمایش قرار گرفتند. ۱۵ مخزن فایبرگلاس با مقطع دایره‌ای (شکل ۱) برای این آزمایش در نظر گرفته شد. هر یک از مخازن با ۱۳۰ لیتر آب چاه زیر زمینی با شوری ۸ قسمت در هزار پر شدند و سپس تعداد ۱۳۰ قطعه انگشت قد تیلاپیای نیل در هر مخزن ذخیره‌سازی شد. چهار تیمار و یک گروه شاهد (تعویض آب) برای تحقیق حاضر در نظر گرفته شد که گروه شاهد (تعویض آب) که روزانه ۶۰-۵۰ درصد آب داخل مخزن پرورش با آب تازه با شوری یکسان قبل از غذادهی تعویض می‌شد. چهار تیمار بیوفلاک با افزودن ماده کربن‌دار ملاس به تانک‌های پرورش (افزودن ملاس به تانک‌ها به صورت روزانه، دو روز یکبار، سه روز یکبار و چهار روز یکبار با تعویض آب روزانه ۰/۸-۰/۴ درصد از کف مخازن در نظر گرفته شدند (Khanjani *et al*., 2021 b) (جدول ۱).

شکل ۱: الف) مخازن پرورش و ب) توده های زیستی تولید شده در مخازن
Figure 1: a) cultivation tanks and b) microbial flocs produced in the tanks

جدول ۱: مشخصات تی‌مارهای استفاده شده بر اساس زمان های مختلف افزودن ملاس برای پرورش تی‌لاپی‌ای نی‌ل
Table 1: Characteristics of treatments based on different times of adding molasses for cultivation of Nile tilapia

تیمار ها	زمان افزودن ملاس	تعوی‌ض آب	غذادهی
تیمار تعویض آب (شاهد)	بدون افزودن ملاس	۵۰ تا ۶۰ درصد	۱۰۰٪ کنسانتره
تیمار بی‌وفلاک ۱	هر ۲۴ ساعت ی‌ک بار	۰/۴ تا ۰/۸ درصد	۷۵٪ کنسانتره+ ۲۵٪ بی‌وفلاک
تیمار بی‌وفلاک ۲	هر ۴۸ ساعت ی‌ک بار	۰/۴ تا ۰/۸ درصد	۷۵٪ کنسانتره+ ۲۵٪ بی‌وفلاک
تیمار بی‌وفلاک ۳	هر ۷۲ ساعت ی‌ک بار	۰/۴ تا ۰/۸ درصد	۷۵٪ کنسانتره+ ۲۵٪ بی‌وفلاک
تی‌مار بی‌وفلاک ۴	هر ۹۶ ساعت ی‌ک بار	۰/۴ تا ۰/۸ درصد	۷۵٪ کنسانتره+ ۲۵٪ بی‌وفلاک

در تیمارهای بیوفلاک، قبل از ذخیره‌سازی ۲/۵ میلی‌لیتر بیوفلاک به ازاء هر لیتر به عنوان استوک اولیه به مخازن تیمارها اضافه شد. غذادهی ۳ مرتبه در روز (۸ صبح، ۱۲ ظهر، ۱۶ عصر) با جیره تجاری داخلی حاوی ۳۵٪ پروتئین (ساخت شرکت خوراک دام و آبزیان مازندران، ایران MANAQUA) و بر اساس درصد وزن بدن انجام شد. در ابتدای دوره ۸ درصد و با توجه به افزایش رشد، درصد غذادهی نسبت به درصد وزن بدن کاهش داده شد. برای هوادهی و تامین اکسیژن، ۲ عدد سنگ هوا در کف مخازن که به منبع هواده متصل بود، نصب گردید. هوادهی در

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

صبح و بعدازظهر مرتباً تنظیم و چک می‌شد که علاوه بر تأمین اکسیژن، منجر به معلق ماندن توده‌های زیستی گردید. در طول دوره آزمایش، به تیمارهای بیوفلاک بعد از وعده غذایی ساعت ۱۲، ماده کربن‌دار ملاس (حاوی ۵۴/۱۸ درصد ماده خشک، ۷۳/۲۴ درصد کربوهیدرات) افزوده شد. ملاس تقریباً به میزان ۶۵ درصد خوراک ورودی (میزان خوراکی که روزانه داده می‌شد)، جهت تحریک و توسعه توده زیستی و کنترل کیفیت آب با درنظر گرفتن نسبت کربن به نیتروژن ۱۵ بر اساس روش Avnimelech (۲۰۱۲) اضافه شد. ملاس پس از توزین به درون ظروف پلاستیکی یک لیتری ریخته شد و به‌خوبی با آب مخزن پرورش مخلوط گردید و به طور یکنواخت در سرتاسر سطح مخزن بعد از استفاده خوراک (در تیمارها: به صورت روزانه، دو روز یکبار، سه روز یکبار و چهار روز یکبار) توزیع شد تا توسعه بیوفلاک را تقویت کند (خانجانی، ۱۳۹۸). آزمایش در یک سالن سرپوشیده با شوری آب ۸ قسمت در هزار، اکسیژن محلول ۶/۱ میلی‌گرم در لیتر، pH ۷/۵، دمای ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳۷ روز انجام شد. مخازن مورد استفاده برای پرورش انگشت قدهای تیلاپیای نیل و توده‌های زیستی تولیدی در آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است.

کیفیت آب

اندازه‌گیری عوامل کیفی آب شامل pH و اکسیژن محلول روزانه دو بار در ساعت ۱۰-۹ صبح و ۱۷-۱۶ عصر و شوری روزانه در ساعت ۹ با کمک دستگاه (HACH HQ30D Multi Meter) انجام شد. اندازه‌گیری میزان مواد جامد قابل ته نشین (Settled solid -SS) و کل مواد جامد معلق (Total Suspended Solid -TSS) هر ۵ روز یکبار انجام شد.

برای تعیین میزان مواد معلق قابل ته نشین یک لیتر آب مخزن را به داخل قیف مدرج شده مخروطی شکل ریخته شد و به مدت ۲۰ دقیقه نگه داشته شد تا ته‌نشین شد. برای اندازه‌گیری کل مواد جامد معلق ۱۰۰ میلی لیتر از آب مخزن، با کاغذ صافی واتمن فیلتر گردید و در آون در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت قرار داده تا خشک شد (خانجانی و همکاران، ۱۳۹۸). اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی کل (TAN)، نیتریت و نیترات آب با استفاده از روش طیف‌سنجی به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر و براساس APHA (۲۰۱۲) سنجیده شد. تعداد باکتری‌های هتروتروف بر اساس روش APHA (۲۰۱۲) و محیط کشت آر دو- آگار شمارش و به صورت لگاریتم واحد تشکیل کلونی (log cfu/ml) بیان گردید.

ایمنی ذاتی موکوسی

به منظور ارزیابی ایمنی ذاتی موکوس، تعداد ۷ ماهی از هر تکرار به طور تصادفی برداشت شدند و با یک حوله تمیز خشک گردیدند (تا آب روی بدن از بین رود) و سپس ماهی‌ها به کیسه‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن حاوی ۱۰ میلی‌لیتر کلرید سدیم (۵۰ mM) برای ۲ دقیقه قرار داده شدند (Mohammadi, *et al*., 2020). پس از آن موکوس ترشح شده از ماهی به میکروتیوب انتقال داده شد و در شرایط (۴ درجه سانتی‌گراد برای ده دقیقه) سانتریفیوژ گردید. در نهایت لایه سطحی جمع آوری و در ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا قبل از آنالیز نگهداری شدند (Ross *et al*., 2000). لیزوزیم با روش اسپکتروفتومتریک و با استفاده از باکتری *Micrococcus lysodeikticus* به عنوان سوبسترا و لیزوزیم سفیده تخم مرغ به عنوان استاندارد اندازه‌گیری شد (Jenabi Haghparast *et al*., 2019). میزان ایمنوگلوبولین کل با استفاده از پلی اتیلن گلیکول ۱۲٪ جهت تفریق و ته نشست ایمنوگلوبولین از پروتئین کل تعیین شد (Cuesta *et al*., 2004). سنجش پارامترهای ایمنی در آزمایشگاه تخصصی دامپزشکی ویرومد در رشت انجام شد.

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

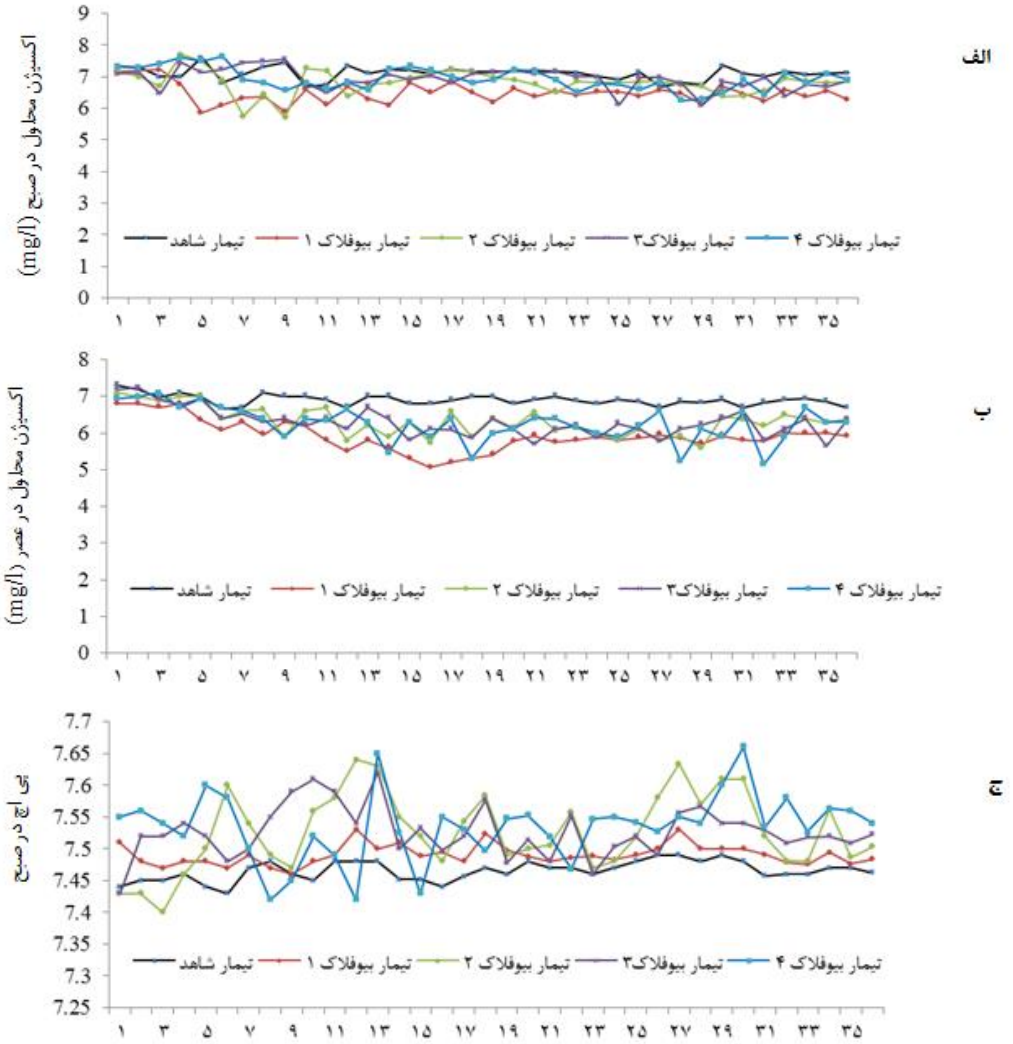
داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. در ابتدا برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد و سپس برای مقایسه میانگین بین تیمارها از آنالیز واریانس یک طرفه با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

و نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه گردید. نمودارها نیز با اکسل نسخه ۲۰۱۳ ترسیم گردید.

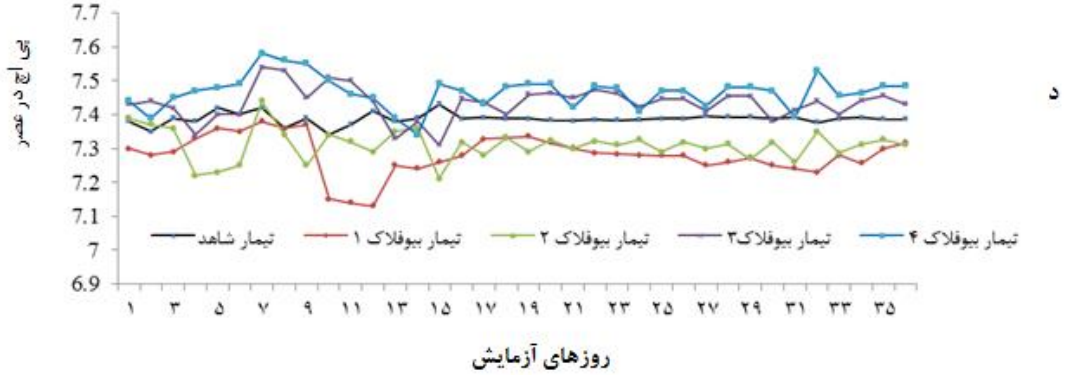
نتایج

تغییرات اکسیژن محلول و pH در صبح و عصر در تیمارهای مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است که نشان می‌دهد، نوسانات این پارامترها در تیمار بیوفلاک ۴ از سایر تیمارها بیشتر و نیز مقادیر این پارامترها در بعدازظهر کمتر از صبح می‌باشد. مقادیر پارامترهای میزان مواد جامد معلق قابل ته‌نشین، کل مواد جامد معلق، نیتروژن آمونیاکی کل، نیتریت، نیترات، شوری و تراکم باکتری‌های هتروتروف در روزهای مختلف آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین برخی از تیمارها وجود دارد ($p<۰/۰۵$). نتایج حاصل از عملکرد ایمنی موکوس ماهی تیلاپیای نیل در جدول ۳ ارائه شده است. طبق نتایج کمترین میزان فعالیت ایمنوگلوبولین (۴۳/۶۶ میلی گرم بر ۱۰۰۰ میلی لیتر) و لیزوزیم (۱۷/۳۳ u/ml/min) در تیمار شاهد و فاقد بیوفلاک مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ($p<۰/۰۵$).



[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]



شکل ۲: نمودار تغییرات میزان اکسیژن محلول در صبح (الف)، اکسیژن محلول در عصر (ب)، pH در صبح (ج) pH در عصر (د) تحت تاثیر تیمارها در روزهای مختلف آزمایش

Figure 2: Chart of changes in the amount of dissolved oxygen in the morning (a) dissolved oxygen in the evening (b) pH in the morning (c) and pH in the evening under the influence of treatments on different days of the experiment

جدول ۲: مقادیر برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در تیمارهای مختلف (میانگین ± انحراف معیار)

Table 2: Values of some physicochemical parameters of water in different treatments

روزهای آزمایش	تعویض آب- شاهد	بیوفلاک ۱	بیوفلاک ۲	بیوفلاک ۳	بیوفلاک ۴
		مواد جامد قابل ته نشین (SS) میلی لیتر بر لیتر			
۳	۰/۲۷±۰/۰۷ c	۵/۷±۰/۶۵ a	۳/۴±۰/۳۵ b	۳/۲±۰/۳۶ b	۲/۹۴±۰/۳۲ b
۱۸	۱/۸۴±۰/۲۳ d	۱۴/۲±۱/۸۳ b	۱۲/۷±۱/۵۵ c	۱۶/۶±۱/۳۵ a	۱۴/۴±۱/۳ b
۳۶	۱/۹±۰/۲۵ d	۳۱/۴±۱/۷ b	۲۴±۱/۲ c	۳۳±۱/۴ ab	۳۵±۱/۹ a
		کل مواد جامد معلق (TSS) میلی گرم بر لیتر			
۳	۱۸±۱ c	۹۸±۱۵ a	۸۲±۷/۵ b	۷۸±۸/۵ b	۹۳±۷/۷۵ a
۱۸	۷۵±۵ c	۱۷۸/۱±۴۵ a	۱۹۱/۱۴±۳۷/۵ a	۱۸۴/۲۳±۳۲/۵ a	۱۴۵/۶۷±۳۰ b
۳۶	۹۴/۲±۶/۲۵ c	۴۴۰/۶±۴۲/۵ a	۳۶۱/۲۳±۳۰ b	۴۲۱/۱۲±۳۵ a	۴۴۸/۹±۴۷/۵ a
		نیتروژن آمونیاکی کل (TAN) میلی گرم بر لیتر			
۳	۰/۷۵±۰/۱۶ a	۰/۳۸±۰/۰۹ b	۰/۷۴±۰/۰۹ a	۰/۷۲±۰/۱۲ a	۰/۶۹±۰/۱ a
۱۸	۲/۹۹±۰/۵۵ c	۸/۱۵±۰/۸۴ b	۱۰/۴۲±۰/۷۸ a	۹/۶۷±۰/۷ b	۱۱/۱±۱/۷۸ a
۳۶	۱/۹۵±۰/۴ a	۰/۲۳±۰/۰۸ d	۰/۹۹±۰/۲۱ c	۱/۳۷±۰/۴۹ b	۱/۷۹±۰/۳۵ a
		نیتریت (NO_2) میلی گرم بر لیتر			
۳	۰/۰۸۵±۰/۰۲ b	۰/۱۱±۰/۰۳۴ a	۰/۱۱۷±۰/۰۴۵ a	۰/۰۷۳±۰/۰۲۵ b	۰/۱۱±۰/۰۴۷ a
۱۸	۰/۲۳±۰/۰۸ b	۰/۲۹±۰/۰۴۶ a	۰/۲۷±۰/۰۵ a	۰/۱۲±۰/۱ c	۰/۱۶±۰/۰۹ c
۳۶	۰/۶۳۸±۰/۱۲ a	۰/۶۸۵±۰/۰۹ a	۰/۲۴۳±۰/۱ d	۰/۴۲۳±۰/۰۷ c	۰/۵۸±۰/۱۲ b
		نیترات (NO_3) میلی گرم بر لیتر			
۳	۲/۸±۰/۴۱ b	۳/۲±۰/۸۲ a	۳/۲۲±۰/۸ a	۳/۴۱±۰/۵ a	۳/۱۵±۰/۸۶ a
۱۸	۱۳/۷±۱/۴ d	۱۷/۸۵±۲/۹ a	۱۵/۸۷±۱/۴ c	۱۶/۲۴±۰/۴۵ c	۱۶/۹۲±۱/۹۴ b
۳۶	۱۴/۴۶±۱/۲۳ c	۲۵/۵±۲/۱ a	۱۹/۶±۲/۴ b	۱۸/۸۴±۱/۹۸ b	۲۱/۶۸±۲/۲ b

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

روزهای آزمایش	تعویض آب- شاهد	بیوفلاک ۱	بیوفلاک ۲	بیوفلاک ۳	بیوفلاک ۴
		شوری (قسمت در هزار)			
۳	۸/۰±۰/۰۲ a	۸/۰۷±۰/۰۴ a	۸/۰۵±۰/۰۵ a	۸/۰۶±۰/۰۴ a	۸/۰۴±۰/۰۳ a
۱۸	۸/۳۶±۰/۰۹ b	۸/۶±۰/۱۵ a	۸/۶۳±۰/۱۷ a	۸/۵۹±۰/۱۸ a	۸/۶۲±۰/۱۷ a
۳۶	۸/۵۷±۰/۱ b	۸/۸۴±۰/۲۱ a	۸/۸۵±۰/۱۹ a	۸/۸۶±۰/۱۸ a	۸/۸۶±۰/۲۲ a
		تراکم باکتری‌های هتروتروف (log cfu/ml)			
۳	۳/۷۳±۰/۰۷ b	۵/۴۹±۰/۰۹ a	۵/۴۷±۰/۰۶ a	۵/۴۹±۰/۱ a	۵/۴۲±۰/۱۴ a
۱۸	۴/۱۱±۰/۰۸۵ c	۶/۹۳±۰/۰۷ a	۶/۶۳±۰/۲۱ b	۶/۷±۰/۲۵ b	۶/۴۵±۰/۳۴ b
۳۶	۴/۵۸±۰/۰۷ c	۷/۳۴±۰/۰۹ a	۷/۰۱±۰/۰۸ b	۶/۹۴±۰/۱۲ b	۶/۸۶±۰/۱۷ b

× در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵ درصد باهم اختلاف معنی‌داری ندارند (p>۰/۰۵).

جدول ۳: فعالیت ایمنی موکوس تیلاپیای نیل پرورش یافته تحت تاثیر تیمارهای مختلف آزمایش (میانگین ±انحراف معیار).
Table 3: Mucosal immune activities of Nile tilapia cultivited under the effect different treatments (Mean ± SD)

تیمار	ایمنوگلوبولین کل (mg/100ml)	فعالیت لیزوزیوم (u/ml/min)
تعویض آب- شاهد	۴۳/۶۶± ۱/۱۵ c	۱۷/۳۳ ±۱/۵۲ d
بیوفلاک ۱	۴۶/۷± ۱/۰۳ b	۲۱/۶۷ ±۲/۰۸ c
بیوفلاک ۲	۴۶/۱۳± ۰/۵۷ b	۲۲/۶۶ ±۲/۵۱ bc
بیوفلاک ۳	۴۸/۳۲± ۱ b	۲۵/۶۶ ±۱/۱۵ b
بیوفلاک ۴	۵۱/۳۴± ۱/۳۱ a	۳۳ ±۲/۶۴ a

× در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵ درصد باهم اختلاف معنی‌داری ندارند (p>۰/۰۵).

بحث

بر طبق نتایج، پارامترهای کیفی به‌دست آمده در محدوده مناسب برای پرورش تیلاپیای نیل می‌باشد (El-Sayed, 2006). در پارامترهای اکسیژن محلول و pH تفاوت معنی‌داری در تیمارهای مختلف مشاهده گردید. کاهش در مقادیر pH و اکسیژن محلول از خصوصیات بارز سیستم های بیوفلاک می‌باشد (Khanjani *et al.*, 2020b). در مطالعه حاضر، سطح اکسیژن محلول و pH در نمودار بعد از ظهر، پایین‌تر نشان داد که احتمالاً به دلیل افزودن ملاس به سیستم بیوفلاک می‌باشد. مطالعات مختلف نشان داده است که با توسعه جوامع میکروبی در سیستم بیوفلاک غلظت دی اکسید کربن به دلیل ضریب تنفس بالاتر افزایش و در نتیجه سبب کاهش pH می‌گردد (Khanjani *et al.*, 2020a). در تیمار شاهد میزان اکسیژن محلول در آب نسبت به سایر تیمارها بالاتر به‌دست آمد که احتمالاً به دلیل تعویض روزانه آب و حضور محدود جوامع میکروبی می‌باشد (Long *et al.*, 2015). کمترین مقادیر اکسیژن محلول و pH در تیمار افزودن ماده کربن‌دار ملاس به صورت روزانه مشاهده شد که احتمالاً به دلیل تراکم بالاتر جوامع میکروبی در این تیمار نسبت به سایر تیمارهاست. نوسانات پارامترهای مذکور در تیمار افزودن ملاس به صورت هر چهار روز یک بار به تانک‌های پرورش بیشتر بود که احتمالاً به دلیل ایجاد یک سیستم میکسوتروفیک در این تیمار است (Dauda, 2020). در مطالعه حاضر، میزان شوری در تیمارهای بیوفلاک بیشتر از تیمار شاهد مشاهده شد که احتمالاً به دلیل تعویض ناچیز آب در تیمارهای بیوفلاک می‌باشد (خانجانی، ۱۳۹۸). همچنین تجمع نمک از غذاهای خورده نشده در سیستم بیوفلاک منجر به افزایش شوری می‌شود (Alves *et al.*, 2017). در مطالعه حاضر،

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

در تیمارهای بیوفلاک مقادیر مواد جامد قابل ته‌نشین و کل مواد جامد معلق با افزایش دوره آزمایش افزایش یافت که با نتایج و برآوردهای سایر محققین هم‌خوانی داشت (Long *et al*., 2015; Khanjani *et al*., 2020 b) در تحقیق حاضر، در روز ۳۶ آزمایش مقدار مواد جامد قابل ته‌نشین (۳۵ میلی لیتر بر لیتر) و مقدار کل مواد جامد معلق (۴۴۸/۹ میلی‌گرم در لیتر) در تیمار افزودن ملاس هر چهار روز مشاهده شد که نشان می‌دهد، بیوفلاک تولیدی در این تیمار سبک‌تر و متخلل‌تر است. میزان کل مواد جامد معلق در استخرهای پرورش تیلاپیا بر مبنای بیوفلاک می‌تواند تا ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر برسد (Avnimelech, 2012)، همچنین مقدار مواد جامد قابل ته نشین در استخرهای بیوفلاک تیلاپیا بایستی در محدوده (۵۰-۵ میلی‌گرم در لیتر) حفظ گردد (Avnimelech, 2011). در این مطالعه مقادیر مواد جامد قابل ته‌نشین (SS) و کل مواد جامد معلق (TSS) در حد بهینه حفظ گردید تا تاثیر منفی بر عملکرد آبزی پرورش‌یافته نداشته باشد. مقدار مواد جامد قابل ته نشین بر میزان شفافیت نیز تاثیر می‌گذارد که با افزایش مقدار آن از میزان شفافیت کاسته می‌شود (Khanjani *et al*., 2021a). افزایش بیش از حد مواد جامد قابل ته‌نشین برای عملکرد مطلوب ماهی مناسب نیست که به دنبال آن مصرف اکسیژن افزایش می‌یابد و در نهایت ممکن است سبب تجمع مواد آلی و بسته شدن آبشش‌های ماهی گردد (Khaanjani and Sharifinia, 2020). در مطالعه حاضر، کمترین میزان نیتروژن آمونیاکی کل و نیترات (NO_3) در تیمار افزودن ملاس به صورت روزانه مشاهده گردید که نشان می‌دهد، در این تیمار باکتری‌های هتروتروف فرآیند نیتروفیکاسیون و جذب نیتروژن آمونیاکی را به‌خوبی انجام داده‌اند که در نهایت سبب افزایش غلظت نیترات در تیمارهای بیوفلاک می‌گردد (Dauda, 2020). تراکم باکتری‌های هتروتروف در مطالعه حاضر در تیمار افزودن ملاس به صورت روزانه بیشترین مقدار به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد. مطالعات مختلف نشان داده است که افزودن ملاس به طور منظم و روزانه سبب افزایش تراکم باکتری‌های هتروتروف طی دوره پرورش می‌شود (Khanjani *et al*., 2020a). در مطالعه حاضر، زمان‌های مختلف افزودن ملاس به تانک پرورش بر فعالیت لیزوزیوم و ایمنوگلوبولین کل تاثیر گذاشت به‌طوری‌که بالاترین میزان آنها در تیمار افزودن ملاس هر چهار روز یکبار مشاهده گردید که نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. در مطالعات مختلف افزایش فعالیت ایمنی آبزی پرورش‌یافته در تیمارهای بیوفلاک نسبت به تیمار شاهد گزارش شده است که مطالعه حاضر با نتایج آنها هم‌خوانی دارد (Long *et al*., 2015; Liu *et al*., 2018; Bakhshi *et al*., 2018). بیوفلاک‌ها منبع خوبی از ترکیبات آلی (کاروتنوئیدها، کلروفیل‌ها، بروموفنول‌ها، فیتواسترول‌ها) و ترکیبات آنتی‌باکتریال هستند که تاثیر مثبتی بر فاکتورهای ایمنی آبزی پرورش‌یافته می‌گذارند (Crab *et al*., 2012; Bakhshi *et al*., 2018). در مطالعه حاضر، تفاوت معنی‌داری در میزان فعالیت‌های ایمنی موکوس (لیزوزیم و ایمنوگلوبولین کل) بین شاهد و تیمارهای بیوفلاک مشاهده گردید به‌طوری‌که کمترین میزان این مقادیر در تیمار شاهد به‌دست آمد. در مطالعه Ahmad و همکاران (۲۰۱۶) فعالیت لیزوزیم سرم در سیستم بیوفلاک با استفاده از منابع کربن (آرد گندم و تاپیوکا) در مقایسه با منابع کربن دیگر (ذرت و باگاس) افزایش نشان داد. پارامترهای ایمنی غیراختصاصی آبزی پرورش‌یافته، احتمالاً تحت تاثیر کیفیت و ترکیب بیوفلاک تولیدی با منابع مختلف کربن قرار می‌گیرد (Ahmad *et al*., 2016). ایمنی ماهیان پرورش‌یافته در سیستم بیوفلاک نسبت به ماهیان پرورش‌یافته در شرایط شاهد و بدون بیوفلاک بیشتر است (Van Doan *et al*., 2020). همچنین سطح پروتئین‌ها، ایمنوگلوبولین کل، میلوپروکسیداز و لیزوزیم به طور قابل توجهی در ماهیان پرورش‌یافته در سیستم بیوفلاک بالاتر است (Mansour and Esteban, 2017). بیوفلاک می‌تواند پاسخ ایمنی ماهی تیلاپیا را تا حدودی بهبود دهد (Liu *et al*., 2018; Van Doan *et al*., 2020). مطالعات نشان داده است که بیوفلاک می‌تواند ترکیبات زیست فعال طبیعی (کاروتنوئیدها، ویتامین‌ها، آنزیم‌های خارج سلولی) و

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

میکروارگانیسم‌های مناسب را برای ماهی پرورش‌یافته فراهم کند که در نتیجه منجر به بهبود پاسخ ایمنی می‌شود (Crab *et al*., 2012; Qiao *et al*., 2020). مطالعات نشان داده است که ترکیب آلی پلی هیدروکسی بوترات تولیدی در توده زیستی، تاثیر مثبتی بر بقاء و عملکرد ایمنی ماهی *Carassius auratus* می‌گذارد (Qiao *et al*., 2020). بیشترین میزان فعالیت‌های ایمنی موکوسی در تیمار افزودن ملاس هر چهار روز یکبار به‌دست آمد. احتمالاً نوع توده‌زیستی تولیدی در این تیمار بر فعالیت‌های ایمنی موکوسی تاثیرگذاری بیشتری دارد. به دلیل حضور ترکیبات محرک ایمنی (پپتیدوگلیکان، بتاگلوکان و لیپوپلی ساکارید) در دیواره باکتری‌های بیوفلاک و نیز حضور آنتی‌اکسیدان در بیوفلاک، سبب افزایش ایمنی آبزی پرورش‌یافته می‌گردد (Menaga *et al*., 2019; Qiao *et al*., 2020). به طور کلی، مطالعه حاضر نشان داد که افزودن ملاس به صورت روزانه به سیستم پرورش منجر به بهبود مناسب کیفیت آب می‌گردد و عملکرد ایمنی ماهی تیلاپیای نیل نیز تحت تاثیر توده زیستی بهتر و کاراتر از سیستم معمولی تعویض آب و بدون توده زیستی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این پروژه در قالب طرح پژوهشی به شماره ۴۸۱۳-۹۸-۳ و با بهره‌مندی از اعتبارات پژوهشی دانشگاه جیرفت به انجام رسیده است. از مدیریت و کارکنان محترم مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه جیرفت به جهت حمایت لازم برای انجام پروژه قدردانی می‌گردد.

منابع

خانجانی، م. ح.، سجادی، م. م.، علیزاده، م. و سوری نژاد، ا.، ۱۳۹۴. تاثیر نسبتهای مختلف غذادهی برکیفیت آب، عملکرد رشد و بقاء پست لاروهای میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) با استفاده از تکنولوژی بیوفلاک. مجله علمی شیلات ایران، ۲۴(۲): ۲۸-۱۳.

خانجانی، م. ح.، سجادی، م. م.، علیزاده، م. و سوری نژاد، ا.، ۱۳۹۸. تغذیه میگوی سفید غربی (*Penaeus vannamei* Boone1931) با بیومس توده‌های زیستی (biofloc) و اثر آن بر کیفیت آب و عملکرد رشد. نشریه علمی توسعه آبزی پروری، ۱۳(۴): ۶۷-۵۵.

خانجانی، م. ح.، ۱۳۹۸. تأثیر سطوح مختلف شوری و منابع کربن در سیستم تولید توده زیستی (Biofloc). مجله علمی شیلات ایران، ۲۸(۴): ۷۹-۶۹. DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119415

Ahmad, I., Verma, A.K., Babitha Rani, A.M., Rathore, G., Saharan, N. and 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, 457: 61-67. DOI:10.1016/j.aquaculture.2016.02.011.

Alves, G.F.O., Fernandes, A.F.A., Alvarenga, E.R., Turra, E.M., Sousa, A.B. and Teixeira, E.A., 2017. Effect of the transfer at different moments of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to the biofloc system in formation. Aquaculture, 479: 564–570. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.06.029

Anand, P., Kumar, S., Kohli, M., Sundaray, J., Sinha, A. and Pailan, G., 2017. Dietary biofloc supplementation in black tiger shrimp, *Penaeus monodon*: effects on immunity, antioxidant and metabolic enzyme activities. Aquaculture Research, 48: 4512–4523. DOI:10.1111/are.13276.

APHA., 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2012. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. Aquaculture, 356-357: 351–356. DOI:10.1016/j.aquaculture.2012.04.046

Cuesta, A., Meseguer, J. and Esteban, M.A. 2004. Total serum immunoglobulin M levels are affected by immunomodulators in seabream (*Sparus aurata* L.). Veterinary Immunology and Immunopathology, 101: 203-210.

Dauda, A.B., 2020. Biofloc technology: a review on the microbial interactions, operational parameters and implications to disease and health management of cultured aquatic animals. Reviwes in Aquaculture, 12(2): 1193-1210. DOI:10.1111/raq.12379.

Ekasari, J., Crab, R., Verstraete, R., 2010. Primary nutritional content of Bio-Flocs cultured with different organic carbon sources and salinity. HAYATI Journal of Biosciences, 17: 125–130. DOI:10.4308/hjb.17.3.125

El-Sayed, E.M., 2006. Tilapia Culture. CABI Publishing, Cambridge Massachusetts USA275 p.

Jenabi Haghparast, R., Moghanlou, K.S., Mohseni, M. and Imani, A., 2019. Effect of dietary soybean lecithin on fish performance, hemato-immunological parameters, lipid biochemistry, antioxidant status, digestive enzymes activity and intestinal histomorphometry of pre-spawning Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*). Fish and Shellfish (22nd ed.). American Public Health Association, Washington, DC, USA.

Asaduzzaman, M., Wahab, M., Verdegem, M., Huque, S., Salam, M. and Azim, M., 2008. C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* production in ponds. Aquaculture, 280: 117–123. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.04.019

Avnimelech, Y., 2011. Tilapia production using biofloc technology (BFT). Proc 9th Int Symp on Tilapia in Aquaculture; Liping L & Fitzsimmons K (eds.). pp: 362- 366. AquaFish Collaborative Research Support Program, Shanghai.

Avnimelech, Y., 2012. Biofloc technology: a practical guide book, 2nd Edition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 272 P.

Bakhshi, F., Najdegerami, E.H., Manaffar, R., Tokmechi, A., Farah, K.R. and Jalali, A.S., 2018. Growth performance, haematology, antioxidant status, immune response and histology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fed biofloc grown on different carbon sources. Aquaculture Research, 49: 393–403. DOI:10.1111/are.13469

Cavalcante, D., Lima, F., Reboucas., V. and Sa, M., 2016. Association between periphyton and bioflocs systems in intensive culture of juvenile Nile tilapia. *Acta Scientiarum.* Animal Sciences, 38: 119–125. DOI: 10.4025/actascianimsci.v38i2.27592

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

Immunology, 91: 50-57. DOI:10.1016/j.fsi.2019.05.022

Khanjani, M.H. and Sharifinia, M., 2020. Biofloc technology as a promising tool to improve aquaculture production. Reviwes in Aquaculture. 12(3): 1836-1850. DOI: 10.1111/RAQ.12412.

Khanjani, M.H., Alizadeh, M. and Sharifinia, M., 2020a. Rearing of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* in a biofloc system: The effects of different food sources and salinity levels. Aquaculture Nutrition, 26: 328–337. DOI:10.1111/anu.12994

Khanjani, M.H., Sharifinia, M. and Hajirezaee, S., 2020b. Effects of different salinity levels on water quality, growth performance and body composition of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) cultured in a zero water exchange heterotrophic system. Annals of Animal Science, 20(4): 1-16. DOI: 10.2478/aoas.2020-0036

Khanjani, M.H, Alizadeh, M. and Sharifinia, M., 2021a. Effects of different carbon sources on water quality, biofloc quality, and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in a heterotrophic culture system. Aquaculture International, 29: 307-321. DOI:10.1007/s10499-020-00627-9.

Khanjani, M.H., Alizadeh, M., Mohammadi, M. and Sarsangi Aliabad, H., 2021b. Biofloc system applied to Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) farming using different carbon sources: growth performance, carcass analysis, digestive and hepatic enzyme activity. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 20(2): 490-513. DOI: 10.22092/ijfs.2021.123383.

Liu, G., Ye, Z., Liu, D., Zhao, J., Sivaramasamy, E., Deng, Y. and Zhu, S., 2018. Influence of stocking density on growth, digestive enzyme activities, immune responses, antioxidant of *Oreochromis niloticus* fingerlings in biofloc systems. Fish and Shellfish Immunology, 81: 416-422. DOI: 10.1016/j.fsi.2018.07.047.

Long, L., Yang, J., Li, Y., Guan, C. and Wu, F. 2015. Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 448: 135–141. DOI:10.1016/j.aquaculture.2015.05.017

Luo, G., Zhang, N., Cai, S., Tan, H. and Liu, Z., 2017. Nitrogen dynamics, bacterial community composition and biofloc quality in biofloc- based systems cultured *Oreochromis niloticus* with polyb-hydroxybutyric and polycaprolactone as external carbohydrates. Aquaculture, 479: 732–741. DOI:10.1016/j.aquaculture.2017.07.017

Mansour, A.T. and Esteban, M.Á., 2017. Effects of carbon sources and plant protein levels in a biofloc system on growth performance, and the immune and antioxidant status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Fish and shellfish immunology, 64: 202-209. DOI: 10.1016/j.fsi.2017.03.025.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

Menaga, M., Felixb, S., Charulatha, M., Gopalakannana, A. and Panigrahic, A., 2019. Effect of *in-situ* and *ex-situ* biofloc on immune response of Genetically Improved Farmed Tilapia. Fish Shellfish Immunology, 92: 698–705. DOI:10.1016/j.fsi.2019.06.031.

Mohammadi, M., Imani, A., Farhangi, M., Gharaei, A. and Hafezieh, M., 2020. Replacement of fishmeal with processed canola meal in diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Growth performance, mucosal innate immunity, hepatic oxidative status, liver and intestine histology. Aquaculture, 518: 734-824. DOI:10.1016/j.aquaculture.2019.734824.

Qiao, G., Chen, P., Sun, Q., Zhang, M., Zhang, J., Li, Z. and Li, Q., 2020. Poly-β-hydroxybutyrate (PHB) in bioflocs alters intestinal microbial community structure, immune-related gene expression and early Cyprinid herpesvirus 2 replication in gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). Fish and Shellfish Immunology, 97, 72–82. DOI:10.1016/j.fsi.2019.12.045

Ross, N.W., Firth, K.J., Wang, A., Burka, J.F. and Johnson, S.C., 2000. Changes in hydrolytic enzyme activities of naive Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin mucus due to infection with the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*) and cortisol implantation. Diseases of Aquatic Organisms, 41(1): 43-51. DOI:10.3354/dao041043.

Salinas, I., Zhang, Y.A. and Sunyer, J.O., 2011. Mucosal immunoglobulins and B cells of teleost fish. Developmental and Comparative Immunology, 35(12): 1346-1365. DOI: 10.1016/j.dci.2011.11.009

Subramanian, S., MacKinnon, Sh. L. and Ross, N.W., 2007. A comparative study on innate immune parameters in the epidermal mucus of various fish species. Comparative Biochemistry and Physiology, 148(3): 256-263. DOI:10.1016/j.cbpb.2007.06.003

Van Doan, H., Hoseinifar, S.H., Hung, T.Q., Lumsangkul, C., Jaturasitha, S., Ehab El- Haroun and Paolucci, M., 2020. Dietary inclusion of chestnut (*Castanea sativa*) polyphenols to Nile tilapia reared in biofloc technology: Impacts on growth, immunity, and disease resistance against *Streptococcus agalactiae*. Fish and Shellfish Immunology, 105: 319–326. DOI:10.1016/j.fsi.2020.07.010

Verster, N., 2017. Comparison of growth rates of tilapia species (*Oreochromis mossambicus* and *Oreochromis niloticus*) Raised in a Biofloc and a standard recirculating aquaculture (RAS) system. Thesis Master of Science in Aquaculture. Ghent University Belgium.

Zhu, L.Y., Nie, L., Zhu, G., Xiang, L.X. and Shao, J.Z., 2013. Advances in research of fish immune-relevant genes: a comparative overview of innate and adaptive immunity in teleosts. Developmental and Comparative Immunology, 39(1-2): 39-62. DOI:10.1016/j.dci.2012.04.001.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]

Water quality and immune function of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings under the influence of different times of carbohydrate addition in a limited water exchange system

Khanjani M.H.[*1]; Alizadeh M.[2]; Mohammadi M.[2]; Sarsangi Aliabad H.[2]

[*]m.h.khanjani@ujiroft.ac.ir

1-Department of Fisheries Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran.
2-Saline Water Aquatic National Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI) Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Bafgh, Iran.

Abstract

In current study, the effect of different times of molasses addition on water quality and immune performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) mucus in biofloc system with limited water exchange was investigated. Nile tilapia with an average weight of 1.53 g was cultured in fiberglass tanks (circular cross section) with a volume of 130 liters of water at a density of one fish per liter for 37 days. Five experimental groups were considered including a control (without biofloc) group without carbonaceous substance addition and four biofloc treatments with molasses added daily (biofloc 1), once every two days (biofloc 2), once every three days (biofloc 3) and once every four days (biofloc 4). 2.5 ml/l microbial mass was added as a starter to biofloc treatments. Also, molasses carbonaceous material (65% of the input feed) was used to adjust the carbon to nitrogen ratio. According to the results, water quality in biofloc treatments showed that the lowest amount of total ammonia nitrogen (0.23 mg/l) and the highest amount of nitrate (25.5 mg/l) were obtained in biofloc 1 treatment (daily molasses addition), that showed a significant difference with other treatments ($p<0.05$). Based on the results of immune function of tilapia mucus, the lowest amount of total immunoglobulin (43.66 mg/100 ml) and lysozyme activity (17.33 ml/min) were observed in the control (without biofloc) group ($p<0.05$). Generally, the current research showed that the water quality in the biofloc system is improved with the addition of molasses on a daily basis and also the immune function of Nile tilapia mucus in biofloc system is more active than the normal system without microbial floc.

Keywords: Water quality, Immunity, Nile tilapia, Biofloc, Molasses

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.1.4]