مجله علوم وفنون دریایی، فصل نامه ی علمی پژوهشی

دوره ۲۰، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، صفحات ۹۵ تا ۱۰۶

مقاله پژوهشی

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

اثر سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی در نسبت های مختلف کربن به ازت بر عملکرد رشد و ترکیب بیوشیمیای لاشه بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در تکنولوژی بیوفلاک

مزدک عالی محمودی[1]، حمید محمدی آذرم [*۲]

۱. گروه شیلات، واحد پردیس خودگردان، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.
۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: azarmhamid@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۳۰

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/jmst.2019.150439.2205

چکیده

هدف این مطالعه بررسی پرورش ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) درسیستم بیوفلاک و تاثیر آن بر عملکرد رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشه بود. تعداد ۷۵۰ عدد بچه ماهی با میانگین وزن۰/۰۵±۱۷گرم بطور تصادفی میان ۳۰عدد تانک پلی‌اتیلنی با حجم تقریبی ۲۵۰ لیتر آب تقسیم شدند. تیمارهای مطالعه حاضر شامل۳سطح کربن به ازت (C/N) مختلف ۱۵،۲۰و ۲۵ و سه سطح پروتئینی جیره غذایی شامل ۲۵٪،۳۰٪ و ۳۵٪ با سه تکرار برای هر تیمار در طی یک دوره ۵۶ روزه بود. بیشترین ضریب تبدیل غذایی و همچنین کمترین درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در تیمار با پروتئین ۳۵٪ و C/N ۲۵ در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵). میزان درصد پروتئین لاشه در تیمارهای بیوفلاک با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بود (P>۰/۰۵). از طرفی کمترین درصد چربی لاشه در تیمار شاهد بدست آمد که اختلاف معنی داری با برخی تیمارها داشت (P<۰/۰۵). بیشترین میزان درصد خاکستر لاشه در تیمار پروتئین ۳۵٪ و نسبت C/N۲۵ بوده که با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین میزان درصد رطوبت لاشه در تیمار شاهد بوده که با تیمار پروتئین ۲۵٪ با C/N۲۵ ، تیمار پروتئین۳۰٪ با C/N ۲۰ و تیمار پروتئین ۳۵٪ با C/N ۲۵ دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده توانایی پرورش ماهی کپور معمولی در سیستم بیوفلاک با پروتئین ۲۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۱۵ الی ۲۰ بود.

واژگان کلیدی: بیوفلاک، *Cyprinus carpio*، عملکرد رشد، لاشه.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

۱. مقدمه:

صنعت آبزی‌پروری طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ حدود ۵/۸ درصد در هر سال رشد داشته است. این صنعت طی دهه‌های اخیر به منظور تامین نیاز پروتئینی جهان، بخصوص در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، از رشد نسبتاً بالایی برخوردار بوده است. توسعه سیستم‌های پرورش متراکم آبزیان نیز نقشی اساسی در این پیشرفت داشته است (FAO, 2018). یکی از مشکلات مهم در سیستم‌های پرورش متراکم آبزیان تهیه غذای با کمیت و کیفیت مناسب و اقتصادی می باشد. از طرفی صید بی رویه آبزیان در سال‌های اخیر باعث کاهش شدید منابع آرد و روغن ماهی مورد نیاز صنایع تولید خوراک تجاری آبزیان گردیده است، که یکی از منابع مهم تامین انرژی آبزیان پرورشی در سیستم‌های پرورش متراکم به شمار می رود (De Schryver, 2008; Mahanand and SrinivasaRao, 2012).استفاده از تکنولوژی بیوفلاک در آبزی‌پروری (BFT)، که در این سیستم باکتری‌های هتروتروف و ریزجلبک‌ها همراه با سایر میکروارگانیسم‌ها تحت شرایط کنترل شده در محیط پرورش تولید می شوند که این فلوکه‌ها می‌توانند هم در جهت پالایش آب و هم بصورت مکمل غذایی به مصرف آبزی برسند، می‌تواند راهگشا باشد (Avnimelech, 2007). در سیستم بیوفلاک در صورتیکه از نسبت کربن به ازت متعادل(C/N=10) استفاده گردد، می توان از کل نیتروژن و فسفر حاصل از دفعیات ماهی و غذای خورده نشده استفاده بهینه کرده و در فلاک باکتریایی آنها را ابقاء و به عنوان غذا برای آبزی استفاده نمود (Schneider *et al*., 2005). تکنولوژی بیوفلاک دو نقش اساسی دارد، نخست: حفظ و نگهداشت کیفیت آب با جذب ترکیبات نیتروژنه و تبدیل آن به پروتئین میکروبی، دوم: تغذیه و افزایش توان تولید با کاهش ضریب تبدیل غذایی و کاهش هزینه غذا (Crab, 2010; De Schryver, 2008; Avnimelech, 2007).تقاضای جهانی برای پروتئین آبزیان تا سال ۲۰۳۰ میلادی بالغ بر ۷۰۰ میلیون تن خواهد بود (FAO, 2018)، کمبود منابع آب و زمین و نیز صید بی رویه آبزیان در سال‌های اخیر باعث کاهش شدید منابع پودر و روغن ماهی مورد نیاز صنایع تولید غذایی تجاری آبزیان گردیده است، که تنها منبع تأمین انرژی آبزیان پرورشی به شمار می‌رود. یکی از روش‌های نوین بکارگرفته شده جهت رفع قسمتی از مشکلات مذکور، فناوری بیوفلاک است که با استفاده از میکروارگانیسم‌ها جهت تجزیه مواد دفعی مزارع و همچنین غذای خورده نشده و تبدیل آنها به مواد مغذی مانند پروتئین، اسیدهای چرب غیراشباع، اسیدهای آمینه ضروری می‌باشد(Avnimelech, 2009). در سال‌های اخیر، مطالعات مختلفی در مورد پرورش ماهی در سیستم بیوفلاک انجام شده است. این مطالعات اثرات مثبت سیستم بیوفلاک بر عملکرد رشد، کیفیت آب و پاسخ سیستم ایمنی در ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*، Avnimelech, 2007; Azim and Little, 2008; Crab *et al*., 2009; Widanarni and Puspita, 2012) ماهی روهو (*Labeo rohita*، Verma *et al*., 2016) و در ماهی گربه آفریقایی (*Clarias gariepinus*، Ekasari *et al*., 2015) گزارش داده اند. همچنین مطالعات در سیستم بیوفلاک برای ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نیز انجام شده است (Najdegerami *et al*., 2016) ، (Bakhshi *et al*., 2018) و (Azimy *et al*., 2016). کپور معمولی به دلیل قابلیت تحمل بالا در مقابل نوسانات محیطی و استفاده از محدوده وسیعی از مواد غذایی قابل دسترس جزو گونه‌های مهم پرورشی بوده و تقریباً در سراسر دنیا پرورش داده می‌شود(Tokur *et al*., 2006). همچنین این گونه بعنوان یکی از گونه‌های مهم پرورشی در ایران نیزمحسوب می‌شود. به همین منظور مطالعه‌ای در جهت بهبود کارایی مصرف غذا، چگونگی عملکرد رشد و ترکیب لاشه کپور معمولی بـا تغییر در نسبتهای کربن بـه ازت و پروتئین خام جیره غذایی در سیستم بیوفلاک انجام گردید.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه به مدت ۵۶ روز در آزمایشگاه خیس دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان انجام شد. برای شروع آزمایش تعداد ۷۵۰ قطعه بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با وزن متوسط اولیه (۰/۰۵±۱۷گرم) انتخاب و به صورت تصادفی

در ۳۰ عدد تانک پلی‌اتیلنی با حجم آب تقریباً ۲۵۰ لیتر با تراکم ۱/۷ کیلوگرم در متر مکعب(۲۵ عدد ماهی در هر تانک) تقسیم شدند. تیمارهای مورد استفاده در این مطالعه شامل ۳ سطح کربن به ازت (C/N) با سطوح مختلف ۱۵، ۲۰ و ۲۵ (C/N 15، C/N 20 و C/N 25) و در ۳ سطح پروتئین خام جیره غذایی تجاری شرکت کیمیاگران تغذیه ۲۵درصد، ۳۰ درصد و ۳۵ درصد در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش فاکتوریل (۳×۳) شامل نه تیمار و ۳ تکرار برای هر تیمار مورد بررسی قرار گرفتند. در گروه کنترل، ماهی‌ها با جیره غذایی تجاری (۳۵٪ پروتئین خام) شرکت کیمیاگران تغذیه، غذادهی شدند، همچنین ماهیان کلیه تیمارها به میزان ۳ درصد وزن بدن‌شان در دو نوبت (۸ صبح و ۱۶ عصر) روزانه تغذیه شدند. برای تامین اکسیژن مورد نیاز سیستم، در هر تانک از سه سنگ هوا استفاده و به پمپ هواده مرکزی متصل شد. دوره نوری در زمان مطالعه به عنوان ۱۰-۱۲ ساعت روشنایی و ۱۰-۱۲ ساعت تاریکی در نظر گرفته شد. پس از آب‌گیری مخازن آزمایشگاهی، برای تحریک و تشکیل بیوفلاک، از مواد مختلف شامل خوراک تجاری ماهی کپور معمولی با پروتئین خام ۳۵ درصد (۱۳گرم)، ملاس به عنوان منبع کربوهیدرات (۱۰گرم) و کود اوره ۴۶ درصد (۱ گرم)، آرد گندم (۳ گرم) و همچنین خاک بستر استخر فعال (۱ گرم) که پس از نرم کردن و عبور از الک با چشمه توری ۵۳ میکرون برای اتصال بهتر ذرات به یکدیگر و کمک به شکل‌گیری فلاک‌ها، استفاده گردید. در ابتدا و جهت شکل‌گیری فلاک نسبت کربن به نیتروژن با فرض خلوص ۵۰ درصدی منبع کربوهیدراتی، ۲۰ در نظر گرفته شد (C/N=20). با استفاده از معادله (۱) بر اساس محاسبه(Avnimelech, 1999) که فرض بر این است که ۲۰ گرم منبع کربن برای تبدیل ۱ گرم آمونیاک کل (TAN) مورد نیاز است، مقدار کربوهیدرات تعیین شده است (Avnimelech, 1999, 2009).

رابطه (۱)
$$(\Delta CH = \Delta Feed \times \%\, N\, Feed \times \%\text{N excretion} \times 20)$$

میزان pH آب با استفاده از دستگاه دیجیتالی(WTW Winlab pH meter)، دما و اکسیژن آب با استفاده از دستگاه دیجیتالی (WTW, Oxi 3210, Portable DO Meter) روزانه ساعت ۷ صبح اندازه‌گیری و ثبت گردید. در مطالعه حاضر میانگین درجه حرارت آب تانک‌های پرورشی ۱/۵±۲۵/۸ سانتی‌گراد، میزان اکسیژن محلول بطور میانگین ۵/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر، میانگین میزان pH ۱/۵±۸/۰ و میانگین کدورت ۰۴/۱۷±۳۲۰/۱۵ در تیمارهای آزمایشی ثبت گردید. جهت تجزیه تقریبی ترکیب لاشه ماهیان، در انتهای ۵۶ روز دوره آزمایش تعداد ۵ قطعه ماهی از هر تکرار بطور تصادفی انتخاب و مقدار ۱۰ گرم عضله از ناحیه پشتی آنها برداشته شد، سپس نمونه‌های تهیه شده از هر ۵ قطعه ماهی با هم ترکیب شدند. ترکیب بیوشیمیایی بدن شامل پروتئین خام، چربی خام، رطوبت و خاکستر در نمونه‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد و پروتئین به روش کجلدال(N×۶/۲۵)، چربی به روش سوکسله و حلال دی‌اتیل‌اتر و خاکستر با سوزاندن نمونه‌ها در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کوره الکتریکی تعیین شد(AOAC, 2000). در پایان ۵۶ روز دوره آزمایش، پارامترهای عملکرد رشد شامل درصد افزایش وزن بدن(WG%)، درصد زنده‌مانی(SR%)، نرخ رشد ویژه(SGR)، ضریب تبدیل غذایی(FCR)، نرخ کارایی پروتئین(PER)، درصد مصرف روزانه غذا(DFI%) و درصد روزانه مصرف پروتئین(DPI%)، با استفاده از فرمول‌های استاندارد ذکر شده در روابط ۲ محاسبه شد(Zhao *et al*., 2014; I. Ahmad *et al*., 2016). ثبت کلی داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار Excel (2013) انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه(ANOVA One-way & tow-way) استفاده گردید. همچنین جهت مقایسه بین میانگین تیمارها و تعیین اختلاف بین میانگین‌ها از پس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan) در سطح معنی‌داری ۵ درصد (P<۰/۰۵) با استفاده از نرم افزارSPSS-19 استفاده شد.

روابط (۲):

$$\left(\text{درصد افزایش وزن بدن}\ (\%WG) = (\{\text{وزن ابتدایی (گرم)}\}) - \text{وزن نهایی (گرم)}) \div (\text{وزن ابتدایی (گرم)}) \times ۱۰۰\right)$$

$$\left[\text{درصد بقاء}\ (\%SR = (\{\text{تعداد ماهیان انتهای دوره}\}) \div \text{تعداد ماهیان ابتدای دوره}) \times ۱۰۰\right]$$

$$\left[\begin{array}{c}\text{نرخ رشد ویژه}\ (SGR)\ \text{درصد در روز} \\ = (\{\text{لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم)}\}) - \text{لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی (گرم)}) \div (\text{دوره پرورش (روز)}) \times ۱۰۰\end{array}\right]$$

$$\left[\text{ضریب تبدیل غذایی}\ (FCR) = (\{\text{میزان غذای خشک خورده شده (گرم)}\}) \div (\text{میزان افزایش وزن تر بدن (گرم)})\right]$$

$$\left[\text{نرخ عملکرد پروتئین}\ (PER) = \{\text{افزایش وزن ماهی (گرم)}\}) \div (\text{میزان پروتئین جذب شده (مصرفی به گرم)})\right]$$

$$\left[\begin{array}{c}\text{پروتئین دریافتی روزانه}\ (\%PFI) \\ = [\text{مصرفی به گرم)}\ \text{کل پروتئین خورده شده} \times 100 \div (((\text{وزن اولیه تمام ماهیان (گرم)} \\ + \text{وزن نهایی تمام ماهیان (گرم)} + (\text{وزن نهایی تمام ماهیان مرده (گرم)} \times (\text{طول دوره} \div 2)]\end{array}\right]$$

$$\left[\begin{array}{c}\text{غذای دریافتی روزانه}\ (\%DFI) \\ = [\text{گرم)}\ \text{کل غذای گرفته شده} \times 100 \div (((\text{وزن اولیه تمام ماهیان (گرم)} \\ + \text{وزن نهایی تمام ماهیان (گرم)} + (\text{وزن نهایی تمام ماهیان مرده (گرم)} \times (\text{طول دوره} \div 2)]\end{array}\right]$$

۳. نتایج

عملکرد فاکتورهای رشد در جدول ۱آمده است. کمترین میانگین وزن نهایی انفرادی، در تیمار با پروتئین ۳۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۲۵ (۰/۹۴±۲۵/۴۲گرم) مشاهده و ثبت شد که با تیمار شاهد (۴/۱±۳۳/۵۶ گرم) دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). دیگر تیمارها و با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (P>۰/۰۵). کمترین درصد افزایش وزن بترتیب در تیمار با پروتئین ۳۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۲۵ (۵/۵±۴۸/۲) و در تیمار با پروتئین ۲۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۲۵ (۶/۳±۵۵/۶) بود که با تیمار شاهد (۸/۰۱±۹۲/۳) دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). دیگر تیمارها و با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (P>۰/۰۵). کمترین نرخ رشد ویژه بترتیب در تیمار با پروتئین ۳۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۲۵ (۰/۰±۷۹/۰۷) و تیمار با پروتئین ۲۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۲۵ (۰/۰۸±۰/۸۸) بود که با تیمار شاهد (۳/۰۸±۱/۰) دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). دیگر تیمارها با یکدیگر و با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (P>۰/۰۵). بترتیب بیشترین ضریب تبدیل غذایی و درصد غذاگیری روزانه متعلق به تیمار با ۳۵ درصد پروتئین و نسبت کربن به ازت ۲۵ (۰/۷±۳/۴) و(۰/۰۸±۲/۲۲) بود که با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و کمترین هم در نسبت کربن به ازت ۱۵ بود که با تیمار شاهد و سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار نبودند (P>۰/۰۵). کمترین درصد پروتئین دریافتی روزانه (۰/۰۱±۰/۴۹) در تیمار با پروتئین۲۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۱۵ میباشد که با تیمار شاهد (۰/۰±۶۵/۰) دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و بیشترین میزان کارایی پروتئین (۰/۲۰±۲/۲) در تیمار با پروتئین۲۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۱۵ بود که با تیمار شاهد (۰/۰۳±۱/۸) فاقد اختلاف معنی‌دار بود (P>۰/۰۵). بیشترین درصد پروتئین دریافتی روزانه (۰/۰۳±۰/۷۸) و کمترین میزان کارایی پروتئین (۰/۲۰±۰/۹۰) در تیمار با پروتئین۳۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۲۵ بود که با تیمار شاهد (۰/۰±۰/۶۵ ؛ ۰/۰۳±۱/۸) دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). سایر تیمارها وبا تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (P>۰/۰۵). بر اساس نتایج آنالیز واریانس دوطرفه (جدول ۲) سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی اثر معنی داری بر فاکتورهای رشد و تغذیه نداشته است (P>۰/۰۵). همچنین سطوح مختلف کربن به ازت به جز

عدم اثر گذاری معنی دار بر کارایی پروتئین (P>۰/۰۵) بر ضریب تبدیل غذایی، درصد غذاگیری روزانه، پروتئین دریافتی روزانه و زنده مانی اثر معنی داری داشته است (P<۰/۰۵). از طرفی اثرات متقابل معنی داری بین سطوح مختلف پروتئین و نسبتهای مختلف کربن به ازت بر پارامترهای رشد، زنده مانی‌تغذیه ای مشاهده‌شد-(P<۰/۰۵).

آنالیز تقریبی ترکیب بیوشیمیایی لاشه کپور ماهیان مورد آزمایش در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج این بررسی نشان داد میزان درصد پروتئین در تمامی تیمارهای بیوفلاک با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بود (P>۰/۰۵). کمترین درصد چربی لاشه در تیمار شاهد (۰/۴۷±۷/۶۶درصد) و بیشترین آن در تیمار پروتئین ۲۵ درصد و نسبت کربن به ازت ۲۰ بوده (۰/۱۵±۱۰/۸۱درصد) که با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). بیشترین میزان درصد خاکستر لاشه در تیمار پروتئین ۳۵درصد و نسبت کربن به ازت ۲۵ بود (۰/۱۱±۲/۲ درصد) و با تیمار شاهد (۱/۰±۸۶/۰۱درصد) دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). سایر تیمارها با یکدیگر و با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بودند(P>۰/۰۵). بیشترین میزان درصد رطوبت لاشه در تیمار شاهد بود (۰/۶۴±۷۲/۹۵ درصد) که با تیمار پروتئین ۲۵ درصد با نسبت کربن به ازت ۲۵ (۱۷/۸۰±۷۰/۰ درصد) و تیمار پروتئین۳۰درصد با نسبت کربن به ازت ۲۰ (۱±۷۰/۸۴ درصد) و تیمار پروتئین ۳۵ درصد با نسبت کربن به ازت ۲۰ (۰/۶۸±۷۲/۰۵درصد) دارای اختلاف معنی‌دار بود.

(P<۰/۰۵). تیمارهای بیوفلاک با یکدیگر فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (P>۰/۰۵). بر اساس نتایج آنالیز واریانس دوطرفه (جدول ۴) سطوح مختلف پروتئین غذایی و یا سطوح مختلف کربن به ازت اثر معنی داری بر ترکیب بیوشیمیایی بدن نداشته است (P>۰/۰۵). از طرفی اثرات متقابل معنی داری بین سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی و نسبتهای مختلف کربن به ازت مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

۴.بحث و نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر مطالعاتی بر روی سیستم بیوفلاک در ماهیان پرورشی انجام گرفته است که تعداد آنها زیاد نیست. مطالعات متعددی نشان دادند که بیوفلاک می‌تواند توسط آبزیان مصرف شده و باعث افزایش رشد در گونه‌های مختلف مانند کپور ماهی معمولی (Bakhshi *et al*., 2018)، ماهی کپور گیبل (*Carassius auratus gibelio*، zhang *et al*., 2018)، تیلاپیای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*، Avnimelech, 2009) و تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*، Azim and little, 2008; Luo *et al*., 2014) میگوی آب شیرین (*Macrobrachiumrosenbergii*) Asaduzzaman) و میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*، Burford *et al*., 2004; Xu *et al*., 2012) گردد. (Magondu et al.,2013)نشان دادند که نسبت کربن به نیتروژن اثر معنی‌داری روی پارامترهای رشد دارد و بالاترین میانگین وزن را در ماهیان پرورش یافته در سیستم بیوفلاک با نسبت کربن به نیتروژن۲۰ مشاهده کردند (Wang et al.,215) نشان دادند که افزایش نسبت‌های کربن به نیتروژن موجب افزایش مقدار وزن بدن، نرخ رشد ویژه و نرخ عملکرد پروتئین و کاهش ضریب تبدیل غذا در ماهی کاراس (*Carassius auratus*) شد1999, Avnimelech) (2007; بیان کرد که بیوفلاک می‌تواند نیاز به پروتئین و مواد مغذی دیگر را برای تیلاپیای موزامبیک بر طرف نماید. در مطالعه حاضر، ماهیان تیمار شاهد با جیره غذایی تجاری حاوی ۳۵ درصد پروتئین و نسبت کربن به ازت حدود ۹ و ماهیان سایر تیمارها با جیره غذایی تجاری حاوی ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درصد پروتئین تغذیه شده بودند.

نتایج نشان داد که عملکرد رشد ماهیان تیمار شاهد نسبت به تیمارهای ۲۵ و۳۰ درصد پروتئین خصوصاً در نسبت کربن به ازت ۱۵ و۲۰ تفاوت معنی‌داری را نداشته است. در مطالعه‌ای که (Bakhshi et al.,2018)بر روی کپور ماهی معمولی انگشت قد در سیستم بیوفلاک انجام گرفت، نشان دادند که در تیمار با پایه منبع کربوهیدراتی ملاس، درصد وزن بدست آمده، درصد زنده‌مانی و نرخ رشد ویژه در این تیمار با تیمار شاهد دارای عدم اختلاف معنی‌دار بود که نتایج بدست آمده با مطالعه حاضر مطابقت دارد. (Mahanand et al .,2013)نیز گزارش کردند که بچه کپور ماهیان هندی روهو (*labeo Rohita*) پرورش یافته

جدول ۱. عملکرد رشد ماهی کپور معمولی در نسبت‌های مختلف کربن به ازت و پروتئین مختلف در سیستم بیوفلاک (میانگین±خطای استاندارد)

شاخص تیمار	درصد زنده مانی	میانگین وزن نهایی(گرم)	درصد افزایش وزن	نرخ رشد ویژه	ضریب تبدیل غذایی	درصد غذاگیری روزانه	درصد پروتئین دریافتی روزانه	میزان کارایی پروتئین
گروه شاهد	۹۲±۶/۱^{ab}	۳۳/۵۶ ± ۱/۴^{a}	۹۲/۳ ± ۸/۰۱^{a}	۱/۳ ± ۰/۰۸^{a}	۱/۶ ± ۰/۰۳^{bc}	۱/۸۵ ± ۰/۰۲^{C}	۰/۶۵ ±۰^{b}	۱/۸ ± ۰/۰۳^{a}
C/N:۱۵/Pr:٪۲۵	۹۷/۳ ± ۲/۶^{a}	۳۰/۰۹ ± ۱/۱^{abc}	۷۵/۵ ± ۶/۶^{abc}	۱/۱ ± ۰/۰۷^{ab}	۱/۸ ± ۰/۱۷^{bc}	۱/۹۵ ± ۰/۰۴^{bc}	۰/۴۹ ± ۰/۰۱^{e}	۲/۲ ± ۰/۲۰^{a}
C/N:۲۰/Pr:٪۲۵	۹۸/۷ ± ۱/۳^{a}	۲۸/۶۵ ± ۱/۱^{abc}	۶۷/۱ ± ۶/۴^{abc}	۱/۱ ± ۰/۰۷^{ab}	۲/۱ ± ۰/۲۵^{bc}	۲/۰۱ ± ۰/۰۵^{abc}	۰/۵ ± ۰/۰۱^{e}	۲± ۰/۲۰^{a}
C/N:۲۵/Pr:٪۲۵	۹۸/۷ ± ۱/۳^{a}	۲۶/۶۸ ±۱^{bc}	۵۵/۶ ± ۶/۳^{bc}	۰/۸۸ ± ۰/۰۸^{b}	۲/۵ ± ۰/۲۸^{b}	۲/۱ ± ۰/۰۵^{ab}	۰/۵۳ ± ۰/۰۱^{de}	۱/۶ ± ۰/۱۷^{a}
C/N:۱۵/Pr:٪۳۰	۹۷/۳ ± ۱/۳^{a}	۲۸/۷۳ ± ۱/۸^{abc}	۶۷/۵ ± ۱۰/۶۳^{abc}	۱± ۰/۱۲^{ab}	۲/۱ ± ۰/۳۸^{bc}	۲/۰۲ ± ۰/۰۸^{abc}	۰/۶۰ ± ۰/۰۲^{bc}	۱/۷ ± ۰/۲۶^{a}
C/N:۲۰/Pr:٪۳۰	۹۴/۷ ± ۵/۳^{a}	۳۰/۴۶ ± ۱/۸^{abc}	۷۷/۶ ± ۱۰/۶۱^{abc}	۱/۱ ± ۰/۱۲^{ab}	۱/۹ ± ۰/۲۱^{bc}	۱/۹۶ ± ۰/۰۵^{bc}	۰/۵۹ ± ۰/۰۱^{bcd}	۱/۸ ± ۰/۱۸^{a}
C/N:۲۵/Pr:٪۳۰	۹۴/۷ ± ۱/۳^{a}	۳۱/۰۴ ± ۱/۹^{abc}	۹۸/۳ ± ۱۲/۸۷^{a}	۱/۳۶ ± ۰/۱۳^{a}	۱/۵ ± ۰/۱۷^{c}	۱/۸۳ ± ۰/۰۶^{c}	۰/۵۵ ± ۰/۰۱^{cde}	۲/۳ ± ۰/۲۶^{a}
C/N:۱۵/Pr:٪۳۵	۱۰۰±۰^{a}	۳۴/۰۲ ± ۲/۳^{a}	۹۸/۴ ± ۱۳/۹۷^{a}	۱/۴ ± ۰/۱۳^{a}	۱/۴ ± ۰/۲۰^{c}	۱/۸ ± ۰/۰۸^{c}	۰/۶۳ ± ۰/۰۲^{b}	۲/۱ ± ۰/۲۹^{a}
C/N:۲۰/Pr:٪۳۵	۱۰۰±۰^{a}	۳۲/۵ ± ۲/۹^{ab}	۸۹/۷ ± ۱۷/۴^{ab}	۱/۲۷ ± ۰/۱۸^{a}	۱/۵ ± ۰/۳۵^{c}	۱/۸۵ ± ۰/۱۱^{c}	۰/۶۵ ± ۰/۰۴^{b}	۱/۹ ± ۰/۴^{a}
C/N:۲۵/Pr:٪۳۵	۸۴±۴^{b}	۲۵/۴۲ ± ۰/۹۴^{c}	۴۸/۲ ± ۵/۵^{c}	۰/۷۹ ± ۰/۰۷^{b}	۳/۴ ± ۰/۷۰^{a}	۲/۲۲ ± ۰/۰۸^{a}	۰/۷۸ ± ۰/۰۳^{a}	۰/۹۰ ± ۰/۲۰^{a}

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).

جدول ۲. آنالیز دوطرفه عملکرد رشد و تغذیه ماهی کپور معمولی در نسبت‌های مختلف کربن به ازت و پروتئین مختلف در سیستم بیوفلاک

شاخص تیمار	سطوح مختلف پروتئین	نسبت های مختلف کربن به ازت	اثرات متقابل
میانگین وزن نهایی (گرم)	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	P<۰/۰۵
درصد افزایش وزن	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	P<۰/۰۵
نرخ رشد ویژه	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	P<۰/۰۵
ضریب تبدیل غذایی	P>۰/۰۵	P<۰/۰۵	P<۰/۰۵
درصد غذاگیری روزانه	P>۰/۰۵	P<۰/۰۵	P<۰/۰۵
درصد پروتئین دریافتی روزانه	P>۰/۰۵	P<۰/۰۵	P<۰/۰۵
میزان کارایی پروتئین	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	P<۰/۰۵
درصد زنده مانی	P>۰/۰۵	P<۰/۰۵	P<۰/۰۵

جدول ۳. آنالیز تقریبی لاشه ماهی کپور معمولی در نسبت‌های مختلف کربن به ازت و پروتئین مختلف در سیستم بیوفلاک (میانگین± درصد وزن تر)

تیمار	پروتئین(درصد)	چربی(درصد)	خاکستر(درصد)	رطوبت(درصد)
گروه شاهد	۱۶/۷۲ ± ۰/۰۴^{ab}	۷/۶۶ ± ۰/۴۷^{c}	۱/۸۶ ± ۰/۰۱۰^{b}	۷۲/۹۵ ± ۰/۶۴^{a}
C/N: ۱۵/Pr:٪۲۵	۱۶/۲۲ ± ۴/۰۶^{ab}	۱۰/۶۵ ± ۰/۲۲^{a}	۱/۹ ± ۰/۰۲۵^{b}	۷۱/۲۲ ± ۰/۲۷^{ab}
C/N: ۲۰/Pr:٪۲۵	۱۶/۱۵ ± ۰/۱۰^{ab}	۱۰/۸۱ ± ۰/۱۵^{a}	۱/۸۹ ± ۰/۰۳۰^{b}	۷۱/۰۹ ± ۰/۲۰^{ab}
C/N: ۲۵/Pr:٪۲۵	۱۶/۷۱ ± ۰/۲۳^{ab}	۱۰/۴۰ ± ۰/۳۶^{ab}	۱/۹۶ ± ۰/۰۷^{ab}	۷۰/۱۷ ± ۰/۸۰^{b}
C/N:۱۵/Pr:٪۳۰	۱۵/۸۹ ± ۰/۰۳^{b}	۱۰/۳۷ ± ۰/۱۷^{ab}	۱/۸۸ ± ۰/۰۲۵^{b}	۷۱/۱۵ ± ۰/۳۶^{ab}
C/N:۲۰/Pr:٪۳۰	۱۷/۷۷ ± ۱/۵۱^{a}	۸/۶۳ ± ۱/۷۵^{abc}	۲/۱۴ ± ۰/۱۸^{ab}	۷۰/۸۴ ±۱^{b}
C/N:۲۵/Pr:٪۳۰	۱۵/۷۹ ± ۰/۴۸^{b}	۹/۰۱ ± ۰/۶۹^{abc}	۱/۹ ± ۰/۰۱۰^{b}	۷۱/۸۵ ± ۰/۴۹^{ab}
C/N:۱۵/Pr:٪۳۵	۱۶/۱۶ ± ۰/۴۰^{ab}	۸/۸۳ ± ۰/۰۲^{abc}	۱/۹۳ ± ۰/۰۳^{ab}	۷۲/۱۹ ± ۰/۴۱^{ab}
C/N:۲۰/Pr:٪۳۵	۱۶/۶۱ ± ۰/۰۲^{ab}	۷/۸۶ ± ۰/۴۹^{bc}	۱/۹۲ ± ۰/۰۲^{ab}	۷۲/۰۵ ± ۰/۶۸^{ab}
C/N:۲۵/Pr:٪۳۵	۱۵/۸۹ ± ۰/۰۶^{b}	۱۰/۷۴ ± ۱/۱۲^{a}	۲/۲ ± ۰/۱۱^{a}	۷۰/۸۰ ± ۰/۶۵^{b}

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است(P<۰/۰۵)

جدول ۴. آنالیز تقریبی دوطرفه لاشه ماهی کپور معمولی در نسبت‌های مختلف کربن به ازت و پروتئین مختلف در سیستم بیوفلاک

تیمار	سطوح مختلف پروتئین	نسبتهای مختلف کربن به ازت	اثرات متقابل
پروتئین(درصد)	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵
چربی(درصد)	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵
خاکستر(درصد)	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵
رطوبت(درصد)	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵

در سیستم بیوفلاک دارای میانگین وزن نهایی و نرخ رشد ویژه در تراکم‌های یکسان با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بود. همچنین ضریب تبدیل غذایی و نرخ عملکرد پروتئین در تراکم‌های یکسان با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بود. به طور کلی، مطالعه آنها ثابت کرد که تکنولوژی بیوفلاک برای پرورش ماهی روهو مناسب می‌باشند.

همچنین در مطالعه‌ای که(Zhao et al.,2014) بر روی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و کپور آیینه‌ای(mirror carp) انجام دادند، نشان دادند که ضریب تبدیل غذایی و درصد زنده‌مانی در نسبت کربن به ازت ۱۵، ۱۹ و ۲۳ با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بود. نرخ کارایی پروتئین در نسبت کربن به ازت ۱۵، ۱۹ و ۲۳ بالاتر از تیمار شاهد بودند. اما با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار است که در تمامی موارد با مطالعه حاضر کاملا همخوانی دارد.

مطالعه‌ای که(Mansour&Esteban,2017) بر روی ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) تغذیه شده با سطح پروتئین ۲۰ درصد در سیستم بیوفلاک، نسبت به ماهیان تغذیه شده با ۳۰ درصد پروتئین در سیستم معمولی پرورشی، انجام دادند نشان دادند که ماهیان در سطح پروتئین ۲۰ درصد عملکرد رشد بهتری داشتند. لذا معنی‌دار نبودن نتایج رشد نسبت به تیمار شاهد در مطالعه حاضر خود بیانگر موفقیت این سیستم در پرورش متراکم و فوق متراکم ماهی کپور معمولی می باشد. زیرا با وجود کاهش ۱۰ درصدی پروتئین در جیره مخصوصاً در نسبت‌های کربن به ازت ۱۵ و ۲۰ اکثر شاخص‌های عملکردی رشد با تیمار شاهد دارای عدم اختلاف معنی‌دار بودند. همچنین نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج حاصل از استفاده سیستم بیوفلاک در پرورش ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) که توسط(little &Azim,2008)و (Luoet al.,2017) صورت گرفت همخوانی دارد. از طرفی بررسی نتایج فاکتورهای رشد، زنده مانی و تغذیه نشان داد که کاربرد نسبت بالای کربن به ازت ۲۵ با سطح پروتئینی جیره غذایی ۳۵٪ منجر به کاهش معنی دار فاکتورهای ذکر شده در مقایسه با تیمار شاهد می شود. در مطالعه‌ای که Zhang et al.,2018)(بر روی ماهی کپور گیبل (*C. auratus gibelio* × *C. carpio*) در سیستم بیوفلاک در نسبت کربن به ازت ۱۵ انجام دادند، دریافتند که در مقادیر بالای مواد جامد معلق کل (TSS) یا حجم فلوکه‌ها (۱۰۰۰ میلی‌لیتر در لیتر) در سیستم، میزان بازماندگی، درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه کاهش می‌یابد و این کاهش ممکن است که بدلیل استرس ناشی از دستکاری و همچنین کاهش ظرفیت تنفسی بدلیل لخته شدن فلاک‌ها بر روی تیغه‌های آبششی ماهی باشد (Zhang *et al*., 2018). چنین روندی نیز در مطالعه حاضر خصوصاً در سطوح پروتئینی ۲۵ و ۳۵ درصد برقرار بود. زیرا در نسبت کربن به ازت ۲۵ و در سطح پروتئینی ۳۵ درصد، حجم فلاک متغییر بود و برای نگهداری آن در حد ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر احتیاج مداوم به کم نمودن بار حجمی فلوکه‌ها بود. لازم به ذکر است در تایید مطلب ذکر شده بررسی نتایج آنالیز واریانس دوطرفه نیز نشان داد که ارتباط متقابل معنی داری بین سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی و نسبتهای مختلف کربن به ازت بر پارامترهای رشد، زنده مانی و تغذیه وجود دارد که می تواند ناشی از اثرگذاری منفی نسبتهای بالای کربن به ازت در سطوح بالای پروتئین جیره غذایی به جهت بالا رفتن حجم فلاک باشد. در خصوص توجیه عدم کاهش معنی‌دار رشد، عدم افزایش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی جیره غذایی و عدم اختلاف معنی‌دار در نرخ کارایی پروتئین و نرخ رشد ویژه در تیمارها با سطح پروتئین پایین‌تر و نسبت

به تیمار شاهد در مطالعه حاضر، ممکن است به دلیل فراوانی باکتری‌های فعال هتروتروف در سیستم بیوفلاک باشد که می‌توانند نیتروژن دفعی موجود در محیط آبی پرورش را جذب و به پروتئین باکتریایی جهت مصرف ماهی تبدیل کند (Wang *et al.*, 2015; Crab *et al.*, 2012; Avnimelech, 2009). که در نتیجه می‌تواند ناشی از حفظ کیفیت آب در سیستم بیوفلاک و حضور فلاک‌های باکتریایی باشد (Kamilya *et al.*, 2017). از طرفی بیوفلاک میتواند چرخه‌ای مؤثر از مواد مغذی با پروتئین غنی ایجاد کند و همچنین یک منبع غنی از اسیدهای آمینه ضروری و یک منبع خارجی از آنزیم‌های هضمی باشد (Ekasari *et al.*, 2014) به این دلایل، بیوفلاک می‌تواند بازده تولید ماهی را افزایش دهد.با توجه به این که در مطالعه حاضر در تیمارهای بیوفلاک از سطوح پروتئینی پایین‌تر پروتئین جیره غذایی نسبت به تیمار شاهد استفاده شده است، عدم تفاوت معنی‌دار در پروتئین لاشه بیانگر استفاده کپور ماهیان انگشت قد از فلاک باکتریایی است که منبع غنی از پروتئین و اسیدهای چرب می‌باشد (Izguierdo *et al.*, 2006; Ju *et al.*, 2008; Zhao *et al.*, 2014; Bakhshi *et al.*, 2018)

(Zhang et al., 2018) در طی مطالعه‌ای که بر روی ماهی کپور گیبل در سیستم بیوفلاک داشتند، گزارش دادند که بیش از ۱۶ نوع اسید آمینه ضروری و غیر ضروری در ترکیب بیوفلاک‌ها شناسایی شده است و از بین اسید آمینه‌های ضروری میزان لوسین، لایزین و فنیل آلانین بیش از همه بوده است که خود می تواند موید این موضوع باشد که بکارگیری سطوح پروتئین پایین‌تر در سیستم بیوفلاک باعث عدم رشد و یا کاهش رشد نخواهد شد که در مطالعه حاضر نیز نتایج بیانگر همین مدعا می باشد. در خصوص ترکیب لاشه، مطالعه(Bakhshi et al.,2018) در سیستم بیوفلاک با منبع کربوهیدراتی ملاس بر روی کپور معمولی انگشت قد نشان داد که پروتئین و خاکستر لاشه با گروه شاهد اختلاف معنی دار نداشته است، اما در میزان چربی لاشه اختلاف معنی دار مشاهده شده است و میزان چربی در تیمار بیوفلاک بیشتر از تیمار شاهد بوده است که با مطالعه حاضر همخوانی دارد و دلیل آن را می‌توان به وجود اسیدهای چرب چند غیر اشباع PUFA و غیر اشباع بلند زنجیرHUFA در بیوفلاک‌ها دانست که به مصرف تغذیه‌ای ماهی می‌رسد (Izguierdo *et al.*, 2006; Ju *et al.*, 2008; Zhao *et al.*, 2014).

(Emerenciano et al., 2013)،(etal.,2010 Ekasari) و همچنین (Crab et al.,2010) در مطالعاتی جداگانه بیان کردند که منابع مختلف کربن در بایورآکتور و در تانک فایبرگلاس در سیستم بیوفلاک میتواند مقادیر آراشیدونیک اسید، DHA و EPA در فلاک‌ها تغییر و افزایش دهد، همچنین بهترین منبع کربوهیدراتی را از لحاظ قابلیت هضم، ملاس بیان کردند. به طورکلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عدم اختلاف معنی‌دار در عملکرد رشد و ترکیب بدن کپور ماهیان معمولی (*Cyprinus carpio*) در سیستم بیوفلاک و تغذیه شده با سطوح پروتئین پایین (۲۵ درصد) می‌تواند ناشی از حضور فلاک‌های میکروبی و توانایی ماهی کپور در استفاده از پروتئین میکروبی باشد که منجر به عدم تأثیرپذیری رشد ماهیان علی رغم کاهش مقدار پروتئین جیره غذایی شده است. بنابراین نتایج حاصل از داده‌های رشد و ترکیب بدن نشان داد که پروتئین ۲۵ درصد در نسبت کربن به ازت ۱۵ تا ۲۰ برای پرورش کپور در این کلاسه وزنی بهینه می باشد.

۵. تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی اجرا شده با شماره قرارداد ۹۶-۹ مورخ ۹۶/۱/۱ از محل اعتبارات دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر می باشد.

Refrences:

AOAC 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th edition. Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA.

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. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge biofloc technology pond. Aquaculture. 264:140-147.

Avnimelech Y. 2009. Biofloc Technology - A Practical Guide Book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 182 pp.

Azim M.E., Little D.C., 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (Oreochromis niloticus). Aquaculture Research. 37: 1406–1412.

Azimi A., jafarian h., harseej M., gholipoor H., patimar R., 2016. Effect of Different Carbon to Nitrogen Ratios on Water Quality and growth Parameters of common carp (*Cyprinus carpio*) in biofloc System. Aquaculture Development Journal. Year 10: No 4, winter 2016.

Bakhshi F., Najdegerami E,H., Manaffar R., Tukmechi A., Farah R. K., 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.

Burford M.A., Thompson P.J., McIntosh R.P., 2004. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a High - intensity, zero-exchange system. Aquaculture. 232:525–537.

Crab R. 2010. Biofloc technology: an integrated system for the removal of nutrient and simultaneous production of feed in aquaculture. PhD thesis, Ghent university.178pp.

Crab R., Defoirdt T., Bossier P., Verstraete W., 2012. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. Aquaculture. 356: 351–356.

Crab R., Kochva M., Verstraete W., Avnimelech Y., 2009. Bioflocs technology application in over-wintering of tilapia. Aquaculture Engineering. 40: 105–112.

De Schryver P., Crab R., Defoirdt T., Boon N., and Verstraete W., 2008. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Aquaculture. 277: 125-137.

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., Gaxiola G., Cuzon G., 2013. Biofloc Technology (BFT): a Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry (Chapter 12). The World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, United States.

FAO 2018. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome. Available at http://www.fao.org.

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. Vol: 457, Pp 61-67.https://doi.org/10.1016 /j.Aquaculture.2016.02.011.

Izquierdo M., Forster I., Divakaran S., Conquest L., Decamp O., 2006. Effect of green and clear water and lipid source

on survival, growth and biochemical composition of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture Nutrition. 12: 192–202.

Ju Z.Y., Forster I., Conquest L., Dominy W., 2008. Enhanced growth effects on shrimp, (*Litopenaeus vannamei*) from inclusion of whole shrimp floc or floc fractions to a formulated diet. Aquaculture Nutrition. 14:533–543.

Kamilya D., Debbarma M., Pal P., Kheti B., Sarkar S. and Singh S.T., 2017. Biofloc technology application in indoor culture of (*Labeo rohita*) fingerlings: The effects on inorganic nitrogen control, growth and immunity. Chemosphere. 182: 8-14.

Luo G., Gao Q., Wang C., Liu W., Sun D., Li L., and Tan H., 2014. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. Aquaculture. 422: 1–7.

Magondu E., Charo-Karisa H., Verdegem M.C.J., 2013. Effect of C/N ratio levels and stocking density of Labeo victorianus on pond environmental quality using maize flour as a carbon source. Aquaculture. 410–411: 157–163

Mahanand S.S., SrinivasaRao P., 2013 .Optimum formulation of feed for Rohu,(*Labeo rohita* Hamilton), with biofloc as a component. Aquaculture International. 21: 347-360

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.

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 & Biochemistry. 42 (2):457–465

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

Tokur B., Ozkutuk S., Atici E., Ozyurt G., Ozyurt C.E., 2006. Chemical andsensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18C).Food Chemistry. 99: 335-341.

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.

Wang G., Yu E., Xie J., Yu D., Li Z., Luo W., Qiu L., Zheng Z., 2015. Effect of C/N ratio on water quality in zero-water exchange tanks and the biofloc supplementation in feed on the growth performance of crucian carp, (*Carassius auratus*). Aquaculture. 443: 98–104.

Widanarni D.W., Puspita F., 2012. Aplikasi bakteri probiotik melalui pakan buatan untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon*). Journal Sains Terapan Edisi 2 (1).

Xu W.J., Pan L.Q., Zhao D.H., 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. Aquaculture. 350–353, 147–153.

Zhang M., Li Y., Xu D.H., Qiao G., Zhang J., Qi Z., Li Q., 2018. Effect of different water biofloc contents on the growth and immune response of gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) cultured in zero water exchange and no feed addition system. Aquaculture Research. 2018; pp: 1–10.

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.

Journal of Marine Science and Technology

Winter 2021, Vol. 20, No. 4. P: 95-106.

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

Original Article

The Effect of different dietary protein levels in different ratios of carbon to nitrogen on growth performance and body composition of common carp (*Cyprinus carpio*) in Biofloc Technology

Mazdak Aalimahmoudi[1], Hamid Mohammadiazarm[* 2]

1. Department of Fisheries, Pardis Campus of Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshar, Iran.

2. Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshar, Iran.

[*] Corresponding Author E-mail: azarmhamid@gmail.com

Received: 29 September 2018 **Accepted:** 20 May 2019

DOI: 10.22113/jmst.2019.150439.2205

Abstract

The aim of this study was to investigate the growth performance and body composition of common carp (*Cyprinus carpio*) in biofloc system. Firstly, 750 fingerling fishes with an average weight (17±0.05gr) were randomly divided into 30 polyethylene tanks with a volume of approximately 250 liters of water (25fish/tank). The treatments consisted of 3 levels of carbon to nitrogen ratio including 15, 20 and 25 and 3 levels of dietary crud protein content of 25%, 30% and 35% with three replicates for each treatment which was performed over a period of 56 days. The highest feed conversion ratio and also lowest percentage of weight gain and specific growth rate were observed in treatment with protein 35% and C/N25 compared with control group ($P<0.05$). Crude protein of the whole body had not significant differences between control group and biofloc treatments ($P>0.05$). The lowest amount of crude lipid was obtained in control treatment that was significantly different compared with some treatments ($P<0.05$). The highest percentage of ash were in the treatment with protein 35% and C/N 25 and had a significant difference compared with control group ($P<0.05$). The highest percentage of moisture was observed in control group which had significant different with protein 25% and C/N 25, protein 30% and C/N 20 and protein 35% by the ratio of C/N 25 ($P<0.05$). The results of this study indicate the ability to grow common carp in biofloc system with 25% protein and the ratio of C/N 15 to 20.

Key word: biofloc, growth performance, *Cyprinus carpio*, body composition.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.