View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

تاثیر منابع مختلف کربن بر کیفیت آب، عملکرد رشد و بقای میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) در سیستم پرورشی بدون تعویض آب

محمد حسین خانجانی[۱]، مرتضی علیزاده[۲]، میر مسعود سجادی[۳]*، ایمان سوری نژاد[۱]

*mmsajjadi@hotmail.com

۱-گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان

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

۳-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی ۱۱٤٤

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹٤

چکیده

تاثیر منابع مختلف کربن برکیفیت آب، عملکرد رشد و بقاء میگوی سفید غربی در مرحله پست لاروی در سیستم پرورشی بدون تعویض آب بررسی شد. پست لاروهای میگوی سفید غربی با میانگین وزن۸/۶۰± ۹۸/۴۷ میلی گرم و میانگین طول ۱/۷۰±۲۲/۳۹ میلی متر به مدت ۳۲ روز در ظروف فایبرگلاس با حجم آبگیری ۱۳۰ لیتر و با تراکم ۱ قطعه در لیتر در پنج تیمار شامل یک تیمار تعویض آب و چهار تیمار بیوفلوک با اضافه کردن منابع مختلف کربن، ملاس، نشاسته، آرد گندم و مخلوطی از آنها به نسبت وزنی یکسان با ۱۵ تا ۹ درصد وزن بدن تغذیه شدند. تفاوت معنی داری در برخی از مقادیر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شامل دما، شوری، اکسیژن محلول و pH بین تیمارهای بیوفلوک وجود نداشت ($p>0/05$). بیشترین pH (۸/۲۷±۰/۰۹) و بیشترین میزان اکسیژن محلول (۶/۳۷±۰/۵۶ میلی گرم در لیتر) در تیمار تعویض آب بدست آمد. بیشترین (۰/۴۳±۰/۳۴ میلی گرم در لیتر) و کمترین (۰/۰۷±۰/۰۹ میلی گرم در لیتر) میزان آمونیاک برای تیمارهای تعویض آب و بیوفلوک با اضافه کردن منبع کربن نشاسته بدست آمد که اختلاف معنی داری نشان داد ($p<0/05$). بیشترین میزان افزایش وزن بدن (۲۳۱/۲۸±۱۶۴۰/۴۳ میلی گرم)، سرعت رشد (۷/۲۳±۵۱/۲۶ میلی گرم در روز)، ضریب رشد ویژه (۰/۴۲±۸/۹۷ درصد در روز) و بیومس (۲۶/۸۳±۱۹۰/۲۹گرم) در تیمار بیوفلوک با اضافه کردن ملاس و بالاترین ضریب بقاء (۰/۷۷±۹۰ درصد) در تیمار بیوفلوک با اضافه کردن مخلوط مواد کربنی بدست آمد. همچنین بیشترین ضریب تبدیل غذایی (۰/۲۳±۱/۵۲) و کمترین بازده غذایی (۷/۹۵±۶۶/۸۱ درصد) در تیمار تعویض آب و بدون فلوک بدست آمد که نسبت به بقیه تیمارها اختلاف معنی داری نشان داد ($p<0/05$). نتایج تحقیق نشان داد که با سیستم پرورشی بدون تعویض آب و اضافه کردن مواد آلی کربن دار می توان در مخازن پرورش به بازیافت مواد زائد و بهبود کیفیت آب کمک نمود و حضور بیوفلوک سبب بهبود عملکرد رشد، مصرف بهتر خوراک و تولید میگوی سفید غربی در سیستم پرورشی بدون تعویض آب می شود.

لغات کلیدی : منابع کربن، بیوفلوک، کیفیت آب، عملکرد رشد، بقاء، میگوی سفید غربی

*نویسنده مسئول

مقدمه

صنعت تکثیر و پرورش میگو در بسیاری از کشورها از اهمیت ویژه ای برخوردار است به طوری که میزان تولید میگوی پرورشی در سال ۲۰۱۳ بیش از ۴ میلیون تن گزارش شد (FAO, 2014). گسترش سریع و قابل توجه پرورش میگو و در پی آن اثرات زیست محیطی حاصل از خروجی آب مزارع، نگرانی های عمده ای را ایجاد نموده است (Gao *et al*., 2012). در تعداد زیادی از مزارع پرورشی، به دلیل اثرات خروجی پساب، کیفیت آب کاهش یافته و پاتوژن‌ها و عوامل بیماری‌زا گسترش پیدا نموده که سبب خسارت مالی سنگین به مزرعه داران شده است (Beveridge *et al*., 1997). توسعه پایدار پرورش میگو و محدود کردن تعویض آب در طول دوره پرورش به عنوان استراتژی لازم مدیریتی مورد توجه قرار گرفته است (Avnimelech *et al*., 2012). اضافه کردن کربوهیدرات به عنوان یک روش موثر در کاهش اثرات مواد زائد مضر در سیستم های بدون تعویض آب و با تعویض آب محدود پرورش میگو، به عنوان مثال برای میگوی ببری سیاه *Penaeus monodon* (Hari *et al*., 2004, 2006)، میگوی بزرگ آب شیرین *Macrobrachium rosenbergii* (Asaduzzaman *et al*., 2008) و میگوی سفید غربی *Litopenaeus vannamei* (Burford *et al*., 2004) اثبات شده است. با اضافه کردن کربوهیدرات به آب و تنظیم نسبت کربن به نیتروژن (C/N) باکتری‌های هتروتروف مواد مغذی را جذب نموده (Goldman *et al*., 1987) و تشکیل بیوفلوک‌ها را بهینه می نمایند و در نتیجه منجر به حذف نیتروژن آمونیاکی کل (Total Ammonia Nitrogen (TAN)) و نیتریت (NO2–N) می گردند (Asaduzzaman *et al*., 2008; Avnimelech, 1999). این تکنولوژی سبب محدود شدن تعویض آب برای کاهش اثرات سمی نیتروژن غیرآلی تجمع یافته در طول دوره پرورش میگو می شود. مطالعات نشان داده اند که پروتئین باکتریایی بدلیل رشد باکتریها تحت شرایط تنظیم نسبت کربن به نیتروژن، افزایش یافته که می تواند به عنوان منبع غذایی مکمل برای میگو مورد استفاده قرار گیرد و بنابراین سبب کاهش نیاز به پروتئین و هزینه غذا می شود (Asaduzzaman *et al*., 2008; Hari *et al*., 2004). جهت انتخاب نوع منبع کربن بایستی قابلیت هضم کربوهیدرات، میزان محتوای پروتئین و هزینه هر واحد آن در نظر گرفته شود. کربوهیدرات‌های پیچیده اغلب حاوی پروتئین هستند که در هنگام محاسبه کربوهیدرات مورد نیاز جهت حفظ نسبت بالای کربن به نیتروژن (۱۵ تا ۲۰) بایستی میزان پروتئین آن‌ها لحاظ شود (Avnimelech, 2009). ملاحظات بسیاری برای انتخاب منبع کربن، مثل قابلیت دسترسی در محل، قابلیت تجزیه بیولوژیک، کارایی جذب توسط باکتری، توانایی پخش شدن در آب و مقرون به صرفه بودن به لحاظ اقتصادی وجود دارد. مواد آلی کربن دار را بایستی بصورت محلول و یا به خوبی به شکل پودر در آورد تا سرعت ته نشینی آن کاهش یابد و در آب معلق گردد تا بیشتر در دسترس باکتریها قرار گیرد (Emerenciano, 2012). مطالعات متعددی در خصوص استفاده از منابع مختلف کربن در سیستم بیوفلوک روی گونه های مختلف از جمله استفاده از منبع کربن استات برای گونه میگوی بزرگ آب شیرین *M. rosenbergii* (Crab *et al*., 2010)، ملاس برای میگوی سفید غربی (Burford *et al*., 2004)، دکستروز برای میگوی سفید غربی (Suita, 2009)، آرد گندم برای تیلاپیای نیل *Oreochromis niloticus* (Azim & Little 2008) و سبوس گندم همراه با ملاس برای میگوی *Farfantepenaeus brasiliensis* (Emerenciano *et al*., 2012) انجام شده است. کربوهیدراتهای ساده مثل شکر و ملاس فورا توسط باکتری تجزیه شده و سریع واکنش نشان می دهند که بایستی بطور پیوسته جهت حفظ فعالیت بهینه باکتری‌های هتروتروف به مخزن پرورش اضافه شوند ولی کربوهیدرات‌های پیچیده مثل سلولز و غلات نشاسته ای، به کندی توسط باکتری تجزیه شده که در نتیجه سطوح کربوهیدرات در تانک پرورش پایدار و زمان واکنش و پاسخ کندتر می باشد (Serra *et al*., 2015; Avnimelech, 2009). هنگامی که منبع کربن به محیط پرورش اضافه می شود به سرعت توسط جامعه بیوفلوک ساکن در محیط متابولیز می شود. یک راه حل مناسب برای غلبه بر مشکل سمیت مواد زائد، اضافه کردن تدریجی مواد کربن دار به میزان کمتر نسبت به اضافه کردن یکباره به استخر می باشد (Crab *et al*., 2010). منبع کربن به

عنوان یک بستر برای سیستم‌های عامل بیوفلوک و تولید سلول های پروتئین میکروبی عمل می‌کند (Avnimelech, 1999). اضافه کردن کربوهیدرات به سیستم های بدون تعویض آب برای پرورش متراکم میگوی سفید غربی بطور قابل توجهی کیفیت آب، فعالیت های باکتریایی و رشد زئوپلانکتون‌ها را بهبود می‌دهد و در نتیجه باعث عملکرد بهتر رشد می‌شود (Gao *et al*., 2012).

استفاده از سیستم پرورشی بیوفلوک در پرورش گونه های با ویژگی هایی از قبیل تحمل سطوح متوسط اکسیژن، ریزه خوار بودن و تراکم پذیری بالا معمولا با موفقیت بیشتری همراه بوده است (Emerenciano *et al*., 2012). استفاده از تکنولوژی بیوفلوک در پرورش میگوی سفید غربی در دهه اخیر با توجه به اثرات زیست محیطی حاصل از آبزی پروری مورد توجه قرار گرفته است (Wasielesky *et al*., 2006, Xu & Pan 2012; Wasielesky *et al*., 2013). در این سیستم باکتری های هتروتروف فعال برای فعالیت بهینه نیاز به تغذیه از مواد آلی کربن‌دار دارند (Avnimelech, 2012). با توجه به اهمیت مواد کربن‌دار و نوع آن‌ها برای استفاده در سیستم بیوفلوک در مطالعه حاضر تاثیر اضافه کردن منابع مختلف کربن بر کیفیت آب، عملکرد رشد، و بقای پست لاروی میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei* (synonym: *Penaeus vannamei*) در سیستم بدون تعویض آب مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش ها

این مطالعه در تابستان سال ۱۳۹۳ در مرکز تکثیر و پرورش آبزیان بندرکلاهی (میناب، استان هرمزگان) انجام شد. میگوهای سفید غربی در مرحله نوزادی با میانگین وزن ۸/۶۰±۹۸/۴۷ میلی گرم و میانگین طول ۱/۷۰±۲۲/۳۹ میلی متر از مرکز مذکور تهیه شدند. ۱۵ مخزن مدور پلی اتیلن ۳۰۰ لیتری (قطر کف ۷۰ سانتی متر، قطر سقف ۸۰ سانتی متر، ارتفاع ۶۰ سانتی متر) برای این آزمایش در نظر گرفته شد. قبل از ذخیره سازی، تانک ها ضدعفونی گردید و سپس با آب شستشو داده شد. هر یک از مخازن با ۱۳۰ لیتر آب تصفیه شده با فیلتر شنی پر شدند و سپس تعداد ۱۳۰ قطعه میگوی سفید غربی (۱ قطعه در لیتر) در هر تانک ذخیره سازی شدند. پنج تیمار آزمایشی برای تحقیق حاضر در نظر گرفته شد که شامل تیمار اول (تیمار تعویض آب) بود که روزانه ۳۵ درصد آب داخل مخزن پرورش با آب تازه با شوری یکسان قبل از غذادهی تعویض می‌شد. همچنین چهار تیمار بدون تعویض آب (با بکارگیری بیوفلوک) با اضافه کردن منابع مختلف کربن شامل ملاس، نشاسته، آرد گندم و مخلوط سه منبع کربن به نسبت‌های وزنی یکسان در نظر گرفته شد. غذادهی بر حسب درصد وزن بدن ۱۵ درصد در ابتدای دوره آزمایش و تا ۹ درصد در انتهای آزمایش داده شد. کاهش میزان غذادهی در هر تیمار در طول دوره پرورش متناسب با افزایش رشد به نسبت یکسان انجام شد و همچنین غذادهی ۳ مرتبه در روز (در ساعت ۸، ۱۴ و۲۰) با جیره حاوی ۳۸ درصد پروتئین (ساخت شرکت هوواراش بوشهر) بطور مشابه در همه تیمارها انجام شد. در تیمارهای بدون تعویض آب، قبل از ذخیره سازی میگوهای نوزاد سفید غربی، نیم میلی لیتر فلوک به ازای هر لیتر به عنوان استوک به مخازن تیمارها اضافه شد (جدول ۱). برای هوادهی و تامین اکسیژن، ۳ عدد سنگ هوا در کف مخازن که به منبع هواده متصل بود نصب گردید.

آزمایش در یک سالن سرپوشیده با دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی، شوری آب ۳۲ گرم در لیتر و به مدت ۳۲ روز انجام شد (جدول ۳). اندازه گیری عوامل کیفی آب شامل دما (Digital Thermometer)، pH (pH Lutron 208, pH meter) و اکسیژن محلول (DO Lutron 510 Oxygen meter) روزانه دو بار ساعت ۸ تا ۹ صبح و ۱۶ تا ۱۷ عصر و شوری (Salinity Refractometer) روزانه در ساعت ۹ انجام شد. اندازه گیری شفافیت به کمک سچی دیسک صورت گرفت. برای تعیین میزان مواد جامد قابل ته نشین (Settled solid)، یک لیتر آب مخزن را به داخل قیف مدرج شده مخروطی شکل ریخته و به مدت ۳۰ دقیقه نگه داشته تا ته نشین شد (Avnimelech & Kochba, 2009). برای اندازه گیری کل مواد جامد معلق (Total suspended solid) ۱۰۰ میلی لیتر از آب

مخزن را با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ (۱۲۵- whatman filter paper Cat No ۱۴۴۲) (با تخلخل ۲/۵ میکرون) فیلتر نموده و در آون در درجه حرارت ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱تا ۳ ساعت قرار داده تا خشک شد (Azim & Little, 2008). اندازه گیری آمونیاک، نیتریت و نیترات آب با استفاده از روش طیف سنجی به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل۹۲۰۰ Cecil, CE) و بر اساس MOOPAM (۱۹۹۹) سنجیده شد. شمارش کل باکتریهای هتروتروف (بر حسب Colony- forming units، CFU) با استفاده از محیط کشت آردو- آگار (R2-agar) و بر اساس استاندارد شماره ۵۲۷۱ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شد.

جدول ۱: مشخصات تیمارهای استفاده شده براساس منابع مختلف کربن برای پرورش نوزادگاهی میگوی سفید غربی

تیمار ها	تکرار	نوع منبع کربن اضافه شده بطور مستقیم به تانک پرورش	تعویض آب
تیمار تعویض آب (کنترل)	۳	بدون اضافه کردن منبع کربن	روزانه ۳۵ درصد
تیمار فلوک ۱	۳	ملاس	بدون تعویض آب
تیمار فلوک ۲	۳	نشاسته	بدون تعویض آب
تیمار فلوک ۳	۳	آرد گندم	بدون تعویض آب
تیمار فلوک ۴	۳	مخلوط (ملاس+ نشاسته+ آرد گندم (به نسبت وزنی۱:۱:۱)	بدون تعویض آب

جدول ۲: پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب و فتوپریود استفاده شده در شروع آزمایش

پارامتر	میزان
دمای آب	۳۱±۰/۵ درجه سانتی گراد
شوری آب	۳۲/۵±۰/۵ گرم در لیتر
pH	۸/۱±۰/۲
فتوپریود	۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی
اکسیژن محلول	۵/۹±۰/۳ میلی گرم در لیتر

فلوک اولیه از ۳ مخزن ۲۰۰۰ لیتری (۱۰۰۰ لیتر آب) پرورش میگوی سفید غربی جوان بر پایه بیوفلوک تهیه شد بدین صورت که مقداری از آب مخازن پرورش با توری چشمه ۲۰ میکرون فیلتر شد و فلوک بدست آمده به میزان نیم میلی لیتر به ازای هر لیتر به عنوان استوک به مخازن پرورش تیمارهای فلوک اضافه گردید. جهت تحریک و توسعه فلوک در طول دوره آزمایش، به تیمارهای بیوفلوک بعد از وعده غذایی ساعت ۱۴، ماده کربن دار (ملاس، آرد گندم و نشاسته) جهت توسعه بیوفلوک و کنترل کیفیت آب بر اساس روش (Avnimelech, 2009) اضافه شد. میزان مواد کربن دار، به فرض اینکه ۵۰ درصد کربن آن مورد استفاده باکتریهای هتروتروف قرار گرفته و نسبت کربن (C) به نیتروژن(N) در حدود ۱۵/۵ تنظیم گردد، محاسبه شد (Avnimelech, 2012). مواد کربن‌دار پس از وزن به درون ظروف پلاستیکی یک لیتری ریخته و به خوبی با آب مخزن پرورش مخلوط شد و به طور یکنواخت در سرتاسر سطح مخزن بعد از استفاده غذا توزیع شد تا توسعه بیوفلوک ها را تقویت کند.

به منظور محاسبه و مقایسه شاخص های رشد شامل افزایش وزن، درصد افزایش وزن بدن، سرعت رشد، بیومس، ضریب رشد ویژه، ضریب رشد روزانه بین تیمارها، زیست سنجی میگوها شامل اندازه گیری طول و وزن در ابتدای آزمایش و هر هفته در طی دوره پرورش انجام شد. تعداد پست لاروهای ذخیره سازی شده در ابتدای آزمایش و تعداد میگوهای باقیمانده در انتهای آزمایش ثبت شد تا

بر اساس آن میزان بازماندگی محاسبه شود. همچنین شاخص‌های تغذیه‌ای شامل ضریب تبدیل غذایی و ضریب کارآیی تغذیه بر اساس فرمول‌های ذیل محاسبه شدند (Wang *et al*., 2003; Tacon *et al*., 2002).

افزایش وزن (میلی گرم): (وزن ثانویه- وزن اولیه)

درصد افزایش وزن بدن= {(وزن نهایی– وزن ابتدایی)/ (وزن ابتدایی)} × ۱۰۰

سرعت رشد (افزایش وزن روزانه): {(وزن نهایی– وزن ابتدایی)/(دوره پرورش به روز)}

بیومس (گرم): {(وزن نهایی – وزن ابتدایی)} × میزان بقاء × تعداد میگوهای ذخیره سازی شده

درصد بقاء: {(تعداد میگوهای انتهای دوره – تعداد میگوهای ابتدای دوره)} × ۱۰۰

میزان افزایش طول بدن (میلی متر): (طول ثانویه- طول اولیه)

ضریب رشد ویژه (SGR) (%/day): {(لگاریتم طبیعی وزن نهایی – لگارینم طبیعی وزن ابتدایی)/ دوره پرورش (روز) } × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی (FCR): {(میزان غذای خشک خورده شده / میزان افزایش وزن بدن)}

ضریب کارآیی تغذیه (بازده غذایی (FE): {(وزن نهایی– وزن ابتدایی)/ کل غذای مصرفی } × ۱۰۰

کلیه داده ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. در ابتدا برای تعیین نرمال بودن داده ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد و سپس برای مقایسه میانگین بین تیمارها از آنالیز واریانس یک طرفه (One- Way ANOVA) با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد و کلیه نمودارها و گراف‌ها نیز با اکسل نسخه ۲۰۱۳ رسم شدند.

نتایج

مقادیر (میانگین±انحراف معیار) برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره آزمایش در جدول ۳ ارائه شده که بر اساس آن تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای بیوفلوک مشاهده نگردید ($p>0/05$). بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده، در مقادیر دما، اکسیژن محلول و شوری از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نگردید، کمترین میزان اکسیژن محلول (۰/۵۶±۵/۶۶ میلی‌گرم در لیتر) و بیشترین میزان اکسیژن محلول (۰/۵۶±۶/۳۷ میلی گرم در لیتر) به ترتیب در تیمار فلوک با اضافه کردن آرد گندم در بعد از ظهر و تیمار تعویض آب (کنترل) در صبح بدست آمد. بیشترین میزان pH (۰/۰۹±۸/۲۷) و کمترین میزان pH (۰/۱۰±۸/۰۹) به ترتیب در تیمارتعویض آب در صبح و تیمار فلوک با اضافه کردن آردگندم در بعدازظهر بدست آمد، که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان داد ($p<0/05$). مقادیر آمونیاک ۰/۳۴±۰/۴۳، ۰/۱۳±۰/۱۷، ۰/۰۷±۰/۰۹، ۰/۱۴±۰/۲۵، ۰/۱۳±۰/۱۴ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب برای تیمار تعویض آب، تیمار فلوک ۱(ملاس)، فلوک ۲ (نشاسته)، فلوک ۳ (آرد گندم) و فلوک ۴ (مخلوط) بدست آمد که اختلاف معنی داری بین تیمارهای فلوک مشاهده نگردید ($p>0/05$).

مقادیر (میانگین±انحراف معیار) کل باکتری‌های هتروتروف (بر حسب CFU) در نمودار ۱ آورده شده است. بر اساس شمارش انجام شده بیشترین (10^6× ۰/۵۷±۸/۳) و کمترین (10^3 CFU/ml × ۰/۵۶±۹/۳) در انتهای آزمایش به ترتیب برای تیمارفلوک ۱ و تیمار تعویض آب بدست آمد. بطور کلی تعداد کل باکتری‌های هتروتروف در تیمارهای فلوک نسبت به تیمار تعویض آب در طی روزهای آزمایش افزایش نشان داد. مقادیر پارامترهای شفافیت، مقادیر پارامترهای میزان مواد جامد قابل ته نشین (SS)، کل مواد جامد معلق (TSS) در تیمارهای مختلف در نمودار ۲ در سه قسمت الف، ب و ج ارائه شده است میزان شفافیت در روز ۳۲ آزمایش، ۳۰، ۱۳/۵، ۱۵، ۱۶ و ۱۴/۶۶ سانتی متر به ترتیب در تیمار تعویض آب، تیمار فلوک ۱، تیمار فلوک ۲، تیمار فلوک ۳ و تیمار فلوک ۴ بدست آمد. میزان مواد جامد قابل ته نشین در روز ۳۲ آزمایش، ۰/۵۴، ۵/۹۶، ۵/۶، ۵/۱۶ و ۵/۸۶ میلی لیتر به ترتیب در تیمار تعویض آب، تیمار فلوک ۱، تیمار فلوک ۲، تیمار فلوک ۳ و تیمار فلوک ۴، میزان کل مواد جامد معلق در روز ۳۲ آزمایش، ۱۹۵/۴۷،۳۳، ۱۹۱، ۱۸۵

و ۱۹۳/۶۶ میلی گرم به ترتیب در تیمار تعویض آب، تیمار فلوک ۱، تیمار فلوک ۲، تیمار فلوک ۳ و تیمار فلوک ۴ بدست آمد. مقادیر (میانگین ± انحراف معیار) خصوصیات مرفومتریک میگوی سفید غربی در ابتدا و انتهای دوره آزمایش در جدول ۴ ارائه شده است. که بر اساس آن تفاوت معنی داری بین تیمارهای فلوک با تیمار تعویض آب بدست آمد. بیشترین میزان وزن بدن (۲۳۱/۲۸± ۱۷۳۸/۹۰ میلی گرم) و طول بدن (۲/۳۴ ±۵۴/۱۰ میلی متر) در تیمار فلوک ۱ بدست آمد. مقادیر (میانگین±انحراف معیار) برخی پارامترهای رشد در طول دوره آزمایش در جدول ۵ ارائه شده که بر اساس آن تفاوت معنی داری در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید ($p<0/05$). بیشترین میزان افزایش وزن بدن (۱۶۴۰/۴۳±۲۳۱/۲۸ میلی گرم)، درصد افزایش وزن بدن (۱۶۶۵/۹±۲۲۱/۵۸ درصد)، سرعت رشد (۵۱/۲۶±۷/۲۳ میلی گرم در روز)، افزایش بیومس (۱۹۰/۲۹±۲۶/۸۳گرم)، افزایش طول بدن (۳۱/۷۱±۲/۳۴ میلی متر)، ضریب رشد ویژه (۸/۹۷±۰/۴۲ درصد در روز) و کمترین ضریب تبدیل غذایی (۱/۲۰±۰/۱۷) در تیمار فلوک۱ بدست آمد. بیشترین ضریب تبدیل غذایی (۱/۵۲±۰/۲۳) و کمترین بازده غذایی (۶۶/۸۱±۹/۹۵ درصد) در تیمار تعویض آب بدست آمد.

مقادیر (میانگین±انحراف معیار) بازماندگی (درصد بقاء) میگوی سفید غربی در تیمارهای مختلف در جدول ۵ آورده شده است. مقادیر بازماندگی ۸۳/۵۹±۱/۱۷، ۸۹/۲۳±۰/۷۷، ۸۸/۲۰±۰/۸۸، ۸۶/۴۱±۲/۳۵ و ۹۰ ±۰/۷۷ درصد به ترتیب در تیمار تعویض آب، تیمار های فلوک ۱، فلوک ۲، فلوک ۳ و فلوک ۴ بدست آمد. بیشترین بازماندگی با میزان ۹۰ درصد مربوط به تیمار فلوک با اضافه کردن مخلوطی از منابع کربن بود. در بین تیمارهای مختلف، تفاوت معنی داری در میزان بازماندگی بدست آمد ($p<0/05$).

جدول ۳: مقادیر برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره آزمایش (میانگین ± انحراف معیار).

پارامترها	تیمار کنترل	تیمار فلوک۱	تیمار فلوک ۲	تیمار فلوک ۳	تیمار فلوک ۴
دمای آب صبح (°C)	^{a}۳۰/۱۴±۰/۶۴	^{a}۳۰/۲۰±۰/۵۸	^{a}۳۰/۲۸±۰/۶۱	^{a}۳۰/۲۰±۰/۵۹	^{a}۳۰/۲۳±۰/۶۲
دمای آب بعد از ظهر (°C)	^{a}۳۰/۷۲±۰/۳۹	^{a}۳۰/۷۴±۰/۴۰	^{a}۳۰/۸۱±۰/۳۶	^{a}۳۰/۷۸±۰/۳۹	^{a}۳۰/۸±۰/۳۸
اکسیژن محلول صبح (mg/l)	^{a}۶/۳۷±۰/۵۶	^{a}۶/۲۹±۰/۶۰	^{a}۶/۲۷±۰/۵۳	^{a}۶/۲۱±۰/۵۸	^{a}۶/۲۷±۰/۶۰
اکسیژن محلول بعداز ظهر (mg/l)	^{a}۶/۰۵±۰/۶۵	^{a}۵/۷۷±۰/۵۸	^{a}۵/۷۵±۰/۵۴	^{a}۵/۶۶±۰/۵۶	^{a}۵/۶۹±۰/۵۰
pH صبح	^{a}۸/۲۷±۰/۰۹	^{ab}۸/۲۰±۰/۰۹	^{bc}۸/۱۵±۰/۱۲	^{c}۸/۱۲±۰/۱۱	^{bc}۸/۱۴±۰/۱۲۵
pH بعد از ظهر	^{a}۸/۲۲±۰/۱۰	^{ab}۸/۱۷±۰/۰۹	^{bc}۸/۱۴±۰/۰۷	^{c}۸/۰۹±۰/۱۰	^{bc}۸/۱۲±۰/۰۹
شوری (ppt)	^{b}۳۲/۶۵±۰/۵۴	^{a}۳۳/۲۳±۰/۶۶	^{a}۳۳/۴۰±۰/۸۹	^{a}۳۳/۲۹±۰/۸۰	^{a}۳۳/۱۸±۰/۵۸
(mg/l) N-NH_3	^{a}۰/۴۳±۰/۳۴	^{b}۰/۱۷±۰/۱۳	^{b}۰/۰۹±۰/۰۷	^{ab}۰/۲۵±۰/۱۴	^{b}۰/۱۴±۰/۱۳
(mg/l)NO_2	^{a}۷/۶۱±۳/۱۲	^{b}۴/۲۰±۲/۰۵	^{b}۳/۳۶±۲/۱۶	^{b}۴/۷۳±۱/۸۹	^{b}۴/۳۴±۲/۱۳
(mg/l)NO_3	^{b}۳/۶۷±۱/۶۶	^{ab}۷/۱۱±۳/۵۳	^{a}۸/۶۸±۴/۲۸	^{ab}۵/۹۶±۲/۸۸	^{ab}۶/۸۲±۳/۲۹

* در هر ردیف میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی داری ندارند ($p>0/05$).

جدول ۴: خصوصیات مورفومتریک میگوی سفید غربی درابتدا و انتهای دوره آزمایش

	ابتدای آزمایش	انتهای آزمایش (روز ۳۲)				
پارامتر مرفومتریک		تیمار تعویض آب	تیمار فلوک ۱	تیمار فلوک ۲	تیمار فلوک ۳	تیمار فلوک ۴
وزن (mg)	۹۸/۴۷ ±۸/۶۰	^{b}۱۴۸۷/۰۴ ±۲۰۶/۹۹	^{a}۱۷۳۸/۹۰ ±۲۳۱/۲۸	^{a}۱۶۹۵ /۳ ±۲۸۷/۳۲	^{a}۱۶۴۶/۸۴ ±۲۳۴/۱۰	^{a}۱۷۱۵/۰۹ ±۲۹۶/۷۴
طول بدن (mm)[1]	۲۲/۳۹± ۱/۷۰	^{b}۵۰/۹۵± ۲/۷۶	^{a}۵۴/۱۰± ۲/۳۴	^{a}۵۳/۹۶± ۳/۳۹	^{a}۵۳/۴۳± ۲/۸۴	^{a}۵۳ /۹۷± ۳/۸۳

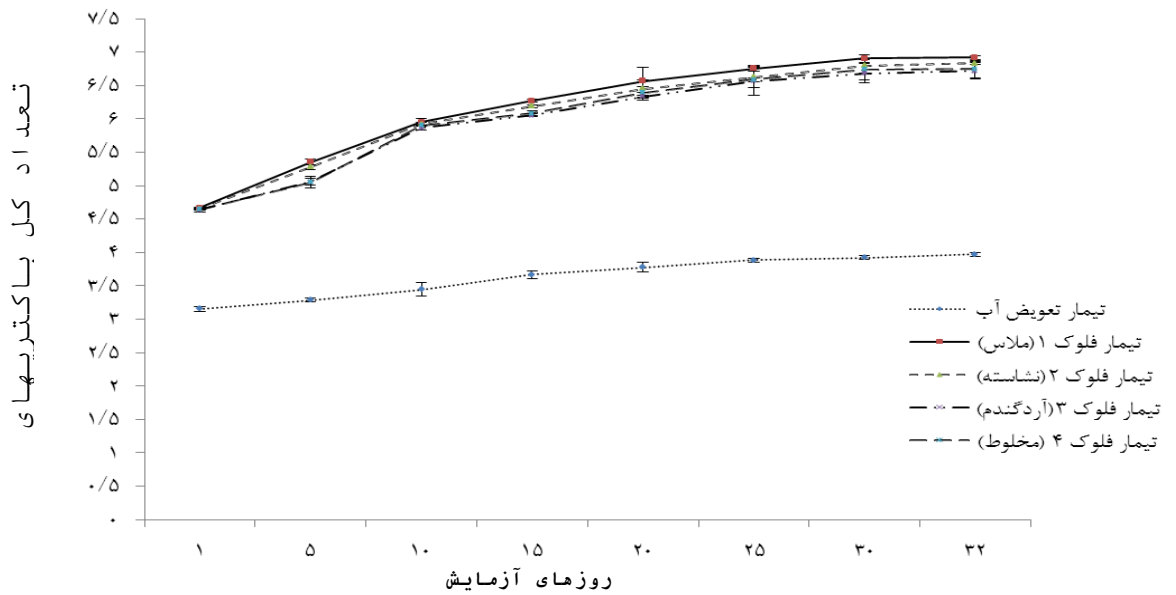
* در هر ردیف میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی داری ندارند ($p>0/05$).

[1] طول بدن: از لبه پشت چشم تا نوک تلسون (Chow, 1991)

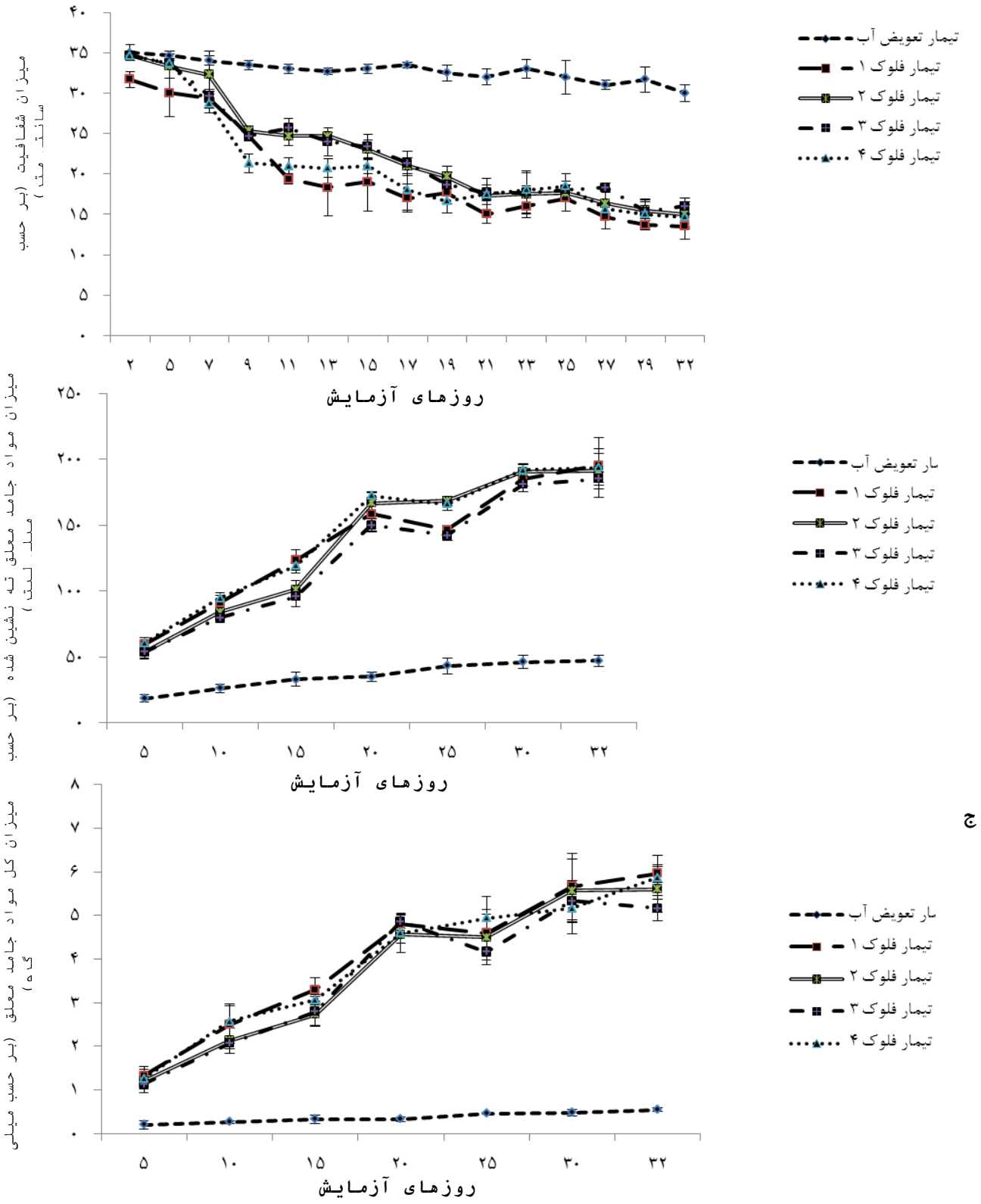
جدول ۵: عملکرد رشد پست لاروهای میگوی سفید غربی پرورش یافته تحت تاثیر منابع مختلف کربن در سیستم بدون تعویض آب پس از ۳۲ روز دوره آزمایش (میانگین ± انحراف معیار، n=۳).

شاخص های رشد	تیمار کنترل	تیمار فلوک۱	تیمار فلوک ۲	تیمار فلوک ۳	تیمار فلوک ۴
میزان افزایش وزن بدن (mg)	^{b}۱۳۸۸/۵۷±۲۰۶/۹۴	^{a}۱۶۴۰/۴۳±۲۳۱/۲۸	^{a}۱۵۹۶/۸۳±۲۸۷/۳۲	^{a}۱۵۴۸/۳۷±۲۳۴/۱۰	^{a}۱۶۱۶/۶۲±۲۹۶/۷۴
میزان افزایش طول بدن (mm)	^{b}۲۸/۵۶±۲/۷۶	^{a}۳۱/۷۱±۲/۳۴	^{a}۳۱/۵۷±۳/۳۹	^{a}۳۱/۰۴±۲/۳۴	^{a}۳۱/۵۸±۳/۸۳
درصد افزایش وزن بدن (درصد)	^{b}۱۴۱۰/۱±۲۱۰/۱۴	^{a}۱۶۶۵/۹±۲۳۵/۱۷	^{a}۱۶۲۱/۶±۲۹۱/۷۰	^{a}۱۵۷۲/۴±۲۳۷/۷۳	^{a}۱۶۴۱/۷±۳۰۱/۳۴
سرعت رشد(mg)	^{b}۴۳/۳۹±۶/۴۷	^{a}۵۱/۲۶±۷/۲۳	^{a}۴۹/۹۰±۸/۹۸	^{a}۴۸/۳۸±۷/۳۱	^{a}۵۰/۵۲±۹/۲۷
افزایش بیومس (گرم)	^{c}۱۵۰/۸۹±۲۲/۴۹	^{a}۱۹۰/۲۹±۲۶/۸۳	^{b}۱۷۹/۳۷±۳۲/۲۷	^{b}۱۷۷/۵۴±۲۶/۸۴	^{a}۱۸۹/۱۴±۳۴/۷۲
ضریب بقاء (درصد)	^{c}۸۳/۵۹±۱/۱۷	^{a}۸۹/۲۳±۰/۷۷	^{ab}۸۸/۲۰±۰/۸۸	^{b}۸۶/۴۱±۲/۳۵	^{a}۹۰ ±۰/۷۷
ضریب رشد ویژه (SGR)	^{b}۸/۴۸±۰/۴۶	^{a}۸/۹۷±۰/۴۲	^{a}۸/۸۹±۰/۵۵	^{a}۸/۸۰±۰/۴	^{a}۸/۹۳±۰/۵۶
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	^{b}۱/۵۲±۰/۲۲	^{a}۱/۲۰±۰/۱۷	^{a}۱/۲۸±۰/۲۳	^{a}۱/۲۹±۰/۱۹	^{a}۱/۲۲±۰/۲۲
بازده غذایی (FE)	^{b}۶۶/۸۱±۹/۹۵	^{a}۸۴/۲۶±۱۱/۸۸	^{a}۷۹/۴۲±۱۴/۲۹	^{a}۷۸/۶۱±۱۱/۸۸	^{a}۸۳/۷۵±۱۵/۳۷

* در هر ردیف میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی داری ندارند (p>۰/۰۵).



نمودار ۱: تعداد کل باکتریهای هتروتروف (کلونی در هر میلی لیتر) در تانک پرورش نوزادی میگوی وانامی با تیمارهای مختلف آزمایش (طبق جدول۱). داده ها میانگین ± انحراف از معیار (SD) می باشد.



نمودار۲: الف) میزان شفافیت (بر حسب سانتی متر)، ب) میزان مواد جامد ته نشین شده(SS) (بر حسب میلی لیتر)، ج) میزان کل مواد جامد معلق(TSS) (بر حسب میلی گرم)، در تیمارهای مختلف آزمایش (طبق جدول۱). داده ها میانگین ± انحراف از معیار (SD) می باشد.

بحث

در مطالعه حاضر پارامترهای بدست آمده از کیفیت آب برای پرورش میگوی سفید غربی مناسب است که با مقادیر ذکر شده توسط Treece در سال ۲۰۰۰ مطابقت داشت که نشان می دهد سیستم بیوفلوک نقش مثبتی در بهبود کیفیت آب دارد (Boyd & Zimmerman, 2000). در تحقیق حاضر میزان اکسیژن محلول و pH در تیمارهای بیوفلوک کمتر بود که به دلیل میزان تنفس بالاتر با حضور جامعه هتروتروفیک می باشد که غلظت دی اکسید کربن را در سیستم های بدون تعویض آب افزایش می‌دهد (Wasielesky *et al*., 2006). مشاهدات قبلی نشان می دهد که با اضافه کردن منابع کربوهیدرات به سیستم بدون تعویض آب، pH آب در نتیجه تبدیل قند به اسیدلاکتیک توسط باکتریهای گونه های لاکتوباسیلوس کاهش می یابد که می تواند از تکثیر و گسترش پاتوژنهایی نظیر گونه های ویبریو در پرورش میگو جلوگیری کند (Ma *et el*., 2009) اضافه کردن مواد کربنی به ستون آب منجر به کاهش موقتی غلظت اکسیژن محلول و متابولیسم میکروبی برای تجزیه مواد آلی می‌شود (Schryvcr & Verstraete, 2009). در مطالعه حاضر، سطح اکسیژن محلول مناسب بود بطوریکه در طی ۲۴ ساعت هوادهی مطلوب بطور مداوم فراهم شد تا مطمئن شویم که اکسیژن محلول یک فاکتور محدود کننده نباشد. بیوفلوکها قادرند در ستون آب معلق بمانند بدون اینکه بیش از حد ته نشین شوند و میزان مواد جامد قابل ته نشین را در مخزن پرورش بالا ببرند (De Schryver *et al*., 2008). آن‌ها در ستون آب به آسانی در دسترس و توسط گونه پرورشی برداشت می شوند و تمایلی برای ته نشین شدن ندارند. حجم بیوفلوک‌ها و میزان مواد قابل ته نشین در تیمارها با اضافه کردن منبع کربنی افزایش یافت. همه منابع کربوهیدرات اضافه شده به ستون آب در توده سازی زیستی (Biofloculation) موثر بودند که نتیجه آن افزایش قابل توجه کل باکتریهای هتروتروف بود که بطور کامل با نتایج Burford و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد. در مطالعه Saritha در سال ۲۰۰۹ کارایی ۵ منبع مختلف کربوهیدرات در پرورش میگوی بزرگ آب شیرین (*M. rosenbergii*) مورد بررسی قرار گرفت، در همه تیمارها منابع کربوهیدرات به ستون آب اضافه شد و بیان گردید که حضور مواد آلی کربن دار تحریک و توسعه فلوکه ها را تشدید می کند که در طی آن افزایش قابل توجهی در شمار کل باکتریهای هتروتروف و میزان تولید فلوک اتفاق افتاد که با مطالعات Burford و همکاران در سال ۲۰۰۳ و Varghese در سال ۲۰۰۷ و مطالعه حاضر مطابقت دارد. میزان کل مواد جامد معلق در همه تیمارها قابل قبول و شیب افزایش این میزان در همه تیمارها ملایم و در برخی از روزهای آزمایش کاهش نشان داد که نشان دهنده مصرف فلوکه ها توسط میگوی سفید غربی یا تغییر در ترکیبات و فراوانی میکروبیوتا به دلیل توالی در زنجیره غذایی می باشد (Moriarty, 1997). بر اساس نتایج Mishra و همکاران در سال ۲۰۰۸، میزان مواد جامد معلق برای پرورش متراکم نوزادگاهی میگو کمتر از ۳۰۰ میلی گرم در لیتر ثبت شد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت. اضافه کردن مواد کربن دار بعنوان یک روش مناسب برای جلوگیری از افزایش سطح نیتروژن غیرآلی در استخر پرورش شناخته شده است بطوری که ۲۰ تا ۲۵ گرم مواد کربن دار برای حذف ۱ گرم نیتروژن غیرآلی نیاز است (Avnimelech, 2009). در مطالعه حاضر مشخص شد افزودن منابع آلی کربن به سیستم بدون تعویض آب مانع از افزایش ترکیب سمی آمونیاک می شود که با نتایج محققین دیگر مطابقت داشت (Gao *et al*., 2012). در هنگام استفاده از کربوهیدراتهای ساده نظیر ملاس، نشاسته و مخلوط آنها غلظت آمونیاک نسبت به هنگام استفاده از آرد گندم بیشتر کاهش نشان داد و عملکرد رشد و بقاء نیز در این تیمارها بهتر بود. کاهش سریعتر آمونیاک با استفاده از منابع کربن ساده نظیر ملاس و نشاسته احتمالا به دلیل سطوح بالاتر کربن بعنوان سوبسترا برای باکتریهای هتروتروفیک باشد که آمونیاک را متابولیز کرده و در نتیجه کیفیت آب را بهبود می دهند. نیتروژن غیرآلی حل شده در استخر ماهی یا میگو را می توان با اضافه کردن مواد آلی کربن دار مثل گلوکز، پودر سلولز، ملاس و نشاسته در حالت محدود حفظ کرد (Avnimelcch, 2012; Burford *et al*.,

2004). بر اساس مطالعات Avnimelech در سال ۱۹۹۹ گزارش شد که اضافه کردن شکر به عنوان منبع کربن، سبب کاهش قابل توجه در تجمع غلظت نیتروژن آمونیاکی کل، نیتریت و نیترات در مزارع پرورش تیلاپیا می شود. در تحقیقی توسط Gao و همکاران در سال ۲۰۱۲، تاثیر اضافه کردن کربوهیدرات را بر کیفیت آب، نسبتهای کربن به نیتروژن، تراکم کل باکتریها، باکتریهای چرخه نیتروژن، تعداد زئوپلانکتونها و عملکرد رشد میگوی سفید غربی در سیستم بدون تعویض آب در شرایط پرورش متراکم مورد بررسی قرار دادند. ساکاروز به عنوان کربوهیدرات به درون آب تانک در ۵ سطح صفر، ۲۵، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از کمیت مورد نیاز اضافه شد. نتایج نشان داد که اضافه کردن کربوهیدرات (به ویژه ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بطور قابل توجهی غلظت های نیتروژن آمونیاکی کل و نیتریت را در طول دوره پرورش در آب کاهش می دهد. همچنین بیان کردند تراکم های باکتریایی چرخه نیتروژن (باکتریهای اکسید کننده آمونیاک و نیتریت و باکتریهای کاهنده نیترات) در ستون آب و رسوبات تیمارهایی که کربوهیدرات اضافه شده است در مقایسه با تیمارهای کنترل بطور مشخص تحت تاثیر قرار گرفت. اثرات تغذیه از پلت های با سطوح مختلف پروتئین در حضور و عدم حضور بیوفلوک بر کیفیت آب، بقاء و رشد میگوی ببری سبز (*Penaeus semisulcatus*) در سیستم پرورش متراکم بررسی شد (Megahed, 2010) و برای توده سازی زیستی از آرد گندم استفاده نمود. نتایج نشان داد که حضور بیوفلوک رشد میگو را بهبود می دهد و تفاوت معنی داری بین گروه های تیمار در میانگین نهایی وزن بدن و محصول نهایی میگو در هنگام برداشت مشاهده گردید و همچنین تفاوت قابل ملاحظه ای بین ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارهای مختلف بیوفلوک و کنترل نیز بدست آمد. در نتیجه گیری بیان شد که سطح ۱۶/۲۵ درصد پروتئین در تیمار بیوفلوک، کمترین هزینه خوراک، بهترین کیفیت آب و بهترین تولید اقتصادی را در مقایسه با جیره کنترل رایج دارد. در آزمایش مذکور به این نتیجه رسیدند که تیمارهای بیوفلوک برای کاهش هزینه های تولید میگو موفقیت آمیز است و اضافه کردن کربوهیدرات (آرد گندم) به ستون آب سطوح نیترات، نیتریت و کل نیتروژن آمونیاکی را در تانک پرورش کاهش می دهد و استفاده از بیوفلوک به عنوان یک منبع غذایی مکمل توسط میگو مورد تائید قرار گرفت که با نتایج آزمایش فعلی هم خوانی داشت. در مطالعه Asaduzzaman و همکاران در سال ۲۰۱۰ کارایی دو منبع کربن نشاسته tapioca و آرد ذرت برای تشکیل فلوک مقایسه شد. غلظت فرمهای نیتروژن غیرآلی و دیگر پارامترهای کیفی آب در هر دو تیمار منبع کربنی تقریبا مشابه بود و در پایان بیان کردند که با اضافه کردن منبع کربن و حفظ نسبت کربن به نیتروژن در حد مطلوب در سیستم پرورش می توان کیفیت مناسب آب را حفظ کرد و همچنین نتایج داده های رشد نشان داد که آرد ذرت می تواند به عنوان یک منبع خوب کربن آلی برای حفظ نسبت کربن به نیتروژن بالا در استخرهای میگوی آب شیرین باشد. در مطالعه حاضر، وزن نهایی، بیومس، افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، سرعت رشد و ضریب رشد ویژه در تیمارهای بیوفلوک در مقایسه با تیمار تعویض آب بهتر بود و تفاوت معنی داری داشت. مصرف و تولید دوباره بیوفلوکها کارایی استفاده از خوراک را با بازیافت خوراکهای ته نشین شده و برخی از مواد مغذی دفع شده افزایش می دهد (Hargreaves, 2006). بیوفلوکها یا میکروارگانیسم های متصل به آن تاثیر مثبتی روی فعالیت آنزیم های گوارشی میگو می گذارند (Xu *et al*., 2012, 2013). احتمالا بهبود عملکرد رشد میگو به حضور و تولید فلوک همراه با جیره مصنوعی مرتبط است که غذای طبیعی همراه با جیره فرموله، یک زنجیره غذایی پیچیده را تشکیل داده که میگو از آن استفاده می کند. در مطالعه حاضر حضور بیوفلوک سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش بازده غذایی شد که با نتایج محققین دیگر تائید شد. در مطالعه Wasielesky و همکاران در سال ۲۰۰۶، تاثیر تولیدات طبیعی در سیستم فوق متراکم هتروتروفیک برای میگوهای نوجوان سفید غربی مورد مطالعه قرار گرفت و بیان شد که مصرف بیوفلوک در تیمار های بیوفلوک سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی (۱/۵۴ به ۱/۰۳) و افزایش ضریب رشد (۰/۳۹ به ۱/۲۵ گرم در هر هفته) در مقایسه با تیمار تعویض آب می شود. در مطالعه حاضر کمترین و بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی به

ترتیب در تیمارهای فلوک و تیمار تعویض آب بدست آمد. بر اساس تحقیقات Burford و همکاران در سال ۲۰۰۴، پیشنهاد شد که ذرات فولکوله شده غنی از باکتریها و فیتوپلانکتونها می توانند در تغذیه میگوی سفید غربی در استخرهای متراکم میگو کمک کنند و همچنین تخمین زدند که در سیستم بیوفلوک بیش از ۲۹ درصد از مصرف غذای روزانه میگوی سفید غربی شامل فلوکه های میکروبی می باشد که سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی و کاهش هزینه های خوراک می شود. مطالعات نشان داده است که فرایند بیوفلوک همراه با اضافه کردن کربوهیدرات روی میزان بازماندگی میگو تاثیر می گذارد (Gao *et al.*, 2012). کیفیت آب بویژه آمونیاک، نیتریت و سطوح کل نیتروژن آمونیاکی از فاکتورهای محدودکننده اولیه بازماندگی میگو می‌باشند (Santacruz-Reyes & Chien, 2012). میزان رشد و بقاء در تیمارهای بیوفلوک نسبت به تیمار تعویض آب بالاتر و تفاوت معنی دار داشت. میزان رشد و بقاء در میان تیمارهای فلوک نسبت به هم تفاوت معنی داری نشان نداد که بیان می کند منابع مختلف کربن تاثیر قابل توجهی بر بقاء و رشد میگو ندارند که با نتایج مطالعه Varghese در سال ۲۰۰۷، مطابقت دارد. ضریب بقای بالاتر میگوها به دلیل شرایط مطلوب پارامترهای محیطی برای ارگانیسم ها می باشد (Gao *et al.*, 2012). بقای بهتر و افزایش رشد محصول ممکن است بدلیل کاهش متابولیت‌های سمی به دلیل توده سازی زیستی در سیستم بدون تعویض آب در نتیجه اضافه کردن منابع آلی کربن به سیستم باشد (Crab *et al.*, 2009). بطور کلی، نتایج مطالعه کنونی نشان داد که اضافه کردن منابع مختلف کربوهیدرات به ستون آب سبب کاهش و کنترل میزان ترکیبات سمی نیتروژن، افزایش مصرف اکسیژن (بدلیل فعالیت میکروب‌ها)، کاهش میزان pH و بهبود سطح بقاء می شود و اثر معنی داری بر تولید و رشد میگوی سفید غربی می گذارد. بنابراین تاثیر مثبت حضور بیوفلوک بر عملکرد رشد، بقاء، کیفیت آب و کاهش مصرف غذا در مخازن پرورش در شرایط بدون تعویض آب تائید شد. اضافه کردن منابع کربن علاوه بر کنترل و کاهش تولید غلظت نیتروژن سمی غیر آلی در تانک‌های میگو با تنظیم نسبت کربن به نیتروژن و تولید فلوک به عنوان خوراک مکمل برای میگوها استفاده شده که می توان درصد پروتئین جیره و میزان جیره ورودی به استخر پرورش را با جایگزین کردن فلوک‌ها کاهش داد. تحقیقات بیشتری نیاز است تا منابع کربوهیدرات ارزانتر دیگری مثل آرد ذرت، آرد برنج، نشاسته سیب زمینی، مواد زائد حاصل از فرآوری نیشکر و دیگر ضایعات کشاورزی در سیستم بدون تعویض آب جهت تحریک و توسعه فلوک استفاده شود و همچنین ترکیبات بیوشیمیایی فلوکهای ایجاد شده در تیمارهای منابع مختلف کربوهیدرات جهت استفاده به عنوان خوراک آنالیز شود. در مجموع با توجه به نتایج تحقیق حاضر ضرورت بکارگیری این تکنیک نوین در آبزی پروری میگوی سفید غربی کشور احساس می شود.

تشکر و قدردانی

از مدیر کل و معاونت محترم تکثیر شیلات هرمزگان و از مدیریت و کارکنان مرکز تکثیر و پرورش آبزیان بندرکلاهی- میناب، به ویژه مهندس سیرپور، مهندس درویشی، مهندس محمدپور و مهندس اسلامی که در فراهم کردن امکانات این تحقیق نهایت همکاری را مبذول داشتند، قدردانی می شود. همچنین از آقای مهندس مسندانی به جهت راهنمایی های ارزنده و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه هرمزگان سپاسگزاری می گردد.

منابع

Asaduzzaman, M., Wahab, M.A., Verdegem, M.C.J., Adhikary, R.K., Rahman, S.M.S., Azim, M.E. and Verreth, J.A.J., 2010. Effects of carbohydrate source for maintaining a high C/N ratio and fish driven re-suspension on pond ecology and production in periphyton-based freshwater prawn culture systems. Aquaculture, 301: 37-46.

Asaduzzaman, M., Wahab, M.A., Verdegem, M.C.J., Huque, S., Salam, M.A. and 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. and Kochba, M., 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in biofloc tanks, using N-15 tracing. Aquaculture, 287: 163–168.

Avnimelech, Y., 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. Aquaculture, 176: 227–235.

Avnimelech, Y., 2009. Biofloc Technology: A Practical Guide Book. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. 182p.

Avnimelech, Y., 2012. Biofloc Technology: A Practical Guide Book, 2nd Edition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 272p.

Azim, M.E. and 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, 283: 29-35.

Beveridge, M.C.M., Phillips, M.J. and Macintosh, D.J., 1997. Aquaculture and the environment: the supply of and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability. Aquaculture Research, 28: 797–807.

Boyd, C.E. and Zimmermann, S., 2000. Grow out systems - Water quality and soil management. In: Freshwater Prawn culture (The farming of *Macrobrachium rosenbergii*, (Eds. New, M. B. and Valenti, W. C). pp. 221-238.

Burford, M.A., Thompson, P.J., Mc Intosh, R.P., Bauman, R.H. and Pearson, D.C., 2003. Nutrient and microbial dynamics in high intensity, zero exchange shrimp ponds in Belize. Aquaculture, 219: 393-41l.

Burford, M.A., Sellars, M.J., Arnold, S.J., Keys, S.J., Crocos, P.J. and Preston, N.P., 2004. Contribution of the natural biota associated with substrates to the nutritional requirements of the post-larval shrimp, *Penaeus esculentus* (Haswell), in high-density rearing systems. Aquaculture Research, 35: 508-515.

Chow, S. and Sandifer, P.A., 1991. Differences in growth, morphometric traits and male sexual maturity among Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, from different commercial hatcheries. Aquaculture, 92: 165–178.

Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier, P. and Verstraete, W., 2010. The effect of different carbon sources on the nutritional value of biofocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. Aquaculture Research, 41: 559-567.

Crab, R., Kochva, M., Verstraete, W. and Avnimelech, Y., 2009. Bioflocs technology application in over-wintering of tilapia. Aquacultural 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.

Emerenciano, M., Ballester, E.L.C., Cavalli, R.O. and Wasielesky, W., 2012. 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.

FAO, (Food and Agriculture Organization of the United Nations)., 2014. http://www.fao.org /fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en.

Gao, L., Shan, H.W., Zhang, T.W., Bao, W.Z. and Ma, S.J., 2012. Effects of carbohydrate addition on *Litopenaeus vannamei* intensive culture in a zero-water exchange system. Aquaculture, 342: 89–96.

Goldman, J.C., Caron, D.A. and Dennett, M.R., 1987. Regulation of gross growth efficiency and ammonium regeneration in bacteria by substrate C: N ratio. Limnology and Oceanography, 32(6): 1239–1252.

Hargreaves, J.A., 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. Aquacultural Engineering, 34: 344–363.

Hari, B., Kurup, B.M., Varghese, J.T., Schrama, J.W. and Verdegem, M.C.J., 2006. The effect of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems. Aquaculture, 252: 248–263.

Hari, B., Kurup, B.M., Varghese, J.T., Schrama, J.W. and Verdegem, M.C.J., 2004. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. Aquaculture, 241: 179–194.

ISIRI, N 5271., 2009. Institute of standards and industrial research of Iran. Water - enumeration of culturable micro organisms.

Ma, C.W., Cho, Y.S. and Oh, K.H., 2009. Removal of pathogenic bacteria and nitrogens by *Lactobacillus* spp. JK-8 and JK-11. Aquaculture, 287: 266-270.

Megahed, M.E., 2010. The effect of microbial Biofloc on water quality, survival and growth of the green Tiger shrimp (*Penaeus Semisulcatus*) fed with different crude protein levels. Journal of the Arabian Aquaculture Society, 5(2): 119-141.

Mishra, J.K., Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Gandy, R.L. and Ali, A., 2008. Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. Aquacultural Engineering, 38: 2-15.

MOOPAM., 1999. Manual of oceanographic observations and pollutants analysis methods (Third Edition). The Regional Organisation for the Protection of the Marine Environment (ROPME), Kuwait.

Moriarty, D.J.W., 1997. The role of microorganisms in aquaculture ponds. Aquaculture, 151: 333-349.

Santacruz-Reyes, R.A. and Chien, Y.H., 2012. The potential of *Yucca schidigera* extract to reduce the ammonia pollution from shrimp farming. Bioresource Technology, 113: 311–314.

Saritha, T., 2009. Development of innovative low cost larviculture technologies of the Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). Ph.D. Thesis, Cochin University of Science and Technology.

Schryver, P. and Verstraete, W., 2009. Nitrogen removal from aquaculture pond water by heterotrophic nitrogen assimilation in lab scale sequencing batch reactor, Bioresource Techology, 100: 1162-1167.

Serra, F.P., Gaona, C.A.P., Furtado, P.S., Poersch, L.H. and Wasielesky, W.J., 2015. Use of different carbon sources for the biofloc system adopted during the nursery and grow-out culture of *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture Internatinal, DOI 10.1007/s10499-015-9887-6.

Suita, S.M., 2009. O uso da Dextrose como fonte de carbono no desenvolvimento de bioflocos e desempenho do camarao-branco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em sistema sem renovacao de agua.Tese demestrado. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.

Tacon, A.G.J., Cody, J.J., Conquest, L.D., Divakaran, S., Forster, I.P. and Decamp, O.E., 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. Aquaculture Nutrition, 8: 121–139.

Treece, G.D., 2000. Shrimp culture. In: R.R. Stickney (ed.). Encyclopedia of Aquaculture. John Wiley & Sons, New York, pp.798-868.

Varghese, J.T., 2007. Carbon/ nitrogen ratio optimization and periphyton development on the production and sustainability of *Penaeus monodon* (fabricius) in extensive culture system. Ph.D. Thesis. Cochin University of Science and Technology, Cochin, India.

Wang, X., Kim, K.W., Bai, S.C., Huh, M.D. and Cho, B.Y., 2003. Effect of the different levels of dietary vitamin C on growth and tissue ascorbic acid changes in Parrot fish (*Oplegnathus fasciats*). Aquaculture, 215: 203-211.

Wasielesky, W.Jr., Froes C., Fóes G., Krummenauer D., Lara G. and Poersch L., 2013. Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: the effect of stocking densities and compensatory growth. Journal of Shellfish Research, 32(3): 799-806.

Wasielesky, W., Atwood, H., Stokes, A. and 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. and 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: 147–152.

Xu, W.J., Pan, L.Q., Zhao, D.H. and Huang, J., 2012. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. Aquaculture, 350: 147-153.

Xu, W.J., Pan, L.Q., Sun, X.H. and Huang, J., 2013. Effects of bioflocs on water quality, and survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in zero-water exchange culture tanks. Aquaculture Research, 44: 1093-1102.

Effects of different carbon sources on water quality, growth performance and survival of western white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) in zero-water exchange system

Mohammad Hossein Khanjani[(1)*], Morteza Alizadeh[(2)],

Sajjadi M.M[*(3)], Sourinejad I[(1)]

M.h.khanjani@gmail.com ،khanjani.phd@hormozgan.ac.ir

1- Fisheries Department, Faculty of Marine and Atmospheric Sciences and Technologies, Hormozgan University, Iran

2- Scientific Board of Iranian Fisheries Research Organization - Inland Salt Water Fishes Research Center, Bafgh-Yazd-Iran

3- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Iran

Received: February 2014 Accepted: June 2015

Keywords: carbon sources, biofloc technology, water quality, growth performance, survival, *Litopenaeus vannamei*

Abstract

Eeffect of different dietary carbon sources on water quality, growth performance and survival of western white shrimp *Litopenaeus vannamei* post larvae was investigated in zero-water exchange system. Shrimp postlarvae with mean weight of 98.47±8.60 mg and mean length of 22.39± 1.70 mm were fed for 32 days in fiberglass containers with 130 liters volume of water and density of 1 individual per liter in five treatments including one control with water exchange and four biofloc treatments with adding different carbon sources including molass, starch, wheat flour and mixture of them at equal weight ratios with 15% to 9% of body weight. In the values of water quality parameters including temperature, salinity, dissolved oxygen and pH, no significant differences were observed among the biofloc treatments (P>0.05). Maximum pH (8.27 ± 0.09) and maximum dissolved oxygen (6.37 ± 0.56 mg/lit) was in water exchange treatment. Maximum and minimum level of ammonia was 0.43± 0.34 and 0.09± 0.07 mg/lit in water exchange treatment without floc and biofloc treatment with adding starch of carbon sources, respectively and showed significant difference between treatments (P <0.05). The highest increase in body weight (1640.43± 231.28 mg), growth rate (51.26± 7.23 mg per day), specific growth rate (8.97± 0.42 %/day) and biomass (190.29± 26.83mg) was observed in biofloc treatment with adding molass and the highest survival rate (90± 0.77%) was obtained in biofloc treatment with adding mixture of carbon sources. The highest feed conversion ratio (1.52±0.23) and the lowest feed efficiency (66.81±7.95) were obtained in water exchange treatment without floc, showing significant difference compared to the other treatments (P <0.05). The results showed that using biofloc technology with zero- water exchange system and adding carbonaceous organic matter could help to recycle waste and improve the water quality. Moreover, the presence of biofloc improved growth performance, feed utilization and production of western white shrimp in zero water ecxhange rearing system.

* Corresponding author