تاثیر نسبت‌های مختلف غذادهی برکیفیت آب، عملکرد رشد و بقاء پست لاروهای میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) با استفاده از تکنولوژی بیوفلوک

محمد حسین خانجانی[1*]، میر مسعود سجادی[2]، مرتضی علی زاده[3]، ایمان سوری نژاد[1]

*khanjani.phd@hormozgan.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی ۱۱٤٤
۳- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای شور داخلی، بافق- یزد

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: اردیبهشت۱۳۹٤

چکیده

در این مطالعه تاثیر نسبتهای مختلف غذادهی برکیفیت آب، عملکرد رشد و بقاء پست لاروهای میگوی سفید غربی *Litopenaeus vannamei* در سیستم پرورشی بیوفلوک مورد بررسی قرار گرفت. پست لاروهای مرحله ده میگوی سفید غربی با میانگین وزن ۰/۷±۳ میلی گرم و میانگین طول ۰/۹۳±۴/۴ میلی متر به مدت سه هفته در ظروف فایبرگلاس با حجم آبگیری ۲۰۰ لیتر و با تراکم ۱۰ پست لارو در لیتر در چهار تیمار شامل یک تیمار تعویض آب و سه تیمار بیوفلوک به ترتیب در نسبتهای مختلف غذایی ۲۵، ۲۰ و ۱۵ درصد وزن بدن تغذیه شدند. بر اساس نتایج بدست آمده، تفاوت معنی‌داری در مقادیر پارامترهای کیفی آب شامل، شوری، اکسیژن محلول، pH، نیتریت و نیترات بین تیمارهای آزمایش وجود نداشت ($p>0/05$). بیشترین میزان افزایش وزن بدن (۵۸/۴۲ میلی گرم)، سرعت رشد (۲/۷۸ میلی گرم در روز)، ضریب رشد ویژه (SGR) (۱۵/۰۹ درصد در روز)، افزایش بیومس (۸۴۰۲۰ میلی گرم) و ضریب بقاء (۷۱/۹ درصد) در تیمار بیوفلوک با نسبت غذادهی ۲۵ درصد وزن بدن بدست آمد. همچنین بیشترین ضریب تبدیل غذایی (۲/۰۵) و کمترین بازده غذایی (۴۸/۶۲ 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 آشکار می نماید که با سیستم پرورشی بیوفلوک می توان میزان تعویض آب و همچنین میزان غذادهی را نسبت به وزن بدن در پرورش پست لارو میگوی سفید غربی کاهش داد و حضور بیوفلوک سبب بهبود عملکرد رشد و تولید پست لارو میگوی سفید غربی در سیستم پرورشی بدون تعویض آب می شود.

لغات کلیدی : بیوفلوک تکنولوژی، کیفیت آب، عملکرد رشد، بقاء، *Litopenaeus vannamei*

*نویسنده مسئول

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

با افزایش جمعیت جهان که پیش بینی شده است تا سال ۲۰۵۰ میلادی به ۹ میلیارد نفر برسد، نیاز به منابع پروتئینی و غذا افزایش می یابد و احتمالاً یکی از چالش های بزرگ پیش رو در آینده تغذیه انسانها خواهد بود (FAO, 2010)، بنابراین تامین مواد غذایی غنی از پروتئین امری ضروری و حائز اهمیت است. پرورش دام و آبزیان دو منبع مهم تامین پروتئین حیوانی برای مردم جهان محسوب می شوند (MPEDA, 1992). از جمله مشکلات پیش روی آبزی پروری آلودگی ناشی از پساب خروجی کارگاه های پرورش، وابستگی بیش از حد به پودر ماهی برای تهیه غذای آبزیان و شیوع و گسترش بیماریهای میکروبی و انگلی می باشد (Valenti & Daniels, 2000). فن‌آوری بیوفلوک (Biofloc Technology) راه حل جدیدی برای حل مشکلات فوق در جهت رسیدن به اهداف توسعه آبزی پروری پایدار با تولید محصولات سالم، ارگانیک و با کیفیت بالا می باشد (Avnimelech, 2009). رویکرد پایدار در چنین سیستمی مبتنی بر رشد میکروارگانیسم ها در محیط پرورشی است که حداقل تبادل آب مفید را دارد. این فناوری مزیت های مهمی از جمله به حداقل رساندن مصرف آب، بازیافت مواد مغذی و مواد آلی را دارد و علاوه بر این، ورود عوامل بیماری زا به سیستم پرورش را کاهش داده و منجر به بهبود امنیت زیستی در مزرعه پرورشی می گردد (Avnimelech, 2007). نسبت کربن به نیتروژن بالا برای تضمین رشد بهینه باکتریهای هتروتروف ضروری است (Emerenciano *et al*., 2012) و از این انرژی برای نگهداری و همچنین برای رشد و تولید سلول های جدید استفاده می شود. منابع کربن مورد استفاده در سیستم بیوفلوک اغلب محصولات کشاورزی کربوهیدراته و یا فرآورده های غذایی دامی قابل دسترس می باشند. منابع ارزان از کربوهیدرات ها مانند ملاس، گلیسرول و بلغورهای گیاهی (گندم، ذرت، برنج) قبل از ذخیره سازی پست لارو میگو و در طول مرحله رشد مورد استفاده قرار می گیرند که با هدف حفظ نسبت بالای کربن (۱۵ یا ۲۰) به نیتروژن (۱) می باشد (Taw, 2010). منبع کربن به عنوان یک بستر برای سیستم های عامل بیوفلوک و تولید سلول های پروتئین میکروبی عمل می کند (Avnimelech, 2007). مطالعات نشان داده است اضافه کردن مواد کربنی منجر به کاهش قابل توجه تجمع آمونیاک در مخازن می شود و میزان مطلوب نسبت کربن به نیتروژن (در غذا و مواد کربنی اضافه شده) را بین ۱۵ تا ۲۵ در نظر گرفته اند (Avnimelech, 1999). اضافه کردن کربوهیدرات به سیستم های بدون تعویض آب برای پرورش متراکم میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) بطور قابل توجهی کیفیت آب، فعالیت های باکتریایی و رشد زئوپلانکتونها را بهبود می دهد و در نتیجه باعث عملکرد بهتر رشد می شود (Gao *et al*., 2012).

همه گونه های آبزی کاندیدای مناسبی برای استفاده در سیستم بیوفلوک نیستند. برخی از ویژگی های لازم برای دستیابی به عملکرد رشد بهتر مانند مقاومت به تراکم بالا، تحمل سطوح متوسط اکسیژن محلول (تقریبا ۳ تا ۶ میلی گرم در لیتر)، فیلترفیدر بودن، عادت همه چیز خواری و یا قابلیت سازگاری دستگاه گوارش به جذب بهتر ذرات میکروبی، بایستی از توانایی های گونه مورد نظر باشد (Taw, 2010). پژوهش ها ثابت کرده است که حضور بیوفلوک ها در سیستم پرورش میگو، رشد را ۱۵ درصد افزایش و ضریب تبدیل غذایی را۴۰ درصد کاهش می دهد که نشان دهنده این است که میگوها می توانند از کیفیت تغذیه بیوفلوک ها (ویتامین، مواد معدنی، لیپید و پروتئین اضافی) بهره مند شوند (Wasielesky *et al*., 2006). در واقع، خوراک خوب و متعادل می تواند بدون استفاده از پروتئین های دریایی و با حضور بیوفلوک تولید شود (Avnimelech, 2012). در سیستم های بیوفلوک بهبود رشد و تولید بیشتر رخ می هد و همچنین به شرایط مطلوبتر کیفیت آب کمک می کند (Arnold *et al*., 2009).

میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*, synonym: *Penaeus vannamei*) یکی از مهمترین گونه های پرورشی خانواده پنائیده می‌باشد که به علت مزایای قابل توجه در پرورش به تمام نقاط جهان انتقال یافته است (Wyban *et al*., 1995). میگوی سفید غربی نسبت به شوری های مختلف تحمل خوبی داشته و دارای رشد بالایی است (Cuzon *et al*., 2004). به دلیل تغذیه آسان از ارگانیسم های طبیعی موجود در استخر و مخزن

www.SID.ir

پرورش، تراکم پذیری و میزان بازماندگی بالا، نیاز پروتئینی کمتر نسبت به سایر میگو های پرورشی، توانایی ذخیره سازی در مخازن کوچک و عادت پذیری سریع به محیط اسارت، گونه ای مناسب برای پرورش و همچنین برای آزمایش در محیط های بسته و سیستم بیوفلوک می باشد (Wyban *et al.*, 1995). با توجه به مزایای ذکر شده در مورد سیستم بیوفلوک، بکارگیری این تکنیک در کشور برای پرورش آبزیان ضروری می باشد. با توجه به معرفی روشهای جدید و موثر در کاهش مصرف آب و غذا در پرورش آبزیان و استفاده از آنها در کشور، این تحقیق با هدف بررسی کیفیت آب، عملکرد رشد و بقاء پست لاروهای میگوی سفید غربی در سیستم بیوفلوک تحت تأثیر نسبت های مختلف غذادهی طراحی و انجام شد.

مواد و روش ها

این تحقیق در تابستان سال ۱۳۹۳ در کارگاه تکثیر و پرورش آبزیان بندرکلاهی (میناب، استان هرمزگان) انجام شد. پست لاروهای میگوی سفید غربی با میانگین وزن ۰/۷± ۳ میلی گرم و میانگین طول ۰/۹۳۱±۴/۴ میلی متر از کارگاه مذکور تهیه شدند. ۱۲ مخزن مدور پلی اتیلن (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 ۲۰۰ لیتر آب تصفیه شده با فیلتر شنی پر شدند و سپس تعداد ۲۰۰۰ پست لارو (۱۰ پست لارو در لیتر) در هر تانک ذخیره سازی شد. چهار 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 می شد. همچنین سه تیمار بدون تعویض آب (بیوفلوک) با میزان مختلف غذادهی بر حسب درصد وزن بدن به ترتیب ۲۵، ۲۰ و ۱۵ در ابتدای دوره آزمایش در نظر گرفته شد و کاهش میزان غذادهی در هر تیمار در طول دوره پرورش متناسب با افزایش رشد به نسبت یکسان انجام شد. در تیمارهای بدون تعویض آب، قبل از ذخیره سازی پست لاروها، نیم میلی لیتر فلوک به ازای هر لیتر به عنوان استوک به مخازن تیمارها اضافه شد. غذادهی ۳ مرتبه در روز (۸ صبح، ۱۴ عصر، ۲۰ شب) با نسبت های مختلف با جیره حاوی ۳۸ درصد پروتئین (ساخت شرکت هوواراش بوشهر) بطور مشابه در همه تیمارها انجام 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 سه هفته انجام شد (جدول ۲). 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 (Sechi disk) 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 شود (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 (۱۲۵-۱۴۴۲ whatman filter paper Cat No) (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 شود (Azim & Little, 2008). اندازه گیری آمونیاک، نیتریت و نیترات آب با استفاده از روش طیف سنجی به کمک دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل۹۲۰۰ Cecil, CE) و بر اساس استاندارد شماره ۵۲۷۱ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: مشخصات تیمارهای استفاده شده براساس نسبت های مختلف غذادهی پست لاروهای میگوی وانامی در هفته های اول، دوم و سوم آزمایش

تیمار ها	تکرار	میزان غذادهی بر حسب درصد وزن بدن			تعویض آب	توضیحات
		هفته اول	هفته دوم	هفته سوم		
تیمار تعویض آب (کنترل)	۳	۲۵	۲۳	۲۱	روزانه ۳۵ درصد	
تیمار بیشترین سطح غذادهی + فلوک	۳	۲۵	۲۳	۲۱	بدون تعویض آب	نیم میلی لیتر فلوک به ازای هر لیتر آب در اول دوره به مخازن اضافه شد
تیمار متوسط سطح غذادهی+ فلوک	۳	۲۰	۱۸/۴	۱۶/۸	بدون تعویض آب	
تیمار کمترین سطح غذادهی+ فلوک	۳	۱۵	۱۳/۸	۱۲/۶	بدون تعویض آب	

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

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

جهت ایجاد سیستم تولید توده زیستی (بیوفلوک)، سه ظرف مدور پلی اتیلن ۳۰۰ لیتری (با حجم آبگیری ۲۰۰ لیتر) مورد استفاده قرار گرفت. آب دریای فیلتر شده (فیلتر شنی) با شوری نزدیک ۴۰ گرم در لیتر با آب شیرین مخلوط گردید و شوری آب به حدود ۳۲/۵ گرم در لیتر رسید و مخازن با این آب پر شدند. در تهیه بیوفلوک، از مواد آلی شامل خوراک تجاری میگو با ۴۲ درصد پروتئین، آرد، سبوس گندم و ملاس استفاده شد (جدول ۳). به منظورتقویت فعالیت باکتریهای هتروتروف جهت تشکیل بیوفلوک، نسبت کربن به نیتروژن در سیستم بین ۱۵ تا ۲۰ در نظر گرفته شد. کود شیمیایی اوره با ۴۶ درصد ازت جهت تامین نیتروژن و خاک رس نیز جهت کمک به تشکیل فلوک جمع آوری و به خوبی نرم شد و از الک شماره ۲۷۰ میکرون عبور داده شد و به مخازن تشکیل فلوک اضافه گردید. هوادهی به منظور اختلاط آب و تامین اکسیژن با سه سنگ هوا در مخازن انجام شد.

جدول ۳: ترکیبات لازم برای تشکیل و تهیه یک لیتر فلوکه در یک مخزن ۲۰۰ لیتری[1]

خوراک میگو با ۴۲٪ پروتئین[2]	۴۰ گرم
ملاس	۵۰ گرم
آرد و سبوس گندم	۱۰گرم
جمع کل	۱۰۰ گرم
اوره (۴۶ درصد ازت)	یک گرم
خاک رس	یک گرم

[1] برگرفته از (Avnimelech, 2009)

[2]نسبت کربن به نیتروژن در خوراک تقریباً ۷/۵ بود

*نسبت کربن به نیتروژن برای تشکیل فلوک ۱۵تا ۲۰ حفظ گردید.

جهت تحریک و توسعه بیشتر فلوک در طول دوره آزمایش، منابع کربنی ملاس و آرد گندم به مخازن اضافه شد و پس از سه هفته فلوک مناسب و بالغ بدست آمد. به تیمارهای بیوفلوک همزمان با وعده غذایی ساعت ۱۴، ماده کربن دار (ملاس) جهت توسعه بیوفلوک و کنترل کیفیت آب بر اساس روش (Avnimelech, 2009) اضافه

www.SID.ir
Archive of SID

شد. میزان ملاس، 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).

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 شاخص های تغذیه ای شامل ضریب تبدیل غذایی و ضریب کارآیی تغذیه بر اساس فرمول های ذیل محاسبه شدند (Wang *et al*., 2003; Tacon *et al*., 2002).

افزایش وزن بدن (بر حسب میلی گرم): (وزن ثانویه- وزن اولیه)

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

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

افزایش بیومس (میلی گرم): {(وزن نهایی – وزن ابتدایی)} × میزان بقاء

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

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

ضریب رشد ویژه (SGR) (درصد در روز): {(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 Kolomogornov-Simirnov 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 ۲۰۱۲ رسم شدند.

نتایج

مقادیر (میانگین±انحراف معیار) برخی از پارامترهای کیفی آب در طول دوره آزمایش در جدول ۴ ارائه شده که بر اساس آن تفاوت معنی داری در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$). بر اساس اندازه گیری های انجام شده، در مقادیر دما، اکسیژن محلول، pH و شوری از نظر آماری تفاوت معنی داری در بین تیمارها مشاهده نگردید، کمترین میزان اکسیژن محلول (۵/۹۷ میلی گرم در لیتر) و بیشترین میزان اکسیژن محلول (۶/۱۴ میلی گرم در لیتر) به ترتیب در تیمار فلوک دارای بیشترین نسبت غذادهی و تیمار کنترل بدست آمد. بیشترین میزان pH (۸/۳۲) و کمترین میزان pH (۸/۲۱) به ترتیب در تیمار کنترل و تیمار فلوک دارای بیشترین نسبت غذادهی بدست آمد. بیشترین و کمترین میزان آمونیاک ۰/۱۵ و ۰/۰۶ میلی گرم در لیتر به ترتیب در تیمار کنترل و تیمار کمترین سطح غذادهی بدست آمد که اختلاف معنی داری نشان داد ($p<۰/۰۵$). مقادیر پارامترهای میزان مواد جامد قابل ته نشین (SS)، کل مواد جامد معلق (TSS) و شفافیت در تیمارهای مختلف در نمودار **۱** در سه قسمت الف، ب و ج ارائه شده است. میزان SS در روز ۲۰ آزمایش، ۰/۴۳، ۳/۸۶، ۳/۲۶، ۲/۷۶ میلی لیتر به ترتیب در تیمار کنترل، تیمارهای فلوک دارای بیشترین سطح غذادهی، دارای متوسط سطح غذادهی و دارای کمترین سطح غذادهی، میزان TSS در روز ۲۰ آزمایش، ۴۸/۳۳، ۱۴۲، ۱۳۴ و ۱۲۶/۵ میلی گرم به ترتیب در تیمار کنترل و تیمارهای فلوک دارای بیشترین سطح غذادهی، دارای متوسط سطح غذادهی و دارای کمترین سطح غذادهی و میزان شفافیت در روز ۲۰ آزمایش، ۳۵/۳۳، ۱۷، ۲۱ و ۲۴ سانتی متر به ترتیب در تیمار کنترل و تیمارهای فلوک

Archive of SID

www.SID.ir

دارای بیشترین سطح غذادهی، دارای متوسط سطح غذادهی و دارای کمترین سطح غذادهی بدست آمد.

مقادیر (میانگین ± انحراف معیار) تعداد کل باکتریهای هتروتروف در نمودار ۲ بخش الف آورده شده است. بر اساس شمارش انجام شده بیشترین (۱۰^{۶} × ۱/۶±۰/۱) و کمترین (CFU/ml ۱۰^{۳} × ۰/۱۱ ± ۳/۴۳۳) در انتهای آزمایش به ترتیب برای تیمار بیشترین سطح غذادهی و تیمار کنترل 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 ($p<۰/۰۵$). بیشترین میزان افزایش وزن بدن (۵۸/۴۲ میلی گرم)، درصد افزایش وزن بدن (۱۹۴۷/۶۱ درصد)، سرعت رشد (۲/۷۸ میلی گرم در روز)، بیومس (۸۴۰۲۰ میلی گرم)، افزایش طول بدن (۱۴/۵۲ میلی متر)، ضریب رشد ویژه (۱۵/۰۹ درصد در روز) در تیمار فلوک با بیشترین سطح غذادهی (۲۵ درصد وزن بدن) بدست آمد. کمترین ضریب تبدیل غذایی (۱/۳۸) و بیشترین بازده غذایی (۷۲/۴۶ درصد) در تیمار فلوک با کمترین سطح غذادهی (۱۵ درصد) بدست آمد. بیشترین ضریب تبدیل غذایی (۲/۰۵) و کمترین بازده غذایی (۴۸/۶۲ درصد) در تیمار کنترل (بدون فلوک) بدست آمد. مقادیر فاکتورهای درصد افزایش وزن بدن (۱۴۷۶/۶۳ درصد)، سرعت رشد (۲/۱۰ میلی گرم در روز)، ضریب رشد ویژه (۱۳/۷۹ درصد در روز) در تیمار فلوک با سطح غذادهی متوسط (۲۰ درصد وزن بدن) بیشتر از مقادیر فاکتورهای رشد مذکور در تیمار تعویض آب با نسبت غذادهی ۲۵ درصد وزن بدن بود.

مقادیر (میانگین ± انحراف معیار) بازماندگی (درصد بقاء) در پست لاروهای میگوی سفید غربی در تیمارهای مختلف در نمودار ۲ بخش ب آورده شده است. مقادیر بازماندگی، ۶۹/۵۳، ۷۱/۹، ۶۶/۳۳، ۶۳/۶۸ درصد به ترتیب در تیمار کنترل، تیمار های فلوک با بیشترین سطح غذادهی (۲۵ درصد)، با متوسط سطح غذادهی (۲۰ درصد) و با کمترین سطح غذادهی (۱۵ درصد) بدست آمد. بیشترین بازماندگی با میزان ۷۱/۹ درصد مربوط به پست لاروهای پرورش یافته در محیط با فلوک و غذادهی با ۲۵ درصد وزن بدن بود. در تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری در میزان بازماندگی بدست آمد ($p<۰/۰۵$).

جدول ۴: مقادیر برخی از پارامترهای کیفی آب در طول دوره آزمایش (میانگین ± انحراف از معیار).

پارامترها	تیمار کنترل	تیمار بیشترین سطح غذادهی	تیمار متوسط سطح غذادهی	تیمار کمترین سطح غذادهی
دمای آب صبح (°C)	^{a}۳۰/۶۶±۰/۳۱	^{a}۳۰/۶۴±۰/۳۰	^{a}۳۰/۵۹±۰/۲۹	^{a}۳۰/۶۱±۰/۲۴
دمای آب بعد از ظهر (°C)	^{a}۳۱/۷۵±۰/۱۹	^{a}۳۱/۶۳±۰/۳۲	^{a}۳۱/۶۱±۰/۲۱	^{a}۳۱/۶۳±۰/۲۴
اکسیژن محلول صبح (mg/l)	^{a}۶/۱۴±۰/۳۲	^{a}۶/۰۸±۰/۳۸	^{a}۶/۰۷±۰/۳۱	^{a}۶/۱۱±۰/۳۱
اکسیژن محلول بعداز ظهر (mg/l)	^{a}۶/۰۸±۰/۳۸	^{a}۵/۹۷±۰/۴۶	^{a}۶/۰۵±۰/۳۰	^{a}۶/۰۳±۰/۳۵
pH صبح	^{a}۸/۳۲±۰/۰۷	^{a}۸/۲۸±۰/۰۴	^{a}۸/۳۰±۰/۰۵	^{a}۸/۳۱±۰/۰۴
pH بعد از ظهر	^{a}۸/۲۵±۰/۰۵	^{a}۸/۲۱±۰/۰۷	^{a}۸/۲۳±۰/۰۸	^{a}۸/۲۶±۰/۰۶
شوری (ppt)	^{a}۳۲/۶۳±۰/۸۰	^{a}۳۲/۸۷±۰/۸۲	^{a}۳۲/۸۷±۰/۸۵	^{a}۳۲/۸۱±۰/۸۳
NH3 (mg/l)	^{a}۰/۱۵±۰/۰۵	^{b}۰/۰۹±۰/۰۳	^{b}۰/۰۷±۰/۰۳	^{b}۰/۰۶±۰/۰۲
NO2 (mg/l)	^{a}۳/۰۸±۲/۰۴	^{a}۲/۷۶±۱/۸۲	^{a}۲/۳۹±۱/۵۵	^{a}۲/۱۴±۱/۴۱
NO3 (mg/l)	^{a}۱/۶۱±۱/۴۳	^{a}۳/۱۴±۱/۹۶	^{a}۲/۷۱±۱/۸۳	^{a}۲/۵۱±۱/۶۷

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

www.SID.ir
Archive of SID

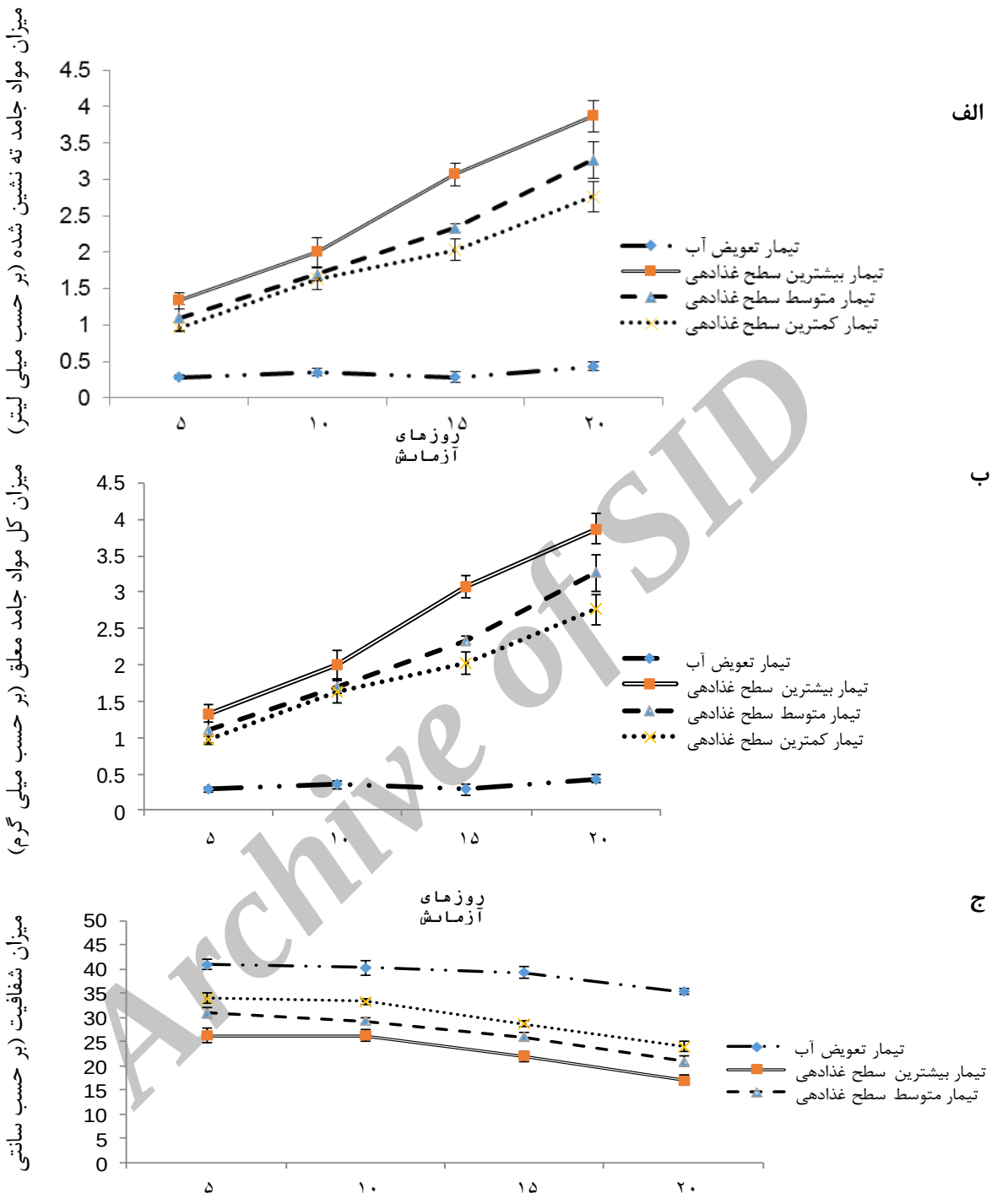
جدول ۵: عملکرد رشد پست لاروهای میگوی سفید غربی تغذیه شده با نسبت‌های مختلف غذادهی در سیستم بیوفلوک پس از سه هفته طول دوره آزمایش (میانگین ± انحراف از معیار، n=۳).

	تیمار کنترل	تیمار بیشترین سطح غذادهی	تیمار متوسط سطح غذادهی	تیمار کمترین سطح غذادهی
شاخص های رشد				
میزان افزایش وزن بدن (میلی گرم)	^{b}۴۲/۷۰±۸/۸۴	^{a}۵۸/۴۲±۱۸/۱۵	^{b}۴۴/۳۰±۱۱/۱۸	^{c}۳۹/۴۱±۱۱/۸۰
درصد افزایش وزن بدن (درصد)	^{b}۱۴۲۳/۵۱±۲۹۴/۷۷	^{a}۱۹۴۷/۶۱±۶۰۴/۹۷	^{b}۱۴۷۶ /۶۳±۳۷۲/۸۰	^{c}۱۳۱۳/۶۸±۳۹۳/۴۸
سرعت رشد(میلی گرم)	^{b}۲/۰۳±۰/۴۲	^{a}۲/۷۸±۰/۸۶	^{b}۲/۱۰±۰/۵۳	^{c}۱/۸۷±۰/۵۶
افزایش بیومس (میلی گرم)	^{b}۵۹۳۸۹±۱۲۲۹۸	^{a}۸۴۰۲۰±۲۶۰۹۹	^{b}۵۸۷۷۰±۱۴۸۳۸	^{d}۵۰۱۹۶±۱۵۰۳۵
میزان افزایش طول بدن (میلی متر)	^{b}۱۲/۷۳±۱/۲۹	^{a}۱۴/۵۲±۱/۵۳	^{b}۱۲/۷۵±۰/۸۴	^{b}۱۲/۶۷±۱/۳۴
SGR (درصد در روز)	^{b}۱۳/۶۱±۰/۹۳	^{a}۱۵/۰۹±۱/۳۹	^{b}۱۳/۷۹±۱/۳۵	^{c}۱۳/۲۴±۱/۴۲
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	^{a}۲/۰۵±۰/۴۲	^{c}۱/۴۵±۰/۴۵	^{b}۱/۵۷±۰/۳۹	^{c}۱/۳۸±۰/۴۱
بازده غذایی (FE)	^{c}۴۸/۶۲±۱۰/۰۶	^{ab}۶۸/۸۰±۲۱/۳۷	^{b}۶۳/۷۰±۱۶/۰۷	^{a}۷۲/۴۶±۲۱/۶۹

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

Archive of SID

www.SID.ir

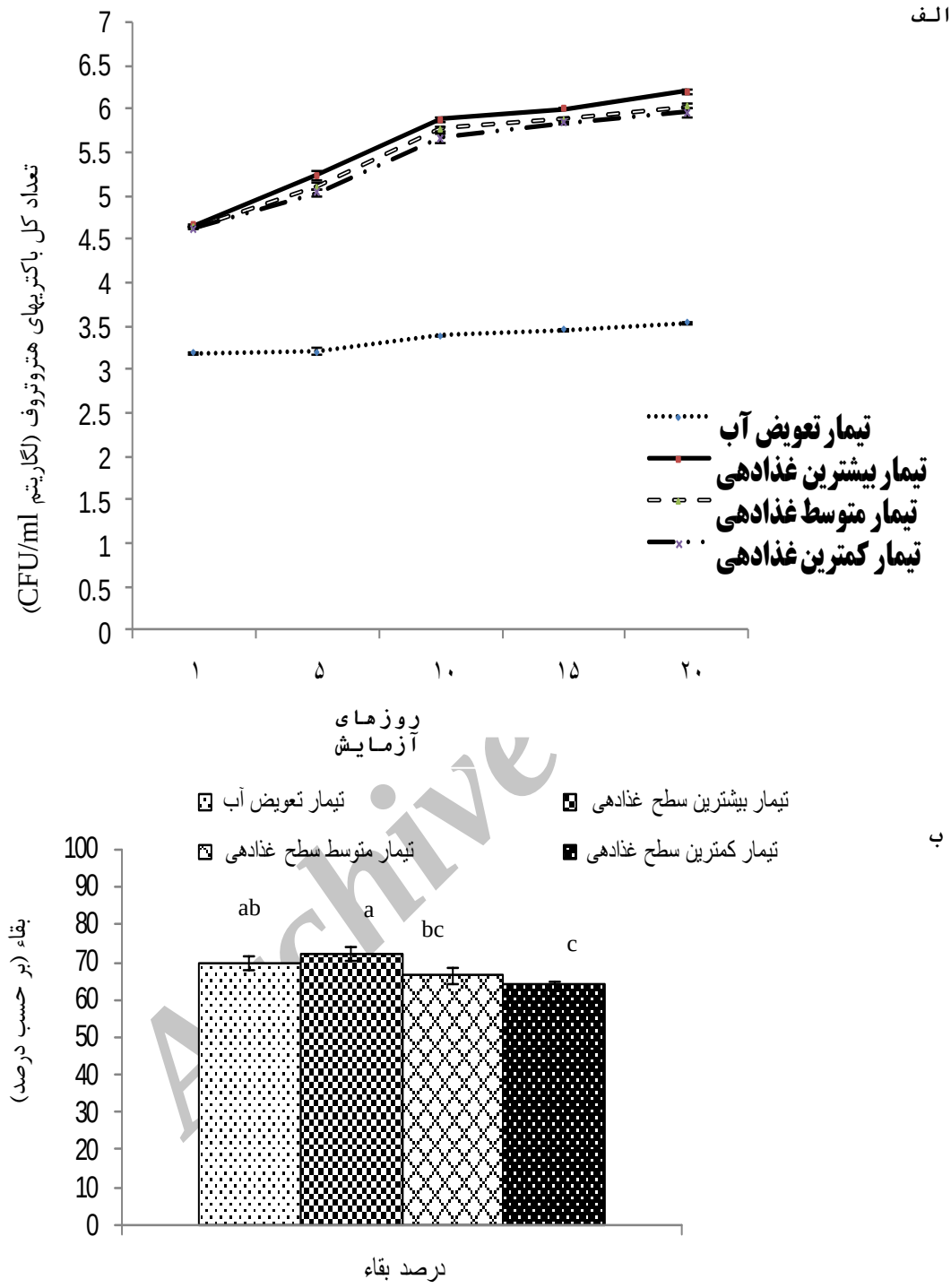


روزهای آزمایش

نمودار ۱: الف) میزان مواد جامد ته نشین شده(SS) (بر حسب میلی متر)، ب) میزان کل مواد جامد معلق(TSS)(بر حسب میلی گرم)، ج) میزان شفافیت (بر حسب سانتی متر)، در تیمارهای مختلف آزمایش (طبق جدول۱). داده‌ها میانگین±انحراف از معیار (SD) می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار۲: الف) تعداد کل باکتریهای هتروتروف (کلونی در هر میلی لیتر)، ب) بقاء (بر حسب درصد). پست لاروهای میگوی سفید غربی پرورش داده شده با تیمارهای مختلف آزمایش (طبق جدول۱). داده ها میانگین ± انحراف از معیار (SD) می باشد. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح معنی دار ۵ درصد با هم اختلاف ندارند ($p > ۰/۵$).

Archive
www.SID.ir

بحث

توده زیستی (بیو فلوک) مخلوطی از سلولهای زنده و مرده، دتریتوس (ذرات مواد آلی) و مجموعه ای از ارگانیسم های مختلف شامل باکتریها، جلبکهای رشته ای، پروتوزوآ و زئوپلانکتون را تشکیل می دهند (Avnimelech & Kochba, 2009). سیستم بیوفلوک یک منبع طبیعی غنی از پروتئین- چربی قابل دسترس در هر زمان را فراهم میکند. در ستون آب تعامل پیچیده ای بین ماده آلی، بستر فیزیکی و طیف وسیعی از میکروارگانیسم ها مانند فیتوپلانکتون، باکتری های آزاد و متصل و موجودات فیلترکننده مانند روتیفرها، مژه داران، تاژکداران تک یاخته و کوپه پودها برقرار است. این تولیدات طبیعی نقش مهمی را در بازیافت مواد مغذی و حفظ کیفیت آب ایفا می کنند (Avnimelech, 2007). در تحقیق حاضر با افزایش دوره آزمایش اندازه فلوک تولید شده، بزرگتر و فلوک های تولیدی سبک، متخلخل و دارای انبوهی از باکتریها بودند که به صورت زنجیره وار به هم متصل شده بودند.

در این تحقیق میزان اکسیژن محلول و pH در تیمارهای بیوفلوک کمتر بود، که نتیجه میزان تنفس بالاتر به دلیل حضور جامعه هتروتروفیک می باشد که غلظت دی اکسید کربن را در سیستم های بدون تعویض آب افزایش می دهد (Tacon *et al.*, 2002; Wasielesky *et al.*, 2006). میزان pH مناسب برای عملکرد مطلوب میگوهای خانواده پنائیده ۹-۷ می باشد (Cohen *et al.*, 2005) که منطبق با مقادیر بدست آمده از تیمارهای مورد مطالعه می باشد. شوری در تیمارهای بیوفلوک نسبتا بیشتر از تیمار تعویض آب بود که به دلیل تبخیر در سیستم های بدون تعویض آب (zero-water exchange) می‌باشد (Emerenciano *et al.*, 2012). شوری و دما فاکتورهایی هستند که بر غلظت بیوفلوک ها تاثیر می گذارند (Decamp *et al.*, 2003). تمایل به تجمع ذرات معلق و افزایش اندازه بیوفلوکها با افزایش شوری تائید شده است (Hakanson, 2006; Avnimelech, 2007). در مطالعات متعدد گزارش شده که شوری یکی از فاکتورهای مهم است که روی توسعه باکتریهای هتروتروف و فرایند نیتروفیکاسیون تاثیر می-گذارد (Timmons *et al.*, 2002). در سیستم های با تبادلات آبی محدود بر پایه بیوفلوک از تجمع اشکال نیتروژن غیرآلی سمی با حفظ نسبت بالای کربن به نیتروژن جلوگیری می شود (Avnimelech, 1999)، که شامل جذب ترکیبات ازته سمی توسط جوامع میکروبی می باشد (Emerenciano *et al.*, 2012). در مطالعه حاضر بیشترین غلظت آمونیاک در تیمار تعویض آب و کمترین آن در تیمار کمترین سطح غذادهی با بیوفلوک و بدون تعویض آب بود که تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده گردید،که با نتایج محققین دیگر مطابقت داشت (Gao *et al.*, 2012) حفظ نسبت کربن به نیتروژن (بالای ۱۵) با اضافه کردن منبع کربن (ملاس) به کاهش و حفظ غلظت اپتیمم نیتروژن غیر آلی کمک می کند (Asaduzzaman *et al.*, 2008).

پارامترهای کیفیت آب درهمه تیمارها در محدوده قابل قبول برای پرورش این گونه بود (Van Wyk & Scarpa, 1999). ارزیابی غلظت TSS نشان داد که با افزایش دوره آزمایش تراکم بیوفلوکها افزایش می یابد. طبق تحقیقات Samocha و همکاران در سال ۲۰۰۷ میزان TSS برای پرورش میگو کمتر از ۵۰۰ میلی گرم در لیتر پیشنهاد شد و بر اساس نتایج Mishra و همکاران در سال ۲۰۰۸، میزان TSS برای پرورش متراکم نوزادگاهی میگو کمتر از ۳۰۰ میلی گرم در لیتر ثبت شد. در تحقیقاتی بر روی پرورش تیلاپیا، Avnimelech در سال ۲۰۰۷ و Azim و Little در سال ۲۰۰۸ میزان TSS را به ترتیب در محدوده ۴۶۰- ۶۴۳ و ۵۶۰- ۵۹۷ میلی گرم در لیتر ثبت نمودند. کنترل میزان TSS در تانکهای بیوفلوک حائز اهمیت می باشد که با سطوح اکسیژن محلول و ترکیبات غیرآلی نیتروژن در ارتباط بوده (Ray *et al.*, 2010) و همچنین از بسته شدن آبشش جلوگیری می کند. میزان TSS در همه تیمارهای این تحقیق قابل قبول و شیب افزایش آن در همه تیمارها ملایم بود که نشان دهنده مصرف فلوکه ها توسط پست لاروهای میگو یا تغییر در ترکیبات و فراوانی میکروبیوتا به دلیل توالی در زنجیره غذایی می باشد (Moriarty, 1997). سیستم بدون تعویض آب بر پایه بیوفلوک یک رویکرد مناسب برای تولید آبزی پروری پایدار به واسطه بیومس بالای ماهی یا میگو است (Emerenciano *et al.*, 2012). در مطالعه حاضر، وزن نهایی، بیومس، افزایش وزن بدن،

www.SID.ir

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. خوراکهای پلت شده و تجاری ممکن است مواد مغذی لازم را برای رشد میگو فراهم نکنند، برخی از مواد مغذی (ویتامین ها و مواد معدنی) از فلوک ایجاد شده در تانک بدست می آید که همراه با جیره تجاری غذای مکملی برای میگو خواهد بود. در مطالعه حاضر، بالاترین درصد بقا (۷۱/۹ درصد)، در تیمار فلوک با بیشترین سطح غذادهی بدست آمد.

براساس تحقیقات Mishra و همکاران در سال ۲۰۰۸ و Cohen و همکاران در سال ۲۰۰۵ برای میگوهای نوزادگاهی سفید غربی پرورش یافته در حالت متراکم درصد بقاء را به ترتیب در دامنه (۱۰۰-۵۹) و (۱۰۰- ۹۷) گزارش کردند. درصد بقاء در برخی از تیمارها تفاوت معنی داری با هم نداشت، بطور کلی بقای مشاهده شده در سیستم پرورش بدون تعویض آب مرتبط با بیوفلوکها بالا می باشد (Kuhn *et al.*, 2008; Wasielesky *et al.*, 2006). میزان کمتر خوراک و فلوک هم نوع خواری را تحریک می کند و برعکس افزایش مواد مغذی و خوراک بقای بالاتر را تضمین می نماید. در تحقیقی توسط Xu و Pan در سال ۲۰۱۲، تاثیر سیستم بیوفلوک بر عملکرد رشد، دریافت خوراک، فعالیت آنزیم های گوارشی و ترکیبات لاشه میگوهای جوان سفید غربی با دستکاری نسبت کربن به نیتروژن خوراک درشرایط بدون تبادلات آبی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این آزمایش نشان داد بقای میگوها بالای ۹۰ درصد بود و تفاوت معنی داری بین گروههای تیمار مشاهده نگردید و عملکرد رشد (وزن نهایی، افزایش وزن بدن و سرعت رشد ویژه) میگو، همچنین ضریب تبدیل غذایی به طور معنی داری در هر دو تیمار بیوفلوک بهتر از تیمار کنترل بدست آمد. استفاده از ملاس بعنوان منبع کربنی در طول دوره پرورش مرحله نوزادی میگوی *Farfantepenaeus brasiliensis* در شرایط سیستم بیوفلوک بررسی شد (Souza *et al.*, 2014) و نتایج نشان داد که اضافه کردن ملاس کیفیت آب را حفظ کرده و تراکم کمتری از گونه های بیماری زای باکتری ویبریو را به دنبال دارد، در حالی که در تیمار کنترل حضور ناپایداری از گونه های باکتریایی ویبریو مشاهده شد. در رابطه با بهبود عملکرد رشد در تیمارهای بیوفلوک، احتمالا یک بستر مناسب برای استقرار جانداران ریز (گیاهی و جانوری) فراهم شده که حالت کلونی و فلوک را ایجاد می کنند که در نتیجه در این تیمارها در مقایسه با تیمار تعویض آب مقدار دسترسی به میکروارگانیسم ها برای مصرف توسط میگو افزایش می یابد. در بسیاری از مطالعات عملکرد بیوفلوک در جهت افزایش ضریب رشد میگو (Ballester *et al.*, 2007)، کاهش ضریب تبدیل غذایی (FCR) (Browdy *et al.*, 2001; Tidwell *et al.*, 2007) و بهبود کیفیت آب (Asaduzzaman *et al.*, 2008; Arnold *et al.*, 2009) اثبات شده است. پژوهش ها ثابت کرده است که حضور بیوفلوک ها در سیستم پرورش میگو، رشد را ۱۵ درصد افزایش و ضریب تبدیل غذایی را ۴۰ درصد کاهش می دهد که نشان دهنده این است که میگوها می توانند از کیفیت تغذیه بیوفلوک ها (ویتامین، مواد معدنی، لیپید و پروتئین اضافی) بهره مند شوند (Wasielesky *et al.*, 2006).

اثرات تغذیه از پلت های با سطوح مختلف پروتئین در حضور و عدم حضور بیوفلوک روی کیفیت آب، بقاء و رشد میگوی ببری سبز (*Penaeus semisulcatus*) در سیستم پرورش متراکم بررسی شد (Megahed, 2010). 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 همچنین اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف آزمایش در محصول نهایی میگو در هنگام برداشت مشاهده گردید. 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 به ستون

Archive of SID

www.SID.ir

آب سطوح نیترات، نیتریت و کل نیتروژن آمونیاکی را در تانک پرورش کاهش می دهد. استفاده از بیوفلوک بعنوان یک منبع غذایی توسط میگو مورد تائید قرار گرفته که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نقش ذرات مواد آلی و میکروارگانیسم ها در زنجیره غذایی میکروبی به عنوان یک پتانسیل منبع غذایی برای پرورش حیوانات آبزی از اوایل دهه ۱۹۶۰ مورد بحث قرار گرفته است (Emerenciano *et al.*, 2012). تولیدات طبیعی در جهت کاهش خوراک ورودی در سیستم های آبزی پروری بکارگرفته شده اند (Browdy *et al.*, 2001). ذرات فلوکه شده غنی از باکتریها و فیتوپلانکتون ها می توانند در تغذیه میگوی سفید غربی در استخرهای متراکم کمک کنند بطوری که در سیستم بیوفلوک بیش از ۲۹ درصد از مصرف غذای روزانه این گونه شامل فلوکه های میکروبی می باشد که سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی و کاهش هزینه های خوراک می شود (Burford *et al.*, 2004). در مطالعه حاضر، حضور بیوفلوک سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش بازده غذایی شد که با نتایج محققین دیگر همخوانی دارد. تاثیر تولیدات طبیعی در سیستم فوق متراکم هتروتروفیک برای میگوی سفید غربی جوان مورد مطالعه قرار گرفت (Wasielesky *et al.*, 2006) و بیان شد که مصرف بیوفلوک در تیمارهای 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 شرایط تعویض آب می شود. با توجه به نتایج می توان بیان کرد که بیوفلوک می تواند بعنوان یک منبع غذایی در مرحله پست لاروی میگوی سفید غربی در شرایط بدون تعویض آب مورد استفاده قرار گیرد که با نتایج مطالعات گذشته هم خوانی دارد (Arnold *et al.*, 2009; Asaduzzaman *et al.*, 2008, Emerenciano *et al.*, 2012). در مجموع با توجه به فواید این سیستم از جمله تبادل محدود آب در طی دوره پرورش و بهبود کیفیت آب برای چرخه بعدی، بازیافت مواد مغذی دفعی از طریق بیوفلوک ها، استفاده محدود از منابع طبیعی، به حداقل رساندن خروجی آب کارگاه به رودخانه ها، کاهش اثرات زیست محیطی، کنترل نیتروژن غیر آلی سمی و تبدیل به پروتئین میکروبی، بکارگیری خوراک های با پروتئین کمتر، بهبود رشد، بهبود امنیت زیستی از طریق کاهش ورود پاتوژنها و کاهش ضریب تبدیل غذایی، ضرورت بکارگیری این تکنیک نوین در آبزی پروری کشور و به خصوص در پرورش میگوی سفید غربی بصورت متراکم در شرایط گلخانه، 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 محمد پور 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

Arnold, S.J., Coman, F.E., Jackson, C.J. and Groves, S.A., 2009. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: an evaluation of artificial substrates and stocking density. Aquaculture, 293: 42-48.

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., 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-

www.SID.ir
Archive of SID

flocs technology ponds. Aquaculture, 264: 140-147.

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.

Ballester, E.L.C., Wasielesky, W.Jr., Cavalli, R.O. and Abreu, P.C., 2007. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: biofilm composition and shrimp performance. Aquaculture, 265: 355-362.

Browdy, C.L., Bratvold, D., Stokes, A.D. and Mcintosh, R.P., 2001. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture (ed. by E.D. Jory & C.L. Browdy), The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. pp. 20-34.

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.

Cohen, J., Samocha, T.M., Fox, J.M., Gandy, R.L. and Lawrence, A.L., 2005. Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile *Litopenaeus vannamei* using limited discharge and biosecure management tools. Aquacultural Engineering, 32: 425-442.

Cuzon, G., Addison, L., Gaxiola, G., Rosas, C. and Guillaume, J., 2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamie* reared in tank or in ponds. Aquaculture, 235: 513-551.

Decamp, O., Cody, J., Conquest, L., Delanoy, G. and Tacon, A. G. J., 2003. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone) within experimental zero-water exchange culture systems. Aquaculture Research, 34: 345-355.

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., 2010. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome.

Gao, L., Shan, H.W., Zhang, T.W., Bao, W.Z. and Ma, S.J., 2012. Effects of carbohydrate addition on *Litopenaeus*

Archive of SID

www.SID.ir

vannamei intensive culture in a zero-water exchange system. Aquaculture, 342: 89–96.

Hakanson, L., 2006. The relationship between salinity, suspended particulate matter and water clarity in aquatic systems. Ecological Research, 21: 75-90.

Kuhn, D.D., Boardman, G.D., Craig, S. R., Flick, G.J. and McLean, E., 2008. Use of microbial flocs generated from tilapia effluent as a nutritional supplement for shrimp *Litopenaeus vannamei* in recirculating aquaculture systems. Journal of the World Aquaculture Society, 39: 72-82.

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.

MPEDA., 1992. Hand Book on Shrimp Farming Cochin University Of Science and Technology, India.74p.

Ray, J.A., Lewis, B.L., Browdy, C.L. and Leffler, J.W., 2010. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, super intensive culture systems. Aquaculture, 299: 89-98.

Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A.M., Burger, J.M., Almeida, R.V., Ayub, Z., Harisanto, M., Horowitz, A. and Brock, D.L., 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. Aquacultural Engineering, 36: 184-191.

Souza, D.M.D., Suita, S.M., Romano, L.A.Jr.W. and Ballester, E.L.C., 2014. Use of molasses as a carbon source during the nursery rearing of *Farfantepenaeus Brasiliensis* (Latreille, 1817) in a biofloc technology system. Aquaculture Research, 45: 270–277.

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.

Taw, N., 2010. Biofloc technology expanding at white shrimp farms. Global Advocate May/June, 24–26 (available in http://www.gaalliance.org/mag/May_June2010.pdf).

Archive of SID
www.SID.ir

Tidwell, J.H., Coyle, S., Arnum, A.V. and Weibel, C., 2007. Production response of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* to increasing amounts of artificial substrate in ponds. Journal of the World Aquaculture Society, 31: 452-458.

Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T. and Vinci, B.J., 2002. Recirculating Aquaculture Systems. 2nd ed. Cayuga Aqua Ventures, New York, USA.

Valenti, W.C. and Daniels, W.H., 2000. Recirculation hatchery systems and management. In: New, M.B., Valenti, W.C. (Eds), Freshwater Prawn Culture. Blackwell, Oxford. pp.69- 90.

Van Wyk, P. and Scarpa, J., 1999. Water quality requirements and management. In: Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems (ed. by P.VanWyck), pp.128-138.

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., 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.

Wyban, J., Walash, W.A. and Godin, D.M., 1995. Temperature effect on growth, feeding rate and feed conversion of the pacific white shrimp. Aquaculture, 138: 267-279.

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.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of different feeding levels on water quality, growth performance and survival of western white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) post larvae with application of biofloc technology

Khanjani M.H.[1*]; Sajjadi M.M.[2]; Alizadeh M.[3]; Sourinejad I.[1]

[*] khanjani.phd@hormozgan.ac.ir

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

2-Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Iran.

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

Keywords: Biofloc technology, Water quality, Growth performance, Survival, *Litopenaeus vannamei*

Abstract

In this study, effect of different feeding levels on water quality, growth performance and survival of western white shrimp *Litopenaeus vannamei* post larvae were studied in biofloc rearing system. Shrimp postlarvae of PL10 with mean weight of 3±0.7 mg and mean length of 4.4± 0.93 mm were fed for three weeks in fiberglass containers with 200 liters volume of water and density of 10 post larvae per liter in four tretments including one control with water exchange and three biofloc treatments at different feeding levels of 25, 20 and 15% of body weight. According to the results, in the values of water quality parameters including salinity, dissolved oxygen, pH, nitrite and nitrate, no significant differences were observed among the groups ($p>0.05$). The highest increase in body weight (58.42 mg), growth rate (2.78 mg per day), specific growth rate (15.09 %/day), biomass (84020 mg) and survival rate (71.9%) were obtained in biofloc treatment at 25% feeding level .The highest feed conversion ratio (2.05) and the lowest feed efficiency (48.62%) were obtained in water exchange treatment without floc, showing significant difference compared to the other treatments ($P <0.05$). The results from this study reveals that by using biofloc rearing technology can decrease the amount of water exchange and feed utilization compared to body weight in culture of western white shrimp post larvae. Moreover, the presence of biofloc improves growth performance and production of *L. vannamei* post larvae in biofloc rearing system.

[*]Corresponding author

Archive of SID

www.SID.ir