کاربرد فن آوری توده ساز زیستی (بیوفلوک) در آبزی‌پروری با تاکید بر ماهیان زینتی

محمد حسین خانجانی[1*]

[*] m.h.khanjani@gmail.com

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

فن‌آوری توده‌ساز زیستی یک فن‌آوری نسبتا جدید می‌باشد که افزایش تراکم کشت، حفظ کیفیت آب، امنیت زیستی، کاهش نیاز به تعویض آب، بازیافت خوراک و کاهش هزینه تولید را دنبال می‌کند. اساس این تکنولوژی، بازیافت مواد زائد مغذی (به‌طور ویژه نیتروژن) و تبدیل به توده زیستی میکروبی که توسط آبزی پرورش یافته در محل مصرف می‌شود، می‌باشد. در پرورش ماهیان زینتی، پرورش دوره لاروی از مراحل مشکل ماهیان زینتی تجاری است که پرورش دهنده با مشکلات مختلفی به‌دلیل کاهش بقاء، مدیریت کیفیت آب و شیوع بیماری روبه رو است. این مشکلات را می‌توان با به‌کارگیری سیستم توده ساز زیستی برطرف نمود. سیستم توده‌ساز زیستی جایگزینی جدید و مناسب، که می‌توان در پرورش برخی گونه‌های مختلف آبزیان تولید شده در کشور از جمله تیلاپیا و میگو، مورد استفاده قرار داد. در این خصوص، اطلاع از نیازهای غذایی گونه مورد نظر ضروری است. این مقاله مروری بر سیستم توده‌ساز زیستی در آبزی‌پروری از جمله برخی ماهیان زینتی است.

کلمات کلیدی: فن‌آوری توده‌ساز زیستی، آبزی‌پروری، ماهیان زینتی.

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

مقدمه

پرورش ماهیان زینتی از فعالیت‌های مهم در صنعت آبزی پروری است که از نظر جهانی توجه ویژه به شکوفائی و توسعه اقتصادی آن شده است و در بسیاری از کشورها یکی از مشاغل و تجارت‌های مردمی و از نظر اقتصادی رو به توسعه است (Gray, 2011).

در برخی کشورها ماهیان زینتی اسکار (*Astronotus ocellatus*) و زبرا (*Danio rerio*) از اهمیت بالایی برخوردار هستند (Carlos *et al*., 2010). ماهی اسکار (Oscar fish) از ماهیان زینتی آب شیرین با رفتار بنتوپلاژیک، میانگین طول ۲۴ سانتی‌متر، معمولا از ماهیان کوچک، کرم‌ها، لاروحشرات تغذیه می‌کند و در آمریکای جنوبی شامل کشورهای پرو، کلمبیا، مکزیک، برزیل و آرژانتین یافت شده و در میان آکواریوم‌داران از اهمیت بالایی برای تکثیر، پرورش و تجارت برخوردار است (Froese and Pauly, 2017). ماهی زبرا (zebra fish) از کپور ماهیان و بیشتر در نواحی گرمسیری آسیا در آب‌های کم عمق راکد یافت می‌شود. این گونه در تمام ستون آب قرار گرفته و از توانایی تغذیه از سطح تا بستر را دارد، همه چیزخوار و اساسا از حشرات و سخت پوستان ریز تغذیه می‌کند. میانگین طول این ماهی ۲/۵ سانتی متر و ماکزیمم وزن آن ۳/۸ گرم گزارش شده است (Froese and Pauly, 2017). برای گسترش صنعت تکثیر و پرورش ماهیان زینتی باید سه هدف عمده را در نظر گرفت. هدف اول اینکه توسعه آبزی‌پروری باید تولیدات بیشتر را بدون افزایش قابل توجه استفاده از منابع طبیعی (آب و زمین) مد نظر قرار دهد (Avnimelech, 2009). بسیاری از متخصصان آبزی‌پروری در پی یافتن راهکارهایی برای به حداقل رسانیدن مصرف آب در فرآیند پرورش انواع آبزیان هستند. با توجه به گرانب‌ها و کمیاب شدن منابع آب شیرین، حدود ۴۱ درصد از جمعیت جهان امروزه در اطراف رودخانه‌های تحت استرس خشکسالی زندگی می‌کنند، در سال ۲۰۵۰، حدود ۷۰ درصد از جمعیت جهان با مشکل کمبود آب مواجه خواهند شد (Avnimelech, 2009).

هدف دوم اینکه توسعه سیستم‌های پایدار که اثرات زیان آوری بر محیط زیست نداشته باشند مورد توجه قرار گیرد (Naylor *et al*., 2000) و هدف سوم ایجاد سیستم‌هایی است که نسبت هزینه/سود را در جهت حمایت اقتصادی جامعه و پایداری تولید فراهم کند (Avnimelech, 2009). توسعه صنعت آبزی‌پروری آلودگی‌های زیست محیطی را در سال‌های گذشته به دنبال داشته است و در نتیجه، توجه به مدیریت و نوع سیستم پرورشی که با محیط زیست سازگار باشد کاملاً ضروری است. علاوه بر این، گسترش آبزی‌پروری به دلیل محدودیت اراضی مناسب و همچنین وابستگی بالا به آرد و روغن ماهی به‌عنوان یکی از مواد مهم تشکیل دهنده خوراک آبزیان پرورشی، آبزی‌پروری تجاری را با مشکلات زیادی مواجه کرده است. هزینه‌های خوراک حداقل ۵۰ درصد از کل هزینه های آبزی‌پروری که عمدتاً به هزینه‌های پروتئین موجود در جیره‌های تجاری مربوط می‌شود را تشکیل می‌دهد (De Schryver *et al*., 2008). استفاده از فناوری‌های جدید مثل پرورش متراکم آبزیان در سیستم‌های مداربسته نقش به‌سزایی در بالا بردن راندمان تولید آنها داشته است (Mahanand *et al*., 2012). با به‌کارگیری این سیستم‌ها میزان تعویض روزانه آب تا حدود یک درصد حجم آب استخرهای پرورشی کاهش یافته است (Twarowska *et al*., 1997). امروزه توجه به سیستم‌های آبزی‌پروری مداربسته به‌دلیل امنیت بیشتر زیستی و مزایای زیست‌محیطی در حال افزایش است. هنگامی که آب در سیستم‌های پرورشی مداربسته به صورت چرخه‌ای مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد برخی از خطرات مانند ورود پاتوژن‌ها و گونه‌های بیگانه به سیستم پرورش و مشکلات مربوط به تخلیه آب زائد که باعث ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی می‌گردد کاهش می‌یابد (Ray, 2012). استفاده از روش‌ها و فن‌آوری‌های جدید و مناسب مانند روش بیوفلاک در تکثیر و پرورش برخی از گونه های ماهی و میگو از اهمیت بالایی برخوردار بوده که می‌تواند اهداف مهم آبزی‌پروری پایدار را دنبال نماید.

یکی از این سیستم‌ها، فن‌آوری نوین بیوفلاک تکنولوژی (Biofloc technology، فن‌آوری توده ساز زیستی) است که بر پایه فعالیت میکروارگانیسم‌ها، دستکاری نسبت کربن به نیتروژن، محدودیت تعویض آب و هوادهی شدید در استخر پایدار است (Avnimelech, 2012). جیره‌های غذایی با میزان پروتئین کمتر و منبع کربن آلی مثل ملاس، سبوس و آرد برنج، سبوس و آرد گندم، آرد ذرت، نشاسته و ضایعات ترکیبات کربوهیدراته دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. با افزایش نسبت کربن به نیتروژن (بالای ۱۰) تراکم جوامع

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

میکروبی باکتریایی به‌ویژه باکتری‌های هتروتروف افزایش یافته که مواد آلی کربن‌دار اضافه شده به‌سیستم را متابولیز کرده و ترکیبات نیتروژن غیرآلی به‌ویژه آمونیاک را مصرف می‌کنند و غلظت آنها را در سیستم پرورش کاهش و سبب بهبود کیفیت آب می‌شوند (Crab *et al*., 2010; Avnimelech, 2012; Emerenciano *et al*., 2012). ترکیبات پلانکتون‌های گیاهی و جانوری در توده زیستی دائما تغییر می‌کند، توده‌هایی که در مراحل اولیه شکل‌گیری هستند با باکتری‌های هتروتروف و توده‌های قدیمی‌تر با قارچ‌ها غالب می‌شوند که دلیل تغییر در ترکیب و فراوانی ارگانیسم‌های میکروبی در زنجیره غذایی در نتیجه توالی اکولوژیکی اتفاق می‌افتد (Moriarty, 1997; Emerenciano *et al*., 2012). هوادهی یکی از اصول مهم در سیستم توده‌ساز زیستی است و باید سه نیاز ضروری سیستم را تامین کند، ۱: نیاز اکسیژنی گونه آبزی پرورش یافته ۲: نیاز اکسیژنی فعالیت‌های نیتروفیکاسیون (در جهت جذب ترکیبات نیتروژنه) و باکتری‌های هتروتروف و ۳: حفظ توده‌های زیستی در سیستم به‌صورت معلق که در دسترس آبزی قرار گیرد و ته‌نشین شدن آن جلوگیری شود که رسوب آن منجر به افزایش مواد جامد معلق و ایجاد شرایط مضر زیستی در کف استخر خواهد شد (Luis and José, 2015) .توده‌های زیستی به سه شکل مختلف بعنوان خوراک برای آبزی قابل استفاده می‌باشد، ۱: توده‌های زیستی در همان مخازن پرورش با تنظیم نسبت کربن به نیتروژن و اضافه کردن مواد کربن‌دار توسعه آنها افزایش یافته که در نهایت توسط آبزی مصرف می‌شود. ۲: توده‌های زیستی بصورت مجزا از مخازن پرورش تولید شده بدین صورت که آب حاوی نیتروژن غیرآلی از محیط پرورش آبزی تامین می‌شود و به دنبال آن مواد آلی کربن‌دار به سیستم اضافه گردیده و تولید توده‌های میکروبی توسعه یافته و سپس به مخازن پرورش آبزی اضافه می‌گردند. ۳: توده‌های زیستی در مخازن مجزا تولید، سپس خشک شده و به جیره فرموله شده آبزی اضافه می‌گردد (Luis *et al*., 2016). مصرف مستقیم توده زیستی توسط آبزی عملکرد بهتری از سیستم‌های بیوفلاک را نشان می‌دهد که غذایی مفید در محیط آبی فقیر در اختیار آبزی قرار می‌گیرد (Jhon, 2013). در مطالعه حاضر، توجه به سیستم توده‌ساز زیستی با تاکید بر به‌کارگیری این فن‌آوری در پرورش ماهیان زینتی و استفاده از توده‌ها به‌عنوان خوراک در پرورش این آبزیان بحث و مورد بررسی قرار گرفت.

سیستم توده‌ساز زیستی

در سال‌های اخیر سیستم‌های در جهت دستیابی به توسعه پایدار آبزی‌پروری به‌کارگیری شده است که در این سیستم‌ها کاهش تعویض آب و استفاده از مکان برای پرورش و به‌طور قابل توجهی افزایش تراکم مد نظر بوده است. فن‌آوری توده ساز زیستی از سیستم‌های آبزی‌پروری سازگار با محیط زیست است که از مواد مغذی و آلی بازیافت شده، به‌منظور تولید، استفاده مجدد می‌نماید. رویکرد پایدار از چنین سیستمی مبتنی بر رشد میکروارگانیسم‌ها در محیط کشتی است که حداقل تعویض آب مفید را دارد. این فناوری مزیت‌های مهمی از جمله به حداقل رساندن مصرف آب و بازیافت مواد مغذی و مواد آلی را دارد و علاوه بر این، ورود عوامل بیماری‌زا به سیستم پرورش را کاهش داده و منجر به بهبود امنیت زیستی در مزرعه می‌گردد. نوترینت‌های اضافی در این سیستم به پروتئین میکروبی (microbial protein) تبدیل می‌شوند که می‌تواند توسط آبزیِ پرورش یافته به‌عنوان منبع غذایی مورد استفاده قرار گیرد (Avnimelech, 2007). در پرورش آبزیان به‌ویژه در سیستم‌های متراکم و فوق متراکم مدیریت کیفیت آب فاکتور بسیار با اهمیتی است که بر میزان تولید تاثیر مستقیم می‌گذارد (Mendoza-López *et al*., 2017). در سیستم‌های پرورش معمولی و سنتی ترکیبات نیتروژن توسط میکروارگانیسم‌های اتوتروفیک (autotrophic) از جنس *Nitrospira*، *Nitrobacter* و *Nitrosomonas* به فرم‌های دیگر تبدیل می‌شوند. افزودن مواد آلی کربن‌دار به سیستم پرورش با محدود کردن رشد آنها از کارایی شان جلوگیری می کند (Ebeling *et al*., 2006) و منجر به تشدید تراکم باکتری‌های هتروتروف می‌شود (شکل ۱).

در سیستم‌های توده‌ساز زیستی تغییر و تبدیل ترکیبات زائد نیتروژن به‌طور موثرتری توسط باکتری‌های هتروتروف به‌ویژه از طرف جنس‌های *Bacillus* و *Pseudomonas* انجام می‌شود که در حضور مواد آلی کربن‌دار جمعیت باکتری‌های هتروتروف افزایش یافته و کاهش ترکیبات زائد نیتروژن‌دار سریعتر اتفاق می‌افتد (Monroy *et al*., 2015). فن‌آوری توده ساز زیستی فرصت را برای استفاده از جیره‌های غذایی

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

جایگزین فراهم می‌کند. جیره‌هایی با سطح پروتئین پایین و همچنین با منابع مختلف پروتئینی که جایگزین پروتئین محصولات دریایی مانند آرد ماهی، پودر ماهی مرکب و ... شده‌اند با موفقیت در این سیستم مورد استفاده قرار گرفته‌اند. استفاده از خوراک‌های با پروتئین کمتر به دلیل کاهش ترکیبات پودر ماهی، بیشتر مقرون به صرفه بوده و با محیط زیست سازگارتر می‌باشد. کیفیت آب در سیستم بیوفلاک با بالانس کربن به نیتروژن بهبود می‌یابد و با اضافه کردن کربن آلی، باکتری‌های موجود در سیستم نیتروژن آب را جذب کرده و غلظت آمونیاک را کاهش می‌دهند (Hargreaves,2006).

سیستم بیوفلاک یک منبع طبیعی غنی از پروتئین- چربی قابل دسترس در هر ساعت از شبانه روز می‌باشد. در ستون آب تعامل پیچیده‌ای بین ماده آلی، بستر فیزیکی و طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها مانند فیتوپلانکتون، باکتری‌های آزاد و متصل و فیلتر فیدرکنندگانی مانند روتیفرها، مژه‌داران، تاژکداران تک یاخته و کپه‌پودها برقرار است. این تولیدات طبیعی نقش مهمی را در بازیافت مواد مغذی و حفظ کیفیت آب ایفا می‌کنند (Avnimelech, 2007).

مطالعات مختلفی در مورد استفاده از سیستم توده‌ساز زیستی در پرورش ماهی و میگو انجام گرفته است که به مزیت های مختلفی از این سیستم دست یافته‌اند، در جدول ۱ به برخی از مطالعات اشاره شده است.

شکل۱: فرآیند زیستی فعال در سیستم بیوفلاک (BFT) (Ferrer and Seco, 2007).

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

جدول ۱: نتایج بدست آمده از پرورش آبزیان در سیستم توده ساز زیستی

نتایج بدست آمده	گونه مورد مطالعه	محقق
افزایش ۳۰ درصدی عملکرد رشد و بقای میگوی سفید غربی در تیمارهای بیوفلاک	*Litopenaeus vannamei*	Gaona *et al*., 2017
عملکرد بهتر رشد و پاسخ ایمنی در تیمارهای بیوفلاک در مقایسه با تیمار کنترل (بدون بیوفلاک)	*Oreochromis niloticus*	Mansour and Esteban, 2017
عملکرد بهتر رشد در تراکم پایین نسبت به تراکم متوسط و تراکم بالا با حضور بیوفلاک مشاهده گردید	*Litopenaeus vannamei*	Liu *et al*., 2017
مواد کربن‌دار دکستروز و ملاس بعنوان تولید کننده فلاک به سیستم اضافه شد که نتایج نشان داد دکستروز تاثیر بهتری بر عملکرد رشد و کیفیت آب پرورش دارد.	*Litopenaeus vannamei*	Suita *et al*., 2015
درصدهای مختلفی از بیوفلاک خشک شده (۴، ۸ و ۱۲ درصد) به جیره اضافه گردید درنهایت بیان شد درتیمار غلظت ۴ درصد مرگ و میر کمتر و پاسخ ایمنی بهتری را نشان می‌دهد.	*Penaeus monodon*	Anand *et al*., 2017
تاثیر منابع مختلف کربن (ملاس، نشاسته، آرد گندم و مخلوط آنها به نسبت وزنی مناسب) بر کیفیت آب و عملکرد رشد بررسی شد، در نهایت بیان گردید که عملکرد رشد و کیفیت آب در تیمارهای بیوفلاک (با افزودن کربن) بهتر از تیمار بدون فلاک است. کیفیت آب و عملکرد رشد در تیمار منابع کربنی ساده (ملاس و نشاسته) بهتر نشان داد اما اختلاف معنی داری مشاهده نگردید.	*Litopenaeus vannamei*	Khanjani *et al*., 2017
درصدهای مختلف غذایی در سیستم بیوفلاک بر عملکرد رشد و کیفیت آب بررسی شد طبق نتایج بدست آمده مشخص گردید که اختلاف معنی داری بین تیمار ۱۰۰ درصد غذادهی کنسانتره و تیمار ۸۰ درصد غذادهی کنسانتره با حضور فلاک وجود ندارد. و توده های زیستی می توانند بخشی از جیره غذایی میگو را تامین کنند.	*Litopenaeus vannamei*	Khanjani *et al*., 2016
کیفیت آب در تیمار بیوفلاک بهتر از تیمار کنترل نشان داد و میزان pH ۷/۵ و غلظت آمونیاک کمتر از ۱/۱ میلی‌گرم بر لیتر در تیمارهای فلاک حفظ شد.	*Oreochromis* sp	Widanarn and Mayram, 2012
طبق نتایج آنها مشخص شد که عملکرد رشد میگو در سیستم توده ساز بهتر است و پروتوزوآ، روتیفرها، سیانوباکتر و دیاتومه‌ها در بهبود عملکرد رشد و بقای آبزی موثر هستند که خود سبب کاهش استفاده از غذای کنسانتره در پرورش می‌شود. بدنبال آن هزینه‌های تولید نیز کاهش می‌یابد.	*Farfantepenaeus brasiliensis*	Emerenciano *et al*., 2012
در سیستم توده ساز زیستی باکتری‌های با پتانسیل پروبیوتیک را شناسایی کردند از قبیل *Bacillus*، *Lactobacillus*، *Lactococcus* و *Saccharomices*	*Oreochromis niloticus*	Maya *et al*., 2016
عملکرد رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی (پروتئاز و پپسین) و فاکتورهای وضعیت کبدی افزایش نشان داد هنگامی که ۷۵ درصد غذای ماهی با بیوفلاک جایگزین گردید.	*Cyprinus carpio*	Najdegerami *et al*., 2016
جایگزینی تدریجی پودر ماهی با پودر توده زیستی مورد ارزیابی قرار گرفت، بعد از ۴۲ روز پرورش بازماندگی میگوها حدود ۹۹ درصد بود، محققین تایید کردند که پودر ماهی را می توان با پودر بیوفلاک جایگزین نمود.	*Litopenaeus vannamei*	Valle *et al*., 2015
سیستم توده ساز زیستی را برای پرورش تیلاپیای نیل مورد استفاده قرار دادند، آن‌ها بیان کردند که تولید خاص حدود ۴۵ درصد در استخرهای بیوفلاک بالاتر از سیستم معمولی است.	*Oreochromis niloticus*	Azim and Little., 2008
جذب توده‌های زیستی در ماهی تیلاپیا مورد ارزیابی قرار گرفت. بیان شد که بیومس میکروبی تولید شده در این سیستم می‌تواند بعنوان منبع غذایی طبیعی مورد استفاده قرار گیرد که حدود ۵۰ درصد از نیازهای پروتئینی تیلاپیا را تامین خواهد نمود.	*Oreochromis niloticus*	Avnimelech, 2007

اهمیت سیستم توده‌ساز در پرورش ماهیان زینتی

توده‌های زیستی و جوامع میکروبی متصل به آن نیز می‌توانند به‌عنوان خوراک در جیره غذایی ماهیان زینتی گنجانده شود. در پرورش ماهیان زینتی، پرورش دوره لاروی از مراحل مشکل ماهیان زینتی تجاری است که پرورش دهنده با مشکلات مختلفی به‌دلیل کاهش بقاء، نوع غذای زنده در دسترس، مدیریت کیفیت آب و شیوع بیماری روبه رو است. این مشکلات را می‌توان با به‌کارگیری سیستم توده‌ساز زیستی

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

برطرف نمود. در مطالعه Avilés-López و همکاران (۲۰۱۷) پرورش ماهیان زینتی اسکار (*A. ocellatus*) و زبرا (*D. rerio*) در سیستم توده‌ساز زیستی مورد بررسی قرار گرفت. ماهیان زینتی را در سیستم بیوفلاک (تغذیه فقط فلاک) و یک سیستم که غذاهای زنده (*Simocephalus vetulus*, *Ceriodaphnia dubia*, *Daphnia pulex*, *Ceriodaphnia laticaudata* و *Branchionus angularis*) را با باکتری‌های توده زیستی غنی‌سازی کردند، پرورش دادند. نتایج مطالعه آنها برای ماهی اسکار و زبرا در جدول ۲ ارائه شده است. در سیستم (تغذیه فقط با فلاک) برای ماهی اسکار افزایش وزن ۵/۴۴ گرم، سرعت رشد ۰/۰۴۵ گرم بر روز و ضریب رشد ویژه ۱/۴۷ (درصد/روز) بدست آمد. در تیمار غذای زنده غنی سازی شده با باکتری‌های توده زیستی افزایش وزن، سرعت رشد و ضریب رشد ویژه‌ی بهتری به‌دست آمد. برای ماهی زبرا نیز ماهی‌های تغذیه شده با غذاهای زنده غنی شده با باکتری‌های بیوفلاک عملکرد رشد بهتری به‌دست آمد.

جدول ۲: متوسط وزن (برحسب گرم) ماهی اسکار و زبرا در طی روزهای آزمایش تغذیه شده با دو تیمار متفاوت

روزهای آزمایش	ماهی اسکار *A. ocellatus*		ماهی زبرا *D. rerio*	
	تغذیه فقط با بیوفلاک	تغذیه با غذای زنده غنی شده با باکتری‌های بیوفلاک	تغذیه فقط با بیوفلاک	تغذیه با غذای زنده غنی شده با باکتری‌های بیوفلاک
۰	۱/۱۱	۰/۴۳	۰/۳۱	۰/۴۳
۶۰	۳/۱۵	۳/۹۰	۰/۴۰	۰/۷۸
۱۲۰	۶/۵۵	۱۱/۱۸	۰/۶۲	۴/۹۵
افزایش وزن (گرم)	۵/۴۴	۱۰/۷۵	۰/۳۱	۴/۵۱
سرعت رشد (گرم بر روز)	۰/۰۴۵	۰/۰۸۹	۰/۰۰۲	۰/۰۳۷
ضریب رشد ویژه (درصد بر روز)	۱/۴۷	۲/۷۰	۰/۵۷	۲/۰۲

در مطالعه Castro و همکاران (۲۰۱۶) پرورش ماهی زینتی گلدفیش (*Carassius auratus*) در دو سیستم معمولی و بیوفلاک مورد بررسی قرار دادند، سه تیمار توده ساز زیستی با منابع مختلف کربن (ملاس، گیاهان کربن دار بومی Moringa و Coffee) و یک تیمار کنترل (بدون فلاک) در نظر گرفتند. نتایج آنها بر روی عملکرد رشد در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: وزن و طول ماهی گلد فیش *Carassius auratus* تحت تاثیر تیمارهای مختلف در طی روزهای آزمایش

روزهای آزمایش	بیوفلاک (همراه با ملاس)	بیوفلاک (با **Moringa**)	بیوفلاک (با **Coffee**)	کنترل (بدون فلاک)
		وزن ماهی *C. auratus* بر حسب گرم		
۰	۱/۸۴	۱/۹۵	۱/۹۸	۱/۸۲
۶۰	۱۱/۷۴	۸/۳۷	۱۰/۹۲	۶/۸۶
۱۲۰	۲۱/۶۴	۱۴/۷۹	۱۹/۸۶	۱۱/۹۰
روزهای آزمایش		وزن ماهی *C. auratus* بر حسب میلی متر		
۰	۶۰/۳۷	۵۶/۶۸	۵۶/۰۹	۵۷/۰۹
۶۰	۸۶/۴۲	۷۶/۶۸	۸۳/۲۷	۶۵/۶۰
۱۲۰	۹۰/۸۳	۸۰/۰۷	۸۷/۸۷	۶۷/۰۴

نتایج آن‌ها نشان داد ماهی گلدفیش *C. auratus* پرورش یافته در سیستم توده‌ساز، عملکرد رشد (وزن و طول) بهتری نسبت به ماهیان زینتی پرورش یافته در سیستم معمولی دارد. توده‌های زیستی به‌عنوان خوراک مکمل مناسب در ۲۴ ساعت شبانه روز در تانک پرورش در دسترس آبزی هستند. توده‌های زیستی دارای ارزش غذایی بالا (پروتئین، چربی، کربوهیدرات،

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

خاکستر) بوده که همین دلیل استفاده از آنها را در صنعت آبزی پروری ترغیب نموده است (Crab *et al*., 2007, 2012).

توده‌های زیستی را می توان به عنوان جایگزین بخشی از غذای کنسانتره در جیره *Oreochromis mossambicus* (Avnimelech, 1999, 2007)، *Macrobrachium rosenbergii* (Asaduzzaman *et al*., 2008)، *Litopenaeus vannamei* (Xu and Pan., 2012; Khanjani *et al*., 2016)، *Cyprinus carpio* (Najdegerami *et al*., 2016) استفاده نمود. افزایش وزن، سرعت رشد آنی و مطلق ماهی زینتی *C. auratus* در تیمارهای توده‌ساز زیستی در مقایسه با تیمار کنترل (بدون فلاک) در مطالعه Wang و همکاران (۲۰۱۵) بالاتر نشان داد. که نشان دهنده تغذیه خوب ماهی گلدفیش از توده‌های زیستی است که منجر به افزایش رشد گردیده است. نوع منبع کربن استفاده شده برای توسعه و رشد توده‌های زیستی در سیستم بدون تعویض آب بر ارزش غذایی توده ها تاثیر می‌گذارند به‌طوری که منابع مختلف کربن استفاده شده در این سیستم ممکن است عملکرد متفاوتی بر رشد و بقای آبزی بگذارند (Avnimelech, 2006, 2007; De Schryver *et al*., 2008; Khanjani *et al*., 2017). منبع کربن ملاس به عنوان کربوهیدرات ساده براحتی توسط جوامع میکروبی جذب شده و رشد آنها را سرعت می‌بخشد و درنتیجه آبزی پرورش یافته در حضور این ماده کربنی عملکرد بهتری خواهد داشت (Emerenciano *et al*., 2012, 2013; Kuhn and Lawrence, 2012). پژوهش‌ها ثابت کرده است که حضور بیوفلوک‌ها (باکتری‌های و جوامع میکروبی متصل به آن) در سیستم پرورش ماهیان زینتی، رشد را افزایش و ضریب تبدیل غذایی را کاهش می‌دهد که نشان‌دهنده این است که آبزی می‌تواند از کیفیت تغذیه بیوفلوک‌ها (ویتامین، مواد معدنی، لیپید و پروتئین اضافی) بهره‌مند شوند (Wang *et al*., 2015; Castro *et al*., 2016; Avilés-López *et al*., 2017). در واقع، غذای خوب و متعادل می‌تواند بدون استفاده از پروتئین‌های دریایی و با حضور بیوفلوک تولید شود (Avnimelech, 2012). بیوفلوک‌ها همچنین فعالیت‌های پروتئازی و آمیلازی نسبتا بالایی را ارائه می‌دهند. این آنزیم-های میکروبی به شکستن پروتئین، کربوهیدرات و سایر ترکیبات غذایی کمک می‌کنند و خوراک را به واحدهای کوچکتر تجزیه و قابلیت هضم و جذب خوراک را تسهیل می-کنند (Xu and Pan, 2012). پس از اینکه غذا همراه با بیوفلوک بلعیده شد، بیوفلوک به‌عنوان آنزیم خارجی مکمل در جیره غذایی عمل کرده و بر عملکرد آنزیم‌های دستگاه گوارش تاثیر مثبت می‌گذارد (Lin *et al*., 2007).

در مطالعه Rosmawati و Muarif در سال (۲۰۱۷) عملکرد رشد ماهی زینتی گورامی در سیستم بیوفلاک مورد ارزیابی قرار گرد، تیمارهای نسبت کربن به نیتروژن ۱۲، ۱۶، ۲۰ و تیمار کنترل در نظر گرفتند. از منبع کربن ملاس برای تنظیم نسبت کربن به نیتروژن استفاده شد. نتایج آنها بر عملکرد رشد و تغذیه ماهی زینتی گورامی در طی ۴۵ روز آزمایش در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به نتایج آن‌ها عملکرد رشد، بقاء و کارایی خوراک در تیمارهای بیوفلاک بهتر از تیمار کنترل می‌باشد و همچنین کمترین ضریب تبدیل غذایی نیز در تیمار فلاک مشاهده می‌شود که نشان دهنده اثر بخش بودن سیستم توده‌ساز زیستی برای پرورش ماهی زینتی گورامی می‌باشد.

جدول ۴: عملکرد رشد و تغذیه ای ماهی زینتی گورامی تحت شرایط پرورش بیوفلاک و کنترل

فاکتورها	کنترل (بدون فلاک)	نسبت کربن به نیتروژن ۱۲	نسبت کربن به نیتروژن ۱۶	نسبت کربن به نیتروژن ۲۰
ضریب رشد ویژه (درصد بر روز)	۱/۶۵	۱/۸۰	۱/۴۷	۱/۵۳
کارایی خوراک (درصد)	۵۵/۳۷	۷۶/۲۹	۶۳/۵۲	۶۸/۶۸
ضریب تبدیل غذایی	۱/۸۲	۱/۳۱	۱/۵۷	۱/۴۶
درصد بقاء	۷۳	۹۷	۹۷/۳۳	۱۰۰
درصد مرگ و میر	۲۷	۳	۲/۶۷	۰

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

تراکم و نوع باکتری‌ها نیز در تیمارهای فلاک و کنترل در پرورش ماهی گورامی سنجیده شده است (جدول ۵) ارائه شده است. همان طور که از نتایج مشخص است با افزایش دوره آزمایش تراکم باکتری‌های موثر هتروتروف در سیستم افزایش یافته که تاثیر مثبتی بر فعالیت‌های گوارشی و رشدی ماهی زینتی گوارمی گذاشته است (Rosmawati and Muarif, 2017).

جدول ۵: فراوانی (CFU/ml) و نوع باکتری‌ها در محیط کشت ماهی زینتی گورامی در تیمارهای مختلف

تیمارها	ابتدای آزمایش		میانه آزمایش		انتهای آزمایش	
	تعداد باکتری	نوع باکتری	تعداد باکتری	نوع باکتری	تعداد باکتری	نوع باکتری
کنترل	۱۰^۵ ×۲/۳۰	*Bacillus* sp. *Micrococcus* sp. *Clostridium* sp	۱۰^۴ × ۵/۶۱	*Pseudomonas* sp. *Cromobacterium lixidium, Micrococcus* sp. *Bacillus* sp. *Streptococcus* sp. *Enterobacteria* sp. *Campylobacter* sp	۱۰^۴ × ۷/۵۰	*Cromobacterium lixidium, Pseudomonas* sp. *Acinetobacter* sp. *Bacillus* sp. *Enterobacteria* sp. *Campylobacter* sp.
بیوفلاک نسبت C/N ۱۲	۱۰^۵ ×۱/۳۹	*Acinetobacter* sp. *Enterobacteria* sp *Kurthia* sp. *Cromobacterium lixidium Campylobacter* sp *Haemophylus* sp. *Micrococcus* sp.	۱۰^۵ ×۳/۳۷	*Enterobacteria* sp. *Pseudomonas* sp. *Cromobacterium lixidium. Acinetobacter* sp. *Flavobacterium. Aeromonas* sp.	۱۰^۵ ×۱/۴۱	*Bacillus* sp., *Enterobacteria* sp. *Cromobacterium* sp. *Pseudomonas* sp.
بیوفلاک نسبت C/N ۱۶	۱۰^۵ ×۱/۱۲	*Micrococcus* sp. *Campylobacter* sp. *Eubacterium* sp. *Cromobacterium lixidium Bacillus* sp.	۱۰^۵ ×۳/۱۷	*Bacillus* sp. *Campylobacter* sp. *Bacillus* sp. *Campylobacter* sp. *Pseudomonas* sp. *Cromobacterium* sp. *Enterobacteria* sp. *Streptobacillus* sp.	۱۰^۵ ×۱/۲۲	*Bacillus* sp. *Cromobacterium lixidium, Campylobacter* sp. *Enterobacteria* sp. *Campylobacter* sp. *Acinetobacter* sp.
بیوفلاک نسبت C/N ۲۰	۱۰^۴ ×۳/۰۰	*Streptobacillus* sp., *Campylobacter* sp. *Micrococcus* sp. *Cromobacterium lixidium*	۱۰^۵ ×۲/۰۲	*Acinetobacter* sp. *Campylobacter* sp. *Acinetobacter* sp. *Streptobacillus* sp. *Bacillus* sp. *Micrococcus* sp. *Clostridium* sp	۱۰^۵ ×۱/۷۹	*Streptobacillus* sp. *Acinetobacter* sp. *Pseudomonas* sp. *Bacillus* sp. *Campylobacter* sp. *Clostridium* sp.

مقایسه پرورش ماهی زینتی گلدفیش در سیستم توده‌ساز زیستی و سیستم تعویض آب (بدون فلاک) توسط Faizullah و همکاران (۲۰۱۵) به مدت ۹۵ روز مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین ضریب رشد ویژه (۲۵/۷۸ درصد بر روز) در تیمار بیوفلاک مشاهده گردید در حالی که در تیمار کنترل (۲۲/۸۷ درصد بر روز) بدست آمد. ضریب بقاء ۹۱/۸ درصد و ۵۲/۸۸ درصد به ترتیب در تیمار بیوفلاک و کنترل مشاهده شد که بیانگر تاثیر مثبت توده های زیستی بر عملکرد رشد و میزان بقاء بود. در توده‌های زیستی تراکمی از انواع غذاهای زنده طبیعی شامل *Chlorella* sp., *Oscilatoria* sp., *Stephanodiscus* sp., *Coscinodiscus* sp., *Navicula* sp., *Amphiprora* sp., *Nitzschia* sp. *Chaetoceros* sp., *Cyclotella* sp., *Triceratium* sp., *Cymbella* sp., *Stentor* sp., *Paramecium* sp., *Cyclidium* sp., *Peranema* sp., *Petalomonas* sp., *Chaetonotus* sp. و سیکلوپس‌ها، نماتودها، کرم‌ها و روتیفر وجود داشت درحالی که در تیمار کنترل فقط *Chlorella* sp., *Coscinodiscus* sp و *Chaetoceros* sp. مشاهده گردید. حضور این توده غذایی زنده سبب افزایش ارزش غذایی جیره ماهی زینتی گلدفیش شده که درنهایت سبب افزایش عملکرد تولید گردید. نقش ذرات مواد آلی و میکروارگانیسم‌ها در زنجیره غذایی میکروبی به‌عنوان یک پتانسیل منبع غذایی برای پرورش

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

حیوانات آبزی از اوایل دهه ۱۹۶۰ مورد بحث قرار گرفته است (Emerenciano *et al*., 2012). بنابراین تاثیر مثبت حضور بیوفلاک بر کیفیت آب، عملکرد رشد ماهیان زینتی و میزان بقاء 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 ماهیان زینتی با تنظیم نسبت کربن به نیتروژن و تولید فلاک به‌عنوان خوراک مکمل برای ماهی استفاده شده که می‌توان درصد پروتئین جیره و میزان جیره ورودی به مخزن پرورش را با جایگزین کردن فلاک‌ها کاهش داد (Wang *et al*., 2015; Castro *et al*., 2016; Avilés-López *et al*., 2017).

نتیجه گیری

افزایش تقاضا و بازاریابی برای تولید و فروش آبزیان و به‌کارگیری فن‌آوری‌های مناسب برای افزایش تولیدات آبزی پروری امری ضروری است. استفاده از سیستم‌های متنوع پرورش باید اهداف آبزی‌پروری پایدار را دنبال کند. توسعه آبزی‌پروری ناپایدار فقط در کوتاه مدت مفید خواهد بود ولی در بلند مدت اثرات نامطلوب دارد. آبزی‌پروری ارگانیک، پلی کالچر، آبزی‌پروری ترکیبی، استفاده از سیستم‌های مداربسته، آکواپونیک و غیره به نوعی برخی از اهداف آبزی‌پروری پایدار را دنبال می‌کنند. فن‌آوری توده ساز زیستی کیفیت آب را در آبزی‌پروری با تنظیم نسبت کربن به نیتروژن بهبود می‌دهد. این فناوری به‌عنوان فن‌آوری که اهداف آبزی‌پروری پایدار (زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی) را دنبال می‌کند در نظر گرفته شده است، تولید بالاتر با کمترین اثرات زیست محیطی را شامل می‌شود. طبق مطالعات پژوهشگران فن‌آوری توده‌ساز زیستی سبب بهبود عملکرد رشد و میزان بقاء در پرورش ماهیان زینتی بویژه ماهی گلدفیش *C.auratus* می‌گردد. در این سیستم غذای مکمل با ارزش غذایی بالا تولید شده که می تواند توسط ماهیان همه چیزخوار و فیلتر فیدر مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از سیستم توده ساز زیستی در پرورش ماهیان زینتی و همچنین غنی‌سازی غذاهای زنده با جوامع میکروبی توده نقش مهمی در افزایش عملکرد تولید خواهد داشت که جایگزین مناسب و مطمئنی نیز برای جیره‌های تجاری هستند. اگر نیازهای غذایی هر گونه ماهی زینتی مورد بررسی قرار گیرد از این فن‌آوری می‌توان برای افزایش تولید ماهیان آکواریومی استفاده نمود. 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 بیوفلاک‌ها، استفاده محدود از منابع طبیعی، کنترل نیتروژن غیر آلی سمی و تبدیل به پروتئین میکروبی، مصرف پروتئین میکروبی توسط ماهی و درنتیجه کاهش هزینه خوراک، بهبود رشد، بهبود امنیت زیستی از طریق کاهش ورود پاتوژن‌ها و کاهش ضریب تبدیل غذایی، ضرورت به‌کارگیری این فن‌آوری نوین در آبزی‌پروری کشور احساس می‌شود. توسعه بیشتر و پیاده سازی خوب این فن-آوری به تحقیقات و مطالعه بیشتر محققین، پرورش دهندگان و مصرف کنندگان نیاز خواهد بود که این فن‌آوری را به‌عنوان یک پایه کلیدی در آینده آبزی‌پروری پایدار مطرح کند.

منابع

Anand, S., Sudhayam, P., Kumar, S., Kohli, S., Sundaray, J.K. and Sinha, A., 2017. Dietary biofloc supplementation in black tiger shrimp, *Penaeus monodon*: Effects on immunity, antioxidant and metabolic enzyme activities. Aquaculture Research, 48: 4512-4523.

Asaduzzaman, M., Wahab, M.A. and Verdegem, M.C.J., 2008. C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* production in ponds. Aquaculture, 280(1): 117-123.

Avilés-López, J.A., Castro-Castellón, A.E., Polo-Hernández, A., Trejo-Hernández, M.F., Castro-Mejía, J. and Castro-Mejía, G., 2017. Comparison of weight gain of *Astronotus ocellatus* and *Danio rerio* cultured directly in Biofloc system and live food diet enriched with heterotrophic bacteria. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 5(5): 372-377.

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

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

Avnimelech, Y., 2006. Biofilters: the need for a new comprehensive approach. Aquaculture Engineering, 34: 172-178.

Avnimelech, Y., 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. Aquaculture, 264(1): 140-147.

Avnimelech, Y., 2009. Biofloc technology: A practical guide book. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. 182 P.

Avnimelech, Y., 2012. Biofloc technology. A practical guide book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, 272 P.

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(1): 29-35.

Carlos, R.M., Roberto, M.A. and Carlos, A.G., 2010. Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato en México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 112 P.

Castro, M.G., Castro, M.J., De Lara, A.R., Monroy, D.M.C., Ocampo, C.J.A. and Davila, F.S., 2016. Length, weight and condition factor comparison of *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) juveniles cultured in biofloc system. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 4(6): 345-350.

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

Crab, R., Lambert, A., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2010. The application of bioflocs technology to protect brine shrimp (*Artemia franciscana*) from pathogenic *Vibrio harveyi*. Journal of Applied Microbiology, 109(5): 1643–9.

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

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

Ebeling, J.M, Timmons, M.B. and Bisogni, J.J., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia nitrogen in aquaculture systems. Aquaculture, 257(1): 346-358.

Emerenciano, M., Ballester, E., OCavalli, R. and Wasielesky, W., 2012. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for Pink shrimp *Ferfantepanaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). Aquaculture Research, 43(3): 447-457.

Emerenciano, M., Cuzon, G., Paredes, A. and Gaxiola, G., 2012. Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: Growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. Aquaculture International, 21: 1381–1394.

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

Emerenciano, M., Gaxiola, G. and Cuzon, G., 2013. Biofloc technology (BFT): A review for aquaculture application and animal food industry. In: Matovic MD (ed.) Biomass Now – Cultivation and Utilization, In Tech, Queen's University, Belfast, Canada. pp. 301–328.

Faizullah, M., Rajagopalsamy, C.B.T., Ahilan, B. and Francis, T., 2015. Impact of Biofloc Technology on the Growth of Goldfish Young Ones. Indian Journal of Science and Technology, 8(13): 1-8. DOI:10.17485/ijst/2015/v8i13/54060, DOI:10.17485/ijst/2015/v8i13/54060,

Ferrer, J. and Seco, A., 2007. Tratamientos biológicos de aguas residuales. Editorial UPV. Valencia, Spain. 184 P.

Froese, R. and Pauly, E.D., 2017. FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: www.fishbase.org.

Gaona, C.A.P., Almeida, M.S., Viau, V., Poersch, L.H. and Wasielesky, W., 2017. Effect of different total suspended solids levels on a *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) BFT culture system during biofloc formation. Aquaculture Research, 48(3): 1070-1079.

Gray, S., 2011. An economic and production assessment model for ornamental fish production Jamaica. Ministry of Agriculture and Fisheries, Aquaculture Branch Twickenham Park, Spanish Town, St. Catherine, Jamaica. Supervisor: Professor Pall Jenson Reykjavik University, Iceland. pp. 1-26.

Hargreaves, J.A., 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. Aquaculture Engineering, 34(3): 344-363.

Jhon, A.J., 2013. Biofloc production systems for aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) from the United States Department of Agriculture, National Institute of Food and Agriculture. SRAC Publication, 4503: 12.

Khanjani, M.H., Sajjadi, M.M., Alizadeh, M. and Sourinejad, I., 2017. Nursery performance of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei Boone, 1931) cultivated in a biofloc system: the effect of adding different carbon sources. Aquaculture Research, 48 (4): 1491-1501.

Khanjani, M.H., Sajjadi, M.M., Alizadeh, M. and Sourinejad, I., 2016. Study on nursery growth performance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) under different feeding levels in zero water exchange system. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 15(4), 1465-1484.

Kuhn, D.D. and Lawrence, A., 2012. Ex-situ biofloc technology. In: Avnimelech Y, editor. Biofloc Technology-a practical guide book, 2nd ed., The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. pp. 217-230.

Lin, S., Mai, K. and Tan, B., 2007. Effects of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in tilapia, Oreochromis niloticus×O. aureus. Aquaculture Research, 38 (15), 1645–1653.

Liu, G., Zhu, S., Liu, D., Guo, X. and Ye, Z., 2017. Effects of stocking density of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) on immunities, antioxidant status, and resistance against *Vibrio harveyi* in a biofloc system. Fish and Shellfish Immunology, 67: 19-26.

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

Luis, F.C.L. and José, A.A.C., 2015. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Una revisión. Orinoquia, 19(1): 77-86.

Luis, R.M.C.V., Marcel, M.P., Mauricio, G.C.E. and Teresa, G. 2016. From microbes to fish the next revolution in food production. Critical Reviews in Biotechnology, 37 (3): 287-295.

Mahanand, S.S.; Moulick, S. and Srinivasa Rao, P., 2012. Optimum formulation of feed for Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), with biofloc as a component. Aquaculture International, 21(2): 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.

Maya, G.S., Monroy, D.M.C., Hamdan, P.A., Castro, M.J. and Rodríguez, M.G., 2016. Effect of two carbon sources in microbial abundance in a Biofloc culture system with *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 4(3): 421-427.

Mendoza-López, D.G., Castañeda-Chávez, M.R., Lango- Reynoso, F., Galaviz-Villa, I., Montoya-Mendoza, J. and Ponce- Palafox, J.T., 2017. The effect of biofloc technology (BFT) on water quality in white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture: A review. Revista Bio Ciencias, 4(4): 1-15.

Monroy, M.C., Rodriguez, G., Castro, J. and Becerril, D., 2015. Importance and function of microbial communities in aquaculture systems with no water exchange. Scientific Journal of Animal Science, 4(9): 103-110.

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

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

Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H. and Troell, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature, 405: 1017 -1024.

Ray, A., 2012. Biofloc technology for super-intensive shrimp culture. In: Avnimelech, Y, editor. Biofloc Technology - a practical guide book, 2nd ed., The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. pp. 167-188.

Rosmawati and Muarif, F., 2017. Growth and Feed Efficiency of Gourami Fish Reared in Biofloc Media with Different C/N Ratios. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research, 36(6): 47-59.

Suita, S.M., Ballester, E.L., Abreu, P.C. and Wasielesky, W., 2015. Dextrose as carbon source in the culture of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in a zero-exchange system. Latin American Journal of Aquatic Research, 43(3): 526-533.

Twarowska, J.G., Westerman, P.W. and Losordo, T.M., 1997. Water treatment and waste characterization evaluation of an

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

intensive recirculating fish production system. Aquacultural Engineering, 16: 133-147.

Valle, B.C.S., Dantas, E.M., Silva, J.F.X., Bezerra, R.S., Correia, E.S. and Peixoto, S.R.M., 2015. Replacement of fishmeal by fish protein hydrolysate and biofloc in the diets of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. Aquaculture Nutrition, 21(1): 105-112.

Wang, G., Ermeng, Y., Xie, J., Yua, D., Li, Z. and Luoa, W., 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.

Widanarn, E.J. and Maryam, S., 2012. Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis* sp. cultured at different stocking densities. HAYATI Journal of Biosciences, 19(2): 73-80.

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.

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]

Application of Biofloc technology in aquaculture with an emphasis on ornamental fish

Khanjani M.H.[1*]

[*]m.h.khanjani@gmail.com

1-Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Kerman, Iran.

Abstract

Biofloc technology (BFT) is a relatively new biotechnological means to support high density culture, maintain water quality, biosecurity, reduce the need for water exchange, reutilize the feed and reduce the production cost. This technology is mainly based on the principle of waste nutrients recycling (particularly nitrogen) into microbial biomass that can be used in situ by the cultured animals. In ornamental fish culture, rearing of larvae are the difficult-phase where the commercial ornamental fish farmer face a lot of difficulties due to low survival rate, water quality management and incidence of disease, these problems could be easily averted through Biofloc technology. Biofloc system is a new alternative that can be used in the culture of different ornamental species produced in country, if the nutritional requirements for each species are considered. In this review study, we will discuss on biofloc technology in Aquaculture with an emphasis on ornamental fish.

Keywords: Biofloc technology, Aquaculture, Ornamental fish.

[Downloaded from mail.ornamentalaquatics.ir on 2026-09-26]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1398.6.2.4.6]