[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

عملکرد رشد و شاخص‌های خونی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*): بررسی اثر اختصاصی پروبیوتیک در مولدین نر

عرفان اکبری نرگسی[۱]، بهرام فلاحتکار[*۱،۲]، محمد محمدی[۱]

[*]falahatkar@guilan.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

چکیده

به منظور بررسی اثر پروبیوتیک بر پارامترهای رشد و شاخص‌های خونی مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، ۴۴ قطعه مولد نر با میانگین وزن اولیه ۳۳/۸۵ ± ۱۳۶۶/۱۴ گرم (خطای استاندارد ± میانگین) دوبار در روز به مدت ۸ هفته با جیره‌های حاوی صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک بیوآکوا (Bio-Aqua) تغذیه شدند. با توجه به نتایج، بیشترین میانگین وزن نهایی و کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد ($P<0/05$). همچنین بیشترین نرخ رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲ گرم در کیلوگرم و شاهد داشت ($P<0/05$). با این حال اختلاف معنی‌داری در فاکتور وضعیت بین تیمارها دیده نشد ($P>0/05$). در شاخص‌های خونی بالاترین تعداد گلبول‌های قرمز و بیشترین مقدار هموگلوبین در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم بدست آمد و اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲ گرم در کیلوگرم و شاهد نشان داد ($P<0/05$). بیشترین تعداد گلبول های سفید و درصد هماتوکریت نیز در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم مشاهده شد و اختلاف معنی داری با تیمار شاهد داشت ($P<0/05$). در سایر شاخص‌های خونی تفاوتی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P>0/05$). نتایج پژوهش حاضر بیانگر اثرات مناسب پروبیوتیک بر پارامترهای رشد و شاخص‌های خونی مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد. بر همین اساس توصیه می‌شود از پروبیوتیک بیوآکوا به میزان ۱ گرم به ازای هر کیلوگرم جیره در جیره غذایی مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده شود.

کلمات کلیدی: آزادماهیان، باکتری زیست‌یار، تغذیه، خون‌شناسی، مخمر

[*]**نویسنده مسئول**

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

مقدمه

آبزی‌پروری از جمله اصلی‌ترین بخش‌های تولید کننده غذا در جهان می‌باشد که در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته و به یک بخش اقتصادی پررونق تبدیل شده است (Das *et al*., 2017). با رشد روزافزون صنعت آبزی‌پروری باید توجه بیشتری به وضعیت سلامت آبزیان نمود، زیرا بهبود وضعیت سلامت اثر قابل ملاحظه‌ای بر کنترل پاسخ‌های استرسی و مقاومت آبزیان در برابر بیماری‌ها می‌گذارد و سبب توسعه پایدار این صنعت می‌شود (Oliva-Teles, 2012). استفاده از جیره غذایی مناسب یکی از کاربردی‌ترین روش‌ها به منظور بهبود وضعیت سلامت در ماهیان می‌باشد. تغذیه ماهیان با جیره‌هایی که نیازهای غذایی را برآورده نمی‌کند، فقط بر رشد و راندمان غذایی آنها تاثیر نمی‌گذارند، بلکه سبب افزایش حساسیت به عوامل بیماری‌زا، بروز عوارض کمبود مواد مغذی، تغییرات رفتاری و آسیب‌های بافتی می‌شوند (Trichet, 2010; Oliva-Teles, 2012). در همین راستا، تغذیه مناسب عامل ضروری برای حفظ عملکرد طبیعی بدن و حمایت از وضیت سلامتی ماهیان می‌باشد.

آزادماهیان (Salmonidae) یکی از مهم‌ترین خانواده‌های ماهیان پرورشی می‌باشند که پرورش آنها در کشورهای مختلف در سراسر جهان انجام می‌گیرد. در این خانواده، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به علت سرعت رشد بالا، قابلیت تغذیه اولیه با غذای فرموله شده، کیفیت بالای گوشت، تکثیر و پرورش آسان و تحمل طیف وسیعی از متغیرهای زیست محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Webster and Lim, 2002). اثرات تغذیه‌ای پروبیوتیک‌ها نیز در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سال‌های گذشته در مطالعات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج مناسبی گزارش شده است (Giannenas *et al*., 2015; Ozorio *et al*., 2016; Adel *et al*., 2017; Ramos *et al*., 2017; Sahandi *et al*., 2018).

امروزه انواع مختلفی از مکمل‌های غذایی به منظور بهبود پارامترهای رشد، افزایش سطح ایمنی و مقاومت آبزیان در شرایط پرورشی مورد استفاده قرار می‌گیرند که از آن جمله می‌توان به هورمون‌ها، انواع مواد مغذی، آنتی‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها اشاره کرد (Ringø *et al*., 2018). در این زمینه پروبیوتیک‌ها در تغذیه ماهیان به منظور بهبود عملکرد رشد (Llewellyn *et al*., 2014; Li *et al*., 2018)، بهبود کیفیت آب (Dodoo *et al*., 2018; Sutthi *et al*., 2018)، تولید آنزیم‌های گوارشی (Merrifield and Ringø, 2014; Li *et al*., 2018; Ringø *et al*., 2018)، تحمل شرایط استرسی (Ashley, 2007; Hoseinifar *et al*., 2018)، کاهش انواع بیماری‌ها و بهبود عملکرد سیستم ایمنی (Trichet, 2010; Oliva-Teles, 2012; Das *et al*., 2017; Hoseinifar *et al*., 2018) مورد استفاده قرار می‌گیرند. چنین محصولاتی به جهت آنکه سبب کاهش قابل‌توجه استفاده از آنتی بیوتیک‌ها در مزارع پرورشی می‌شوند، بسیار با اهمیت می‌باشند، زیرا استفاده از آنتی بیوتیک‌ها می‌تواند سبب انباشته شدن در بافت موجود، افزایش مقاومت باکتریایی و تاثیرات نامناسب محیطی شوند (Oliva-Teles, 2012).

در سال‌های اخیر پروبیوتیک‌ها به عنوان مکمل‌های درمانی (Therapeutic)، پیشگیری‌کننده (Prophylactic) و مکمل‌های رشد (Growth supplements) در آبزی‌پروری و همچنین به عنوان غذاهای کاربردی (Functional food) برای سلامت انسان مطرح هستند. این مکمل‌ها شامل باکتری‌های گرم مثبت، باکتری‌های گرم منفی و سایر ارگانیزم‌ها مانند مخمرها، باکتریوفاژها و جلبک‌های تک‌سلولی هستند (Pandiyan *et al*., 2013; Hai, 2015). در آبزی‌پروری پروبیوتیک‌ها تاثیرات بسیاری بر موجودات آبزی می‌گذارند. این مکمل‌ها سبب کاهش انباشت مواد آلی در محیط پرورشی و حفظ کیفیت آب می‌شوند (Dodoo *et al*., 2018) و به همین جهت به عنوان یک جزء غذایی کارآمد مطرح هستند. پروبیوتیک‌ها به دلیل سازگاری که با محیط زیست دارند، آلودگی ایجاد نمی‌کنند و همین امر آنها را به یک مکمل ایده‌آل برای استفاده در شرایط آبزی-پروری تبدیل می‌کند (Pandiyan *et al*., 2013). پروبیوتیک‌ها علاوه بر اینکه وضعیت سلامت ماهی را ارتقاء

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

می‌دهند، سبب تضمین حفظ سلامت مصرف‌کننده نیز می‌شوند. در نتیجه، استفاده از این مکمل‌ها سبب توسعه آبزی‌پروری پایدار می‌شود (Ashley, 2007).

افزایش کیفیت جیره غذایی موجب بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک آبزیان می‌شود که این موضوع علاوه بر پارامترهای رشد از طریق شاخص‌های خونی قابل ردیابی می‌باشد (Fazio, 2018). در مطالعات مختلف نیز توانایی اثرگذاری پروبیوتیک‌ها بر شاخص‌های خونی از طریق رژیم غذایی به اثبات رسیده است (Irianto and Austin, 2002; Ozorio *et al*., 2016; Hoseinifar *et al*., 2017). بنابراین، بررسی شاخص‌های خونی در مطالعات مربوط به پروبیوتیک‌ها می‌تواند گزینه مناسبی جهت تعیین میزان اثرگذاری پروبیوتیک‌ها بر وضعیت فیزیولوژیک آبزیان باشد.

امروزه ترکیبات پروبیوتیک مختلفی در صنعت تغذیه آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از انواع پروبیوتیک‌های موجود، پروبیوتیک بیوآکوا می‌باشد. این مجموعه پروبیوتیک (Multi-strain Probiotic) از ۸ گونه باکتری و ۱ گونه مخمر تشکیل شده است. این موارد شامل سویه‌های باکتریایی *Pediococcus acidilactici*، *Enterococcus faecium*، *Bacillus subtilis*، *Lactobacillus acidophilus*، *Lactobacillus plantarum*، *Lactobacillus casei*، *Lactobacillus rhamnosus*، *Bifidobacterium bifidum* و مخمر *Saccharomyces cerevisiae* می‌باشد.

در مطالعات مربوط به تغذیه آبزیان، تحقیق در زمینه تغذیه مولدین از زمینه های پژوهشی کلیدی محسوب می‌شود، زیرا مولدین سالم تولید نسل سالم را تضمین می‌کنند (Izquierdo *et al*., 2001; Kemski *et al*., 2018). این امر ثابت شده است که تغذیه مولدین با غذای سالم سبب تولید بچه ماهیانی سالم با نرخ زنده‌مانی بیشتر می‌شود (Carnevali *et al*., 2017; Craig *et al*., 2017). در نتیجه، تغذیه مناسب مولدین چند ماه قبل از فصل تولیدمثل با غذای دارای کیفیت مناسب منجر به بهبود عملکرد تولیدمثلی می‌شود (Izquierdo *et al*., 2001; Carnevali *et al*., 2017). با این‌حال مطالعات انجام شده در زمینه تغذیه مولدین بخصوص مولدین نر بسیار محدود می‌باشد که می‌توان علت این امر را به دشوار بودن دسترسی به مولدین و هزینه‌بر بودن این پژوهش‌ها نسبت داد. بر همین اساس به علت کمبود مطالعه در بحث تغذیه مولدین و با توجه به اهمیت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، این مطالعه با هدف بررسی اثر پروبیوتیک بر پارامترهای رشد و شاخص‌های خونی مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از مهر ماه لغایت آذر ماه سال ۱۳۹۵ به مدت ۸ هفته در استخر درناب واقع در روستای قلعه رودخان (گیلان، ایران) انجام گرفت. در این مطالعه به منظور تعیین اثر پروبیوتیک بر پارامترهای رشد و شاخص‌های خونی مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان از ۴۴ مولد با میانگین وزن ۳۳/۸۵ ± ۱۳۶۶/۱۴ گرم (میانگین ± خطای استاندارد) استفاده شد. شایان ذکر است، جداسازی مولدین نر از مولدین ماده بوسیله بررسی شکل فک پایین انجام گرفت. سپس از بین۵۰ قطعه مولد نر موجود، مولدینی که کاملا سالم و بدون آسیب‌دیدگی بودند، برای انجام پژوهش انتخاب شدند. برای انجام آزمایش ۴ تیمار با ۳ تکرار در نظر گرفته‌شد. در هر تیمار دو تکرار دارای ۴ ماهی و یک تکرار دارای ۳ ماهی مولد بود. ۴ تیمار در نظر گرفته شده برای آزمایش در یک حوضچه مستطیلی با طول ۳۲ متر و عرض ۲ متر قرار گرفتند. طول، عرض و ارتفاع آب هر قسمت از حوضچه‌ها بترتیب ۲، ۲ و ۰/۶ متر و حجم آب هر قسمت ۲/۴ متر مکعب بود. تقسیم بندی‌ها بوسیله چارچوب‌های چوبی دارای توری چشمه ریز بگونه‌ای انجام گرفت که هنگام غذادهی، جیره غذایی از چشمه‌های تور عبور نکند. حوضچه مورد استفاده دارای یک ورودی آب اصلی با دبی ۰/۱۶ ± ۱۰/۵۶ لیتر بر ثانیه و دو ورودی آب در امتداد حوضچه با میانگین دبی ۲ لیتر بر ثانیه بود. شست و شوی حوضچه‌ها از فضولات و رسوبات هفته‌ای یکبار انجام می‌گرفت.

در تیمار اول از غذای فاقد پروبیوتیک برای تغذیه مولدین استفاده شد (تیمار شاهد). در تیمار دوم، سوم و چهارم

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

بترتیب از غذای دارای ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک بیوآکوا (Bio-Aqua, Tehran, Iran) برای تغذیه مولدین استفاده شد. تعداد کل باکتری‌های موجود در پروبیوتیک مورد استفاده $۱۰^{۹}$ × ۲ کلونی در هر گرم بود. غذادهی برحسب اشتها و دو بار در روز در ساعات ۸ صبح و ۴ بعدازظهر انجام گرفت. غذای BFT شرکت فرادانه (Faradaneh, Shahre Kord, Iran) برای انجام غذادهی مورد استفاده قرارگرفت. جیره مورد استفاده حاوی ۳۸ درصد پروتئین خام، ۱۵ درصد چربی خام، ۱۰ درصد خاکستر، ۳/۵ درصد فیبر خام، ۱ درصد فسفر و ۱۱ درصد رطوبت بود. برای آماده‌سازی جیره‌ها، ابتدا پروبیوتیک به ازای هر کیلوگرم جیره در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر کاملاً حل شد و سپس روی غذاها اسپری گردید. برای تیمار شاهد فقط از آب مقطر استفاده شد. خشک کردن جیره‌ها به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. کلیه جیره‌های آماده شده قبل از استفاده با روغن گیاهی (Etka Organization, Tehran, Iran) به میزان ۵ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم جیره پوشش‌دار شدند. دما دو بار در روز قبل از هر وعده غذادهی اندازه‌گیری شد. میانگین دما در طول دوره ۰/۳۴ ± ۱۱/۲ درجه سانتی‌گراد بود. میزان اکسیژن محلول آب در طی دوره ۱۱-۹ میلی‌گرم در لیتر و میانگین pH ۰/۰۱ ± ۷/۰۱ بود.

به منظور بررسی اثر پروبیوتیک بر شاخص‌های رشد در انتهای دوره آزمایش (پایان ۸ هفته) تمامی ماهیان بیومتری شدند. قبل از انجام بیومتری ماهیان با غوطه‌وری در پودر گل میخک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در هر لیتر آب بیهوش شدند (مهرابی، ۱۳۸۱). شایان ذکر است، ۲۴ ساعت قبل از انجام بیومتری غذادهی قطع می‌شد. ابتدا طول و وزن مولدین اندازه‌گیری شد و سپس فاکتورهای افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و فاکتور وضعیت (CF) در هر یک از تیمارها بوسیله فرمول‌های ذیل محاسبه شد (فلاحتکار، ۱۳۹۴):

BWI (درصد) = (وزن انتهایی - وزن ابتدایی) × ۱۰۰ / وزن ابتدایی

SGR= (درصد/ روز) (لگاریتم وزن انتهایی - لگاریتم وزن ابتدایی) × ۱۰۰ / تعداد روزهای آزمایش

FCR = وزن غذایی مصرف شده / میزان بدست آمده

CF = (وزن/ طول^{۳}) × ۱۰۰

در انتهای دوره غذادهی از هر تیمار ۶ مولد به صورت تصادفی انتخاب و با غوطه‌وری در عصاره پودر گل میخک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در هر لیتر آب بیهوش شدند، سپس بوسیله سرنگ هپارینه ۵ میلی‌لیتری از آنها میزان ۲ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ ساقه دمی گرفته شد. نمونه‌های خون در میکروتیوپ‌های هپارینه قرار داده شد و بلافاصله به یخچال منتقل گردید.

تعیین میزان هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول های قرمز و گلبول های سفید بترتیب طبق روش Vázquez و Guerrero (۲۰۰۷)، Drabkin (۱۹۴۵)، Dacie و Lewis (۱۹۹۵) و Svesbodora و همکاران (۱۹۹۱) انجام گرفت. میانگین حجم گلبول (MCV)، میانگین هموگلوبین در گلبول (MCH) و میانگین غلظت هموگلوبین در گلبول (MCHC) نیز بوسیله فرمول‌های ذیل محاسبه شدند (Rajikkannu *et al*., 2015):

MCV (فمتولیتر) = (تعداد گلبول‌های قرمز/ هماتوکریت) ×۱۰

MCH (سلول/پیکوگرم) = (تعداد گلبول‌های قرمز/ غلظت هموگلوبین) ×۱۰

MCHC (%) = (هماتوکریت/ غلظت هموگلوبین) ×۱۰۰

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از تست شاپیرو-ویلکس (Shapiro-Wilks) مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و تست دانکن (Duncan test) در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت. تمامی آنالیزها با استفاده از نرم افزار SPSS (IBM Corporation, New York, USA) نسخه ۲۳ انجام شد.

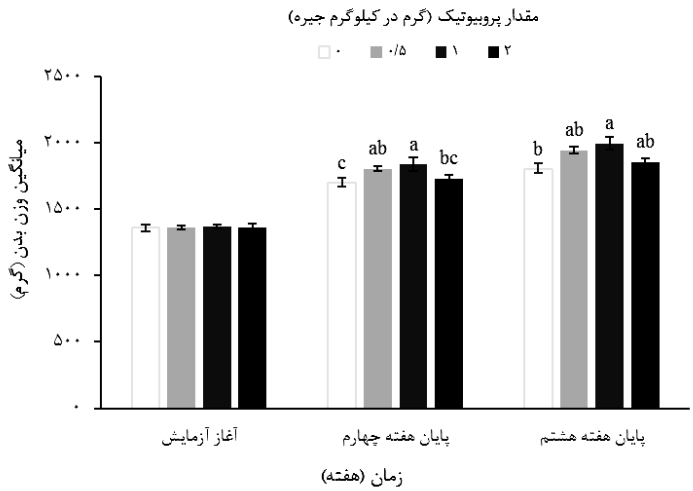
[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

نتایج

روند رشد مولدین تیمارهای مختلف طی دوره آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۱، بالاترین میانگین وزن نهایی (۴۸/۲۱ ± ۱۹۹۷/۶ گرم) در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم مشاهده شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). بیشترین میانگین افزایش وزن بدن (۲/۳۶ ± ۴۵/۶ درصد) در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم مشاهده شد و با تیمار شاهد و ۲ گرم در کیلوگرم تفاوت معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). بالاترین نرخ رشد ویژه (۰/۰۶ ± ۱/۳۴ درصد/روز) در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و ۲ گرم در کیلوگرم نشان داد (P<۰/۰۵). کمترین ضریب تبدیل غذایی (۰/۰۶±۱/۱۸) نیز در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت (P<۰/۰۵). در شاخص فاکتور وضعیت در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).



شکل ۱: روند رشد مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با مجموعه پروبیوتیکی بیوآکوا (Bio-Aqua) طی ۸ هفته آزمایش (میانگین ± خطای استاندارد)

Figure 1: Growth trend of male rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) broodstock fed for 8 weeks with diets containing different levels of Bio-Aqua probiotic (mean ± S.E.M).

جدول ۱: مقایسه پارامترهای رشد مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با مجموعه پروبیوتیکی بیوآکوا (Bio-Aqua) پس از ۸ هفته آزمایش (میانگین ± خطای استاندارد)

Table 1: Growth parameters of male rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) broodstock fed 8 weeks with diets containing different levels of Bio-Aqua probiotic (mean ± S.E.M)

پارامتر	سطح پروبیوتیک (گرم در کیلوگرم جیره)			
	صفر	۰/۵	۱	۲
وزن اولیه (گرم)	۱۳۶۰/۴ ± ۲۳/۶	۱۳۶۴/۹ ± ۱۵/۶	۱۳۷۱/۲ ± ۱۶/۰	۱۳۶۶/۱ ± ۲۴/۳
وزن نهایی (گرم)	$۱۸۰۰/۴ \pm ۴۴/۱^{b}$	$۱۹۴۶/۰ \pm ۲۵/۹^{ab}$	$۱۹۹۷/۶ \pm ۴۸/۲^{a}$	$۱۸۵۶/۰ \pm ۳۴/۸^{ab}$
افزایش وزن بدن (درصد)	$۳۲/۳ \pm ۱/۰^{b}$	$۴۳/۰ \pm ۲/۲^{a}$	$۴۵/۶ \pm ۲/۴^{a}$	$۳۲/۶ \pm ۱/۳^{b}$
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	$۱/۰ \pm ۰/۰^{b}$	$۱/۳۸ \pm ۰/۱^{a}$	$۱/۳ \pm ۰/۱^{a}$	$۱/۰ \pm ۰/۰^{b}$
ضریب تبدیل غذایی	$۱/۶ \pm ۰/۱^{a}$	$۱/۴ \pm ۰/۱^{ab}$	$۱/۲ \pm ۰/۱^{b}$	$۱/۴ \pm ۰/۱^{ab}$
فاکتور وضعیت	۱/۶ ± ۱/۰	۱/۶ ± ۰/۱	۱/۷ ± ۰/۰	۱/۸ ± ۰/۰

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار می باشد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

نتایج مربوط به شاخص‌های خونی در جدول ۲ ارائه شده است. طبق نتایج، بیشترین میزان گلبول قرمز (میکرولیتر/^{۶}۱۰×۰/۴±۲/۰) و هموگلوبین (۰/۵± ۱۵/۹ گرم در دسی لیتر) در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و ۲ گرم در کیلوگرم نشان داد (P<۰/۰۵). بیشترین میزان گلبول سفید (میکرولیتر/^{۳}۱۰ × ۰/۶ ± ۹/۹) و هماتوکریت (۲/۳ ± ۷۷/۲ درصد) نیز در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم بدست آمد و با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵). با این حال در درصد لنفوسیت، نوتروفیل، مونوسیت، ائوزینوفیل و میزان MCV، MCH و MCHC تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۲: مقایسه شاخص‌های خونی مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با مجموعه پروبیوتیکی بیوآکوا (Bio-Aqua) پس از ۸ هفته آزمایش (میانگین ± خطای استاندارد)

Table 2: Hematological indices of male rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) broodstock fed 8 weeks with diets containing different levels of Bio-Aqua probiotic (mean ± S.E.M)

شاخص‌های خونی	سطح پروبیوتیک (گرم در کیلوگرم جیره)			
	صفر	۰/۵	۱	۲
تعداد گلبول قرمز (میکرولیتر/^{۶}۱۰ ×)	۱/۸ ± ۰/۳ ^{b}	۱/۹ ± ۰/۲ ^{ab}	۲/۰ ± ۰/۴ ^{a}	۱/۸ ± ۰/۳ ^{b}
تعداد گلبول سفید (میکرولیتر/^{۳}۱۰ ×)	۸/۱ ± ۰/۳ ^{b}	۸/۶ ± ۰/۲ ^{ab}	۹/۹ ± ۰/۶ ^{a}	۸/۸ ± ۰/۹ ^{ab}
هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	۱۳/۸ ± ۰/۶ ^{b}	۱۵/۲ ± ۰/۹ ^{ab}	۱۵/۹ ± ۰/۵ ^{a}	۱۴/۲ ± ۰/۶ ^{b}
هماتوکریت (درصد)	۶۸/۵ ± ۱/۹ ^{b}	۷۲/۲ ± ۲/۲ ^{ab}	۷۷/۲ ± ۲/۳ ^{a}	۷۰/۸ ± ۱/۸ ^{ab}
لنفوسیت (درصد)	۷۲/۳ ± ۴/۱	۷۵/۰ ± ۲/۷	۷۰/۵ ± ۴/۸	۷۲/۳ ± ۵/۶
نوتروفیل (درصد)	۲۱/۷ ± ۳/۷	۱۹/۸ ± ۲/۱	۲۳/۷ ± ۴/۵	۲۲/۲ ± ۴۱/۳
مونوسیت (درصد)	۵/۰ ± ۱/۴	۴/۷ ± ۱/۴	۵/۲ ± ۱/۳	۵/۰ ± ۱/۴
ائوزینوفیل (درصد)	۱/۲ ± ۰/۴	۱/۰ ± ۰/۰	۲/۰ ± ۰/۰	۱/۵ ± ۰/۷
MCV (فمتولیتر)	۳۷۵/۱ ± ۱۲/۹	۳۸۳/۷ ± ۸/۶	۳۸۳/۴ ± ۸/۱	۳۹۳/۰ ± ۴/۰
MCH (پیکوگرم/ سلول)	۷۵/۵ ± ۰/۵	۸۱/۰ ± ۳/۴	۷۹/۳ ± ۰/۲	۷۹/۲ ± ۴/۷
MCHC (درصد)	۲۰/۲ ± ۰/۸	۲۱/۱ ± ۱/۴	۲۰/۷ ± ۰/۳	۲۰/۲ ± ۰/۴

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار می باشد (P<۰/۰۵).

بحث

در مطالعه حاضر اثر پروبیوتیک بیوآکوا بر پارامترهای رشد و شاخص‌های خونی مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد سنجش قرار گرفت. تاکنون در زمینه اثر پروبیوتیک بر ماهی‌ها مطالعات مختلفی انجام شده است. Ramos و همکاران (۲۰۱۷) اثر استفاده از پروبیوتیک تجاری PAS-TR® (حاوی باکتری های پروبیوتیکی *Bacillus subtilis* و *Bacillus cereus*) را در دو سطح ^{۳}۱۰ × ۶ و ^{۶}۱۰ × ۱/۵ کلونی در هر گرم جیره غذایی در ماهی قزل آلای رنگین کمان بررسی نمودند و مناسب‌ترین تغییرات رشد را در سطح ^{۳}۱۰ × ۶ کلونی پروبیوتیک در هر گرم جیره غذایی گزارش کردند. همچنین، Adel و همکاران (۲۰۱۷) اثر سطوح مختلف پروبیوتیک تجاری Aqualase® (حاوی پروبیوتیک‌های *Saccharomyces cerevisiae* و *Saccharomyces elipsoedas*) را به مدت ۵۶ روز بر روی ماهی قزل آلای رنگین کمان مورد آزمایش قرار دادند و بیشترین میزان رشد را در تیمار تغذیه شده با ۲ درصد پروبیوتیک در کیلوگرم جیره مشاهده کردند. در همین راستا، سهندی و همکاران (۱۳۹۴) در ماهی قزل آلای رنگین کمان، ایمان پور و همکاران (۱۳۹۴) در ماهی سفید (*Rutilus kutum*) و حسینی و همکاران (۱۳۹۳) در ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) بیشترین میزان رشد و بهترین ضریب تبدیل غذایی را در تیمارهای تغذیه شده

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

پروبیوتیک گزارش نموده اند. در پژوهش حاضر نیز بیشترین میزان رشد، بیشترین نرخ رشد ویژه و کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار تغذیه شده با میزان ۱ گرم پروبیوتیک به ازای هر کیلوگرم جیره بدست آمد. بر طبق مطالعات مشخص شده است که عملکرد جمعیت میکروبی روده به توانایی تعامل میکروارگانیزم‌ها با دستگاه گوارش بستگی دارد و اثرات بیولوژیک این تعامل می‌تواند بر عملکرد رشد میزبان اثر بگذارد (Dawood *et al.*, 2018). در واقع، میکروارگانیزم‌های پروبیوتیک از طریق کاهش pH روده و رقابت با باکتری‌های مضر از رشد آنها جلوگیری می‌کنند (Gatesoupe, 1999; Ringø *et al.*, 2018) و با تحریک سیستم ایمنی باعث افزایش مقاومت و کاهش استرس در میزبان می‌شوند (Hoseinifar *et al.*, 2018) که مجموعه این عوامل منجر به افزایش سطح سلامتی و در نتیجه بهبود پارامترهای رشد میزبان خواهد شد. همچنین طبق بررسی‌های انجام شده، قسمت عمده اثرات مفید مشاهده شده در موارد استفاده از پروبیوتیک‌ها مربوط به آنزیم‌های تولیدی توسط این میکروارگانیزم‌های مفید می‌باشد (Ray *et al.*, 2012: Das *et al.*, 2017). در واقع، پروبیوتیک‌ها می‌توانند با افزایش فعالیت‌های گوارشی، اثرات تحریکی بر اشتها و قابلیت هضم مواد غذایی موجب رشد بهینه در میزبان شوند (Irianto and Austin, 2002; Sahandi *et al.*, 2018). این امر از طریق بهبود فلور میکروبی روده، تولید انواع ویتامین‌ها و بویژه ترشح آنزیم‌هایی مانند آمیلاز، لیپاز و پروتئاز انجام می‌گیرد که سبب تجزیه ترکیبات غیر قابل هضم، افزایش متابولیسم میکروبی، تحریک اشتها و جذب مناسب‌تر مواد غذایی در میزبان می‌شوند (Oliva-Teles, 2012; Merrifield and Ringø, 2014; Hai, 2015; Das *et al.*, 2017; Ringø *et al.*, 2018). همچنین طبق بررسی Carnevali و همکاران (۲۰۰۶)، بهبود تعادل میکروبی روده سبب کاهش سطح هورمون کورتیزول و افزایش رونویسی دو ژن فاکتور رشد شبه انسولینی ۱ و میوستاتین می‌شود و بازخورد این عمل موجب تنظیم عملکرد رشد خواهد شد. بر همین اساس بنظر می‌رسد هم راستا با مطالعه Carnevali و همکاران (۲۰۰۶) و Dawood و همکاران (۲۰۱۸)، پروبیوتیک مورد استفاده در این بررسی با فراهم کردن آنزیم‌های گوارشی و ویتامین‌ها فرآیند هضم را در مولدین فعال نموده و سبب افزایش بهبود بهره‌وری جیره غذایی در آنها شده و با بهبود وضعیت سلامت عملکرد رشد آنها را تنظیم نموده است.

شمارش کامل سلول‌های خونی یک ابزار تشخیصی مهم و قدرتمند در مطالعات بر آبزیان می‌باشد. با استفاده از این روش می‌توان بر وضعیت سلامتی آبزیان در پاسخ به تغییرات مربوط به جیره غذایی، کیفیت آب، بیماری‌ها و پاسخ به داروها نظارت داشت (Fazio, 2018). حتی سایر فاکتورها همچون رفتار، زیستگاه، آب و هوا، سن و وضعیت فیزیولوژیک نیز می‌توانند بر شاخص‌های خونی تاثیر بگذارند (Tavares-Dias and Moraes, 2006; Fazio, 2018). ثابت شده است که افزودن پروبیوتیک‌ها به جیره غذایی می‌تواند بر شاخص‌های خونی اثر بگذارد (Reda and Selim, 2015; da Paixão *et al.*, 2017)، بطوریکه نوع پروبیوتیک مورد استفاده، میزان استفاده از آن و روش استفاده آن در جیره مورد نظر بر میزان اثر آن بر شاخص‌های خونی تاثیر گذار است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳). در این تحقیق استفاده از پروبیوتیک در جیره تغییرات مثبتی در سطوح شاخص‌های مختلف خونی ایجاد نمود و مناسب‌ترین نتایج در تیمار ۱ گرم در کیلوگرم جیره مشاهده گردید. طبق نتایج، بیشترین میزان گلبول قرمز، هموگلوبین، گلبول سفید و هماتوکریت در این تیمار بدست آمد و با تیمار شاهد اختلاف قابل ملاحظه‌ای داشت. در همین راستا، نتایج مشابهی در مطالعه عطایی و همکاران (۱۳۹۷) بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، Iwashita و همکاران (۲۰۱۵) و Reda و Selim (۲۰۱۵) در ماهی تیلاپیا، Rajikkannu و همکاران (۲۰۱۵) در کپور ماهی هندی *Labeo rohita*، da Paixão و همکاران (۲۰۱۷) در *Colossoma macropomum* و Munir و همکاران (۲۰۱۸) در ماهی *Channa striata* گزارش شده است. با توجه به نتایج این مطالعات، در آبزیان تغذیه شده با پروبیوتیک به‌علت افزایش میزان سوخت و ساز نیاز اکسیژنی افزایش یافته و در نتیجه تعداد گلبول‌های قرمز افزایش می‌یابد که این امر

منجر به افزایش میزان هموگلوبین و ظرفیت حمل اکسیژن می‌شود (Irianto and Austin, 2002; Firouzbakhsh *et al*., 2011). همچنین افزایش تعداد گلبول‌های سفید در مولدین تغذیه شده با پروبیوتیک احتمالاً به‌علت بهبود تعادل میکروبی روده، تحریک سیستم ایمنی و کاهش استرس رخ داده است که می‌تواند بیانگر بهبود شاخص‌های ایمنولوژیک در مولدین باشد (Tavares-Dias and Moraes, 2007). لنفوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها نقش مهمی در سیستم ایمنی ایفاء می‌کنند. طبق مطالعات افزایش این سلول‌ها در تیمارهای تغذیه شده با پروبیوتیک احتمالاً می‌تواند به علت افزایش واکنش‌های ایمنی غیراختصاصی (بیگانه خواری و پاسخ التهابی) باشد (Neumann *et al*., 2001; Irianto and Austin, 2002). بهرحال، در این مطالعه در درصد لنفوسیت، نوتروفیل، مونوسیت، ائوزینوفیل و میزان MCV، MCH و MCHC تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد و این موضوع می‌تواند با عوامل مختلفی همچون سن، شرایط رسیدگی جنسی، دمای آب و طول دوره آزمایش مرتبط باشد.

در این مطالعه پارامترهای رشد و شاخص‌های خونی مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از تغذیه با جیره غذایی حاوی پروبیوتیک بهبود یافت و مناسب‌ترین نتایج در مولدین تغذیه شده با دوز ۱ گرم پروبیوتیک بیوآکوا به ازای هر کیلوگرم جیره مشاهده شد. بر همین اساس توصیه می‌شود از دوز ۱ گرم پروبیوتیک بیوآکوا به ازای هر کیلوگرم جیره در تغذیه مولدین نر قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده شود. با توجه به اثرات تغذیه‌ای مناسب پروبیوتیک‌ها بر مولدین، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی اثر پروبیوتیک بر کیفیت تخم و لاروهای تولیدی ماهیان بررسی شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مهندس تقی شمسی‌پور مدیریت محترم استخر درناب و سایر دوستانی که نقش بسزایی در پیشبرد اهداف در این تحقیق داشتند، قدردانی می‌گردد. استفاده تبلیغاتی از نتایج این مطالعه صرفاً با کسب مجوز از نویسنده مسئول مجاز می‌باشد.

منابع

ایمان پور، م. ر. و روحی، ز.، ۱۳۹۴. اثر پروبیوتیک چند سویه (پریمالاک) بر عملکرد رشد، پارامترهای بیوشیمیایی خون، بازماندگی و مقاومت در برابر تنش شوری در بچه ماهیان سفید (*Rutilus kutum*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۴ (۲): ۱۰۲-۹۵. DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103133.

حسینی، ع. ر.، اورجی، ح.، یگانه، س. و شهابی، ح.، ۱۳۹۳. تاثیر پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدی لاکتیسی (*Pediococcus acidilactici*) روی رشد، فاکتورهای خونی و سرمی در ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۳ (۲): ۴۵-۳۵. DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103691.

سهندی، ج.، جعفریان، ح. ا.، سلطانی، م. و ابراهیمی، پ.، ۱۳۹۴. تاثیر مکمل پروبیوتیکی بیفیدوباکتر بر عملکرد رشد و سیستم ایمنی لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه میکروبیولوژی دامپزشکی. ۳۱ (۲): ۱۶۲-۱۵۱.

عطایی، خ.، جلالی، س. م. ع.، یداللهی، ف. و همت زاده، آ.، ۱۳۹۷. اثرات پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* بر هماتولوژی، فراسنجه های خونی و هیستوپاتولوژی روده ماهی قزل آلای رنگین کمان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری. ۴۳ (۴): ۳۵-۲۷.

فلاحتکار، ب. ۱۳۹۴. تغذیه و جیره نویسی آبزیان. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی. ۳۳۴ ص.

مهرابی، ی. ۱۳۸۱. بیهوشی و روش عمل تکثیر دوبار در سال ماهی قزل آلای رنگین کمان. انتشارات اصلانی. ۱۰۰ ص.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

Adel, M., Lazado, C.C., Safari, R., Yeganeh, S. and Zorriehzahra, M., 2017. Aqualase®, a yeast-based in-feed probiotic, modulates intestinal microbiota, immunity and growth of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Research*, 48: 1815-1826. DOI: 10.1111/are.13019.

Ashley, P. 2007. Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, 104: 199-235. DOI: 10.1016/j.applanim.2006.09.001.

Carnevali, O., de Vivo, L., Sulpizio, R., Gioacchini, G., Olivotto, I., Silvi, S. and Cresci, A., 2006. Growth improvement by probiotic in European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*, L.), with particular attention to IGF-1, myostatin and cortisol gene expression. *Aquaculture*, 258: 430-438. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.04.025.

Carnevali, O., Maradonna, F. and Gioacchini, G., 2017. Integrated control of fish metabolism, wellbeing and reproduction: The role of probiotic. *Aquaculture*, 472: 144-155. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.04.025.

Craig, S.R., Gardner, T.R. and Carnevali, O., 2017. Growout and Broodstock Nutrition. In: Marine Ornamental Species Aquaculture (ed. by Calado, R., Olivotto, L., Planas Oliver, M., Holt, G.J). John Wiley & Sons. Hoboken. pp. 139-158.

Dacie, J. and Lewis, S., 1995. Erythrokinetics. Practical haematology, 8th edition. Churchill Livingstone, Edinburgh. 668P.

da Paixão, A.E.M., dos Santos, J.C., Pinto, M.S., Pereira, D.S.P., de Oliveira Ramos, C.E.C., Cerqueira, R.B., Navarro, R.D. and da Silva, R.F., 2017. Effect of commercial probiotics (*Bacillus subtilis* and *Saccharomyces cerevisiae*) on growth performance, body composition, hematology parameters, and disease resistance against *Streptococcus agalactiae* in tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture International*, 25: 2035-2045. DOI: 10.1007/s10499-017-0173-7.

Das, S., Mondal, K. and Haque, S.J.G., 2017. A review on application of probiotic, prebiotic and synbiotic for sustainable development of aquaculture. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5: 422-429. DOI: 10.22271/j.ento.

Dawood, M.A., Koshio, S., Abdel-Daim, M.M. and Van Doan, H.J., 2018. Probiotic application for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, DOI: 10.1111/raq.12272.

Dodoo, C.C., Stapleton, P., Basit, A.W. and Gaisford, S.J., 2018. Use of a water-based probiotic to treat common gut pathogens. *International Journal of Pharmaceutics*, 556: 136-141. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2018.11.075.

Drabkin, D.L., 1945. Hemoglobin, glucose, oxygen and water in the erythrocytes: A concept of biological magnitudes, based upon molecular dimensions. *Science*, 101: 445-451.

Fazio, F.J. 2018. Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: A review.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

Aquaculture, 500: 237-242. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.10.030.

Firouzbakhsh, F., Noori, F., Khalesi, M.K. and Jani-Khalili, K., 2011. Effects of a probiotic, protexin, on the growth performance and hematological parameters in the Oscar (*Astronotus ocellatus*) fingerlings. *Fish Physiology and Biochemistry*, 37: 833-842. DOI: 10.1007/s10695-011-9481-4.

Gatesoupe, F., 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180: 147-165. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00187-8.

Giannenas, I., Karamaligas, I., Margaroni, M., Pappas, I., Mayer, E., Encarnação, P. and Karagouni, E.J., 2015. Effect of dietary incorporation of a multi-strain probiotic on growth performance and health status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 41: 119-128. DOI: 10.1007/s10695-014-0010-0.

Hai, N.J., 2015. The use of probiotics in aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 119: 917-935. DOI 10.1111/jam.12886.

Hoseinifar, S., Mirvaghefi, A., Amoozegar, M., Merrifield, D. and Ringø, E.J., 2017. In vitro selection of a synbiotic and in vivo evaluation on intestinal microbiota, performance and physiological response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 23: 111-118. DOI: 10.1111/anu.12373.

Hoseinifar, S.H., Sun, Y., Wang, A. and Zhou, Z.J., 2018. Probiotics as means of diseases control in aquaculture, A Review of current knowledge and future perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 9: 1-18. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02429.

Irianto, A., Austin, B., 2002. Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Diseases*, 25: 633-642. DOI: 10.1046/j.1365-2761.2002.00422.x.

Iwashita, M.K.P., Nakandakare, I.B., Terhune, J.S., Wood, T. and Ranzani-Paiva, M.J.T., 2015. Dietary supplementation with *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* enhance immunity and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus iniae* infection in juvenile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 43: 60-66. DOI: 10.1016/j.fsi.2014.12.008.

Izquierdo, M., Fernandez Palacios, H. and Tacon, A., 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197: 25-42. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00581-6.

Kemski, M., Wick, M. and Dabrowski, K.J., 2018. Nutritional programming effects on growth and reproduction of broodstock and embryonic development of progeny in yellow perch (*Perca flavescens*) fed soybean meal-based diets. *Aquaculture*, 497: 452-461. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.07.001.

Li, X., Ringø, E., Hoseinifar, S.H., Lauzon, H.L., Birkbeck, H. and Yang, D.J., 2018. The adherence and colonization of microorganisms in fish gastrointestinal

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

tract. *Reviews in Aquaculture*, DOI: 10.1111/raq.12248.

Llewellyn, M.S., Boutin, S., Hoseinifar, S.H. and Derome, N.J., 2014. Teleost microbiomes: the state of the art in their characterization, manipulation and importance in aquaculture and fisheries. *Frontiers in Microbiology*, 5: 1-17. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00207.

Merrifield, D.L. and Ringø, E., 2014. Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics. Wiley-Blackwell, UK, 488P.

Munir, M.B., Hashim, R., Nor, S.A.M. and Marsh, T.L., 2018. Effect of dietary prebiotics and probiotics on snakehead (*Channa striata*) health: Haematology and disease resistance parameters against Aeromonas hydrophila. *Fish & Shellfish Immunology*, 75: 99-108. DOI: 10.1016/j.fsi.2018.02.005.

Neumann, N.F., Stafford, J.L., Barreda, D., Ainsworth, A.J. and Belosevic, M., 2001. Antimicrobial mechanisms of fish phagocytes and their role in host defense. *Developmental & Comparative Immunology*, 25: 807-825. DOI: 10.1016/S0145-305X(01)00037-4.

Oliva-Teles, A.J., 2012. Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal of Fish Diseases*, 35: 83-108. DOI: 10.1111/j.1365-2761.2011.01333.x.

Ozorio, R.O., Kopecka-Pilarczyk, J., Peixoto, M.J., Lochmann, R., Santos, R.J., Santos, G., Weber, B., Calheiros, J., Ferraz-Arruda, L. and Vaz-Pires, P.J., 2016. Dietary probiotic supplementation in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared under cage culture production: effects on growth, fish welfare, flesh quality and intestinal microbiota. *Aquaculture Research*, 47: 2732-2747. DOI: 10.1111/are.12724.

Pandiyan, P., Balaraman, B., Thirunavukkarasu, R., George, E.G.J., Subaramaniyan, K., Manikkam, S. and Sadayappan, B., 2013. Probiotics in aquaculture. *Drug Invention Today*, 5: 55-59.

Rajikkannu, M., Natarajan, N., Santhanam, P., Deivasigamani, B., Ilamathi, J. and Janani, S., 2015. Effect of probiotics on the haematological parameters of Indian major carp (*Labeo rohita*). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2: 105-109.

Ramos, M.A., Gonçalves, J.F., Costas, B., Batista, S., Lochmann, R., Pires, M.A., Rema, P. and Ozório, R.O.A., 2017. Commercial bacillus probiotic supplementation of rainbow trout (*Oncorhynchys mykiss*) and brown trout (*Salmo trutta*): Growth, immune responses and intestinal morphology. *Aquaculture Research*, 48: 2538-2549. DOI: 10.1111/are.13090.

Ray, A., Ghosh, K. and Ringø, E.J., 2012. Enzyme-producing bacteria isolated from fish gut: a review. *Aquaculture Nutrition*, 18: 465-492. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2012.00943.x.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

Reda, R.M. and Selim, K.M.J., 2015. Evaluation of *Bacillus amyloliquefaciens* on the growth performance, intestinal morphology, hematology and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture International*, 23: 203-217. DOI: 10.1007/s10499-014-9809-z.

Ringø, E., Hoseinifar, S.H, Ghosh, K., Doan, H.V. and Beck, B.R., 2018. Lactic acid bacteria in finfish–an update. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1-37. DOI: 10.3389/fmicb.2018.01818.

Sahandi, J., Jafaryan, H., Soltani, M. and Ebrahimi, P., 2018. The use of two Bifidobacterium strains enhanced growth performance and nutrient utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, DOI 10.1007/s12602-018-9455-2.

Sutthi, N., Thaimuangphol, W., Rodmongkoldee, M., Leelapatra, W. and Panase, P., 2018. Growth performances, survival rate, and biochemical parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in water treated with probiotic. *Comparative Clinical Pathology*, 27: 597-603. DOI: 10.1007/s00580-017-2633-x.

Svesbodora, Z., Fravda, D. and Palakova, J., 1991. Unified methods of haematological examination of fish. Research Institute of Fish Culture & Hydrobiology, Vodnany, Czechoslovekia. 331P.

Tavares Dias, M. and Moraes, F.R.D., 2006. Hematological parameters for the *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1850 (Osteichthyes: Characidae) intensively bred. *Hidrobiologica*, 16: 271-274.

Tavares-Dias, M. and Moraes, F.R.D., 2007. Leukocyte and thrombocyte reference values for channel catfish (*Ictalurus punctatus*), with an assessment of morphologic, cytochemical, and ultrastructural features. *Veterinary Clinical Pathology*, 36: 49-54. DOI: 10.1111/j.1939-165X.2007.tb00181.x.

Trichet, V.V., 2010. Nutrition and immunity: an update. *Aquaculture Research*, 41: 356-372. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02374.x.

Vázquez, G.R. and Guerrero, G., 2007. Characterization of blood cells and hematological parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). *Tissue and Cell*, 39: 151-160. DOI: 10.1016/j.tice.2007.02.004.

Webster, C.D. and Lim, C., 2002. Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI. New York, 448P.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-04]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.19.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119 093]

Growth performance and hematological indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Exclusive study of probiotic effect on male broodstock

Akbari Nargesi E.[1]; Falahatkar B.[1,2*]; Mohammadi M.[1]

[*]falahatkar@guilan.ac.ir

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran

Abstract

This study was carried out to determine the effect of probiotic on growth performance and hematological indices in male rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) broodstock. For this purpose, broodstock with an average initial weight of 1366.14 ± 33.85 g (mean ± S.E.M) were fed for 8 weeks with diets containing 0, 0.5, 1 and 2 $g.kg^{-1}$ Bio-Aqua probiotic. At the end of the period, growth performance and blood parameters were evaluated. According to the results, the highest average final weight and the lowest feed conversion ratio was observed in 1 $g.kg^{-1}$ treatment and showed a significant difference with control treatment ($P<0.05$). Moreover, the highest specific growth rate and body weight increase were obtained in 1 $g.kg^{-1}$ treatment and showed significant difference with control and 2 $g.kg^{-1}$ treatments ($P<0.05$). The condition factor was not significantly different among treatments ($P>0.05$). In hematological indices, the highest number of red blood cells and hemoglobin levels were observed in 1 $g.kg^{-1}$ treatment and showed significant difference with control and 2 $g.kg^{-1}$ treatments ($P<0.05$). The highest number of white blood cells and hematocrit percentage were obtained in 1 $g.kg^{-1}$ treatment and showed significant difference with control treatment ($P<0.05$). However, significant difference were not observed in other hematological indices among the treatments ($P>0.05$). The results of present study demonstrated the ability of probiotic to influence on growth parameters and hematological indices in male rainbow trout broodstock. Accordingly, the Bio-Aqua probiotic in 1 $g.kg^{-1}$ as the best level suggested to using in feed of male rainbow trout broodstock.

Keywords: Salmonids, Probiotic bacteria, Nutrition, Hematology, Yeast

[*]Corresponding author