

## تأثیر پریوتیک فروکتوالیگوساکارید بر شاخص‌های خون‌شناسی و رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

علی عظیمیان<sup>۱</sup>، عاطفه ایری\*<sup>۲</sup>، یونس عبدالله‌زاده<sup>۲</sup>، طاهره باقری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سنندج، ایران.  
<sup>۲</sup>گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.  
<sup>۳</sup>مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۵

### چکیده

هدف از انجام این مطالعه، تعیین تأثیر سطوح مختلف پریوتیک فروکتوالیگوساکارید بر شاخص‌های رشد و خون‌شناسی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بود. بدین منظور، ۱۲۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به مدت ۴۲ روز در ۴ تیمار: تیمار ۱) شاهد، فاقد پریوتیک، تیمار ۲) غذای حاوی ۰/۰۵، تیمار ۳) غذای حاوی ۰/۱ و تیمار ۴) غذای حاوی ۰/۲ درصد پریوتیک تقسیم شدند و شاخص‌های رشد و خونی ماهیان در سطوح مختلف ارزیابی شد. نتایج بررسی پارامترهای رشد نشان داد، در نرخ ضریب تبدیل غذایی بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0/05$ )، همچنین در بررسی فاکتور نرخ رشد ویژه کم‌ترین مقدار مربوط به گروه شاهد و با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ). در وزن نهایی، ماهی‌های ۳ تیمار تغذیه شده با پریوتیک در روز ۴۲ نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ). در نتایج پارامترهای خون‌شناسی، پریوتیک در نمونه‌برداری اول اثر معنی‌داری بر تعداد گلبول قرمز، حجم متوسط گلبولی، هماتوکریت و هموگلوبین نداشت ( $P < 0/05$ )، ولی تیمارها در روز ۴۲ افزایش شاخص‌های تعداد گلبول سفید، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز، متوسط هموگلوبین سلولی نسبت به تیمارهای پریوتیک و گروه شاهد را نشان دادند. احتمال می‌دهیم پریوتیک در روش خوراکی، ایمنی غیراختصاصی را در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحریک نموده است. چنین نتیجه‌گیری می‌شود که سطوح ۰/۱ و ۰/۲ درصد پریوتیک فروکتوالیگوساکارید در غذا می‌توانند سبب بهبود وضعیت شاخص‌های رشد و خون‌شناسی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شوند.

**کلید واژگان:** قزل‌آلای رنگین‌کمان، فروکتوالیگوساکارید، رشد، هماتولوژی

## مقدمه

ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از ماهیان غیربومی با پراکنش بالا در اکثر حوضه‌های آبی ایران، متعلق به خانواده آزادماهیان (Salmonidae) و جنس *Oncorhynchus* می‌باشد (Eagderi et al., 2022). این ماهی در برابر تغییرات محیطی مقاوم و از سرعت رشد مناسبی برخوردار می‌باشد و برای صنعت پرورش شناخته شده است. بخش مهمی از صنعت آبزی پروری در ایران را تکثیر و پرورش ماهی قزل آلی رنگین کمان به خود اختصاص داده است. ایران به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان ماهی قزل آلا در آب‌های شیرین جهان مطرح می‌باشد، از این رو آگاهی کامل از نیازهای زیستی این ماهی و شناخت عوامل مؤثر در رشد، افزایش وزن و میزان مقاومت در برابر شرایط و عوامل محیطی و در نهایت تولید بیشتر در واحد سطح ضروری می‌باشد (Tacon, 1999).

با توجه به اینکه در پرورش آبزیان، حدود ۵۰ درصد هزینه‌های پرورش مربوط به تغذیه است (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۳) و با در نظر گرفتن این نکته که ممکن است چالش‌های زیادی تحت شرایط پرورشی کنترل شده وجود داشته باشد، بنابراین شرایط ایجاب می‌کند که برای ارتقای میزان مقاومت آن‌ها و همچنین افزایش رشد و بازماندگی از ترکیبات مناسبی در جیره غذایی این گونه استفاده شود تا در نهایت تولیدات آن‌ها افزایش یابد. در سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی روی مکمل‌های غذایی و محرک‌های ایمنی که در بالا بردن سلامت موجود و کارایی تغذیه نقش دارند، صورت گرفته است که از جمله این ترکیبات می‌توان به پریبیوتیک (Prebiotic) اشاره کرد (طاعتی و همکاران، ۱۳۹۲). اصولاً عناصر غذایی که به‌عنوان پریبیوتیک طبقه‌بندی می‌شوند باید خواصی داشته باشند؛ نباید در بخش‌های فوقانی دستگاه گوارش هضم و جذب شوند، فلور میکروبی روده را به تولید ترکیبات سالم سوق دهند و توسط یک یا تعدادی از باکتری‌های مفید روده به‌صورت گزینشی تخمیر شوند (Fooks and Gibson, 2002).

ترکیبات پریبیوتیکی فروکتوالیگوساکارید از دیواره سلولی مخمر استخراج می‌شوند (Gibson and Roberfroid, 1995). این ترکیبات دارای تأثیر محدودکنندگی مستقیم بر عوامل بیماری‌زا و تأثیر غیر مستقیم بر سلامتی میزبان از

طریق کمک به افزایش جمعیت میکروبی مفید در روده هستند (Denev et al., 2009; Ringø et al., 2010). در این راستا مطالعات متعددی صورت گرفته است که از این جمله می‌توان به بررسی اثرات فروکتوالیگوساکارید و باسیلوس لیکنیفورمیس (*Bacillus licheniformis*) بر عملکرد رشد ماهیان (Zhang et al., 2015)، اثر فروکتوالیگوساکارید مکمل غذایی بر ایمنی ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) (Syed Raffic Ali et al., 2017)، بررسی اثر فروکتوالیگوساکارید بر بچه ماهی پاکوی سیاه (*Colossoma macropomum*) آلوده به آئروموناس هیدروفیلا زرا (de Lima Paz et al., 2019)، اثرات فروکتوالیگوساکارید بر عملکرد رشد و پاسخ ایمنی ماهی باس ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*) (Wang and Li, 2020)، بررسی اثرات مصرف یکباره و ترکیبی لاکتوباسیلوس پلاننتاروم و زایلولیگوساکارید بر عملکرد رشد و ایمنی بدن *Sparidentex hasta* (Agh et al., 2022)، مطالعه تأثیر مکمل گالاکتولیگوساکارید بر شاخص‌های رشد ماهی خاویاری هیبرید (*Acipenser baerii* × *A. schrenckii*) (Xu et al., 2022)، بررسی اثرات کیتوزان الیگوساکارید بر برخی از فاکتورهای خونی موش (Kisadere et al., 2022) و مطالعه ارزیابی مانان الیگوساکارید (MOS) بر عملکرد ایمنی گربه ماهیان جوان (*Clarias batrachus*) (Kundu et al., 2023) اشاره کرد. با توجه به اثرات مثبت پریبیوتیک فروکتوالیگوساکارید بر بهبود ایمنی ناشی از اثرات سمیت مواد آلاینده بر عملکرد بافتی، افزایش رشد و برخی از شاخص‌های زیستی آبزیان نظیر شاخص‌های خون‌شناسی و بافتی، در این مطالعه به بررسی اثرات فروکتوالیگوساکارید بر شاخص‌های خونی و رشد ماهی قزل آلی رنگین کمان پرداخته شد.

## مواد و روش‌ها

ماهیان قزل آلی رنگین کمان با میانگین وزنی  $6/0.2 \pm 0/99$  گرم از مرکز خصوصی تکثیر و پرورش آبزیان تهیه و پس از سازگاری اولیه و عادت‌دهی بچه ماهیان مورد آزمایش با غذای دستی، تعداد ۶۰۰ عدد ماهی قزل آلا در ۱۲ تانک ۳۰۰ لیتری که به میزان ۱۵۰ لیتر آبگیری شده بود با تراکم ۵۰ عدد ذخیره‌سازی شدند. در طول دوره پرورش برای هوادهی

و تأمین اکسیژن، در هر تانک ۱ عدد سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود، نصب گردید. آب مورد استفاده در این پژوهش از آب لوله‌کشی شهری بود که با هواده‌ی و ماندگاری ۲۴ ساعته، کلرزدایی آن صورت گرفت. میانگین فاکتورهای محیطی از جمله دمای آب، اکسیژن محلول و pH به ترتیب  $14/3 \pm 1/4$ ،  $8/7 \pm 0/48$  و  $7/2 \pm 0/07$  اندازه‌گیری شد. پروبیوتیک مورد استفاده در این آزمایش، فروکتوالیگوساکارید (رافتیلوز P95 شرکت سیگما) بود که جز فروکتان‌های خطی (1 → 2-β) و در قوطی ۵۰ گرمی بسته‌بندی شده است و تیمار بندی مطالعه حاضر بر اساس روش کار Akrami و همکاران (۲۰۱۳) در ۴ تیمار با سه تکرار شامل تیمار (۱) شاهد، جیره پایه فاقد پروبیوتیک، تیمار (۲) جیره پایه حاوی ۰/۰۵ درصد پروبیوتیک، تیمار (۳) جیره پایه حاوی ۰/۱ درصد پروبیوتیک، تیمار (۴) جیره پایه حاوی ۰/۲ درصد پروبیوتیک به جیره کنسانتره تجاری پودری حاوی ۳۵٪ پروتئین، ۱۲٪ چربی و ۴۲۰۰ کیلو کالری در کیلوگرم انرژی اضافه، و مقادیر از هر کدام به صورت کاملاً یکنواخت و همگن با یک کیلوگرم غذا مخلوط شد. در ادامه به مخلوط به دست آمده آب اضافه شد تا به حالت خمیری درآید و با استفاده از چرخ گوشت آن را رشته‌ای کرده تا پس از خشک شدن در معرض هوا به پلت‌های اندازه مناسب تبدیل شوند. سپس در کیسه زیپ‌دار ریخته تا در طول دوره آزمایش مورد استفاده قرار گیرد. در طول دوره آزمایش بچه ماهی‌ها بر حسب مشاهدات و رفتار ماهی به میزان ۶-۴٪ وزن بدن روزانه دوبار (ساعات ۸ و ۱۶) تغذیه شدند (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۸). جهت کاهش تلفات در طول زیست‌سنجی و اطمینان از خالی بودن دستگاه گوارش از غذا، ۱۲ ساعت قبل از زیست‌سنجی، تغذیه ماهیان قطع و از پودر گل میخک با دوز ۱۰۰ ppm به عنوان ماده بی‌هوشی استفاده شد (Esmaeili et al., 2017). زیست‌سنجی ماهیان در کل طول دوره، ۲ بار، اولی در روز صفر یعنی قبل از شروع تغذیه و دومی در پایان دوره تغذیه صورت گرفت. جهت اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و جهت اندازه‌گیری طول از خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر استفاده شد سپس بر اساس اطلاعات ثبت شده، شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای از جمله وزن اولیه، وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، ضریب رشد ویژه، متوسط طول بدن، ضریب تبدیل غذایی

محاسبه شد. پارامترهای رشد و تغذیه بر اساس معادلات ریاضی محاسبه شدند (Bekcan et al., 2006).  
تعداد ماهیان ابتدای دوره/وزن ماهیان در ابتدای دوره  
=وزن اولیه  
تعداد ماهیان انتهای دوره/وزن ماهیان در انتهای دوره  
=وزن اولیه  
{وزمان/لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم -  
لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم} \* ۱۰۰ =  
ضریب رشد ویژه  
افزایش وزن تر(گرم)/غذای خشک داده شده(گرم) = ضریب  
تبدیل غذایی  
در این مطالعه شاخص‌ها خون شناسی شامل تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، تعداد گلبول‌های سفید (WBC)، میزان هموگلوبین (Hb)، میزان هماتوکریت (HT) مورد بررسی قرار گرفت. به منظور شمارش گلبول‌های قرمز پس از همگن کردن نمونه‌های خون گرفته شده، خون به وسیله لوله پالستیکی که به ته مالتزور قرمز وصل شده است تا درجه ۰/۵ خون کشیده و از محلول رقیق کننده گلبول قرمز (ریس) پر شد. سپس یک قطره خون بین لامل سنگی و لامل هموستیومتر قرار داده و گلبول‌های قرمز شمارش گردید (Basova et al., 2018). جهت شمارش گلبول‌های سفید از ملانژورهای گلبول سفید و محلول رقیق شده ریس استفاده شد شمارش نیز با استفاده از لام نئوبار صورت گرفت (Basova et al., 2018). برای اندازه‌گیری هماتوکریت لوله‌های محتوی خون، در داخل محل مورد نظر در سانتریفیوژ به مدت ۳ دقیقه سانتریفیوژ و با استفاده از میکروهماتوکریت‌خوان میزان هماتوکریت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری هموگلوبین از روش سیانومت هموگلوبین استفاده شد (Brown et al., 1988).  
**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. اختلاف بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $P < 0/05$ ) تعیین گردید. تجزیه و تحلیل آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. تمام داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار ارائه شد.

## نتایج

جدول ۱. تغییرات پارامترهای رشد ماهی قزل آلابی رنگین کمان تغذیه شده با تیمارهای مختلف پریبوتیک فروکتوالیگوساکارید

تیمارها	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی	افزایش رشد بدن (گرم)	ضریب رشد ویژه (%)	متوسط طول بدن (CM)
شاهد	۶/۰۲±۰/۹۹ <sup>a</sup>	۱۴±۱/۳۹ <sup>a</sup>	۱/۸۹±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۱۸/۹۸±۱/۴۸ <sup>a</sup>	۰/۹۱±۰/۲۴ <sup>b</sup>	۲۰/۷±۰/۷۱ <sup>a</sup>
پریبوتیک ۰/۰۵ ppt	۵/۸۱±۰/۶۴ <sup>a</sup>	۲۴/۵۴±۱/۹۴ <sup>b</sup>	۱/۳۳±۰/۰۹ <sup>b</sup>	۲۵/۷۱±۲/۰۱ <sup>b</sup>	۱/۴۳±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۲۴/۱±۰/۳ <sup>b</sup>
پریبوتیک ۰/۱ ppt	۶/۲۱±۰/۸۷ <sup>a</sup>	۲۵/۲۲±۲/۱۷ <sup>b</sup>	۱/۸۳±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۲۶/۲۱±۱/۳۷ <sup>b</sup>	۱/۵۵±۰/۲۱ <sup>a</sup>	۲۷/۷±۰/۶۵ <sup>a</sup>
پریبوتیک ۰/۲ ppt	۶/۸۹±۰/۷۹ <sup>a</sup>	۲۱/۹۷±۲/۱۱ <sup>b</sup>	۲/۳۱±۰/۱۹ <sup>b</sup>	۲۸/۹۶±۱/۹۷ <sup>b</sup>	۱/۵۶±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۲۷/۲±۰/۸۵ <sup>b</sup>

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۲. تغییرات شاخص های خون ماهی قزل آلابی رنگین کمان تغذیه شده با تیمارهای مختلف پریبوتیک فروکتوالیگوساکارید

تیمارها	گلبول سفید ( $10^3 \times$ )	گلبول قرمز ( $10^6 \times$ )	هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	هماتوکریت (درصد)	MCV (فمتولیتر)	MCH (پیکوگرم)	MCHC (گرم در دسی لیتر)
شاهد	۶۰۱۰±۳۷۷/۴۹ <sup>c</sup>	۲/۱۳±۰/۱۷ <sup>a</sup>	۷/۱۷±۰/۵۷ <sup>a</sup>	۲۹/۶۶±۱/۱۵ <sup>ab</sup>	۱۴۱/۰۳±۵/۱۷ <sup>a</sup>	۳۶/۳±۱/۷ <sup>ab</sup>	۲۴/۳۷±۱/۳۸ <sup>ab</sup>
پریبوتیک ۰/۰۵ ppt	۶۴۰۰±۱۰۰۲/۹۷ <sup>c</sup>	۱/۸۵±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۶/۴۴±۰/۹۹ <sup>a</sup>	۳۱/۶۶±۱/۵۲ <sup>a</sup>	۱۵۹/۹۵±۱۱/۹۴ <sup>a</sup>	۳۳/۰۵±۰/۹۷ <sup>ab</sup>	۲۱/۲۸±۲/۱۲ <sup>b</sup>
پریبوتیک ۰/۱ ppt	۶۶۳۳/۳۳±۹۹/۶۶ <sup>bc</sup>	۲/۱۸±۰/۳۱ <sup>a</sup>	۶/۸۲±۱/۰۹ <sup>a</sup>	۳۰±۲/۴۶ <sup>ab</sup>	۱۴۱/۶۳±۹/۲۲ <sup>a</sup>	۳۲/۹۸±۲/۹۸ <sup>ab</sup>	۲۲/۹۴±۲/۴۱ <sup>ab</sup>
پریبوتیک ۰/۲ ppt	۸۸۶۶/۶۶±۵۳۴/۶۳ <sup>a</sup>	۲/۰۸±۰/۲۵ <sup>a</sup>	۶/۱۳±۱/۰۸ <sup>a</sup>	۲۸/۳۳±۲/۰۳ <sup>abc</sup>	۱۴۵/۳۷±۶/۰۵ <sup>a</sup>	۳۱/۰۶±۲/۱۴ <sup>ab</sup>	۲۱/۱۹±۲/۱ <sup>b</sup>
شاهد روز ۴۲ پریبوتیک	۶۶۰۰±۳۱۲/۲۴ <sup>bc</sup>	۲/۰۵±۰/۲۶ <sup>a</sup>	۵/۸۱±۰/۱۲ <sup>a</sup>	۲۵/۶۶±۱/۴۴ <sup>bcd</sup>	۱۲۱/۰۷±۱۱/۱۶ <sup>a</sup>	۲۹/۱۶±۳/۳ <sup>b</sup>	۲۱/۴۱±۱/۹۶ <sup>ab</sup>
پریبوتیک ۰/۰۵ ppt روز ۴۲	۸۱۹۰±۹۱۳/۷۴ <sup>ab</sup>	۲/۲۴±۰/۳۵ <sup>a</sup>	۵/۶±۱/۱ <sup>a</sup>	۲۷/۵±۵/۰۹ <sup>abcd</sup>	۱۲۸/۵۲±۹/۷۳ <sup>a</sup>	۲۷/۰۷±۲/۱۱ <sup>b</sup>	۲۱/۲±۰/۹۶ <sup>b</sup>
پریبوتیک ۰/۱ ppt روز ۴۲	۹۱۰۰±۱۱۰۹/۴ <sup>a</sup>	۱/۶۳±۰/۳ <sup>a</sup>	۵/۹۳±۰/۵۹ <sup>a</sup>	۲۴/۲۵±۳/۰۳ <sup>cd</sup>	۱۲۳/۷۵±۵/۶۱ <sup>a</sup>	۳۳/۶۶±۷/۸۶ <sup>ab</sup>	۲۵/۸۱±۴/۱۳ <sup>ab</sup>
پریبوتیک ۰/۲ ppt روز ۴۲	۹۱۱۶/۶۶±۶۶۰/۸۳ <sup>a</sup>	۱/۳۵±۰/۳۳ <sup>a</sup>	۶/۶۹±۰/۲ <sup>a</sup>	۲۱/۶۶±۲/۴۲ <sup>d</sup>	۱۲۷/۳۳±۱۲/۰۴ <sup>a</sup>	۳۷/۹۳±۶/۱۸ <sup>a</sup>	۲۷/۷۵±۲/۰۱ <sup>a</sup>

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد ( $P < 0.05$ ).

ضریب تبدیل غذایی دوز ۰/۲ پریبوتیک جیره بود که هر دو تیمار نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). در بررسی افزایش رشد بدن نتایج نشان داد که کمترین میزان در گروه شاهد بوده و نسبت به سایر تیمارها معنی داری نبوده است ( $P > 0.05$ ). همچنین بیشترین میزان در تیمار دوز ۰/۲ پریبوتیک مشاهده می شود ( $P > 0.05$ ). در بررسی میزان متوسط طول بدن کمترین مقدار در گروه شاهد و بیشترین میزان در تیمار دوز ۰/۱ پریبوتیک مشاهده شد که نسبت به گروه شاهد معنی دار نبود ( $P > 0.05$ ).

**بررسی شاخص های خونی:** نتایج بررسی نشان داد که پریبوتیک به تنهایی اثر معنی داری بر شاخص هموگلوبین (HB) خون ماهی قزل آلابی رنگین کمان نداشت؛ اما پس از پایان دوره تغذیه ۴۲ روزه مقدار این شاخص را افزایش داد. نتایج نشان داد که پریبوتیک به تنهایی اثر معنی داری بر

**بررسی شاخص های رشد:** جدول ۱ نتایج مقایسه میانگین شاخص های رشد ماهیان قزل آلابی رنگین کمان نسبت به اثر سطوح مختلف پریبوتیک فروکتوالیگوساکارید در جیره را در هفته چهارم (پایان دوره) نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود افزودن پریبوتیک در جیره به ترکیب غذایی ماهی قزل آلابی رنگین کمان سبب بهبود شاخص های رشد از جمله افزایش رشد بدن، ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی شده است. بیشترین میزان افزایش وزن بدن در تیمار ۲ گرم پریبوتیک فروکتوالیگوساکارید مشاهده شد که با گروه شاهد اختلاف معنی داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). در بین بقیه تیمارهای تغذیه شده با پریبوتیک در جیره اختلاف معنی داری از نظر افزایش وزن بدن مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۰/۰۵ جیره و بیشترین میزان

شاخص هماتوکریت و RBC خون نداشت؛ اما پس از پایان دوره تغذیه ۴۲ روزه مقدار این شاخص را کاهش داد. براساس نتایج، پریبیوتیک به‌تنهایی مقدار شاخص MCHC را کاهش داد؛ اما پس از دوره تغذیه ۴۲ روزه مقدار این شاخص افزایش نشان داد. در بررسی شاخص MCV خون، پریبیوتیک به‌تنهایی اثر معنی‌داری نداشت؛ اما پس از دوره ۴۲ روزه مقدار این شاخص افزایش نشان داد. در رابطه با شاخص MCH خون نیز به‌تنهایی اثر معنی‌دار مشاهده نشد اما پس از پایان دوره مقدار این شاخص را افزایش داد و دوز ۰/۲ پریبیوتیک سبب افزایش معنی‌دار این شاخص شد ( $P < 0.05$ ). براساس نتایج پریبیوتیک اثر معنی‌داری بر شاخص WBC خون داشت و دوز ۰/۲ و ۰/۱ درصد پریبیوتیک سبب افزایش معنی‌دار این شاخص شد (جدول ۲).

### بحث

در سال‌های اخیر استفاده از انواع ترکیبات پریبیوتیک، پره بیوتیکی و سین‌بیوتیکی در صنعت آبی‌پروری رشد چشمگیری داشته است. این‌گونه ترکیبات بر رشد و مقاومت بدن میزبان تأثیر مثبت دارد. زیست‌نشانگرهای فرآیندهای طبیعی زیستی که اغلب مورد بررسی قرار می‌گیرند شامل شاخص‌های خون‌شناسی، بیوشیمیایی، هورمونی و بافتی می‌باشند (Van der Oost et al., 2003). تغییرات پارامترهای خونی در ماهیان وابسته به شرایط محیط پرورش می‌باشد. بیماری، نوع تغذیه، مکمل‌های غذایی، آلودگی، تغییرات دما، استرس و سایر موارد در تغییرات پارامترهای خون‌شناسی می‌توانند اثرگذار باشند. پریبیوتیک‌ها به‌دلیل دارا بودن ترکیباتی مانند بتاگلوکان و مانان اولیگوساکارید سبب کاهش تلفات، افزایش کارایی تغذیه، بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش مصرف غذا در موجودات زنده می‌شوند (Pryor et al., 2003).

در پژوهش حاضر، ماهیان در تیمار پریبیوتیک فروکتوالیگوساکارید در شاخص‌های MCHC، MCH هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های سفید، نسبت به تیمار گروه‌های اول و دوم (شاهد و تیمار حاوی ۰/۰۵ درصد پریبیوتیک) نتایج معنی‌داری را نشان داد، که بیشترین شاخص هموگلوبین MCHC، MCH، MCV، گلبول سفید در تیمار ترکیبی ۰/۲ و ۰/۱ درصد پریبیوتیک روز ۴۲ مشاهده شد. مهم‌ترین سلول‌هایی که می‌توانند واکنش‌های ایمنی

غیراختصاصی و اختصاصی را در ماهیان تحریک کنند گلبول‌های سفید می‌باشند. در این پژوهش، در روز ۴۲ تعداد گلبول‌های سفید در تیمارهای پریبیوتیک روند افزایشی را نسبت به گروه شاهد و تیمارهای پریبیوتیک به‌تنهایی داشتند. در روز ۴۲ تیمار حاوی ۰/۱ پریبیوتیک دارای تعداد گلبول سفید بیشتری نسبت به سایر تیمارها بود که در ماهیان تغذیه‌شده با این استراتژی تغذیه‌ای نشان‌دهنده تقویت سیستم ایمنی می‌باشد. افزایش تعداد گلبول سفید شاخصی مناسب و بیانگر افزایش توان ایمنی در مقابل عوامل بیماری‌زای مهاجم می‌باشد. استرس و طولانی شدن کمبود اکسیژن آب، سبب کاهش تعداد گلبول‌های سفید می‌گردد. استرس سبب کاهش تعداد گلبول قرمز و افزایش تعداد گلبول سفید و قند خون می‌گردد. مشخص شده که تعداد گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبین تغییرات وابسته به گونه را از خود نشان می‌دهند. این تفاوت‌ها حتی می‌توانند فصلی باشند. تغییرات دما و غلظت اکسیژن محلول بر این پارامترها نیز اثر می‌گذارند. گلبول‌های قرمز در انتقال اکسیژن در بدن نقش مهمی ایفا می‌کنند و مقادیر ناکافی آن‌ها اثر منفی روی متابولیسم داشته و باعث کاهش پروتئین کل پلاسما می‌شود (Stoskopf, 1993). علاوه بر این، میزان هموگلوبین و هماتوکریت نیز تابعی از تغییرات گلبول‌های قرمز بوده و رابطه مستقیم با آن دارد. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های Kundu و همکاران (۲۰۲۳) در تغذیه گربه ماهی *Clarias batrachus* با مکمل‌های Safegut و مانان الیگوساکارید، تأثیر کیتوزان الیگوساکارید روی پارامترهای خونی موش (Kisadere et al., 2022) و اثر فروکتوالیگوساکارید روی خوراک ماهی *Lates calcarifer* هم‌راستا بود (Syed Raffic Ali et al., 2017).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تأثیر پریبیوتیک فروکتوالیگوساکارید بر شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اختلاف معنی‌داری را در تمامی پارامترهای رشد نسبت به گروه شاهد نشان داد، که در پژوهشی de Lima Paz و همکاران (۲۰۱۹) بررسی اثر فروکتوالیگوساکارید بر بچه ماهی پاکوی سیاه (*Colossoma macropomum*) آلوده به آئروموناس هیدروفیلا بهبود در نرخ رشد عمدتاً توده بدنی نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه مشاهده شد و در بررسی اثرات فروکتوالیگوساکارید و باسیلوس لیکنیفورمیس

بدن تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفت (Agh et al., 2022). که به نوعی همراستا با تحقیق حاضر است. نتایج این پژوهش نشان داد که فروکتوالیگوساکارید به دلیل اثرات مثبت پریبیوتیک سبب افزایش اشتها، بهبود بهداشت و ریخت‌شناسی دستگاه گوارش، فلور میکروبی، کاهش مواد ضدتغذیه‌ای و افزایش جذب مواد معدنی و اسیدهای چرب در ماهیان تغذیه شده با پریبیوتیک می‌شود. همچنین پریبیوتیک فروکتوالیگوساکارید در جیره طی ۴۲ روز به شکل معنی‌داری می‌تواند پارامترهای رشد و خون را در ماهی قزل‌آلا بهبود بخشد. بنابراین استفاده از ۰/۲ درصد از این مکمل غذایی در هر کیلوگرم خوراک می‌تواند سبب بهبود رشد گردد که برای صنعت آبزی پروری این گونه پرورشی مفید و اثرگذار می‌باشد.

(*Bacillus licheniformis*) افزایش وزن و نرخ رشد ویژه، وزن نهایی، WG، در ماهی آمور سیاه (*Megalobrama terminalis*) معنی‌دار بود (Zhang et al., 2015). همچنین در آزمایشی اثرات فروکتوالیگوساکارید بر عملکرد رشد ماهی باس ژاپنی *Lateolabrax japonicus* افزایش قابل توجه وزن و نرخ رشد ویژه در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱ گرم بر کیلوگرم FOS مشاهده شد، در حالی که ضریب تبدیل خوراک در ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم کاهش معنی‌داری داشته است (Wang and Li, 2020). همچنین در بررسی اثرات مصرف یکباره و ترکیبی لاکتوباسیلوس پلانتروم (LP) و زایلولیگوساکارید (XOS) بر عملکرد رشد و ایمنی بدن (*Sparidentex hasta*) مشخص شد که پارامترهای رشد، مصرف خوراک و ترکیب

## منابع

- اکرمی ر.، کریم‌آبادی، ع.، محمدزاده ح.، احمدی فر ا. ۱۳۸۸. تأثیر پریبیوتیک مانان لیگوساکارید بر رشد، بازماندگی، ترکیب بدن و مقاومت به تنش شوری در بچه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) دریای خزر. مجله علوم و فنون دریایی. ۸(۳): ۵۷-۴۷.
- طاعتی ر.، تاتینا م.، بهمنی م. ۱۳۹۲. تأثیر محرک‌های ایمنی ایمونواستر و ایمونوال بر شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*). مجله تحقیقات دامپزشکی. ۶۸(۲): ۱۸۲-۱۷۵.
- سوداگر م.، آذری تاکامی ق.، پانوماریف سرگی آ.، محمودزاده ه.، عابدیان کناری ع.م.، حسینی س ع. ۱۳۸۴. بررسی اثرات سطوح مختلف بتائین و متیونین به عنوان جاذب بر شاخص‌های رشد و بازماندگی فیل ماهیان جوان (*Huso huso* Linnaeus, 1758). مجله علمی شیلات ایران. ۱۴(۲): ۵۰-۴۱.
- Agh N., Morshedi V., Noori F., Ghasemi A., Pagheh E., Rashidian, G. 2022. The effects of single and combined use of *Lactobacillus plantarum* and xylooligosaccharide on growth, feed utilization, immune responses, and immune and growth related genes of sobaity (*Sparidentex hasta*) fingerlings. *Aquaculture Reports* (25), 101271.
- Akrami R., Iri Y., Rostami H.K., Razeghi Mansour M. 2013. Effect of dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) on growth performance, survival, lactobacillus bacterial population and hematoimmunological parameters of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) juvenile. *Fish and Shellfish Immunology* (35): 1235-1239.
- Basova M.M. 2018. White blood cell count of the Bullhead *Notothenia coriiceps* during the Annual Cycle. *Journal of Ichthyology* 58(5), 757-560.
- Bekcan, S., Dogankaya, L., Cakirogullari, G.C. 2006. Growth and body composition of European catfish (*Silurus glanis* L.) fed diets containing different percentages of protein.
- Brown B.A. 1988. Routine hematology procedures. *Hematology: Principle and Procedures*. pp: 7-122.
- de Lima Paz A., da Silva J.M., da Silva K.M.M., Val A.L. 2019. Protective effects of the fructooligosaccharide on the growth performance, hematology, immunology indicators and survival of tambaqui (*Colossoma macropomum*, *Characiformes: Serrasalminidae*) infected by *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Reports* 15, 100222.
- Denev S., Beev, G., Staykov Y., Moutafchieva R. 2009. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of probiotics and prebiotics in finfish aquaculture. *International Aquatic Research* 1(1), 1.
- Eagderi S., Mouludi-Saleh A., Esmaeli H.R., Sayyadzadeh G., Nasri M. 2022. Freshwater lamprey and fishes of Iran; a revised and updated annotated checklist-2022. *Turkish Journal of Zoology* 46(6), 500-522.

- Esmaeili M., Kenari A.A., Rombenso A. 2017.** Immunohematological status under acute ammonia stress of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) fed garlic (*Allium sativum*) powder-supplemented meat and bone meal-based feeds. *Comparative Clinical Pathology* (26), 853-866.
- Fooks L.J., Gibson G. R. 2002.** Probiotics as modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition* 88(1), 39-49.
- Gibson G.R., Roberfroid M.B. 1995.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition* 125(6), 1401-1412.
- Kisadere I., Aydın M.F., Dönmez H.H. 2022.** The influence of chitosan oligosaccharide on some hematological parameters in rats exposed to cadmium. *Veterinarski Arhiv* 92(1), 87-95.
- Kundu D., Akter M.N., Chhanda M.S., Khatun M.K., Faridullah M., Ferdoushi Z. 2023.** Single or combined effects of safegut and mannanoligosaccharide on growth performance, proximate composition and haematological parameters of walking catfish (*Clarias batrachus*, Linnaeus, 1758) juveniles. *Journal of Survey in Fisheries Sciences* pp: 33-49.
- Pryor G.S., Royes J.B., Chapman F.A., Miles R.D. 2003.** Mannanoligosaccharides in fish nutrition: effects of dietary supplementation on growth and gastrointestinal villi structure in Gulf of Mexico sturgeon. *North American Journal of Aquaculture* 65(2), 106-111.
- Ringø E., Gatesoupe F.J. 1998.** Lactic acid bacteria in fish: a review. *Aquaculture* 160, 177-203.
- Stoskopf M.K. 1993.** Fish medicine. General medicine--Special medicine--Freshwater temperate fishes--Salmonids--Goldfish, koi, and carp--Catfishes--Freshwater tropical fishes--Marine tropical fishes--Marine cold-water fishes--Sharks, skates, and rays.
- Syed Raffic Ali S., Ambasankar K., Ezhil Praveena P., Nandakumar S., Syamadayal J. 2017.** Effect of dietary fructooligosaccharide supplementation on growth, body composition, hematological and immunological parameters of Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Aquaculture International* (25), 837-848.
- Tacon A.G.J. 1999.** Trends in global aquaculture and aquafeed production: 1984-1996 highlights. Feed manufacturing in the Mediterranean region. *Recent Advances in Research and Technology, CIHEAM/IAMZ, Zaragoza Spain* (37), 107-122.
- Van der Oost R., Beyer J., Vermeulen N.P. 2003.** Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 13(2), 57-149.
- Wang C.Y., Li Z.B. 2020.** Growth performance, digestive enzyme activity and immune response of Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus* fed with fructooligosaccharide. *Aquaculture Nutrition* 26(2), 296-305.
- Xu H., Su Y., Zhang L., Tian T., Xu R., Sun H., Yu D. 2022.** Effects of dietary galactooligosaccharide on growth, antioxidants, immunity, intestinal morphology and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* in juvenile hybrid sturgeon (*Acipenser baerii*♀ × *A. schrenckii*♂). *Aquaculture Reports* (23), 101097.
- Zhang C.N., Li X.F., Xu W.N., Zhang D.D., Lu K.L., Wang L. N., Liu W.B. 2015.** Combined effects of dietary fructooligosaccharide and *Bacillus licheniformis* on growth performance, body composition, intestinal enzymes activities and gut histology of triangular bream (*Megalobrama terminalis*). *Aquaculture Nutrition* 21(5), 755-766.

## Effect of Fructo-Oligosaccharides prebiotic on the blood parameters and growth of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Ali Azimian<sup>1</sup>, Atefeh Iri<sup>2\*</sup>, Unous Abdollahzadeh<sup>2</sup>, Tahereh Bagheri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Fisheries, Islamic Azad University, Sanandaj Branch, Sanandaj, Iran.

<sup>2</sup>Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

<sup>3</sup>Offshore Water Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Chabahar, Iran.

\*Corresponding author: iri1375@yahoo.com

Received: 04.Apr.2023

Accepted: 22.May.2023

### Abstract

The aim of this study was to determine the effect of different levels of prebiotic Fructo-Oligosaccharides on the growth and hematology indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). For this purpose, 120 specimens for 42 days in 4 treatments, including treatment (1) control, without prebiotics, treatment (2) food containing 0.05, treatment (3) food containing 0.1, and treatment (4) food containing 0.2% prebiotic were divided and their growth and blood indices were evaluated. The results of the growth parameters showed significant difference in the rate of food conversion coefficient between the treatments ( $P<0.05$ ), and in the specific growth rate factor, the lowest value was found in the control group and there was a significant difference with other treatments ( $P<0.05$ ). In the final weight, fish fed prebiotics on day 42 compared to the control group, there was a significant difference ( $P<0.05$ ). In the hematological parameters, the first sampling, the prebiotic had no significant effect on the number of red blood cells, average red blood cell volume, hematocrit, and hemoglobin ( $P<0.05$ ), but the treatments on day 42 increased the indices of white blood cell count, the average concentration of red blood cell hemoglobin, and average cellular hemoglobin compared to prebiotic treatments and the control group. We suppose that prebiotics in the edible method has stimulated non-specific immunity in Rainbow trout. It is concluded that the levels of 0.1 and 0.2% Fructo-Oligosaccharides prebiotic in food can improve the condition of growth and hematology indices of Rainbow trout.

**Keywords:** Rainbow trout, Fructo-Oligosaccharides, Growth, Hematology