بررسی تأثیر پری‌بیوتیک ایمونوژن بر شاخص‌های رشد، پارامترهای خون‌شناسی و ترکیب لاشه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

وحید لقمانی جهرمی[۱]، سعید کیوان شکوه[۲*]، امیرپرویز سلاطی[۳]، حسین پاشا زانوسی[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: loghmani.2000@gmail.com

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: keyvan56@yahoo.com

۳- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: salatia@gmail.com

۴- مربی گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: pashazanoosi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۱۸ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۷*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۳، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

در این پژوهش عملکرد پری‌بیوتیک ایمونوژن بر شاخص‌های رشد، پارامترهای خون‌شناسی و ترکیب لاشه‌ماهی قزل آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفت. پری‌بیوتیک ایمنوژن در ۴ سطح ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۰ درصد به جیره غذایی اضافه گردید و جیره فاقد پری‌بیوتیک برای تغذیه گروه شاهد مورد استفاده قرار گرفت. هر جیره به‌صورت تصادفی برای ماهیان با وزن اولیه تقریبی ۰/۵۴±۱۳/۷۶ گرم در ۳ تکرار اختصاص داده شد. بعد از ۸ هفته تغذیه، وزن نهایی ماهیان تغذیه شده با ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد پری‌بیوتیک به‌صورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) بالاتر از ماهیان گروه شاهد بود. ضریب تبدیل غذایی در تمام تیمارهای تغذیه شده با پری‌بیوتیک به‌صورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) پایین‌تر از ماهیان گروه شاهد بود که در تیمار ۰/۱۵ کمترین مقدار را دارا بود. ضریب رشد ویژه در ماهیان تغذیه شده با پری‌بیوتیک بیشتر از گروه کنترل بوده است (P<۰/۰۵) همچنین تفاوت‌های معنی‌داری در پارامترهای تعداد گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید، درصد لنفوسیت و نوتروفیل بین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی پری‌بیوتیک و گروه شاهد وجود داشت (P<۰/۰۵). در آنالیز تقریبی لاشه، میزان پروتئین افزایش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نشان داد و بیشترین مقدار هم در تیمار ۰/۱ درصد مشاهده شد. میزان چربی و خاکستر لاشه هم به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش یافت و کمترین میزان، در تیمار ۰/۱۵ درصد مشاهده شد. نتایج این آزمایش نشان‌دهنده‌ی این است که افزودن پری‌بیوتیک‌ایمنوژن به‌میزان ۰/۲-۰/۱۵ درصد دارای اثرات مثبتی بر شاخص‌های رشد، پارامترهای خونی و ترکیب لاشه در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان است.

کلمات کلیدی: *قزل‌آلای رنگین‌کمان، پری‌بیوتیک ایمونوژن، رشد، پارامترهای خونی، ترکیب لاشه.*

۱. مقدمه

امروزه با توجه به افزایش روز افزون جمعیت جهان تقاضا برای محصولات غذایی آبزی بیشتر شده و به‌نظر می‌رسد که در آینده سهم زیادی از این تقاضا از طریق آبزی‌پروری تامین شود. تکثیر و پرورش آبزیان از فعالیت‌های اقتصادی با ارزش محسوب می‌شود (FAO, 2009). دراین راستا محققین همواره سعی و تلاش وافری در امر افزایش تولیدات در کوتاه‌ترین زمان ممکن، با صرف حداقل هزینه و کمترین عوارض جانبی با استفاده از افزودنی‌هایی که ضمن حفظ ویژگی‌های مطلوب فاقد تبعات سوء بهداشتی و زیست محیطی باشند، نموده‌اند و در دهه‌های اخیر توجه خود را به استفاده از افزودنی‌هایی در جیره جهت افزایش تولید معطوف داشته‌اند. از جمله این افزودنی‌ها می‌توان به آنزیم‌ها، پروبیوتیک‌ها[1]، پری‌بیوتیک‌ها[2]، پروتئین‌های تک‌سلولی[3] (SCP)، مخمر و غیره اشاره نمود (افشار، ۱۳۸۶).

امروزه استفاده از مکمل‌های غذایی مانند پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها و ترکیبی از آنها (سین‌بیوتیک) به‌عنوان جایگزینی مناسب برای روش‌های درمانی قبلی مانند آنتی‌بیوتیک درمانی و استفاده از داروهای ضدمیکروبی مطرح گردیده است (Irianto and Austine, 2002).

Gibson و Roberfroid (۱۹۹۵) اولین کسانی بودند که ایده پری‌بیوتیک را بیان داشتند و پری‌بیوتیک‌ها را چنین تعریف کردند که این ترکیبات موادغذایی غیرقابل‌هضمی هستند که از طریق تحریک رشد و فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های موجود در روده اثرات سودمندی برای میزبان داشته و می‌توانند سلامتی میزبان را بهبود بخشند.

پری‌بیوتیک جهت داشتن اثر مثبت باید دارای خصوصیاتی باشد، از جمله: در بخش‌های بالای دستگاه گوارش جذب یا هیدرولیز نشود؛ توسط باکتری‌های مفید بومی دستگاه گوارش قابلیت تخمیر شدن داشته باشد؛ توانایی تغییر ترکیب فلور باکتریایی روده‌ای به‌سمت ترکیبی سالم‌تر را داشته باشد؛ و در نهایت دارای اثر سودمند بر میزبان مصرف‌کننده باشد. جهت شناخت بیشتر از معیارهای مورد نیاز ترکیبات پری‌بیوتیک باید نیازهای غذایی باکتری‌های مفید روده را شناسایی نمود و در تهیه ترکیب پری‌بیوتیک به‌کار برد. طبق تحقیقات به‌عمل آمده کربوهیدرات‌ها، مواد غذایی مهم و ضروری برای باکتری‌ها هستند. به همین دلیل عمده ترکیبات پری‌بیوتیک‌ها از کربوهیدرات‌ها هستند (Mahious and Frans, 2005; Kolida et al., 2002; Gibson et al., 2004).

از میان ترکیبات کربوهیدراتی، عمدتا الیگوساکاریدهای غیر-قابل‌هضم[4] (NDOs) و به‌خصوص آن دسته که دارای فروکتوز هستند؛ به‌عنوان پری‌بیوتیک در نظر گرفته می‌شوند (Ziemer and Gibson, 1998; Sako et al., 1999; Crittenden, 1999). از پری‌بیوتیک‌های معمول مورد استفاده می‌توان به فروکتوالیگوساکارید[5] (FOS)، الیگوفروکتوز، ترانسگالاکتوالیگو ساکارید[6] (TOS) و اینولین اشاره کرد (Gibson et al., 2004). پری‌بیوتیک ایمونوژن شامل ۳۰٪ بتاگلوکان، ۱۸٪ مانان الیگوساکارید، ۳۲ درصد پروتئین، ۸٪ خاکستر، ۸٪ رطوبت و ۱/۴٪ فیبر است. بتاگلوکان و مانان الیگوساکاریدها، پلی‌ساکاریدهایی متشکل از واحدهای گلوکز هستند که از دروازه سلولی مخمرها، قارچ‌ها و جلبک‌های بزرگ به‌دست می‌آیند (Salze et al., 2008). بتاگلوکان و مانان الیگوساکاریدها رشد و بازماندگی را در گونه‌های متفاوت ماهیان افزایش می‌دهند (Li and Gatlin, 2004 ; Li and Gatlin, 2005).

اگرچه بیشتر مطالعات انجام شده حاکی از نتایج مثبت پری‌بیوتیک‌ها بر رشد حیوانات است، اما پری‌بیوتیک‌های مختلف تاثیرات متفاوتی بر گونه‌های آبزیان داشته اند. در مطالعات قبلی، تاثیر پری‌بیوتیک تجاری Grobiotic-A که مخلوطی از اتولیز ناقص مخمر آب جو و بخش‌هایی از ترکیبات شیر و تولیدات تخمیری خشک شده بود، در تغذیه ماهیان باس ارزیابی شد، که به‌طور معنی‌داری باعث افزایش رشد و بازماندگی و کارایی تغذیه بالاتری در این ماهیان شد (Li and Gatlin, 2004). همچنین در

[1] Probiotics
[2] Prebiotics
[3] Single Cell Protein
[4] Non- digestible oligosaccharides
[5] Fructooligosaccharides
[6] Transgalactooligosaccharides

یک بررسی استفاده از پری‌بیوتیک اینولین در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نشان داد که این پری‌بیوتیک نمی‌تواند مکمل مناسبی برای جیره غذایی ماهی قزل‌آلا در نظر گرفته شود (Akrami et al., 2009). در پژوهش حاضر تاثیر استفاده از سطوح مختلف پری‌بیوتیک ایمونوژن در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، بر عملکرد رشد، پارامترهای خون‌شناسی و ترکیب لاشه ماهی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. آماده سازی ماهیان مورد آزمایش

این تحقیق در تیرماه ۱۳۹۰ در مرکز پرورش ماهیان سردآبی چشمه سفید لردگان بر روی ۶۰۰ قطعه بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۰/۵۴±۱۳/۷۶ گرم انجام شد. اندازه‌گیری عوامل کیفی آب همچون دمای آب، اکسیژن محلول و pH به‌صورت هفتگی انجام گرفت. در طول دوره پرورش میانگین دمای آب ۰/۳۶±۱۴/۲۵ درجه سانتی‌گراد، pH آب برابر ۰/۱۲±۷/۵۳ و اکسیژن محلول ۰/۴۱±۸/۷۴ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه گردید.

قبل از ذخیره‌سازی، تانک‌ها به‌وسیله مواد ضدعفونی نظیر هیپوکلریت سدیم کاملاً ضدعفونی، سپس با آب شستشو داده شدند. ماهیان نیز ابتدا با محلول نمک ۴ درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی و سپس در داخل ۱۵ تانک ۱۰۰۰ لیتری (آب‌گیری ۷۰۰ لیتر) به تعداد ۴۰ عدد در هر تانک قرار گرفتند. بچه ماهی‌های تهیه شده از کارگاه به مدت یک هفته در این تانک‌ها نگهداری و با جیره ساخته شده فاقد پری بیوتیک غذادهی شدند تا عمل سازگاری صورت پذیرد.

۲-۲. ترکیب جیره و نحوه غذادهی

با توجه به تیمارهای تعیین شده، مکمل پری بیوتیک ایمنوژن (International Commerce Corporation USA, INC) در ۴ سطح ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد به جیره کنترل اضافه شد. تیمار پنجم گروه شاهد بود که هیچ‌گونه مکملی به آن اضافه نشد. آزمایش در ۳ تکرار در نظر گرفته شد. جیره ماهیان بر اساس پودر ماهی به‌عنوان منبع اصلی پروتئین، شامل ۴۸/۲۵ درصد پروتئین و انرژی ناخالص ۲۰۲۵ کیلوژول بر کیلوگرم (NRC, 1993) با استفاده از نرم افزار لیندو (Releases ۶/۱، Lindo ۱۹۹۵ copyright) فرمول‌بندی شد (جدول ۱). از سلولز، پودر ماهی و آرد گندم و سویا برای تهیه جیره‌هایی با نیتروژن و لیپید یکسان در بین تیمارها استفاده شد. به‌منظور ساخت پلت (دانه‌بندی خوراک ۳-۲/۵ میلی‌متر)، جیره به چرخ گوشت منتقل شد. پس از پلت‌سازی، پلت‌ها بر روی سینی‌های خشک کن قرار داده شده و به خشک کن در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت انتقال داده شدند.

جدول ۱: ترکیب جیره ساخته شده برای تیمارهای مختلف

اجزای تشکیل دهنده	جیره پایه(٪)	٪۰/۰۵	٪۰/۱	٪۰/۱۵	٪۰/۲
پودر ماهی	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳
آرد گندم	۱۸/۶۵	۱۸/۶۵	۱۸/۶۵	۱۸/۶۵	۱۸/۶۵
سویا	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶
روغن سویا	۶	۶	۶	۶	۶
مکمل معدنی	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
مکمل ویتامینی	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
ویتامینC	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
ضد قارچ	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی کلسیم فسفات	۱	۱	۱	۱	۱
سلولز	۲	۱/۹۵	۱/۹۰	۱/۸۵	۱/۸۰
پری بیوتیک ایمونوژن	۰	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جیره‌ها پس از آماده شدن در ظروف پلاستیکی، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و دور از نور قرار داده شده و برای غذادهی به ماهیان استفاده شد. غذادهی بچه ماهیان در حد سیری و در ۵ وعده در ساعات ۸، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۱۸ به‌مدت ۶۰ روز انجام گردید. مدفوع و دیگر مواد باقیمانده هر روز از مخازن سیفون شدند.

۲-۳. سنجش پارامترهای رشد

برای بررسی رشد ماهیان و مقایسه بین تیمارها در انتهای آزمایش از شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه استفاده شد که با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید (Misra et al., 2006):

افزایش وزن بدن $(WG) = W_2 - W_1$

ضریب تبدیل غذایی (FCR)= (مقدار غذای خورده شده (گرم)/افزایش وزن بدن (گرم)

ضریب رشد ویژه $(SGR) = (\ln W_2 - \ln W_1) / \text{دوره پرورش به روز} \times ۱۰۰$

W_1= وزن اولیه (گرم) W_2= وزن ثانویه (گرم)

۲-۴. اندازه‌گیری پارامترهای خون‌شناسی

در هفته هشتم (انتهای آزمایش) اندازه‌گیری پارامترهای خونی انجام شد. برای این کار ابتدا به‌صورت تصادفی ۵ عدد ماهی در هر واحد آزمایشی (۱۵ عدد در هر تیمار) انتخاب شده، سپس ماهیان به‌وسیله عصاره گل میخک به مقدار ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر (Velisek et al., 2005) بیهوش گردیده و برای جلوگیری از ورود آب و موکوس به نمونه خون، ماهی کاملا خشک شد. خون‌گیری با قطع ساقه دمی صورت گرفت. نمونه‌ی خون بلافاصله به داخل تیوب-های (اپندورف) ضدعفونی شده حاوی اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (EDTA) به‌عنوان ماده ضد انعقاد ریخته و به سرعت به آزمایشگاه منتقل شد. بلافاصله عوامل خونی شامل مقادیر WBC و RBC به‌وسیله‌ی لام هموسیتومتر نئوبار و استفاده از محلول رقیق کننده داسیس، هموگلوبین به‌وسیله‌ی کیت مخصوص شرکت پارس آزمون و به روش کلرومتریک با طول موج ۵۴۰ نانومتر در دستگاه اسپکتوفتومتر، درصد هماتوکریت با سانتریفیوژ میکروهماتوکریت و شاخص‌های گلبول قرمز اندازه‌گیری و محاسبه شد (Houston, 1990).

۲-۵. آنالیز لاشه

جهت تعیین آنالیز تقریبی لاشه تعداد ۹ عدد ماهی به ازای هر تیمار در پایان آزمایش به‌طور تصادفی[1] صید شدند تا مقادیر پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر و ماده خشک آن‌ها محاسبه شود. برای آنالیز موارد ذکر شده از روش (AQAC, 1995) استفاده گردید. نمونه‌ها (ماهی کامل) پس از چرخ کردن آماده آنالیز گردید. جهت تعیین رطوبت از انکوباتور با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت، خاکستر از آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت، چربی از سوکسله و پروتئین از کجلدال استفاده به‌عمل آمد.

۲-۶. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملا تصادفی برنامه‌ریزی و اجرا گردید. نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگورنف – اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین شاخص‌های رشد، خون و ترکیبات بدن در تیمارهای مختلف به‌کمک آنالیز واریانس یک‌طرفه انجام شد و سپس مقایسه‌های چندگانه تیمارها نیز با آزمون دانکن صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام شد.

۳. نتایج

۳-۱. شاخص‌های رشد

نتایج نشان داد که افزودن پری‌بیوتیک در جیره به ترکیب غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان سبب بهبود شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردیده است (جدول ۲). حداکثر بهبود شاخص‌های مذکور در سطح ۰/۱۵ درصد بوده است که با تیمار ۰/۲ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$)، در حالی که با گروه شاهد و سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری است ($P<0/05$).

جدول ۲: نتایج شاخص‌های رشد بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با پری‌بیوتیک ایمونوژن در تیمارهای مختلف در پایان هفته هشتم (میانگین±SE)

تیمار / رشد	شاهد	٪۰/۰۵	٪۰/۱	٪۰/۱۵	٪۰/۲
وزن اولیه (g)	۱۳/۹۷ ±۱/۱۵^{a}	۱۳/۱۳±۱/۲۶^{a}	۱۴/۱۰±۰/۸۸^{a}	۱۴/۱۵±۱/۱۷^{a}	۱۳/۸۵±۱/۰۵^{a}
افزایش وزن بدن (g)	۳۹/۲۹ ±۲/۲۵^{a}	۴۲/۱۵±۲/۷۴^{b}	۴۸/۱۰±۳/۲۷^{c}	۵۲/۳۶±۲/۶۲^{d}	۵۰/۵۳±۴/۲۶^{c,d}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۵۳±۰/۲۳^{c}	۱/۴۲±۰/۴۵^{b}	۱/۳۵±۰/۱۱^{a}	۱/۳۲±/۰۴^{a}	۱/۳۲±۰/۰۱^{a}
ضریب رشد ویژه (٪)	۲/۳۰±۰/۷۳^{a}	۲/۴۷±۰/۸۴^{b}	۲/۵۵±۰/۶۹^{c}	۲/۶۶±۰/۳۴^{d}	۲/۶۴±۰/۹۱^{d}

حروف غیر همسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$).

۳-۲. پارامترهای خون‌شناسی

جدول ۳ نتایج سنجش پارامترهای خون‌شناسی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نسبت به اثر سطوح مختلف پری‌بیوتیک در جیره را در پایان هفته هشتم نشان می‌دهد. بررسی پارامترهای خون‌شناسی نشان داد که در مقادیر RBC، WBC، درصد لنفوسیت و نوتروفیل در تیمارهای تغذیه شده با پری‌بیوتیک در مقایسه با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0/05$). همچنین اختلاف معنی‌داری در مقادیر هماتوکریت و هموگلوبین

[1] Completely Randomized Design

در بین ماهیان تغذیه شده با میزان ۰/۰۵ درصد پری‌بیوتیک در جیره در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۳: نتایج پارامترهای خون‌شناسی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با پری‌بیوتیک ایمونوژن در تیمارهای مختلف در پایان هفته هشتم (میانگین±SE)

تیمار / پارامترهای خونی	شاهد	٪۰/۰۵	٪۰/۱	٪۰/۱۵	٪۰/۲
RBC ($\times 10^6$ mm^3)	۱/۱۲ ±۰/۱۹^a	۱/۲۳±۰/۳۶^b	۱/۲۹±۰/۷۲^c	۱/۳۱±۰/۲۴^c	۱/۳۲±۰/۶۳^c
هماتوکریت (%)	۳۵/۱۱±۰/۱۳^a	۳۶/۷۲±۰/۴۵^a	۳۷/۸۵±۰/۸۷^b	۳۷/۷۳±۰/۸۷^b	۳۷/۳۷±۰/۵۱^b
هموگلوبین (g /dL)	۱۱/۴۹±۰/۱۲^a	۱۱/۵۴±۰/۹۷^a	۱۱/۷۲±۰/۸۷^b	۱۱/۸۶±/۵۶^c	۱۱/۸۴±۰/۳۴^c
WBC (cell /mL)	۱۶۲/۸۷^a	± ۷۸/۳۴^b	± ۹۲/۷۶^c	۹۲/۳۲^b	۱۰۵/۷۳^c
لنفوسیت (% of WBC)	۸۷/۲۳±۰/۹۸^a	۸۸/۶۹±۰/۵۱^b	۹۰/۹۲±۰/۶۹^c	۹۰/۸۹±۰/۸۵^c	۹۰/۰۳±۰/۵۳^{bc}
نوتروفیل (% of WBC)	۷/۲۳±۰/۱۸^a	۷/۴۰±۰/۱۲^b	۷/۵۲±۰/۰۹^c	۷/۴۳±۰/۰۶^b	۷/۴۴±۰/۱۳^b

حروف غیر همسان در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۳-۳. آنالیز تقریبی لاشه

آنالیز تقریبی لاشه در انتهای دوره پرورش نشان داد که کم‌ترین میزان چربی و خاکستر در تیمار ۰/۱۵ درصد و بیش‌ترین میزان پروتئین در تیمار ۰/۱۰ درصد است. در مورد رطوبت اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج تأثیر سطوح مختلف پری‌بیوتیک بر ترکیبات بیوشیمیایی عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (میانگین±SE ۳ تکرار)

شاهد	۷۴/۱۹±۰/۳۵	۲۲/۱۷±۰/۳۲^a	۱۶/۴۲±۰/۶۰^a	۶/۶۵±۰/۳۲^d	۲/۲۳± ۰/۱۶^b
٪۰/۰۵	۷۴/۵۲±۰/۲۸	۲۴/۹۴±۰/۶۰^b	۱۶/۷۵±۰/۳۱^{ab}	۶/۵۳±۰/۱۲^d	۲/۱۷± ۰/۰۸^b
٪۰/۱	۷۴/۵۶±۰/۱۶	۲۲/۵۳±۰/۴۱^a	۱۷/۰۸±۰/۲۷^b	۶/۱۷±۰/۴۱^c	۲/۰۵± ۰/۰۶^a
٪۰/۱۵	۷۴/۴۷±۰/۲۳	۲۲/۳۵±۱/۱۰^a	۱۶/۶۴±۰/۲۱^{ab}	۵/۸۲±۰/۲۹^a	۲/۰۴± ۰/۱۲^a
٪۰/۲	۷۴/۴۳±۰/۳۷	۲۲/۷۳±۰/۵۱^a	۱۶/۹۶±۰/۸۲^b	۵/۹۶±۰/۰۹^b	۲/۰۹± ۰/۰۳^a

حروف غیر همسان در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج جدول ۲، نتایج حاصل از این تحقیق در هفته هشتم نشان داد که افزودن پری‌بیوتیک به ترکیب غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان منجر به افزایش معنی‌داری در وزن نهایی بدن، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و کاهش معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه شاهد شده است. مطالعات گوناگون بر گونه‌های مختلف مبین اثرات مثبت و در برخی گونه‌های دیگر حاکی از بی اثر بودن پری‌بیوتیک در رشد ماهیان دارد. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با یافته‌های Helland و همکاران (۲۰۰۸) که با استفاده از محصول پری بیوتیک حاوی مانان الیگوساکارید، فروکتو الیگوساکارید و گالاکتو الیگوساکارید، از طریق افزودن به غذا منجر به افزایش وزن بدن و درصد بقا در آزاد ماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) مطابقت دارد. تاثیر مثبت پری‌بیوتیک در جیره بر شاخص‌های رشد در قزل‌آلای دریاچه‌ای (Rumsey et al., 1990) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (Rumsey et al., 1990) و باس دریایی (Oliva-Teles and Goncalves, 2001) نیز گزارش شده است.

به‌طور کلی الیگوساکاریدها محلول در آب بوده و دارای شیرینی ۰/۳-۰/۶ واحد ساکارز هستند که این میزان شیرینی به ساختار شیمیایی و درجه پلیمریزاسیون مقادیر مونوساکاریدهای موجود در الیگوساکارید بستگی دارد (Voragen, 1998; Crittenden, 1999) و هر چقدر طول زنجیره کربنی ساکاریدها طولانی‌تر شود، از میزان شیرینی آن کاسته می‌شود (Roberfroid and Slavin, 2000). هرچقدر میزان شیرینی در الیگوساکاریدها کمتر باشد، سبب طعم-دهی مطلوب به غذا و با توجه به بالاتر بودن وزن مولکولی الیگوساکاریدها سبب افزایش ویسکوزیتی و بهبود طعم و مزه در غذا شده که اثرات مفیدی را به‌دنبال دارد (Crittenden, 1999). افزایش شاخص‌های رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای حاوی پری‌بیوتیک در این آزمایش می‌تواند به‌دلیل خوش‌خوراکی یا افزایش اشتهای ماهی ناشی از مصرف الیگوساکارید پری‌بیوتیک باشد.

به‌طور کلی، استفاده از پری‌بیوتیک‌ها در جیره آزاد ماهیان باعث افزایش جمعیت میکروبی دستگاه گوارش می‌شود (Birkbeck and Ringo, 2005). افزایش جوامع میکروبی روده باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های گواشی و تولید ویتامین‌هایی می‌شود که در وضعیت بهداشتی و تغذیه ماهی موثرند (Wache et al., 2006). علاوه براین، مهم‌ترین محصول نهایی متابولیسم پری‌بیوتیک‌ها اسیدهای چرب زنجیره کوتاه هستند که از طریق اپیتلیوم روده جذب شده که برای میزبان منبع انرژی فراهم کرده و سبب بهبود جذب مواد غذایی می‌شوند (Gibson et al., 1995). پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها عموماً با تغییر در میکروفلور طبیعی روده بر فرایند گوارش و جذب مواد غذایی مختلف موثر بوده و این تغییرات به‌طور غیرمستقیم بر عوامل خونی موجود تاثیر می‌گذارد (Fuller, 1989).

در مطالعه حاضر تعداد گلبول‌های قرمز بین گروه شاهد و تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بود، به‌طوری که تعداد گلبول‌های قرمز در

طول مدت آزمایش یک روند افزایشی را نشان داد. نتایج تحقیقات مختلف بیانگر این است که تعداد گلبول‌های قرمز می‌تواند تاثیرات معنی‌داری بر توازن کل انرژی بدن داشته باشد (P<۰/۰۵)، لذا هنگامی که ماهی فعالیت بیشتری دارد، شمار زیادی از اریتروسیت‌ها مورد نیاز است و تعداد آن‌ها رو به افزایش می‌گذارد (ستاری، ۱۳۸۱). همچنین به‌دلیل افزایش تغذیه، درجه حرارت و به‌طور کلی افزایش متابولیسم بدن، ممکن است افزایش حجم سلولی و کاهش غلظت پلاسما مشاهده شود (یوسفی، ۱۳۸۶).

در مطالعه حاضر میزان هموگلوبین و هماتوکریت در ماهیان تغذیه شده با پری‌بیوتیک، دارای روند افزایشی است. مطالعات صورت گرفته بیانگر این است که افزایش غلظت هموگلوبین می‌تواند به‌دلیل کاهش حجم پلاسما و آزاد شدن تعداد بیشتر اریتروسیت‌های خون از بافت‌های خون‌ساز باشد (Pearson and Stevens, 1991).

به‌طور کلی پری‌بیوتیک‌ها جذب کاتیون‌های دو ظرفیتی را سبب می‌شوند که دلیلی برای آن مشخص نشده است (Gibson et al., 2005). جذب عناصری مانند منیزیم، روی و آهن نیز در حیوانات آزمایشگاهی با مصرف پری‌بیوتیک افزایش یافته است (Delzenne and Roberfroid, 1994). با توجه به افزایش مقدار هموگلوبین، نتایج مطالعه حاضر احتمالاً می‌تواند نشان دهد که پری بیوتیک جیره می‌تواند جذب آهن را افزایش دهد. افزایش تعداد گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین و هماتوکریت در این مطالعه با نتایج Li و همکاران (۲۰۰۴) در ماهی هیبرید باس راه راه و اکرمی (۱۳۸۶) در فیل ماهی مطابقت دارد.

گلبول‌های سفید در عمل فاگوسیتوز و پاسخ ایمنی نسبت به عوامل انگلی، باکتری و ویروسی و کمک به ترمیم بافت‌های صدمه دیده نقش مهمی ایفا می‌کنند. اندازه‌گیری گلبول‌های سفید، درصد و نوع آن‌ها در تعیین وضعیت عمومی ماهی می‌تواند کاربرد فراوانی داشته باشد. محرک‌های سامانه ایمنی می‌توانند گلبول‌های سفید را فعال کنند. برخی محرک‌های ایمنی سبب فعال شدن لنفوسیت می‌گردند که سرانجام باعث فعال شدن ماکروفاژها می‌شوند (Sakai, 1999). نتایج تعداد گلبول‌های سفید به‌دست آمده از آنالیز عوامل خونی نشان می‌دهد که این عوامل در بین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی پری‌بیوتیک در جیره با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

با تغییر در ترکیب و اجزای جیره، می‌توان بر روی کیفیت لاشه و طعم ماهی اثر گذاشت. اصولاً ترکیبات مختلف غذایی دارای اثرات متفاوتی بر ترکیب لاشه ماهیان دارد. همچنین ارزش بازاری ماهیان پرورشی به میزان زیادی وابسته به کیفیت و نوع غذای مصرفی بوده که این مورد یکی از عوامل کنترل کیفی محسوب می‌گردد. ترکیبات بدن همواره تحت تأثیر ترکیبات جیره و حتی درصد و مقدار غذادهی روزانه است (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۸۵). براساس نتایج این تحقیق ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی پری‌بیوتیک، دارای پروتئین بیشتر و چربی و خاکستر کمتری در مقایسه با گروه کنترل بودند.

در ارتباط با تاثیر پری‌بیوتیک‌ها در جیره بر میزان پروتئین لاشه آبزیان تحقیقات کمی صورت گرفته که نتایج متضادی به‌دست آمده است که در بعضی حاکی از افزایش میزان پروتئین لاشه بوده (Genc et al., 2007b; Yilmaz et al., 2007) و در مواردی دیگر بی‌تاثیر بوده است (Akrami et al., 2009). Genc و همکاران (2007a) گزارش کردند که تغذیه میگوی *Penaeus semisulcatus* با جیره حاوی پری‌بیوتیک باعث کاهش پروتئین لاشه شده است. آنها علت این تفاوت را، استفاده از جیره با قابلیت هضم کم و میزان کم اسید آمینه در آن فرض کردند.

از مزیت‌های ترکیبات پری‌بیوتیک می‌توان به بهبود متابولیسم چربی‌ها از طریق کاهش کلسترول، تری‌گلیسریدها و فسفولیپیدها در سرم خون اشاره کرد (Van Loo et al., 1999). اسیدهای چرب کوتاه زنجیره با استات به‌عنوان محرک تولید پروپیونات و عامل بازدارنده سبب تنظیم سنتز کلسترول می‌شوند. میزان چربی خام لاشه در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی پری‌بیوتیک کاهش یافته است که با تحقیقات Van Loo وهمکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد و می‌توان دلیل این کاهش چربی خام را در بهبود متابولیسم چربی‌ها از طریق کاهش کلسترول، تری‌گلیسرید، فسفولیپیدها در سرم خون ماهی دانست. علاوه براین با توجه به مشاهدات ماکروسکوپی در حین باز نمودن لاشه ماهیان چنین به‌نظر می‌رسد که وجود پری‌بیوتیک در جیره غذایی سبب کاهش چربی محوطه شکمی می‌گردد که می‌تواند در کاهش چربی خام لاشه نیز موثر باشد.

به‌طور کلی از مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از سطوح مختلف پری‌بیوتیک ایمونوژن تاثیر مثبت بر عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی، افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و عوامل خون‌شناسی و ترکیب لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن اولیه ۱۳ گرم داشته و سطح ۰/۱۵ درصد بهترین نتیجه را به‌همراه داشت.

۵. سپاسگزاری

از دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر به جهت پشتیبانی مالی این پژوهش طی پژوهانه شماره ۱۲-۱/۴- پ مورخ ۸۹/۴/۱۵ تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

افشار، ع.، ۱۳۸۱. کاربرد پروبیوتیک در دام و طیور، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

اکرمی، ر.، ۱۳۸۶. تاثیر اینولین به عنوان پری‌بیوتیک بر رشد، بازماندگی و فلور باکتریایی دستگاه گوارش فیل ماهی جوان (*Huso huso*). رساله دکترای شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

ستاری، م.، ۱۳۸۱. ماهی شناسی (۱) تشریح و فیزیولوژی. انتشارات نقش مهر با همکاری دانشگاه گیلان. ۹۵۹ صفحه.

فلاحتکار، ب.؛ سلطانی، م.؛ ابطحی، ب.؛ کلباسی، م. ر.؛ ویاسمی، م.، ۱۳۸۵. تأثیر ویتامین C بر برخی پارامترهای رشد، نرخ بازماندگی و شاخص کبدی در فیل ماهیان (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۷۲، صفحات ۱۰۳-۹۸.

یوسفی، ا.، ۱۳۸۶. تعیین ارتباط برخی شاخص‌های خونی و اسمزی در روند تکامل جنسی ماهی ازون برون پرورشی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.

Akrami, R.; Ghelichi, A.; Manuchehri, H., 2009. Effect of dietary inulin as prebiotic on growth performance and survival of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Research in Marine Sciences and Technology, 4: 1-9.

AOAC, 1995. Association of official analytical chemists, 16th (end), Procedure 984. 25.

Birkbeck, T.H.; Ringo, E., 2005. Pathogenesis and the gastrointestinal tract of growing fish. In: Holzapfel, W., Naughton, P. (Eds.), Microbial Ecology in Growing Animal. Elsevier, Edinburgh, UK, 208–234 pp.

Crittenden, R.G., 1999. Prebiotics. In: Probiotics: A Critical Review, G.W. Tannock (Ed.), Horizon Scientific Press, Wymondham.

David, J.A.; Jenkiss, A.; Cyrill, W.; Kendall, C.; Vladimir, V., 1999. Inulin, Oligofructose and Intestinal Function. Journal of Nutrition, 129: 1431S-1433S.

Delzenne, N.M.; Roberfroid, M.R., 1994. Physiological effects of non-digestible oligosaccharides. LWT - Food Science and Technology, 27: 1-6.

Dhingre, S., 1993. Probiotics in poultry diets. Poultry Advisor, 26: 43-45.

FAO, 2009. The state of world fisheries and aquaculture, 4445-25 pp.

Fuller, R., 1989. Probiotics in man and animal. Journal of Applied Bacteriology, 66: 365-378.

Genc, M.A.; Aktas, M.; Genc, E.; Yilmaz, E., 2007a. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). Aquaculture Nutrition, 13: 156-161.

Genc, M.A.; Yilmaz, E.; Genc, E.; Aktas, M., 2007b. Effects of dietary mannan oligosaccharides (MOS) on growth, body composition, and intestine and liver histology of the hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). Israeli Journal of Aquaculture, 59: 10-16.

Gibson, G.R., 1999. Dietary Modulation of the Human Gut Microflora Using the Prebiotics Oligofructose and Inulin, Proceedings of the conference of Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose. May 18-19, 1998. Bethesda, MD.

Gibson, G. R., 2004. Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept). Clinical Nutrition Supplements, 1: 25-31.

Gibson, G.R.; Beatty, E.R.; Wang, X.; Cumming, J.H., 1995. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. Gastroenterology, 108: 975-982.

Gibson, G.R.; Roberfroid, M.B., 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. Journal of Nutrition, 125: 1401-

of fishmeal by brewers yeast *Saccaromyces cerevisae* in diets for sea bass *Dicentrarchus labrax* juveniles. Aquaculture, 202: 269– 278.

Olsen R.E.; Myklebust, R.; Kryvi, H.; Mayhew, T.M.; Ringø E., 2001. Damaging effect of dietary inulin on intestinal enterocytes in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). Aquaculture Research, 32: 931-934.

Pearson, M.P.; Stevens, E.D., 1991. Size and hematological impact of the splenic erythrocyte reservoir in rainbow trout, *Onchorynchus mykiss*. Fish Physiology and Biochemistry, 9: 39–50.

Rehulka, J., 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 190: 27–47.

Roberfroid, M.; Slavin, J., 2000. Nondigestible oligosaccharides. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 40: 461-480.

Rumsey, G.L.; Kinsella, J.E.; Shetty, K.J.; Hughes, S.G., 1991. Effect of high dietary concentration of brewer's dried yeast on growth performance and liver uricase in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Animal Feed Science Technology, 33: 177–183.

Rumsey, G.L.; Winfree, R.A.; Hughes, S.G., 1992. Nutritional values of dietary nucleic acids and purine bases to rainbow trout. Aquaculture, 108: 97–110.

Sakai, M., 1999. Current research status of fish immunostimulants. Aquaculture, 172: 63–92.

Sako, T.; Maatsumoto, K.; Tanaka, R., 1999. Recent progress on research and applications of non-digestible galacto-oligosaccharides. International Dairy Journal, 9: 69-80.

Salze, G.; Mclean, E.; Schwarz, M.H.; Craig, S.R., 2008. Dietary mannanoligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. Aquaculture, 274: 148-152.

Shi, X.; Li, D.; Zhuang, P.; Nie, F.; Long, L., 2006. Comparative blood biochemistry of Amur sturgeon 1412.

Helland, B.G.; Helland, S.J.; Gatlin, D.M., 2008. The effect of dietary supplementation with mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth and feed of Atlantic salmon (Salmo salar). Aquuaculture 283: 163-167.

Houston, A. H., 1990. Blood and circulation. In: Schreck CB, Moyle PB (eds) Methods in fish biology. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, 273–335 pp.

Irianto, A.; Austine, B., 2002. Probiotics in aquaculture. Fish Disease, 25: 633-642.

Kolida, S.; Tuohy, K.; Gibson, G. R., 2002. Prebiotic effects of inulin and oligofructose, British Journal of Nutrition, 87: 193-197.

Li, P.; Gatlin, D.M., 2004. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic TM AE in fluence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (Morone chrysops × M. saxatilis) to streptococcus iniae infection. Aquaculture 231: 445-456.

Li, P.; Galtin, D. M., 2005. Evaluation of prebiotic GroBiotic TM AE and brewers yeast as dietary supplements for Sub-adult hybrid Striped bass (Morone chrysops × M. saxatilis) challenged in situ with Mycobacterium marinum. Aquaculture, 248:197-205.

Mahious, A. S.; Frans, O., 2005. Probiotics and prebiotics in Aquaculture: Review, lst Regional Workshop on Techniques for Enrichment of Live Food for Use in Larviculture, AAARC, Urmia, Iran, P: 17-26.

Mishra S. K.; Hertrampf, J. W., 2006. Nucleotides: The performance promoter. Aquaculture Asia Pacific Magazine, 32–33.

National Research Council (NRC) 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington.

Oliva-Teles, A.; Goncalves, P., 2001. Partial replacement

Science and Technology, 9: 328-335.

Wache, Y.; Auffray, F.; Gatesoupe, F.J.; Zambonino, J.; Gayet, V.; Labbe, L.; Quentel, C., 2006. Cross effects of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss* fry. Aquaculture, 258: 470–478.

Yilmaz, E.; Genc, M.A.; Genc, E., 2007. Effects of dietary mannan oligosaccharides on growth, body composition, and intestine and liver histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Israeli Journal of Aquaculture, 59: 182-188.

Ziemer, C.J.; Gibson, G.R., 1998. An overview of probiotcs, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: Persepctives and future strategies. International Dairy Journal, 8: 473-479.

(*Acipenser schrenckii*) and Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*). Fish Physiology and Biochemistry, 32: 63–66.

Van Loo, J.; Cummings J.; Delzenne, N.; Franck, A.; Hopkins, M.; MacFarlane, G.; Newton, D.; Quigely, M.; Roberfroid, M.; Van Vliet, T.; Van den, H.E., 1999. Functional food properties of non-digestible oligosaccharide: a consensus report from the ENDO project (DGXII AIRII-CT94-1095). British Journal of Nutrition, 81: 121-132.

Velisek, J.; Svobodova, Z.; Piaakova, V., 2005. Effects of Clove Oil Anaesthesia on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Acta Veteriniaria Brno, 74: 139–146.

Voragen, A.G.J., 1998. Technological aspects of functional food-related carbohydrates. Trends in Food