اثرات سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو (Biomin®IMBO) بر عملکرد رشد، برخی شاخص‌های بیوشیمیایی و ایمونولوژیک موکوس بافت پوست ماهی کاراس معمولی (*Carassius carassius*)

نجمه شیخ‌زاده [۱*]، مرضیه حیدریه [۲]

۱- گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، صندوق پستی: ۱۶۴۷۱-۵۱۶۶۶

۲- گروه دامپزشکی و علوم دامی، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، کرج، ایران، صندوق پستی: ۴۹۸ / ۳۱۴۸۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۱۲

چکیده

در این مطالعه، اثرات سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو با میزان ۱ و ۵ گرم در کیلوگرم جیره بر عملکرد رشد، برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم و پاسخ‌های ایمونولوژیک موکوس بافت پوست ماهی کاراس معمولی (*Carassius carassius*) بررسی گردید. ماهیان با میانگین وزنی ۰/۳۶ ± ۸/۰۳ گرم به طور کاملاً تصادفی به ۲ تیمار و گروه شاهد با ۳ تکرار (۹ آکواریوم و هر آکواریوم شامل ۱۲ قطعه ماهی) تقسیم شدند. ماهیان به مدت ۴۵ روز با جیره آماده‌سازی شده مورد تغذیه قرار گرفتند. میزان رشد در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خوراک ماهی در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری نشان دادند ($P < ۰/۰۵$). میزان گلوکز و کلسترول در سرم ماهیان نیز به طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش داشتند ($P < ۰/۰۵$). .به طور مشابه، فعالیت پروتئاز و لیزوزیم در موکوس بافت پوست ماهیان در هر دو تیمار در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری داشتند ($P < ۰/۰۵$). براساس نتایج به دست آمده، می‌توان بیان نمود که افزودن سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو به طور ویژه با میزان ۵ گرم در کیلوگرم جیره می‌تواند منجر به بهبود عملکرد رشد، برخی پارامترهای بیوشیمیایی و ایمنی موکوسی پوست در ماهی کاراس معمولی شود.

کلمات کلیدی: ماهی کاراس معمولی، سین‌بیوتیک، Biomin®IMBO، رشد، پاسخ‌های ایمنی موکوسی.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). nsheikh@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

مقدمه

در صنعت پرورش ماهی، رشد سریع و مقاومت بالا در برابر عوامل بیماری‌زا بسیار مهم است. بدین منظور، مطالعات زیادی در خصوص یافتن ترکیبات مناسب جهت ایجاد مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا در زمان بروز استرس‌های فراوان در دوره پرورش و افزایش رشد در گونه‌های مختلف ماهی انجام شده است (Sakai, 1999). از این‌گونه ترکیبات مورد استفاده در آبزیان می‌توان به ترکیبات صناعی، مشتقات باکتریایی و قارچی، ویتامین‌ها، هورمون‌ها و ترکیبات حیوانی اشاره نمود (Sakai, 1999). استفاده از مکمل‌های غذایی مثل پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها از طریق مکانیسم‌های مختلفی می‌توانند منجر به بهبود عملکرد رشد و سیستم ایمنی از جمله افزایش سطح فعالیت پارامترهای ایمنی موکوس را به همراه داشته باشند (Hoseinifar *et al.*, 2015).

سین‌بیوتیک ترکیبی از پروبیوتیک و پری‌بیوتیک است که اثرات سودمندی بر افزایش ماندگاری و بقاء زیستی یک یا تعداد معدودی از باکتری‌های بخش بالایی روده دارد. بنابراین، منجر به بهبود بقاء و رشد میزبان می‌گردد (Mehrabi *et al.*, 2012). علی‌رغم وجود گزارشات متعدد در زمینه تأثیر پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها به طور جداگانه در صنعت پرورش آبزیان، در حال حاضر اطلاعات محدودی در زمینه استفاده از سین‌بیوتیک‌ها (ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک) در جیره غذایی آبزیان وجود دارد. سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو (Biomin®IMBO) از پروبیوتیک (DSM530)IMB52/*انتروباکتریوم فسیوم* (*Enterococus faecium*) و پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید تشکیل شده است (صفوی و همکاران، ۱۳۹۷). اخیراً مزیت استفاده از سین‌بیوتیک بایومین ایمبو در جیره برخی از گونه‌های مختلف تجاری ماهی گزارش شده است (قاسم پوردهاقانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Montajami *et al.*, 2012; Nekoubin *et al.*, 2012; Ghasempour Dehaghani *et al.*, 2013; Jafarzadeh *et al.*, 2015; Vaezi *et al.*, 2016).

ماهی کاراس معمولی (*Carassius carassius*) جزء خانواده کپورماهیان و یکی از شش گونه اصلی پرورشی ماهیان آب شیرین در سیستم توأم ماهیان گرمابی در برخی از کشورها مانند چین است. مقاومت و سازگاری بالای ماهی کاراس معمولی در شرایط استرس‌زا، پر زاد و ولد بودن و داشتن گوشت لذیذ و مغذی علیرغم دارا بودن استخوان‌های فراوان از مزایای این ماهی است (Chiu *et al.*, 2013) که مورد توجه برخی از پرورش‌دهندگان در کشور به خصوص در شهرهای جنوبی مانند خوزستان (به علت تحمل درجه حرارت بالا توسط ماهی کاراس معمولی) نیز قرار گرفته است. با توجه به پتانسیل پرورش ماهی کاراس معمولی در ایران و از طرف دیگر اهمیت بررسی مواد محرک ایمنی مانند سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو در این گونه ماهی، تحقیق حاضر با هدف بهبود عملکرد رشد، برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم و پاسخ‌های ایمونولوژیک موکوس بافت پوست ماهی کاراس معمولی با استفاده از این سین‌بیوتیک تجاری به صورت خوراکی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

طراحی آزمایش

این مطالعه به مدت ۴۵ روز در پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، کرج انجام شد. بدین منظور، ۱۰۸

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

قطعه ماهی کاراس معمولی سالم با میانگین وزنی ۰/۳۶ ± ۸/۰۳ گرم از یک مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در گرگان خریداری شد. ماهی‌ها پس از ۱۵ روز سازگاری اولیه در آکواریوم‌های شیشه‌ای با ابعاد ۹۰×۳۵×۴۰ سانتی‌متر و حجم ۱۰۸ لیتر ذخیره‌سازی شدند. درجه حرارت آب ۲۸-۲۶ درجه سانتی‌گراد، سختی آب ppm ۳۶۰-۳۲۰، pH برابر ۷/۸-۷/۳ و اکسیژن ppm ۷/۵- ۶/۹ بود.

این تحقیق در یک طرح کاملاً تصادفی با ۲ تیمار، گروه شاهد و با ۳ تکرار (۹ آکواریوم و هر آکواریوم شامل ۱۲ قطعه ماهی) صورت گرفت. به منظور تهیه جیره‌های آزمایشی، تیمار ۱ با سطح ۱ گرم و تیمار ۲ با سطح ۵ گرم از سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو (شرکت BIOMIN، اتریش) به ازاء کیلوگرم خوراک ماهی، طبق روش ارائه شده توسط Ahmadifar و همکاران (۲۰۱۹) به جیره پایه افزوده شد. در این مطالعه مقادیر انتخابی براساس دوزهای مناسب در مطالعات قبلی (Montajami *et al.*, 2012; Nekoubin *et al.*, 2012; Jafarzadeh *et al.*, 2015; Vaezi *et al.*, 2016) بود. ماهیان کاراس معمولی مورد آزمایش به مدت ۴۵ روز با خوراک‌های آماده شده به میزان ۲/۵٪ وزن بدن چهار بار در روز تغذیه شدند. جیره پایه مورد استفاده در این تحقیق خوراک بیومار (فرانسه) بود که آنالیز شیمیایی آن به شرح رطوبت ۱۱٪، پروتئین خام ۳۶٪، چربی کل ۱۴٪، خاکستر ۱۰٪، فیبر ۴٪ است. قابل ذکر است به منظور حفظ سلامت خوراک و جلوگیری از واکنش‌ها و فعل و انفعالات باکتریایی در جیره، آماده‌سازی خوراک به صورت روزانه انجام گردید.

کارایی رشد

زیست‌سنجی ماهیان پس از اتمام دوره آزمایش ۴۵ روزه غذادهی با سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو صورت پذیرفت. همه ماهی‌های موجود در هر آکواریوم به صورت مجزا با استفاده از عصاره گل میخک (۵۰ میکرولیتر در لیتر) بی‌هوش شدند (Keene and Noakes, 1998). براساس داده‌های به دست آمده برخی شاخص‌های رشد مانند وزن نهایی، طول نهایی، ضریب چاقی و نرخ رشد ویژه ماهیان براساس روابط ذیل مورد بررسی قرار گرفت.

رابطه (۱): افزایش وزن نهایی بدن = وزن نهایی – وزن اولیه

رابطه (۲): افزایش طول بدن = طول نهایی – طول اولیه

رابطه (۳): ضریب چاقی = (میانگین وزن / میانگین طول استاندارد) × ۱۰۰

رابطه (۴): نرخ رشد ویژه (٪) = {(لگاریتم طبیعی وزن نهایی – لگاریتم طبیعی وزن اولیه) / طول دوره پرورش} × ۱۰۰

جمع‌آوری و آماده‌سازی نمونه‌ها

در روز ۴۵، سه قطعه ماهی از هر آکواریوم به صورت تصادفی برداشت شد و پس از بی‌هوشی در عصاره گل میخک (۵۰ میکرولیتر در لیتر) خون‌گیری با سرنگ از ساقه دمی ماهی‌ها انجام شد. سرم‌ها به مدت ۳ ساعت در دمای اتاق نگه‌داری شده و سپس به مدت ۵ دقیقه و با دور ۲۰۰۰ سانتریفیوژ شدند (Khani Oushani *et al.*, 2020). سرم‌ها در میکروتیوب‌های جداگانه و در دمای ۸۰ - درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی نگهداری شدند.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

به منظور سنجش برخی از پارامترهای ایمنی موکوس از جمله پروتئین کل، فسفاتاز قلیایی، پروتئاز و همچنین لیزوزیم در پایان دوره آزمایش اقدام به جمع‌آوری موکوس ماهیان شد. ۹ قطعه ماهی از هر آکواریوم در عصاره گل میخک (۵۰ میکرولیتر در لیتر) بی‌هوش شده و موکوس جلدی ماهی‌ها به آرامی با استفاده از کاردک پلاستیکی نرم جمع‌آوری گردید. نمونه‌های موکوس هر ۹ ماهی در هر آکواریوم به عنوان یک نمونه در نظر گرفته شد. در حین نمونه‌گیری برای جلوگیری از آلوده‌شدن نمونه‌ها با خون یا ترشحات سلول‌های اپی‌تلیال، دقت شد تا به پوست آسیبی نرسد. نمونه‌ها با ۴ برابر حجم موکوس جمع‌آوری شده بافر تریس (pH برابر ۵، ۸ میلی‌مولار تریس اسید کلریدریک، ۱۵۰ میلی‌مولار سدیم کلرید) هموژن شده، با دور ۴۰۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شده و مایع رویی لیوفیلیزه گردید (Sheikhzadeh *at al.*, 2012). پودر لیوفیلیزه در بافر تریس حل شده و موکوس حل نشده با سانتریفوژ جدا شد. در ادامه، مایع رویی با استفاده از جریان ملایم گاز ازت تغلیظ شده و پس از عبور از فیلتر میلی‌پور به عنوان عصاره موکوسی تا زمان استفاده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز گردید.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی در سرم ماهی

سطح تری‌گلیسیرید، گلوکز، کلسترول و مقدار پروتئین سرم ماهی با استفاده از محلول‌ها و استانداردهای مربوطه و توسط کیت‌های تجاری و تشخیصی شرکت زیست شیمی (تهران، ایران) مورد سنجش قرار گرفتند.

بررسی شاخص‌های ایمنی در موکوس پوست ماهی‌ها

جهت بررسی میزان فعالیت لیزوزیم عصاره موکوس از روش ارائه شده توسط Sheikhzadeh و همکاران (۲۰۱۲) استفاده شد. بدین منظور، پس از تهیه ۰/۷۵ میلی‌گرم باکتری میکروکوکوس لیزودیکتیکوس (سیگما) در میلی‌لیتر بافر سیترات فسفات ۰/۱ مولار با pH برابر ۸/۵، ۲۵ میکرولیتر عصاره موکوس با ۱۷۵ میکرولیتر بافر سیترات فسفات در میکروپلیت‌های الایزا مخلوط گردید. جذب نوری در ۴۵۰ نانومتر برای ۳۰ دقیقه به طور پیوسته اندازه‌گیری شد. مقداری از موکوس که سبب ۰/۰۰۱ کاهش میزان جذب در مدت زمان یک دقیقه گردید، به عنوان یک واحد در میلی‌گرم در نظر گرفته شد.

بررسی فسفاتاز قلیایی موکوس پوست ماهی با روش ارائه شده توسط Palashka و همکاران (۲۰۰۸) انجام شد. نمونه‌های موکوس با میزان هم حجم از پی‌نیترو فنل فسفات ۴ میلی‌مولار، تهیه شده در ۱۰۰ میلی‌مولار آمونیوم بی‌کربنات حاوی ۱ میلی‌مولار کلرید منیزیوم با pH برابر ۷/۸ انکوبه شد. تغییرات در میزان جذب نوری در ۴۰۵ نانومتر در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت به صورت پیوسته اندازه‌گیری شد. مقداری از آنزیم که سبب آزاد نمودن میلی‌مول از ترکیب پی‌نیتروفنل در مدت زمان یک دقیقه گردید، به عنوان ۱ واحد فعالیت آلکالین فسفاتاز منظور گردید. برای پی‌نیتروفنل ضریب جذب برابر ۱/۷۸×۱۰۴ مول در سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

فعالیت آنزیمی پروتئاز در موکوس بافت پوست ماهی براساس هیدرولیز آزوکازئین به عنوان سوبسترا اندازه‌گیری شد. در این روش حجم برابری از نمونه

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

موکوس به همراه بافر آمونیوم بی‌کربنات ۱۰۰ میلی‌مولار که این بافر شامل ۷٪ (وزنی/ حجمی) کازئین در آب با pH برابر ۸/۷ بود به مدت ۱۹ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. واکنش آنزیمی با اضافه کردن ۰/۶ میلی‌لیتر از ۴/۶٪ (وزنی/حجمی) تری‌کلراستیک اسید متوقف شد. سپس در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شد. برای سنجش آنزیم قسمت رویی جداسازی شد و به همراه ۰/۵ مولار سود میزان جذب در طول موج ۴۰۵ نانومتر قرائت شد (Palaksha *et al.*, 2008).

تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق در ابتدا داده‌ها با آزمون Kolmogorov-Smirnov نرمال و هم‌گرایی واریانس داده‌ها نیز با آزمون Levene انجام گردید. سپس برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از واریانس یک طرفه آنوا One way ANOVA با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده گردید. مقایسه گروه‌ها نیز با آزمون Tukey انجام و سطح معنی‌داری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج شاخص‌های رشد ماهی کاراس معمولی پس از ۴۵ روز تغذیه با جیره‌های حاوی سطوح مختلف سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی شاخص‌های رشد و بهره‌وری غذایی نشان داد که جیره حاوی ۵ گرم سین‌بیوتیک تجاری در هر کیلوگرم جیره به طور موفقیت‌آمیزی باعث بهبود عملکرد رشد ماهی شد. به طوری که شاخص‌های مختلف رشد از جمله افزایش وزن نهایی، افزایش نرخ رشد ویژه و ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده با سطح ۵ گرم در کیلوگرم خوراک سین‌بیوتیک افزایش معنی‌داری را در مقایسه با سایر گروه‌ها نشان دادند ($P<0/05$). افزایش طول نهایی در هر دو تیمار نسبت به گروه شاهد تغییر معنی‌دار نداشتند ($P>0/05$).

نتایج مربوط به تأثیر تغذیه سین‌بیوتیک بایومین ایمبو برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون از جمله میزان پروتئین، گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسیرید در ماهی کاراس معمولی در جدول ۲ آورده شده است. مقادیر سرمی پروتئین و تری‌گلیسیرید در هر دو گروه تیمار نسبت به گروه شاهد تغییر معنی‌داری نداشت ($P>0/05$). اما کاهش معنی‌داری در میزان گلوکز و کلسترول در سرم ماهیان تغذیه شده با سطوح ۱ و ۵ گرم سین‌بیوتیک در کیلوگرم جیره نسبت به شاهد مشاهده شد ($P<0/05$).. نتایج مربوط به تأثیر تغذیه با دو سطح مختلف سین‌بیوتیک بایومین ایمبو بر میزان پروتئین کل، فسفاتاز قلیایی، پروتئاز و همچنین لیزوزیم موجود در موکوس پوست ماهی در جدول ۳ آورده شده است. تفاوت‌های بارزی در سطوح پروتئینی و فسفاتاز قلیایی موکوس پوست، میان ماهی‌های گروه‌های مختلف مشاهده نشد ($P>0/05$). فعالیت لیزوزیم در ماهیان تغذیه شده با دو سطح ۱ و ۵ گرم سین‌بیوتیک نسبت به گروه شاهد از سطح معنی‌داری بالاتری برخوردار بود ($P<0/05$). مشابه فعالیت لیزوزیم، افزایش قابل ملاحظه‌ای نیز در میزان فعالیت پروتئاز در هر دو گروه تیمار گروه‌های تیمار مشاهده شد ($P>0/05$).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

جدول ۱: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد ماهی‌های کاراس معمولی تحت تیمارهای مختلف

گروه‌های آزمایش	شاخص‌های رشد			
	وزن نهایی (گرم)	طول نهایی (سانتی‌متر)	نرخ رشد ویژه	ضریب چاقی
شاهد	^{b}۱۵/۴۸ ± ۱/۴۸	۶/۶۹ ± ۰/۳۶	^{b}۰/۳۲۵ ± ۰/۰۲۶	^{b}۵/۱۷ ± ۰/۳۸
۱ گرم/کیلوگرم جیره	^{b}۱۶/۳۲ ± ۰/۹۳	۶/۴۳ ± ۱/۰۳	^{b}۰/۳۴۲ ± ۰/۰۱۸	^{b}۶/۱۵ ± ۱/۰۲
۵ گرم/کیلوگرم جیره	^{a}۲۱/۱۲ ± ۱/۱۸	۶/۳۳ ± ۰/۸۷	^{a}۰/۴۰۲ ± ۰/۰۱۵	^{a}۸/۳۴ ± ۰/۲۲

مقادیر به صورت (میانگین ± انحراف معیار) ارائه شده است.

*اعداد با حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۲: مقایسه میانگین برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم ماهیان تغذیه شده با تیمارهای مختلف

گروه‌های آزمایش	شاخص‌های بیوشیمیایی سرم			
	پروتئین (گرم/دسی‌لیتر)	گلوکز (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	کلسترول (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	تری‌گلیسرید (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
شاهد	۳/۵۰± ۰/۳۳	^{a}۱۰۳/۵۸ ± ۶/۶۰	^{a}۱۱۲/۰۷±۴/۷۰	۳۷۳/۷۲±۱۸/۵۹
۱ گرم/کیلوگرم جیره	۳/۶۲±۱/۱۳	^{b}۷۱/۰۵±۳/۲۸	^{b}۷۹/۶۰± ۱۲/۴۵	۳۴۴/۳۳±۲۰/۶۲
۵ گرم/کیلوگرم جیره	۳/۶۶±۲/۱۲	^{b}۷۰/۰۰±۴/۰۷	^{b}۸۰/۵۵ ±۳/۰۵	۳۶۳/۲۹±۱۹/۳۷

مقادیر به صورت (میانگین ± انحراف معیار) ارائه شده است.

*اعداد با حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۳: مقایسه میانگین حاصل از آنالیز فعالیت آنزیم‌ها و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی موکوس بافت پوست ماهیان تغذیه شده با تیمارهای مختلف

گروه‌های آزمایش	فعالیت آنزیمی و شاخص‌های بیوشیمیایی موکوس بافت پوست			
	پروتئین (گرم/دسی‌لیتر)	لیزوزیم (واحد/میلی‌گرم)	فسفاتاز قلیایی (واحد/میلی‌گرم)	پروتئاز (واحد/میلی‌گرم)
شاهد	۲/۰۱± ۰/۵۹	^{b}۲۸/۰۳± ۱/۴۰	۲/۲۱±۰/۶۰	^{b}۵/۰۸± ۱/۱۵
۱ گرم/کیلوگرم جیره	۱/۶۳± ۰/۳۷	^{a}۷۹/۵۱± ۲/۱۵	۲/۰۲±۰/۱۷	^{a}۱۲/۸۴±۰/۱۴
۵ گرم/کیلوگرم جیره	۱/۵۷± ۰/۱۶	^{a}۷۹/۶۲ ±۲/۶۶	۲/۳۳±۰/۱۰	^{a}۱۲/۵۱±۰/۴۳

مقادیر به صورت (میانگین ± انحراف معیار) ارائه شده است.

*اعداد با حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<۰/۰۵).

بحث

در بسیاری از کشورها، به علت نگرانی عمومی از اثرات احتمالی پس مانده‌های آنتی‌بیوتیکی و یا بروز گونه‌های باکتری مقاوم به دارو، استفاده از آنتی‌بیوتیک ممنوع شده است (FAO, 2014). یکی از روش‌های به کار رفته جهت حفظ سلامت آبزی و در

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

عین حال کاهش استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، استفاده از مکمل‌های غذایی مانند سین‌بیوتیک‌ها می‌باشد که اخیراً مورد توجه محققین و پرورش‌دهندگان قرار گرفته است (FAO, 2014). سین‌بیوتیک‌ها حاوی میکروارگانیسم‌ها و سوبستراهای مفیدی هستند که سبب بهبود عملکرد رشد و افزایش کارایی مصرف خوراک می‌شوند (Song *et al.*, 2014) ؛ همچنین پروبیوتیک-های موجود در سین‌بیوتیک‌ها سبب حفظ جمعیت مفید میکروبی، بهبود مصرف و هضم خوراک و تغییر متابولیسم باکتریایی نیز می‌گردند (Hoseinifar *et al.*, 2014). در مطالعه حاضر افزایش معنی‌دار وزن نهایی، ضریب چاقی و نرخ رشد ویژه در گروه تیمار شده با ۵۰۰ میلی‌گرم سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو به ازای یک کیلوگرم خوراک مشاهده شد. هم‌راستا با این نتیجه، پس از ۶۰ روز تغذیه با این سین‌بیوتیک تجاری عملکرد رشد در ماهی کپور معمولی در سایز انگشت‌قد و قزل‌آلای رنگین‌کمان را در مقایسه با گروه شاهد بهبود یافت (قاسم پور دهاقانی و همکاران، ۱۳۹۲ ; Heidari baladehi and Firouzbakhsh, 2018). به منظور تأیید نتایج این تحقیق، قاسم پور دهاقانی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که افزودن سطوح مختلف این سین بیوتیک به جیره بچه ماهی کپور معمولی اثرات معنی داری بر شاخص‌های رشد دارد. قشلاقی و همکاران (۱۳۹۴) نیز در ماهی سوروم (*Heros severus*) در مورد اثر سین‌بیوتیک بایومین ایمبو بر پارامترهای رشد و بهره‌وری غذایی نتایج مشابهی را گزارش نمودند. از دلایل عمده افزایش بازده آبزی‌پروری پس از استفاده از سین‌بیوتیک‌ها می‌توان به اثر قسمت پروبیوتیکی آن بر رشد پایدار و بهبود باکتری‌های مفید پروبیوتیکی در میکروفلور آبزیان اشاره نمود (Hoseinifar *et al.*, 2015). همچنین می‌توان به اثر جزء پری‌بیوتیک، ترکیب سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو در بهبود عملکرد رشدی ماهی اشاره نمود. فروکتوالیگوساکارید به عنوان جزء پری‌بیوتیک آن یک ترکیب غیرقابل هضم ولی قابل تخمیر است که از طریق بهبود ساختار بافتی دستگاه گوارش باعث جذب بهتر مواد مغذی و در نتیجه افزایش رشد می‌شود (Dimitroglou *et al.*, 2011).

مصرف سین‌بیوتیک بایومین ایمبو به میزان ۱ و ۵ گرم سین‌بیوتیک در کیلوگرم جیره سبب تغییر معنی‌داری در میزان تری‌گلیسرید و پروتئین سرم ماهی کاراس ایجاد نکرد. نتایج این آزمایش با نتایج به دست آمده از Mehrabi و همکاران (۲۰۱۲)، مبنی بر فقدان اثر بر میزان تری‌گلیسرید سرم در قزل‌آلای رنگین‌کمان مصرف کننده این سین‌بیوتیک هم‌خوانی دارد. از طرف دیگر افزودن سین‌بیوتیک بایومین ایمبو به جیره غذایی ماهی کاراس معمولی سبب کاهش معنی‌داری در غلظت کلسترول و گلوکز سرم نسبت به گروه شاهد شده است. در چندین تحقیق مشاهده شد که استفاده از سین‌بیوتیک‌ها سبب کاهش کلسترول سرم شده‌اند (Kavitha *et al.*, 2016). پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها از طریق جذب مستقیم کلسترول در روده و عدم اتصال به نمک‌های صفراوی و از طرف دیگر با تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه منجر به کاهش تولید کلسترول می‌شوند (Dimitroglou *et al.*, 2011). در خصوص اثر سین بیوتیک‌ها بر میزان گلوکز سرم نتایج متناقضی وجود دارد. در این مطالعه کاهش میزان گلوکز سرم متعاقب مصرف سین‌بیوتیک بایومین ایمبو مشاهده شد. در مقابل، De valdez و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که به کارگیری سین‌بیوتیک منجر به بهبود جذب

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

لاکتوز و همچنین افزایش میزان واکنش گلوکونئوژنز و گلوکز سرم می‌شوند. از طرف دیگر، Mehrabi و همکاران (۲۰۱۲) تغییر معنی‌داری را در میزان گلوکز سرم در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان گزارش نکردند. براساس گزارشات متفاوت باید به این نکته اشاره نمود که تأثیرگذاری سین‌بیوتیک‌ها در تیمارها بسته به نوع و میزان پری‌بیوتیک، نوع پروبیوتیک، گونه ماهی و یا شرایط محیطی متغیر خواهد بود (Soltani *et al.*, 2017).

نتایج حاصل از مطالعه اخیر نشان داد که استفاده از سطوح ۱ و ۵ گرم سین‌بیوتیک در کیلوگرم خوراک ماهی کاراس معمولی به شکل معنی‌داری باعث افزایش سطح فعالیت لیزوزیم موکوس بافت پوست شده است. سطح یا فعالیت لیزوزیم موکوس پوست یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ایمنی در دفاع اولیه ماهیان است (Saurabh and Sahoo, 2008). هم‌راستا با نتایج حاصل از این مطالعه، مطالعات قبلی نشان داده‌اند که استفاده از سین‌بیوتیک‌ها در جیره غذایی باعث افزایش فعالیت لیزوزیم سرمی و موکوسی در ماهی می‌شوند (Sepehrfar *et al.*, 2018). پروتئازها گروهی از آنزیم‌ها با خاصیت کاتالیزوری هیدرولیز پیوندهای پپتیدی هستند. انواع مختلف پروتئازها در موکوس ماهیان گزارش شده است که در سیستم ایمنی ذاتی ماهیان نقش بسزایی دارند (Sheikhzadeh *et al.*, 2012). در تحقیق حاضر افزایش میزان فعالیت آنزیم پروتئاز موکوسی بافت پوست ماهی کاراس معمولی در هر دو تیمار نسبت به گروه شاهد نشان‌دهنده اثر مثبت پروبیوتیک تجاری بایومین ایمبو است. هم‌راستا با نتایج این تحقیق، Sheikhzadeh و همکاران (۲۰۱۲) با به کارگیری مخمر *ساکارومایسس سروزیه* به عنوان پروبیوتیک در جیره ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان افزایش معنی‌داری را در فعالیت آنزیم پروتئاز نسبت به گروه شاهد در موکوس بافت پوست ماهی مشاهده کردند. استفاده از آرتمیا غنی‌سازی شده با سین‌بیوتیک نیز افزایش معنی‌داری را در میزان فعالیت پروتئاز موکوس پوست ماهی آنجل موجب گردید (Azimirad *et al.*, 2016).

در کل برخی باکتری‌ها که قادر به بیان فروکتوزیداز هستند قادر به تخمیر فروکتوالیگوساکاریدها می‌باشند. بنابراین، افزودن فروکتوالیگوساکاریدها در جیره قادر به تحریک رشد و زنده‌مانی این دسته از باکتری‌ها در دستگاه گوارش میزبان می‌باشند. سیستم ایمنی غیراختصاصی همهٔ موجودات دارای گیرنده‌های شناسایی است. این گیرنده‌ها، که گیرنده‌های شبه Toll نیز نامیده می‌شوند، برخلاف گیرنده‌های شناساییِ سیستم ایمنی اختصاصی، تقریباً، محدود و به‌صورت عمودی از طریق مادری، قابل انتقال هستند (Bricknell and Dalmo, 2005). مطالعات نشان داده است که فروکتوالیگوساکاریدها با گیرنده شبه Toll شماره ۲ وارد واکنش می‌شوند که این گیرنده در سطح غشای سلول‌هایی مانند ماکروفاژها، گرانولوسیت‌ها و سلول‌های دندریتی بیان می‌شوند که این فرایند در نهایت سبب فعال شدن سلول‌های ایمنی از طریق مسیرهای القاء سینگال می‌شود (Song *et al.*, 2014). بنابراین، اثرات سین‌بیوتیکی این دو ترکیب *انتروکوکوس فسیوم* و فروکتوالیگوساکارید سبب ایجاد اثرات مطلوب در ماهی می‌گردد.

با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان بیان نمود که استفاده از سین‌بیوتیک تجاری بایومین ایمبو به میزان ۵ گرم در کیلوگرم جیره غذایی ماهی باعث بهبود

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

عملکرد رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی و همچنین تقویت ایمنی موکوسی پوست آنها می‌گردد که این اثرات مثبت در نهایت باعث افزایش تولید و کاهش هزینه پرورش خواهد شد. بنابراین، افزودن میزان ۵ گرم در کیلوگرم سین‌بیوتیک مذکور در خوراک ماهی کاراس معمولی توصیه می‌شود. اما انجام مطالعات تکمیلی در زمینه بررسی مکانیسم اثر این سین‌بیوتیک و انجام آزمون‌های چالشی در گونه‌های مختلف ماهی ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می دانیم از زحمات کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. صفوی، ف.، باقری، ط.، شهبازی ناصرآباد، س.، ۱۳۹۷. تاثیر سین بیوتیک بایومین ایمبو (Biomin Imbo®)بر شاخص های هماتولوژی، رشد، بهروری غذا، ترکیب شیمیایی لاشه و بقای ماهی سفید خزری(Rutilus frisii) . نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۱۲، ۷۱ تا ۸۲.

۲. قاسم‌پور دهاقانی، پ.، جواهری بابلی، م.، ضیایی نژاد، س.، تقوی مقدم، ا.، پور فرهادی، م.، ۱۳۹۲. بررسی اثر مکمل غذایی سینبیوتیک بایومین ایمبوبه عنوان مکمل غذایی بر عملکرد رشد، بازماندگی و فلور باکتریایی روده ماهی کپور معمولی (Cyprinus carpio) انگشت قد. نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۷، ۴۳ تا ۵۲.

۳. قشلاقی، پ.، رشیدیان، ق.، چهارده بالادهی، ا.، باقری، ط.، غفاری فارسانی، ح.، ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بایومین‌ایمبو بر پارامترهای رشد، بقاء، آنزیم‌های گوارشی و پارامترهای ایمنی موکوس ماهی سوروم (*Heros severus*). فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، ۱، ۷۴ تا ۴۹.

4. Ahmadifar, E., Sheikhzadeh, N., Roshanaei, K., Dargahi, N., Faggio, C., 2019. Can dietary ginger (*Zingiber officinale*) alter biochemical and immunological parameters and gene expression related to growth, immunity and antioxidant system in zebrafish (*Danio rerio*)? Aquaculture, 507, 341-348.
5. Azimirad, M., Meshkini, S., Ahmadifard, N., Hoseinifar, S.H., 2016. The effects of feeding with synbiotic (*Pediococcus acidilactici* and fructooligosaccharide) enriched adult Artemia on skin mucus immune responses, stress resistance, intestinal microbiota and performance of angel fish (*Pterophyllum scalare*). Fish and Shellfish Immunology, 54, 516-522.
6. Bricknell, I., Dalmo, R.A., 2005. The use of immunostimulants in fish larval aquaculture. Fish and Shellfish Immunology, 19, 457-472.
7. Chiu, A., Li, L., Guo, S.H. Bai, J., Fedor, C.H., Naylor, R.L., 2013. Feed and fish meal use in the production of carp and tilapia in China. Aquaculture, 414-415, 127-34.
8. De Valdez, D.F., Martos, G., Taranto, M.P., Lorca, G.L., Oliver, G., De Ruiz Holgado, A.P., 1997. Influence of bile on b galactosidase activity and cell viability of *Lactobacillus reuteri* when subjected to freeze-drying. Journal of Dairy Science, 80, 1955-1958.
9. Dimitroglou, A., Merrifield, D.L., Carnevali, O., 2011. Microbial manipulations to improve fish health and production–a Mediterranean perspective. Fish and Shellfish Immunology, 30, 1-16.
10. FAO, 2014. Aquaculture department. The State of World Fisheries and Aquaculture

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p., 243.
11. hasempour Dehaghani, P., Javaheri Baboli, M., Ziaei Nejad, S., Taghavi Moghadam, A., Pourfarhadi, M., 2013. Effects of BIOMIN®IMBO synbiotics as dietary supplementation on growth, survival and gut bacteria flora of common carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Aquaculture Research and Development, 7, 43-52.
12. Heidari Baladehi, M., Firouzbakhsh, F., 2018. Effect of synbiotic on growth and hematological parameters of rainbow trout fry. Journal of Aquatic Ecology, 8, 138-143.
13. Hoseinifar, S.H., Soleimani, N., Ringo, E., 2014. Effects of dietary fructo-oligosaccharide supplementation on the growth performance, haemato-immunological parameters, gut microbiota and stress resistance of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. British Journal of Nutrition, 112, 1296-1302.
14. Hoseinifar, S.H., Roosta, Z., Hajimoradloo, A., Vakili, F., 2015. The effects of *Lactobacillus acidophilus* as feed supplement on skin mucosal immune parameters, intestinal microbiota, stress resistance and growth performance of black swordtail (*Xiphophorus helleri*). Fish and Shellfish Immunology, 42, 533–538.
15. Jafarzadeh, E., Kharar, H., Ahmadnezhad, M., 2015. Effects of synbiotic (Biomin IMBO) on haematological and immunological components of Russian sturgeon, *Acipenser guldenstadti*. Comparative Clinical Pathology, 24, 1317–1323.
16. Kavitha, K., Reddy, A.G., Reddy, K.K., Kumar, C.S., Boobalan, G., Jayakanth, K., 2016. Hypoglycemic, hypolipidemic and antioxidant effects of pioglitazone, insulin and synbiotic in diabetic rats. Veterinary World, 9, 118-121.
17. Keene, J.L., Noakes, D.L.G., 1998. The efficacy of clove oil as an anesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture Research, 29, 89–101.
18. Khani Oushani, A., Soltani, M., Sheikhzadeh, N., Shamsaie Mehrgan, M., Rajabi Islami, H., 2020. Effects of dietary chitosan and nano-chitosan loaded clinoptilolite on growth and immune responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish and Shellfish Immunology, 98, 210-217.
19. Mehrabi, Z., Firouzbakhsh, F., Jafarpour, A., 2012. Effects of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, serum biochemical parameters and carcass composition in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 96, 474-481.
20. Montajami, S., Hajiahmadyan, M., Forouhar Vajargah, M., Hosseini Zarandeh, A.S., Shirood Mirzaie, F., Hossein, S.A., 2012. Effect of synbiotic (Biomin imbo) on growth performance and survival rate of Texas cichlid (*Herichthy scyanoguttatus*) Larvae. Global Veterinaria, 9, 358-361.
21. Nekoubin, H., Gharedaashi, E., Imanpour, M.R., Nowferesti, H., Asghari Moghadam, A., 2012. The influence of synbiotic (Biomin Imbo) on growth factors and survival rate of Zebra fish (*Danio rerio*) larvae via supplementation with biomar. Global Veterinaria, 8, 503-506.
22. Palaksha, K.J., Shin, G.W., Kim, Y.R., Jung, T.S., 2008. Evaluation of non-specific immune components from the skin mucus of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Fish and Shellfish Immunology, 24, 479-88.
23. Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunistimulants. Aquaculture, 172, 63-92.
24. Saurabh, S., Sahoo, P.K., 2008. Lysozyme: an important defense molecule of fish innate immune system. Aquaculture Research, 39, 223-239.
25. Sepehrfar, D., Hoseinifar, S.H., Jafarnodeh, A., 2018. The Effects of singular or combined administration of *Pediococcus sacidilactici* and Raffinos on mucosal immune parameters and intestinal histomorphology of gold fish (*Carassiusa uratus*). Journal of Animal Physiology and Development, 12, 25-34.
26. Sheikhzadeh, N., Heidarieh, M., Pashaki, A.K., Nofouzi, K., Farshbafi, M.A., Akbari,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]

M., 2012. Hilyses®, fermented *Saccharomycescerevisiae*, enhances the growth performance and skin non-specific immune parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish and Shellfish Immunology, 32, 1083-1087.

27. Soltani, M., Mirzargar, S.S., Badzohreh, G.R., Farhangi, M., Valipour, A.R., 2017. Study of combined effect of fructo-oligosaccharid with *Pediococcus acidilactici* and *Lactococcus lactis* as probiotics on some growth performance, haematology and intestine bacterial flora of *Rutilus frisi katum* larva. Journal of Fisheries Science and Technology, 5, 71-83.
28. Song, S.K., Beck, B.R., Kim, D., Park, J., Kim, J., Kim, H.D., Ringo, E., 2014. Prebiotics as immunostimulants in aquaculture: A review. Fish and Shellfish Immunology, 40, 40-48.
29. Vaezi, M., Khara, H., Shenavar, A., 2016. Synbiotic (Biomin imbo) alters gut bacterial microflora of Russian sturgeon, *Acipenser guldenstadti* (Brandt & Ratzeburg, 1833) in a time-dependent pattern. Journal of Parasitic Diseases, 40, 1189–1192.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.9.9]