مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر سال چهارم، شماره سوم، پاییز ۸۹

اثرات سطوح مختلف سین‌بیوتیک Biomin® Imbo بر رشد و بازماندگی بچه‌ماهیان سفید (*Rutilus frisian kutum*)

داوود طالبی‌حقیقی[۱]، مریم فلاحی‌کپورچالی[۲] و *سیدیاسر عبدالله تبار[۳]

[۱و۲]پژوهشکده آبزی‌پروری کشور (آب‌های داخلی)، بندر انزلی، [۳]گروه شیلات، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات، تهران

چکیده

هدف از مطالعه حاضر تخمین اثرات سطوح مختلف سین‌بیوتیک Biomin® Imbo بر روی رشد، بقاء، ترکیب لاشه و هزینه غذا در بچه‌ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) دریای خزر بود. این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی درقالب ٤ تیمار و هر یک در ۳ تکرار طراحی گردید. مکمل سین‌بیوتیک Biomin® Imbo در۳ سطح ۲ گرم بر کیلوگرم (B)، ٤ گرم بر کیلوگرم (C)، ٦ گرم بر کیلوگرم (D) به جیره غذایی پایه (A) اضافه شد. بچه‌ماهیان در طول روز در ۳ وعده براساس ۱۰ درصد وزن بدن به‌صورت دستی در طول ۷۰ روز تغذیه شدند. بچه‌ماهیان سفید با وزن اولیه ۱/۸±٦۲۳/۲ میلی‌گرم به‌صورت تصادفی در ۱۲ تانک فایبرگلاس ۱۰۰ لیتری با تراکم ۲ لارو/ لیتر توزیع شدند. نتایج به‌دست آمده از آزمایش نشان می‌دهد که بچه‌ماهیانی که از جیره‌های فاقد مکمل سین‌بیوتیک تغذیه شدند، عملکرد تولیدی کم‌تری نسبت به سایر تیمارها داشتند. افزودن سین‌بیوتیک به جیره‌های غذایی بر روی پارامترهای رشد (وزن نهایی، درصد افزایش وزن، میزان رشد ویژه، میزان بازده پروتئین، بازده غذایی و میزان جذب غذای روزانه) تأثیر مثبت و معنی‌داری گذاشتند، در حالی‌که ضریب تبدیل غذایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. فاکتور وضعیت در بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت. افزودن سین‌بیوتیک به‌جز پروتئین در سایر ترکیبات لاشه تأثیر معنی‌داری نداشت. در نهایت وقتی تمامی متغیرها بررسی شد، سین‌بیوتیک Biomin® Imbo موجود در جیره‌ها منجر به کاهش معنی‌دار هزینه تمام شده غذا و افزایش معنی‌دار شاخص سود گردید.

واژه‌های کلیدی: پروبیوتیک، پری‌بیوتیک، دریای خزر، سین‌بیوتیک، ماهی سفید

مقدمه

بازسازی ذخایر ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) یکی از بااهمیت‌ترین پروژه‌های شیلاتی در ایران می‌باشد که هزینه‌های مربوط به آن فشار زیادی را بر این بخش تحمیل می‌کند. بنابراین بررسی بیش‌تر در این زمینه در تمامی مراحل اجرایی و مدیریتی ضروری به‌نظر می‌رسد. البته ارزش اقتصادی این ماهی برای ساکنان منطقه در زمینه اشتغال‌زایی از یک سو و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی از سوی دیگر بازسازی این گونه را توجیه‌پذیر کرده است. بنابراین برای کاهش هزینه‌های مراحل اجرایی آن از مرحله صید مولد تا مرحله رهاسازی باید تلاش بسیاری صورت گیرد. در پرورش آبزیان سهم غذا و کود به‌خاطر مدت طولانی پرورش بالاتر می‌باشد (Salehi، ۱۹۹۹). استفاده از فن‌آوری‌های نوین در افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه تولید از جمله موارد قابل اهمیت در آبزی‌پروری پایدار است.

* مسئول مکاتبه: cetacea399@gmali.com

بیش‌ترین مطالعات در آبزی‌پروری پایدار در ارتباط با استراتژی‌های تغذیه و بهینه‌سازی ترکیبات غذایی برای گونه‌های مهم ماهیان تجاری قابل پرورش می‌باشد. این مطالعات در جهت افزایش کارایی ترکیبات مغذی نظیر پروتئین‌ها، چربی‌ها و افزایش قابلیت هضم آن‌ها می‌باشد. مدت زمان طولانی است که تغذیه مناسب به‌عنوان یک فاکتور حیاتی در ارتقاء رشد طبیعی و سالم نگهداشتن ماهی شناسایی شده است. آماده کردن مواد غذایی فقط تهیه مواد غذایی ضروری که برای عملکرد طبیعی فیزیولوژی لازم است، نمی‌باشد، بلکه می‌توان آن را واسطه‌ای برای ارایه ترکیباتی که ممکن است بر سلامتی ماهیان مفید باشد در نظر گرفت (Gatlin، ۲۰۰۲). با افزایش تراکم پرورش بچه‌ماهیان سفید در سال‌های اخیر، تهیه یک رژیم غذایی کامل با در نظر داشتن جنبه اقتصادی که بتواند نیازهای آن‌ها را رفع کند لازم به‌نظر می‌رسد. اگرچه مفهوم غذاهای هدفمند در صنعت آبزی‌پروری جدید است اما مدل جدیدی برای توسعه جیره‌های غذایی پدیدار می‌کنند که رضایت‌مندی بیش‌تری را براساس مواد غذایی مورد نیاز در موجودات پرورشی ایجاد می‌کنند. به این ترتیب در سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی در استفاده از افزودنی‌های غذایی که در بهبود سلامتی ماهی نقش دارند صورت گرفته است که می‌توان به پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها اشاره نمود. اخیراً به‌کارگیری از مجموع این دو ماده غذایی تحت نام سین‌بیوتیک (Synbiotic) مطرح شده است که تأثیر مثبت آن در انسان‌ها و موجودات خشکی‌زی ثابت گردیده است و در آبزیان نیز احتمالاً این پتانسیل را خواهد داشت. Roberfroid و Gibson (۱۹۹۵) سین‌بیوتیک را این گونه تعریف می‌کنند: ترکیبی از پروبیوتیک و پری‌بیوتیک که اثرات سودمندی برای میزبان از طریق القاء مکمل‌های غذایی میکروبی زنده در دستگاه گوارش به‌واسطه تحریک انتخابی رشد و یا از طریق فعال کردن متابولیسم یک یا تعداد معدود از باکتری‌های تقویت‌کننده سلامتی داشته، بنابراین منجر به بهبود بقاء و رشد و در نهایت رفاه میزبان می‌گردد. در توجیه استفاده از سین‌بیوتیک‌ها با در نظر گرفتن تحقیقات و مطالعات محققان، باید توجه داشت اضافه کردن یک‌سویه پروبیوتیک منفرد به‌صورت خارجی که منجر به کلنیزه شدن طولانی‌مدت در روده شود غیرمحتمل است، به‌خصوص زمانی‌که سویه‌های مورد استفاده به غالب معمول میکروب‌های زنده روده تعلق نداشته باشند. همچنین الزام رقابت پروبیوتیک معرفی شده با میکروفلور موجود در روده و توانایی تثبیت و تشکیل کلنی مؤثر سبب شد تا محققان به فکر ارائه ایده‌های جدیدی در این راستا برآیند. ارائه پروبیوتیک‌هایی که توانایی زنده ماندن در روده را دارند (مانند باکتری‌های LAB) و تحریک میکروب‌ها (به‌خصوص بومی) روده از طریق تغذیه مکمل‌های غذایی به ماهی که حاوی کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم می‌باشند که تحت عنوان پری‌بیوتیک عمل می‌کنند، می‌تواند یک شیوه جالب برای تولید باکتری‌های تقویت‌کننده سلامتی در روده باشند. توسعه غذاهایی که سلامتی و رضایت‌مندی را ارتقاء می‌دهند یکی از فاکتورهای مهم اولویت تحقیقاتی در صنایع غذایی است و غذاهای غنی‌شده با ترکیب فعال فیزیولوژی مانند پروبیوتیک و پری‌بیوتیک برتری مصرف دارند. این غذاها نقش مهمی در تخمیر روده‌ای از طریق نفوذ در ترکیبات میکروبی و متابولیسم تخمیر دارند (Puupponen و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به محدودیت‌های ذکر شده و با در نظر گرفتن این‌که تاکنون در مورد تأثیر مکمل غذایی سین‌بیوتیک در آبزیان تحقیقی صورت نگرفته است در مطالعه حاضر سعی شده که برای نخستین بار با اضافه کردن مکمل غذایی سین‌بیوتیک به اجزاء اصلی تشکیل‌دهنده جیره

غذایی رایج مورد استفاده در کارگاه‌های تکثیر و رهاسازی بچه‌ماهی سفید به نقش آن در بهبود شاخص‌های رشد، بازدهی غذا، ترکیبات بدن و جنبه اقتصادی آن پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در مرکز تحقیقات شیلات گیلان، پژوهشکده آبزی‌پروری کشور (آب‌های داخلی) واقع در بندرانزلی انجام گرفته است. بچه‌ماهیان سفید (fry) مورد آزمایش در این مطالعه از مولدان وحشی صید شده از رودخانه سفیدرود در طول مهاجرت پاییزه تحت پروژه بازسازی ذخایر شیلات از کارگاه تکثیر شهید انصاری واقع در استان گیلان تهیه شده و سپس به مرکز تحقیقات شیلات گیلان- انزلی (ایستگاه غازیان) منتقل شدند. بچه‌ماهیان سفید با وزن اولیه ۱/۸±۶۲۳/۲ میلی‌گرم به‌صورت تصادفی در ۱۲ تانک فایبرگلاس ۱۰۰ لیتری که در حدود ۸۰ لیتر آن از آب شیرین (فاقد کلر) پر شده بود با تراکم ۲ لارو/ لیتر توزیع گردیدند. تانک‌های فایبرگلاس با سنگ‌های هوا و هواده‌های که به‌طور پیوسته کار می‌کردند هوادهی کامل شدند. تانک‌ها روزانه قبل از نخستین غذادهی از طریق سیفون ۳/٤ از آب تمیز می‌شدند تا مواد دفعی از این طریق خارج شود. درجه حرارت آب در ۲٤-۲۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و روزانه ۳ بار کنترل و اندازه‌گیری می‌شدند. pH حدود ۸ و اکسیژن محلول ۸-۷/۵ میلی‌گرم در لیتر در طول آزمایش بوده است. همه تانک‌ها در شرایط یکسانی در یک محیط سر بسته با دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بودند.

تغذیه و غذادهی: آماده‌سازی جیره‌های آزمایشی در آزمایشگاه تغذیه مرکز تحقیقات گیلان واقع در ساحل غازیان انجام شده است. جیره‌های غذایی پایه به همراه سایر جیره‌های آزمایشی با استفاده از مواد خام تجاری (حاوی ٤٥ درصد پروتئین و ٤۳۷۳ کیلوکالری) فرموله گردیدند (جدول ۱). تمامی بچه‌ماهیان به‌مدت دو هفته براساس جیره پایه، برای سازگار شدن با شرایط محیطی مورد تغذیه قرار گرفتند. سپس سین‌بیوتیک Biomin® Imbo در ۳ سطح افزایشی ۲ گرم بر کیلوگرم (B)، ٤ گرم بر کیلوگرم (C)، ٦ گرم بر کیلوگرم (D) به‌صورت مکمل به جیره غذایی پایه (A) اضافه گردید (جدول ۱). این آزمایش از یک طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از ٤ تیمار و هر یک در ۳ تکرار طراحی گردید. بچه‌ماهیان در طول روز در ۳ وعده براساس ۱۰ درصد وزن بدن (New، ۱۹۸۷) به‌صورت دستی در ساعات ۹:۰۰، ۱۳:۰۰ و ۱۷:۰۰ به‌مدت ۷۱ روز تغذیه شدند. سین‌بیوتیک مورد استفاده در این پروژه از ترکیب probiotic-*Enterococcus facium* lmb52، Phytophtic ،prebiotic- Furecto oligosaccharide که از نوعی جلبک دریایی استخراج می‌شود و دیوارهای سلولی که تحریک‌کننده سیستم ایمنی می‌باشد، تشکیل شده است که توسط شرکت بین‌المللی Biomin استرالیا تهیه شده است.

در طول دوره آزمایش هر ١٤ روز یک‌بار زیست‌سنجی انجام گرفت و در هر زیست‌سنجی از هر تیمار ۱۰ قطعه بچه‌ماهی به‌صورت تصادفی نمونه‌برداری شد و بعد از بیهوشی با عصاره گل میخک (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، وزن و با خط‌کش، طول کل اندازه‌گیری و ثبت شد.

جمع‌آوری نمونه و آنالیز آن‌ها: تجزیه شیمیایی نمونه‌های لاشه ماهیان و غذا در پایان آزمایش با استفاده از روش (AOAC، ۱۹۹۸) انجام شد. مقدار رطوبت لاشه و جیره غذایی بعد از خشک کردن در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در مدت ٢٤

ساعت محاسبه گردید. مقدار خاکستر بعد از سوزاندن باقی‌مانده مواد خشک شده در یک کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت تعیین شد. مقدار پروتئین با روش میکرو کجلدال برآورد شد و پروتئین خام از طریق N×۶/۲۵ تعیین گردید. چربی خام از طریق دستگاه سوکسله و با استفاده از استون به‌عنوان حلال برآورد شد. انرژی خام از طریق احتراق در بمب کالریمتر اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- عناصر و ترکیبات تقریبی جیره آزمایشی (به درصد)

ترکیبات غذایی (درصد)	جیره‌های آزمایشی			
	A	B	C	D
پودر ماهی	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲
کنجاله سویا	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
آرد گندم	۶	۵/۸	۵/۶	۵/۴
آرد ذرت	۶	۶	۶	۶
روغن ماهی	۷	۷	۷	۷
• مکمل ویتامینه	۲	۲	۲	۲
•• مکمل معدنی	۲	۲	۲	۲
سین‌بیوتیک	۰	۰/۲	۰/۴	۰/۶
تجزیه تقریبی جیره (درصد)				
مادهٔ خشک (درصد)	۹۶/۸±۰/۳	۹۷/۸±۰/۱	۹۷/۵±۰/۲	۹۸/۱±۰/۳
پروتئین خام (درصد)	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵
لیپید خام (درصد)	۸/۶۲±۰/۱	۸/۵۱±۰/۱	۸/۴۶±۰/۲	۸/۳۸±۰/۲
خاکستر (درصد)	۷/۵۳±۰/۱	۷/۳۸±۰/۱	۷/۳۱±۰/۲	۸/۲±۰/۲
انرژی خام (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۴۳۷۳	۴۳۷۳	۴۳۷۳	۴۳۷۳

• مکمل ویتامینه (میلی‌گرم بر کیلوگرم): ویتامین A: ۶۰۰۰IU/kg، ویتامین D: ۴۰۰۰ IU/kg، ویتامین E: ۴۵۰ IU/kg، ویتامین k: ۱۰۰ IU/kg، ویتامین B12: ۰/۲، تیامین: ۵، ریبوفلاوین: ۱۵، پریدوکسین: ۱۰، اسید پانتوتنیک: ۳۰، کولین‌کلرید: ۳۰۰، نیاسین: ۱۵۰، اسید فولیک: ۵، بیوتین: ۲، اینوسیتول: ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم.

•• مکمل معدنی (میلی‌گرم بر کیلوگرم): $CaHPO_4\ 2H_2O$: ۲۰، $CaCO_3$: ۱۵، KH_2PO_4: ۱۰، KCl: ۱، NaCl: ۶، $MnSO_4\ H_2O$: ۳۵، $FeSO_4\ 7H_2O$: ۰/۵، $MgSO_4$: ۳، KlO_3: ۳، $CuSO_4\ 5H_2O$: ۱۰، $ZnCO_3$: ۳۵، $CoCl_2$: ۰/۰۰۲۷، Na_2SeO_3: ۱.

پارامترهای رشد: با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده شاخص‌های رشد، با کمک فرمول‌های زیر محاسبه شد (Tacon، ۱۹۹۰).

۱) درصد افزایش وزن بدن[1]:

$$WG(\%)= (W_f - W_i / W_i) \times ۱۰۰$$

W_f= وزن نهایی، W_i= وزن اولیه.

۲) ضریب رشد ویژه[2]:

$$SGR(\%)= (Ln\ W_f - Ln\ W_i / D) \times ۱۰۰$$

D= تعداد روزهای پرورش.

۳) ضریب تبدیل غذایی[3]:

$$FCR= F / W_f - W_i$$

F= مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی.

۴) نسبت بازده پروتئین[4]:

$$PER= W_f - W_i / P$$

P= مقدار پروتئین مصرف شده توسط ماهی.

۵) کارایی غذایی[5]:

$$FE(\%)= (W_f - W_i / F) \times ۱۰۰$$

1- Weight Gain
2- Specific Growth Rate
3- Feed Conversation Ratio
4- Protein Efficiency Ratio
5- Feed Efficiency

٦) فاکتور وضعیت[1]:

$$CF(\%)= (W / L^3) \times ١٠٠$$

L= طول، W= وزن ماهی.

٧) میزان دریافت غذای روزانه[2]:

$$DFI= ((F /٠/٥ (W_f + W_i)\times D)) \times ١٠٠$$

آنالیز آماری: از نرم‌افزار SPSS-١٣ جهت انجام کارهای آماری استفاده شد. به‌طوری‌که تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه On-Way ANOVA انجام گرفت. از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها و تعیین اختلاف معنی‌دار در سطح ٥ درصد ($P<٠/٠٥$) استفاده شد. از نرم‌افزار Excell برای رسم نمودار استفاده گردید.

نتایج

در طول آزمایش هیچ‌گونه مرگ و میری مشاهده نشده است و میزان بقاء در تمامی تیمارها ١٠٠ درصد بوده است. داده‌های به‌دست آمده از عملکرد رشد و ارزیابی راندمان غذا در جدول (٢) گزارش شده است. در شروع آزمایش اختلاف معنی‌داری بین وزن و طول اولیه در میان تیمارها وجود نداشت ($P>٠/٠٥$). در حالی‌که در پایان آزمایش براساس آنالیز واریانس یک‌طرفه میانگین وزن و طول نهایی بچه‌ماهیان تیمارهای که از مکمل غذایی سین‌بیوتیک Biomin® Imbo در جیره‌های غذایی آن‌ها استفاده شد در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P<٠/٠٥$). تیمار ٢ گرم بر کیلوگرم (B) دارای بیش‌ترین میزان میانگین وزن نهایی (١٦٦٢/٢٧±١٥/١٦ میلی‌گرم) در بین تیمارهای آزمایشی بودند که با تیمار ٤ گرم بر کیلوگرم (C) تفاوت معنی‌داری ندارد ($P>٠/٠٥$)، ولی با تیمار ٦ گرم بر کیلوگرم (D) و تیمار شاهد (A) اختلاف معنی‌داری دارد ($P<٠/٠٥$). در بررسی همبستگی بین مقدار جیره‌های غذایی حاوی مکمل غذایی سین‌بیوتیک و رشد وزنی بچه‌ماهیان بین آن‌ها یک همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری وجود داشت ($r=-٠/٨٤٢$، $P<٠/٠١$). همچنین نتایج به‌دست آمده از رشد طولی در پایان آزمایش نشان می‌دهد که از مکمل سین‌بیوتیک تغذیه شدند از بالاترین میزان رشد طولی (٥٨/٥٣±٠/٩٥ میلی‌متر) در بین تیمارهای آزمایشی برخوردارند که با تیمارهای C و D به‌ترتیب با رشد طولی ٥٧/٨٧±٠/٤٢ میلی‌متر و ٥٧/٦±٠/٣٦ میلی‌متر تفاوت معنی‌داری ندارد ($P>٠/٠٥$)، ولی با تیمار شاهد (٥٥/٣٣±٠/٥٧ میلی‌متر) اختلاف معنی‌داری دارد ($P<٠/٠٥$). میزان درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در تیمارهای حاوی مکمل سین‌بیوتیک به‌طور معنی‌داری ($P<٠/٠٥$) بیش‌تر از تیمار شاهد بود. در حالی‌که بین تیمارهای حاوی مکمل، بین بچه‌ماهیان تیمار B و D تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P<٠/٠٥$)، اما بین تیمار آزمایشی C با هر یک از تیمارهایی که از مکمل Biomin® Imbo تغذیه شدند، تفاوت چشمگیری دیده نشد ($P>٠/٠٥$). در بررسی همبستگی بین جیره غذایی حاوی مکمل سین‌بیوتیک با ضریب رشد ویژه در پایان آزمایش مشاهده می‌شود که بین مقدار جیره‌های غذایی حاوی مکمل سین‌بیوتیک و ضریب رشد ویژه همبستگی بسیار بالایی وجود دارد ($r=-٠/٨١٣$، $P<٠/٠١$). اضافه کردن مکمل غذایی به جیره غذایی بچه‌ماهیان، نسبت بازده پروتئین، کارایی غذا و میزان دریافت غذای روزانه را در تیمارهای حاوی مکمل در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری ارتقاء داد ($P<٠/٠٥$)، اما هیچ تفاوتی در بین تیمارهای که در آن بچه‌ماهیانی از مکمل Biomin® Imbo تغذیه شدند مشاهده نشد ($P>٠/٠٥$). ضریب تبدیل غذایی با به‌کارگیری جیره‌های حاوی مکمل سین‌بیوتیک به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافته که با تیمار شاهد اختلاف

1- Condition Factor
2- Daily Food Intak

معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). با توجه به جدول ۲ فاکتور وضعیت در بین کلیه تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد ($P>۰/۰۵$). نتایج به‌دست آمده از آنالیز لاشه بدن بچه‌ماهیان سفید در بین تیمارها در پایان آزمایش نشان می‌دهد که به‌جز پروتئین سایر پارامترها (رطوبت، چربی، خاکستر) دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نمی‌باشند ($P>۰/۰۵$).

جدول ۲- شاخص‌های رشد بچه‌ماهی سفید تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف

پارامترهای رشد	جیره‌های آزمایشی			
	A	B	C	D
وزن اولیه (میلی‌گرم)	٦٢٥/٤٣±٨/٤٤^{a}	٦٢١/٩٧±٧/٥٢^{a}	٦٢٣/٨٣±٥/٤٢^{a}	٦٢١/٦٧±٦/٣٩^{a}
وزن نهایی (میلی‌گرم)	١٥٥٤/٥±٩/٦٣^{d}	١٦٦٢/٢٧±١٥/١٦^{a}	١٦٣٦/٦٣±١٨/٥٤^{ab}	١٦٠٥/١٧±١٩/٤٨^{c}
طول اولیه (میلی‌متر)	٤٠/٢٧±٠/٤٢^{a}	٤٠/١٧±٠/٣٥^{a}	٤٠/٢٣±٠/٩٣^{a}	٤٠/٠٣±٠/٥٩^{a}
طول نهایی (میلی‌متر)	٥٦ /٦٧±٠/٤^{b}	٥٨/٥٣±٠/٩٥^{a}	٥٧/٨٧±٠/٤٢^{a}	٥٧/٦±٠/٣٦^{ab}
افزایش وزن (درصد)	١٤٨/٥٧±٢/٤٧^{c}	١٦٧/٢٧±١/٤٢^{a}	١٦٢/٣٧±٣/٨٩^{ab}	١٥٨/٢٢±٤/١٣^{b}
ضریب رشد ویژه (درصد)	١/٣±٠/٠١٤^{c}	١/٤±٠/٠١٣^{a}	١/٣٨±٠/٠٢١^{ab}	١/٣٦ ±٠/٠٢٢^{b}
ضریب تبدیل غذایی	٢/٣٥±٠/٠٣^{b}	٢/١١±٠/٠٢^{a}	٢/١٢±٠/٠٥^{a}	٢/١٧±٠/٠٥^{a}
نسبت بازده پروتئین	٠/٩٤±٠/٠١^{b}	١/٠٥±٠/٠١^{a}	١/٠٤±٠/٠٢^{a}	١/٠٢±٠/٠٢^{a}
کارایی غذا (درصد)	٤٢/٥٧±٠/٤٦^{b}	٤٧/٣٢±٠/٤٦^{a}	٤٦/٩٦±١/٠١^{a}	٤٦/٠٧±١/١^{a}
میزان دریافت روزانه (درصد)	٢/٨٦±٠/٠١^{b}	٢/٧٥±٠/٠١^{a}	٢/٧٢±٠/٠٢^{a}	٢/٧٤±٠/٠٢^{a}
ضریب چاقی (درصد)	٠/٨٦±٠/٠٢^{a}	٠/٨٣±٠/٠٥^{a}	٠/٨٥±٠/٠٣^{a}	٠/٨٤±٠/٠٣^{a}

اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (($P<۰/۰۵$) (Mean±S.D).

جدول ۳- آنالیز لاشه بدن بچه‌ماهیان سفید تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل غذایی سین‌بیوتیک

آنالیز لاشه	جیره‌های آزمایشی			
	A	B	C	D
رطوبت (درصد)	٦٧/٧±١/٧^{a}	٦٨/٢±٢^{a}	٦٨±٢/١^{a}	٦٦/٨±٢/٣^{a}
پروتئین (درصد)	١٦/٢٦±٠/٥^{b}	١٦/٦±٠/٦^{a}	١٥/٣٣±٠/٦^{b}	١٥/٤٦±٠/٢^{b}
چربی (درصد)	١١/٧٣±٠/٧^{a}	١٠/٨±٠/١^{a}	١١/٤±٠/٣^{a}	١١/٥±٠/٤٤^{a}
خاکستر (درصد)	٤ /١±٠/٣^{a}	٣/٣٣±٠/٢٥^{a}	٣/٨±٠/٣٤^{a}	٣ /٧±٠/٦٤^{a}

اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (($P<۰/۰۵$) (Mean±S.D).

در بررسی ترکیب پروتئین لاشه، تیمار B دارای بهترین نتیجه (١٦/٦±٠/٦) بود که با تیمارهای C و D دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$)، اما با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$).

با توجه به جدول ٤ هزینه تمام شده در پایان آزمایش در جیره‌های آزمایشی که از مکمل Biomin® Imbo استفاده شد در مقایسه با جیره کنترل A به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است ($P<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که کم‌ترین هزینه تمام شده مربوط به جیره آزمایشی B (١٧/٧±١٨١٢٠ ریال) بود.

جدول ٤- آنالیز هزینه- سود جیره‌های آزمایشی تغذیه شده در تیمارهای مختلف

شاخص هزینه‌ها	جیره‌های آزمایشی			
	A	B	C	D
هزینه هر جیره بر حسب ریال (کیلوگرم)	۸۵٦۰	۸۸٥٤	۹۱٤۸	۹٤۳٦
هزینه تمام شده[1]	۲۲٦۲۰±۲٤/٦^{d}	۱۸۱۲۰±۱۷/۷^{a}	۱۸۸۸۰±٤۱^{b}	۱۹۸۸۰±٤٦/۱^{c}
تبدیل به درصد	۱۰۰	۸۷/٤	۹۱/۱	۹٥/۸
شاخص سود[2]	۱/٤٥±۰/۰۱^{d}	۱/٦٦±۰/۰۲^{a}	۱/٥۹±۰/۰۳^{b}	۱/٥۱±۰/۰۳^{c}
تبدیل به درصد	۱۰٤	۱۱٥	۱۱۰	۱۰٤

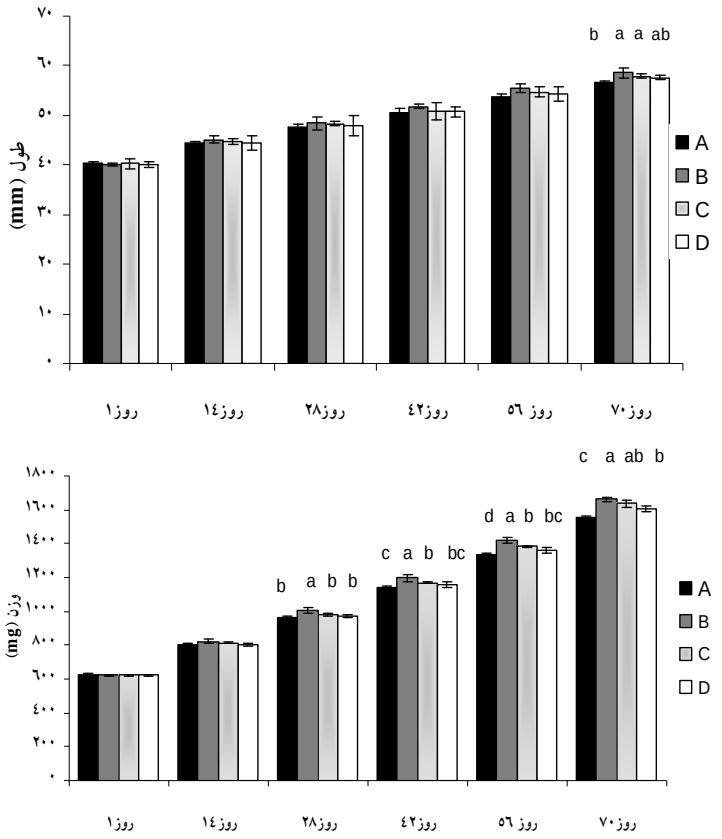
اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰٥) (Mean±S.D).

هزینه پودر ماهی، کنجاله سویا، آرد گندم، آرد ذرت، روغن ماهی، سین‌بیوتیک Biomin® imb، ویتامین‌ها و مواد معدنی در هر کیلو برحسب ریال به‌ترتیب ۱۰۰۰۰، ۸۰۰۰، ۳۰۰۰، ٥۰۰۰، ۱۲۰۰۰، ۱٥۰۰۰۰، ٦۰۰۰ و ٦۰۰۰ بود.

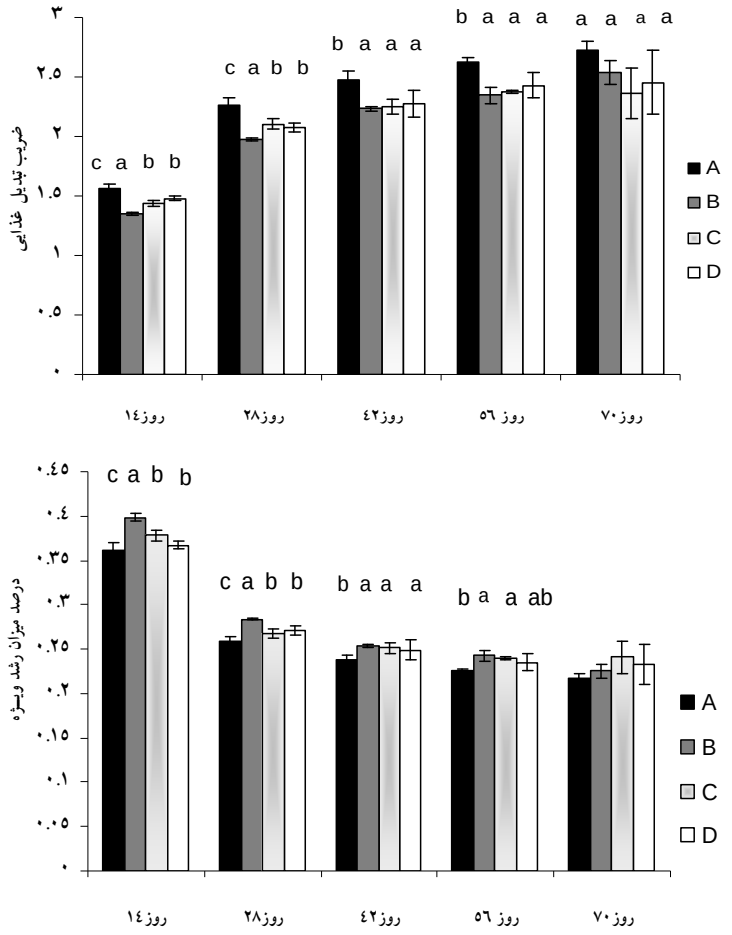
۱. هزینه تمام شده = هزینه غذای مصرف شده برای افزایش ۱ کیلوگرم وزن در ماهی.

۲. شاخص سود = ارزش هر کیلوماهی/ هزینه تمام شده، (ریال ۳۰۰۰۰ = هر کیلو ماهی).

اختلاف معنی‌داری در بین جیره‌های حاوی مکمل سین‌بیوتیک با یکدیگر و با جیره شاهد مشاهده شد (P<۰/۰٥). شاخص سود در جیره‌های حاوی مکمل سین‌بیوتیک در مقایسه با جیره شاهد افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد (P<۰/۰٥)، همچنین اختلاف معنی‌داری در بین جیره‌های حاوی مکمل با یکدیگر مشاهده شد (P<۰/۰٥).



شکل ۱- روند تغییرات رشد وزنی و رشد طولی در تیمارهای مختلف در طول دوره آزمایش (Mean±S.D)



شکل ۲- روند تغییرات ضریب تبدیل غذایی و روند ضریب رشد ویژه در تیمارهای مختلف در طول دوره آزمایش (Mean±S.D)

بحث و نتیجه‌گیری

از زمان نخستین استفاده از پروبیوتیک‌ها یا پری‌بیوتیک‌ها در آبزی‌پروری، مطالعات فراوانی توانایی افزایش میزان رشد و ارتقاء سلامت را در این حیوانات به اثبات رسانده است (Lara-Flores و همکاران، ۲۰۰۳؛ Carnevali و همکاران، ۲۰۰٤؛ Macey و Coyne، ۲۰۰۵؛ Wang و همکاران، ۲۰۰۵؛ Wang و Xu، ۲۰۰٦؛ Wang، ۲۰۰۷؛ Staykov، ۲۰۰٤). در مطالعه حاضر برای نخستین بار نشان داده شد که ارائه مکمل غذایی سین‌بیوتیک بر روی بچه‌ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)، که حاوی هر دو ترکیب پرو/ پری‌بیوتیک می‌باشد، بهبود عملکرد رشد و بهره‌برداری از غذا را در آن‌ها منجر می‌شود. اثرات میکروبی از طریق پری‌بیوتیک‌ها نقش مشخصی را در ارتقاء عملکرد موجود در فرایندهای متعددی شامل رشد، هضم، ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌ها در موجود میزبان بازی می‌کند که تأثیر مثبت ترکیب آن‌ها در انسان‌ها (Van Loo و همکاران، ۲۰۰۵) و سایر پستانداران (Roller و همکاران، ۲۰۰٤b) به اثبات رسیده است. در میان باکتری‌های اسید لاکتیک، بعضی از سویه‌های *E. facium* غیربیماری‌زا، با توانایی تولید اسید لاکتیک می‌باشند (Lewenstein، ۱۹۷۹؛ Herranz و همکاران، ۲۰۰۱). پروبیوتیک‌های تهیه شده از *Enterococcus. facium* در مدیریت حیواناتی مانند خوک‌ها (Taras و همکاران، ۲۰۰٦؛ Scharek و همکاران،۲۰۰۵؛

Macha و همکاران، ۲۰۰٤) و ماکیان (Vahjen و همکاران، ۲۰۰۲) بسیار مفید واقع شده‌اند. باکتری‌های اسید لاکتیک ساکنین مؤثری از اکوسیستم روده ماهی را از طریق تولید باکتریوسین‌ها ارایه می‌دهند، که از رشد پاتوژن‌های خاصی در ماهی جلوگیری می‌کنند بنابراین اثرات مثبتی در میکروفلورهای میزبان دارند (Ringø و همکاران، ۱۹۹۸). باکتری مورد استفاده در آزمایش حاضر *Enterococcus facium* lmb52 با کمک پری‌بیوتیک فرکتو الیگو- ساکارید باعث بهینه‌سازی جمعیت میکروبی روده بچه‌ماهی سفید دریای خزر شدند. به این ترتیب که از طریق اضافه کردن آن‌ها به جیره غذایی دست‌ساز منجر به کلنیزه شدن آن در دستگاه گوارش از طریق رقابت با میکروفلورهای روده شده و موجب تشکیل و تثبیت کلنی مؤثری می‌شوند. تشکیل یک کلنی غالب با ارایه باکتری‌های اسید لاکتیک در بچه‌ماهیان از نتایج جالب توجه آزمایشات Ringø و Gatesoupe (۱۹۹۸) بوده است.

با مقایسه نتایج در پایان دوره آزمایش حاضر بین تیمارهایی که در آن بچه‌ماهیان از جیره حاوی مکمل سین‌بیوتیک تغذیه شده بودند با تیمار شاهد نشان از بهبود شاخص‌های رشد در بچه‌ماهیان این تیمارها دارد، به‌طوری‌که بچه‌ماهیان تیمار B که از جیره غذایی حاوی ۲ گرم بر کیلوگرم سین‌بیوتیک تغذیه شدند نسبت به سایر تیمارها بهترین عملکرد را نشان دادند. در نمودار تغییرات رشد وزنی (شکل ۱) وجود اختلاف وزنی در بین تیمارها از روز ۲۸ آزمایش قابل مشاهده است، به‌طوری‌که که با سپری شدن از زمان شروع آزمایش و تغذیه بچه‌ماهیان سفید از مکمل Biomin®Imbo هم‌زمان با تکامل دستگاه گوارش و آداپته شدن میکروفلورهای دستگاه گوارش با جیره غذایی ارائه شده، باکتری‌های موجود در سین‌بیوتیک‌ها موفق به رقابت با میکروفلورهای موجود در روده شده و منجر به تشکیل کلنی مؤثری می‌شوند. در نتیجه تأثیر مکمل غذایی سین‌بیوتیک بر کارایی دستگاه گوارش و در هضم و جذب جیره‌های غذایی حاوی آن بیش‌تر شده است که این امر در نهایت منجر به بهبود کلیه شاخص‌های رشد در بچه‌ماهیان که از جیره حاوی مکمل تغذیه شدند، می‌گردد. البته در این رابطه تأثیر سن بچه‌ماهیان و به موازات آن تکامل دستگاه گوارش آن‌ها را در افزایش میزان تغذیه و قابلیت هضم مواد غذایی استفاده شده نباید نادیده گرفت. با بررسی نمودار تغییرات رشد طولی (شکل ۱)، بهبود رشد طولی در تیمارهای آزمایشی حاوی سین‌بیوتیک به‌خصوص در تیمار B با گذشت از زمان آزمایش قابل مشاهده است، البته فقط در روز هفتادم اختلاف معنی‌داری در طول بچه‌ماهیان بین تیمارهای حاوی مکمل غذایی و شاهد مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). این می‌تواند نشان‌دهنده این موضوع باشد که مدت زمان آزمایش برای نشان دادن تأثیر مکمل سین‌بیوتیک برای رشد طولی در بچه‌ماهیان کافی نمی‌باشد. با بررسی روند تغییرات ضریب رشد ویژه در طول آزمایش (شکل ۲) مشاهده می‌شود رشد بچه‌ماهیان از روز چهاردهم به بعد در تیمارهای که به آن مکمل سین‌بیوتیک ارائه شده به‌میزان قابل‌ملاحظه‌ای در مقایسه با تیمار شاهد بهبود می‌یابد از آنجا که باکتری‌ها می‌توانند فعالیت هضم را به‌واسطه تولید ویتامین‌ها و کوفاکتورها یا از طریق بهبود فعالیت‌های آنزیمی ارتقاء دهند (Gatesoupe، ۱۹۹۹)، بنابراین وجود مکمل سین‌بیوتیک Biomin®Imbo در جیره غذایی را می‌توان عامل این عملکرد مثبت بچه‌ماهیان در این ویژگی دانست. همچنین این نتایج را می‌توان به تأثیر مثبت پروبیوتیک *Enterococcus facium* و پری‌بیوتیک فورکتواولیگوساکارید موجود در Biomin®Imbo نسبت داد. نتایج مشابهی برای

کپور ماهیان با پـروبیوتیک *Streptococcus faecium* (Bogut و همکاران، ۱۹۹۹؛ Noh و همکاران، ۱۹۹٤) بـه‌دسـت آمـد. در بـررسی انجـام شـده تـوسـط Li و همکاران (۲۰۰۸) بر روی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) با استفاده از پروبیوتیک تجاری *Enterococcus faecium* ZJ4 افزایش معنی‌دار در وزن نهایی و افزایش نسبی روزانه وزن بدن مشاهده شد. باکتری‌های پروبیوتیک می‌توانند آنزیم‌های گوارشی مانند آمیلاز، پروتئاز و لیپاز را در دستگاه گوارش افزایش دهند (Lee و Lee، ۱۹۹۰). در کل میزان وزن نهایی و نرخ رشد ویژه در ماهیان جوان تحت‌تأثیر تأمین نیازهای غذایی و مدیریت تغذیه‌ای ماهی می‌باشد. در مطالعات صورت گرفته روی کپور ماهیان (Ogino و Saito، ۱۹۷۰)، کپور علفخوار (Dabrowski، ۱۹۷۷)، فیتوفاگ (Singh، ۱۹۹۰) و ماهی سفید دریای خزر (Haghighi، ۲۰۰٦) مشاهده شد ماهیانی که از میزان بازده پروتئین بالاتری برخوردار بودند میزان رشد پایین‌تری را نشان می‌دهند، اما برخلاف این نتایج در مطالعه حاضر تیمارهای که دارای میانگین بازده پروتئین بالاتری بودند، میزان رشد بچه‌ماهیان در آن‌ها بیش‌تر بود. با در نظر گرفتن این نکته که جیره‌های غذایی در تمامی تیمارها حاوی پروتئین یکسان می‌باشند، بنابراین می‌توان استفاده از مکمل غذایی سین‌بیوتیک در جیره غذای بچه‌ماهیان را عامل اصلی این رویکرد مثبت در رشد دانست که در نهایت منجر به کاهش هزینه تمام شده می‌شود. در مطالعات Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) بر روی تیلاپیای نیل مشاهده شده که مکمل کردن جیره غذایی با پروبیوتیک‌ها به‌طور معنی‌داری مصرف پروتئین (PER) را در تیلاپیا بهبود داده است. بهینه شدن مصرف پروتئین در طول مدت غذادهی، با توجه به این‌که پروتئین مواد غذایی ماده گرانی می‌باشند، بسیار بااهمیت است. پس می‌توان گفت که سین‌بیوتیک موجود جیره‌ها، در هیدرولیز پروتئین‌ها و استفاده بهینه از پروتئین‌ها و در نهایت افزایش راندمان پروتئینی نقش مثبتی داشتند. در بررسی روند تغییرات ضریب تبدیل غذایی (شکل ۲) نیز ملاحظه می‌شود ضریب تبدیل غذایی ماهیانی که از جیره‌های حاوی سین‌بیوتیک تغذیه شدند، با نزدیک شدن، به انتهای آزمایش بهبود می‌یابد، به‌طوری‌که در روز هفتادم اختلاف معنی‌داری برخلاف مقاطع ابتدایی آزمایش در میانگین ضریب تبدیل غذایی این جیره‌ها دیده نمی‌شود ($P>0/05$). مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد پروبیوتیک مورد استفاده در این آزمایش (*Enterococcus faecium*) به کمک فرکتو الیگو ساکارید موجود در مکمل سین‌بیوتیک در روده آبزی مورد مطالعه، از طریق ترشح مواد خارج سلولی نظیر آنزیم‌های گوارشی باعث هضم و جذب بهتر غذا در روده شده‌اند. مشابه چنین نتایجی در مطالعات صورت گرفته بر روی باسیلوس‌های گرم مثبت ایزوله شده از روده ماهی روهو (*labeo rohita*) مشاهده شد. این باکتری‌ها دارای آنزیم‌های خارج‌سلولی بوده و از طریق فعالیت‌های آمیلولیتیک، سلولولیتیک، پروتولیتیک و لیپولیتیک خارج‌سلولی و تخمیر مواد غذایی، کارایی مصرف (اتولیز) غذا را افزایش داده و ضریب تبدیل غذایی را کاهش دادند (Ghosh و همکاران، ۲۰۰۳). هر گاه غذای مصرفی برای ماهی مطلوب باشد میزان مصرف غذا به‌ازای واحد وزن کاهش می‌یابد (Hepher، ۱۹۸۸). در مطالعات Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) بر روی تیلاپیای نیل بهترین ضریب تبدیل غذایی در غذای مکمل شده با پروبیوتیک‌های *S. faecium* و *S. cerevisiae* مشاهده شد و پیشنهاد شد که پروبیوتیک‌ها بهره‌برداری از غذا را حتی در شرایط استرس نیز افزایش می‌دهند. همچنین در

مطالعات Yanbo و همکاران (۲۰۰۶) بر روی کپور معمولی با افزودن مکمل پروبیوتیک در غذا افزایش فعالیت‌های آنزیمی مشاهده شده است. نتایج به‌دست آمده در پایان دوره آزمایش حاضر نشان می‌دهد که افزودن ۲ گرم بر کیلوگرم سین‌بیوتیک به جیره غذایی سبب افزایش بازده غذایی به‌میزان ۴۷/۳ درصد در مقابل ۳۷/۸ درصد تیمار شاهد که از جیره غذایی فاقد مکمل استفاده می‌کند، می‌شود. بیش‌ترین مقدار دریافت غذای روزانه در بچه‌ماهیان تیمار شاهد که فاقد مکمل غذایی بودند مشاهده شده است و با ارایه مکمل Biomin®Imbo میزان دریافت غذای روزانه کاهش یافته است که این امر حاکی از کارایی بالاتر جیره‌های حاوی مکمل در مقایسه با جیره‌های غذایی فاقد سین‌بیوتیک می‌باشد که در نهایت منجر به کاهش هزینه‌ها می‌شود. در مطالعه‌ای بر روی ماهیان جوان تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) نشان داده شد که با افزایش سطوح پری‌بیوتیک مانان الیگوساکارید در جیره مصرفی مقدار غذای روزانه کاهش می‌یابد (Sado و همکاران، ۲۰۰۸). طی مقایسه‌ای که در مورد فاکتور وضعیت در انتهای دوره در بین تیمارهای مختلف صورت پذیرفت، مشاهده گردید بیش‌ترین میزان فاکتور وضعیت مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار B بوده است. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده این مطلب باشد که اضافه کردن مکمل سین‌بیوتیک منجر به بهبود عملکرد جیره غذایی و کاهش ذخیره چربی در بدن بچه‌ماهیان تیمارهای حاوی مکمل می‌شود.

با توجه به جدول هزینه- سود (جدول ٤)، با این‌که جیره شاهد از کم‌ترین هزینه در هر کیلو جیره در بین تیمارهای آزمایشی برخوردار است، ولی در پایان آزمایش مشاهده می‌شود که هزینه تمام شده برای افزایش ۱ کیلو وزن در ماهی در این جیره در مقایسه با جیره‌های آزمایشی که در آن از مکمل Biomin® imb استفاده شد، بیش‌تر می‌باشد. اما در جیره‌های حاوی مکمل اگرچه میزان هزینه جیره در هر کیلو افزایش می‌یابد، ولی در نهایت منجر به کاهش میزان هزینه تمام شده به‌ازای ۱ کیلوافزایش وزن و افزایش شاخص سود می‌گردد. هزینه تمام شده در جیره‌های آزمایشی که با سین‌بیوتیک Biomin® imb مکمل شده است در مقایسه با جیره شاهد کاهش یافته است (جدول ٤). همچنین شاخص سود نیز در جیره‌های آزمایش که با سین‌بیوتیک Biomin® imb مکمل شده است به‌میزان ۱۵، ۱۰ و ٤ درصد به‌ترتیب در مورد تیمارهای B، C و D در مقایسه با جیره شاهد ارتقاء یافته است (جدول ٤)، نتایج مشابهی توسط El-Haroun و همکاران (۲۰۰۶) بر روی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) که در جیره غذایی آن‌ها از مکمل تجاری Biogen استفاده شد، مشاهده گردید.

در پایان می‌توان نتیجه گرفت که ترکیبی از پروبیوتیک و پری‌بیوتیک به‌خصوص برای بهبود میکروفلورهای روده ماهیان که نسبت به موجودات خشکی‌زی بسیار بیش‌تر تحت‌تأثیر شرایط محیطی‌اند، می‌تواند مفید واقع شود. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در این پژوهش نشان داده شد که استفاده از مکمل غذایی Biomin® Imb منجر به کاهش هزینه تمام شده در جیره غذایی بچه‌ماهیان سفید و افزایش شاخص رشد گردید. بنابراین استفاده از این مکمل غذایی در مراکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهی سفید با توجه به این‌که غذا سهم بالایی در هزینه کل تولید را به خود اختصاص می‌دهد که در نهایت منجر به کاهش هزینه‌های تولید می‌گردد، توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

کمال تشکر و قدردانی خود را نسبت به زحمات فراوان کارکنان پژوهشکده آب‌های داخلی بندرانزلی و همچنین تشکر ویژه از جنای آقای مهندس حسن مقصودی به سبب کمک‌های بی‌دریغش در طول انجام این مطالعه ابراز می‌داریم.

منابع

AOAC (Association of Official Analyatical Chemists), 1998. Official Methods of Analysis, 16th ed. AOAC, *Washington*, DC, USA, 1141p.

Bogut, I., Milakovic, Z., Bukvic, Z., Brkic, S. and Zimmer, R., 1999. Influence of probiotic *Streptococcus faecium* M74 on growth and content of intestinal microflora in carp *Cyprinus carpio*. Czech J. Anim. Sci. 43, 231-235.

Carnevali, O., Zamponi, M.C., Sulpizio, R., Rollo, A., Nardi, M., Orpianesi, C., Silvi, S., Caggiano, M., Cho, C.Y. and Kaushik, S., 1990. Nutritional energetic in fish, energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*).World Review of Nutrition and Dietetics 61, 132-172.

Dabrowski, K., 1977. Protein requirements of grass carp fry (*Ctenopharyngodon idella Val*.) Aquaculture 12, 63-73.

El-Haroun, E.R., Goda, A.S., Kabir, A.M. and Chowdhurry, M.A., 2006. Effect of dietary probiotic Biogen® supplementation as a growth promoter on growth performance and feed utilization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (L.). Aquacult. Res. 37, 1473-1480.

Gatesoupe, F.J., 1999. The use of probiotics in aquaculture. Aquaculture 180, 147-165.

Gatlin, D.M., 2002. Nutrition and fish health, In: Fish Nutrition, (eds) Halver, J.E., and Hardy, R.W., Academic press, San Diego, CA, 760p.

Ghosh, K., Sen, S.K. and Ray, A.K., 2003. Supplementation of an isolated fish gut bacterium, *Bacillus circulans*, in formulated diets for rohu, *Labeo rohita*, fingerlings. Israeli J. Aquacult. 55, 13-21.

Gibson, G.R. and Roberfroid, M.B., 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. J. Nut. 125, 1401-1412.

Haghighi, D.T., 2006. Embryonic development and nutritional requiremenets of caspian kutum(*Rutilus frisii kutum*) fry. Ph.D. Thesis. Putra Malaysia universitiy, Putra, Malaysia.

Hepher, B., 1988. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge Univ. Press, Cambridge, Great Britain, 388p.

Herranz, C., Casaus, P., Mukhopadhyay, S., Martínez, J.M., Rodríguez, J.M., Nes, I.F., Hernández, P.E. and Cintas, L.M., 2001. *Enterococcus faecium* P21: a strain occurring naturally in dry-fermented sausages producing the class II bacteriocins enterocin and enterocin B. Food Microbiol. 18, 115-131.

Lara-Flores, M., Olvera-Novoa, M.A., Guzmán-Méndez, B.E. and López-Madrid, W., 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture 216, 193-201.

Lee, S.Y. and Lee, B.H., 1990. Esterlytic and lipolytic activities of *Lactobacillus caseisubspcasei* L129. Food Sci. 55, 119.

Lewenstein, A., 1979. Biological properties of SF68, a new approach for the treatment of diarrheal diseases. Curr. Ther. Res. 26, 967-981.

Li, W.F., Wang, Y.B., Tian, Z.Q. and Yao, J.T., 2008. Effect of probiotics, *Enteroccus faecium*, on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. Aquaculture 277, 203-207.

Macey, B.M. and Coyne, V.E., 2005. Improved growth rate and disease resistance in farmed *Haliotis midae* through probiotic treatment. Aquaculture 245, 249-261.

Macha, M., Taras, D. and Vahjen, W., 2004. Specific enumeration of the probiotic strain *enterococcus faecium* NCIMB 10415 in the intestinal tract and in faeces of piglets and sows. Arch. Anim. Nutr. 58, 443-452.

New, M.B., 1987. Feed and feeding of fish and shrimp, *ADCP/*REP/87/26, FAO/UNDP, Rome.

Noh, S.H., Han, K., Won, T.H. and Choi, Y.J., 1994. Effect of antibiotics, enzyme, yeast culture and probiotics on the growth performance of Israeli carp. Korean J. Anim. Sci. 36, 480-486.

Ogino, C. and Saito, K., 1970. Protein nutrition in fish. I. The utilization of dietary protein by young carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 36, 250-254.

Puupponen-Pimia, R., Aura, A.M., Oksman-Caldentey, K.M., Mylla rinen, P., Saarela, M. and Mattila-Sanholm, *et al*., 2002. Development of functional ingredients for gut health. Trends Food Sci. Technol. 13, 3-11.

Ringø, E. and Gatesoupe, F.J., 1998. Lactic acid bacteria in fish: a review. Aquaculture 160, 177-203.

Ringø, E., Bendiksen, H.R., Gausen, S.J., Sundsfjord, A. and Olsen, R.E., 1998. The effect of dietary fatty acids on lactic acid bacteria associated with the epithelial mucosa and from faecalia of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. J. Appl. Microbiol. 85, 855-864.

Roller, M., Rechkemmer, G. and Watzl, B., 2004b. Prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the oligofructose in combination with the probiotics *lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterrium lactis* modulates intestinal immune function in rate. *J. Nutr*. 134, 153-156.

Sado, R.J., Bicudo, A.J.D.A. and Cyrno, J.E.P., 2008. Feeding dietary mannanoligosaccharid to juvenile nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption, World Aquaculture Society 39, 821-826.

Salehi, H., 1999. A Strategic analysis of carp culture development in Iran, Ph.D. Thesis, University of Stirling. Stirling, UK, 328p.

Scharek, L., Guth, J., Reiter, K., Weyrauch, K.D., Taras, D., Schwerk, P., Schierack, P., Schmidt, M.F.G., Wieler, L.H. and Tedin, K., 2005. Influence of a probiotic *Enterococcus faecium* strain on development of the immune system of sows and piglets. Vet. Immunol. Immunopathol. 105, 151-161.

Singh, B.N., 1990. Protein requirement of young silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*. Journal freashwater Biology 2, 89-95.

30.Staykov, Y., 2004. The influence of Bio-Mos on growth rate and immune status of common carp (*Cyprinus carpio*). In: Alltech's second annual aquaculture meeting. Dunboyne, Co. Meath. November, oral communication.

Tacon, A.G.J., 1990. Standard Method for Nutritional and feeding of farmed fish and shrimp. Argent laboratories Press, pp. 4-27.

Taras, D., Vahjen, W. and Macha, M., 2006. Performance, diarrhea incidence, and occurrence of Escherichia coli virulence genes during long-term administration of a probiotic *Enterococcus faecium* strain to sows and piglets. Anim. Sci. 84, 608-617.

Vahjen, W., Jadamus, A. and Simon, O., 2002. Influence of a probiotic *Enterococcus faecium* stain on selected bacterial groups in the small intestine of growing turkey poults. Arch. Anim. Nutr. 56, 419-429.

Van Loo, J., Clune, Y., Bennett, M. and Collins, J.K., 2005. The SYNCAN project: goals, set up, first results and setting of the human intervention study. *Br. J. Nutr*. 93, 1. 91-98.

Wang, Y.B., 2007. Effect of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture 269, 259-264.

Wang, Y.B. and Xu, Z.R., 2006. Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. Anim. Feed Sci. Technol. 127, 283-292.

Wang, Y.B., Xu, Z.R. and Xia, M.S., 2005. The effectiveness of commercial probiotics in Northern White Shrimp (*Penaeus vannamei* L.) ponds. Fish. Sci. 71, 1034-1039.

Yanbo, W. and Zirong, X., 2006. Effect of probiothc for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzymes activities. Animal Feed Science and Technology 127, 283-292.

Journal of Fisheries
Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 4, No. 3, November 2010

The effect of different levels of Biomin® Imbo synbiotic on growth and, survival of *Rutilus frisii kutum* fry

D.T. Haghighi[1], M. Fallahi[2] and *Y. Abdollahtabar[3]
[1, 2]Inland Water Aquaculture Research Center, Bandar Anzali,
[3]Dept. of Fisheries, Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran

Abstract

The aim of present study was to evaluate the effect of different levels of symbiotic (Biomin® Imbo) on growth, survival, body composition and food cost of Caspian Roach (*Rutilus frisii kutum*) fry. This experiment conducted in a completely random design with four treatments which contain triplicates. Three levels of symbiotic (2 gr/kg, 4 gr/kg and 6 gr/kg of ration) (Biomin® Imbo) were added to the basic diet. Fish fry were fed by experimental diets thrice a day at 10% of body weight for 70 days. Kutum fry (average individual weight, 623±6 mg) were randomly distributed with density of 2 fish/l into twelve 100 liter fiberglass tanks. The results indicated that fry which had been fed on the basal diet showed lesser production efficiency comparison other treatments. Adding synbiotic to diet had positive significant effects on the growth factors (final weight, weight gain, specific growth rate, feed conversation ration, protein efficiency ratio, feed efficiency and daily feed intak). But food convertion ratio showed significant decreas. No significant difference in the condition factor was observed. Adding synbioic except protein has not significant difference in other body composition. Ultimately, when all variables was considered, synbiotic Biomin Imbo inclusion to diets leads to reduce significant incidence feed cost and increase significant profit index.

Keywords: Probiotic, Prebiotic, Caspian Sea, Symbiotic, *Rutilus frisii kutum*

* Corresponding Author; Email: cetacea399@gmali.com