

# تأثیر پروبیوتیک تجاری مولتی بهسیل بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه و کیفیت لاشه

## ماهیان جوان قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

سوزان نصیری پور، حجت‌الله جعفریان\*، حسنا قلی پور کنعانی، محمد هرسیج

گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، گلستان، ایران.

\*نویسنده مسئول: [hojat.jafaryan@gmail.com](mailto:hojat.jafaryan@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۲

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۲۹

### چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر محصول تجاری پروبیوتیکی مولتی بهسیل شامل مخلوطی از چندین گونه از لاکتوباسیلوس و باسیلوس‌های پروبیوتیکی، مخمر و میکروارگانیزم‌های پروبیوتیکی دیگر بر عملکرد رشد و تغذیه ماهیان جوان قزل‌آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از طریق مکمل سازی جیره‌های غذایی بود. برای این منظور تعداد ۶۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلا با میانگین وزنی  $19/08 \pm 0/65$  گرم به‌طور تصادفی به ۱۲ قفس توری (با اندازه  $1 \times 0/6 \times 0/6$  متر با تراکم ۵۰ قطعه ماهی در هر قفس و با جاگذاری شده در استخرهای بتونی آبگذر) معرفی شدند. این آزمایش در قالب یک طرح آزمایشی کاملاً تصادفی و با یک گروه شاهد و سه تیمار آزمایشی M1، M2 و M3 انجام شد. در تیمارهای آزمایشی ماهیان به ترتیب با جیره‌های مکمل شده با پروبیوتیک تجاری مولتی بهسیل در سطوح ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به مدت ۴۵ روز تغذیه شدند. در پایان آزمایش وزن و طول نهایی، میانگین رشد روزانه و کارایی تبدیل اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با گروه شاهد نشان دادند ( $P > 0/05$ ). اختلاف در نرخ رشد ویژه، ضریب رشد حرارتی و کارایی ابقاء انرژی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نگردید ( $P < 0/05$ ). در حالی‌که پروتئین خام (۱۹/۷۱ درصد) و چربی خام (۷/۴۴ درصد) در تیمار M3 در مقایسه با گروه شاهد (پروتئین خام ۱۸/۵۳ درصد و چربی خام ۷/۱۷ درصد) افزایش معنی‌داری داشت ( $P > 0/05$ ). نتایج نشان داد که سطوح مختلف پروبیوتیک مولتی بهسیل در پرورش ماهیان قزل‌آلی جوان تأثیرات متفاوتی را بر عملکرد رشد و تغذیه در این ماهی داشت.

واژگان کلیدی: پروبیوتیک، غذادهی، قزل‌آلی رنگین‌کمان، پروتئین خام، کارایی ابقاء انرژی.

### مقدمه

آنزیم‌ها، تحریک و افزایش کارایی سیستم ایمنی، افزایش فعالیت‌های گوارشی و آنزیمی و به‌دنبال آن افزایش رشد و توسعه سطوح غذایی می‌شود (Gatesoupe, 1999). همچنین باکتری‌های پروبیوتیکی موجود در دستگاه گوارش ماهی، سبب افزایش ساخت و ترشح آنزیم‌های گوارشی در میزبان می‌شوند که در نهایت منجر به افزایش قابلیت هضم چربی و پروتئین‌های موجود در جیره غذایی شده و کارایی تغذیه و متعاقب آن، رشد را در ماهی میزبان به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد (Ziaei-Nejad et al., 2006). تا به امروز مطالعات گسترده‌ای در خصوص تأثیر افزودن ترکیبات پروبیوتیکی بر پارامترهای رشد، تغذیه و کیفیت لاشه در گونه‌های مختلف ماهیان بررسی‌های مختلفی صورت گرفته است که در بعضی از این مطالعات شاهد بهبود این پارامترها بوده‌ایم (جعفریان و همکاران، ۱۳۸۵؛ Bairagi et

در طول دو دهه گذشته اهمیت تغذیه آبزبان به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است، که عمدتاً به‌دلیل افزایش تقاضای جهانی برای دسترسی به تولیدات آبری‌پروری است. هدف اصلی کلیه روش‌ها و ترفندها در صنعت آبری‌پروری دسترسی به حداکثر میزان رشد و بازماندگی است که در کوتاه‌ترین زمان ممکن منجر به حداکثر میزان تولید گردد. غذا و مدیریت تغذیه آبزبان پرورشی در دسترسی به حداکثر میزان رشد و تولید، نقش کلیدی دارند (Somanath et al., 2000). در این بین پروبیوتیک‌ها یکی از جنبه‌های مطالعاتی در تغذیه ماهیان هستند که تعاریف گسترده و مختلفی در خصوص آن‌ها بیان شده است (Jafaryan et al., 2008). به‌کارگیری این محصولات در جیره غذایی ماهی باعث ایجاد تعادل میکروبی روده، ساختن ترکیبات مفید از جمله ویتامین‌ها و برخی

پارامترهای رشد، تغذیه و ترکیبات شیمیایی لاشه در این گونه از ماهی این آزمایش طراحی و اجراء گردد.

### مواد و روش‌ها

**ماهی و شرایط پرورش:** مطالعه حاضر در اواخر ماه بهمن تا اواسط اسفندماه سال ۱۳۹۶ به مدت ۴۵ روز در کارگاه خصوصی پرورش ماهیان سردآبی هامون واقع در استان گلستان، شهرستان آزادشهر (در فاصله ۳۵ کیلومتری استان سمنان) انجام شد. بدین منظور، برای شروع کار، تعداد ۶۰۰ قطعه ماهی جوان قزل‌آلا با میانگین وزنی (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)  $19/08 \pm 0/65$  گرم از یکی از مراکز تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا (هراز، ایران) تهیه و پس از انتقال به کارگاه پرورش ماهی باگذشت یک دوره یک‌هفته‌ای جهت سازگاری بچه ماهیان با شرایط جدید و جیره پایه، به شکل تصادفی به ۱۲ قفس توری (هر یک با ابعاد  $1 \times 0/6 \times 0/6$  مترجاگذاری شده در چهار استخر آبراه‌ای بتونی) در قالب ۴ تیمار (هر یک با سه تکرار) و تراکم ۵۰ قطعه ماهی جوان قزل‌آلا در هر تکرار معرفی شدند. در تحقیق حاضر در گروه شاهد ماهیان قزل‌آلا رنگین کمان جوان از جیره غذای تجاری شرکت تعاونی تولیدی فرادانه بدون مکمل سازی با پروبیوتیک تغذیه نمودند و در تیمارهای آزمایشی M1، M2 و M3 به ترتیب از جیره‌های آزمایشی مکمل شده با میزان ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی، تغذیه گردیدند.

**پروبیوتیک مورد استفاده:** در این مطالعه جهت مکمل سازی جیره‌های غذایی از پروبیوتیک تجاری مولتی بهسیل (ایران، کرج) استفاده گردید. این محصول تجاری حاوی  $1 \times 10^{11} \text{ CFU} \cdot \text{g}^{-1}$  مخلوط پروبیوتیک های *L. acidophilus*، *L. casei*، *L. plantarum*، *Bacillus*، *L. rhamnosus*، *L. delbrueckii*، *Streptococcus*، *B. subtilis*، *lichiniformis*، *Bifidobacterium*، *bifidum*، *salivarius*، *Enterococcus*، *faecium*، *L. lactis* و مخمر *Aspergillus oryzae* و مخمر

Ziaei- Irianto and Austin, 2002؛ *al.*, 2002؛ Ye؛ Bagheri *et al.*, 2008؛ Nejad *et al.*, 2006؛ *et al.*, 2011) و در مقابل نتایج برخی دیگر حاکی از بی‌اثر بودن پروبیوتیک‌ها بر پارامترهای مذکور می‌باشد (مرشدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Huang *et al.*, 2015؛ Allameh *et al.*, 2016). در همین ارتباط در یکی از این مطالعات صورت گرفته، استفاده از باسیلوس‌های پروبیوتیکی در جیره غذایی لاروهای فیل‌ماهی (*Huso huso*) موجب بهبود کارایی تغذیه و بازده رشد در این گونه گردید (جعفریان، ۱۳۸۵). سهندی و همکاران (۱۳۹۳) نیز در مطالعه خود ثابت کردند که پارامترهای رشد، تغذیه و ترکیبات شیمیایی لاشه در لاروهای ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به‌طور معنی‌داری به‌دنبال تغذیه با پروبیوتیک‌های بیفیدوباکتر شامل دو گونه باکتریایی *B. lactis* و *Bifidobacterium animalis* افزایش می‌یابد. همچنین قلجایی‌فرد و همکاران (۱۳۹۵) نیز با به‌کارگیری باکتری اسیدلاکتیک جداسازی شده از رودی ماهیان قزل‌آلا رنگین‌کمان شاهد افزایش عملکردهای رشد، تغذیه و بهبود شاخص‌های شیمیایی لاشه در بچه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با این پروبیوتیک بودند. همچنین استفاده از پروبیوتیک *Lactobacillus plantarum* منجر به بهبود وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نرخ کارایی پروتئین و همچنین کاهش معنی‌دار رطوبت، چربی خام، کربوهیدرات و خاکستر و افزایش معنی‌دار پروتئین خام لاشه بچه گربه‌ماهیان (*Clarias gariepinus*) گردید (Nwanna *et al.*, 2017). بنابراین با توجه به اهمیت بالای ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گونه دارای ارزش تجاری بالا در صنعت پرورش ماهیان سردآبی کشور، در مطالعه حاضر سعی گردید با به‌کارگیری یک محصول پروبیوتیکی تجاری ساخت کشور ایران و بررسی تأثیر مخلوط چندین گونه از لاکتوباسیلوس و باسیلوس‌های پروبیوتیکی موجود در آن، تحت عنوان محصول تجاری مولتی بهسیل و با هدف ارتقاء

شاخص‌های رشد و تغذیه بر اساس منابع موجود با استفاده از معادلات ریاضی مربوطه محاسبه شدند.

**آنالیز لاشه:** جهت تعیین آنالیز تقریبی لاشه تعداد ۶ عدد بچه‌ماهی به ازای هر تیمار در پایان دوره آزمایش (۴۵ روز) پس از تحمل ۲۴ ساعت گرسنگی به‌طور تصادفی صید و در کیسه‌های پلاستیکی مجزا درون محفظه‌ای پوشیده از یخ به آزمایشگاه تغذیه دام مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان جهت تعیین ترکیبات شیمیایی لاشه منتقل شد در آزمایشگاه، جهت تعیین میزان رطوبت لاشه از آن با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، میزان فیبر خام (سنجش الیاف) به روش فیبریتهیک به‌وسیله دستگاه فیبرسنج و بعد از استخراج چربی و رقیق‌سازی در اسید (اسید سولفوریک ۰/۲ نرمال) و سپس جوشاندن در باز (هیدروکسید سدیم (سود) ۰/۳ نرمال)، چربی خام از طریق حل کردن چربی در حلال اتر و تعیین مقدار آن به روش سوکسله با استفاده از روش سوکسله، پروتئین خام به روش کج‌لدال و از طریق تعیین نیتروژن کل و ضرب آن در عدد ۶/۲۵ و انرژی خام با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر طبق روش کار استاندارد (۱۹۹۰) AOAC محاسبه گردیدند. جهت اندازه‌گیری کربوهیدرات، با انرژی حاصل از مواد غیر از ته (NFE) به کمک معادله مربوطه محاسبه گردید (AOAC, 2005)

NFE = (پروتئین خام + چربی خام + خاکستر + رطوبت) - ۱۰۰

**آنالیز آماری:** تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات شیمیایی لاشه پس از تأیید نرمال بودن نتایج از طریق انجام آزمون Kolmogorov-Smirnov با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way analysis of variance ANOVA) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن جهت مقایسه میانگین بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS (v:19) و Excel در محیط ویندوز صورت گرفت.

*Saccharomyces cerevisiae* به‌عنوان اجزای اصلی تشکیل‌دهنده این محصول تجاری به همراه مقادیر مختلفی از اینولین، بتائین و باکتری‌های تولیدکننده آنتی‌بیوتیک باسی تریپسین می‌باشد.

**تهیه و آماده‌سازی جیره‌های غذایی:** به‌منظور آماده‌سازی جیره‌های غذایی ابتدا مقدار غذا برای کل دوره آزمایش (۴۵ روز) برای هر تیمار محاسبه شد. سپس میزان پروبیوتیک مورد نیاز برای هر تیمار پس از پودر کردن درون هاون چینی و اضافه کردن مقدار مشخصی آب مقطر (۱۰۰ میلی‌لیتر) درون بشرهای شیشه‌ای جداگانه با استفاده از همزن برقی به مدت ۳ دقیقه به‌خوبی هم‌زده شد و سوسپانسیون پروبیوتیکی تهیه‌شده روی غذای اکستروود (ساخت شرکت تولیدی فردانه) اسپری شد. سه جیره آمایشی با غلظت‌های پروبیوتیک ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره، به ترتیب برای ۳ تیمار آمایشی M1، M2 و M3 در نظر گرفته شدند. جیره ماهیان گروه شاهد بدون مکمل‌سازی با پروبیوتیک بود. جیره‌های آماده‌سازی شده پس از یکنواخت شدن، درون دستگاه خشک‌کن با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد (Ghosh et al., 2003) به مدت ۵ ساعت خشک شدند (دارای ۱۰ درصد رطوبت). سپس تا زمان مصرف در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. مقدار غذای روزانه مصرفی با توجه به درصد وزن بدن (توده زنده) محاسبه و در سه نوبت صبح (ساعت ۸)، بعد از ظهر (ساعت ۱۴) و شب (ساعت ۱۹) به میزان ۴-۵ درصد وزن بدن در اختیار ماهیان قرار گرفت.

**بررسی پارامترهای رشد تغذیه:** به‌منظور بررسی تأثیر پروبیوتیک مورد استفاده بر پارامترهای رشد و تغذیه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان جوان، در انتهای دوره پرورش تمام ماهیان موجود در هر قفس با بکارگیری مقدار ۲۰۰ ppm پودر گل میخک (مهرابی، ۱۳۷۷) بیهوش شدند، سپس طول آن‌ها با استفاده از خط کش مدرج با دقت ۱ میلی‌متر و وزن نهایی آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. در پایان دوره آزمایش و پس از زیست‌سنجی نهایی

جدول ۱ - مقایسه شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده در ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک.

M3	M	M1	شاهد	تیمار	
				پارامتر	
۱۹/۰۸±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۱۹/۰۶±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۱۹/۰۸±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۱۹/۰۷±۰/۱۱ <sup>a</sup>	وزن اولیه (گرم)	
۱۰/۴۷±۰/۱۷ <sup>a</sup>	۱۰/۴۶±۰/۱۷ <sup>a</sup>	۱۰/۴۷±۰/۱۷ <sup>a</sup>	۱۰/۴۹±۰/۱۷ <sup>a</sup>	طول اولیه (سانتی‌متر)	
۱۷/۶۵±۱/۰۷ <sup>b</sup>	۱۷/۸۹±۱/۲۱ <sup>ab</sup>	۱۸/۲۳±۱/۲۹ <sup>a</sup>	۱۷/۶۷±۰/۹۷ <sup>b</sup>	طول نهایی (سانتی‌متر)	
۶۶/۲±۱۱/۶۱ <sup>ab</sup>	۶۳/۷±۷/۹۱ <sup>b</sup>	۶۹/۲±۱۲/۱۰ <sup>a</sup>	۶۴/۳±۹/۰۴ <sup>ab</sup>	وزن نهایی (گرم)	
۲۶۷/۸±۶۴/۵ <sup>ab</sup>	۲۵۴/۲±۴۳/۹ <sup>b</sup>	۲۸۴/۶±۶۷/۳ <sup>a</sup>	۲۵۷/۷±۵۰/۳ <sup>ab</sup>	درصد افزایش وزن (درصد) <sup>۱</sup>	
۵/۹۵±۱/۴۳ <sup>ab</sup>	۵/۶۴±۰/۹۷ <sup>b</sup>	۶/۳۳±۱/۴۹ <sup>a</sup>	۵/۷۲±۱/۱۱ <sup>ab</sup>	میانگین رشد روزانه (درصد) <sup>۲</sup>	
۱۵/۴۸±۲ <sup>ab</sup>	۱۲/۶۶±۰/۷۹ <sup>b</sup>	۱۷/۷۳±۲/۱۰ <sup>a</sup>	۱۳/۴۸±۳/۴۱ <sup>ab</sup>	ضریب تغییرات وزنی (درصد) <sup>۳</sup>	
۲/۸۶±۰/۳۹ <sup>a</sup>	۲/۷۹±۰/۲۸ <sup>a</sup>	۲/۹۵±۰/۴۲ <sup>a</sup>	۲/۸۱±۰/۳۱ <sup>a</sup>	نرخ رشد ویژه (درصدوزن بدن در روز) <sup>۴</sup>	
۲/۰۸±۰/۳۵ <sup>a</sup>	۲/۰۲۱±۰/۲۴ <sup>a</sup>	۲/۱۷±۰/۳۷ <sup>a</sup>	۲/۰۳±۰/۲۷ <sup>a</sup>	ضریب رشد حرارتی (درصد) <sup>۵</sup>	
۱/۳۵±۰/۳۸ <sup>a</sup>	۲/۰۶±۱/۵۰ <sup>a</sup>	۱/۳۶±۰/۱۸ <sup>a</sup>	۱/۵۴±۰/۳۱ <sup>a</sup>	شاخص کبدی (درصد) <sup>۶</sup>	
۹/۱۸±۱/۵۴ <sup>a</sup>	۹/۴۲±۲/۲۵ <sup>a</sup>	۹/۶۸±۰/۹۸ <sup>a</sup>	۹/۶۴±۰/۹۳ <sup>a</sup>	شاخص گاستروسوماتیک (درصد) <sup>۷</sup>	

\*حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

۱- [وزن اولیه (گرم) / (وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم))] × ۱۰۰ = درصد افزایش وزن بدن (Bekcan et al., 2006)

۲-  $100 \times$  [مدت‌زمان مطالعه / (وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم))] = میانگین رشد روزانه (درصد) (AOAC, 1990)

۳- [میانگین وزن نهایی (گرم) / انحراف معیار وزن نهایی (گرم)] × ۱۰۰ = ضریب تغییرات وزنی (De Silva and Anderson, 1995)

۴- [زمان / (لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم) - لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم))] × ۱۰۰ = نرخ رشد ویژه (Hevroy et al., 2005)

۵- [میانگین درجه حرارت (°C) × زمان / (وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم))] = ضریب رشد حرارتی (De Silva and Anderson, 1995)

۶- [(وزن نهایی (گرم) / وزن کبد (گرم)) × ۱۰۰] = شاخص کبدی (Xue et al., 2006)

۷- [(وزن نهایی (گرم) / وزن دستگاه گوارش ماهی به همراه محتویات آن (گرم))] = شاخص گاستروسوماتیک (Wootton, 1990)

## نتایج

به‌دست‌آمده از بین فاکتورهای تغذیه‌ای اندازه‌گیری

تنها شاهد اختلافی معنی‌دار در میزان نرخ کارایی غذا در تیمارهای تحت تأثیر سطوح ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد بودیم ( $P < 0.05$ ). بر اساس نتایج سطح این شاخص در تیمار حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک (۸۷/۱۹±۱۵/۲۱ درصد) در مقایسه با گروه شاهد (۸۱/۰۹±۱۱/۳۹ درصد) افزایشی معنی‌دار و در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک کاهش معنی‌دار (۸۰/۳۰±۹/۹۷ درصد) نشان داد ( $P < 0.05$ ). اما بین تیمار حاوی ۶۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ( $P > 0.05$ ).

ترکیبات لاشه: آنالیز ترکیبات شیمیایی لاشه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان در پایان دوره پرورش (۴۵ روز) در جدول ۳ ارائه گردیده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بالاترین مقدار پروتئین خام (۷۱±۰/۱۵) در ۱۹ درصد و چربی خام (۷/۴۴±۰/۱۰) درصد) لاشه در

پارامترهای رشد: نتایج مطالعه حاضر نشان داد بهترین عملکرد رشد در ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان در استفاده از پایین‌ترین سطح پروبیوتیک حاصل گردیده است. (جدول ۱). به‌طوری‌که بر اساس نتایج بچه ماهیان تغذیه کرده از تیمار حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک از وزن نهایی، درصد افزایش وزن، میانگین رشد روزانه و ضریب تغییرات وزنی بالاتری در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد برخوردار بودند ( $P < 0.05$ ). بالاترین میزان طول نهایی نیز در تیمار حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک ثبت گردید که در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد دارای اختلافی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ).

فاکتورهای تغذیه‌ای: نتایج تأثیر استفاده از سطوح مختلف پروبیوتیک مولتی بهسیل بر فاکتورهای تغذیه‌ای ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز در جدول ۲ ارائه گردیده است. بر اساس نتایج

جدول ۲: مقایسه شاخص های رشد اندازه گیری شده در ماهیان جوان قزل آلائی رنگین کمان تحت تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک.

شاخص	تیمار	گروه شاهد	M1	M2	M3
ضریب تبدیل غذایی <sup>۱</sup>		۱/۲۵±۰/۱۷ <sup>a</sup>	۱/۱۸±۰/۲۴ <sup>a</sup>	۱/۲۶±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۱/۲۳±۰/۲۳ <sup>a</sup>
نرخ کارایی غذا (درصد) <sup>۲</sup>		۸۱/۰۹±۱۱/۳۹ <sup>ab</sup>	۸۷/۱۹±۱۵/۲۴ <sup>a</sup>	۸۰/۳۰±۹/۹۷ <sup>b</sup>	۸۳/۳۸±۱۴/۶۲ <sup>ab</sup>
غذای خورده شده روزانه (درصد/روز) <sup>۳</sup>		۷/۹۰±۱/۵۷ <sup>a</sup>	۷/۴۰±۲/۳۷ <sup>a</sup>	۷/۹۵±۱/۴۶ <sup>a</sup>	۷/۷۹±۲/۲۱ <sup>a</sup>
میزان بهره برداری خالص از پروتئین (درصد) <sup>۴</sup>		۰/۲۳±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۲۶±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۲۵±۰/۰۰۶ <sup>a</sup>	۰/۲۶±۰/۰۴ <sup>a</sup>
ارزش تولید چربی (درصد) <sup>۵</sup>		۱/۵۵±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۱/۷۸±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۱/۵۸±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱/۶۹±۰/۲۲ <sup>a</sup>
کارایی ابقاء انرژی (درصد) <sup>۶</sup>		۳۹/۴۶±۳/۷ <sup>a</sup>	۴۵/۳۴±۲/۱ <sup>a</sup>	۴۱/۶۶±۱/۲ <sup>a</sup>	۴۵/۰۴±۵/۷ <sup>a</sup>

\*حروف نامشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین میانگین ها می باشد ( $P < 0.05$ ).

- ۱- افزایش وزن بدن (گرم) / مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی (AOAC, 1990)
- ۲- (مقدار غذای خورده شده (گرم) / افزایش وزن بدن (گرم)) × ۱۰۰ = کارایی غذا (درصد) (AOAC, 1990)
- ۳- [میان × ۲ / (وزن اولیه (گرم) + وزن نهایی (گرم))] / غذای خورده شده × ۱۰۰ = غذای خورده شده روزانه (درصد/روز) (Misra et al., 2006)
- ۴- مقدار پروتئین خورده شده (گرم) / مقدار مصرف پروتئین (گرم) = میزان بهره برداری خالص از پروتئین (درصد) (Hevroy et al., 2005)
- ۵- مقدار چربی خورده شده (گرم) / چربی ابقاء شده (گرم) = ارزش تولید چربی (درصد) (Helland et al., 1996)
- ۶- انرژی خورده شده (گرم/ژول) / [انرژی اولیه لاشه (گرم/ژول) × وزن اولیه (گرم) - (انرژی نهایی لاشه (گرم/ژول) × وزن نهایی (گرم))] × ۱۰۰ = کارایی ابقاء انرژی (درصد) (Azewedo et al., 2004)

### بحث

نتایج نشان داد که استفاده از سطوح مختلف پروبیوتیک تجاری مولتی بهسپیل در جیره غذایی ماهیان جوان قزل آلائی رنگین کمان و به خصوص در سطح ۱۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی باعث ایجاد اختلاف معنی دار در میزان شاخص های وزن نهایی، طول نهایی، درصد افزایش وزن، میانگین رشد روزانه، ضریب تغییرات وزنی و نرخ کارایی غذا در تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد می گردد. با توجه به نتایج می توان نتیجه گیری نمود که استفاده از سطوح پایین پروبیوتیک مولتی بهسپیل قابلیت بهتری در بهبود عملکردهای رشد و کارایی غذا در جیره غذایی ماهیان جوان قزل آلائی رنگین کمان دارد. همسو با این نتایج Sahandi و همکاران (۲۰۱۲) نیز در مطالعه ای خود با بررسی تأثیر استفاده از عصاره مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذایی لاروهای کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) گزارش دادند کمترین غلظت مصرفی باعث بیشترین میزان رشد در لاروها گردیده است. در مطالعه ای دیگر جعفریان و همکاران (۱۳۸۷) نیز گزارش دادند استفاده

تیمار حاوی ۶۰۰ میلی گرم پروبیوتیک ثبت گردید ( $P < 0.05$ ). بررسی میزان پروتئین خام لاشه به صورت درون گروهی بین تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک نیز نشان داد با افزایش سطح پروبیوتیک در جیره غذایی بچه ماهیان میزان پروتئین خام لاشه نیز روندی صعودی داشته و این روند صعودی بین هر سه تیمار آزمایشی از اختلاف معنی داری برخوردار بوده است ( $P < 0.05$ ). بیشترین میزان کربوهیدرات لاشه نیز معادل ۰/۹۵±۰/۱۱ درصد در تیمار ۴۰۰ میلی گرم پروبیوتیک ثبت گردید ( $P < 0.05$ ). لازم به ذکر است میزان کربوهیدرات اندازه گیری شده در تیمار حاوی ۲۰۰ میلی گرم پروبیوتیک در مقایسه با تیمار حاوی ۴۰۰ میلی گرم پروبیوتیک فاقد اختلاف معنی دار بود ( $P > 0.05$ ). بالاترین درصد رطوبت (۷۱/۱۱±۰/۱۴) در تیمار ۴۰۰ میلی گرم پروبیوتیک فاقد اختلاف معنی دار بود (درصد) و فیبر خام (۰/۳۱±۰/۱۶ درصد) لاشه نیز در گروه شاهد و کمترین مقدار این دو شاخص به ترتیب معادل ۶۹/۹۶±۰/۳۵ درصد و ۰/۰۶±۰/۰۶ درصد در تیمار حاوی ۴۰۰ میلی گرم پروبیوتیک ثبت گردید ( $P < 0.05$ ). میزان انرژی خام لاشه نیز فاقد هر گونه اختلاف معنی دار بین تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد بود ( $P > 0.05$ ).

جدول ۳: مقایسه ترکیبات شیمیایی لاشه در ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک

M3	M2	M1	گروه شاهد	تیمار	
				ابتدای	ترکیبات لاشه
۱۹/۷۱±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۱۹/۳۶±۰/۴۰ <sup>ab</sup>	۱۸/۷۲±۰/۵۶ <sup>bc</sup>	۱۸/۵۳±۰/۳۱ <sup>c</sup>	۱۸/۷۹±۰/۱۴	پروتئین خام (درصد)
۷/۴۴±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۷/۳۳±۰/۱۰ <sup>ab</sup>	۷/۳۶±۰/۱۴ <sup>ab</sup>	۷/۱۷±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۷/۲۲±۰/۰۴	چربی خام (درصد)
۷۰/۲۲±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۶۹/۹۶±۰/۳۵ <sup>b</sup>	۷۰/۱۵±۰/۵۷ <sup>b</sup>	۷۱/۱۱±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۷۰/۹۸±۰/۱۴	رطوبت (درصد)
۰/۱۰±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۰/۰۶±۰/۰۶ <sup>ab</sup>	۰/۳۹±۰/۱۰ <sup>b</sup>	۰/۳۱±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۰/۱۱±۰/۱۱	فیبر خام (درصد)
۰/۰۹±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۰۹±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۰/۷۲±۰/۲۴ <sup>a</sup>	۰/۳۴±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۶۵±۰/۳۳	کربوهیدرات (درصد)
۲۵۵۱±۱۰۰ <sup>a</sup>	۲۵۵۷±۱۰۰ <sup>a</sup>	۲۵۱۹±۱۰۰ <sup>a</sup>	۲۴۴۹±۱۰۰ <sup>a</sup>	۲۴۹۸±۱۰۰	انرژی خام (کالری بر گرم)

\*حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

رشد حرارتی، شاخص کبدی، شاخص گاستروسوماتیک، ضریب تبدیل غذایی، غذای خورده شده روزانه، میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین، ارزش تولید چربی و کارایی ابقاء انرژی در تیمار حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک در بچه ماهیان قزل‌آلا بیشتر از سایر تیمارها بود ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک و گروه شاهد مشاهده نشد. در همین ارتباط Ghosh و همکاران (۲۰۰۴) با تخمیر رژیم غذایی ماهی روهو (*Labeo rohita*) توسط آنزیم‌های تولیدشده توسط *Bacillus circulans* شاهد بهبود پارامترهای رشد و تغذیه بودند. به‌طوری‌که نرخ رشد ویژه از  $10/89 \pm 0/24$  در تیمار شاهد به  $17/77 \pm 0/15$  در تیمارهای آزمایشی ارتقا یافت که از این نظر با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابق نبود. همچنین Adineh و همکاران (۲۰۱۳) نیز با مکمل‌سازی جیره غذایی با باسیلوس‌ها و تغذیه لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شاهد افزایش نرخ رشد ویژه در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد بودند. در مطالعه جعفریان و همکاران (۱۳۸۷) نیز استفاده از باسیلوس‌های پروبیوتیکی در جیره غذایی لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث ارتقاء ضریب رشد حرارتی شده و این پارامتر در تیمارهای آزمایشی ( $0/47$ ) اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد ( $0/33$ ) نشان داد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی نداشت.

در ارتباط با عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار در خصوص شاخص گاستروسوماتیک در مطالعه حاضر با توجه به این‌که ماهیت تأثیرات متقابل در دستگاه

از مخلوطی از باسیلوس‌های پروبیوتیکی به‌خوبی توانسته از طریق افزایش فعالیت‌های متابولیکی خویش تأثیرات بسیار مثبتی را بر معیارهای رشد و تغذیه در لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ایجاد نمایند.

با توجه به نتایج، دلیل کاهش پارامترهای رشد در تیمار حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد را می‌توان این‌چنین توجیه کرد که احتمالاً افزایش میزان بکارگیری این محصول تجاری موجب افزایش بالاتر از سطح بهینه این میگرورگانیزم‌های پروبیوتیکی در دستگاه گوارش این ماهیان شده و با تاثیرگذاری منفی به‌صورت فرآیند فرا غلظت، کاهش معیارهای رشد را در پی داشته است. تأثیرات مثبت استفاده از پروبیوتیک‌ها در ارتقاء پارامترهای رشد و تغذیه در آبزیان در تحقیقات زیادی به اثبات رسیده است (Das *et al.*, 2017). تحقیقات صورت گرفته در این زمینه نشان می‌دهد که پروبیوتیک‌ها اصولاً زمانی که در غلظت‌های مناسب بکار گرفته شوند تأثیرات بسیار خوبی را بر عملکرد رشد و تغذیه آبزیان خواهند داشت (Matteo *et al.*, 2010). به‌طوری‌که استفاده از پروبیوتیک‌ها در غلظت‌های مناسب سبب بهبود پارامترهای رشد و تغذیه می‌گردد و الزاماً افزایش غلظت نمی‌تواند موجب افزایش رشد گردد، بلکه ممکن است کاهنده باشد. همچنین رفتار گونه‌های مختلف ماهیان نیز در تأثیرپذیری از پروبیوتیک‌ها در غلظت‌های مختلف نیز کاملاً متفاوت می‌باشد (جعفریان، Jafaryan *et al.*, 2008: ۱۳۸۵)

بر اساس نتایج اگرچه میزان نرخ رشد ویژه، ضریب

یابد (Ghosh *et al.*, 2001). در همین ارتباط جعفریان (۱۳۸۵) نیز با به‌کارگیری باسیلوس‌های پروبیوتیکی در تغذیه از ناپلی آرتمیا ارومیانی (*Artemia urmiana*) غنی‌شده در لاروهای فیل‌ماهی گزارش داد که میزان پروتئین خام لاشه لاروهای این ماهی افزایش یافت که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. اما در تضاد با نتایج مطالعه حاضر، این محققین گزارش دادند که میزان چربی خام لاشه لاروهای فیل‌ماهی در تیمارهای تحت تأثیر جیره‌های مکمل سازی شده به شکل معنی‌داری کاهش نشان داد. همچنین بابایی (۱۳۹۵) نیز بالاترین مقدار چربی خام ( $26/57 \pm 0/34$ ) و کمترین میزان رطوبت ( $68/84 \pm 0/28$ ) لاشه بچه ماهیان کپور معمولی در جیره‌های غذایی مکمل سازی شده توسط باسیلوس-های پروبیوتیکی گزارش دادند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. همچنین این محققین بیشترین میزان انرژی خام لاشه ( $4724/76 \pm 19/08$ ) را نیز در تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک‌های باسیلی مشاهده کردند که از این نظر با نتایج حاصل از تحقیق حاضر همخوانی نداشت.

با توجه به افزایش ذخیره چربی لاشه و کاهش شاخص کبدی در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک، نظر به این‌که ماهیان از انرژی حاصل از مصرف پروتئین و چربی غذایی برای انجام فعالیت‌های متابولیکی استفاده می‌کنند و در صورت نبود نیاز، آن‌ها را در بدن ذخیره می‌کنند (De Silva and Anderson, 1995)، این موضوع را می‌توان این‌چنین توجیه کرد که ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان به-جای ذخیره انرژی مازاد بدن به‌صورت چربی در کبد، آن را صرف سایر امور متابولیسمی بدن از قبیل تبدیل‌شدن به پروتئین و افزایش میزان رشد نموده‌اند. به همین دلیل سطح این شاخص در این دو تیمار در مقایسه با تیمار شاهد کاهش نشان می‌دهد. اما در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک انرژی مازاد به‌صورت چربی در کبد ذخیره و موجب افزایش وزن کبد ماهی و در نتیجه افزایش غیر معنی‌دار شاخص

گوارش از نوع فعالیت رقابتی و یا تقویت‌کننده است (افشار و رجب، ۱۳۸۱) و باکتری‌ها در دستگاه گوارش عملکرد متقابل ندارند که این موضوع به معنای تأثیر یک یا چند مکانیسم مختلف در دستگاه گوارش است. بنابراین الزامی برای مشاهده تغییرات پیش‌فرض در نتایج مطالعه وجود ندارد.

بهبود میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین در ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان در مطالعه حاضر را نیز می‌توان احتمالاً ناشی از تأثیر فعالیت آنزیم‌های خارج سلولی نظیر پروتئاز بر ترکیبات پروتئینی خورده شده توسط بچه‌ماهیان در تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک و تیمار فاقد پروبیوتیک (شاهد) دانست. ضمن آنکه حضور باسیلوس‌های پروبیوتیکی در جیره غذایی احتمالاً از طریق افزایش قابلیت هضم چربی و انرژی موجود در جیره غذایی موجب افزایش ذخیره چربی و انرژی لاشه ماهیان گشته و کارایی آن‌ها را بالا می‌برد (Bairagi *et al.*, 2004).

کیفیت گوشت آبزیان پرورشی از موارد مهمی است که قویاً تحت تأثیر محیط پرورش و ترکیبات مغذی درون جیره است (Cowey, 1991). بررسی نتایج آنالیز لاشه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان در نشان داد استفاده از باسیلوس‌های پروبیوتیکی در جیره غذایی بچه جوان ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث افزایش معنی‌دار مقادیر پروتئین خام، چربی خام و کربوهیدرات لاشه و همچنین کاهش معنی‌دار مقادیر رطوبت و فیبر خام لاشه می‌گردد. درحالی‌که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در میزان انرژی خام لاشه در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد. افزایش معنی‌دار پروتئین و چربی خام لاشه بچه ماهیان قزل‌آلا در تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک را می‌توان به ترشح آنزیم‌های مختلف از جمله آنزیم پروتئاز و لیپاز توسط پروبیوتیک‌ها که موجب افزایش قابلیت هضم ترکیبات پروتئینی و چربی غذای خورده شده در روده جانور آبی شده و در نتیجه سبب می‌گردند تا این ترکیبات به‌خوبی در روده آبی هضم و جذب‌شده و درصد پروتئین و چربی خام لاشه افزایش

بابایی غ.ر. ۱۳۹۵. بررسی اثر مکمل‌های پروبیوتیکی (باکتری‌های باسیلی) و پریبیوتیکی (ای‌مکس و سلماناکس) بر کیفیت لاشه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گنبدکاووس. ۵۹ صفحه.

جعفریان ح. ۱۳۸۵. تأثیر باکتری‌های باسیلوسی به‌عنوان پروبیوتیک بر رشد، بازماندگی و فعالیت آنزیم‌های گوارشی در لارو تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در طول دوره پرورش لاروی از طریق غنی‌سازی با آرتمیا اورمیا (*Artemia urmiana*). پایان‌نامه دکتری. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰۳ صفحه.

جعفریان ح.، مروت ر.، شیرزاد، ح. ۱۳۸۷. بکارگیری دافنی ماگنای (*Daphnia magna*) غنی‌شده با باسیلوس‌های پروبیوتیکی و تأثیر آن‌ها بر رشد لارو-های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله زیست‌شناسی. دوره ۲۱، صفحات: ۲۴-۳۵.

جعفریان ح.، سلطانیم، عابدیان ع. ا. ۱۳۸۵. تأثیر برخی پروبیوتیک‌های باسیلی بر کارایی تغذیه و ترکیبات مغذی بدن لارو فیله ماهی (*Huso huso*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۴، شماره ۱، صفحات ۶۰-۶۹.

سهندي، ج.، جعفریان، ح.، سلطانی، م.، و ابراهیمی، پ. ۱۳۹۳. تأثیر بیفیدو باکترهای زیست‌یار بر نرخ رشد متابولیکی، برخی معیارهای تغذیه‌ای و ترکیبات لاشه لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم و فنون شیلات. دوره ۳، شماره ۳، صفحات: ۲۵-۳۷.

مرشدی و.، نفیسی بهابادی م.، عضدیم، مدرسیم، چراغی س. ۱۳۹۴. اثرات پروبیوتیک جیره (*Lactobacillus plantarum*) بر ترکیب لاشه، برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون و آنزیم‌های کبدی ماهی سی باس آسیایی (*Lates calcarifer*, Bloch ۱۷۹۰). مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۴، شماره ۲، صفحات: ۱۴-۱.

مهرابی، ی. ۱۳۷۷. مطالعه مقدماتی اثر بیهوشی پودر گل درخت میخک (*Syzygium aromaticum*) بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله پژوهش و سازندگی. دوره ۴۲، صفحات ۱۶۰-۱۶۲.

Adineh H., Jafaryan H., Sahandi J., Alizadeh M. 2013. Effect of *Bacillus* spp. Probiotic on growth and feeding performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine* 16(1), 29-36.

هپاتوسوماتیک در این تیمار آزمایشی در مقایسه با سایر تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک و همچنین گروه شاهد در ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌گردد. بررسی فرآیند انرژی زیستی می‌توانست ابعاد گسترده و بهتری از این یافته‌ها را توجیه و بیان نماید، ولی در این آزمایش این مطالعات صورت نگرفته است.

در مجموع، به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان این‌چنین اظهار نظر کرد که استفاده از محصول تجاری مولتی بهسیل با دارا بودن میکروارگانیزم‌های پروبیوتیکی نظیر لاکتوباسیلوس‌ها، باسیلوس‌ها و برخی دیگر از پروبیوتیک‌هایی نظیر مخمر ساکارومایسیس سرویزیا، در سطح مختلف و به‌خصوص در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی مورد تغذیه‌ی ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان، باعث بهبود عملکردهای رشد و کارایی تغذیه در این‌گونه می‌گردد. همچنین آنالیز ترکیبات شیمیایی لاشه بچه ماهیان قزل‌آلای نیز تأیید کننده این نتایج است که استفاده از این محصول پروبیوتیکی علاوه بر بهبود پارامترهای رشد و تغذیه، سبب بهبود ترکیبات شیمیایی لاشه بچه ماهیان نیز شده که بر اساس آن‌چه که درباره افزایش کارایی غذا و پارامترهای رشد بیان شد، این بهبود ترکیبات شیمیایی لاشه احتمالاً به علت فعالیت تنوع زیاد باکتری‌های پروبیوتیکی موجود در محصول تجاری مولتی بهسیل و خواص مختلف این محصول تجاری بوده است.

## تقدیر و تشکر

بدینوسیله از مدیریت محترم شرکت زیست‌فرآورده‌های بهمن (استان البرز) در خصوص در اختیار گذاردن محصول تجاری مولتی بهسیل و همکاری‌های بسیار خوبشان تقدیر و تشکر می‌گردد.

## منابع

افشار ع.، رجب الف. ۱۳۸۱. پروبیوتیک‌ها و کاربرد آن در تغذیه دام و طیور، انتشارات نوربخش. چاپ سوم. ۱۲۸ صفحه.



- probiotic for the culture of larvae of the pacific Oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture* 119, 25-40.
- Gatesoupe F.J. 1999. Review: The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture* 180, 147-165.
- Ghosh K., Chakraborty K., Sen S.K., Ray A.K. 2001. Effects of thermostable bacterial  $\alpha$ -amylase on growth and feed utilization in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Israel Journal of Aquaculture – Bamidgheh* 53(3-4), 101-109.
- Ghosh K., Sen S.K., Ray A.K. 2003. Supplementation of an isolated fish gut bacterium, *Bacillus circulans*, in Formulated diets for Rohu, *Labeo rohita*, Fingerlings. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgheh* 55, 13-21.
- Ghosh K., Sen S.K., Ray A.K. 2004. Growth and survival of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) spawn feed diets formulated with intestine bacterium, *Bacillus circulans*. *Acta Ichthyologica et piscatoria* 34(2), 155-165.
- Helland S.J., Grisdale B., Nerland S. 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. *Aquaculture* 139, 157-163.
- Hevroy E.M., Espe M., Waagbo R., Sandness K., Rund M., Hemre G.H. 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. *Aquaculture Nutrition* 11, 301-313.
- Huang L., Ran C., He S., Ren P., Hu J., Zhao X., Zhou Z. 2015. Effects of dietary *Saccharomyces cerevisiae* culture or live cells with *Bacillus amyloliquefaciens* spores on growth performance, gutmucosal morphology, hsp70 gene expression, and disease resistance of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* 438, 33-38.
- Irianto A., Austin B. 2002. Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Diseases* 25, 633-642.
- Jafaryan H., Asadi R., Bagheri A. 2008. The promotion of growth parameters and feeding efficiency of *Acipenser nudiiventris* larvae by using of probiotic bacillus via bioencapsulation of *Artemia urmiana*. *Aquaculture Europe*. 27 October, 2007. Istanbul, turkey. P 260-261. *Aquaculture Europe*, Krakow, Poland. pp: 7-9.
- Matteo A., Avella A., Giorgia G., Olivier D., Pavlos B., Makridis C., Claudia B., Oliana A., Carnevali A. 2010. Application of multispecies of *Bacillus* in sea bream larviculture. *Aquaculture* 305, 12-19.
- Misra C.K., Kuamr D.B., Mukherjee S.C., Pattnaik P. 2006. Effect of long term administration of dietary  $\beta$ -glucan on Allameh S.K., Yusoff F.M., Ringø E., Daud, H.M., Saad C.R., Ideris A. 2016. Effects of dietary mono-and multiprobiotic strains on growth performance, gut bacteria and body composition of Javanese carp (*Puntius gonionotus*, Bleeker 1850). *Aquaculture Nutrition* 22(2), 367-373.
- AOAC. (1990) In: W. Horwitz (Ed). Official methods of analysis of official analytical chemists (AOAC). Vol. 1, 15th ed. Assoc.Official Analytical Chemists, ashington DC, 1963 p.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis 18th ed. Arlington, V.A Association of Official Analytical Chemist. pp: 806-842.
- Azewedo P.A., Lesson S., Cho C.Y., Bureau D.P. 2004. Growth and feed utilization of size rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in fresh water: diet and species effects and responses over time. *Aquaculture Nutrition* 10, 401-411.
- Bagheri T., Hedayati S.A.A., Yavari V., Alizade M., Farzanfar A. 2008. Growth, survival and gut microbial load of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry given diet supplemented with probiotic during the two months of first feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8, 43-48.
- Bairagi A., Ghosh K.S., Sen S.K., Ray A.K. 2002. Enzyme producing bacterial flora isolated from fish digestive tracts. *Aquaculture International* 10: 109-121.
- Bairagi A., Ghosh K.S., Sen S.K., Ray A.K. 2004. Evaluation of the nutritive value of *Leucaena leucocephala* leaf meal, inoculated with fish intestinal bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus circulans* in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Aquaculture Research* 35, 436-446.
- Bekcan S., Dogankaya L., Cakirogullari G.C. 2006. Growth and body composition of European catfish (*Silurus glanis*) fed diet containing different percentages of protein. *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgheh* 58, 137-142
- Cowey C.B. 1991. Some effects of nutrition of flesh quality of cultured fish. In fish nutrition in practice (Kaushik, S.J. and Luquet, P., Eds), Paris: Institut National de la Recherche Agronomique. pp: 227-236.
- Das S., Mondal K., Haque S. 2017. A review on application of probiotic, prebiotic and symbiotic for sustainable development of aquaculture. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5(2), 422-429.
- De Silva S.S., Anderson T.A. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall, London. 319 p.
- Douillet P.A., Langdon C.J. 1994. Use of a

- immunity, growth and survival of *Labeo rohito* fingerlings. *Aquaculture* 255, 82-94.
- Nwanna L.C., Tope-Jegede O.H., Jegede T. 2017. Use of probiotic as growth promoter in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Juveniles. *American Journal of Biotechnology and Molecular Sciences* 6(1), 17-24.
- Sahandi J., Tadiri, Ch., Jafaryan H., Bagheri Dorbadam J. 2012. Inhibitory ability of probiotic, *Saccharomyces cerevisiae* and *Bacillus* spore blend, against *Ichthyophthirius multifiliis* and study of its effect on growth of Guppy (*Poecilia reticulata*) ornamental fish larvae. First International Larviculture Conference in Iran. Karaj, Iran. pp: 619- 625.
- Somanath B., Palavaesam A., Lazarus S., Ayyappan M. 2000 Influence of nutrient source on specific dynamic action of pearl spot, *Etroplus suratensis* (Bloch). *Naga, the Iclarm Quarterly* 23(2), 15-17.
- Wootton R.J. 1990. Ecology of Teleost Fish. Chapman & Hall, London. 458 p.
- Xue M., Luo L., Wu X., Ren Z., Gao P., Yu Y., Pearl G. 2006. Effects of six alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). *Aquaculture* 260, 206-214.
- Yanbo W., Zirong X. 2006. Effect of probiotic for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzymes activities. *Animal Feed Science and Technology* 127, 283-292.
- Ye J.D., Wang K., Li F.D., Sun Y.Z. 2011. Single or combined effects of fructo- and mannan oligosaccharide supplements and *Bacillus clausii* on the growth, feed utilization, body composition, digestive enzyme activity, innate immune response and lipid metabolism of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture Nutrition* 17, 902-911.
- Ziaei-Nejad S., Rezaei M.H., Takami G.A., Lovett D.L., Mirvaghefi A.R., Shakouri M. 2006. The effect of *Bacillus* spp. Bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. *Aquaculture* 252, 516-24.

**The effect of commercial Multi-Behsil probiotic on growth performance, feeding efficiency and carcass quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juvenile**

**Suzan Nasiripour, Hojatollah Jafaryan\*, Hosna Gholipour Knanni, Mohammad Harsij**

Fisheries Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad  
Kavoos, Gonbad -e Kavous, Golestan, Iran.

\*Corresponding author: hojat.jafaryan@gmail.com

Received: 2018/4/19

Accepted: 2018/6/23

**Abstract**

The aim of this study was to investigate that the effect of commercial product of Multi-Behsil probiotic, including a mixture of several species of probiotic lactobacilli, bacilli, yeast and other probiotic microorganisms on growth and feeding performance in *Oncorhynchus mykiss* juveniles through the supplementation of diets. For this purpose, number of 600 fish juveniles with average mean weight  $19.08 \pm 0.65$  g were randomly introduced into 12 netting cages (size of  $0.6 \times 0.6 \times 1$  m with density of 50 fish per cage and placed in raceway concrete ponds). This experiment was conducted in a completely randomized design with a control group and three experimental treatments, M1, M2 and M3. In experimental treatments fish were fed with supplemented diets in levels of 200, 300 and 400 mg/kg of Multi-Behsil probiotic in diet for 45 days respectively. At the end of the trial, final weight and length, Average daily Growth, and Feed Conversion Efficiency showed significant differences in comparison with the control ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference on specific growth rate, Thermal Growth Coefficient and Energy retention efficiency in comparison with the control group ( $P > 0.05$ ). While the crude protein (19.71%) and crude lipid (7.44%) of carcass in treatment of M3 had significantly increase ( $P < 0.05$ ) in comparison with the control group (crude protein 18.53% and crude lipid 7.17%). This study highlighted that the different levels of Multi-Behsil probiotic in rearing of Rainbow trout juveniles had different effects on growth and feeding performance in this fish.

**Keywords:** Probiotic, Feeding, Rainbow trout, Crude protein, Energy retention efficienc.