



University of Tehran

Evaluation of the effect of a strain of *Lactobacillus* isolated from local yogurt on growth, nutritional parameters, and survival of common carp (*Cyprinus carpio*)

Saeed Ziaei-Nejad^{1*} | Hasti Shafipour² | Hasti Kuwaiti³ |
Zahra Karimpour⁴ | Sadra Seyyedi⁵ | Mehrdad Farhangi⁶

1. Corresponding Author, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran. Email: zbsaeed@yahoo.com
2. Dr. Adeli Farzanegan High School for Exceptional Talents, Behbahan, Khuzestan, Iran. Email: hastiishp@gmail.com
3. Dr. Adeli Farzanegan High School for Exceptional Talents, Behbahan, Khuzestan, Iran. Email: hastikuwaiti@gmail.com
4. Dr. Adeli Farzanegan High School for Exceptional Talents, Behbahan, Khuzestan, Iran. Email: karimpourparnia@gmail.com
5. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran. Email: sadraseyyedi12@gmail.com
6. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: medfarhangi@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 14 January 2026
Revised: 08 May 2026
Accepted: 09 May 2026
Published online: 05 July 2026

Keywords:
Probiotic,
Lactobacillus,
Behbahan yogurt,
Growth,
Survival,
Nutritional index,
Common carp.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of probiotic *Lactobacillus* isolated from local yogurt of Behbahan city on growth parameters, survival and nutritional indices of common carp (*Cyprinus carpio*). A total of 135 fish with an average weight of 20 ± 5 g were reared in 9 100-liter tanks using three treatments (with three replications) including zero levels (control), 10^3 CFUg-1 (M3) and 10^6 CFUg-1 (M6) of probiotic *Lactobacillus* (*Lactobacillus spp.*) isolated from local yogurt of Behbahan city. The fish were fed daily at a rate of 3% of body weight. After the end of the research period, the growth parameters, survival and nutritional indices of the fish were examined. The results of comparing growth and survival data (percentage of survival, total weight, specific growth rate, relative weight rate and daily weight gain) indicated that both probiotic treatments showed significant improvement compared to the control group ($P < 0.05$). However, in terms of total length and condition factor, no significant difference was observed between the treatment fed with 10^3 CFUg-1 probiotic and the control group. Comparison of nutritional parameters (feed conversion efficiency, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, fat efficiency ratio) also showed that both probiotic treatments had a significant difference compared to the control group ($P < 0.05$). Based on the results of this study, feeding common carp with a diet containing probiotic *Lactobacillus* isolated from local Behbahan yogurt at a rate of 10^6 CFUg-1 probably has the potential to improve the growth of farmed carp in aquaculture systems.

Cite this article: Ziaei-Nejad, S., Shafipour, H., Kuwaiti, H., Karimpour, Z., Foruzesh, K., Seyyedi, S., Farhangi, M., (2026). Evaluation of the effect of a strain of *Lactobacillus* isolated from local yogurt on growth, nutritional parameters, and survival of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Fisheries*, 79 (2), 107-115. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.409438.1473>



© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.409438.1473>



ارزیابی اثر سویه‌ای از لاکتوباسیلوس جداسازی شده از ماست محلی بر فراسنجه‌های رشد و تغذیه‌ای و بازماندگی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

سعید ضیایی‌نژاد^{۱*} | هستی شفیع‌پور^۲ | هستی کویتی^۳ | زهرا کریم‌پور^۴ | صدرا سیدی^۵ | مهرداد فرهنگی^۶

۱. نویسنده مسئول، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌النبیاء (ص) بهبهان، بهبهان، ایران. رایانامه: zbsaeed@yahoo.com
۲. دبیرستان استعدادهای درخشان فرزندان دکتر عادل، آموزش و پرورش شهرستان بهبهان، خوزستان، ایران. رایانامه: hastiiishp@gmail.com
۳. دبیرستان استعدادهای درخشان فرزندان دکتر عادل، آموزش و پرورش شهرستان بهبهان، خوزستان، ایران. رایانامه: hastikuwaiti@gmail.com
۴. دبیرستان استعدادهای درخشان فرزندان دکتر عادل، آموزش و پرورش شهرستان بهبهان، خوزستان، ایران. رایانامه: karimpourparnia@gmail.com
۵. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌النبیاء (ص) بهبهان، بهبهان، ایران. رایانامه: sadrasyedyedi12@gmail.com
۶. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: medfarhangi@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۱۴

کلیدواژه:

پروبیوتیک،
لاکتوباسیلوس،
ماست بهبهان،
رشد،
بازماندگی،
فراسنجه تغذیه‌ای،
کپور معمولی.

هدف از این تحقیق، بررسی اثر پروبیوتیک لاکتوباسیلوس جداسازی شده از ماست محلی شهرستان بهبهان بر فراسنجه‌های رشد، بازماندگی و فراسنجه‌های تغذیه‌ای ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بود. تعداد ۱۳۵ قطعه ماهی با میانگین وزنی 20 ± 5 گرم در ۹ مخزن ۱۰۰ لیتری با به کارگیری سه تیمار (با سه تکرار) شامل سطوح صفر (شاهد)، 10^3 CFUg⁻¹ (M3) و 10^6 CFUg⁻¹ (M6) پروبیوتیک لاکتوباسیلوس (*Lactobacillus spp.*) جداسازی شده از ماست محلی شهرستان بهبهان پرورش داده شدند. غذاهای ماهیان به صورت روزانه به میزان ۳ درصد وزن بدن انجام گرفت. پس از پایان دوره تحقیق، فراسنجه‌های رشد و تغذیه‌ای و بازماندگی ماهیان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مقایسه داده‌های رشد و بازماندگی (درصد بازماندگی، وزن کل، نرخ رشد ویژه، نرخ وزن نسبی و افزایش وزن روزانه) نشان داد که هر دو تیمار پروبیوتیک بهبود معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد از خود بروز دادند ($P < 0.05$). اما در مورد طول کل و فاکتور وضعیت تفاوت معنی‌داری بین تیمار تغذیه شده با 10^3 CFUg⁻¹ پروبیوتیک و گروه شاهد مشاهده نشد. مقایسه فراسنجه‌های تغذیه‌ای (کارایی تبدیل غذایی، ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین، نسبت کارایی چربی) نیز نشان داد که هر دو تیمار پروبیوتیک دارای تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد بود ($P < 0.05$). براساس نتایج حاصل از این تحقیق، تغذیه ماهیان کپور معمولی با جیره حاوی پروبیوتیک لاکتوباسیل جداسازی شده از ماست محلی بهبهان به میزان 10^6 CFUg⁻¹، پتانسیل بهبود رشد کپور پرورشی را در سیستم‌های آبی‌پروری دارا است.

استناد: ضیایی‌نژاد؛ سعید، شفیع‌پور؛ هستی، کویتی؛ هستی، کریم‌پور؛ زهرا، فروزش؛ کیانا، سیدی؛ صدرا؛ فرهنگی، مهرداد (۱۴۰۵). ارزیابی اثر سویه‌ای از لاکتوباسیلوس جداسازی شده از ماست محلی بر فراسنجه‌های رشد و تغذیه‌ای و بازماندگی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۷۹ (۲)، ۱۱۵-۱۰۷.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2026.409438.1473>



۱. مقدمه

پروبیوتیک‌ها در واقع میکروارگانیسم‌هایی هستند که معمولاً با اهداف افزایش رشد و بازماندگی، کمک در افزایش هضم و جذب غذا (با ترشح یک سری آنزیم‌ها و...)، رقابت با سویه‌های بیماری‌زا و جایگزینی در محیط و دستگاه گوارش (از طریق تعادل میکروبی دستگاه گوارش)، تجزیه مواد آلی و بهبود شرایط محیطی، افزایش سطح ایمنی بدن و... به محیط و غذای جانوران پرورشی افزوده می‌گردند. بنابراین، با اضافه کردن افزودنی‌های خوراک مانند پروبیوتیک در کنار افزایش رشد و بازماندگی آبزیان پرورشی، از مصرف بسیاری از مواد شیمیایی و نیز آنتی‌بیوتیک‌ها کاسته می‌شود و مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا افزایش می‌یابد (Ziaei-nejad, 2016). در سال‌های اخیر آبروی پروری یکی از منابع اصلی تأمین غذای انسان بوده است ولی این صنعت به موازات رشد قابل توجه همواره با مشکلاتی نظیر تغییر کیفیت آب، شیوع بیماری‌ها و مشکلات تغذیه‌ای روبه‌رو است. در بخش کنترل بیماری‌ها استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها مطرح شدند که پس از سال‌ها خود این داروها مشکلاتی از جمله مقاوم شدن عوامل بیماری‌زا و مسائل محیط زیستی را به وجود آوردند (Ziaei-nejad et al., 2006; Koliaee et al., 2016a; Bahrekazemi, 2025). در دهه گذشته استفاده از پروبیوتیک‌ها به‌عنوان جایگزینی برای روش‌های قبل مطرح گردید و به‌نظر می‌رسد می‌تواند بسیاری از مشکلات را مرتفع سازد (Bagheri et al., 2008; Ziaei-nejad & Sharifpour, 2016). استفاده از پروبیوتیک‌ها در واقع یک فناوری جدید آبروی پروری و سازگار با محیط زیست به‌شمار می‌رود. با استفاده از این مواد هم می‌توان تولید را افزایش داد، هم کیفیت آب را اصلاح کرد و هم اینکه می‌تواند جایگزین مناسبی به جای آنتی‌بیوتیک‌ها باشد.

تحقیقات متعددی آثار مثبت پروبیوتیک‌ها بر بهبود فراسنجه‌های رشد، بازماندگی و تغذیه‌ای آبزیان را نشان داده است (Ziaei-nejad, et al., 2006; Wang & Xu, 2006; Suzer et al., 2008; Thongprajukaew et al. 2011; Ziaei-nejad & Bahrekazemi, 2025; Akbarnejad et al. 2024). نشان داد که فراسنجه‌های رشد و بازماندگی ماهی قرمز (*Carassius auratus*) تحت تأثیر جیره‌های حاوی پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. همچنین نتایج پژوهش Akbarnejad و همکاران (۲۰۲۴) نشان داد که تأثیر جیره‌های آزمایشی حاوی باکتری *Lactobacillus casei* بر میزان وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و میزان بازماندگی ماهی گورخری (*Danio rerio*) معنی‌دار بود. Jafarian و همکاران (۲۰۰۷) نیز به بررسی اثر باسیل‌های پروبیوتیکی بر رشد لارو ماهی قزل آلا رنگین کمان پرداختند. نتایج نشان داد که در همه تیمارهای پروبیوتیکی، کارایی خوراک افزایش یافت و به‌طور قابل توجهی فراسنجه‌های رشد و کارایی تغذیه در لاروهای ماهی قزل آلا افزایش یافت. نتایج مطالعه‌ای که Khosravi Katuli و همکاران (۲۰۱۴) در رابطه با ارزیابی عملکرد باسیلوس‌های پروبیوتیکی جداشده از دستگاه گوارش بچه‌ماهیان فیل ماهی، بر شاخص‌های رشد لارو ماهی فیتوفاگ انجام دادند دربرگیرنده تأثیرات مثبت پروبیوتیک بر رشد و بقاء ماهیان را به دنبال داشت. Pour Mohammadali Habibi و همکاران (۲۰۲۳) نیز تأیید نمودند که پروبیوتیک‌های تجاری طی مکمل‌سازی با جیره‌های ماهی کپور، موجب بهبود کارایی تغذیه و رشد در آنها شدند. تحقیقات متعددی نیز طی سال‌های اخیر نشان داده‌اند که استفاده از پروبیوتیک‌های لاکتوباسیل تجاری و یا بومی می‌تواند شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی کپور را بهبود بخشد (Koliaee et al., 2016b; Baesi et al., 2017; Ziaei-nejad et al., 2021)، ولی در هیچ کدام از این تحقیقات از لاکتوباسیل‌های جداسازی شده از منابع لبنی مانند ماست استفاده نشده است. از این‌رو با توجه به اینکه محصولات لبنی منبعی سرشار از باکتری‌های مفید هستند، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر پروبیوتیک بومی جداسازی شده از ماست بومی شهرستان بهبهان بر فراسنجه‌های رشد، بازماندگی و شرایط تغذیه‌ای ماهی کپور معمولی به‌عنوان اصلی‌ترین گونه پرورشی در استان خوزستان برنامه‌ریزی گردید. این تحقیق در صدد بررسی کارایی پروبیوتیک‌های بومی جداسازی شده از ماست محلی بهبهان بر رشد و تولید کپور ماهیان استان خوزستان بود.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. تیمار بندی و ذخیره‌سازی

کلیه مراحل عملی تحقیق حاضر به مدت ۴۵ روز در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان انجام گردید. پس از آماده‌سازی، شستشو و ضد عفونی کردن مخازن، ۱۳۵ قطعه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی 20 ± 5 گرم از مزرعه پرورش ماهی رنجبر (۵ کیلومتری شهرستان بهبهان) تهیه و پس از ۱۰ روز سازگاری با شرایط پرورش، به صورت کاملاً تصادفی در ۹ مخزن ۱۰۰ لیتری دارای هوادهی مناسب توزیع گردیدند (به‌ازای هر مخزن ۱۵ قطعه ماهی). جهت تأمین آب از منبع آب شهری استفاده گردید.

جدول ۱- ترکیب بیوشیمیایی تقریبی خوراک تجاری مورد استفاده (غذای تجاری GFC1) (میانگین \pm خطای استاندارد)

نوع ترکیبات	میزان (درصد)
پروتئین خام	۲۳±۲
رطوبت	۸±۰/۷
خاکستر	۹±۱
چربی	۸±۲
فیبر خام	۷±۲
انرژی خام (کالری)	۳۳۲۵±۲۰۰

۲-۲. پروبیوتیک مورد استفاده

پروبیوتیک مورد استفاده در این مطالعه شامل باکتری *Lactobacillus* sp. بود. این باکتری پروبیوتیکی قبلاً طبق روش Honarmand-Jahromi و همکاران (۲۰۱۹) جداسازی شده بود. برای این منظور ۳۲ نمونه ماست سنتی از فروشگاه‌های لبنیاتی شهرستان بهبهان به صورت تصادفی جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها در ظروف درب‌دار استریل در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه انتقال داده شدند. ۱ گرم از نمونه ماست در ۹ میلی‌لیتر آب پیتونه ۰/۱ درصد هموژن شد و در شرایط استریل به صورت پورپلیت رقیق شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از هر کدام از نمونه‌های رقیق شده به روش کشت سطحی در پتری دیش‌های حاوی محیط کشت MRS (Quelab) پخش گردید و به مدت ۷۲ ساعت در شرایط بی‌هوازی و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند. پس از گرمخانه‌گذاری، پلیت‌ها بررسی و کلنی‌های با ویژگی‌های ظاهری متفاوت از محیط جدا و خالص‌سازی شدند. کلنی‌های خالص‌سازی شده براساس آزمون‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مطابق با کتابچه باکتری‌شناسی سیستماتیک برگ (Holt et al., 2000) شناسایی شدند. بر این اساس، رنگ‌آمیزی اسیدفست، تست کاتالاز، تست هیدرولیز آرژنین (جهت تمایز جنس *Lactobacillus* از جنس *Leuconostoc*) استفاده شد (Aboali-Darvish-Taheri et al., 2014). ویژگی پروبیوتیکی باکتری‌ها براساس روش پیشنهادی Ziaei-nejad (۲۰۱۶) تعیین شد. زنده‌مانی باکتری‌ها (ها) با کشت و شمارش آنها در محیط کشت MRS آگار تعیین شد (Zhang et al., 2019).

۲-۳. آماده‌سازی جیره

برای انجام آزمایش از غذای تجاری GFC1 مخصوص ماهی کپور (شرکت فرادانه، شهرکرد) استفاده شد (جدول ۱) و برای تیمار آزمایش، باکتری پس از آماده‌سازی براساس دوزهای تعیین شده در هر تیمار به صورت اسپری به غذا اضافه گردید. برای اطمینان از چسبیدن باکتری‌ها به دان، پس از این مرحله ۳ لایه گاو (آمینیک، ایران) روی غذا اسپری شد. تیمارهای آزمایشی به مدت ۴۵ روز، روزانه به میزان ۳ درصد وزن بدن با جیره‌های آزمایش (طبق جدول ۲) تغذیه شدند (Bakhshzad Mahmoudi et al. 2023). هر تیمار در سه تکرار انجام گرفت. شرایط فیزیکی-شیمیایی آب (شامل دما، اکسیژن محلول و pH) مخازن پرورشی روزانه بررسی گردید (Bakhshzad Mahmoudi et al. 2023).

جدول ۲- تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش

تیمار	نوع غذا
C	فاقد مکمل پروبیوتیکی (تیمار شاهد)
M3	غذای تجاری حاوی 10^2 CFU/g پروبیوتیک (Koliaee et al., 2016a)
M6	غذای تجاری حاوی 10^6 CFU/g پروبیوتیک (Koliaee et al., 2016a)

در پایان دوره آزمایش جهت زیست‌سنجی، پس از بیهوش کردن ماهیان به وسیله پودر گل میخک به میزان ۳۰۰ میلی گرم در لیتر (Velisek et al., 2005)، وزن با دقت ۰/۰۱ گرم (با استفاده از ترازوی AND_EK2001) و طول کل با دقت ۱ میلی متر (با استفاده از خطکش) اندازه‌گیری شد. ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی، غذاهای به ماهیان قطع گردید. با استفاده از داده‌های ثبت شده از زیست‌سنجی، فراسنجه‌های رشد، بازماندگی و تغذیه‌ای براساس فرمول‌های ذیل محاسبه شدند (Baesi et al., 2017).

$$\text{SGR} = \frac{\text{لگاریتم طبیعی وزن اولیه بدن (گرم)} - \text{لگاریتم طبیعی وزن نهایی بدن (گرم)}}{\text{طول دوره پرورش (روز)}} \times 100$$

نرخ رشد ویژه:

$$\text{CF} = \frac{\text{وزن نهایی ماهی (گرم)}}{\text{طول کل ماهی 3 سانتی متر}} \times 100$$

فاکتور وضعیت:

$$\text{RGR} = \frac{\text{وزن اولیه بدن (گرم)} - \text{وزن نهایی بدن (گرم)}}{\text{وزن اولیه بدن (گرم)}} \times 100$$

درصد افزایش وزن نسبی:

$$\text{DWG} = \frac{\text{میانگین وزن اولیه (گرم)} - \text{میانگین وزن نهایی (گرم)}}{\text{طول دوره پرورش (روز)}}$$

افزایش وزن روزانه:

$$\text{FCR} = \frac{\text{خوراک مصرفی در طول دوره (گرم)}}{\text{میانگین افزایش وزن بدن (گرم)}}$$

ضریب تبدیل غذایی:

$$\text{FCE} = \frac{\text{میانگین افزایش وزن بدن (گرم)}}{\text{میزان غذای داده شده (گرم)}}$$

کارایی تبدیل غذایی:

$$\text{PER} = \frac{\text{میزان افزایش وزن بدن (گرم)}}{\text{مقدار پروتئین مصرفی (گرم)}} \times 100$$

نسبت کارایی پروتئین:

$$\text{LER} = \frac{\text{وزن به دست آمده (گرم)}}{\text{میزان چربی مصرفی در طول دوره (گرم)}} \times 100$$

نسبت کارایی چربی:

پس از اتمام دوره پرورش، ماهیان موجود در هر تیمار، شمارش شد و درصد بازماندگی (Mazurkiewicz et al., 2008) هر یک از تیمارها و تکرارها براساس فرمول ذیل محاسبه گردید.

$$\text{SR} = \frac{\text{تعداد ماهیان انتهای دوره}}{\text{تعداد ماهیان ابتدای دوره}} \times 100$$

درصد بازماندگی:

۲-۴. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) اختلاف موجود در بین میانگین تیمارهای آزمایشی مشخص و سپس با استفاده از آزمون توکی معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها به تفکیک در سطح اعتماد ۹۵ درصد ارزیابی گردید. برای انجام آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۱ استفاده شد. لازم به ذکر است که قبل از انجام آزمون، نرمال بودن داده‌های به دست آمده با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس با آزمون لون بررسی شد.

۳. یافته‌های پژوهش

نتایج مقایسه میانگین داده‌های بازماندگی نشان داد که هر دو تیمار پروبیوتیک بهبود معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد از خود بروز دادند ($P < 0.05$) (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های رشد (درصد بازماندگی، وزن کل، نرخ رشد ویژه، نرخ وزن نسبی و افزایش وزن روزانه) نشان داد که هر دو تیمار پروبیوتیک بهبود معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد از خود بروز دادند ($P < 0.05$). اما در مورد طول کل و شاخص وضعیت تفاوت معنی‌داری بین تیمار تغذیه شده با 10^3 CFU/g^۳ پروبیوتیک و گروه شاهد مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه فراسنجه‌های رشد و بازماندگی ماهیان جوان کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک

تیمار	بازماندگی (درصد)	طول کل (سانتی‌متر)	وزن کل (گرم)	نرخ رشد ویژه	ضریب چاقی	درصد افزایش وزن نسبی	افزایش وزن روزانه (گرم)
تیمار شاهد (C)	۹۲/۲۲±۱۰/۱۸ ^a	۱۲/۷۶±۰/۲۵ ^a	۳۹/۳۴±۲/۵۱ ^a	۱/۴۹±۰/۱۴ ^a	۱/۸۹±۰/۰۵ ^a	۹۶/۶۷±۱۲/۵۸ ^a	۰/۴۲±۰/۰۵ ^a
تیمار حاوی 10^3 CFU/g پروبیوتیک (M3)	۹۷/۷۷±۳/۸۵ ^b	۱۲/۹۰±۰/۱۰ ^a	۴۶/۴۷±۱/۵۲ ^b	۱/۸۸±۰/۰۷ ^b	۲/۰۶±۰/۰۷ ^b	۱۳۳/۳۴±۷/۶۳ ^b	۰/۵۹±۰/۰۳ ^b
تیمار حاوی 10^6 CFU/g پروبیوتیک (M6)	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰ ^b	۱۳/۳۳±۰/۱۵ ^b	۴۹/۰۴±۱/۰۱ ^b	۱/۹۹±۰/۰۴ ^b	۲/۱۷±۰/۰۴ ^b	۱۴۵/۰۷±۵/۰۰ ^b	۰/۶۴±۰/۰۳ ^b

میانگین \pm SD، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

مقایسه میانگین داده‌های تغذیه‌ای (کارایی تبدیل غذایی، ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین و نسبت کارایی چربی) نیز نشان داد که هر دو تیمار پروبیوتیک دارای تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد بود ($P < 0.05$) (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه فراسنجه‌های تغذیه‌ای ماهیان جوان کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک

تیمار	ضریب تبدیل غذایی	کارایی تبدیل غذایی	نسبت کارایی پروتئین (درصد)	نسبت کارایی چربی (درصد)
تیمار شاهد (C)	۲/۰۸±۰/۱۸ ^a	۰/۴۸±۰/۰۴ ^a	۴/۶۵±۰/۴۰ ^a	۱۳/۳۷±۱/۱۶ ^a
تیمار حاوی 10^3 CFU/g پروبیوتیک (M3)	۱/۶۸±۰/۰۵ ^b	۰/۵۹±۰/۰۳ ^b	۵/۷۲±۰/۱۹ ^b	۱۶/۴۵±۱/۵۷ ^b
تیمار حاوی 10^6 CFU/g پروبیوتیک (M6)	۱/۶۰±۰/۰۳ ^b	۰/۶۲±۰/۰۱ ^b	۶/۰۱±۰/۱۳ ^b	۱۷/۲۹±۰/۳۴ ^b

میانگین \pm SD، اعداد در یک ستون با حروف انگلیسی متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

در ارزی پرووری، دستیابی به روش‌هایی که بتواند افزایش کارایی رشد را به‌همراه داشته باشد، از اهداف مهم مدیریت پرورشی قلمداد می‌گردد. تحقیقات نشان داده است به‌کارگیری اصولی باکتری پروبیوتیک، معیارهای رشد نظیر طول و وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، نرخ وزن نسبی به‌دست آمده در آزمون پرورشی را بهبود می‌بخشد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فراسنجه‌های رشد و بازماندگی ماهیان تغذیه شده با پروبیوتیک لاکتوباسیل جداسازی شده از ماست محلی به‌بهان بهبود یافت و آثار مثبتی در پی داشت. به‌نحوی که اکثر فراسنجه‌های رشد و بازماندگی به‌ویژه در تیمار M6 در مقایسه با شاهد تفاوت فاحشی داشت و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان داد. تیمار با غلظت باکتریایی 10^6 CFU/g^۱ بیشترین آثار افزایشی بر شاخص‌های رشد و بازماندگی از جمله نرخ رشد ویژه و نرخ وزن نسبی به‌دست آمده را نشان داد. همسو با تحقیق حاضر Pour Mohammadali Habibi و همکاران (۲۰۲۳) نیز تأیید کردند که پروبیوتیک‌های تجاری تهیه شده از باکتری لاکتوباسیلوس طی مکمل‌سازی با جیره‌های ماهی کپور، موجب بهبود کارایی تغذیه و رشد در آنها شدند. همچنین Bahrekazemi (۲۰۲۵) نشان داد که فراسنجه‌های رشد و بازماندگی ماهی قرمز (*Carassius auratus*) تحت تأثیر جیره‌های حاوی پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. Jafarian و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان داد بکارگیری اسپور *B. circulans* و *licheniformis* با مخمر، در پرورش اولیه لاروهای ماهی کپور دریایی (*Cyprinus carpio*)، میزان رشد روزانه

و تولید خالص لارو این ماهی را در تیمارهای تحت کنترل میکروارگانیزم‌های پروبیوتیک به شکل معنی‌داری افزایش داد. دلایل این افزایش فراسنجه‌های رشد را می‌توان به تولید ترکیبات مفید و آنزیم‌های گوارشی به‌وسیله پروبیوتیک‌ها نسبت داد (Ziaei-nejad et al., 2006). Wang و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند استفاده از پروبیوتیک *Enterococcus faecium* به‌عنوان مکمل غذایی در جیره ماهی تیلاپیا سبب افزایش فراسنجه‌های رشد می‌شود. این افزایش رشد در نتیجه استفاده از پروبیوتیک‌ها می‌تواند به این دلیل باشد که باکتری‌ها می‌توانند فعالیت هضم را به‌واسطه تولید ویتامین و کوفاکتورها از طریق بهبود فعالیت‌های آنزیمی ارتقاء دهند. شواهدی وجود دارد که باکتری‌های زیست‌یار با تحریک سیستم ایمنی میزبان موجب افزایش مقاومت آنها در برابر استرس‌های محیطی گشته و درصد بقاء را بالا می‌برند (Nikoskelainen et al., 2003). اصولاً پلی‌آمین‌های مترشحه از پروبیوتیک‌ها موجب افزایش مقاومت میزبان در مقابله با استرس‌های محیطی و افزایش درصد بقاء می‌گردد.

نتایج نشان داد که پروبیوتیک لاکتوباسیلوس جداسازی شده از ماست محلی بهبهان در طی فعالیت‌های متابولیکی خویش در دستگاه گوارش ماهی کپور، کارایی پروتئین و کارایی چربی را در بدن ماهیان جوان کپور تحت تأثیر قرار داده و موجب افزایش این دو معیار تغذیه‌ای گردیدند. این دو معیار تغذیه‌ای از جمله مواردی اند که جهت ارزیابی عملکرد جیره‌ها، از اهمیت خاصی برخوردارند. همسو با تحقیق حاضر، Merrifield و همکاران (۲۰۱۰) با کاربرد سه سوبه از باکتری‌های پروبیوتیکی (*B. Bacillus subtilis* و *Enterococcus faecium* و *licheniformis*) (&) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شاهد افزایش کارایی رشد و تغذیه و ارتقاء وضعیت سلامتی ماهی شدند.

برهمن اساس عنوان می‌گردد که به‌کارگیری پروبیوتیک‌ها در جیره‌ها می‌تواند از طریق کاهش غذای مورد نیاز برای رشد ماهیان، باعث افزایش کارایی تغذیه و کاهش هزینه‌های پرورشی در آبزیان شود (Wang et al., 2006). در همین راستا تأثیرات مثبت مشابهی از باسیلوس‌های پروبیوتیکی بر بهبود عملکرد رشد لاروهای تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) (Jafarian, 2006) و همچنین لاروهای فیل ماهی (*Huso huso*) در طی تغذیه با ناپلی آرتمیای غنی شده با این باسیلوس‌ها به‌دست آمد (Jafaryan et al., 2007). احتمالاً افزودن پروبیوتیک به جیره غذایی، می‌تواند نسبت جذب مواد غذایی موجود در جیره را افزایش دهد. به‌طور کلی، ضریب تبدیل غذایی پایین نشان‌دهنده این است که بهره‌برداری از غذا در ماهیان، به‌موازات استفاده از پروبیوتیک، بهبود یافته است (Anderson, 1992) که از لحاظ اقتصادی برای پرورش‌دهندگان حائز اهمیت است. پروبیوتیک‌ها به‌دلیل ترشح آنزیم‌های خارج سلولی نظیر برخی از آنزیم‌های گوارشی از جمله آمیلاز، پروتئاز و لیپاز، نقش بسیار مهمی در افزایش فعالیت ویژه این آنزیم‌ها در روده ماهیان دارند. بنابراین، این باکتری‌ها موجب افزایش قابلیت هضم‌پذیری پروتئین، چربی و مواد قندی شده و در نتیجه کارایی تغذیه و رشد بهتری را در آبزیان موجب می‌گردند (Ziaei-nejad et al., 2006).

به‌طور کلی براساس نتایج حاصل از این تحقیق، تغذیه ماهیان کپور معمولی با جیره حاوی پروبیوتیک لاکتوباسیل جداسازی شده از ماست محلی بهبهان، پتانسیل بهبود رشد کپور پرورشی در سیستم‌های آبی‌پروری را دارا است. بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به اینکه کاربرد باکترهای پروبیوتیک تجاری در صنعت آبی‌پروری به‌ویژه در سیستم‌های آبی‌پروری باز پیامدهای مضر احتمالی ورود گونه‌های باکتریایی غیر بومی به محیط طبیعی آبزیان را به‌همراه دارد، بهتر است در این سیستم‌ها از پروبیوتیک‌های بومی استفاده گردد. به‌علاوه، پیشنهاد می‌گردد اثرات فیزیولوژیک و تأثیر این پروبیوتیک‌های بومی بر بیان ژن‌ها از جمله ژن رشد در آبزیان مورد بررسی دقیق‌تری قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات دلسوزانه مدیر محترم دبیرستان استعدادهای درخشان دکتر عادل، سرکار خانم حکیمه بخرد، تشکر می‌نمایم. همچنین از ریاست محترم دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان که زمینه اجرای پژوهش را فراهم نمودند، قدردانی می‌گردد. این پژوهش علمی در راستای کارسوق ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری انجام پذیرفته است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

References

- Abooli-Darvish-Taheeri., M, Ziaei-nejad, S., Sadat Naghavi, N., 2014. The antibacterial activity of strains isolated from *Epinephelus coioides* in Deylam seaport of Bushehr province. *Journal of Marine Biology* 6(2), 55-66
- Akbarnezhad, E., Yeganeh, S., Mohammadzadeh, S., 2024. Individual and combined effects of the dietary *Lactobacillus casei* and sodium propionate supplementation on the growth performance and immunity of zebra fish (*Danio rerio*). *Iranian Scientific Fisheries Journal* 33(4), 131-142. DOI: 10.22092/ISFJ.2024.132546.
- Anderson, D.P., 1992. Immunostimulants, adjuvants, and vaccine carriers in fish: applications to aquaculture. *Annual Reviews of Fish Disease* 2, 281-307. DOI: 10.1016/0959-8030(92)90067-8
- Baesi, F., Aberoumand, A., Ziaei-Nejad, S., Javaheri-Baboli, M., 2017. Effects of commercial probiotic *Lactobacillus* on survival and growth parameters and nutritional indexes of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Development* 10(4), 39-49. DOI: 20.1001.1.23223545.1395.10.4.2.8
- Bahrekazemi, M., 2025. Effect of dietary probiotic *Lactobacillus acidophilus* and polyphenol ferulic acid on non-specific immunity and antioxidant activity in goldfish (*Carassius auratus*). *Iranian Scientific Fisheries Journal* 34(1), 65-77. DOI: 10.22092/ISFJ.2025.133854
- Bairagi, A., Ghos, 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(5), 436 -446. DOI: 10.1111/j.1365 - 2109.2004.01028.x
- Bagheri, T., Hedayati, S.A., Yavari, V., Alizade, M., Farzanfar, A., 2008. Growth, Survival and Gut Microbial Load of Rainbow Trout (*Onchorhynchus mykiss*) Fry Given Diet Supplemented with Probiotic During the Two Months of First Feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8, 43-48.
- Bakhshzad Mahmoudi, A., Farokhrouz Lashidani, M., Zamini, A., Shenavar Masuleh, A., Tehranifard, A., 2023. Growth performance and serum immune responses of the common carp (*Cyprinus carpio*) using *Lactococcus lactis* and *Weissella cibaria* as potential dietary probiotics. *Iranian Journal Of Fisheries Sciences* 22(3), 615-630. DOI: 10.22092/ijfs.2023.129475.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., Williams, S.T., 2000. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th edition. Edited by Lippincott Williams and Wilkins. USA
- Honarman-Jahromi, S., Baghbani-arani, F., Yaghoubi, F., 2019. Isolation and identification of lactic acid bacteria with probiotic potential from traditional yogurt in Varamin province. *Iranian Journal of Biological Sciences* 1, 9-18. DOI: 20.1001.1.17354226.1398.14.1.2.1
- Jafarian, H., 2006. The effect of *Bacillus* bacteria as probiotics on growth, survival and digestive enzyme activity in Persian catfish larvae (*Acipenser persicus*) during larval rearing through enrichment with *Artemia urmiana*. (*Artemia urmiana*). Dissertation, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
- Jafarian, H., Taati, M., Nazarpour, A., 2007. Supplementation of probiotic bacilli mixture in *Daphnia magna* flour for feeding rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss*) based on growth performance. Paper presented at the 1rd National Conference on Applied Microbiology of Iran, Alzahra University, Tehran, 20-21 July 2007.
- Jafarian, H., Adine, H., Ahmadii, M., 2007. The potential of probiotic *bacillus* on the growth performance of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry in use of *Daphnia* meal. International training course and workshop. Islamic Azad university of Ghaemshahr. 5 September. Ghaemshahr-Iran.
- Khosravi Katuli, K., Jafarian, H., Abdollahi, D., Tavana, S., 2014. Performance evaluation of combined probiotic *Bacillus* and yeast *Saccharomyces cerevisiae* isolated from the digestive tract of *Huso huso* on growth factors and biochemical body extracts improvement and increased resistance of Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) larvae in the face of stressors. *Journal of Fisheries* 66(4), 441-451. DOI: 10.22059/jfisheries.2014.36437
- Koliaee, Z., Aberoumand, A., Ziaei-nejad, S., Javahery Baboli, M., 2016a. The effect of probiotic bacteria of *bacillus subtilis* on fatty acid profiles of common carp (*Cyprinus carpio*) fillet. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics* 5(2), 17-29. DOI: 10.22069/japu.2016.3597
- Koliaee, Z., Aberoumand, A., Ziaei-Nejad, S., 2016b. The effect of probiotic *Bacillus subtilis* bacteria extracted from the intestine of common carp (*Cyprinus carpio*) on growth performance and survival of the fish. *Journal of Aquaculture Development* 10(2),108-99. DOI: 20.1001.1.23223545.1395.10.2.9.1

- Mazurkiewicz, J., Przybyl, A., Golski, J., 2008. Evaluation selected feeds differing in dietary lipids levels in feeding juveniles of Wells catfish (*Silurus glanis*). *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 38, 91-96. DOI: 10.3750/AIP2008.38.2.02
- Merrifield, D.L., Bradley, G., Baker, R.T.M., Davies, S.J., 2010. Probiotic applications for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) II. Effects on growth performance, feed utilization, intestinal microbiota and related health criteria postantibiotic treatment, *Aquaculture Nutrition* 16, 496–503. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2009.00688.x
- Nikoskelainen, S., Ouwehand, A.C., Bylund, G., Salminen, S., Lilius, E.M., 2003. Immune enhancement in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by potential probiotic bacteria (*Lactobacillus rhamnosus*). *Fish. & Shellfish Immunology* 15, 443-452. DOI: 10.1016/s1050-4648(03)00023-8.
- Pour Mohammadali Habibi, M., Rahimi Afzal, Z., Mohammadalikhani, M., 2024. Investigating the effect of the use of PrimaLac probiotics on the factors common carp blood serum. *Caspian Journal of Veterinary Sciences* 1(1), 29-35. DOI: 10.22034/cjvs.2024.198846
- Ramos, M.A., Batista, S., Pires, M.A., Silva, A.P., Pereira, L.F., Saavedra, M.J., Ozório, R.O.A., Rema, P., 2017. Dietary probiotic supplementation improves growth and the intestinal morphology of Nile tilapia. *Animal* 11(8), 1259-1269. DOI: 10.1017/S1751731116002792
- Suzer, C., Çoban, D., OkanKamaci, H., Saka, Ş., Firat, K., Otgucuoğlu, Ö., and Küçüksarı, H., 2008. *Lactobacillus* spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparusaurata*, L.) larvae: Effects on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture* 280, 140-145. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.04.020
- Thongprajukaew, K., Kovitvadhi, U., Kovitvadhi, S., Somsueb, P., Rungruangsak-Torrissen K., 2011. Effects of different modified diets on growth, digestive enzyme activities and muscle compositions in juvenile Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Aquaculture* 322, 1-9. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2011.10.006
- Velisek, J., Svobodoza, Z., Piaakova, V., 2005. Effects of clove oil anesthesia on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinaria Brno* 74, 139 -146. DOI: 10.2754/avb200574010139
- Wang, Y.B., Xu, Z., 2006. Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. *Animal Feed Science and Technology* 127, 283-292. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2005.09.003
- Wang, Y.B., Tian, Z., Yao, J., Li, W., 2008. Effect of probiotics, *Enterococcus faecium*, on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. *Aquaculture*, 277, 203-207. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.03.007
- Zhang, H., Wang, H., Hu, K., Jiao, L., Zhao, M., Yang, X., Xia, L., 2019. Effect of dietary supplementation of *Lactobacillus casei* YYL3 and *L. plantarum* YYL5 on growth, immune response and intestinal microbiota in channel catfish, *Animals (Basel)* 9,1005-1020. DOI: 10.3390/ani9121005
- 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, 516-524. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.07.021
- Ziaei-nejad, S., 2016. Application of probiotics in modern aquaculture. Iranian fisheries science research institute. Tehran, Iran. 172 p.
- Ziaei-nejad, S., Sharifpour, I., 2016. The effects of two synbiotics on biochemical and immunological parameters of White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) hemolymph. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 24(4),169-177. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110215
- Ziaei-nejad, S., Abaei, N.K., Doost, B.N., Johari S.A., 2021. Effects of Supplemental Feeding of Common Carp (*Cyprinus carpio*) with Iron Nanoparticles and Probiotic *Lactobacillus* on Blood Biochemical Factors. *Biology Bulletin of the Academy of Science* 48, 177–184. DOI:10.1134/S1062359021020163