نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

# تأثیر افزودن *Lactobacillus rhamnosus* PTCC 1637 به آب مخازن پرورشی قزل‌آلای‌رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر نرخ تفریخ، جذب کیسه زرده و برخی شاخص‌های رشد تا مرحله انگشت‌قدی

**معصومه ماچانلو، عبدالمجید حاجی‌مرادلو*، علی حاجی بگلو، سید حسین حسینی‌فر، علی جافرنوده**
گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

**نوع مقاله:**
پژوهشی اصیل
https://doi.org/10.22034/jair.11.1.51

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۹۹/۰۳/۹
پذیرش: ۹۹/۰۴/۲۹

**نویسنده مسئول مکاتبه:**
عبدالمجید حاجی‌مرادلو، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
ایمیل: s ahajimoradloo@yahoo.com

**چکیده**

**تاکنون تلاش¬های متعددی در راستای افزایش تولید آبزیان از طریق اثرگذاری بر رشد و کاهش تلفات به وسیله افزودنی¬های مختلف خوراکی صورت گرفته است اما مطالعات پیرامون تأثیر این افزودنی¬ها به طور مستقیم به آب محدود می¬باشد. هدف از تحقیق حاضر، بررسی تاثیر افزودن *Lactobacillus rhamnosus* PTCC 1637 به آب مخازن پرورشی ماهی قزل¬آلای رنگین¬کمان بر نرخ تفریخ، جذب کیسه¬زرده و برخی شاخص¬های رشد طی مراحل تخم¬چشم¬زده تا بچه¬ماهی بود. این بررسی در سه بخش: بخش اول (روز ۱ تا ۷)، بخش دوم (روز ۱ تا ۲۰) و بخش سوم (روز ۱ تا ۶۰)، با افزودن غلظت¬های¬ ۱۰۶ و ۱۰۷ CFU/mL باکتری به آب با یک گروه شاهد انجام شد. نتایج بخش اول و دوم نشان داد نرخ و طول دوره تفریخ درکلیه گروه¬های آزمایشی تحت تجویز باکتری با شاهد اختلاف معنی¬دار داشت و مدت زمان جذب¬کیسه¬زرده در بین تیمارهای هر دو بخش که تحت غلظت¬های ۱۰۶ و ۱۰۷ CFU/mL -بودند، به¬طور معنی¬داری کوتاه¬تر از شاهد بود (p<۰/۰۵). در بخش سوم آزمایش، شاخص¬های وزن، طول، ضریب¬تبدیل¬غذایی، درصد افزایش¬وزن¬بدن، ضریب رشدویژه و ضریب چاقی در بین تیمارها اختلاف معنی¬داری با شاهد نشان داد (p<۰/۰۵). در همه این شاخص¬ها، بهترین نتایج در گروهی ثبت شد که در آن تخم¬های¬چشم¬زده از روز ۱ تا ۶۰ تحت تیمار با غلظت ۱۰۷ CFU/mL باکتری بودند؛ بهترین ضریب تبدیل¬غذایی نیز در همین تیمار به ثبت رسید (p<۰/۰۵). در مجموع افزودن L.rhamnosus به آب مخازن پرورشی سبب بهبود عملکرد تفریخ و رشد در مراحل اولیه زندگی ماهی قزل¬آلای رنگین¬کمان شد و می¬تواند آسان¬ترین و موثرترین روش باشد.**

***واژه‌های کلیدی:***
**ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، پروبیوتیک، *L. rhamnosus*، شاخص‌های رشد**

## ۱ | مقدمه

طبق تعریف اصلی و اولیه پارکر (Parker, 197)، پروبیوتیک‌ها در واقع مکمل‌های غذایی زنده‌ای هستند که از طریق بهبود تعادل میکروبی روده اثرات سودمندی بر میزبان خود دارند. تعداد زیادی از مطالعات صریحاً به پروبیوتیک‌ها پرداخته‌اند، و اکنون می‌توان وضعیت و کاربرد آن از تجربی گرفته تا رویکرد علمی را بررسی کرد (Khademzade *et al*., 2019; Gobi *et al*., 2016; Wang and Xu, 2006; Vine *et al*., 2006; Wang, 2007; Kesarcodi-Watson *et al*., 2008). موریارتی در سال (Moriarty, 1998) تعریف گسترده‌ای از پروبیوتیک‌ها به‌عنوان «افزودنی‌های آب» پیشنهاد داد. به‌طوری‌که در پرورش لارو برخی از گونه‌های دریایی، استفاده از مکمل پروبیوتیکی از طریق آب موفقیت‌آمیز بوده است (Khademzade *et al*., 2019; Gobi *et al*., 2016; Lauzon *et al*., 2014; Avella *et al*., 2012; Lauzon *et al*., 2010). به‌عنوان مثال در یک پژوهش وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2006) گزارش کردند که افزودن باکتری *Enterococcus faecium* به آب پرورشی بچه‌ماهیان تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) موجب شد وزن نهایی و درصد افزایش وزن بدن ماهی به‌طور قابل‌توجهی افزایش یابد. همچنین گوپتا و همکاران (Gupta *et al*., 2016) نیز گزارش کردند افزودن *Paenibacillus polymyxa* به آب پرورش بچه‌ماهی‌کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به طور قابل ملاحظه‌ای وزن، بازماندگی و فعالیت آنزیم لیزوزیم را افزایش داد و در نهایت باعث بهبود عملکرد رشد شد. پروبیوتیک‌ها را می‌توان از طریق غنی‌سازی غذای زنده مانند آرتمیا، روتیفر، یا غذای فرموله شده، یا به‌طور مستقیم به آب (Jahangiri and Esteban, 2018) اضافه کرد و یا به ماهی تزریق کرد (LaPatra *et al*., 2014). طبق برخی یافته‌ها، سطح بالای استفاده از پروبیوتیک‌ها در موجودات زنده آبزی (به‌ویژه در محیط‌های دریایی) هنگامی مشاهده شد که پروبیوتیک‌ها از طریق آب اضافه شدند، علت این امر می‌تواند



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24 ]
[ DOI: 10.22034/jair.11.1.51 ]

به‌دلیل تماس مداوم با آب باشد (Olafsen, 2001; Villamil *et al.*, 2010) و افزودن مستقیم پروبیوتیک‌ها به آب پرورشی می‌تواند از روز اول تخم‌های چشم‌زده در انکوباتورها اعمال شود (Jahangiri and Esteban, 2018). اکثر پروبیوتیک‌هایی که به‌عنوان عوامل کنترل بیولوژیک در آبزی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرند، متعلق به دسته باکتری‌های اسید لاکتیک (مثل *Lactobacillus* sp.) هستند (Balcázar *et al*, 2006). جنس لاکتوباسیل از جمله مهم‌ترین، پرکاربردترین و موفق‌ترین پروبیوتیک‌های آبزیان می‌باشد که بیش از ۵۰ گونه را شامل می‌شود (Tannock, 2004). مطالعات ترانسکریپتومیک (Transcriptomic) و پروتئومیک (Proteomic) نشانداده است که تعداد زیادی از نئوپروتئین‌های (Neoproteins) ترشح شده توسط لاکتوباسیلوس‌ها،میزبان را درسطوح مختلفی از قبیل مهار عوامل بیماری‌زای روده‌ای،سلامت مخاط دستگاه گوارش، سیستم ایمنی،سوخت و ساز بدن،رشد سلولی و بازماندگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Carnevali *et al.*, 2013). یکی از اعضای مهم این جنس، گونه *Lactobacillus rhamnosus* می‌باشد.

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های پرورشی در ایران است. تغذیه و بالا بردن درصد بقاء از جمله شاخص‌های مهم در پرورش این گونه است (Sugiura *et al.*, 2000). استفاده از روش‌هایی که سبب ارتقا کیفی تغذیه آغازین در نوزاد ماهیان شوند، حائز اهمیت می‌باشند (Hajibeglou and Sudagar, 1397)،زیرا یکی از مشکلات موجود در پرورش ماهی قزل‌آلای‌رنگین‌کمان، پرورش در مراحل اولیه زندگی تا رسیدن به وزن حدود ۱ گرم است که همواره با تلفات نسبتا بالایی همراه می‌باشد (Hajibeglou and Sudagar, 1397). پروبیوتیک‌ها به عنوان جایگزینی برای مواد شیمیایی و آنتی‌بیوتیک‌ها ثابت کرده‌اند که در ارتقاء آبزی‌پروری موفق موثر بوده‌اند، زیرا دارای پتانسیل‌در بهبود کیفیت آب، افزایش تحمل به استرس، افزایش کیفیت ذخایر تولیدی و غیره است. با توجه به همه این مزایا، مسیرهای تجویز پروبیوتیک باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. هدف اصلی از این مطالعه به‌دست آوردن اطلاعاتی در مورد نرخ تفریخ، جذب کیسه زرده و برخی شاخص‌های رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*)، در پاسخ به افزودن *L. rhamnosus* به آب مخازن پرورشی بود.

## ۲ | مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌مدت ۲ ماه در آزمایشگاه آبزی‌پروری شهید فضلی دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. شاخص‌های کیفی آب طی دوره پرورش دمای آب ۱۱ درجه-سانتی‌گراد، pH ۸-۷، اکسیژن محلول ۹ میلی‌گرم در لیتر، جریان آب تازه‌ی ۰/۵ لیتر در دقیقه و دبی ورودی ۳۰ لیتر بر دقیقه (برگشت آب) با هوادهی مناسب بود (Lauzon *et al.*, 2010). این پژوهش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در ۳ بخش انجام شد که عبارتند از: در بخش اول آزمایش (از روز ۱ تا روز ۷)، ۳ گروه آزمایشی شامل: ۱- تیمار شاهد (بدون افزودن پروبیوتیک)، ۲- تیماری که در آن تخم‌های چشم-زده از روز ۱ تا روز ۷ تحت تیمار غلظت $10^6$ CFU/mL *L. rhamnosus* بودند و ۳ گروه که در آن تخم‌های چشم‌زده از روز ۱ تا روز ۷ تحت تیمار غلظت $10^7$ CFU/mL *L. rhamnosus* بودند. تخم‌های چشم زده با تراکم ۷۵۰ قطعه تخم در هر سبد (۴۰×۴۰ سانتی‌متر مربع) در تراف‌های کالیفرنیایی با ۳ تکرار قرار داده شدند. در این بخش، سوسپانسیون *L. rhamnosus* به صورت یک روز در میان (روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷) به آب اضافه گردید. پس از افزودن پروبیوتیک به آب در هر نوبت، جریان آب ورودی به مدت ۳۰ دقیقه متوقف شده و سپس جریان آب برقرار گردید. در این بخش تخم های چشم زده تا مرحله تفریخ کامل (روز هفتم) تحت تیمار باکتریایی قرار گرفت. در انتهای این بخش از آزمایش، فاکتورهای وزن تخم، قطر تخم، نرخ تفریخ و طول دوره تفریخ مورد ارزیابی قرار گرفت (Lauzon *et al.*, 2010). در بخش دوم آزمایش (از روز ۱ تا روز ۲۰)، ۵ گروه آزمایشی شامل: ۱- تیمار شاهد (پروبیوتیک‌دریافت نکرد)، ۲- تیماری که در آن تخم‌های چشم‌زده از روز ۱ تا روز ۱۸ تحت تیمار غلظت CFU/mL $10^6$ *L.rhamnosus* PTCC 1637 بودند، ۳- تیماری که در آن تخم-های چشم‌زده از روز ۱ تا روز ۱۸ تحت تیمار غلظت CFU/mL $10^7$ *L.rhamnosus* بودند. ۴- تیماری که در آن آلوین‌ها از روز ۸ تا روز ۱۸ تحت تیمار غلظت CFU/mL $10^6$ *L.rhamnosus* بودند. ۵- تیماری که در آن آلوین‌ها از روز ۸ تا روز ۱۸ تحت تیمار غلظت $10^7$ پروبیوتیک بودند. تخم‌های چشم‌زده و آلوین‌ها با تراکم ۶۵۰ قطعه تخم در هر سبد (۴۰×۴۰ سانتی‌متر مربع) در تراف‌های کالیفرنیایی با ۳ تکرار قرار داده شدند. در این بخش، *L.rhamnosus* به‌صورت یک روز در میان به آب اضافه گردید. پس از افزودن پروبیوتیک به آب در هر نوبت، جریان آب ورودی به مدت ۲ ساعت متوقف شده و سپس جریان آب برقرار گردید. در انتهای این بخش از آزمایش، فاکتورهای وزن اولیه و نهایی، طول نهایی، طول دوره جذب کیسه زرده مورد بررسی قرار گرفت (Lauzon *et al.*, 2010). در بخش سوم آزمایش (از روز ۱ تا روز ۶۰)، ۷ گروه آزمایشی شامل: ۱- تیمار شاهد (پروبیوتیک دریافت نکرد)، ۲- تیماری که در آن تخم‌های چشم‌زده از روز ۱ تا روز ۶۰ تحت تیمار غلظت CFU/mL $10^6$ *L.rhamnosus* بودند، ۳- تیماری که در آن تخم‌های چشم‌زده از روز ۱ تا روز ۶۰ تحت تیمار غلظت CFU/mL $10^7$ *L.rhamnosus* بودند. ۴- تیماری که در آن آلوین‌ها از روز ۸ تا روز ۶۰ تحت تیمار غلظت CFU/mL $10^6$ *L.rhamnosus* بودند. ۵- تیماری که در آن آلوین‌ها از روز ۸ تا روز ۶۰ تحت تیمار CFU/mL $10^7$ پروبیوتیک بودند. ۶- تیماری که در آن بچه‌ماهیان از روز ۱۹ تا روز ۶۰ تحت تیمار غلظت CFU/mL $10^6$ *L.rhamnosus* بودند. ۷- تیماری که در آن بچه‌ماهیان از روز ۱۹ تا روز ۶۰ تحت تیمار غلظت CFU/mL $10^7$ *L.rhamnosus* بودند.تخم‌های چشم‌زده، آلوین‌ها و بچه‌ماهیان با تراکم ۱۰۵ قطعه در هر سبد (۴۰×۴۰ سانتی-متر مربع) در تراف‌های کالیفرنیایی با ۳ تکرار قرار داده شدند. در این بخش، پروبیوتیک از روز ۱ تا ۱۸ به‌صورت یک روز در میان و از روز ۱۹ تا پایان دوره (روز ۶۰) هر ۴ روز یک‌بار به آب اضافه گردید. پس از افزودن پروبیوتیک به آب در هر نوبت، جریان آب ورودی به مدت ۲

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24 ]
[ DOI: 10.22034/jair.11.1.51 ]

ساعت متوقف شده و سپس جریان آب برقرار گردید (Lauzon *et al.*, 2010). در انتهای این بخش از آزمایش، فاکتورهای وزن و طول نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه و ضریب چاقی اندازه‌گیری شد.

باکتری مورداستفاده در این طرح به شکل لیوفیلیزه از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران خریداری و در محیط کشت MRS Broth (شرکت مرک، آلمان) در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۲۴ ساعت کشت داده شد. به منظور خالص سازی باکتری، محیط کشت همراه با باکتری درون سانتریفیوژ یخچالدار با دمای ۴ درجه سانتیگراد و ۵۰۰۰ دور در دقیقه (RPM) به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. پس از سانتریفیوژ، بخش رویی (محیط کشت)، دور ریخته شد و به رسوب حاصله سرم فیزیولوژی استریل افزوده و با استفاده از دستگاه همزن (ورتکس) کاملا مخلوط شده و به مدت ده دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و دور ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و مایع رویی دور ریخته شد. جهت اطمینان از خروج کامل محیط کشت، این عمل سه بار انجام گرفت. جهت تعیین میزان تراکم باکتری، از روش تراکم سنجی نوری در طول موج ۶۲۰ نانومتر از اسپکتروفتومتر، استفاده شد (Ahmadnia Motlagh, 2017). نرخ تفریخ، طول دوره تفریخ برحسب ساعت و خصوصیات تخم (قطر و وزن) از زمان ورود تخم‌ها تا تفریخ کامل؛ طول دوره زمانی جذب کیسه زرده، خصوصیات لاروهای تولید شده (طول کل و وزن) از زمان تفریخ تا تکمیل شدن شنای فعال برحسب ساعت در گروه آلوین اندازه‌گیری شد. برخی شاخص‌های رشد شامل وزن و طول ابتدایی و نهایی، افزایش وزن، میانگین رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی و ضریب چاقی از زمان تکمیل شنای فعال تا بچه ماهی حدود ۳ گرم اندازه‌گیری شد. بچه‌ماهیان ۴ بار در روز به میزان ۶ درصد وزن بدن با خوراک آغازین (شرکت ۲۱ بیضا، شیراز) تا رسیدن به وزن حدود ۳ گرم تغذیه شدند. به‌منظور اندازه‌گیری طول و وزن از (کولیس با دقت ۰/۰۱± گرم و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ ± گرم) استفاده شد (Taylor *et al.*, 2006).

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

$$\text{ضریب چاقی} = (\text{وزن نهایی (گرم)} / [\text{کل طول (سانتی‌متر)}]^3) \times 100$$

$$\text{ضرب تبدیل غذایی} = \text{مقدار غذا مصرفی} / \text{افزایش وزن بدن}$$

$$\text{نرخ رشد ویژه} = \left[\frac{\text{Ln وزن نهایی} - \text{Ln وزن اولیه}}{\text{مدت زمان آزمایش}}\right] \times 100$$

$$\text{درصد افزایش وزن بدن} = \left[\frac{\text{وزن نهایی} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}}\right] \times 100$$

از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه برای مقایسه میانگین بین تیمارها در هر بخش آزمایش و از آزمون دانکن برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها (در سطح اعتماد ۵ درصد) با نرم‌افزار آماری SPSS-18 استفاده شد.

## ۳ | نتایج

نتایج حاصل از این آزمایش در بخش اول (از روز ۱ تا ۷) نشان داد که افزودن *L. rhamnosus* به آب پرورشی، قطر و وزن تخم قزل‌آلای رنگین‌کمان را تحت‌تاثیر قرار نداد و درهیچ یک از غلظت‌های ذکرشده پروبیوتیک تفاوت معنی‌داری در میزان وزن و قطر تخم با گروه شاهد مشاهده نشد ($p>0/05$) (جدول ۱). طول دوره تفریخ (از روز ورود تخم ها تا تفریخ کامل) درتیمار شاهد (بدون افزودن *L. rhamnosus*) و تیمار ۲ (تخم‌های چشم‌زده که از روز ۱ تا ۷ تحت غلظت CFU/mL $10^6$ *L. rhamnosus* بودند) تفاوت معنی‌دار نداشت ($p>0/05$). با این وجود، طول دوره تفریخ در تیمار ۳ (تخم‌های چشم‌زده که از روز ۱ تا ۷ تحت غلظت CFU/mL $10^7$ *L. rhamnosus* بودند) به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد و تیمار ۲ بود ($p<0/05$) (جدول ۱). نتایج حاصل از نرخ تفریخ نیز نشان دادکه نرخ تفریخ در تیمار۳ به‌طورمعنی داری ازگروه شاهد بیشتر بود اما بین گروه شاهد و تیمار ۲ اختلاف معنی‌داری از نظر نرخ تفریخ مشاهده نشد($p>0/05$).

**جدول ۱- میانگین (± انحراف معیار) وزن و قطر تخم، نرخ تفریخ و طول دوره تفریخ در قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزودن *L. rhamnosus* به آب پرورشی در بخش اول آزمایش (روز ۱ تا روز ۷)**

| تیمار | غلظت باکتری (CFU/mL) | وزن تخم (میلی‌گرم) (n=۷۵۰) | قطرتخم (میلی‌متر) (n=۲۵) | طول دوره تفریخ (ساعت) | تفریخ (درصد) (n=۷۰۰) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ (شاهد) | ۰ | $^{a}$۴/۳۵± ۷۲/۰ | $^{a}$۰/۵± ۴/۶ | $^{a}$۴/۳± ۱۹۸ | $^{b}$۰/۵± ۹۳/۳ |
| ۲ | $10^6$ | $^{a}$۳/۰۰± ۷۱/۰ | $^{a}$۰/۵± ۴/۳ | $^{a}$۷/۰۰± ۱۸۶ | $^{ab}$۰/۵± ۹۴/۳ |
| ۳ | $10^7$ | $^{a}$۱/۰۴± ۷۱/۸ | $^{a}$۰/۵± ۴/۶ | $^{b}$۶/۱± ۱۶۳ | $^{a}$۰/۵± ۹۵/۳ |

* داده‌های ارائه شده در هر ستون با حروف غیر مشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند ($p < 0/05$).

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24 ]

[ DOI: 10.22034/jair.11.1.51 ]

نتایج بخش دوم آزمایش (از روز ۱ تا روز ۲۰)، شامل میانگین شاخص‌های رشد شامل وزن اولیه و نهایی، طول نهایی و طول دوره جذب کیسه زرده در جدول ۲ ارائه شده است. بالاترین وزن نهایی در گروه ۵ (آلوین‌هایی که از روز ۸ تا ۱۸ تحت غلظت $10^7$ CFU/mL *L. rhamnosus* بودند) و بیشترین طول نهایی در تیمار شاهد ثبت شد. در این بخش، طول و وزن اولیه و نهایی درهیچ یک از تیمارها تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نشان نداد ($p>0/05$) (جدول ۲). نتایج حاصل از بررسی مدت زمان جذب کیسه زرده نشان دادکه جذب کیسه زرده در هر دو گروه تخم‌های چشم‌زده (تیمارهای ۲ و ۳) و آلوین‌هایی (تیمارهای ۴ و ۵) که تحت تیمار با غلظت‌های $10^6$ و CFU/mL $10^7$ *L. rhamnosus* قرار گرفته بودند، به طور معنی‌داری سریع تر از گروه شاهد بود ($p<0/05$). در جدول ۳ و ۴ میانگین شاخص‌های رشد شامل وزن و طول در ابتدای دوره، انتهای دوره، میانگین رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، ضریب چاقی و افزایش وزن ارائه شده است. میانگین وزن و طول بچه ماهیان در ابتدای دوره بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که میانگین وزن و اندازه طول بچه‌ماهیان در انتهای دوره بین تیمارهای مورد آزمایش دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد است ($p < 0/05$). بیشترین وزن نهایی در تیمار ۳ (تخم‌های چشم‌زده که از روز ۱ تا ۶۰ تحت غلظت $10^7$ CFU/mL *L. rhamnosus* بودند) (۱۱۱/۵۰±۲/۹۸ گرم) و کمترین آن در تیمار شاهد (۰/۰۷±۱/۹۵ گرم) به ثبت رسید ($p < 0/05$) (جدول ۳). بیشترین طول نهایی نیز مربوط به تیمار ۳ (۰/۱۵±۷/۹۶ سانتی‌متر) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۰/۲۰±۵/۵۰سانتی‌متر) بود ($p < 0/05$) (جدول ۳).

**جدول ۲- میانگین (± انحراف معیار) وزن، طول و طول دوره جذب کیسه‌زرده (ساعت) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزودن *L. rhamnosus* به آب پرورشی در تیمارهای بخش دوم آزمایش (روز ۱ تا ۲۰)**

| تیمار | غلظت باکتری (CFU/mL) | وزن اولیه آلوین (میلی‌گرم) (n=۵۰) | وزن نهایی آلوین (میلی‌گرم) (n=۵۰) | طول نهایی آلوین (سانتی متر) (n=۵۰) | طول دوره جذب کیسه زرده (ساعت) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ (شاهد) | ۰ | $^{a}$۴/۳± ۷۲/۰ | $^{a}$۱/۵± ۱۲۴/۳ | $^{a}$۰/۰۸± ۲/۶۵ | $^{a}$۶/۰۲± ۲۶۴/۳۳ |
| ۲ | $10^6$ | $^{a}$۳/۵± ۷۱/۳ | $^{a}$۶/۵± ۱۲۶/۰۰ | $^{a}$۰/۰۳± ۲/۵۵ | $^{b}$۳/۲± ۲۴۸/۶ |
| ۳ | $10^7$ | $^{a}$۱/۱± ۷۱/۶ | $^{a}$۴/۰۰± ۱۲۴/۰۰ | $^{a}$۰/۱± ۲/۵۴ | $^{b}$۶/۰۸± ۲۴۷/۰۰ |
| ۴ | $10^6$ | $^{a}$۳/۲± ۷۲/۶ | $^{a}$۵/۶± ۱۲۴/۶ | $^{a}$۰/۰۹± ۲/۶۰ | $^{b}$۵/۲± ۲۴۴/۰۰ |
| ۵ | $10^7$ | $^{a}$۱/۰۰± ۷۱/۰۰ | $^{a}$۲/۰۰± ۱۲۸/۰۰ | $^{a}$۰/۰۴± ۲/۵۷ | $^{b}$۱۰/۲± ۲۵۲/۰۰ |

* داده‌های ارائه شده در هر ستون با حروف غیر مشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند ($p < 0/05$).

**جدول ۳- میانگین (± انحراف معیار) وزن ابتدایی، وزن میانی، طول ابتدایی و طول نهایی قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزودن *L. rhamnosus* به آب پرورشی در تیمارهای بخش سوم آزمایش (روز ۱ تاروز ۶۰)**

| تیمار | غلظت باکتری (CFU/mL) | وزن اولیه (گرم) (n=۲۵) | وزن نهایی (گرم) (n=۲۵) | طول اولیه(سانتی‌متر) (n=۲۵) | طول نهایی (سانتی‌متر) (n=۲۵) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ (شاهد) | ۰ | $^{a}$۴/۳±۱/۶ | $^{e}$۹۰/۰۰±۱/۹ | $^{a}$۰/۰۷±۲/۵ | $^{f}$۰/۲۰±۵/۵۰ |
| ۲ | $10^6$ | $^{a}$۱/۵±۱۶۰/۰۰ | $^{b}$۴۵/۸±۲/۷ | $^{a}$۰/۱۲±۲/۵ | $^{b}$۰/۱±۷/۴ |
| ۳ | $10^7$ | $^{a}$۷/۰۹±۱۶۸/۰۰ | $^{a}$۱۱۱/۳±۲/۹ | $^{a}$۰/۰۵±۲/۵ | $^{a}$۰/۱±۷/۹ |
| ۴ | $10^6$ | $^{a}$۲/۳۰±۱۶۰/۰۰ | $^{c}$۳۵/۱±۲/۵ | $^{a}$۰/۰۷±۲/۵ | $^{e}$۰/۳±۶/۲ |
| ۵ | $10^7$ | $^{a}$۲/۵±۱۵۷/۰۰ | $^{c}$۷۸/۱۰± ۲/۴ | $^{a}$۰/۰۲±۲/۵ | $^{cd}$۰/۱±۶/۸ |
| ۶ | $10^6$ | $^{a}$۸/۰۲±۱۷۱/۰۰ | $^{d}$۱۰۵/۸±۲/۳ | $^{a}$۰/۰۵±۲/۶ | $^{de}$۰/۴±۶/۴ |
| ۷ | $10^7$ | $^{a}$۱۳/۸±۱۷۰/۰۰ | $^{c}$۲۰/۰۰± ۲/۵ | $^{a}$۰/۰۵±۲/۴ | $^{bc}$۰/۱±۷/۱ |

* داده‌های ارائه شده در هر ستون با حروف غیر مشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند ($p < 0/05$).

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24 ]

[ DOI: 10.22034/jair.11.1.51 ]

درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در کلیه تیمارهای دریافت کننده *L. rhamnosus* بیشتر از تیمار شاهد بود ($p < ۰/۰۵$) (جدول ۴). کمترین درصد افزایش وزن بدن و کمترین ضریب رشد ویژه در تیمار شاهد گزارش شد. همچنین بین تیمارهای مورد آزمایش، کمترین درصد افزایش وزن بدن در تیمار ۶ (بچه ماهیانی که از روز ۱۹ تا ۶۰ تحت غلظت $۱۰^۶$ CFU/mL *L. rhamnosus* بودند) و بالاترین درصد افزایش وزن بدن در تیمار ۲ (تخم‌های چشم‌زده که از روز ۱ تا ۶۰ تحت غلظت $۱۰^۶$ CFU/mL *L. rhamnosus* بودند) و تیمار ۳ (تخم‌های چشم‌زده که از روز ۱ تا ۶۰ تحت غلظت $۱۰^۷$ CFU/mL *L.rhamnosus*بودند) مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$). بالاترین ضریب رشد ویژه نیز در تیمارهای ۲ و ۳ ثبت شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و دیگر تیمارها داشتند ($p < ۰/۰۵$) (جدول ۴). ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای تحت تاثیر باکتری اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر و با تیمار شاهد نشان داد ($p < ۰/۰۵$) به‌طوری‌که کمترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمارهای ۲ و ۳ (تخم‌هایی که از روز ۱ تا ۶۰ تحت غلظت *L. rhamnosus*) ($p < ۰/۰۵$) و بیشترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به گروه شاهد بود. ضریب چاقی نیز اختلاف معنی‌داری تنها بین تیمار شاهد با دو تیمار ۲ و ۳ (تخم‌های چشم‌زده که از روز ۱ تا ۶۰ تحت غلظت *L. rhamnosus*بودند) نشان داد ($p < ۰/۰۵$) و بین سایر تیمارها، اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۲ و ۳ و شاهد به ثبت نرسید ($p>۰/۰۵$). نتایج این بخش نشان داد که در تیمارهایی (تیمار ۲ و ۳) که در آن تخم‌های چشم‌زده مدت طولانی‌تری تحت اثر پروبیوتیک قرار داشتند فاکتورهای رشد به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهایی بود که در آن تنها از زمان آلوین (تیمار ۴ و ۵) و بچه‌ماهی (۶ و ۷) تحت اثر *L.rhamnosus* قرار گرفتند.

**جدول ۴- میانگین (± انحراف معیار) درصد بقا، درصد افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزودن *L. rhamnosus* به آب پرورشی در تیمارهای بخش سوم آزمایش (روز ۱ تا روز ۶۰)**

| تیمار | غلظت باکتری (CFU/mL) | درصد افزایش وزن بدن (n=۲۵) | ضریب رشد ویژه (درصد در روز) (n=۲۵) | ضریب تبدیل غذایی (n=۲۵) | ضریب چاقی (n=۲۵) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ (شاهد) | ۰ | $^{d}$۶۵/۵±۱/۰۶ | $^{d}$۰/۰۹± ۴/۰۹ | $^{a}$۰/۰۳± ۰/۸ | $^{a}$۰/۰۷± ۱/۱ |
| ۲ | $۱۰^۶$ | $^{a}$۳۰/۸±۱/۶ | $^{a}$۰/۰۲± ۴/۷ | $^{e}$۰/۰۱± ۰/۶ | $^{b}$۰/۰۳± ۰/۶ |
| ۳ | $۱۰^۷$ | $^{a}$۶۸/۴±۱/۶ | $^{a}$۰/۰۶± ۴/۷ | $^{e}$۰/۰۱± ۰/۶ | $^{b}$۰/۰۵± ۰/۵ |
| ۴ | $۱۰^۶$ | $^{b}$۴۱/۲±۱/۴ | $^{b}$۰/۰۴± ۴/۵ | $^{d}$۰/۰۱± ۰/۷ | $^{ab}$۰/۱±۱/۰۵ |
| ۵ | $۱۰^۷$ | $^{b}$۵۰/۹±۱/۴ | $^{b}$۰/۰۵± ۴/۵ | $^{cd}$۰/۰۱±۰/۷ | $^{ab}$۰/۰۱±۰/۷ |
| ۶ | $۱۰^۶$ | $^{c}$۹۵/۸±۱/۲ | $^{c}$۰/۰۰± ۴/۳ | $^{b}$۰/۰۶± ۰/۷ | $^{ab}$۰/۲۰±۰/۹۰ |
| ۷ | $۱۰^۷$ | $^{b}$۱۱۰/۳±۱/۳ | $^{b}$۰/۰۰± ۴/۴ | $^{bc}$۰/۰۲± ۰/۷ | $^{ab}$۰/۵±۱/۰۳ |

* داده‌های ارائه شده در هر ستون با حروف غیر مشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند ($p < ۰/۰۵$).

## ۴ | بحث و نتیجه‌گیری

امروزه استفاده از باکتری‌ها به‌عنوان پروبیوتیک‌ها در آبزی‌پروری به‌دلیل پتانسیل و اثرات مثبت آن‌ها رو به افزایش است (Khademzade *et al.*, 2019; Gobi *et al.*, 2016). در این بررسی، وزن و قطر تخم در هیچ یک از تیمارهای آزمایشی تحت اثر *L. rhamnosus* اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان نداد. نتایج این تحقیق با بررسی‌های انجام شده در بررسی لاژن و همکاران (Lauzon *et al.*, 2010) طی ۳۸ روز به آب پرورش تخم و لارو کاد (*Gadus morhua*)؛ *Carnobacteriumdivergens*، *Arthrobactersp.* و *Enterococcus sp.* به میزان $۱۰^۷$ و $۱۰^۶$ CFU/mL اضافه کردند همخوانی داشت. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که در بخش اول آزمایش (روز ۱ تا ۷) طول دوره تفریخ و نرخ تفریخ بین تیمارهای آزمایشی که در آن‌ها باکتری به آب محیط پرورش افزوده شده بود نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). مشابه با این نتیجه، جیاچینی و همکاران (Gioacchini *et al.*, 2013) نیز گزارش کردند که در تخم‌های ماهی گورخری (*Danio rerio*) که برای مدت ۱۰ روز تحت تیمار با *L.rhamnosus* قرار گرفته بودند نرخ تفریخ به میزان قابل‌توجهی افزایش یافت. به نظر می‌رسد که پروبیوتیک‌ها می‌توانند از طریق تامین مواد مغذی ضروری و بهبود کیفیت آب باعث این افزایش شوند (Moreno-Arias *et al.*, 2018). با این وجود بررسی لامباردو و همکاران (Lombardo *et al.*, 2011) نشان داد تیمار تخم ماهی *Fundulus heteroclitus* با باکتری *L. Rhamnosus* تأثیری بر میزان تفریخ لاروها نداشت. در بخش دوم بررسی حاضر، نتایج سنجش مدت زمان جذب کیسه‌زرده نشان دادکه هم در تیمارهایی که در آن تخم‌های چشم‌زده از روز ۱ تا روز ۱۸ و هم تیمارهایی که آلوین‌ها از روز ۸ تا روز ۱۸ تحت غلظت‌های $۱۰^۶$ و $۱۰^۷$ CFU/mL *L. rhamnosus* قرار گرفتند، کیسه زرده سریع‌تر جذب شد و با شاهد اختلاف معنی‌دار

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24 ]
[ DOI: 10.22034/jair.11.1.51 ]

داشت (p< ۰/۰۵). با این وجود، افزودن پروبیوتیک نتوانست تاثیری بر طول و وزن اولیه و نهایی لاروها داشته باشد. نتایج حاصل از این تحقیق در زمینه کوتاه‌تر شدن طول دوره جذب کیسه‌زرده نشان می‌دهدکه احتمالاً *L. rhamnosus* در این فرآیند دخیل است. بر خلاف نتایج این تحقیق، گزارش وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2008) نشان داد افزودن غلظت $10^7$ CFU/mL *Enterococcus faecium* به آب پرورشی لاروهای ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) سبب شد تا طول و وزن نهایی لاروها به طور معنی‌داری افزایش یافت. از سوی دیگر، مطالعه‌ی اثرات تیمار پروبیوتیکی مولدین با غلظت CFU/mL $10^6$ *L. rhamnosus* بر عملکرد رشد نوزادان ماهی *Fundulus heteroclitus* نیز نشان داد تیمارهای حاوی پروبیوتیک سبب افزایش معنی‌دار در طول کل و وزن نوزادان شد (Lombardo *et al*., 2011). در سومین بخش از پژوهش حاضر، نتایج حاصل از افزودن *L. rhamnosus* به آب محیط پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان داد که میانگین وزن و اندازه طول بچه‌ماهیان در انتهای دوره بین تیمارهای تحت اثر باکتری دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بود (p< ۰/۰۵). مطابق با این نتایج، بررسی گوپتا و همکاران (Gupta *et al*., 2016) نیز نشان داد که افزودن *Paenibacillus polymyxa* به آب پرورشی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به میزان $10^3 \times 1$، $10^4$ و $10^5$ CFU/mL موجب شد وزن به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یابد. آولا و همکاران (Avella *et al*., 2012) نیز در یک آزمایش با استفاده از دلقک‌ماهی (*Mphiprion ocellaris*) تیمار شده با *L. Rhamnosus* از طریق آب و از طریق غذای زنده به این نتیجه رسیدند که ماهیان پس از ۳۰ روز استفاده پروبیوتیک، به‌طور معنی‌داری طول بیشتری نسبت به گروه شاهد داشتند. نتایج این بررسی نشان داد که در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در کلیه تیمارهای دریافت‌کننده *L. rhamnosus* بیشتر از تیمار شاهد بود و با گزارش وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2008) که بیان کردند افزودن *Enterococcus faecium* به میزان CFU/mL $10^7$ به آب پرورشی ماهی تیلاپیا (*O. niloticus*) موجب افزایش معنی‌داری در وزن نهایی و درصد افزایش وزن بدن ماهی شد مطابقت داشت. ضریب چاقی نیز تنها بین تیمار شاهد با هر دو تیماری که در آن تخم‌ها از روز ۱ تا ۶۰ تحت غلظت باکتری بودند اختلاف معنی‌داری نشان داد (۰/۰۵ > p). و بین سایر تیمارهای که در آن آلوین‌ها از روز ۸ تا ۶۰ و بچه-ماهیان از روز ۱۹ تا ۶۰ تحت تیمار غلظت‌های مختلف باکتری بودند اختلاف معنی‌داری با گروه قبل (تخم‌هایی که از روز ۱ تا ۶۰ تحت غلظت پروبیوتیک بودند) مشاهده نشد(p>۰/۰۵). نتایج نشان داد که ضریب تبدیل غذایی در کلیه‌تیمارهای دریافت‌کننده *L. rhamnosus* اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد داشت (۰/۰۵ > p) به‌طوری‌که بهترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمارهای بود که در آن تخم‌ها از روز ۱ تا ۶۰ تحت غلظت پروبیوتیک بودند و بیشترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار شاهد ثبت شد. در حقیقت، پروبیوتیک‌ها می توانند گونه‌های میکروبی موجود در آب را افزایش داده و کیفیت آب را بهبود بخشند و با توسعه جامعه میکروبی و تنوع بالا میکروارگانیسم‌ها باعث بهبود تغذیه (Moreno-Arias *et al*., 2018)، کاهش ضریب تبدیل غذایی، افزایش ضریب چاقی و افزایش بازماندگی ماهی پرورشی شود (Arias-Moscoso *et al*., 2018). به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از *L. rhamnosus* از طریق افزودن به مخزن آب، اثرات مفیدی بر عملکرد رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان داشت. تاوکا و همکاران (Taoka *et al*., 2006) نیز اثر چند پروبیوتیک تجاری (شامل *Bacillus subtilis*، *Lactobacillus acidophilus*، *Clostridium butyricum* و *Saccharomyces cerevisiae*) را بر رشد ماهی فلاندر ژاپنی (*Paralichthys Olivaceus*) بررسی کردند و نتایج نشان داد که افزودن پروبیوتیک‌ها به رژیم غذایی یا آب محیط پرورش منجر به افزایش رشد می‌شود. به‌طور کلی، اثرات مفید *L. rhamnosus* بر شاخص‌های رشد ماهی با محققینی که استفاده از این باکتری را در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد مطالعه قرار داده بودند موافق بود (Nikoskelainen *et al*., 2001; Panigrahi *et al*., 2004). نتایج تحقیقات اخیر موید آن است که *L.rhamnosus* دارای قابلیت تحریک بلوغ در مراحل اولیه زندگی است (Patel *et al*., 2012) و همچنین می‌توان بیان داشت پروبیوتیک‌ها از طریق بهبود عملکرد آنزیم‌های گوارشی و با ترشح ویتامین و مواد مغذی و کمک به جذب مواد غذایی سبب افزایش رشد می‌گردند (Ringo *et al*., 2014). به-طور کلی نتایج نشان داد فاکتورهای رشد در تیمارهایی که در آن تخم-های چشم‌زده (از روز ۱ تا ۶۰ ) تحت غلظت‌های مختلف باکتریایی قرار داشتند به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارهایی بود که در آن آلوین-ها (از روز ۸ تا ۶۰) و بچه‌ماهیان (از روز ۱۹ تا ۶۰) تحت تأثیر پروبیوتیک بودند. یافته‌ها ثابت نمودند اگر چه افزودن *L. rhamnosus* به آب مخازن پرورشی در بخش اول آزمایش (روز ۱ تا ۷) بر وزن و قطر تخم اثر معنی‌داری نداشت اما در غلظت CFU/mL $10^7$ باعث کوتاه‌تر شدن طول دوره و افزایش نرخ تفریخ شد و هم‌چنین در بخش دوم آزمایش (روز ۱ تا۲۰) باعث جذب سریع‌تر کیسه‌زرده در هر دو گروه تخم‌های چشم‌زده (تیمارهای ۲ و ۳) و آلوین‌هایی (تیمارهای ۴ و ۵) که تحت تیمار *باکتری* در غلظت‌های $10^6$ و CFU/mL $10^7$ بودند، شد و هم‌چنین در بخش سوم آزمایش (روز ۱ تا ۶۰) شاخص‌های رشد مورد مطالعه در این تحقیق، تیماری که در آن تخم‌های چشم‌زده از روز ۱ تا روز ۶۰ در غلظت CFU/mL $10^7$ تحت تیمار باکتری بودند، بهترین نتیجه را نشان دادند. در مجموع استفاده از باکتری در گروه تخم‌های چشم‌زده نسبت به گروه آلوین و بچه‌ماهی نتیجه مطلوب‌تری را نشان داد. به طور کلی نتایج مطالعات صورت‌گرفته تاکنون نشان داد که افزودن مستقیم پروبیوتیک به آب پرورشی شیوه‌ای اثرگذاربوده و موجب بهبود عملکرد رشد آبزیان می‌شود. به‌عبارت دیگر در میان روش‌های متعدد افزودن پروبیوتیک، افزودن مستقیم پروبیوتیک به آب محیط پرورشی می‌تواند آسان‌ترین و مؤثرترین روش باشد. با این وجود، تحقیقات بیشتری در زمینه تجویز پروبیوتیک از طریق آب باید انجام شود تا با رفع نواقص احتمالی و بررسی همه‌جانبه، بتوان به بهترین راهکار و دستورالعمل استفاده از این روش در صنعت آبزی‌پروری و برای هر یک از گونه‌های آبزیان دست یافت.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24 ]

[ DOI: 10.22034/jair.11.1.51 ]

**پست الکترونیک نویسندگان**

معصومه ماچانلو: machanlou@gmail.com

عبدالمجید حاجی‌مرادلو: ahajimoradloo@yahoo.com

علی حاجی‌بگلو: alihajibeglou@gmail.com

سید حسین حسینی‌فر: hossein.hoseinifar@gmail.com

علی جافر نوده: a.jafar55@gmail.com

**REFERENCES**

Ahmadnia-Motlagh H., Hajimoradlo A., Gorbani R., Naser A.G.H., Safari O., Lashkarizadeh-Bami M. 2017. Reproductive performance and intestinal bacterial changes of *Carassius auratus* fed supplemented *lactoferrin* and *Lactobacillus rhamnosus* PTCC 1637 diet. Iran J Ichthyol, 4(2): 150-161.

Arias-Moscoso J.L., Espinoza-Barrón L.G., Miranda-Baeza A., Rivas-Vega M.E. and Nieves-Soto M. 2018. Effect of commercial probiotics addition in a biofloc shrimp farm during the nursery phase in zero water exchange. Aquaculture Reports, 11:47-52.

Avella M.A., Place A., Du S.J., Williams E., Silvi S., Zohar Y., Carnevali O. 2012. *Lactobacillus rhamnosus* accelerates zebrafish backbone calcification and gonadal differentiation through effects on the GnRH and IGF systems. Plos one, 7(9): 455-472.

Balcázar J.L., De Blas I., Ruiz-Zarzuela I., Cunningham D., Vendrell D., Muzquiz J.L. 2006. The role of probiotics in aquaculture. Vet microbi, 114 (3-4): 173-186.

Carnevali O., Avella M.A., Gioacchini G. 2013. Effects of probiotic administration on zebrafish development and reproduction. Genre and comp endocrine, 188: 297-302.

Gioacchini G., Dalla Valle L., Benato F., Fimia G.M., Nardacci R., Ciccosanti F., Carnevali O. 2013. Interplay between autophagy and apoptosis in the development of *Danio rerio* follicles and the effects of a probiotic. Reproduction, Fertility and Development, 25(8): 1115-1125.

Gobi N., Malaikozhundan B., Sekar V., Shanthi S., Vaseeharan B., Jayakumar R., Nazar A.K. 2016. GFP tagged Vibrio parahaemolyticus Dahv2 infection and the protective effects of probiotic *Bacillus licheniformis* Dahb1 on the growth, immune and antioxidant responses in *Pangasius hypophthalmus*. Fish Shellfish Immunol, 52: 230–238.

Gupta A., Gupta P., Dhawan A. 2016. *Paenibacillus polymyxa* as a water additive improved immune response of *Cyprinus carpio* and disease resistance against *Aeromonas hydrophila*. Aquac Rep, 4: 86-92.

Hajibeglou A., Sudagar M. 2018. Effect of light intensity on hatching rate, survival and growth in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) alevin. Journal of Aquatic Development, 12 (2):37-48.

Jahangiri L., Esteban M.Á. 2018. Administration of probiotics in the water in finfish aquaculture systems: a review. Fishes, 3(3): 33.

Kesarcodi-Watson A., Kaspar H., Lategan M.J., Gibson L. 2008. Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanisms of action and screening processes. Aquaculture, 89: 274:1–14.

Khademzade O., Zakeri M., Haghi M., Mousavi S.M. 2020. The effects of water additive Bacillus cereus and *Pediococcus acidilactici* on water quality, growth performances, economic benefits, immunohematology and bacterial flora of white leg shrimp (*Penaeus vannamei* Boone, 1931) reared in earthen ponds. Aqua Res, 51(5): 1759-1770.

LaPatra S.E., Fehringer T.R., Cain K.D. 2014. A probiotic Enterobacter sp. provides significant protection against *Flavobacterium psychrophilum* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after injection by two different routes. Aquaculture, 433: 361–366.

Lauzon H.L., Gudmundsdottir S., Steinarsson A., Oddgeirsson M., Petursdottir S.K., Reynisson E., Gudmundsdottir B.K. 2010. Effects of bacterial treatment at early stages of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) on larval survival and development. J of applied microb, 108(2): 624-632.

Lauzon H.L., Pérez-Sánchez T., Merrifield D.L., Ringo E., Balcázar J.L. 2014. Probiotic applications in cold water fish species. Aquaculture nutrition: Gut health, probiotics and prebiotics, 98: 223-252.

Lombardo F., Gioacchini G., Carnevali, O. 2011. Probiotic-based nutritional effects on killifish reproduction. Fisheri and Aqua Journal, 165: 1-12.

Moreno-Arias A., López-Elías J.A., Martínez-Córdova L.R., Ramírez-Suárez J.C., Carvallo-Ruiz M.G., García-Sánchez G., Lugo-Sánchez M.E. and Miranda-Baeza, A. 2018. Effect of fishmeal replacement with a vegetable protein mixture on the amino acid and fatty acid profiles of diets, biofloc and shrimp cultured in BFT system. Aquaculture. 483: 53-62.

Nikoskelainen S., Ouwehand A., Salminen S., Bylund G. 2001. Protection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from furunculosis by *Lactobacillus rhamnosus*. Aquaculture, 198(3-4): 229-236.

Olafsen J.A. 2001.Interactions between fish larvae and bacteria in marine aquaculture. Aquaculture, 200: 223–247.

Panigrahi A., Kiron V., Kobayashi T., Puangkaew J., Satoh S., Sugita H. 2004. Immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) induced by a potential probiotic bacteria *Lactobacillus rhamnosus* JCM 1136. Veterinary Immunology and Immunopathology, 102(4): 379-388.

Parker R.B. 1974. Probiotics, the Other Half of Antibiotic Story. Animal Nutrition & Health, 29: 4-8.

Patel S., Goyal A. 2012. The current trends and future perspectives of prebiotics research: a review. 3 Biotech, 2(2): 115-125.

Ringo E., Dimitroglou A., Hoseinifar S.H., Davies S.J. 2014. Prebiotics in finfish: an update. Aquaculture nutrition: Gut health, probiotics and prebiotics, 103: 360-400.

Sugiura S.H., Babbitt J. K., Dong F.M., Hardy R.W. 2000. Utilization of fish and animal by-product meals in low-pollution feeds for rainbow trout *Oncorhynchus*

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24 ]

[ DOI: 10.22034/jair.11.1.51 ]

*mykiss* (Walbaum). Aquaculutur Research, 31(7): 585-593.

Tannock G.W. 2004. A special fondness for lactobacilli. Applied and environmental microbiology, 70(6): 3189-3194.

Taoka Y., Maeda H., Jo J.Y., Jeon M.J., Bai S.C., Lee W.J., Koshio, S. 2006. Growth, stress tolerance and non-specific immune response of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* to probiotics in a closed recirculating system. Fisheries Science, 72(2): 310-321.

Taylor J.F., North B.P., Porter M.J.R., Bromage N.R., Migaud, H. 2006. Photoperiod can be used to enhance growth and improve feeding efficiency in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 256: 216-234.

Villamil L., Figueras A., Planas M., Novoa B. 2010. *Pediococcus acidilactici* in the culture of turbot (*Psetta maxima*) larvae: Administration pathways. Aquaculture, 307: 83–88.

Vine N.G., Leukes W.D., Kaiser H. 2006. Probiotics in marine larva culture. FEMS Microbiol Rev, 30:404–427

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., Tian Z.Q., Yao J.T., Li, W.F. 2008. Effect of probiotics, *Enteroccus faecium*, on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. Aquaculture, 277(3-4): 203-207.

Wang Y.B., 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.

**نحوه استناد به این مقاله:**

ماچانلو م.، حاجی‌مرادلو ع.، حاجی‌بگلو ع.، حسینی‌فر ح.، جافر نوده ع. تأثیر افزودن *Lactobacillus rhamnosus* PTCC 1637 به آب مخازن پرورشی قزل¬آلای¬رنگین¬کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر نرخ تفریخ، جذب کیسه زرده و برخی شاخص¬های رشد تا مرحله انگشت¬قدی. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۲، ۱۱(۱): ۵۱-۵۹ .

Machanlou M., Hajimoradloo A., Hajibeglou A., Hoseinifar H., Jafer Nodeh A. Effect of adding *Lactobacillus rhamnosus* to the water on egg hatching, yolk sac absorption and some growth factors of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) up to fingerling stage. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2023, 11(1): 51-59.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24 ]

[ DOI: 10.22034/jair.11.1.51 ]

# Effect of adding *Lactobacillus rhamnosus* to the water on egg hatching, yolk sac absorption and some growth factors of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) up to fingerling stage

**Machanlou M., Hajimoradloo A*., Hajibeglou A., Hoseinifar H., Jafer Nodeh A.**

Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

**Type:**

Original Research Paper

https://doi.org/10.22034/jair.11.1.51

**Paper History:**

Received: 29-05-2020
Accepted: 19-07- 2020

**Corresponding author:**

Hajimoradloo A. Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

**Email:** ahajimoradloo@yahoo.com

## Abstract

So far, several studies have been conducted to increase aquatic production by affecting growth and reducing mortality through various feed additives, but studies on the effect of adding these additives directly to water are limited. The aim of the present study was to investigate the effect of adding Lactobacillus rhamnosus PTCC 1637 to water on hatching rate, yolk sac uptake and some growth indices during spawning to juvenile stages of rainbow trout. This study was divided into 3 parts; 1: day 1 to 7, 2: day 1 to 20 and 3: day 1 to 60, with the addition of concentrations of $10^6$ and $10^7$ CFU/mL into the water and also a control group. Results of the first and second parts showed that the range and duration of the hatching in all probiotic treatments were significantly different from the control and the yolk sac absorption were significantly shorter in both groups under $10^6$ and $10^7$ CFU/mL concentrations compare to the control ($P<0.05$).In the third part, the weight, length, feed conversion ratio, body weight gain percentage, specific growth rate and condition factor among probiotic treatments showed a significant difference with control ($P <0.05$). In all of these parameters, the best results were recorded in a treatment in which the hatched eggs were incubated from 1 to 60 days at $10^7$ CFU/mL; The best feed conversion ratio was also recorded in the same treatment ($P<0.05$).Overall, increasing the duration of *lactobacillus ramenosus* treatment improved the performance of the hatching and growth factors in the early stages, as well as increasing the health status and growth in the later stages of fish life. Overall, the addition of bacteria to the water has improved the yield of growth and development in the early stages of life of rainbow trout and can be the easiest and most effective method.

**Keywords:** Rainbow trout, Probiotic, *Lactobacillusrhamnosus*, Growth factor

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-05-24 ]

[ DOI: 10.22034/jair.11.1.51 ]