"مقاله پژوهشی"

اثر پروبیوتیک‌های *Lactococcus lactis* و *Weissella cibaria* بر عملکرد رشد، فلور باکتریایی روده، آنزیم‌های گوارشی و بافت روده در بچه ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)

اردوان بخش زاد محمودی[۱]، مسعود فرخ روز[۱*]، عباسعلی زمینی[۱]، علیرضا شناور ماسوله[۲]، اکرم تهرانی فرد[۳]

۱.گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

۲. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۳.گروه بیولوژی دریا، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۳

چکیده

هدف از انجام تحقیق حاضر، تعیین اثر پروبیوتیک های *Lactococcus lactis* و *Weissella cibaria* بر عملکرد رشد، فلور باکتریایی روده، آنزیم های گوارشی و بافت روده در بچه ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) بود. بچه ماهیان با میانگین وزن اولیه۱/۳± ۱۷ گرم در ۱۰ تیمار با ۳ تکرار تقسیم بندی شدند. در تهیه غذای ماهیان تیمارهای ۱، ۲ و ۳ از *L. lactis* به میزان 10^{10} CFU/g در سه دوز ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی گرم در هر کیلوگرم غذا، در تهیه غذای ماهیان تیمارهای ۴، ۵ و ۶ از *W. cibaria* به میزان 10^{10} CFU/g، در سه دوز ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی گرم در هر یک کیلوگرم غذا، در تهیه غذای ماهیان تیمارهای ۷، ۸ و ۹ از ترکیب این دو باکتری پروبیوتیکی به بطور مساوی در سه دوز ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی گرم در هر یک کیلوگرم غذا استفاده شد و ماهیان تیمار ۱۰ (شاهد) از غذای فاقد پروبیوتیک استفاده نمودند. غذادهی ۸ هفته به طول انجامید. زیست سنجی در ابتدا و انتهای دوره جهت تعیین شاخص های رشد صورت گرفت. جهت اندازه گیری سطوح آنزیم های گوارشی نیز در پایان دوره از ماهیان خونگیری بعمل آمد. فلور باکتریایی روده و بررسی بافت شناسی روده نیز در پایان انجام شد. نتایج بررسی حاضر حاکی از افزایش معنی دار میزان افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، میانگین رشد روزانه و کاهش معنی دار ضریب تبدیل غذایی در اغلب تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک در مقایسه با شاهد بود ($P<0/05$). همچنین کمترین میزان آنزیم های آمیلاز، لیپاز و پروتئاز در تیمار شاهد مشاهده شد. تعداد باکتری های اسید لاکتیکی رشد یافته در روده ماهیان دریافت کننده پروبیوتیک به طور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد بود ($P<0/05$). درنهایت مشخص شد که استفاده از این پروبیوتیک ها خصوصاً به صورت ترکیبی و به میزان ۳۰۰ mg/kg و پس از آن استفاده از ۳۰۰ mg/kg پروبیوتیک *W. cibaria* سبب بهبود عملکرد رشد ، تغذیه، افزایش فعالیت آنزیم های گوارشی، بهبود فلور میکروبی روده و افزایش باکتری های اسید لاکتیک روده در بچه ماهی کپور معمولی می‌گردند.

کلمات کلیدی: کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، پروبیوتیک، *Lactococcus lactis* و *Weissella cibaria*، شاخص رشد، آنزیم گوارشی، فلور باکتریایی روده

*عهده دار مکاتبات dr.farokhrouz@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

مقدمه

نیاز بشر به غذا به ویژه پروتئین باعث شده است تا به پرورش و مصرف آبزیان از جمله ماهی ها، روی آورد. جهت تامین این نیاز و افزایش تولید محصولات آبزی، معمولا تلاش می‌گردد تا میزان تولید در واحد سطح و تراکم آبزیان پرورشی در محیط افزایش یابد. رشد سریع، بهبود کارایی تغذیه و افزایش مقاومت در برابر بیماری ها از اهداف مهم صنعت آبزی پروری محسوب می‌شوند. توسعه پایدار این صنعت نیازمند به کارگیری فنون جدیدی است که از آن جمله می‌توان به استفاده از پروبیوتیک‌ها در جهت ارتقای عملکرد آبزیان پرورشی اشاره‌نمود (محمودی کیا و ایمانی، ۱۳۹۷). مطالعات زیادی در رابطه با اثر پروبیوتیک ها بر روی گونه های مختلف آبزیان و ماهیان صورت گرفته است (آذری تاکامی و همکاران، ۱۳۹۱؛ حسینی و همکاران، ۱۳۹۵؛ هاشمی منفرد و همکاران، ۱۳۹۵؛ برغمان و همکاران، ۱۳۹۸؛ لشتو آقایی و همکاران، ۱۳۹۹ Xuxia *et al.*, Adel *et al.*, 2016; Beck *et al.*, 2015; 2010; Won *et al.*, 2020؛ Mohammadian *et al.*, 2019;) اما به نظر می‌رسد نکات بسیار زیادی در قابلیت آن ها در افزایش کارایی پرورش ماهیان هنوز وجود داشته باشد که نیازمند انجام تحقیقات مستمر می‌باشد. باکتری‌های پروبیوتیک، مکمل های غذایی میکروبی زنده می‌باشند که نقش سودمندی را برای جانور میزبان از طریق ایجاد تغییرات میکروبی در روده ایفا می‌کنند (Fuller, 1989). به طورکلی پروبیوتیک ها از نظر سویه میکروبی مؤثرشان به سه گروه عمده پروبیوتیک های باکتریایی، قارچی و مخمری تقسیم بندی می‌شوند. پروبیوتیک های باکتریایی عمده ترین پروبیوتیک هایی اند که تاکنون در آبزی پروری استفاده شده‌اند و اثرات مثبت آنها به اثبات رسیده است. در این بین، پروبیوتیک های حاوی باکتری های اسیدلاکتیک فواید بیشماری دارند. بطوریکه به افزایش میزان زنده مانی میزبان در مواجه با عوامل بیماریزا کمک می‌نمایند، سبب تقویت سیستم ایمنی می گردند (علیشاهی و همکاران، ۱۳۹۱)، اشتها را افزایش می دهند و افزایش کلی در وزن و بهبود عملکرد رشد و تغذیه را در ماهی سبب می‌شوند (محمودی کیا و ایمانی، ۱۳۹۷). باکتری های *L. lactis* و *W. cibaria* از جمله باکتری های پروبیوتیکی هستند که *تأثیر* آنها بر برخی از گونه های ماهیان مورد بررسی‌قرارگرفته‌اند. از جمله مطالعات انجام شده در رابطه با گونه اول می‌توان به بررسی های انجام شده توسط شناور ماسوله، ۱۳۹۱ در تاسماهی ایرانی و برغمان و همکاران، ۱۳۹۸ در کپور معمولی اشاره نمود. در رابطه با مطالعات انجام شده مرتبط با گونه دوم می‌توان به تحقیقات انجام شده توسط هاشمی منفرد و همکاران، ۱۳۹۵ در تاس ماهی سیبری اشاره نمود.

کپورماهیان گروهی از با ارزش ترین ماهیان آب شیرین از لحاظ اقتصادی می باشند و فراوانی بسیار زیادی در آب های شیرین دارند. گونه های متعددی از این ماهیان به صورت گسترده در سرتاسر نقاط دنیا، مورد تکثیر و پرورش قرار می‌گیرند که کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) یکی از چندین گونه از کپور ماهیان پرورشی با ارزش اقتصادی است و احتمالاً اولین گونه از ماهیان است که از زادگاهش به سایر نقاط دنیا معرفی شده است (Billard, 1995). این ماهی، یکی از عمده ترین ماهیان گرم آبی تولیدی در ایران و جهان است و شناخت راهکارهای مناسب و جدید برای بهبود شرایط تولید و پرورش آن، کمک قابل توجه و موثری

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

در جهت تولید این گونه با ارزش می‌نماید، خصوصا اینکه میزان تلفات بالای بچه ماهیان یکی از مهم ترین چالش های این صنعت است که هزینه های هنگفتی را به همراه دارد. از این رو در این مطالعه نظر به اهمیت پروبیوتیک ها در آبزی پروری، به بررسی *تأثیر* جیره های غذایی حاوی باکتری های پروبیوتیکیِ *W.cibaria* و *L.lactis* بر شاخص‌های رشد، آنزیم‌های گوارشی، فلور باکتریایی، بافت های روده و کبد در بچه ماهیان کپور معمولی پرداخته شده است تا گامی در جهت ارتقای صنعت پرورش این گونه باارزش برداشته شود.

مواد و روش‌ها

بچه ماهیان کپور معمولی با میانگین وزن اولیه ۱/۳±۱۷ گرم، جهت انجام این تحقیق خریداری شدند که پس ازگذراندن دوران دو هفته ای سازگاری، به صورت تصادفی در ۳۰ مخزن تقسیم بندی شدند. وان ها ۶۰۰ لیتری شست و شو و به میزان ۳۵۰ لیتر آب گیری شده بود. ماهی ها در ۹ تیمار و یک شاهد که هر یک دارای ۳ تکرار بود، مورد بررسی قرارگرفتند. جهت کنترل شرایط پرورش، مقادیر درجه حرارت توسط دماسنج الکلی، اکسیژن توسط دستگاه اکسیژن متر و pH با استفاده از pH متر به صورت روزانه و فاکتورهای آمونیوم و سختی آب به صورت هفتگی توسط دستگاه دیجیتال و کیت های آماده در کلیه مخازن ها اندازه گیری‌شد (رضایی تبار و همکاران، ۱۳۹۶). مقادیر درجه حرارت، اکسیژن، pH، آمونیوم و سختی به ترتیب برابر با ۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد ، ۶/۱ میلی‌گرم در لیتر، ۷/۷ ، ۲ میلی‌گرم در لیتر و ۲۱۲/۲۵ میلی‌گرم در لیتر بود. علاوه بر این فاکتورهای آب، شرایط متغیرهایی همچون سطح بستر، میزان شدت نور، استرس و نوع غذا و... یکسان بود.

باکتری های پروبیوتیکی مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل *Weissella cibaria* و *Lactococcus lactis* بودند که با توجه به تیمار بندی، به صورت مجزا یا ترکیبی مورد استفاده قرارگرفتند. جهت تیمار بندی ماهیان، از سه جیره غذایی که باکتری های *Weissella cibaria* به میزان 10^{10} CFU/g، *Lactococcus lactis* به میزان 10^{10} CFU/gو ترکیب این دو باکتری به بطور مساوی به آن افزوده شده بود، استفاده شد (شناور ماسوله، ۱۳۹۱). میزان مصرف باکتری‌ها در سه دوز مختلف به میزان ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در هر یک کیلوگرم غذا بود که برای ۹ تیمار در نظرگرفته‌شد. در واقع در تهیه غذای ماهیان تیمارهای ۱، ۲ و ۳ از *Lactococcus lactis* به میزان 10^{10} CFU/gدر سه دوز ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در هر یک کیلوگرم غذا، در تهیه غذای ماهیان تیمارهای ۴، ۵ و ۶ از *Weissella cibaria* به میزان 10^{10} CFU/g، در سه دوز ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی گرم در هر یک کیلوگرم غذا، در تهیه غذای ماهیان تیمارهای ۷، ۸ و ۹ از ترکیب این دو باکتری پروبیوتیکی به بطور مساوی در سه دوز ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی گرم در هر یک کیلوگرم غذا استفاده شد و ماهیان تیمار ۱۰ (شاهد) از غذای فاقد پروبیوتیک استفاده نمودند.

برای تهیه جیره های غذایی هر تیمار، دوز مشخصی از پودر باکتری یا باکتری های مورد استفاده در هر تیمار در زیر هود لامینار در ظروف پلاستیکی استریل توزین و با ۵۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل رقیق‌گردید. محلول ساخته شده بر روی غذای پلت اسپری شده و سپس غذای حاوی باکتری در داخل

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

دستگاه فن (Fan Azma Gostar) در دمای ۳۰ درجه سانتی¬گراد به مدت ۲۰ دقیقه خشک شد و بعد از خشک شدن در داخل یخچال (۶ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد و فقط در مواقع غذادهی به میزان مورد نیاز خارج شده و بعد از چند دقیقه غذاها به ماهیان خورانده می‌شد (شناور ماسوله، ۱۳۹۱). غذادهی بصورت روزانه در سه وعده صبح، ظهر و عصر برحسب ۳ درصد وزن توده زنده انجام شد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵). مدت زمان غذا دهی با جیره های آزمایشی، ۸ هفته به طول انجامید. برای اندازه گیری فاکتورهای رشد و تغذیه و همچنین محاسبه میزان غذای مورد نیاز، همه بچه ماهیان هر دو هفته یک بار مورد زیست سنجی قرار گرفتند. بطوریکه وزن کل با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم و طول چنگالی با استفاده از خط کش با دقت ۱ میلی متر اندازه گیری‌شد. سپس مقادیر شاخص های افزایش وزن بدن (BWI)، درصد افزایش وزن بدن (PBWI)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب چاقی (CF) و میزان رشد روزانه (ADG) به کمک معادلات ریاضی (Merrifield *et al*., 2011; Mazurkiewicz *et al*., 2008) محاسبه شد.

پس از پایان ۸ هفته غذادهی با جیره های غذایی مشخص، خونگیری از ماهیان ، به طور تصادفی انجام شد. ابتدا ماهیان با پودر گل میخک (۰/۵ گرم بر لیتر) بیهوش شدند (ذریه زهرا و همکاران، ۱۳۹۲). خون گیری با کمک سرنگ انسولین هپارینه از سرخرگ یا سیاهرگ دمی انجام شد. نمونه های خون سریعا در یک کلمن حاوی یخ خشک و به دور از تکان های شدید به آزمایشگاه ارسال شد (Torfi Moazenzadeh *et al*., 2015). آنزیم های گوارشی شامل آنزیم های آمیلاز، لیپاز، پروتئاز به ترتیب به روش های ارائه شده توسط Ross و همکاران (۲۰۰۰)، Shihabi و Bishop (۱۹۷۱) و Bernfeld (۱۹۵۵) اندازه گیری گردیدند.

به منظور ارزیابی فلورباکتریایی روده و باکتری‌های اسید لاکتیک، پس از پایان ۸ هفته تغذیه با جیره‌های غذایی، از هر تیمار به طور تصادفی، ۳ ماهی انتخاب شد و به آزمایشگاه انتقال یافت. ماهیان ابتدا با استفاده از پودر گل میخک (۰/۵ گرم بر لیتر) بیهوش گردیدند. سپس سطح شکمی آنها با الکل ۷۰٪، استریل گردید و زیر هود لامینار و در کنار شعله، نسبت به کالبد گشایی آنها، اقدام شد و روده به طور کامل جداسازی گردید. سپس روده کاملا باز شد و پس از تخلیه محتویات آن، با استفاده از سرم فیزیولوژی استریل سه بار مورد شستشو قرار گرفت. محتویات روده پس از توزین در داخل ظروف استریل، با استفاده از سرم فیزیولوژی رقیق گردید. رقت‌های مورد نظر تهیه شد در مراحل بعدی، ۰/۱ میلی لیتر از هر رقت به وسیله سمپلر ۱۰۰ میکرولیتر بر روی محیط کشت‌های تریپتیک سوی آگار (TSA) جهت شمارش تعداد کل باکتری‌ها و محیط کشت MRS جهت شمارش لاکتوباسیلوس ها، به روش کشت سطحی تلقیح انجام شد و پلیت ها در دمای ۳۰ – ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲-۴۸ ساعت انکوبه شدند. سپس کلنی‌های تشکیل شده بر روی پلیت در زیر کلی کانتر، شمارش گردیدند و تعداد آنها با احتساب رقت مورد استفاده، مشخص گردید و بر اساس CFU (Colony Forming Unit) گزارش شد (Ringo and Gatesoupe,1998; Mahious *et al*., 2006).

جهت بررسی بافت شناسی از بافت روده ماهی ها، نمونه های بافتی تهیه شد. بدین منظور ابتدا ماهیان با

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

استفاده از پودر گل میخک (۰/۵ گرم بر لیتر) بیهوش و سپس کشته شدند و پس از کالبد گشایی از روده آنها نمونه برداری شد. نمونه های بافت جهت انجام بررسی-های بافت شناسی، در محلول بوئن تثبیت گردیدند. برای نگهداری، در الکل ۷۰ درصد قرار داده شدند و پس از انجام مراحل معمول بافت شناسی (ثبوت، آبگیری، شفاف سازی، قالب گیری، برش، رنگ آمیزی و مونته کردن) در آزمایشگاه، برش هایی با ضخامت ۶-۴ میکرون از بافت‌ها تهیه و رنگ آمیزی شد (شریف پور و حلاجیان، ۱۳۹۴). روش مورد استفاده در این مطالعه، رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین (H&E) بود. مرحله عکسبرداری، پس از رنگ آمیزی انجام شد و اسلایدهای بافتی به کمک میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین مورد مطالعه قرارگرفتند.

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS (Version 20) انجام شد و نمودارها با استفاده از Excel رسم گردید. ابتدا نرمال بودن داده ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس با آزمون لون کنترل‌گردید. جهت مقایسه داده‌های خونی و ضرایب رشد از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون تفکیکی Tukey در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج

بر اساس نتایج حاصل بیشترین مقدار افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و میانگین رشد روزانه در تیمار ۸ و پس از آن در تیمار ۵ مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشتند ($P<۰,۰۵$). کمترین میزان آنزیم های گوارشی و نیز کمترین تعداد باکتری های اسید لاکتیکی رشد یافته در محیط کشت MRS در تیمار شاهد مشاهده شد که با اغلب تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$) (جداول ۱ تا ۳).

نتایج کلی مربوط به بافت شناسی روده نشان داد که روده در ماهیان گروه شاهد دارای مورفولوژی طبیعی است و در هیچیک از تیمارها، آسیب بافتی در روده مشاهده نشد. در ماهیانِ تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک در جیره های غذایی، افزایش طول پرزها، ارتفاع اپی تلیوم، و افزایش لنفوسیت های بین سلول های پوششی، افزایش سلول های جامی شکل و آستر مخاط دیده شد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

جدول ۱: میزان شاخص های رشد و بقاء بچه ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با جیره های مختلف

شاخص / تیمار	WG (گرم)	PBWR (٪)	SGR (٪)	FCR (٪)	CF (٪)	ADG (گرم)
۱	۲۰/۰۴ ± ۰/۸۷ bc	۵۴/۴۱ ± ۰/۴۶ cde	۱/۴۰ ± ۰/۰۲ cd	۲/۲۵ ± ۰/۰۶ ab	۲/۵۸ ± ۰/۰۲	۰/۳۶ ± ۰/۰۱ cd
۲	۱۸/۹۳ ± ۰/۵۶ ab	۵۳/۱۵ ± ۰/۳۶ bc	۱/۳۵ ± ۰/۰۲ bc	۲/۱۶ ± ۰/۰۹ a	۲/۵۸ ± ۰/۰۲	۰/۳۴ ± ۰/۰۱ bc
۳	۱۸/۵۳ ± ۰/۰۸ ab	۵۱/۷۰ ± ۰/۰۵ ab	۱/۳۰ ± ۰/۰۰ ab	۲/۲۲ ± ۰/۰۵ ab	۲/۶۰ ± ۰/۰۱	۰/۳۳ ± ۰/۰۰ ab
۴	۲۱/۰۰ ± ۰/۴۰ cd	۵۵/۰۰ ± ۰/۶۶ cde	۱/۴۳ ± ۰/۰۳ cde	۲/۲۶ ± ۰/۰۸ ab	۲/۶۳ ± ۰/۱۲	۰/۳۷ ± ۰/۰۱ cde
۵	۲۳/۱۸ ± ۰/۷۸ ef	۵۷/۵۶ ± ۱/۰۲ fg	۱/۵۳ ± ۰/۰۴ fg	۲/۱۳ ± ۰/۰۹ a	۲/۵۵ ± ۰/۰۲	۰/۴۲ ± ۰/۰۲ fg
۶	۲۰/۳۰ ± ۰/۹۶ bcd	۵۴/۰۴ ± ۱/۱۶ cd	۱/۳۹ ± ۰/۰۵ cd	۲/۲۶ ± ۰/۰۵ ab	۲/۵۷ ± ۰/۰۲	۰/۳۶ ± ۰/۰۲ cd
۷	۲۲/۲۵ ± ۰/۳۳ de	۵۶/۵۴ ± ۰/۴۹ efg	۱/۴۹ ± ۰/۰۲ efg	۲/۱۹ ± ۰/۰۳ a	۲/۶۱ ± ۰/۰۳	۰/۴۰ ± ۰/۰۱ ef
۸	۲۴/۳۰ ± ۰/۴۲ f	۵۸/۵۸ ± ۰/۴۵ g	۱/۵۷ ± ۰/۰۲ g	۲/۱۲ ± ۰/۰۷ a	۲/۵۶ ± ۰/۰۵	۰/۴۳ ± ۰/۰۱ g
۹	۲۲/۰۷ ± ۱/۰۴ de	۵۶/۱۵ ± ۰/۹۹ def	۱/۴۷ ± ۰/۰۴ def	۲/۱۴ ± ۰/۰۸ a	۲/۵۸ ± ۰/۰۱	۰/۳۹ ± ۰/۰۲ def
۱۰	۱۷/۰۶ ± ۰/۸۱ a	۴۹/۹۰ ± ۱/۱۶ a	۱/۲۳ ± ۰/۰۴ a	۲/۴۳ ± ۰/۰۶ b	۲/۵۹ ± ۰/۰۲	۰/۳۱ ± ۰/۰۲ a

اعداد دارای بالانویس متفاوت در یک ستون، دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵).

جدول ۲: آنزیم های گوارشی در بچه ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با جیره های مختلف

شاخص / تیمار	آمیلاز (U/l)	لیپاز (U/l)	پروتئاز (U/l)
۱	۶۰/۳۳ ± ۰/۳۳ b	۱۷/۰۰ ± ۰/۵۷ ab	۳۷/۰۰ ± ۱/۵۲ ab
۲	۵۸/۳۳ ± ۵/۰۴ b	۱۶/۳۳ ± ۰/۸۸ ab	۴۰/۶۶ ± ۱/۴۵ ab
۳	۵۹/۶۶ ± ۲/۳۳ b	۱۷/۰۰ ± ۰/۵۷ ab	۴۰/۳۳ ± ۲/۸۴ ab
۴	۵۴/۶۶ ± ۱/۲۰ b	۱۶/۶۶ ± ۰/۳۳ ab	۳۸/۰۰ ± ۰/۵۷ ab
۵	۵۹/۳۳ ± ۰/۶۶ b	۱۸/۳۳ ± ۰/۵۷ ab	۴۰/۰۰ ± ۰/۳۳ b
۶	۶۰/۳۳ ± ۰/۸۸ b	۲۰/۰۰ ± ۱/۱۵ b	۴۵/۰۰ ± ۰/۵۷ c
۷	۶۲/۰۰ ± ۰/۵۷ b	۱۴/۶۶ ± ۰/۳۳ a	۳۹/۰۰ ± ۳/۵۷ ab
۸	۶۳/۶۶ ± ۲/۱۸ b	۱۸/۰۰ ±۰/۵۷ ab	۴۱/۳۳ ± ۲/۵۷ ab
۹	۶۰/۰۰ ± ۲/۵۱ b	۱۹/۶۶ ± ۱/۲۵ b	۴۰/۰۰ ± ۳/۶۰ ab
۱۰	۴۰/۶۶ ± ۴/۰۹ a	۱۲/۰۰ ± ۰/۵۷ a	۳۰/۳۳ ± ۲/۶۰ a

اعداد دارای بالانویس متفاوت در یک ستون، دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

جدول ۳: تعداد باکتری های رشد یافته بر روی محیط کشت های TSA و MRS در بچه ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با جیره های مختلف

شاخص / تیمار	کلنی رشد یافته در محیط کشت TSA (CFU/g)	کلنی رشد یافته درمحیط کشت MRS (CFU/g)
۱	۶/۰۷ ± ۰/۰۱^{a}	۳/۸۳ ± ۰/۰۱^{b}
۲	۶/۵۰ ± ۰/۰۱^{f}	۳/۹۴ ± ۰/۰۱^{b}
۳	۶/۲۸ ± ۰/۰۲^{bcd}	۳/۹۷ ± ۰/۵۲^{b}
۴	۶/۳۶ ± ۰/۰۲^{cde}	۴/۱۶ ± ۰/۰۶^{b}
۵	۶/۲۴ ± ۰/۰۲^{b}	۴/۰۳ ± ۰/۰۲^{b}
۶	۶/۳۸ ± ۰/۰۵^{de}	۳/۹۸ ± ۰/۰۱^{b}
۷	۶/۲۷ ± ۰/۰۷^{bc}	۳/۹۴ ± ۰/۰۸^{b}
۸	۶/۲۵ ± ۰/۰۱^{b}	۳/۹۸ ± ۰/۰۵^{b}
۹	۶/۳۷ ± ۰/۰۵^{cde}	۳/۹۱ ± ۰/۰۲^{b}
۱۰	۶/۴۳ ± ۰/۰۳^{ef}	۲/۴۶ ± ۰/۱۵^{a}

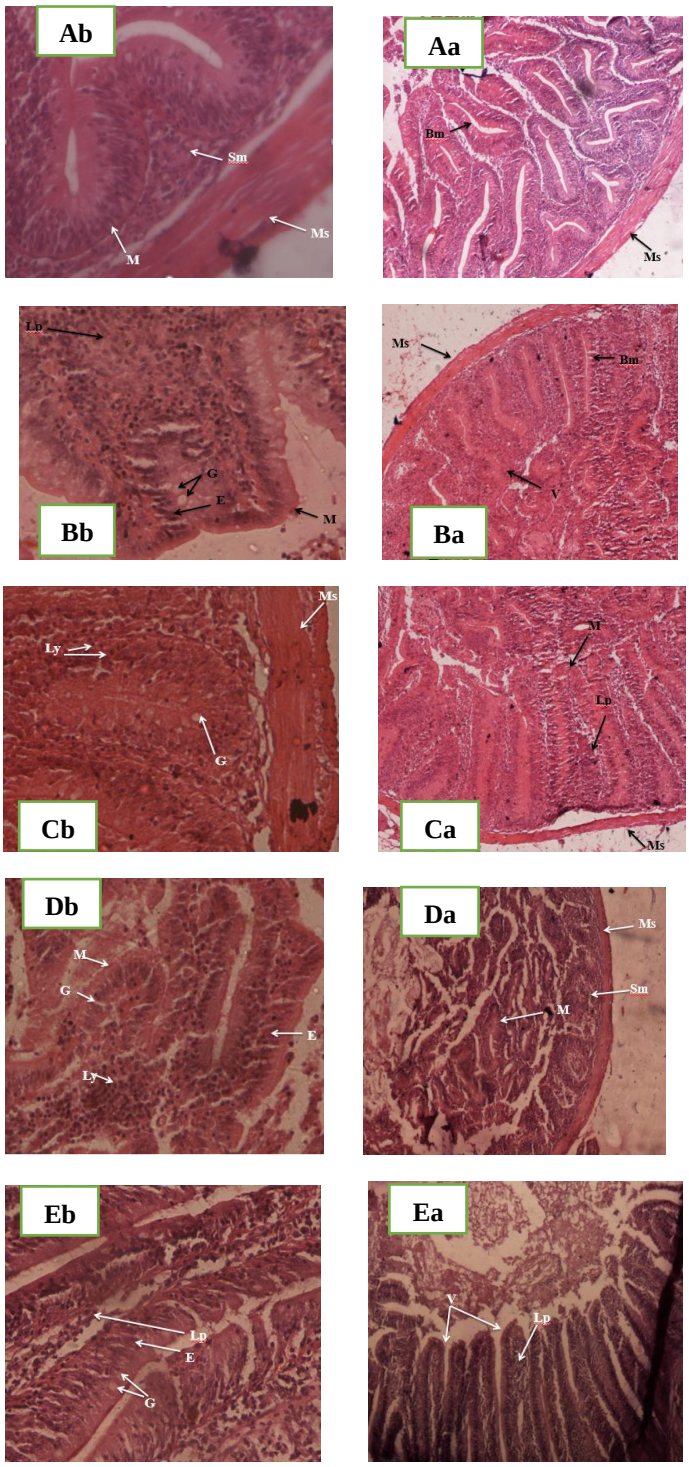
اعداد دارای بالانویس متفاوت در یک ستون، دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

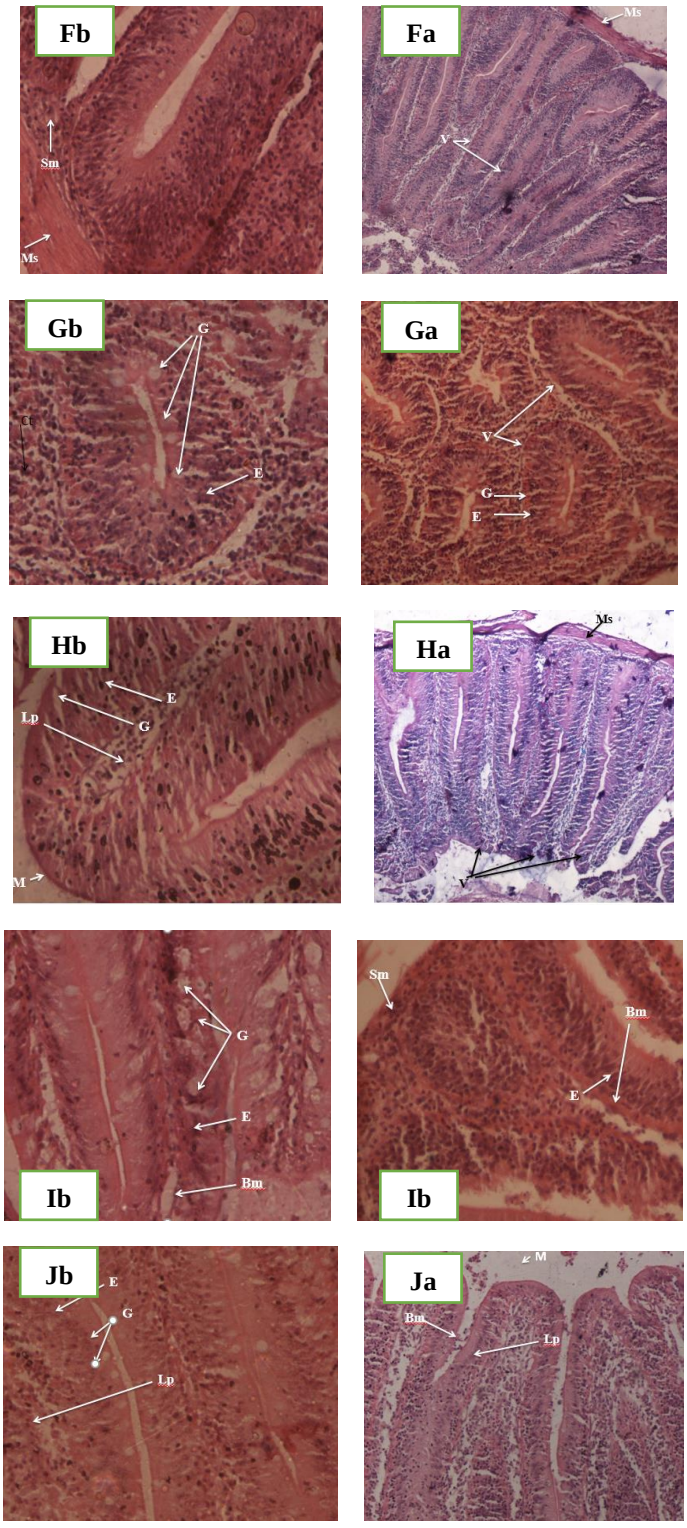
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]

[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]



شکل ۱: بافت روده ماهی کپور معمولی در تیمارهای تغذیه شده با غذای حاوی مقادیر مختلف پروبیوتیک های *L lactis* و *W.cibaria* تیمارهای ۱ تا ۱۰ به ترتیب در شکل های A تا J نشان داده شده اند. حروف a و b در هر تصویر به ترتیب نشان دهنده ی بزرگنمایی های ۱۰۰x و ۴۰۰ x هستند.M : موکوس، Ms: عضلانی، Bm: غشای پایه، V: پرز روده، Sm: لایه زیر موکوسی، Lp: آستر مخاط، G: غده جامی شکل، E: سلول انتروسیت، Ly: لنفوسیت. رنگ آمیزی H &E



ادامه شکل ۱: بافت روده ماهی کپور معمولی در تیمارهای تغذیه شده با غذای حاوی مقادیر مختلف پروبیوتیک های *L lactis* و *W.cibaria* تیمارهای ۱ تا ۱۰ به ترتیب در شکل های A تا J نشان داده شده اند. حروف a و b در هر تصویر به ترتیب نشان دهنده ی بزرگنمایی های ۱۰۰x و ۴۰۰ x هستند.M : موکوس، Ms: عضلانی، Bm: غشای پایه، V: پرز روده، Sm: لایه زیر موکوسی، Lp: آستر مخاط، G: غده جامی شکل، E: سلول انتروسیت، Ly: لنفوسیت. رنگ آمیزی H &E

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

بحث

نتایج بررسی عملکرد رشد و تغذیه در یک نگاه نشان داد که هرچند تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک‌ها، نسبت به تیمار شاهد، عملکرد رشد و تغذیه بسیار بهتری داشتند. اما دربین آنها، ماهیانی که با غذای حاوی ترکیبی از پروبیوتیک‌های *W.cibaria* و *L.lactis* به میزان ۳۰۰ mg/kg تغذیه شده بودند (تیمار ۸)، و نیز ماهیان تغذیه شده با پروبیوتیک *W.cibaria* به میزان ۳۰۰ mg/kg (تیمار ۵) نسبت به سایر تیمارها شرایط رشد و تغذیه مطلوب‌تری داشتند.

مشابه با نتایج تحقیق حاضر، اثرات مثبت و مطلوب پروبیوتیک های مختلف در بهبود و افزایش عملکرد رشد در تحقیقات دیگر نیز اثبات شده اند. از جمله تحقیقات انجام شده در رابطه با بچه ماهی کپور معمولی می‌توان به اثرات مثبت استفاده از پروبیوتیک باکتوسل (قبادی و همکاران، ۱۳۹۳)، لاکتوباسیلوس‌های (*L. plantarum*، *L. casei* و *L. bulgaricus*) (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵) ، پروبیوتیک های *Lactobacillus acidophilus* و *Pediococcus pentosaceus* (اینالو و همکاران، ۱۳۹۸) و پروبیوتیک *Lactis* .subsp *Lactococcus lactis* (برغمان و همکاران، ۱۳۹۸) در این گونه، و در سایر ماهیان نیز به اثرات مثبت پروبیوتیک *L.lactis* در *ماهی* تیلاپیای نیل (Xuxia *et al.*, 2010)، پروبیوتیک*W.cibaria* در تاس ماهی سیبری (*Acipencer baerii*) (هاشمی منفرد و همکاران، ۱۳۹۵)، ترکیب دو نوع پروبیوتیک *Lactococcus lactis* BFE920 و *Lactobacillus plantarum* FGL0001 (Beck *et al.*, 2015) و نیز پروبیوتیک *L.lactis* WFLU12 (Nguyen *et al.*, 2017) در کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) بر عملکرد رشد و تغذیه اشاره نمود. هر چند مثال های ذکر شده در بالا، بیانگر اثرات مثبت پروبیوتیک های مصرفی در غذای ماهیان بوده اند اما باید اذعان نمود که مشاهده تفاوت در نتایج در مطالعات مختلف به نوع پروبیوتیک مصرفی، شکل مکمل مصرفی، حاملِ انتقال دهنده پروبیوتیک، دوز مورد استفاده، مدت زمان تغذیه با پروبیوتیک و اندازه ماهی مورد آزمایش، مرتبط است (Olsen *et al.*, 2001; Mohapatra *et al.*, 2012; Yazici *et al.*, 2015).

علت عملکرد مناسب رشد و تغذیه می تواند به افزایش میزان اشتهای ماهیان به دلیل تحریک سیستم گوارشی و نتیجتا افزایش راندمان دستگاه گوارش، افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید، افزایش فعالیت آنزیم های گوارشی، بهبود تعادل میکروبی روده، هضم و جذب بهتر مواد غذایی و نتیجتاً افزایش رشد، مرتبط باشد. همچنین پروبیوتیک ها آنزیم های خارج سلولی متعددی ترشح می‌کنند و با پشتیبانی از آنزیم های گوارشی و مواد مغذی معین، رشد را بهبود می‌بخشند (Farzanfar *et al.*, 2007). چراکه پروبیوتیک‌ها باعث ساخت متابولیت های میکروبی زیست فعال مانند ویتامین ها و پپتیدهای زیست فعال، اسیدهای آلی و اسیدهای چرب در طول تخمیر و نیز تولید برخی آنزیم ها می شوند (Liu *et al.*, 2010)، و بدین طریق روند رشد را بهبود می‌بخشند. در گزارشات بسیاری اظهار شده است که اغلب پروبیوتیک ها اثراتشان را از طریق تشکیل کلنی در میزبان و ترشح ذرات مغذیِ بهبود دهنده ی رشد، اعمال می‌نمایند (Bagheri *et al.*, 2008; Mohapatra *et al.*, 2012).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

در تحقیق حاضر، چگونگی بهبود عملکرد سیستم گوارشی به عنوان یکی از عوامل موثر بر عملکرد مطلوب رشد و تغذیه، از سه طریق مورد بررسی قرار گرفت. روش اول، اثرات پروبیوتیک های مورد مطالعه بر میزان فعالیت برخی از مهمترین آنزیم های گوارشی (پروتئاز، لیپاز و آمیلاز)، روش دوم اثر پروبیوتیک های مورد مطالعه بر فلور باکتریایی روده و روش سوم، اثرات پروبیوتیک های مورد مطالعه بر تغییر سطوح جذب و ساختار بافتی روده بچه ماهی کپور معمولی بوده است. بطوریکه در یک نگاه کلی نتایج تحقیق حاضر در رابطه با روش اول و آنزیم های گوارشی نشان داد که بیشترین میزان آنزیم های گوارشی پروتئاز، لیپاز و آمیلاز در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک ها و کمترین میزان این آنزیم های گوارشی در تیمار شاهد مشاهده شد. در رابطه با روش دوم نیز مشخص شد که تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در روده ماهیان در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتک، به طور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد بود. در رابطه با روش سوم و تغییرات بافت روده، ساختار بافتی روده در تیمارهای مختلف آزمایشی با میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرارگرفت و در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک‌ها، افزایش در پرزهای (ویلی ها) لایه اپی تلیوم و ارتفاع اپی تلیوم پرزها، در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد و بیشترین میزان افزایش نیز در تیمارهای ۸ و ۵ بوده است.

با توجه به اینکه ثابت شده، فعالیت نسبتا بالاتر آنزیم‌های گوارشی، بهبود عملکرد رشد را در پی‌دارد (Mohammadian *et al*., 2017)، مشاهده عملکرد بهتر رشد در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد، امری دور از ذهن نیست. اعتقاد بر این است که بهبود فعالیت آنزیم های گوارشی در زمان به کار گیری پروبیوتیک در جیره غذایی آبزیان در بسیاری از موارد وابسته به تجمع و افزایش جمعیت باکتریای مفید در دستگاه گوارش، فعالیت آنزیم های میکروبی، بهبود تعادل میکروبی روده، بهبود هضم و جذب غذا و اثر آنزیم های خارجی در گونه هدف است (Mohapatra *et al*., 2012; Askarian *et al*., 2008) که این ترشحات خارجی (Exogenous enzymes) از آنجا که در محدوده وسیع تری از pH فعال بوده و عمر فعالیت بیشتری نسبت به آنزیم‌های داخلی (Endogenous enzymes) دارند می‌توانند هضم پذیری دستگاه گوارش را به طور چشمگیری افزایش و متعاقباً در بهبود رشد اثر معناداری داشته باشند (نجفی انفرادی و همکاران، ۱۳۹۸). در واقع ازدیاد باکتری های مفید روده باعث می شود که فعالیت آنزیم‌های گوارشی آمیلاز، پروتئاز و لیپاز در دستگاه گوارش افزایش یابد (Lee *et al*., 1990). این باکتری ها به دلیل ترشح آنزیم‌های خارج سلولی (نظیر آمیلاز، پروتئاز و لیپاز) نقش بسیار مهمی در افزایش فعالیت ویژه این آنزیم‌ها در روده ماهیان دارند. لذا این باکتری ها موجب افزایش قابلیت هضم پذیری پروتئین، چربی و کربوهیدارت ها شده و آنها را به واحدهای سازنده شان تبدیل می‌کنند و در نتیجه کارآیی تغذیه و رشد بهتری را در آبزیان موجب می‌گردند (Bairagi *et al*., 2002). لازم به ذکر است که پروتئاز، آمیلاز و لیپاز به ترتیب مهمترین آنزیم‌های مربوط به هضم پروتئین، کربوهیدرات و چربی هستند.

هر چند در تحقیق حاضر، میزان آنزیم های گوارشی متناسب با افزایش عملکرد رشد، در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک نسبت به شاهد افزایش یافت اما

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

مشاهده نتایجی مغایر در رابطه با استفاده از پروبیوتیک ها در آبزیان مختلف به عواملی مانند نوع پروبیوتیک، میزان آن، مدت استفاده از آن، سن و اندازه میزبان که در تعیین اثر بخشی پروبیوتیک های مورد استفاده در ماهی *تأثیر* گذارند (Austin and Austin, 2007)، مرتبط است.

فلور میکروبی ماهیان شامل مجموعه ای از باکتری ها می باشد که نقش مهمی را در هضم غذا و کنترل بیماری ها بر عهده دارند و از این رو نقشی مهم در سلامت و رشد موجودات آبزی ایفا می‌کند (Vine *et al*., 2004) که در صورت مناسب و مفید بودن فلور باکتریایی روده، رشد و سلامت ماهی بهبود خواهد یافت. در تحقیق حاضر تعداد کل باکتری ها (رشد یافته روی محیط کشت TSA)، در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری با هم داشتند و بیشترین مقدار در تیمارهای ۲ و شاهد مشاهده شد. همچنین تفاوت معنی‌داری در تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک در تیمارهای مختلف مشاهده شد بطوریکه کمترین تعداد در تیمار شاهد و بیشترین تعداد در تیمار ۸، مشاهده شد. عملکرد مناسب رشد در ماهیان دارای فلور میکروبی مطلوب ناشی از ازدیاد باکتری‌های مفید روده است که افزایش ترشح آنزیم های خارج سلولی نظیر آمیلاز، پروتئاز و لیپاز در روده و نتیجتا افزایش قابلیت هضم پذیری کربوهیدارت ها، پروتئین و چربی و بهبود عملکرد رشد را در ماهی در پی‌دارد (Bairagi *et al*., 2002). در تحقیق حاضر، استفاده از باکتری‌های پروبیوتیکی نظیر *W. cibaria* و *L. lactis* که جز باکتری های اسید لاکتیک به حساب می آیند، به عنوان فلور میکروبی مفید هستند که با توجه به نتایج حاصله در عملکرد رشد بچه ماهی کپور اثر مثبت داشته اند.

مشابه با نتایج تحقیق حاضر، استفاده از باکتری *L.lactis* در جیره غذایی تاس ماهی ایرانی(شناور ماسوله و همکاران، ۱۳۹۵) و پروبیوتیک های اسید لاکتیکی*Lactococcus lactis* ، *Lactobacillus sakei* و *Leuconostoc mesenteroides* در غذای ماهی تیلاپیای نیل (Balcazar *et al*., 2007) سبب افزایش معنی‌دار تعداد باکتری های اسید لاکتیک در روده ماهیان در مقایسه با تیمار شاهد گردید. لازم به ذکر است که مطالعاتی که به بررسی اثر لاکتوکوکوس ها بر ماهی کپور معمولی پرداخته اند، بسیار کم و محدود است و در مطالعه انجام شده توسط Feng و همکاران (۲۰۱۹)، هرچند بهبود عملکرد رشد و ایمنی مشاهده شد .اما به نقش لاکتوکوکوس مصرفی در تغییر تعادل میکروبی روده نپرداخت و *تأثیر* آن را به صورت ناشناخته بیان نمود. اما در تحقیق حاضر مشخص شد که تعداد باکتری های اسید لاکتیک چه از جنس لاکتوکوکوس و چه از جنس ویسلا، در تیمارهای دریافت کننده این پروبیوتیک ها، به طور معنی‌داری افزایش یافت. با توجه به نتایج می‌توان اشاره نمود که کلونیزاسیون مناسب باکتری‌های پروبیوتیکی مورد استفاده در تحقیق حاضر در روده ناشی از فراهم بودن شرایط تثبیت، کلونیزاسیون و رشد آن در روده بچه ماهی کپور معمولی بوده است.

درتحقیق حاضر، تأثیرمکمل‌های پروبیوتیکی بر تغییرات بافت روده مورد بررسی قرارگرفت و پارامترهای همچون ارتفاع پرزهای روده ای، درصد لنفوسیت ها و سلول های جامی شکل، در بافت روده ماهیان تیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرارگرفت. زیرا بافت شناسی، ابزاری اولیه برای ارزیابی تغییرات بافتی است و در مطالعات مختلف مربوط به آبزیان و ماهی‌ها

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

مورد استفاده قرارمی‌گیرد (Mohapatra *et al.*, 2012). بررسی روند تغییرات دستگاه گوارش، خصوصا روده و پرزهای آن دارای اهمیت خاصی است زیرا تغییرات بافت روده شاخص مناسبی برای بررسی وضعیت فیزیولوژیک روده است، که می‌تواند بر روند هضم و جذب غذا و نهایتا رشد ماهیان اثرگذار باشد. روده محل اصلی هضم غذا و جذب مواد است و در نتیجه استفاده بهینه از مواد مغذی جیره به عملکرد موثر این اندام بستگی دارد (Liu *et al.*, 2009). افزایش قطر و ارتفاع پرزهای روده، افزایش سطح جذب در روده و نتیجتا افزایش کارایی استفاده از جیره غذایی مصرفی را به دنبال دارد (سپهرفر و همکاران، ۱۳۹۷). از این رو تغییرات بافت شناسی این اندام می‌تواند اطلاعات مفیدی در مورد کیفیت جیره، سوخت و ساز بدن و وضعیت تغذیه‌ای ماهی ارائه نماید (Meng *et al.*, 2012). نتایج بافت شناسی نشان داد که هر چند آسیبی به بافت روده هیچیک از تیمارها وارد نیامد، اما افزایش درارتفاع پرزهای روده در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک ها، در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد و بیشترین میزان افزایش نیز در تیمارهای ۸ و ۵ بوده است. همچنین بزرگترین چین خوردگی در روده ماهیان تیمارهای ۸ و۵ و کمترین چین خوردگی در روده ماهیان تیمار شاهد مشاهده شد. این نتیجه نشان داد که مصرف پروبیوتیک‌های مذکور هیچگونه اثر سویی بر بافت روده بچه ماهیان کپور معمولی ندارد. از طرفی ماهیانی که با غذای حاوی ترکیبی از پروبیوتیک های *W. cibaria* و *L. lactis* به میزان ۳۰۰ mg/kg تغذیه شده بودند، و نیز ماهیان تغذیه شده با پروبیوتیک *W.cibaria* به میزان ۳۰۰ mg/kg نسبت به سایر تیمارها همانطور که شرایط رشد و تغذیه ی مطلوب-تری داشتند، افزایش ارتفاع پرز روده و چین خوردگی بیشتری نیز داشتند.

چین‌های مخاط روده قابلیت جذب مواد غذایی را افزایش می‌دهند و هرگاه اندازه چین های مخاطی افزایش یابد مواد غذایی نیز افزایش می‌یابد (بانان خجسته و همکاران، ۱۳۸۸). تأثیر بهبود ساختار بافتی روده به لحاظ ریخت شناسی در عملکرد دستگاه گوارش و متعاقبا افزایش رشد و ایمنی امری بدیهی است. در مطالعات مربوط به آبزیان، بلندی پرزهای روده و چین های مخاطی، شاخص هایی برای توانایی جذب به شمار می‌روند (Won *et al.*, 2020). افزایش اندازه پرزها سبب افزایش سطح جذب روده ای و در نهایت جذب بهتر مواد مغذی شده و بهبود رشد آبزی را تضمین می‌نماید (Gisbert *et al.*, 2014). بطوریکه پروبیوتیک‌ها یکی از مکمل‌هایی‌اند که جذب ذرات غذایی را از طریق تغییر در بافت روده همچون افزایش طول پرز روده و ضخامت لایه موکوسی، تسهیل می-نمایند (Won *et al.*, 2020). استفاده از مکمل پروبیوتیکی *Pediococous acidilactici* به میزان $۰/۹ \times ۱۰^{۷}$ CFU/g تأثیری در تغییر ارتفاع یا قطر پرزهای روده ای در بچه ماهیان کپور معمولی نداشت (سپهرفر و همکاران، ۱۳۹۷). دلیل این مغایرت با تحقیق حاضر را می‌توان به ناکافی بودن میزان مکمل استفاده شده در جیره غذایی ماهی مرتبط دانست. بطوریکه سپهرفر و همکاران (۱۳۹۷) نیز، به همین دلیل، اشاره نمودند و ثابت شده که میزان پروبیوتیک مصرفی از جمله عواملی است که در تعیین اثر بخشی پروبیوتیک *تأثیر* می‌گذارد (Austin and Austin, 2007).

در نتیجه می‌توان گفت مصرف باکتری‌های پروبیوتیکی *Weissella cibaria* و *Lactococcus*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

lactis خصوصا به صورت ترکیبی و به میزان mg/kg ۳۰۰ و پس از آن استفاده از mg/kg ۳۰۰ پروبیوتیک *W. cibaria* سبب بهبود عملکرد رشد و تغذیه، افزایش فعالیت آنزیم های گوارشی، بهبود فلور میکروبی روده و افزایش باکتری های اسید لاکتیک روده در بچه ماهی کپور معمولی می گردند.

سپاسگزاری

از کلیه همکارانی که در انجام این تحقیق نهایت همکاری داشته اند، تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

۱. آذری تاکامی، ق.، حقیقی، ع .، بهمنش، ش.، بهروز خوش قلب، م .ر.، مدبری، ع.، نوروزی، م.، ۱۳۹۱. بررسی افزایش باکتوسل به جیره قزل آلا و اثرات آن بر فاکتورهای رشد ایمنی و مقاومت در مقابل استرس های محیطی، بخش سوم . شرکت دارویی پاک گستر پرند .۲۴ صفحه.

۲. اینالو، ک.، علی نژاد، س.، زحمتکش، ع. و امینیان فتیده، ب.، ۱۳۹۸. مقایسه اثر جیره های حاوی پروبیوتیک های *Lactobacillus acidophilus* و *Pediococcus pentosaceus* بر شاخص های رشد، خون شناسی و ایمنی بچه ماهی کپور معمولی. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۸(۳)، ۱۸۵- ۱۹۵.

۳. بانان خجسته، س. م.، ابراهیمی، س.، رمضانی، م. و حق نیا، ح.، ۱۳۸۸. مطالعه هیستولوژی، هیستوشیمیایی مری و روده ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). فصلنامه علمی – پژوهشی زیست شناسی جانوری، ۱(۴)، ۱۷-۲۶.

۴. برغمان، ح.، یگانه، س. و کرامت امیرکلایی،.ع.، ۱۳۹۸. استفاده از پروبیوتیک *Lactis* subsp. *lactis* و کیتین در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه و هضم پذیری جیره. مجله تغذیه آبزیان. ۵(۱)، ۱۳۱ – ۱۴۵.

۵. حسینی، ع.، اورجی، ح.، یگانه، س. و شهابی، ح.، ۱۳۹۳. *تأثیر* پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدی لاکتیسی روی رشد، فاکتورهای خونی و سرمی در ماهی آزاد دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. ۲۳(۲)، ۳۵-۴۵.

۶. حسینی، ع.، چهارلنگ، ف.، ستوده، الف.، علیشاهی، م. و مدرسی، م.، ۱۳۹۵. اثر لاکتوباسیلوس های جدا شده از روده ماهی شیربت (*Barbus grypus*) بر عملکرد رشد، بازماندگی و فلور میکروبی روده ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علمی شیلات ایران. ۲۵(۲)، ۱۶۷-۱۸۰.

۷. ذریه زهرا، م. ج.، قیاسی،م. و بینایی، م.، ۱۳۹۲. بررسی برخی شاخص های خونی و سرمی ماهیان کفال طلایی (*Liza auratus*) آب های جنوب دریای خزر استان مازندران در پی بروز نوعی بیماری نوپدید. نشریه توسعه آبزی پروری، ۷(۴)، ۲۵ – ۳۳.

۸. رضایی تبار، س.، اسماعیلی ساری، ع.، بهرامی فر، ن. و رمضانپور، ز.، ۱۳۹۶. ارزیابی کیفیت آب استخرهای پرورش ماهی در شمال ایران (مطالعه موردی: شهر رشت). فصلنامه علوم تکثیر و آبزی پروری، ۴(۳)، ۲۳-۴۴.

۹. سپهرفر، د.، سروی مغانلو، ک.، حسینی فر، ح.، پاک نژاد، ح. و جافرنوده، ع.، ۱۳۹۷. *تأثیر* استفاده مجزا و تلفیقی پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* و پودر قارچ *Agaricus bisporus* بر شاخص های ایمنی موکوس و هیستومورفولوژی روده در بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری. ۱۱ (۲)، ۲۷-۳۶.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

۱۰. شریف پور، ع و حلاجیان، ع.، ۱۳۹۴. روش های آزمایشگاهی بافت شناسی آبزیان. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۳۵۶ صفحه.

۱۱. شناور ماسوله، ع.، ۱۳۹۱ . شناسایی باکتری های اسید لاکتیک روده بچه تاسماهیان ایرانی *Acipenser persicus* و کارآیی آنها بر برخی فاکتورهای رشد و ایمنو فیزیولوژی . رساله دکتری .دانشکده دامپزشکی گروه بیماری های آبزیان دانشگاه تهران. ۱۴۰ صفحه.

۱۲. شناور ماسوله، ع.، سلطانی، م.، احمدی، م.، پورکاظمی، م. و طاهری میرقائد، ع.، ۱۳۹۵. *تأثیر* تغذیه ای لاکتوکوکوس لاکتیس (*Lactococcus lactis* JF831150) بر وضعیت فلور باکتریایی روده تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و مواجه سازی با آئروموناس هیدروفیلا (*Aeromonas hydrophila*). مجله تحقیقات دامپزشکی. ۷(۳)، ۳۰۳-۳۱۰.

۱۳. علیشاهی، م.، سلطانی، م.، مصباح، م. و زرگر.، ۱۳۹۱. اثرات تحریک ایمنی و رشد لوامیزول، ارگوسان و سه عصاره گیاهی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله تحقیقات کشاورزی. ۶۷(۳)، ۱۳۵-۱۴۲.

۱۴. قبادی، ش.، توکلی، ح. و امیری مجازی، ب.، ۱۳۹۳. اثر سطوح مختلف پروبیوتیک باکتوسل بر برخی شاخص های رشد، بازماندگی و ترکیبات بدن بچه ماهی کپور معمولی *(Cyprinus carpio)*. نشریه توسعه آبزی پروری. ۸ (۴)، ۷۷-۸۷.

۱۵. لشتو آقایی، غ.ر.، خارا، ح. و صیاد بورانی، م. ۱۳۹۹. تأثیر پروبیوتیک باکتوسل و آهن بر رشد ماهی آزاد دریای خزر(*Salmo trutta caspius*). نشریه علمی توسعه آبزیپروری، ۱۴(۳)، ۱۰۱- ۱۱۲.

۱۶. محمودی کیا، ز. و ایمانی، ا.، ۱۳۹۷. شیوه های مختلف تقویت سیستم ایمنی آبزیان. فصلنامه علوم آبزی پروری پیشرفته. ۲(۲)، ۲۹-۴۱.

۱۷. نجفی انفرادی، م.، محمدی زاده، ف.، سلطانی، م.، بحری، ا. و شیخ زاده، ن.، ۱۳۹۸. بررسی اثر *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و مانان الیگوساکارید بر رشد و برخی فاکتورهای گوارشی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری.۱۳(۱)، ۶۹-۸۳.

۱۸. هاشمی مفرد، م.، ستاری ،م.، خوش خلق، م.ر.، شناور ماسوله، ع. و عباسعلی زاده، ع.، ۱۳۹۵. مطالعه *تأثیر* باکتری ویسلا سیبریا (*Weissella cibaria*)بر فاکتورهای رشد در تاسماهی سیبری (*Acipencer baerii*). مجله علمی شیلات ایران. ۲۵(۲)، ۱۷-۲۸.

19. Adel, M., El-sayed, A., Yeganeh, S. and Dadar, M., 2016. Effect of Potential *Probiotic Lactococcus lactis* Subsp. lactis on Growth Performance, Intestinal Microbiota, Digestive Enzyme Activities, and Disease Resistance of *Litopenaeus vannamei*. Probiotics and Antimicrobial Proteins, 9 (2), 150-156.

20. Argyri, A.A., Zoumpopoulou, G., Karatzas, K.A., Tsakalidou, E., Nychas, G.J., Panagou, E.Z., 2013. Selection of potential probiotic lactic acid bacteria from fermented olives by in vitro tests. Food Microbiol, 33, 282–291.

21. Askarian F., Matiar A., Kousha A., Bahmani M., Khorshidi K., Shenavar A., Ringo E., 2008. Diversity of lactic acid bacteria in the gastrointestinal tracts of reared Beluga (*Huso huso*) and Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*): A Comparative Study. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 3(5), 302-311.

22. Austin, B. and Austin, D.A., 2007. Bacterial fish pathogens: diseases of farmed and wild fish (4th edn). Springer Praxis, Chichester, UK.

23. Bagheri, T., Hedayati, S. A., Yavari, V., Alizade, M., Farzanfar, A., 2008. Growth, survival and gut microbial load of rainbow

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

31. Gisbert, E., Castillo, M., Skalli, A., Andree, K.B., Badiola, I., 2014. Bacillus cereus var: toyol promotes growth, affects the histological organization and microbiota of intestinal mucosa in rainbow trout fingerlings. Journal of Animal Science, 91, 2766-2774.
32. Lee, S.Y. & Lee, B.H., 1990. Esterlytic and lipolytic activities of *Lactobacillus casei* subscasei L129. Food science, 55, 1-19.
33. Liu, H., Wu, X., Zhao, W., Xue, M., Guo, L., Zheng, Y., 2009. Nutrients apparent digestibility coefficients of selected protein sources for juvenile Siberian (*Acipenser baerii* Brandt), compared by two chromic oxide analyses methods. Aquaculture Nutrition, 15(18), 25- 34.
34. Liu, K., Chiu, C., Shiu, Y., Cheng, W. Liu, C., 2010. Effects of the probiotic, *Bacillus subtilis* E20, on the survival, development, stress tolerance and immune status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* larvae. Fish and Shellfish Immunology, 28, 837-844.
35. Mahious, A.S., Gatesoupe, F.J. Hervi., Metailler, M.R. and Ollevier. F., 2006. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot, *Psetta maxima* (Linnaeus, C. 1758). Aquaculture International, 14(3), 219-229.
36. Mazurkiewicz, J., Przybyl, A. & Golski, j., 2008. Evaluation selected feeds differing in dietary lipids levels in feeding juveniles of wells catfish (*Silurus glanis*). ALEP, 38, 91-96.
37. Meng, Q., Shaoxiong, D., Xiaojing, X., Minghui, S., Yingzhe, Y., Yongquan, S., 2012. Ontogenetic development of the digestive system and growth in coral trout (*Plectropomus leopardus*). Aquaculture, 334, 132–141.
38. Merrifield, D. L., Bradley, G., Harper, G.M., Baker, R.T.M., Munn, C.B., Davies, S.J., 2011. Assessment of the effects of vegetative and lyophilized *Pediococcus acidilactici* on growth, feed utilization, intestinal colonization and health parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Aquaculture Nutrition, 17, 73-79.
39. Mohammadian, T., Alishahi, M., Tabandeh, M.R., Ghorbanpoor, M. & Gharibi, D., trout (*Onchorhynchus mykiss*) fry given diet supplemented with probiotic during the two months of first feeding. Turkish Journal of Fisheries and Aquaculture Science, 8, 43–48.
24. Bairagi, A., Sarkar Ghosh, K., Sen, S.K., Ray, A.K., 2002. Enzyme producing bacterial flora isolated from fish digestive tracts. Aquaculture, 10, 109-121.
25. Balcazar, J.L. and Rojas-Luna, T., 2007. Inhibitory activity of probiotic *Bacillus subtilis* UTM 126 against Vibrio species confers protection against vibriosis in Juvenile shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Current Microbiology, 55, 409-412.
26. Beck, B.R., Kim, D., Jeon, J., Lee, S.M., Kim, H.K., Kim, O.J., Lee, J.I., Suh, B.S., Do, H.k., Lee, K.H., Holzapfel, W.H., Hwang, J.Y., Kwon, M.G., Song, S.K., 2015. The effects of combined dietary probiotics *Lactococcus lactis* BFE920 and *Lactobacillus plantarum* FGL0001 on innate immunity and disease resistance in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Fish and Shellfish Immunology, 42, 177-183.
27. Bernfeld, P., 1955. Amylase alpha and beta. In: Colowick S P, Kaplan N O, eds. Methods in Enzymology, New York: Academic Press, 149–158.
28. Billard, R., Cosson, J., Perchec, G., Linhart, O., 1995. Biology of sperm and artificial reproduction in carp. Aquaculture, 129(1), 95-112.
29. Farzanfar, A., Lashto Aghaei, G., Alizadeh, M., Bayati, M., Ghorban, R., 2007. Study on growth performance of Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, larvae with different concentration of probiotic in diet. In: Proceedings of Aquaculture, San Antonio, Texas, USA.
30. Feng, J., Chang, X., Zhang, Y., Yan, X., Zhang, J. & Nie, G., 2019. Effects of *Lactococcus lactis* from *Cyprinus carpio* L. as probiotics on growth performance, innate immune response and disease resistance against *Aeromonas hydrophila*. Fish & shellfish immunology, 93, 73-81.Fuller, R., 1989. Probiotics in man and animals. Journal of Applied Bacteriology. 66: 365-378.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]

2017. Effect of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp.*bulgaricus* on growth performance, gut microbial flora and digestive enzymes activities in *Tor grypus* (Karaman, 1971). Iranian Journal of Fisheries Science, 16 (1), 296-317.

40. Mohammadian, T., Nasirpour, M., Tabandeh, M.R. & Mesbah, M., 2019. Synbiotic effects of β-glucan, mannan oligosaccharide and *Lactobacillus casei* on growth performance, intestine enzymes activities, immune-hematological parameters and immune-related gene expression in common carp, *Cyprinus carpio*: An experimental infection with *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture, 634197.
41. Mohapatra, S., Chakraborty, T., Kumar, V., DeBoeck, G. and Mohanata, K.N., 2012. Aquaculture and stress management: a review of probiotic intervention. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 97 (3), 405-430.
42. Mourino, J.L.P., Pereira, G.V., Viera, F.N., Jatoba, A.B., Ushizima, T.T., Silva, B.C., Seiffert, W.Q., Jesus, G.F.A. & Martins, M.L., 2016. Isolation of probiotic bacteria from the hybrid South American catfish *Pseudoplatystoma retculatum* × *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae): A haematological approach. Aquaculture Reports, 3, 166-171.
43. Nguyen, T.L., Park, C. I., Kim, D.H., 2017. Improved growth rate and disease resistance in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, by probiotic *Lactococcus lactis* WFLU12 isolated from wild marine fish. Aquaculture, 471, 113-120.
44. Olsen, R.E., Myklebust, R., Kryvi, H., Mayhew, T.M., Ringø, E., 2001. Damaging effect of dietary inulin on intestinal enterocytes in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). Aquaculture Research, 32, 931-934.
45. Ringo, E. and F.J. Gatesoup., 1998. Lactic acid bacteria in fish: A Review. Aquaculture, 160, 177-203.
46. Ross, N., Firth, K., Wang, A., Burka, J., and Johnson, S., 2000. Changes in hydrolytic enzyme activities of native Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin mucus due to infection with the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*) and cortisol implantation. Diseases of Aquatic Organisms, 41, 43-51.
47. Shihabi, Z. K. & Bishop, C., 1971. Simplified turbid metric assay for lipase activity. Clin Chem, 17(12), 1150–1153.
48. Torfi Moazenzadeh, M., Yaghoubi, M., Yavari, V., Agh, N., Marammazi, J.G. and Popovic, N.T., 2015. Reference intervals for haematological and plasma biochemical parameters in sobaity sea bream juveniles (*Sparidentex hasta*, Valenciennes 1830). Comparative Clinical Pathology, 24, 1501-1507.
49. Vine, N., Leukes, W., Kaiser, H., Daya, S., Baxter, J. and Hecht, T., 2004. Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. Journal of Fish diseases, 27, 319-326.
50. Xuxia, Zh., Yanob, W., Jiangtao, Y. and Li, W., 2010. Inhibition ability of probiotic, *Lactococcus lactis*, against *A. hydrophila* and study of its immune stimulatory effect in tilapia (*Oreochromis niloticus*). International Journal of Engineering, Science and Technology, 2, 73-80.
51. Yazici, I.S., Hisar, O., Yilmaz, S., Yigit, M., 2015. Effects of different probiotic bacteria on growth, body composition, immune response and hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under sub lethal water temperature. Marine Science and Technology Bulletin, 4, 21-28.
52. Won. S., Hamidoghli, A., Choi, W., Park, Y., Jang, W.J., Kong, I. and Bai, S., 2020. Effects of *Bacillus subtilis* WB60 and *Lactococcus lactis* on growth, immune responses, histology and gene expression in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Microorganisms, 8 (67), 1-15.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.3.9.8]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.3.13]