

اثر سطوح مختلف پروبیوتیک باکتوسل بر برخی شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیبات بدن بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

شایان قبادی^۱، حسین توکلی^{۱*}، باقر مجازی امیری^۲

۱- گروه شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران، صندوق پستی: ۷۵۵

۲- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، صندوق پستی: ۴۳۱۴-۳۱۵۸۵

تاریخ پذیرش: ۱۶ مهر ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۷ خرداد ۱۳۹۳

چکیده

در پرورش متراکم ماهیان استفاده از مکمل‌های غذایی یکی از راهکارهای بهبود شاخص‌های رشد، تغذیه و بقا می‌باشد. در این بین تحقیقات متنوعی بر روی پروبیوتیک‌ها به عنوان یکی از مکمل‌های کاربردی در تغذیه ماهیان انجام شده است. در این پژوهش تأثیر پروبیوتیک باکتوسل در مقادیر ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ گرم پروبیوتیک به ازای هر کیلو گرم غذای خشک در مقایسه با غذای شاهد (بدون پروبیوتیک) بر عوامل رشد و کارایی تغذیه در بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با میانگین وزن اولیه $15/49 \pm 0/12$ گرم در مدت ۶۰ روز مطالعه شد. تعداد ۱۸۰ قطعه بچه ماهی کپور معمولی بین ۱۲ مخزن فایبرگلاسی ۵۰۰ لیتری به صورت کاملاً تصادفی با تراکم ذخیره سازی ۱۵ عدد ماهی (۳ تکرار) توزیع شدند. غذاهای در حد سیری طی دوره پرورش و ۴ بار در روز (در ساعت‌های ۷، ۱۱، ۱۵، ۱۹) انجام شد. تعیین میزان طول و وزن ماهیان هر ۱۴ روز یک بار انجام گرفت. در پایان آزمایش، در گروه ماهیانی که پروبیوتیک دریافت کرده بودند، شاخص‌های رشد و راندمان غذایی آن‌ها مانند افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، کارایی پروتئین، ضریب تبدیل غذا و درصد بقا سطح بالاتر و مطلوب‌تری را نسبت به گروه ماهیانی که جیره آن‌ها فاقد پروبیوتیک بودند نشان دادند ($P < 0/05$). بهترین میزان شاخص‌های فوق در جیره ۰/۲ گرم پروبیوتیک در کیلو گرم جیره به دست آمد. تیمار تغذیه شده با ۰/۲ گرم پروبیوتیک در کیلو گرم جیره دارای بیشترین میزان پروتئین بوده که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نداشت ($P > 0/05$). بیشترین میزان چربی و خاکستر لاشه در سطح ۰/۲ گرم پروبیوتیک به ازای هر کیلو گرم غذای خشک بوده که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشتند ($P < 0/05$). نتایج این تحقیق نشان داد اضافه کردن پروبیوتیک باکتوسل به جیره بچه ماهی کپور معمولی به میزان ۰/۲ گرم در هر کیلو گرم جیره اثرات مثبتی بر شاخص‌های رشد و آنالیز تقریبی لاشه دارد.

کلمات کلیدی: ماهی کپور (*Cyprinus carpio*)، پروبیوتیک، باکتوسل، رشد، ترکیبات لاشه.

* عهده‌دار مکاتبات (✉)، tavakoli.h58@gmail.com

مقدمه

افزایش جمعیت از طرفی و بالارفتن آگاهی‌های عمومی در مورد مزایای مصرف آبزیان از سوی دیگر موجب افزایش تقاضا و مصرف سرانه بیشتر آبزیان در ایران در سال‌های اخیر شده است. بخش آبی پروری در کنار این رشد همواره با مشکلاتی نظیر تغییرات کیفیت آب، شیوع بیماری‌ها و... روبرو بوده است (ضیایی نژاد، ۱۳۸۲). استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد شیمیایی برای برطرف نمودن مشکلات آبی پروری علاوه بر دارا بودن اثرات حاشیه‌ای و هزینه بالا موجب انباشتگی مواد شیمیایی در محیط و ماهی می‌شود (Sealy and Gatlin, 2001). پروبیوتیک‌ها میکروارگانسیم‌های مکملی نظیر باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها می‌باشند که از طریق بهبود تعادل میکروبی روده، اثرات سودمندی روی میزبان می‌گذارند (Fuller, 1992). براساس تعریف Douliet و Longdon (۱۹۹۴) پروبیوتیک‌ها غذاهای کمکی‌اند که آنزیم‌های جانبی آن‌ها می‌تواند باعث افزایش فرایند هضم شود. این میکروارگانسیم‌ها نه تنها باعث کاهش میکروب‌های بیماری‌زا در محیط و موجود زنده می‌شوند، بلکه با ایجاد و تقویت میکروارگانسیم‌های مفید موجود در دستگاه گوارش، موجبات سلامتی و یا افزایش میزان رشد را در موجودات زنده فراهم می‌آورند (Fuller, 1992). تأثیرات مثبت پروبیوتیک‌ها بر آبزیان پرورشی بر جنبه‌های مختلفی نظیر بهینه‌سازی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی محیط پرورش، پیشگیری و مبارزه با عوامل بیماری‌زا و نیز ارتقا عملکرد رشد آبزیان پرورشی، در تحقیقات بی‌شماری توسط محققان شیلاتی تأیید شده است (Irianto and Austin, 2002). جعفریان و همکاران (۱۳۸۸)، به بررسی اثر باسیل‌های

پروبیوتیکی از طریق مکمل‌سازی با آرددانی ماگنا (*Daphnia magna*) بر رشد لارو ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرداختند. نتایج نشان داد که در همه تیمارهای پروبیوتیکی، کارایی تبدیل غذا افزایش یافت و به طور عالی پارامترهای رشد و کارایی تغذیه در لاروهای ماهی قزل‌آلای افزایش یافت. در آزمایش صورت گرفته توسط Bairagi و همکاران (۲۰۰۲)، باکتری‌های تولیدکننده آنزیم سلولاز از جمله باسیلوس‌های پروبیوتیکی ایزوله شده از روده ماهی کپور، برای تخمیر گیاه عدسک آبی (*Lemna polyrhiza*) به کار برده شدند. سطوح پروتئین و چربی خام در عدسک آبی تخمیر شده جهت تغذیه ماهیان رو هو افزایش پیدا کرده و باعث ارتقا رشد و افزایش سطوح پروتئین و چربی در لاشه این ماهیان گردیدند. Bairagi و همکاران (۲۰۰۴) باسیلوس *Bacillus subtilis* و باسیلوس سیرکولانس (*Bacillus circulans*) ایزوله شده از روده ماهی تیلپیا موزامبیکا (*Oreochromis mossambicus*) را در جیره غذایی ماهی رو هو (*Labeo rohita*) به کار بردند، نتایج نشان داد که نسبت کارآیی پروتئین، قابلیت هضم ظاهری و بهره‌برداری ظاهری پروتئین افزایش یافته و عملکرد ماهی در ارتباط با معیارهای رشد ارتقاء یافت. همچنین فعالیت ویژه آنزیم‌های گوارشی از جمله آمیلاز و پروتئاز افزایش یافته و سطوح پروتئین و ذخیره چربی لاشه نیز ارتقا یافت. اخیراً امکان استفاده از گروه‌های باکتریایی مثل *Bacillus spp*، اینولین، *Pediococcus acidilactici* MA به عنوان پروبیوتیک در موجودات آبی شناخته شده و به طور فزاینده‌ای به کار گرفته شده است. از *Pediococcus acidilactici* MA می‌توانیم به Bactocell اشاره کرد.

متوسط $10/60 \pm 0/13$ قرار گرفتند. به هریک از مخازن ۲ عدد سنگ هوا که به منبع هواده متصل بودند، جهت هوادهی و تأمین اکسیژن نصب گردید. آزمایش به مدت ۶۰ روز با دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی در یک سالن سرپوشیده انجام شد. در طی آزمایش دمای آب به صورت روزانه و میزان اکسیژن و pH هفته ای یکبار اندازه گیری گردید. در کل دوره آزمایش میانگین دمای آب $26/2 \pm 0/5$ ، میزان اکسیژن $6/7 \pm 0/41$ و pH آب $7/2 - 8/2$ بود. ماهیان به منظور سازگاری به مدت یک هفته با جیره پایه قبل از شروع آزمایش، تغذیه شدند. در ابتدای آزمایش بعد از مرحله سازگاری زیست‌سنجی ماهیان انجام شد. سپس با توجه به تیمارهای تعیین شده مکمل باکتوسل در ۳ سطح $0/1$ ، $0/2$ و $0/3$ گرم در هر کیلوگرم به جیره کنترل اضافه شد. تیمار کنترل (صفر) فاقد مکمل بود. ماهیان هر دو هفته یکبار بیومتری می‌شدند. جهت بیومتری، پس از بیهوش کردن ماهیان به وسیله پودر گل میخک بادوز 300 mg/L (Velisek et al., 2005)، وزن با دقت $0/01 \text{ g}$ و طول کل با دقت 1 mm انجام شد. خاطر نشان می‌گردد ۲۴ ساعت قبل از بیومتری، غذادهی به ماهیان قطع گردید. اطلاعات کسب شده به برنامه نرم‌افزاری Excel منتقل تاپس از محاسبه بیومس، مقدار جدید غذادهی جهت هر تانک محاسبه گردید. جیره ساخته شده شامل $30/5\%$ پروتئین خام، $8/5\%$ لیپید خام، $36/8\%$ کربوهیدرات، 13% رطوبت، 9% خاکستر و $2/2\%$ فیبربا استفاده از نرم‌افزار لیندو فرموله شد (جدول ۱).

برای تهیه جیره غذایی آزمایشی هر جزء به صورت جداگانه وزن شد و ترکیبات ویتامین، مواد معدنی و مواد افزودنی دیگر به طور کامل با هم مخلوط و سپس به اجزای اصلی اضافه شد و اجزاء با روغن باند شدند.

اثرات مفید استفاده از پروبیوتیک Bactocell در برخی از آزیان مثل ماهی آزاد و قزل‌آلا و میگو گزارش شده است. باکتوسل محصول شرکت Lallemand فرانسه به عنوان یک زیست یار حیاتی است و یک گرم از این پروبیوتیک حاوی 1×10^{10} باکتری است. این فرآورده با پرشمار شدن در دستگاه گوارش میزبان و چسبیدن به جدار روده و تحریک و افزایش آنزیم‌های گوارشی و افزایش اسیدیته لوله گوارش سبب بهبود فاکتورهای رشد، ایمنی و مقاومت شده و با کاهش تلفات، تولید بیشتری را در زمان کوتاه‌تر به دست خواهد داد (حسینی فر، ۱۳۸۶). باتوجه به مقرون به صرفه بودن پرورش کپور و همچنین مطالعات محدود پروبیوتیک در جیره غذایی بچه ماهیان کپور، این بررسی به منظور تعیین دوز مناسب برای استفاده از پروبیوتیک و اثر آن بر عملکرد رشد و بقا برای بچه ماهیان کپور انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ به مدت دو ماه (تیر-مرداد) در کارگاه تحقیقات آزیان دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل انجام شد. بچه ماهی کپور معمولی به تعداد ۳۵۰ قطعه با محدوده وزنی $14 - 16/50$ گرم از کارگاه تکثیر و پرورش نصرساری تهیه شد. مخازن پرورشی قبل از ذخیره‌سازی، به وسیله هیپوکلریت سدیم با غلظت ماده مؤثر 200 mg/L به مدت ۱ ساعت کاملاً ضد عفونی، سپس با آب شستشو شدند. ضد عفونی ماهیان نیز ابتدا با غوطه‌وری در محلول نمک 4% به مدت ۱ دقیقه انجام شد (مخیر، ۱۳۸۶). پس از رقم‌بندی، تعداد ۱۸۰ عدد از ماهیان در داخل ۱۲ مخزن مدور ۵۰۰ لیتری به تعداد ۱۵ عدد در هر مخزن (۴ تیمار و ۳ تکرار) با میانگین وزنی $15/49 \pm 0/12$ و طول

برای بررسی رشد ماهیان و مقایسه بین تیمارها از شاخص‌های رشد شامل درصد بازماندگی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، میزان افزایش وزن بدن، بازده مصرف پروتئین و شاخص کیفیت استفاده گردید.

افزایش وزن بدن (Tacon, 1990):

$$BWI = Wt_2 - Wt_1$$

$$Wt_1 = \text{گرم وزن اولیه ماهی}$$

$$Wt_2 = \text{گرم وزن نهایی ماهی}$$

درصد افزایش وزن بدن (Kissil *et al.*, 2001):

$$PBWI (\%) = [(Wt_2 - Wt_1) / Wt_1] \times 100$$

$$Wt_1 = \text{گرم وزن اولیه ماهی}$$

$$Wt_2 = \text{گرم وزن نهایی ماهی}$$

نرخ رشد ویژه (درصد در روز) (Hevroy *et al.*, 2005):

$$SGR (\% / \text{day}) = [(\ln Wt_2 - \ln Wt_1) / t] \times 100$$

$$\ln Wt_1 = \text{لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی}$$

$$\ln Wt_2 = \text{لگاریتم طبیعی نهایی ماهی}$$

$$t = \text{طول دوره آزمایش}$$

فاکتور وضعیت (Ojolic *et al.*, 1995):

$$CF = [W / L^3] \times 100$$

$$L = \text{طول کل ماهی (سانتی‌متر)}$$

$$W = \text{وزن ماهی (گرم)}$$

ضریب تبدیل غذایی (Hevroy *et al.*, 2005):

$$FCR = \text{g dry feed eaten} / \text{g live weight gain}$$

$$\text{g dry feed eaten} = \text{غذای خورده شده (گرم)}$$

$$\text{g live weight gain} = \text{گرم وزن به دست آمده ماهی}$$

نسبت کارایی پروتئین (Helland *et al.*, 1996)

پس از ۳۰ دقیقه هم زدن در میکسر حدود ۲۰٪ آب اضافه گردید و به مدت ۱۵ دقیقه دیگر عمل مخلوط شدن ادامه پیدا کرد. در نهایت، جیره آماده شده به چرخ گوشت منتقل شد. سپس پلت‌ها بر روی سینی‌های خشک کن قرار داده شده و پس از شماره گذاری به خشک کن انتقال داده شدند. غذادهی بچه ماهیان به میزان سیری و در ۴ وعده در ساعات ۷، ۱۱، ۱۵، ۱۹ انجام گردید. مدفوع و دیگر مواد باقیمانده هر روز از مخازن سیفون شدند.

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

ترکیبات غذایی	درصد
پودر ماهی ^۱	۴۱
پودر ذرت ^۲	۲۰
آرد گندم ^۲	۲۰
سیوس برنج ^۲	۷
ملاس نیشکر ^۲	۴/۵۸
مکمل ویتامینی ^۳	۱/۵
مکمل معدنی ^۴	۱/۵
آنتی اکسیدان ^۲	۰/۰۲
روغن ماهی ^۱	۲
روغن سویا ^۳	۲
ضد قارچ ^۳	۰/۲۵

۱: شرکت پارس کیلکا، ایران، ۲: شرکت خوراک دام و آبزیان، ایران، ۳: شرکت ارس بازار، آمل، ایران. واحد kg^{-1} از مکمل: ویتامین A، IU ۱۲۰۰۰۰؛ کلسیفرول، ۴۰۰۰۰؛ E، ۳۰ IU؛ K₃، ۱۲۰۰ mg؛ C، ۵۴۰۰ mg؛ بیوتین، ۲۰۰ mg؛ تیامین، ۲۰۰ mg؛ ریوفلاوین، ۳۶۰۰ mg؛ کلسیم پنتوتونات، ۷۲۰۰ mg؛ نیاسین، ۹۰۰۰ mg؛ پیریدوکسین، ۲۴۰۰ mg؛ اسید فولیک، ۶۰۰ mg؛ سیانو کوبالامین، ۴ mg؛ آنتی اکسیدان ۵۰۰ mg و حامل تا حدود وزن ۱ kg، ۴، شرکت ارس بازار، آمل، ایران. واحد kg^{-1} از مکمل: آهن، ۴۵۰۰ mg؛ مس، ۵۰۰ mg؛ کبالت، ۵۰۰ mg؛ سلنیوم، ۵۰ mg؛ روی، ۶۰۰۰ mg؛ منگنز، ۵۰۰۰ mg؛ ید، ۱۵۰۰ mg؛ کولین کلراید، ۱۵۰۰۰ mg و حامل تا وزن ۱ kg.

Duncan برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $(P \leq 0/05)$ انجام پذیرفت.

نتایج

در جدول ۲ نتایج تأثیر مقادیر متفاوت پروبیوتیک باکتوسل بر برخی از معیارهای رشد بچه ماهیان کپور معمولی ارائه شده است. اضافه کردن پروبیوتیک باکتوسل به جیره بچه ماهیان کپور، افزایش وزن و طول بیشتری را نسبت به گروه شاهد نشان دادند $(P < 0/05)$ که بیشترین میزان آن در تیمار ۰/۲ گرم در هر کیلو گرم و کمترین میزان آن‌ها در تیمار شاهد مشاهده گردید. ضریب رشد ویژه در تیمارهای دریافت‌کننده باکتوسل در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشتند $(P < 0/05)$ که حداکثر این مقدار در تیمار دریافت‌کننده ۰/۲ گرم باکتوسل در هر کیلو گرم غذای خشک به دست آمد. حداکثر میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار شاهد و حداقل متعلق به تیمار ۰/۲ گرم در هر کیلو گرم غذای خشک مشاهده گردید که با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند $(P < 0/05)$. تمامی تیمارهای آزمایشی بازده مصرف پروتئین بالاتری را نسبت به گروه شاهد نشان دادند، که حداکثر این مقدار در تیمار ۰/۲ گرم باکتوسل در هر کیلو گرم غذای خشک به دست آمد $(P < 0/05)$. حداکثر میزان فاکتور شاخص کیفیت در تیمار ۰/۳ گرم در هر کیلو گرم مشاهده گردید اما بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد $(P > 0/05)$. اثر این پروبیوتیک بر درصد بازماندگی نشان می‌دهد که تیمارهای دریافت‌کننده پروبیوتیک باکتوسل دارای زنده مانده (100%) بوده که به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود $(P < 0/05)$.

$PER (g/g) = g \text{ live weight gain} / g \text{ protein intake in fish}$

$g \text{ live weight gain} = \text{پروتئین خورده شده (گرم)}$

$g \text{ protein intake in fish} = \text{وزن به دست آمده (گرم)}$

درصد نرخ بقاء (Mazurkiewicz *et al.*, 2008):

$Survival \text{ rate} = (N_f / N_0) \times 100$

$N_0 = \text{تعداد ماهیان در ابتدای دوره آزمایش}$

$N_f = \text{تعداد ماهیان در انتهای دوره آزمایش}$

در پایان دوره پرورش برای آنالیز ترکیبات شیمیایی لاشه، پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان قطع تغذیه و اطمینان از دفع کامل محتویات لوله گوارش، برداشت محصول انجام شد. برای این منظور کل بچه ماهیان توزین شدند و از هر تکرار تعداد ۳ نمونه به طور تصادفی برداشت شد. سپس سر و باله و پوست ماهیان هر تیمار جدا و در نهایت لاشه آن‌ها پس از ۳ بار چرخ شدن و تهیه مخلوط همگن بسته‌بندی شده و در فریزر (-20°C) درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ روز منجمد گردید. در ادامه این مخلوط جهت تجزیه شیمیایی لاشه در آزمایشگاه مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه تقریبی جیره‌های ساخته شده و لاشه در انتهای آزمایش شامل پروتئین خام، چربی خام، رطوبت و خاکستر از طریق روش استاندارد AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری و تعیین شدند. تجزیه شیمیایی جیره‌های غذایی و لاشه ماهیان در آزمایشگاه تخصصی تحقیقاتی مازندران واقع در شهرستان ساری انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (VER19) و از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه ANOVA استفاده شد. جهت بررسی توزیع نرمال داده‌ها از روش Shapiro-wilk استفاده شد. از آزمون

جدول ۲: مقایسه برخی از معیارهای رشد و تغذیه (میانگین و انحراف معیار) به دست آمده در بچه ماهی کپور پرورشی تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک باکتوسل طی مدت ۶۰ روز

تیمار	شاهد	۰/۱ گرم/کیلوگرم	۰/۲ گرم/کیلوگرم	۰/۳ گرم/کیلوگرم
میانگین وزن اولیه (g)	۱۵/۳۴±۰/۰۴ ^a	۱۵/۵۱±۰/۲۱ ^a	۱۵/۵۱±۰/۱۵ ^a	۱۵/۶۰±۰/۰۱ ^a
میانگین وزن نهایی (g)	۲۲/۲۵±۰/۰۲ ^a	۲۳/۰۵±۰/۱۰ ^b	۲۷/۶۱±۰/۱۶ ^d	۲۵/۶۶±۰/۱۵ ^c
افزایش وزن بدن (g)	۶/۹۱±۰/۰۲ ^a	۷/۵۴±۰/۰۱ ^b	۱۲/۱±۰/۳۱ ^d	۱۰/۰۶±۰/۱۵ ^c
درصد افزایش وزن بدن	۴۵/۰۸±۰/۲۹ ^a	۴۸/۶۴±۱/۳۳ ^b	۷۸/۰۱±۲/۷۹ ^d	۶۴/۴۹±۱/۱۹ ^c
نرخ رشد ویژه	۰/۶۷±۰/۰۱ ^a	۰/۷۰±۰/۰۲ ^b	۱/۰۲±۰/۰۲ ^d	۰/۸۸±۰/۰۱ ^c
فاکتور رضعیت	۱/۴۲±۰/۰۴ ^{ab}	۱/۳۸±۰/۰۱ ^a	۱/۳۹±۰/۰۱ ^a	۱/۴۵±۰/۰۲ ^b
ضریب تبدیل غذایی	۳/۹۴±۰/۰۷ ^d	۳/۵۷±۰/۰۸ ^c	۲/۴۸±۰/۰۶ ^a	۲/۸۴±۰/۰۳ ^b
نسبت کارایی پروتئین (g/g)	۰/۸۸±۰/۱۱ ^a	۱/۰۷±۰/۰۲ ^b	۱/۵۴±۰/۰۴ ^d	۱/۳۴±۰/۰۱ ^c
بازماندگی (%)	۹۱/۰۰±۷/۷۰ ^a	۱۰۰ ^b	۱۰۰ ^b	۱۰۰ ^b

حروف مشابه در یک ردیف دارای اختلاف معنی داری نمی باشند ($P > 0.05$).

باکتوسل در کیلوگرم جیره معادل ۲/۹۰ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۰/۱ و ۰/۳ به میزان ۲/۳۳ درصد بود. همچنین بیشترین مقدار رطوبت لاشه مربوط به تیمار شاهد معادل ۷۱/۶۴ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۰/۲ گرم در کیلوگرم باکتوسل جیره به میزان ۶۴/۴۹ درصد بود. اما از نظر میزان چربی لاشه تفاوت معنی داری در بین تیمارهای شاهد، ۰/۱ و ۰/۳ مشاهده نگردید اما با تیمار ۰/۲ اختلاف معنی داری داشتند به طوری که در تیمار ۰/۲ گرم در باکتوسل جیره از بیشترین میزان برخوردار بود ($P < 0.05$).

نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک باکتوسل بر ترکیبات شیمیایی لاشه در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که با افزودن پروبیوتیک باکتوسل میزان خاکستر، پروتئین و چربی لاشه افزایش داشت، به طوری که میزان چربی و خاکستر در تیمار ۰/۲ گرم اختلاف معنی داری با سایر سطوح داشت ($P < 0.05$). بیشترین و کمترین مقدار پروتئین لاشه به ترتیب مربوط به تیمار ۰/۲ گرم در کیلوگرم باکتوسل جیره و تیمار شاهد با مقادیر ۱۸/۵۸ و ۱۵/۲۶ درصد بود. بیشترین مقدار خاکستر لاشه مربوط به تیمار ۰/۲ گرم

جدول ۳: مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی بدن بچه ماهی کپور (درصد ماده خشک)

ترکیبات لاشه	شاهد	۰/۱ گرم/کیلوگرم	۰/۲ گرم/کیلوگرم	۰/۳ گرم/کیلوگرم
پروتئین خام (%)	۱۵/۲۶±۰/۱۱ ^a	۱۶/۵۳±۰/۴۱ ^a	۱۸/۵۸±۳/۵ ^a	۱۷/۲۶±۳/۴۹ ^a
چربی خام (%)	۱۱/۲۳±۰/۶۸ ^a	۱۱/۳۱±۰/۵۳ ^a	۱۳/۵۳±۰/۴۷ ^b	۱۱/۲۰±۰/۴۵ ^a
خاکستر (%)	۲/۳۴±۰/۲۷ ^a	۲/۳۳±۰/۰۸ ^a	۲/۹۰±۰/۴۲ ^b	۲/۳۳±۰/۱۹ ^a
رطوبت (%)	۷۱/۶۴±۱/۴۳ ^c	۶۹/۲۳±۱/۱ ^b	۶۴/۴۹±۱/۱ ^a	۶۹/۲۹±۱/۱ ^b

حروف مشابه در یک ردیف دارای اختلاف معنی داری نمی باشند ($P > 0.05$).

بحث

در تحقیق حاضر پروبیوتیک باکتوسل در تمامی تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد نقش بسیار مثبتی را در ارتقاء رشد بچه ماهیان کپور ایفا نمود. تمامی جیره‌های مکمل شده با پروبیوتیک منجر به راندمان‌های رشد و مصرف غذایی بهتری در مقایسه باجیره پایه در گروه شاهد شدند. نتایج مشابهی توسط Swain و همکاران (۱۹۹۶) بر روی کپورهای هندی مشاهده شد. به نظر می‌رسد که افزایش رشد به دلیل افزایش اشتها و ترشح آنزیم یا بهبود سلامتی ماهی در نتیجه کنترل عفونت و افزایش قابلیت هضم مواد غذایی باشد (Gatesoupe and Ringo, 1998). در این بررسی ضریب رشد ویژه و افزایش وزن در تیمارهای دریافت کننده باکتوسل در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد. از آنجا که باکتری‌ها می‌توانند فعالیت هضم را به واسطه تولید ویتامین‌ها و کوفاکتورها یا از طریق بهبود فعالیت‌های آنزیمی ارتقا دهند (Gatesoupe, 1999)، لذا می‌توان وجود مکمل باکتوسل در جیره غذایی را عامل این عملکرد مثبت بچه ماهیان در این ویژگی دانست. نتایج مشابهی با پروبیوتیک *Streptococcus faecium* برای کپور ماهیان توسط Bogut و همکاران (۱۹۹۹) به دست آمد که گروه‌های تغذیه شده با پروبیوتیک بیشترین وزن و ضریب رشد ویژه را دارا بودند. در تحقیق حاضر تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک باکتوسل ضریب تبدیل غذایی و بازده مصرف پروتئین بالاتری را نسبت به گروه شاهد نشان دادند. جیره ماهیان مکمل شده با پروبیوتیک، رژیم غذایی و هضم پروتئین را بهبود می‌بخشد که این امر رشد بیشتر و ضریب تبدیل غذایی بهتر را توجیه می‌کند (Wache et al., 2006). در

مطالعات Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) بر روی تیلاپای نیل، غذای مکمل شده با پروبیوتیک‌های *S. cerevisiae* و *faecium* بهترین FCR مشاهده شد و پیشنهاد شد که بهره‌برداری از غذا حتی در شرایط استرس توسط پروبیوتیک‌ها افزایش می‌یابد. در بررسی حاضر بیشترین مقدار فاکتور شاخص کیفیت آن در تیمار ۰/۳ گرم در هر کیلوگرم غذا بود که با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بود. نتایج به دست آمده در مکزیک در خصوص شاخص وضعیت که تأثیر باکتوسل ولووسل را مورد مقایسه قرار دادند که باکتوسل باعث افزایش در شاخص وضعیت می‌شود ولی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان و ماهی آزاد نتایج متفاوتی به دست آوردند که بر شاخص وضعیت آن‌ها باکتوسل تأثیری ندارد (EFSA, 2007). آذری تاکامی و همکاران (۱۳۹۱) تأثیر باکتوسل بر شاخص وضعیت ماهی قزل‌آلارا مورد بررسی قرار داد که نتایج حاکی از افزایش شاخص وضعیت در ماهی قزل‌آلا بود و تفاوت معنی‌داری را در این فاکتور مشاهده نمودند. علت این تناقضات را تغییر در نوع مکان و ماهی مورد پرورش و تفاوت در دوز مصرفی می‌توان دانست. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق درصد بقا در تیمارهای تغذیه شده با پروبیوتیک باکتوسل (۱۰۰٪) بوده که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. در این رابطه روند مشابهی توسط Bogut و همکاران که اثرات سطوح مختلف مکمل در تغذیه ماهی کپور معمولی مورد مطالعه قرار گرفت که شامل آنتی‌بیوتیک‌ها، مخمر و باکتری‌ها بود که بهترین رشد و زنده مانی (۱۰۰) درصد با باکتری‌ها به عنوان مکمل پروبیوتیک مشاهده گردید که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. Ferguson و همکاران (۲۰۱۰)

بودند ($P < 0/05$). که این روند با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد. این نتایج با نتایج به دست آمده توسط Diab و همکاران (۲۰۰۲)، Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) و Mohamed و همکاران (۲۰۰۷) مشابهت دارد. جعفریان و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی کارایی تغذیه و ترکیب شیمیایی بدن لارو فیل ماهی (*Huso huso*) تغذیه شده با ناپلی آرتیمای (*Artemia urmiana*) غنی شده با باسیلوس های پروبیوتیکی در سه سطح 1×10^8 ، 2×10^8 و 3×10^8 باکتری به ازاء هر لیتر، پرداختند. نتایج نشان داد که در تیمارهای آزمایشی، پروبیوتیک ها روی نسبت کارایی پروتن (PER)، نسبت کارایی چربی (LER)، ارزش تولیدی پروتن (PPV) در مقایسه با تیمار شاهد، تاثیرات مثبت و معنی دار داشتند و هم چنین سطوح ماده خشک، پروتئین خام و خاکستر لاشه بطور معنی دار افزایش یافت. با به کارگیری باسیلوس های پروبیوتیکی ضریب تبدیل غذایی به طور قابل توجهی کاهش یافت و تیمارهای آزمایشی از وزن نهایی و درصد وزن بیشتری برخوردار بودند. همچنین پورداود و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی اثرات جیره های غذایی حاوی مخمر (*Saccharomyces cervisiae*) بر رشد، زنده ماننی، کیفیت گوشت و مقاومت در برابر تنش های محیطی ماهی *Heros* *severus* پرداختند. نتایج تأثیرات مثبت و معناداری را بر شاخص های رشد (وزن نهایی، نرخ رشد ویژه) و درصد بقاء، در جیره های غذایی حاوی مخمر مورد نظر نشان دادند. همچنین کاهش معناداری در ضریب تبدیل غذایی و ضریب کارایی پروتئین مشاهده شد. در آزمایش تنش با آمونیاک نیز کاربرد جیره های حاوی مخمر نسبت به گروه شاهد، سبب ارتقاء نرخ بقاء بچه ماهیان تحت تیمار شد. در نتیجه این مخمر پروبیوتیکی

اثر *Pediococcus acidilactici* (CNCM MA18/5 اثر M) را به عنوان جیره مکمل بر میکروبیوتا (میکروفلور) و رشد تیلایای قرمز (*Oreochromis niloticus*) به میزان 10^7 CFU/g و جیره شاهد بدون مکمل را به کار بردند. در ماهیان تغذیه شده با پروبیوتیک باکتوسل میزان زنده ماننی ۱۰۰ درصد بود، که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد. دلایل این افزایش را شاید بتوان به از بین رفتن باکتری های مضر به وسیله باکتری های مفید (پروبیوتیک) دانست. این احتمال وجود دارد جمعیت های میکروبی برخی مواد شیمیایی آزاد کنند که بر جمعیت های میکروبی دیگر آثار ضد میکروبی داشته باشند و بتوانند روابط بین جمعیتی را از طریق تحت تأثیر قراردادادن و رقابت برای جذب مواد شیمیایی یا انرژی موجود تغییر دهند (Lemos و همکاران، ۱۹۹۵). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در آنالیز تقریبی لاشه (تیمارهای دریافت کننده باکتوسل) فاکتورهای پروتئین و چربی لاشه افزایش یافت و سطح ۰/۲ درصد دارای بیشترین چربی و خاکستر بوده که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت ($P < 0/05$). Nasrollahzadeh و Noveirian (۲۰۱۲) اثر بیوژن پروبیوتیک را بر شاخص های رشد و ترکیب بدن بچه ماهی کپور معمولی در سه تیمار (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳) درصد و تیمار شاهد بدون پروبیوتیک را به مدت ۶۰ روز مورد بررسی قرار دادند. در پایان آزمایش عوامل رشد و راندمان غذایی آن ها مانند افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، کارایی پروتئین، ضریب تبدیل غذایی و درصد بقا سطح بالاتر و مطلوب تری را در کپور ماهیان جوان که با جیره حاوی پروبیوتیک مورد تغذیه قرار گرفتند نشان داد. نتایج نشان داد میزان پروتئین و چربی لاشه افزایش یافت و با جیره شاهد دارای اختلاف معنی دار آماری

- (*Heros severus*). مجموعه مقالات اولین همایش ملی پروبیوتیک و محصولات فرآورده، تهران، مرکز علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، صفحه ۳.
۳. حسینی فر، ح.، پورامینی، م. ۱۳۸۶. کاربرد پروبیوتیک و پری بیوتیک در آبزی پروری. انتشارات موج سبز، صفحات ۱۴-۵۷.
۴. جعفریان، ح.، سلطانی، م.، عابدیان، ع.ا. ۱۳۸۶. استفاده از باسیلوس‌های پروبیوتیکی غنی شده باناپلی آرمیای ارومیانا بر کارایی تغذیه و ترکیبات مغذی بدن لاروهای فیل ماهی (*Huso huso*)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۴(۱)، ۶۶-۶۰.
۵. جعفریان، ح.آ.، طاعتی کلی، م.، نظرپور، ع.ر. ۱۳۸۸. بررسی اثربسیل‌های پروبیوتیکی بر رشد لارو ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از طریق مکمل‌سازی با آرد دافنی ماگنا (*Daphnia magna*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۶(۳)، ۵۹-۴۸.
۶. ضیایی‌نژاد، س.، ۱۳۸۲. تاثیر باکتری‌های باسیلوس به عنوان پروبیوتیک بر رشد، بازماندگی و تغییرات آنزیم‌های گوارشی مراحل لاروی میگو سفید هندی، (*Penaeus indicus*) پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، ۱۸۸ صفحه.
۷. مخیر، ب.، ۱۳۸۶. بیماری‌های ماهیان پرورشی. جلد دوم، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۴۰-۵۰۰.

می‌تواند علاوه بر افزایش سطوح پروتئین لاشه با کاهش میزان غذای مورد نیاز آبیان و همچنین بالا بردن مقاومت ماهی در برابر تنش‌های محیطی سبب بهبود میزان بقا شود. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در این تحقیق نشان داده شد که استفاده از مکمل غذایی باکتوسل به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه در بچه ماهیان کپورگردید که میزان مطلوب آن ۰/۲ گرم پروبیوتیک باکتوسل بر کیلوگرم جیره بوده که به طور کمی تاثیر مثبت بیشتری بر شاخص‌های رشد و بقا و ترکیب لاشه نشان داد. بر این اساس افزودن ۰/۲ گرم پروبیوتیک باکتوسل بر کیلوگرم جیره غذایی بچه ماهیان کپور به منظور بهبود راندمان رشد، تغذیه و کیفیت لاشه پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

در اینجا لازم می‌دانیم از اساتید محترم آقای دکتر سیدمهدی حسینی فردو کارکنان دانشگاه آزاد که طی اجرای کارهای عملی راهنمایی نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

منابع

- آذری تاکامی، غ.، مدبری، ع.، بهمنش، ش.، ۱۳۹۱. بررسی افزایش باکتوسل به جیره قزل‌آلا و اثرات آن بر روی فاکتورهای رشد، ایمنی و مقاومت مقابل استرس‌های محیطی. طرح تحقیقاتی، دانشگاه آزاد واحد لاهیجان، ۲۴ صفحه.
- پور داود، م.، سجادی، م.م.، بحری، آ.ه.، احمدنیا، ح.ر.، ۱۳۸۹. بررسی اثرات جیره‌های غذایی حاوی مخمر (*Saccharomyces cerevisia*) بر رشد، بقا، کیفیت گوشت و مقاومت در برابر تنش‌های ماهی
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists)., 1990. Official method of analysis AOAC. Washington DC, USA., 1263p.
- Bairagi, A., Ghosh, K.S., Sen, S.K., Ray, A.K., 2002. Duckweed (*Lemna polyrhiza*) leaf meal as a source of feedstuff in formulated diets for rohu (*Labeo rohita* Ham.) fingerlings after fermentation with a fis intestinal bacterium. *Bioresource Technology*, 85, 17-24.
- Bairagi, A., Ghosh, K.S., Sen, S.K., Ray, A.K., 2004. Evaluation of the nutritive value of *Leucaena leucocephala* leaf meal,

- Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish prote hydrolysate during a period of fast growth. *Aquacult Nutr.*, 11, 301-313.
21. Irianto, A., Austin, B., 2002. Probiotic in aquaculture, *Journal of Fish Diseases*, 25, 1-10.
 22. Kissil, G. Wm., Lupatsch, I., Elizur, A., and Zohar, Y., 2001. Long photoperiod delayed spawning and increased somatic growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquacult*, 200,363-379.
 23. Lara-Flores, M., Miguel, A., Beatriz, E., Lopez-Madrid, W., 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacult.*, 216, 193-201.
 24. Lemos, M.L., Dopazo, C.P., Toranz, A.E., Barja, L., 1995. Competitiv dominance of antibiotic- producing marine bacteria in mixed cultures. *J. Appl. Bacterol*, 71, 228-232.
 25. 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.
 26. Mohamed, K.A., Badia Abdel Fattah and Eid, A.M.S., 2007. Evaluation of usingsome feed additives on growth performance and feed utilization of Monosex Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Agricultural Research Journal, Sues Canal University*, 49 – 54.
 27. Noveirian, H.A., Nasrollahzadeh, A., 2012. The effects of different levels of biogen probiotic additives on growth indices and body composition of juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Caspian Journal of Environmental Science*, 10(1), 115- 121.
 28. Ojolick, E.J., Cusack, R., Benfey, T.J., Kerr, S.R., 1995. Survival and growth of all female diploid Rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*) reared at chronic high temperature. *Aquacult*, 131, 177-187.
 29. Sealy, W.M., Gatlin, D.M., 2001, Overview of nutritional strategies affecting the health of marine fish. In: Lim, C., Webster, C.D., (Ed). *Nutrition and fish health*. Howorth Press, Binghamton. U S, 103-118.
 30. Swain, S.K., Rangacharyulu, P.V., Sarkar, S., and Das, K.M. 1996. Effect of a probiotic supplementation on growth, nutrient inoculated with fish intestinal bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus circulans* in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Aquacult Research*, 35, 436 – 446.
 11. Bogut, I., Milakovic, Z., Bukvic, Z., Brkic, S., Zimmer, R., 1999. Influence of probiotic *Streptococcus faecium* M74 on growth and content of intestinal microflora in carp (*Cyprinus carpio*). *Czech J. Anim. Sci.*, 43, 231-235.
 12. Diab, A.S., EL-Nagar, O.G., Abd-El-Hady, M.Y., 2002. Evaluation of Nigellasativa L. (black seeds; baraka), Alliumsativum (garlic) and Biogen as a feed additives on growth performance of (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Vet. Med., Sues canal university* V2. 753 –754.
 13. Douillet, P.A. and Langdon, C. J. (۱۹۹۴). Use of probiotic for culture of pacific oyster(*Crassostera gigas* Thunberg). *Aquacult*, 199, 25-40.
 14. EFSA (European Food Safety Authority)., 2008. Technical guidance prepared by the Panel Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP) on the update of the criteria used in the assessment of bacterial resistance to antibiotics of human or veterinary importance. http://www.efsa.eu.int/cs/BlobServer/Scientific_Opinion/feedap_op_ej732_tg_antimicrobial_resistance_en.pdf?ssbinary=true
 15. Ferguson, R.M.W., Merrifield, D.L., Harper, G.M., Rawling, M.D., Mustafa, S, Picchietti, J.L., Balcazar j.l., Davies, S.J., 2010. The effect of *pediococcus acidilactici* on the gut microbiota and immune status of on- growing red tilapia(*Oreochromis niloticus*). *J.Applied Microbiology*. 109, 851-862.
 16. Fuller, R., (1992). History and development of probiotics. In: Fuller, R. (Ed.), *Probiotics:the Scientific Basis*. Champan and Hall, New York, 1-8.
 17. Gatesoupe, F.J., Ringo, E., 1998. Lactic acid bacteria in fish: a review. *Aquacult*, 160, 177-203.
 18. Gatesoupe, F.J. 1999. The use of probiotics in Aquaculture. *Aquacult.*, 180, 147-165.
 19. Helland, S.J., Grisdale, B., Nerland, S., 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. *Aquacult.*, 139, 157-163.
 20. Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M., Hemer, G.I., 2005.

33. Waché, Y., Auffray, F., Gatesoupe, F.J., Zambonino, J., Gayet, V., Quentel, C., 2006. Cross effects of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* anrearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), fry. *Aquacult*, 258, 470–478.
31. Tacon, A.G.J., 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farned fish and shrimp. Argent Laboratories Press., 4-24.
32. Velisek, J., Svobodoza, Z., Piaakova, V., 2005. Effects of clove oil anesthesia on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Vet. Brno.*, 74, 139-146.