تأثیر پری‌بیوتیک سلماناکس مایع بر عملکردهای رشد، کارایی تغذیه و مقاومت در برابر تنش‌های محیطی در بچه ماهیان نورس کپور معمولی

(Cyprinus carpio Linnaeus. 1758)

محمدرضا بیواره[۱*]، مهین رنجدوست[۱]، مسعود ایری[۱]، حجت‌الله جعفریان[۱]
[۱] گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گلستان، ایران

چکیده

مطالعه حاضر باهدف بررسی تأثیر سطوح مختلف پری‌بیوتیک تجاری سلماناکس مایع بر عملکردهای رشد، کارایی تغذیه و مدت‌زمان مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در برابر تنش‌های محیطی در یک دوره غذادهی ۶۰ روزه مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور تعداد ۶۰۰ قطعه بچه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی (g) ۱/۳±۰/۲۷ در یک طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار آزمایشی و سه تکرار که شامل گروه شاهد (فاقد پری‌بیوتیک) و تیمارهای آزمایشی T_1، T_2، T_3 و T_4 به ترتیب حاوی ($cc.kg^{-1}$) ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۱ پری‌بیوتیک در جیره غذایی بود مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد استفاده از پری‌بیوتیک سلماناکس مایع بخصوص در سطوح بالا باعث بهبود معنی‌دار وزن نهایی، طول نهایی، درصد افزایش وزن، درصد رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت، درصد بازماندگی، شاخص کبدی، ضریب تبدیل غذایی، نرخ کارایی غذا و نسبت کارایی پروتئین و نسبت کارایی چربی می‌گردد ($p<۰/۰۵$)؛ اما هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر مقدار غذای خورده شده روزانه نداشت ($p>۰/۰۵$). همچنین با اندازه‌گیری میزان مقاومت بچه ماهیان در برابر تنش‌های محیطی نیز هیچ‌گونه اختلافی معنی‌داری بین تیمارهای تحت تأثیر پری‌بیوتیک در مقایسه با گروه شاهد در خصوص تنش‌های pH اسیدی (pH=۲) و pH بازی (pH=۱۲) مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$)؛ اما در برابر تنش‌های آمونیاک بالا ($۵mg.l^{-1}$) و دمای بالا (۴۰ C°) میزان مقاومت بچه ماهیان در تیمارهای تحت تأثیر پری‌بیوتیک در مقایسه با گروه شاهد به شکل معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین میزان مقاومت آن‌ها نیز در تیمار T_4 ثبت گردید ($p<۰/۰۵$). درمجموع با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان این‌چنین بیان داشت که استفاده از سطوح ($cc.kg^{-1}$) ۰/۷ و ۱ از پری‌بیوتیک سلماناکس مایع در جیره غذایی می‌تواند به شکل مؤثری باعث ارتقاء عملکردهای رشد، کارایی تغذیه و مدت‌زمان مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی در برابر تنش‌های محیطی گردد.

کلمات کلیدی: پری‌بیوتیک، سلماناکس مایع، کپور معمولی، رشد، غذادهی، استرس.

* نویسنده مسئول: mohamadrezabivareh@yahoo.com

مقدمه

تولید جهانی آبزیان در سال ۲۰۱۵ رقمی بالغبر ۱۶۹/۲ میلیون تن گزارش‌شده است. از این مقدار تولید سهم بخش آبزی‌پروری ۷۶/۶ میلیون تن گزارش شد که از این مقدار تولید ۵۱/۹ میلیون تن مربوط به ماهیان خوراکی است. از این مقدار تولید سهم پرورش ماهی کپور معمولی ۴۶۱ ۱۲۵ ۵ تن است که در مقایسه با تولید ۶۱۶ ۹۲ تنی در سال ۱۹۵۰ داری رشد ۳/ ۵۵ برابری بوده است (FAO,2016). در کنار این رشد قابل‌توجه در طول سال‌های اخیر، صنعت پرورش کپور ماهیان همواره با مشکلاتی از قبیل تغییر کیفیت آب، مشکلات تغذیه‌ای و بروز بیماری‌های مختلف نیز مواجه بوده است به‌طوری‌که شیوع بیماری، گسترش اقتصادی این صنعت را در بسیاری از کشورهای جهان تحت تأثیر قرار داده است (Hoseinifar *et al*., 2015a). تغذیه ماهیان با جیره غذایی مناسب، نه‌تنها وضعیت سلامتی ماهیان را بهبود بخشیده بلکه احتمال بیماری را نیز کاهش می‌دهد. بطوریکه همبستگی مثبتی بین افزایش مقاومت علیه بیماری‌ها و میزان رشد و بقاء وجود دارد (Li *et al*., 2009). به دنبال شناسایی باکتری‌های اسیدلاکتیک در فلور باکتریایی روده ماهی و میگو در دهه اخیر و مشخص شدن نقش آن‌ها در سلامتی و رشد موجود میزبان، ایده کاربرد پری‌بیوتیک‌ها به‌عنوان جایگزینی مناسب‌تر برای پروبیوتیک ها نیز شکل گرفت (Mahious *et al*., 2005). بطوریکه استفاده از پری‌بیوتیک‌ها به دلیل تخمیر گزینشی[1] توسط باکتری‌های مفید روده، سبب افزایش تعداد و غالبیت آن‌ها می‌گردد (Roberfroid., 2007). درواقع پری‌بیوتیک‌ها نوع بسیار خاصی از مواد غذایی غیرقابل‌هضم در دستگاه گوارش هستند که به‌طور انتخابی سبب تحریک رشد و یا فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های روده بزرگ‌شده و با تغییرات سودمند خود منجر به بهبود سلامت میزبان می‌گردند (Manning and Gibson, 2004). استفاده از این محصولات در جیره غذایی دارای نتایج سودمند زیادی ازجمله افزایش نرخ رشد، بهبود سیستم ایمنی و همچنین تغییر باکتریایی دستگاه گوارش است، اما اصلی‌ترین تفاوت پری‌بیوتیک‌ها در مقایسه با پروبیوتیک‌ها این است که پری‌بیوتیک‌ها دارای اجزاء غذایی طبیعی هستند و اضافه کردن آن‌ها به جیره غذایی نیاز به تدبیر ایمنی خاصی ندارد و باوجود برخی نگرانی‌ها درباره ایمنی و اثربخشی آن‌ها، این کار به‌آسانی انجام می‌شود (Gatesoupe,2005,Yousefian and Sheikholeslami Amiri,2009). تا به امروز مطالعات متعددی در خصوص تأثیر مثبت استفاده از پری‌بیوتیک‌های مختلف در جیره غذایی ماهی کپور معمولی انجام‌شده است که ازجمله آن‌ها می‌توان به بررسی اثر پری‌بیوتیک‌های تجاری ایمکس (بیواره و جعفریان، ۱۳۹۶) و ایمنوژن (MOS + BG) (Ebrahimi *et al*., 2012) و همچنین سایر پری‌بیوتیک‌ها از قبیل فروکتوالیگوساکارید (Abdulrahman and Ahmed, 2015؛ Hoseinifar et al., 2015b ؛ Hoseinifar *et al*., 2014)، مانان الیگوساکارید (Atar and Ates, 2009)، کیتوزان (Chen *et al*., 2014)، کیتوزان و کیتین (Gopalakannan and Arul, 2006)، β-1.3/1.6-D-glucan (Jung-Schroers *et al*. 2015؛ Dobšíková *et al*., 2013) و اینولین (Eshaghzadeh *et al*., 2015) اشاره کرد. در اکثر این مطالعات بیشتر توجهات به بررسی پارامترهای رشد، تغذیه و تا حدودی ترکیبات شیمیایی لاشه و پارامترهای خون شناختی متمرکز بوده و کمتر به بررسی تأثیر استفاده از پری‌بیوتیک در جیره غذایی بر میزان مقاومت ماهیان کپور معمولی در مراحل مختلف زیست در برابر تنش‌های مختلف محیطی پرداخته شده است. با توجه به موارد ذکرشده مطالعه حاضر باهدف بررسی اثرات سطوح مختلف پری‌بیوتیک تجاری سلماناکس مایع[2] در جیره غذایی بچه ماهیان نورس کپور معمولی بر شاخص‌های رشد، تغذیه و میزان مقاومت آن‌ها در برابر تنش‌های محیطی (آمونیاک بالا، دمای بالا، pH اسیدی و pH بازی) پرداخته شد.

[1] selective fermentation

[2] liquid Celmanax

مواد و روش‌ها

شرایط آزمایش

مطالعه حاضر در ماه‌های خرداد و تیر سال ۱۳۹۵ در آزمایشگاه آبزی‌پروری دانشگاه گنبدکاووس انجام شد. بدین منظور تعداد ۶۰۰ قطعه بچه ماهی نورس کپور معمولی از مرکز بازسازی و ژنتیک ذخایر ماهیان استخوانی (گلستان، ایران) تهیه و پس از هم‌دما نمودن به مخزن ۲۰۰۰ لیتری موجود در آزمایشگاه منتقل شدند و پس از سازگاری یک‌هفته‌ای با محیط آزمایشگاه به شکل تصادفی در ۱۵ مخزن مدور (۴ تیمار آزمایشی به همراه یک تیمار شاهد هرکدام با سه تکرار) از جنس پلی‌اتیلن با ظرفیت ۴۰ لیتر و حجم آبگیری ۲۵ لیتر با تراکم ۴۰ قطعه بچه ماهی در هر مخزن (۲-۳ قطعه در هر لیتر) با میانگین وزنی (انحراف معیار±میانگین وزن) ۰/۲۷۳ ± ۱/۳ تقسیم شدند. لازم به ذکر است مخازن مورد استفاده جهت پرورش در روز قبل از انتقال بچه ماهیان شسته، کاملاً ضدعفونی و آبگیری شده و به مدت ۲۴ ساعت تحت هوادهی قرار داشتند. در طول دوره آزمایش فاکتورهای فیزیکو شیمیایی آب نظیر شوری، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و pH توسط دستگاه فتومتر مولتی پارامتر هانا[۳] مدل HI83200 ساخت کشور آمریکا به شکل روزانه و ثبت درجه حرارت آب توسط دماسنج جیوه به شکل روزانه سه مرتبه و قبل از غذادهی مورد پایش قرار گرفت که نتایج مربوطه در قالب مقادیر میانگین در جدول ۱ ارائه گردیده است. همچنین به‌منظور هوادهی و تأمین نیاز اکسیژن بچه ماهیان نیز به هر یک از مخازن یک سنگ هوا که به پمپ هواده الکتریکی مدل Haila متصل بود نصب گردید.

جدول ۱: میانگین پارامترهای کیفی آب مخازن پرورش بچه ماهیان در طول دوره ۶۰ روزه غذادهی

دما (C°)	شوری (mg/L)	هدایت الکتریکی (µm/s)	اکسیژن محلول (mg/L)	pH
۲۷/۳±۱/۶	۵۳۶±۲۹/۸۷	۸۴۳/۱۴±۶۳/۲۹	۷/۴±۰/۸۳	۷/۶±۰/۵۹

تیمارهای مورد استفاده

تیمارهای مورداستفاده در تحقیق حاضر شامل ۴ سطح از پری‌بیوتیک سلماناکس مایع تحت عناوین T1، T2، T3 و T4 به ترتیب حاوی سطوح ($cc.kg^{-1}$) ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۱ پری‌بیوتیک و یک تیمار شاهد که حاوی غذای آغازین (SFC1) ساخت شرکت تعاونی تولیدی فرادانه بدون هیچ‌گونه افزودنی بود هرکدام با سه تکرار در طی یک دوره ۶۰ روزه غذادهی مورداستفاده قرار گرفتند.

پری‌بیوتیک مورد استفاده

در این تحقیق، از پری‌بیوتیک تجاری سلماناکس مایع ساخت شرکت Arm & Hammer Animal Nutrition Co. (USA) استفاده شد. سلماناکس به‌عنوان اولین پری‌بیوتیک تجاری مایع در جهان شناخته می‌شود و حاوی سه محصول مخمر هیدرولیز شده، عصاره مخمر و محیط کشت مخمر *S. cerevisiae* شناخته می‌شود. این محصول همچنین به‌عنوان یک فراورده طبیعی حاوی β-گلوکان، مانان الیگوساکارید، حداقل ۲۰٪ پروتئین خام، اسیدهای آمینه، مواد معدنی و ویتامین‌های گروه B نیز می‌باشد. آنالیز اجزاء تشکیل‌دهنده این محصول تجاری در جدول ۲ ارائه گردیده است.

[۳] Multiparameter Photometers-HANNA

جدول۲: اجزاء تشکیل‌دهنده پری‌بیوتیک تجاری سلماناکس مایع (Arm & Hammer Animal Nutrition, 2018)

مواد مغذی	مقدار (برحسب درصد)			آمینواسید	مقدار (برحسب درصد)
رطوبت	۸۰	کلسیم	۰/۰۵ درصد	آلانین	۰/۴۶
ماده خشک	۲۰	مس	۳/۳ppm	آرژنین	۰/۱۷
پروتئین خام	۶/۵	آهن	۳۰ppm	آسپارتیک اسید	۰/۶۹
چرب خام	۱/۶	منگنز	۴ppm	سیستئین	۰/۱۲
خاکستر	۲/۵	منیزیم	۰/۱۴ درصد	گلوتامیک اسید	۰/۸۰
فیبر خام	۰/۳۵	فسفر	۰/۰۴ درصد	هیستیدین	۰/۱۵
مواد معدنی	مقدار	پتاسیم	۰/۲۹ درصد	لیزین	۰/۴۱
سدیم	۰/۲۶ درصد	روی	۱۱ppm	تریپتوفان	۰/۰۸

تهیه و آماده‌سازی جیره‌های غذایی

به‌منظور آماده‌سازی جیره‌های غذایی، ابتدا مقدار غذا برای کل دوره آزمایش (۶۰ روز) برای هر تیمار محاسبه و غذای کنسانتره (شرکت تعاونی تولیدی فرادانه با قطر mm ۰/۵-۰/۳، پروتئین خام (٪) ۴۳-۴۰، چربی خام (٪) ۸-۴، فیبر خام (٪)۶-۳، رطوبت (٪)۱۱-۵، خاکستر (٪)۱۱-۷ و فسفر (٪)۱/۵-۱) توزین گردید. پس از محاسبه میزان پری‌بیوتیک مورد نیاز برای هر تیمار، این مقدار توسط دستگاه سمپلر با حجم مناسب برداشته شده و به‌طور جداگانه در ۱۰۰ mL آب مقطر استریل درون بشرهای شیشه‌ای جداگانه توسط همزن برقی به‌خوبی هم زده شد و پس از تهیه سوسپانسیون پری‌بیوتیکی مورد نظر در غلظت‌های مناسب بر روی ۱ کیلوگرم غذا اسپری گردید. سپس سوسپانسیون پری‌بیوتیکی با غذا به‌خوبی مخلوط گردید و پس از یکنواخت شدن، درون دستگاه انکوباتور با دمای ۴۰C° (Ghosh *et al.*, 2003) به مدت ۵ ساعت خشک شد (دارای ۱۰ درصد رطوبت) و پس از عبور از الک‌های ریز مطابق با اندازه دهان بچه ماهیان بر اساس برنامه زمان‌بندی‌شده غذایی در اختیار آن‌ها قرار گرفت. جیره‌های غذایی مکمل سازی شده تا زمان استفاده در فریزر در دمای (C°) ۲۰- نگهداری گردید. مقدار غذای روزانه نیز با توجه به درصد وزن بدنی بچه ماهیان (توده زنده) محاسبه و در سه نوبت صبح (۸)، ظهر (۱۳) و عصر (۱۸) به میزان (٪) ۵ وزن بدن (در حد سیری) در اختیار آن‌ها قرار گرفت. عمل سیفون کردن نیز به‌صورت یک روز در میان انجام و باقیمانده غذایی و مدفوع ماهی‌ها از مخازن خارج گردید.

زیست‌سنجی

برای تعیین وضعیت رشد و محاسبه غذای موردنیاز بچه ماهیان، هر دو هفته یک‌مرتبه عملیات زیست‌سنجی انجام می‌شد. برای این کار ماهیان هر مخزن پس از بیهوش کردن توسط ۲۰۰ppm پودر میخک (مهرابی، ۱۳۷۷) به‌وسیله ترازوی دیجیتال Kern مدل KB360-3N با دقت ۰/۰۰۱ گرم و طول آن‌ها نیز توسط تخته بیومتری با دقت ۱mm اندازه‌گیری و ضمن ثبت داده‌ها تعداد تلفات نیز محاسبه می‌گردید. جهت محاسبه بازده رشد، تغذیه و میزان بقاء بچه ماهیان در تیمارهای تحت بررسی بر اساس منابع موجود از معادلات ریاضی مربوطه استفاده گردید.

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

۱۰۰ ×[مدت مطالعه / (وزن اولیه – وزن نهایی)] = (٪) میانگین رشد روزانه (Wahli *et al*., 2003)

((۳ طول نهایی (سانتی‌متر))/ وزن نهایی (گرم)) ×۱۰۰ = شاخص وضعیت (Ai et al., 2006)

[زمان× ۲/ (وزن اولیه (گرم) +وزن نهایی (گرم))]/ غذای خورده شده ×۱۰۰= غذای خورده شده روزانه (Hatlen *et al*., 2005)

وزن نهایی/ وزن کبد= شاخص کبدی (Wahli *et al*., 2003)

(تعداد بچه ماهیان باقیمانده در انتهای دوره/ تعداد بچه ماهیان در ابتدای دوره) ×۱۰۰ = درصد بازماندگی (Tacon, 1990)

افزایش وزن بدن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی (Hevroy *et al*., 2005)

(مقدار غذای خورده شده (گرم)/ افزایش وزن بدن (گرم) ×۱۰۰ = کارایی غذا (De Silva & Anderson.,1995)

مقدار مصرف پروتئین (گرم)/ افزایش وزن بدن (گرم) = نسبت کارایی پروتئین (Helland *et al*., 1996)

مقدار چربی خورده شده (گرم)/ وزن به‌دست‌آمده (گرم) = نسبت کارایی چربی (Helland *et al*., 1996)

نحوه انجام تست‌های استرس

در پایان دوره ۶۰ روزه آزمایش، جهت تعیین میزان مقاومت بچه ماهیان در برابر عوامل استرس‌زا تعداد ۵ قطعه بچه ماهی از هر تکرار و درمجموع ۱۵ قطعه بچه ماهی از هر تیمار برای انجام آزمایشات مربوطه به‌صورت تصادفی از تانک‌های پرورش انتخاب و به‌صورت جداگانه در معرض هر یک از شوک‌های آمونیاک بالا با افزودن مقدار ۵mg/L آمونیاک، دمای بالا با افزودن آب با دمای موردنظر (۴۰C°)، آزمایش pH پایین با افزودن اسیدکلریدریک ۳۷ درصد ساخت شرکت مرک (آلمان) تا زمان رسیدن به pH=۲ و آزمایش pH بالا با افزودن مرحله‌ای سود (NaOH) ۱٪ نرمال ساخت شرکت مرک (آلمان) تا زمان رسیدن به pH=۱۲ به آب مخازن مورد آزمایش و اندازه‌گیری میزان pH توسط دستگاه pH متر مدل pH462 ساخت شرکت تجهیزات سنجش ایران تا زمان رسیدن به pH موردنظر قرار گرفتند. لازم به ذکر است که هر یک از این آزمایش‌ها برای هر شوک به‌صورت مجزا در سطل‌های پلاستیکی و با گنجایش ۱۵ لیتر (حجم آبگیری ۱۰ لیتر) همراه با هوادهی ملایم برای بچه ماهیان هر تکرار انجام شد. همچنین شرایط محیطی در تمام آزمایش‌ها یکسان بوده و بچه ماهیان به‌یک‌باره تحت شرایط استرس قرار داده شدند و زمانی که ماهی به‌صورت کامل در این آزمایشات کشته شد ثبت گردید. ضمن آنکه ۱۲ ساعت قبل از انجام تست‌های مقاومت در برابر عوامل استرس‌زا تغذیه بچه ماهیان به‌طور کامل قطع گردید.

آنالیز آماری

تجزیه‌وتحلیل داده‌های آماری حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، تغذیه و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال p<۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS(V:21) صورت گرفت (Duncan,1995)(P<۰/۰۵). همچنین جهت تعیین همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده و سطوح مختلف محصول تجاری سلماناکس مایع از آزمون رگرسیون خطی نیز استفاده شد. برای رسم نمودار نیز از نرم‌افزار EXCLE (2013) استفاده گردید.

نتایج

شاخص‌های رشد

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف پری‌بیوتیک سلماناکس مایع بر شاخص‌های رشد بچه ماهیان نورس کپور معمولی در تیمارهای مختلف در جداول ۳ ارائه گردیده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در شروع آزمایش تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی به لحاظ تغییرات وزنی وجود نداشت و چهار گروه مورد

بررسی به لحاظ میانگین وزنی همگن بودند (p>۰/۰۵)؛ اما به لحاظ وزن نهایی، درصد افزایش وزن و نرخ رشد روزانه تیمارهای تحت تأثیر پری‌بیوتیک در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری نشان دادند (p<۰/۰۵). در خصوص نرخ رشد روزانه اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار T3 و T4 مشاهده نگردید (p>۰/۰۵). همبستگی مثبت و معنی‌داری (P<۰/۰۱؛ r=۰/۲۵۹) بین وزن نهایی و افزایش پری‌بیوتیک وجود داشت. ازنقطه‌نظر طول کل اولیه نیز اختلاف معنی‌داری بین گروه شاهد و تیمارهای آزمایشی در زمان شروع آزمایش مشاهده نشد؛ اما در پایان دوره آزمایش طول کل نهایی در بچه ماهیان تغذیه کرده از تیمار T_3 به شکل معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد افزایش‌یافته بود (p<۰/۰۵). همچنین طول کل نهایی در سایر تیمارهای آزمایشی نیز در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری نشان دادند (p<۰/۰۵). بین افزایش سطح پری‌بیوتیک جیره و طول کل نهایی نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۱؛ r=۰/۱۹۹). نرخ رشد ویژه نیز در تیمارهای تحت تأثیر پری‌بیوتیک در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). بالاترین مقدار این شاخص نیز معادل ۰/۶۷ درصد به شکل برابر در دو تیمار T3 و T4 مشاهده شد. همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین نرخ رشد ویژه و افزایش سطح پری‌بیوتیک جیره وجود داشت (P<۰/۰۱؛ r=۰/۲۸۲). با اندازه‌گیری فاکتور وضعیت بیشترین مقدار این شاخص در تیمار T4 ثبت گردید که سطح آن در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد به شکل معنی‌داری بالاتر بود. درحالیکه سطح این شاخص در سایر تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد به شکل معنی‌داری پایین‌تر بود (p<۰/۰۵). نتایج حاصل از آزمون رگرسیون خطی یک همبستگی مثبت و معنی‌دار نیز بین فاکتور وضعیت و افزایش سطح پری‌بیوتیک جیره نیز نشان داد (P<۰/۰۱؛ r=۰/۱۳۶). اندازه‌گیری شاخص کبدی در تیمارهای تحت تأثیر در پری‌بیوتیک مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). بیشترین سطح این شاخص در گروه شاهد و کمترین سطح آن در دو تیمار T3 و T4 ثبت گردید. بین دو تیمار T3 و T4 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p>۰/۰۵). بین شاخص کبدی و افزایش سطح پری‌بیوتیک جیره همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۱؛ r=-۰/۱۵۹).

جدول ۳: مقایسه برخی از پارامترهای رشد اندازه‌گیری شده در بچه ماهیان نورس کپور معمولی تغذیه‌شده با سطوح مختلف پری‌بیوتیک سلماناکس مایع در طول دوره ۶۰ روزه غذادهی (میانگین ± انحراف معیار).

پارامترهای رشد / تیمار	شاهد (فاقد پری‌بیوتیک)	T_1 ۰/۳(cc.kg^{-1})	T_2 ۰/۵(cc.kg^{-1})	T_3 ۰/۷(cc.kg^{-1})	T_4 ۱(cc.kg^{-1})
وزن اولیه (g)	۱/۳ ±۰/۲۷^{a}	۱/۳ ±۰/۲۷^{a}	۱/۳ ±۰/۲۷^{a}	۱/۳ ±۰/۲۷^{a}	۱/۳ ±۰/۲۷^{a}
طول اولیه (cm)	۲/۵۴±۰/۳۳^{a}	۲/۵۴±۰/۳۳^{a}	۲/۵۴±۰/۳۳^{a}	۲/۵۴±۰/۳۳^{a}	۲/۵۴±۰/۳۳^{a}
وزن نهایی (g)	۲/۶۱±۰/۸۱۵^{c}	۳/۱۸±۱/۱۷^{ab}	۳±۰/۸۴۳^{b}	۳/۴۹±۱/۱۴^{a}	۳/۴۵±۱/۱۷^{a}
طول نهایی (cm)	۵/۴۷±۰/۵۲^{c}	۵/۹۸±۰/۶۶^{b}	۵/۹۴±۰/۶۱^{b}	۶/۲۷±۰/۶۱^{a}	۵/۷۹±۰/۵۵^{b}
درصد افزایش وزن (٪)	۱۰۱/۳±۶۹/۹^{c}	۱۴۴/۷±۹۰/۵^{ab}	۱۳۱±۶۴/۸^{b}	۱۶۸/۹±۸۸/۲^{a}	۱۶۵/۹±۹۰/۶^{a}
نرخ رشد روزانه (٪)	۲/۱۸±۱/۳۵^{c}	۳/۱۳±۱/۹۶^{ab}	۲/۸۳±۱/۴۰^{b}	۳/۶۶±۱/۹۱^{a}	۳/۶۶±۱/۹۱^{a}
نرخ رشد ویژه (٪)	۰/۲۰±۰/۰۲^{c}	۰/۵۹±۰/۲۶^{b}	۰/۵۷±۰/۱۹^{b}	۰/۶۷±۰/۲۲^{a}	۰/۶۷±۰/۲۰^{a}
غذای خورده شده روزانه (٪/day)	۲/۱۵±۰/۴۷^{a}	۲/۲۹±۰/۵۹^{a}	۲/۲۵±۰/۴۳^{a}	۲/۱۹±۰/۴۸^{a}	۲/۲۰±۰/۴۰^{a}
فاکتور وضعیت	۱/۵۷±۰/۳۶^{b}	۱/۴۴±۰/۳۰^{c}	۱/۴۱±۰/۱۸^{c}	۱/۳۹±۰/۳۰^{c}	۱/۷۷±۰/۴۶^{a}
شاخص کبدی (٪)	۰/۶۹±۰/۱۷۲^{a}	۰/۶۳±۰/۳۷۸^{c}	۰/۶±۰/۲۴۶^{b}	۰/۵۲±۰/۳۱۲^{d}	۰/۵۲±۰/۱۴۶^{d}

*حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۵) است.

شاخص‌های تغذیه

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف پری‌بیوتیک سلماناکس مایع بر شاخص‌های تغذیه‌ای بچه ماهیان نورس کپور معمولی در انتهای دوره ۶۰ روزه مطالعه نیز در جدول ۴ ارائه گردیده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵)؛ اما به‌صورت درون‌گروهی بین تیمارهای تحت تأثیر پری‌بیوتیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (p>۰/۰۵). مطابق با این نتایج مقدار بهینه این فاکتور (۱/۷) در تیمار T_4 ثبت گردید که در آن بچه ماهیان با مقدار ۳ $cc.kg^{-1}$ به مدت ۶۰ روز تغذیه شده بودند. آزمون رگرسیون خطی یک ارتباط منفی و معنی‌دار بین افزایش سطح سلماناکس جیره و ضریب تبدیل غذایی نشان داد (r=۰/۲۶۷ ؛p<۰/۰۱). در مورد کارایی تغذیه نیز بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید (p<۰/۰۵). بالاترین مقدار این شاخص در تیمارهای T_3(۰/۷۳) و T_4(۰/۷۱) و کمترین مقدار آن در گروه شاهد (۰/۴۳) ثبت گردید. نتیجه آزمون رگرسیون خطی نیز نشان‌دهنده وجود یک ارتباط مثبت و معنی‌دار بین نرخ کارایی غذا و افزایش سطح پری‌بیوتیک جیره بود (r=۰/۲۶۱ ؛p<۰/۰۱). نتایج به‌دست‌آمده همچنین نشان داد که افزودن مقادیر ($cc.kg^{-1}$) ۰/۷ و ۱ به جیره غذایی بچه ماهیان نورس کپور معمولی افزایش معنی‌داری را در نسبت کارایی پروتئین و چربی نیز ایجاد کرده است (p<۰/۰۵). بر اساس نتایج حاصل از آزمون رگرسیون خطی نیز شاهد یک ارتباط مثبت و معنی‌دار بین افزایش سطح پری‌بیوتیک جیره و نسبت کارایی پروتئین و چربی بود. این ضریب همبستگی برای هر دو شاخص r=۰/۲۶۱؛P<۰/۰۱ تعیین گردید.

جدول ۴: مقایسه برخی از معیارهای تغذیه‌ای (میانگین ± انحراف معیار) اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف بچه ماهیان نورس کپور معمولی تغذیه‌شده با سطوح مختلف پری‌بیوتیک تجاری سلماناکس مایع در دوره ۶۰ روزه پرورش

تیمار / پارامترهای تغذیه‌ای	شاهد (فاقد پری‌بیوتیک)	T_1 (۰/۳$cc.kg^{-1}$)	T_2 (۰/۵$cc.kg^{-1}$)	T_3 (۰/۷$cc.kg^{-1}$)	T_4 (۱$cc.kg^{-1}$)
ضریب تبدیل غذایی	۴/۳۸±۵/۲۴^{b}	۲/۱۱±۲/۵۹^{a}	۲/۳۸±۱/۷۱^{a}	۱/۸۸±۱/۳۲^{a}	۱/۷±۰/۶۸۸^{a}
نرخ کارایی غذا (٪)	۰/۴۳±۰/۲۷^{c}	۰/۶۲±۰/۳۹^{ab}	۰/۵۶±۰/۲۸^{b}	۰/۷۳±۰/۳۸^{a}	۰/۷۱±۰/۳۹^{a}
نسبت کارایی پروتئین (g/g)	۰/۸۷±۰/۵۴^{c}	۱/۲۵±۰/۷۸۵^{ab}	۱/۱۳±۰/۵۶۲^{b}	۱/۴۶±۰/۷۶۵^{a}	۱/۴۳±۰/۷۸۳^{a}
نسبت کارایی چربی (g/g)	۴/۳۷±۲/۷۱^{c}	۶/۲۷±۳/۹۲^{ab}	۵/۶۷±۲/۸۱^{b}	۷/۳۲±۳/۸۲^{a}	۷/۱۹±۳/۹۱^{a}

*حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۵) است.

شاخص‌های مقاومت در برابر استرس

نتایج مربوط به اندازه‌گیری میزان مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی در برابر تنش‌های محیطی آمونیاک بالا، دمای بالا، pH اسیدی و pH بازی در جدول ۵ ارائه‌شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میزان مقاومت بچه ماهیان در برابر تنش‌های آمونیاک بالا (۵ mg/l) و دمای بالا (۴۰ C°) در تیمارهای تحت تأثیر پری‌بیوتیک در مقایسه با گروه شاهد به شکل معنی‌داری افزایش‌یافته بود (p<۰/۰۵). بیشترین میزان مقاومت در برابر تنش آمونیاک بالا معادل ۵۵۵ ثانیه و بیشترین میزان مقاومت در برابر تنش دمای بالا معادل ۱۰۲/۵ ثانیه در تیمار T4 ثبت گردید. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین میزان مقاومت در برابر تنش‌های آمونیاک بالا و دمای بالا وجود داشت. این ضریب همبستگی برای تنش آمونیاک بالا P<۰/۰۱؛ r=۹۸۲ و برای تنش دمای بالا P<۰/۰۱؛ r=۰/۸۱۳ تعیین گردید. بررسی این نتایج در خصوص تنش‌های pH اسیدی و pH بازی باوجود افزایش میزان مقاومت بچه ماهیان در برابر این تنش‌ها در تیمارهای تحت تأثیر پری‌بیوتیک اختلاف معنی‌داری بین

تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد مشاهده نشد (p>۰/۰۵). بالاترین میزان مقاومت در برابر تنش pH اسیدی معادل ۱۰۴۰ ثانیه در تیمار T3 و برای تنش pH بازی معادل ۱۵۳۵ ثانیه در تیمار T1 ثبت گردید. کمترین میزان مقاومت بچه ماهیان در برابر این تنش‌های محیطی در گروه شاهد اندازه‌گیری گردید.

جدول ۵: مقایسه میزان مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی در برابر تنش‌های محیطی تحت تأثیر پری‌بیوتیک سلماناکس مایع در پایان دوره ۶۰ روزه غذادهی (انحراف معیار±میانگین)

تیمار / نوع تنش	شاهد	T_1 ۰/۳(cc.kg^{-1})	T_2 ۰/۵(cc.kg^{-1})	T_3 ۰/۷(cc.kg^{-1})	T_4 ۱(cc.kg^{-1})
آزمون مقابله با افزایش آمونیاک (۵ mg/l)	۱۴۰^{e}	۳۰۰±۲۰^{d}	۳۹۰±۳۰^{c}	۴۹۵±۱۵^{b}	۵۵۵±۵^{a}
آزمون مقابله با افزایش دما (۴۰ C°)	۳۷/۵±۷/۵^{b}	۸۵±۵^{a}	۹۰±۲۰^{a}	۱۰۰±۱۰^{a}	۱۰۲/۵±۲/۵^{a}
آزمون مقابله با کاهش پی اچ (pH=۲)	۸۳۰±۷۰^{a}	۱۰۳۲/۵±۱۳۲/۵^{a}	۹۹۳/۵±۳/۵^{a}	۱۰۴۰±۱۶۰^{a}	۱۰۲۷/۵±۱۱۲/۵^{a}
آزمون مقابله با افزایش پی.اچ (pH=۱۲)	۱۱۳۲/۵±۴۷/۵^{a}	۱۵۳۵±۴۸۵^{a}	۱۳۹۰±۲۳۰^{a}	۱۵۲۰±۱۲۰^{a}	۱۴۶۷/۵±۹۲/۵^{a}

*حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۵) است.

محاسبه درصد بازماندگی بچه ماهیان در انتهای دوره مطالعه نیز نشان داد که در تمام تیمارهای تحت تأثیر پری‌بیوتیک درصد بازماندگی بچه ماهیان نورس کپور معمولی در مقایسه با گروه شاهد به شکل معنی‌داری افزایش‌یافته است (p<۰/۰۵)(شکل-۱). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بیشترین درصد بازماندگی بچه ماهیان در تیمار T_3 (۹۶/۵) و کمترین درصد آن در تیمار شاهد (۵۴/۲ درصد) ثبت گردید. بین درصد بازماندگی و افزایش سطح پری‌بیوتیک در جیره بچه ماهیان نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۱؛ r=۰/۸۸۰).

شکل۱: مقایسه درصد بازماندگی بچه ماهیان نورس کپور معمولی

T1) ۰/۳ cc.kg^{-1} پری‌بیوتیک، T2) ۰/۵ cc.kg^{-1} پری‌بیوتیک، T3) ۰/۷ cc.kg^{-1} پری‌بیوتیک، T4) ۱ cc.kg^{-1} پری‌بیوتیک

بحث و نتیجه‌گیری

تغییرات شاخص‌های رشد در بین تیمارهای مختلف در تحقیق حاضر، نشان داد اضافه کردن مقادیر ۰/۷ و ۱ سی‌سی از محصول تجاری سلماناکس مایع در هر کیلوگرم جیره غذایی بچه ماهیان نورس کپور معمولی، منجر به افزایش معنی‌دار برخی از شاخص‌های رشد، تغذیه و مقاومت بچه ماهیان در برابر استرس‌های محیطی گردیده است (p<۰/۰۵). در مطالعه حاضر از عصاره مخمر *Saccharomyces cerevisiae* که دارای محتویات سلولی مخمر زنده می‌باشد استفاده گردید. لذا می‌توان بهبود پارامترهای رشد و تغذیه مشاهده شده را ناشی از اثرات بهینه این ماده به‌واسطه ترکیباتی ازجمله پروتئین‌ها، محتوای نیتروژنی بالا، مواد معدنی و ویتامین‌های موجود در ساختار مخمر *S. cerevisiae* نسبت داد (De Silva *et al.*,1989). همچنین ممکن است این افزایش کارایی رشد در این تیمارهای آزمایشی به دلیل بهبود وضعیت میکروویلی روده و درنتیجه افزایش جذب مواد مغذی جیره نیز باشد (Ringo *et al.*, 2006). همسو با این نتایج لشکربلوکی و همکاران (۱۳۹۰) با تغذیه لاروهای تاس ماهی ایرانی توسط دافنی ماگنای (*Daphnia magna*) غنی‌سازی شده با عصاره مخمر *S. cerevisiae*

به نتایجی مشابه با نتایج مطالعه حاضر دست یافتند. همچنین تکمه چی و بندبنی (۱۳۹۲) نیز با استفاده از عصاره مخمر *S. cerevisiae* و پودر هیدرولیز شده آن شاهد افزایش نرخ رشد ویژه و وزن نهایی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای تغذیه کرده از مخلوط عصاره مخمر و مخمر هیدرولیز شده در سطح ۱٪ جیره بودند. در خصوص مدت‌زمان زنده‌مانی بچه ماهیان نورس کپور معمولی در مطالعه حاضر نیز تیمار T_3 با دریافت ($cc.kg^{-1}$) ۰/۷ موجب کاهش تلفات بچه ماهیان تحت تأثیر آزمایشات استرس‌زا در انتهای دوره مطالعه گردید که این موضوع را می‌توان به وجود موادی مانند ویتامین‌ها، املاح، پروتئین‌های قابل‌هضم و بتاگلوکان[۴] موجود در ساختار پری‌بیوتیک مورد استفاده نسبت داد که علاوه بر افزایش عملکردهای رشد در میزان زنده‌مانی بچه ماهیان نیز در طول دوره پرورش تأثیرگذار بوده است. این نتایج با مطالعات Rumsey و همکاران (۱۹۹۲) همخوانی دارد بطوریکه این پژوهشگران نیز در گزارش خود اعلام داشتند تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با مقادیر رو به افزایش عصاره مخمر سبب افزایش رشد و کارایی تغذیه در این‌گونه می‌گردد. در مطالعه‌ای دیگر لشکربلوکی و همکاران (۱۳۹۰) نیز با استفاده از عصاره مخمر *S. cerevisiae* شاهد افزایش نرخ بقاء در لاروهای تاس ماهی ایرانی بودند. همچنین در مطالعه حاضر شاهد کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد بودیم که این نتایج همسو با نتایج Kühlwein و همکاران (۲۰۱۴) در خصوص استفاده از پری‌بیوتیک β-(1,3)(1,6)-D-Glucan در جیره غذایی بچه ماهیان کپور آینه‌ای و Ebrahimi و همکاران در استفاده از پری‌بیوتیک تجاری ایمنوژن در جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی بود. درحالیکه در مطالعات Hoseinifar و همکاران (۲۰۱۵b؛ ۲۰۱۴) در خصوص استفاده از پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید و Eshaghzadeh و همکاران (۲۰۱۵) در خصوص استفاده از پری‌بیوتیک اینولین در جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی نتایجی متضاد با نتایج مطالعه حاضر ثبت گردید. کاهش ضریب تبدیل غذایی مستلزم کارایی بالای جیره مصرفی و بهبود عملکرد دستگاه گوارش است. عصاره مخمر منبع مناسبی از ویتامین به شمار می‌رود که برخی از این ویتامین‌ها نقش کو آنزیمی دارند و علاوه بر بهبود عملکردهای هضم و جذب می‌توانند محرک هورمون رشد نیز باشند (تکمه چی و بندبنی، ۱۳۹۲). علاوه بر این Tovarو همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند استفاده از مخمر آبجو با بهبود قابلیت هضم پروتئین‌های جیره، بهبود تغذیه را از طریق چسبیدن به موکوس روده و تولید پلی آمین‌ها در پی داشته و باعث ایجاد تأثیرات مثبت و معنی‌داری بر عملکرد رشد و کارایی غذا در ماهی هیبرید باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) گردیده است. در همین ارتباط در مطالعه حاضر نیز مشخص گردید که استفاده از عصاره مخمر *S. cerevisiae* باعث افزایش معنی‌دار نرخ کارایی غذا در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد گردیده است ($p<۰/۰۵$). این نتایج در تضاد با نتایج مطالعه تکمه چی و بندبنی (۱۳۹۲) بود که اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای تغذیه‌شده با پودر مخمر و عصاره مخمر با نسبت یکسان (۱ درصد) مشاهده نکردند. در مطالعات ایمنی‌شناسی و مقاومت سنجی ماهیان اغلب بیماری‌های باکتریایی و انگلی به‌عنوان عامل تنش به میزبان معرفی می‌گردد درصورتی‌که مطالعه حاضر چهار تنش فیزیکی و شیمیایی (اسیدی، بازی، دما و آمونیاک) مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج حاصل تأثیر جالب‌توجه محصول تجاری سلماناکس مایع را روی تنش‌های آمونیاک در پی داشت و تیمار T_4 بیشترین مقاومت را در برابر تنش آمونیاک از خود نشان داد. درحالی‌که در تنش دما نیز بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$) اما بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). در مورد سایر تنش‌ها تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی و تنش‌های انجام‌شده مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$). دلیل این افزایش مقاومت در برابر تنش‌های محیطی را می‌توان به وجود ترکیبات تحریک‌کننده

[۴] β-glucan

سیستم ایمنی ازجمله بتاگلوکان، پتیدوگلیکان، کیتین و کیتوزان موجود در عصاره مخمر نسبت داد که باعث طریق ارتقاء پاسخ‌های ایمنی ماهیان و درنتیجه افزایش مقاومت در برابر تنش‌های محیطی نظیر کمبود اکسیژن، دما و شوری می‌گردد (Kitao and Yoshida.,1986). بطوریکه وجود بتاگلوکان موجود در مخمر سبب افزایش این ماده در بدن ماهی شد و تحریک سیستم ایمنی میزبان را به همراه داشت (Li *et al.*, 2004) و به علت وجود ترکیباتی همچون پپتیدوگلیکان به‌عنوان عامل محرک پاسخ ایمنی شده و فعالیت‌های لیزوزیمی و ایمونوگلوبین پاسخ‌های ایمنی بچه ماهیان را در مقابل محرک‌های محیطی افزایش می‌دهند (Irianto and Austin., 2002). این نتایج همسو با نتایج Salze و همکاران (۲۰۰۸) غنی‌سازی آرتمیا و روتیفر به مدت ۲۴ ساعت در سطح ۰/۲ مانان الیگوساکارید به جیره غذایی ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*)، اکرمی و همکاران (۱۳۹۲) با افزودن اینولین و مانان الیگوساکارید به جیره غذایی بچه ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) و رهنما و همکاران (۱۳۹۲) در بچه ماهیان قرمز حوض (*Carassius auratus gibelio*) تغذیه‌شده با جیره حاوی سطوح مختلف اینولین از بازماندگی و زنده‌مانی بیشتری در مقابله با تست‌های استرسی محیطی در مقایسه با تیمار شاهد برخوردار بودند بود. در تضاد با این نتایج تاجدار نصرآبادی و اکرمی (۱۳۹۲) با بررسی تأثیر پری‌بیوتیک های فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به شکل مجزا و مخلوط باهم در جیره غذایی بچه ماهیان کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) اختلاف معنی‌داری در خصوص تست‌های تنش‌زای دمای بالا (۴۰ C°)، شوری بالا (۱۴/۷ ppt) و pH اسیدی (pH=۲) بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد مشاهده نکردند؛ اما میزان مقاومت بچه ماهیان در برابر تنش قلیائیت (pH=۱۲) در تمام تیمارهای تحت تأثیر پری‌بیوتیک به شکل مجزا و مخلوط با هم در مقایسه با گروه شاهد به شکل معنی‌داری افزایش نشان داد. این محققین کمترین میزان مقاومت بچه ماهیان کلمه در برابر تنش قلیائیت را معادل ۴۷۴ ثانیه در گروه شاهد و بیشترین میزان مقاومت را معادل ۵۵۷ ثانیه در تیمار حاوی ۵ $g.kg^{-1}$ از پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید ثبت کردند. درمجموع نتایج کلی مطالعه حاضر حاکی از آن است که افزودن پری‌بیوتیک تجاری سلماناکس مایع در جیره غذایی بچه ماهیان نورس کپور معمولی در شرایط آزمایشگاهی قابلیت تأثیرگذاری نسبتاً مطلوبی در بهبود عملکردهای رشد، کارایی تغذیه و افزایش توانایی بچه ماهیان در مقابله با تنش‌های محیطی مختلف داشته است؛ بنابراین استفاده از این مکمل تجاری می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مناسب برای تولید محصولات باکیفیت در سیستم‌های پرورش ماهی کپور معمولی مورد استفاده قرار گیرد. هرچند جهت ابراز نظر قطعی در این زمینه نیاز به انجام مطالعات بیشتر جهت تعیین سطح مطلوب این مکمل در جیره غذایی و بررسی فلورمیکروبی دستگاه گوارش در این‌گونه به‌منظور تعیین مکانیسم عملکرد و اثرات سودمند و یا مخرب آن در دستگاه گوارش احساس می‌گردد.

منابع

اکرمی، ر.، چیت‌ساز، ح.، دشتیان، ص.، رزاقی منصور، م. ۱۳۹۲. تأثیر پربیوتیک اینولین و مانان الیگوساکارید به‌صورت مجزا و توأم بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و مقاومت به استرس شوری در بچه ماهی سفید(*Rutilus frisii kutum*) . مجله علوم و فنون شیلات، دوره ۲، شماره ۳، صفحات ۲۹-۱۷.

بیواره، م.ر.، و جعفریان، ح. ۱۳۹۵. تعیین عملکرد پارامترهای رشد، بازماندگی و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی در لاروهای کپور معمولی *(Cyprinus carpio)F1* تغذیه‌شده با سطوح مختلف مخمر *Saccharomyces cerevisiae*. فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری، سال چهارم، شماره دهم، صفحات ۳۰-۱۱.

تاجدار نصرآبادی، م.، اکرمی، ر. ۱۳۹۲. تأثیر مکمل غذایی فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به‌تنهایی و ترکیبی بر عملکرد رشد، میزان بازماندگی، ترکیب

بیوشیمیایی بدن و میزان مقاومت بچه ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus caspicus*). مجله اقیانوس‌شناسی، دوره ۴، شماره ۱۶، صفحات ۴۴-۳۳.

تکمه چی، ا.، و بندبنی، م. ۱۳۹۲. تأثیر مکمل مخمری بر رشد و سیستم ایمنی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله تحقیقات دامپزشکی، دوره ۶۸، شماره ۱، صفحات ۷۸-۶۹.

رهنما، ب.، اکرمی، ر.، چیت‌ساز، ح. ۱۳۹۲. تأثیر پربیوتیک اینولین بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و مقاومت در برابر استرس در ماهی قرمز حوض (*Carassius auratus gibelio*). علوم تکثیر و آبزی‌پروری، دوره ۱، پیش‌شماره ۲، صفحات ۷۰-۵۵.

لشکربلوکی، م.، جعفریان، ح. ا.، کرامت، ع. ا. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر دافنی ماگنای (*Daphnia magna*) غنی‌شده با عصاره مخمر ساکارومایسیس سرویزیا (*Saccharomyces cerevisiae*) بر رشد و مقاومت لاروهای ماهی تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در برابر عوامل استرس‌زا. شیلات (مجله منابع طبیعی ایران)، دوره ۶۴، شماره ۴، صفحات ۳۴۵-۳۵۵.

مهرابی، ی. ۱۳۷۷. مطالعه اثر بیهوشی پودر گل میخک بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. فصل‌نامه آبزی پرور، دوره ۶، شماره ۲۱، صفحات ۳۹-۳۶.

Abdulrahman, N.M. and Ahmed, V.M., 2015. Comparative effect of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*), prebiotic (fructooligosaccharides FOS) and their combination on some differential white blood cells in young common carp (*Cyprinus caprio L*). Asian Journal of Science and Technology, 6: 1136–1140.

Ai, Q., Mai, K., Tan, B., Xu, W., Duan, Q., Ma, H., and Zhang, L., 2006. Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large Yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Aquaculture, 260: 255-263.

Atar, H.H. and Ates, M., 2009. The effects of commercial diet supplemented with mannanoligosaccharide (MOS) and vitamin B12 on the growth and body composition of the carp (*Cyprinus carpio* L. 1758). Journal of Animal and Veterinary Advances, 8: 2251–2255.

Chen, Y., Zhu, X., Yang, Y., Han, D. and Jin J. Xie S. 2014. Effect of dietary chitosan on growth performance, haematology, immune response, intestine morphology, intestine microbiota and disease resistance in gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). Aquaculture Nutrition, 20: 532–546.

De Silva, S.S. and Anderson, T.A., 1995. ln: Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall, London. 319p.

De Silva, S.S., Gunasekora, R.M. and Atapattu, D., 1989. The dietary protein requirement of young tilapia and an evaluation often least cost dietary protein levels. Aquaculture, 80: 271-284.

Dobšíková, R., Blahová, J., Mikulíková, I., Modrá, H., Prášková, E., Svobodová, Z., Škorič, M., Jarkovský, J., Siwicki, A., 2013. The effect of oyster mushroom β-1.3/1.6-D-glucan and oxytetracycline antibiotic on biometrical, haematological, biochemical, and immunological indices, and histopathological changes in common carp (*Cyprinus carpio L*). Fish & Shellfish Immunology, 35: 1813–1823.

Ebrahimi, G.H., Ouraji, H., Khalesi, M.K., Sudagar, M., Barari, A., Zarei Dangesaraki, M. and Jani Khalili, K.H., 2012. Effects of a prebiotic, Immunogen®, on feed utilization, body composition, immunity and resistance to Aeromonas hydrophila infection in the common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus) fingerlings. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 96: 591–599.

Eshaghzadeh, H., Hoseinifar, S.H., Vahabzadeh, H. and Ringø, E., 2015. The effects of dietary inulin on growth

performances, survival and digestive enzyme activities of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. Aquaculture Nutrition. 21: 242–247.

FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 1998. Food and Agriculture Organization FAO, Rome, 112 p.

Gatesoupe, F.J., 2005. Probiotics and prebiotics for fish culture, at the parting of the ways, Aqua Feeds: Formulation & Beyond, 2(3): 3-5.

Ghosh, K., Sen, S.K. and Ray, A.K., 2003. Supplementation of an isolated fish guts bacterium, *Bacillus circulance*, in formulated diets for rohu, *Labeorohita*, fingerling. Isr. J. Aquac. Bamidegh. 55: 13-21.

Gopalakannan, A. and Arul, V., 2006. Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin, chitosan and levamisole on the immune system of *Cyprinus carpio* and control of Aeromonas hydrophila infection in ponds. Aquaculture, 255: 179–187.

Hatlen, B., Helland, B.G. and Helland, S.J., 2005.Growth, feed utilization and body composition in two size groupsof Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets differing in protein and carbohydrate content. Aquaculture, 249: 401–408.

Helland, S.J., Grisdale, B. and Nerland, S., 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. Aquaculture 139,157-163.

Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M. and Hemre, G.I., 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition. 11: 301-313.

Hoseinifar, S.H., Roosta, Z., Hajimoradloo, A. and Vakili, F. 2015a. The effects of *Lactobacillus acidophilus* as feed supplement on skin mucosal immune parameters, intestinal microbiota, stress resistance and growth performance of black Sword tail (*Xiphophorus helleri*). Fish & Shellfish Immunology, 42: 533–538.

Hoseinifar, S.H., Eshaghzadeh, H., Vahabzadeh, H. and Peykaran Mana, N., 2015b. Modulation of growth performances, survival, digestive enzyme activities and intestinal microbiota in common carp (*Cyprinus carpio*) larvae using short chain fructooligosaccharide. Aquac. Res. 47(10): 3246-3253.

Hoseinifar, S.H., Soleimani, N. and Ringø, E., 2014. Effects of dietary fructo-oligosaccharide supplementation on the growth performance, haemato-immunological parameters, gut microbiota and stress resistance of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. The British Journal of Nutrition, 112: 1296–1302.

Irianto, A. and Austin, B., 2002. Probiotics in aquaculture. Journal of Fish Diseases, 25: 633-642.

Jung-Schroers, V., Adamek, M., Jung, A., Harris, S., Dóza, Ö.S., Baumer, A. and Steinhagen, D. 2015. Feeding of β-1, 3/1, 6-glucan increases the diversity of the intestinal microflora of carp (Cyprinus carpio). Aquaculture Nutrition, 22(5): 1026-1039.

Kitao, T. and Yoshida, T., 1986. Effect of an immunopotentiator on Aeromonas salmonicida infection in rainbow trout. Veterinary Immunology and Immunopathology, 12: 287-291.

Kühlwein, H., Merrifield, D.L., Rawling, M.D., Foey, A.D. and Davies, S.J., 2014. Effects of dietary β-(1,3)(1,6)-D-glucan supplementation on growth performance, intestinal morphology and haemato-

immunological profile of mirror carp (*Cyprinus carpio* L.). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 98: 279–289.

Li, J.Q., Tan, B.P. and Mai, K.S., 2009. Dietary probiotic Bacillus OJ and isomal to oligosaccharides influence the intestine microbial populations, immune responses and resistance to white spot syndrome virus in shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture, 291, 35-40.

Li, P., Lewis, D.H. and Gatlin, D.M., 2004. Dietary oligonucleotide influences immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Moronic chrysops* × *M. saxatilis*) to streptococcus infection. Fish & Shellfish Immunology, 16: 561-569.

Mahious, A.S., Gatesoupe, F.J., Hervi, M., Metailler, R. and Ollevier, F., 2005. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot, *Psetta maxima* (Linnaeus, C. 1758). Aquaculture International, 14(3), 219-229.

Manning, T.S. and Gibson, G.R., 2004. Prebiotics. Best Practice and Research Clinical Gastroenterology, 18: 287-298.

Ringo, E., Sperstad, S., Myklebust, R., Mayhew, T.M. and Olsen, R.E., 2006. The effect of dietary inulin on aerobic bacteria associated with hindgut of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture Research, 37: 891-897.

Roberfroid, M.B., 2007. Prebiotics: the concept revisited, Journal of Nutrition, 137: 830S-837S.

Rumsey, G.L., Kinsella, J.E., Shetty, K.J. and Hughes, S.G., 1991. Effect of high dietary concentrations of brewer's dried yeast on growth performance and liver uricase in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Animal Feed Science and Technology, 33: 177-183.

Salze, G., Mclean, E., Schwarz, M.H. and Craig, S.R., 2008. Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. Aquaculture, 174: 148-152.

Tacon, A.G.J., 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp.Washington DC. Argent Laboratories Press. 454 p.

Tovar-Ramírez, D., Zambonino Infante, J., Cahu, C., Gatesoupe, F.J. and Vazquez-Juarez, R., 2004. Influence of dietary live yeast on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larval development. Aquaculture, 234: 415-427.

Wahli, T., Verlhac, V., Griling, P., Gabaudan, J. and Aebischer, C., 2003. Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*) Aquaculture, 225: 371-386.

Yousefian, M. and Sheikholeslami Amiri, M., 2009. A review of the use of prebiotic in aquaculture for fish and shrimp, African Journal of Biotechnology, 8 (25): 7313-7318.

Effect of dietary liquied Celmanax prebiotic on growth performance, feed efficiency and stress resistance in Common Carp (Cyprinus carpio Linnaeus. 1758) Fry

Bivareh M. R.[1*]; Ranjdoost[1]**M. [1]**; Eiry **M. [1]**; Jafaryan **H.[1]**
[1]Fisheries Group, Department of Agricultural and Natural Resources Gonbad-e Kavous University, Golestan, Iran

Abstract
This experiment was conducted to evaluate the effect of different levels of commercial prebiotic of liquid Celmanax on growth performances, feed indices and challenged with environmental stress of *Cyprinus carpio* fry for 60 days. This experiment conducted in a completely random design with five treatments which contain triplicates. Four levels of prebiotic (0.3, 0.5, 0.7 and 1 cc.kg^{-1} of ration) were added to the basic diet with a control that was devoid of prebiotic. At the end of the experiment the results showed that, the use of Celmanax liquid in the diet of carps fry, especially at high levels, improved FW, FL, WG, ADG, PBWI, SGR, CF, SR, HIS, FCR, FCE, PER and LER significantly ($p<0.05$). But, there is no any significant difference between treatment's feed intake ($p> 0.05$). However, by measuring the resistance of carps fry to environmental stress conditions there was no any significant difference between experimental treatments in compared with the control group against acid pH (pH=2) and basic pH (pH=12) tests ($p<0.05$). But, increased fry resistance against high ammonia (5 mg/l) and high thermal (40 C˚) tests in treatment affected by prebiotic, and the highest resistance was recorded in treatment containing 1 cc.kg^{-1} liquied Celmanax ($p<0.05$). In conclusion, based on the results we could claim that addition of high level of liquid Celmanax (0.7 and 1 cc/kg) in supplemented diet of *Cyprinus carpio* fry's improved growth performance, feed efficiency and resistance time to the challenge tests.

Keywords: Prebiotic, liquid Celmanax, Common Carp, Growth, Feeding, Stress.

*Corresponding author: mohamadrezabivareh@yahoo.com