Journal of Aquaculture Sciences 13(25): 110-124 (2025)
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

نشریه علوم آبزی‌پروری
دوره ۱۳، شماره ۲۵: ۱۱۰-۱۲۴ (۱۴۰۴)

مقایسه تأثیر پربیوتیک‌های تجاری Ultera A-max و Liquid Celmanax بر عملکردهای رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی عصاره بدن و مدت زمان زنده‌مانی در برابر تنش‌های محیطی در بچه‌ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idella* Linnaeus, 1758)

صدیقه خلیلی، حجت‌الله جعفریان *، حسین آدینه، محمد فرهنگی

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۲۱ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۲۵**

چکیده

مطالعه حاضر با جهت بررسی تأثیر دو پربیوتیک تجاری ایمکس اولترا و سلماناکس مایع بر پارامترهای رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی عصاره بدن و مدت زمان زنده‌مانی نوزادان ماهی آمور در برابر استرس‌های محیطی انجام شد. بدین‌منظور تعداد ۱۲۰۰ نوزادان ماهی آمور با میانگین وزن اولیه ۱۲/۱۰±۶۲۵/۱۵ میلی‌گرم (انحراف معیار± میانگین) تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند. نوزادان ماهی به مدت یک هفته در محیط آزمایشگاه با شرایط جدید سازگار شدند. سپس نوزادان ماهی در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار آزمایشی و یک گروه شاهد (فاقد پری بیوتیک) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه سطح از پری‌بیوتیک ایمکس اولترا (۱، ۲ و ۳ گرم بر کیلوگرم) به‌ترتیب تحت عناوین A1، A2 و A3 و سه سطح از پری‌بیوتیک سلماناکس مایع (۱، ۲ و ۳ میلی‌لیتر بر کیلوگرم) به‌ترتیب تحت عناوین C1، C2 و C3 با سه تکرار برای هر تیمار طراحی شده و در ۲۱ مخزن مدور از جنس پلی‌اتیلن با حجم آبگیری ۲۵ لیتر با تراکم ۵۰ قطعه بچه‌ماهی در هر مخزن به‌مدت ۴۵ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. نتایج نشان داد استفاده از محصولات تجاری ایمکس اولترا و سلماناکس مایع باعث افزایش معنی‌داری در پارامترهای رشد ماهیان در تیمارهای آزمایشی به‌خصوص در سطح ۳ گرم در هر کیلوگرم از پربیوتیک ایمکس اولترا در مقایسه با تیمار شاهد گردید ($P<0/05$). همچنین شاخص‌های بیوشیمیایی عصاره بدن شامل پروتئین تام، گلوکز، AST و ALT نیز در تیمارهای آزمایشی حاوی پربیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند. مدت‌زمان زنده‌مانی بچه‌ماهیان در برابر استرس‌های محیطی نیز در تمام تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک بالاتر از گروه شاهد بود. همچنین میزان مقاومت و مدت زنده‌مانی نوزادان ماهی در مقابله با استرس‌های pH اسیدی، بازی، دما و آمونیاک در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری داشت ($P<0/05$). براساس نتایج این تحقیق، پری‌بیوتیک ایمکس اولترا با دارا بودن اولیگوساکارید مانان (MOS) به‌دست آمده از دیواره سلولی مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*) با افزودن ۱ تا ۳ گرم از آن در مقایسه با سطوح مشابه از پری‌بیوتیک سلماناکس مایع به‌دست آمده از فرآیند هیدرولیز آنزیمی دیواره مخمر نانوایی با دارا بودن بتا گلوکان و اولیگوساکارید مانان، به جیره غذایی نوزادان بچه‌ماهیان آمور باعث بهبود پارامترهای رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی عصاره بدن و مدت زمان مقاومت در برابر استرس‌های محیطی شده و به‌عنوان یک مکمل پری‌بیوتیکی در پرورش اولیه این ماهی پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژگان: ایمکس اولترا، پربیوتیک، سلماناکس مایع، شاخص‌های بیوشیمیایی، کپور علفخوار

*نویسنده مسئول hojat.jafaryan@gmail.com

مقدمه

ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) به‌عنوان یک ماهی آب شیرین بومی کشور چین با یک پراکنش گسترده از حوضه‌های آبریز رودخانه پرال در جنوب چین تا رودخانه هیلُنگ جیانگ (Heilongjiang) در شمال چین شناخته می‌شود. حضور این گونه غیر بومی در بیشتر حوضه‌های آبی ایران گزارش شده است (Eagderi *et al*., 2022). باوجود معرفی این گونه به بیش از ۴۰ کشور جهان تاکنون اطلاعات اندکی درباره جمعیت‌های بومی این گونه در آن مناطق وجود دارد. زیستگاه طبیعی این گونه، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و مخازن آب پشت سد است. این‌گونه اساساً گیاه‌خوار بوده و عموماً از گیاهان آبزی مشخصی تغذیه می‌کند درحالی‌که لاروها و بچه‌ماهیان انگشت قد این ماهی از زئوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند. تحت شرایط پرورشی، ماهی کپور علفخوار می‌تواند غذاهای مصنوعی از قبیل فرآورده‌های عمل‌آوری شده غلات، آردهای عصاره روغن‌های گیاهی و غذاهای پلت شده و همچنین گیاهان آبزی و علف‌های خشکی‌زی را مورد استفاده قرار دهد که در طول سال‌های اخیر میزان تولید این گونه در سطح جهان به‌شدت در حال افزایش است. به‌طوری‌که مطابق با آمار ارائه شده مطابق با آمار ارائه شده، تولید جهانی ماهی آمور در سال ۱۹۵۰ فقط ۵۲۷ ۱۰ تن بوده است درحالی‌که با یک افزایش ۵۲۶ برابری در طول ۶۴ سال به ۵۵۳۷۷۹۳ تن در سال ۲۰۱۴ رسیده است (FAO, 2016). با توجه به این رشد چشمگیر در میزان تولید محصولات به‌دست آمده از بخش آبزی‌پروری، همواره بایستی به این نکته نیز توجه داشت که یکی از چالش‌های عمده در بحث آبزی‌پروری تجاری این است که غذای ماهی همواره بشترین هزینه جاری را به‌خود اختصاص می‌دهد (Forster, 1999). در واقع تغذیه ماهیان با جیره‌های غذایی مناسب، نه‌تنها وضعیت سلامت ماهیان را بهبود بخشیده بلکه احتمال بیماری را نیز کاهش می‌دهد. به‌طوری‌که براساس تحقیقات انجام شده، همبستگی مثبتی بین افزایش مقاومت علیه بیماری و میزان رشد و بقاء وجود دارد (Li *et al*., 2009). در همین راستا، در طول سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی بر روی ترکیبات و مکمل‌های غذایی که باعث بالا بردن سلامت موجود زنده و کارایی تغذیه آنها می‌شوند، صورت گرفته است (Gibson and Roberfroid, 1995). بررسی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون ابزاری ارزشمند برای بررسی وضعیت فیزیولوژیک، استرسی، متابولیسم، شیوع بیماری و وضعیت سلامت گونه تحت بررسی به‌شمار می‌رود (Stoskopf, 1993). یکی از این شاخص‌ها، بررسی وضعیت آنزیم‌های کبدی است که براساس مطالعات انجام شده، مشخص شده است وضعیت آنها در سرم شاخصی برای پایش وضعیت سلامت و عملکرد بهینه کبد در موجودات است (Shahsavani *et al*., 2010; Martin and Okolie, 2012). همچنین اختلال در سیستم ایمنی ماهیان به‌واسطه عوامل استرس‌زای محیطی به حساسیت بیشتر به انواع بیماری‌ها منجر می‌شود که در نهایت توسعه اقتصادی آبزی‌پروری را محدود می‌کند (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۹). به‌همین دلیل در طول سال‌های اخیر استفاده از مکمل‌های غذایی که در افزایش رشد و بالا بردن سیستم ایمنی نقش دارند، تحت مطالعات دقیق قرار گرفته‌اند تا بتوانند از نظر جنبه‌های اقتصادی، دامنه سلامتی، طبقه‌بندی و در آبزی‌پروری استفاده شوند. از جمله این مکمل‌های غذایی می‌توان به پربیوتیک‌ها اشاره کرد (Gibson and Roberfroid, 1995). استفاده از این مکمل‌های غذایی، از جمله راهکارهایی است که علاوه بر تأمین مواد مغذی لازم در جهت حمایت از رشد و تکامل موجودات آبزی، می‌تواند در افزایش سلامت، مقاومت نسبت به استرس و عوامل بیماری‌زا نیز مفید واقع شود (Gatlin, 2002). پربیوتیک‌ها نوع بسیار خاصی از مواد غذایی غیرقابل هضم در بدن 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 پربیوتیک‌ها در جیره غذایی لاروهای آبزیان سبب تغییراتی در سیستم گوارش و سیستم ایمنی آنها گردیده که این موضوع به نوبه خود باعث افزایش رشد، مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا و نهایتاً افزایش بقاء و بازماندگی لاروها شده است (شیخ‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۰). این مکمل‌های خوراکی علاوه بر بهبود شاخص‌های رشد، منجر به تحریک سیستم ایمنی غیر اختصاصی، افزایش تحمل تنش‌های محیطی و مقاومت در برابر برخی بیماری‌های عفونی آبزیان می‌گردند، که همه این عوامل در نهایت منجر به اقتصادی‌تر شدن تولید آبزیان پرورشی می‌گردد (Roa *et al*., 2006). تاکنون

مطالعات متعددی در خصوص بررسی اثر استفاده از پربیوتیک‌های مختلف تجاری بر پارامترهای رشد، تغذیه، ایمنی و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی در گونه‌های مختلف آبزیان انجام شده است (بیواره و جعفریان، ۱۳۹۵؛ شجاعی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Salamatdoustnobar *et al*., 2011; Řehulka *et al*., 2011; Torrecillas, 2011; Ebrahimi *et al*., 2012; Ghorbani *et al*., 2012; Kühlwein *et al*., 2013, 2014; Bivareh *et al*., 2015; Nazari *et al*., 2016; Djauhari *et al*., 2017). اما در خصوص استفاده از این محصولات در جیره غذایی ماهی کپور علفخوار به‌خصوص در مراحل اولیه زیست این گونه به‌ندرت گزارش شده است. به‌هرحال وجود ترکیبات بیوشیمیایی در پری‌بیوتیک‌ها از جمله بتا گلوکان‌ها، گالاکتوزامین‌ها، مانوز و اولیگوساکارید مانان در ساختار این محصولات تجاری از یک‌سو به‌عنوان منبع تغذیه بسیاری از باکتری‌های پروبیوتیکی نظیر لاکتوباسیلوس‌ها بوده که موجب بهبود جمعیت میکروبی روده گشته و تأثیرات بسیار خوبی را در افزاش عملکرد تغذیه و شاخص‌های رشد در آبزیان و از جمله ماهیان پرورشی ایجاد می‌نمایند (رنجدوست و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین این ترکیبات با تأثیر بر سیستم ایمنی، موجب افزایش پاسخ‌های ایمنی گردیده و مقاومت آبزیان را در مقابله با عوامل بیماری‌زا و همچنین مقاومت در برابر استرس‌های محیطی را ارتقاء می‌دهند (رنجدوست و همکاران، ۱۳۹۷). پری‌بیوتیک ایمکس اولترا با دارا بودن اولیگوساکارید مانان (MOS) به‌دست آمده از دیواره سلولی مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*) و پری‌بیوتیک سلماناکس مایع به‌دست آمده از فرآیند هیدرولیز آنزیمی دیواره مخمر نانوایی با دارا بودن بتا گلوکان، مانوپروتئین‌ها و اولیگوساکارید مانان جهت مکمل‌سازی در جیره‌های لاروهای ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) در سطوح مختلف پیشنهاد گردیده و آزمایش مذکور بر مبنای تأثیرگذاری این ترکیبات بر شاخص‌های رشد و ترکیب بیوشیمیایی و همچنین میزان مقاومت نوزادان این ماهی در برابر استرس‌های محیطی طراحی و اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

محل اجرا و روش آزمایش: این مطالعه در آزمایشگاه آبزی‌پروری دانشگاه گنبدکاووس به‌مدت ۴۵ روز انجام شد. برای شروع کار تعداد ۱۲۰۰ قطعه نوزاد ماهی آمور از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی شهید چمران (گلستان، ایران) تهیه و پس از سازگاری یک هفته‌ای و اطمینان از سلامت آنها، نوزادان ماهی آمور (با وزن متوسط ۱۰/۱۲±۶۲۵/۱۵ میلی‌گرم)، شمارش‌شده و به تعداد ۵۰ قطعه در هر تیمار (با تراکم ۲/۵ قطعه ماهی در هر لیتر) به‌صورت تصادفی به مخازن فایبرگلاس با حجم آبگیری ۲۰ لیتر معرفی گردیدند. جهت تأمین هوادهی و نیاز اکسیژنی ماهیان نیز به هر یک از مخازن یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود نصب گردید. آب مورد استفاده برای پرورش ماهیان در طول دوره از نظر فاکتورهای دما، اکسیژن محلول، pH، شوری و هدایت الکتریکی مورد پایش قرار گرفت. فاکتورهای فوق در قالب مقادیر میانگین در جدول ۱ ارائه شده است.

نوع پروبیوتیک و پربیوتیک مصرفی

پربیوتیک‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل دو محصول تجاری ایمکس اولترا و سلماناکس مایع می‌باشد که از شرکت پیشتازان ایران، نماینده انحصاری شرکت (Arm & Hammer Animal Nutrition(COR-VI ساخت کشور آمریکا تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. این محصول پری‌بیوتیکی شامل مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*) رشد یافته در یک محیط کشت مایع از ملاس نیشکر می‌باشد که با محصولات فرعی غلات فرآوری شده است. در محصول سلماناکس مایع محصول پری‌بیوتیکی مخمر نانوایی کشت داده شده تحت فرآیند آنزیمی قرار گرفته و به‌صورت محصول مایع عرضه گردیده است.

تهیه و ساخت جیره‌های آزمایشی: به‌منظور آماده‌سازی جیره‌های غذایی، ابتدا مقدار غذا برای کل دوره آزمایش (۴۵ روز) برای هر تیمار محاسبه شد، سپس جیره تهیه شده از شرکت اسکرتینگ (Skretting-Norway) (با قطر ۱/۵ میلی‌متر، دارای ۵۰٪ پروتئین خام، ۲۰٪ چربی خام و ۹/۵ درصد خاکستر ساخت کشور نوروژ) به میزان ۱ کیلوگرم برای آماده‌سازی جیره‌های غذایی مورد استفاده توسط بچه‌ماهیان ماهی آمور در این مطالعه توزین گردید. پس از محاسبه میزان پروبیوتیک و پری‌بیوتیک‌های مورد نیاز برای هر تیمار ابتدا با اضافه نمودن مقدار مشخصی آب مقطر (۱۰۰ میلی‌لیتر) درون هر بشر سوسپانسیون آنها تهیه‌شده و با همزن برقی به‌خوبی هم زده شده و با مقدار ۱ کیلوگرم غذا

کنسانتره تهیه شده برای هر تیمار به‌خوبی مخلوط شدند. در مرحله آخر، جیره‌های غذایی مکمل‌سازی شده با پری‌بیوتیک، درون انکوباتور با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ ساعت خشک شدند (دارای ۱۰ درصد رطوبت) و مطابق با اندازه دهان بچه‌ماهیان ماهی آمور از الک‌های ریز عبور داده شده و براساس برنامه زمان‌بندی غذایی و مقادیر غذای محاسبه شده در اختیار آنها قرار گرفت. مقدار غذای مورد نیاز براساس جدول استاندارد معادل ۴ درصد وزن بدن در روز، تعیین و در هر یک از تیمارهای آزمایشی به آنها خورانده شد. باقیمانده غذایی نیز با استفاده از میکرو پیپت با دقت از مخازن فایبرگلاس جمع‌آوری گردید. این مقدار غذای جمع‌آوری شده از کل غذای عرضه‌شده کسر گردیده و غذای خورده شده روزانه محاسبه گردید.

زیست‌سنجی: جهت بررسی وضعیت رشد ماهیان و به‌منظور به‌دست آوردن زی‌توده نوزادان ماهی آمور جهت محاسبه غذای روزانه در طول دوره آزمایش، در انتهای هر هفته، تعداد ۱۰ قطعه بچه‌ماهی از هر تکرار به‌صورت تصادفی صید و پس از بیهوش نمودن آنها با مقدار ppm ۲۰۰ پودر گل میخک (Tukmechi and Bandboni, 2014)، وزن بچه‌ماهیان آمور با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و طول کل آنها نیز با استفاده از تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت گردید. پس از فرآیند زیست‌سنجی بچه‌ماهیان در آب تازه، به‌هوش آمده و به مخزن‌های خود منتقل می‌شدند. همچنین برای بررسی چگونگی عملکرد جیره‌های مختلف و مقایسه آنها، در فواصل زمانی مشخص براساس داده‌های به‌دست آمده از زیست‌سنجی نوزادان ماهی در ابتدا و انتهای دوره پرورش و انجام آزمایشات تغذیه‌ای طبق فرمول‌های موجود برخی از پارامترهای رشد و تغذیه به شرح زیر تعیین گردید.

میانگین رشد روزانه (De Silva and Anderson, 1995)
[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم- لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)] ×۱۰۰= ضریب رشد ویژه (Hevroy *et al*., 2005)

[میانگین درجه حرارت به سانتی‌گراد × زمان / ($^{0/333}$ وزن توده زنده اولیه ماهی به گرم − $^{0/333}$ وزن توده زنده نهایی ماهی به گرم)] = ضریب رشد حرارتی (De Silva and Anderson, 1995)

((میانگین طول انتهای دوره به سانتی‌متر^{3})/ (میانگین وزن انتهای دوره به گرم)) ×۱۰۰ = شاخص وضعیت(Ai *et al*., 2006)

(تعداد بچه ماهیان باقیمانده در انتهای دوره/ تعداد بچه‌ماهیان ابتدای دوره) ×۱۰۰ = درصد بازماندگی(Ai *et al*., 2006)

ارزیابی مقاومت بچه‌ماهیان در برابر استرس‌های محیطی: در پایان دوره ۴۵ روزه آزمایش، برای تعیین میزان مقاومت لاروها در برابر عوامل استرس‌زا تعداد ۵ قطعه بچه‌ماهی از هر تکرار و در مجموع تعداد ۱۵ ماهی از هر تیمار برای انجام آزمایش‌های استرس به‌صورت تصادفی از تانک‌های پرورش انتخاب و به‌صورت جداگانه در معرض هر یک از شوک‌های آمونیاک بالا (۵ میلی‌گرم بر لیتر)، دمای بالا (۴۰ درجه سانتی‌گراد)، pH پایین (pH= ۲) و pH بالا (pH= ۱۲) قرار داده شدند. 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 بچه‌ماهیان هر تکرار انجام شد. شرایط محیطی در همه آزمایش‌ها یکسان بود و بچه‌ماهی‌ها به یکباره تحت شرایط استرس قرار داده شدند و زمانی که آخرین ماهی به‌صورت کامل در این محلول‌ها کشته شد، ثبت گردید. ضمن آنکه ۱۲ ساعت قبل از انجام تست‌های مقاومت در برابر عوامل استرس‌زا، غذادهی لاروها قطع شد (Jafaryan *et al*., 2011).

اندازه‌گیری شاخص‌های ایمنی عصاره بدن: به‌منظور تعیین تغییرات فاکتورهای ایمنی خون در لاروها به‌علت کوچکی اندازه و ناتوانی در خون‌دهی از روش همگن کردن کل بدن آنها استفاده شد (Postlethwaite and Mcdonald, 1995). برای انجام این کار ابتدا نمونه‌های مورد نظر از بچه‌ماهیان آمور به ظاهر سالم به‌طور تصادفی صید و پس از بیهوشی با مقدار ppm ۲۰۰ پودر گل میخک (Tukmechi and Bandboni, 2014) جهت از بین بردن هرگونه آلودگی سطحی ابتدا نمونه با آب مقطر شستشو داده شده و تمام لاروهای باقی‌مانده در هر مخزن درون دستگاه هموژنایزر له شده و به‌صورت هموژن در آمدند. سپس بدن له‌شده لاروها به میکروتیوپ‌هایی با حجم ۱cc انتقال یافته و بعد از قرار دادن درون دستگاه سانتریفیوژ (شرکت اپندروف، آلمان) با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه به‌مدت ۵ دقیقه (Postlethwaite and Mcdonald, 1995) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شده و مایع قسمت فوقانی که

جدول ۱- معیارهای کیفی آب ورودی به مخازن فایبرگلاس پرورش نوزادان ماهی آمور (انحراف معیار±میانگین)

دما (درجه سانتی‌گراد)	شوری (میلی‌گرم بر لیتر)	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	pH
۲۴/۵±۱/۳۵	۵۲۵± ۳۲/۴۱	۸۲۹/۳۸±۸۲/۶۶	۷/۵±۰/۶۵	۷/۶ ±۰/۱۸

همان عصاره بدن است خارج و برای آنالیز فاکتورهای بیوشیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند. کلیه تست‌های بیوشیمیایی عصاره بدن شامل پروتئین تام، گلوکز و اندازه گیری آنزیم‌های کبدی با استفاده از دستگاه آنالیز کننده خودکار (مدل Eurolyser, Belgium) و کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون در آزمایشگاه خونشناسی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر در استان مازندران انجام گردید. مقدار پروتئین تام عصاره بدن با روش Biuret (Doumas *et al*., 1981)، برای اندازه‌گیری گلوکز از روش آنزیمی، کالریمتری (Rehulka, 2000)، برای سنجش آسپارتات امینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز با استفاده از روش انزیماتیک کینتیک و آلکالین فسفاتاز به روش رنگ‌سنجی کینتیک از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون و اندازه‌گیری نیز براساس پروتکل شرکت سازنده انجام شد (Shahsavani *et al*., 2010).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه‌وتحلیل داده‌های به‌دست آمده در مطالعه حاضر با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ از طریق آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

پارامترهای رشد: اثرات سطوح مختلف پربیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع بر پارامترهای رشد بچه‌ماهیان آمور در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن سطوح مختلف این پربیوتیک‌ها به جیره غذایی بچه‌ماهیان آمور اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشد دارد ($P<۰/۰۵$). در مقایسه با تیمار شاهد، تیمارهای آزمایشی حاوی پربیوتیک‌های ایمکس و سلماناکس از وزن نهایی بالاتری برخوردار بودند و اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود داشت ($P<۰/۰۵$). هر چند بین تیمارهای آزمایشی حاوی پربیوتیک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). بالاترین مقدار وزن نهایی (۶/۰۳ گرم) نیز در بچه‌ماهیان تغذیه شده با مقدار ۳ گرم پربیوتیک ایمکس اولترا مشاهده شد. هرچند بچه‌ماهیان تغذیه شده در این تیمار آزمایشی نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری نداشتند، اما نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). همچنین سطوح مختلف پربیوتیک در هر دو گروه میانگین رشد روزانه را در تیمارهای آزمایشی حاوی پربیوتیک در مقایسه با گروه شاهد به شکل معنی‌داری افزایش دادند ($P<۰/۰۵$). نرخ رشد ویژه نیز در تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۵$). کمترین میزان نرخ رشد ویژه مربوط به تیمار شاهد (معادل ۲/۱۸) و بیشترین میزان آن در تیمار A3 حاوی $g.kg^{-1}$ ۳ از پربیوتیک ایمکس اولترا (معادل ۳/۵۹) و تیمار C2 حاوی ml.kg-1 ۲ از پربیوتیک سلماناکس مایع (معادل ۳/۶۰) مشاهده گردید. همچنین بچه‌ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف ایمکس اولترا و سلماناکس مایع از ضریب رشد حرارتی بالاتری در مقایسه با تیمار شاهد برخوردار بودند ($P<۰/۰۵$). براساس نتایج به‌دست آمده بالاترین مقدار اندازه‌گیری شده برای این پارامتر در تیمارهای A3 (۰/۷۵) و C2 (۰/۷۵) ثبت شد که در آن بچه‌ماهیان آمور به‌ترتیب با مقادیر $g.kg^{-1}$ ۳ از پربیوتیک تجاری ایمکس اولترا و $ml.kg^{-1}$ ۲ از پربیوتیک تجاری سلماناکس مایع به‌مدت ۴۵ روز تغذیه‌شده بودند. فاکتور وضعیت (ضریب چاقی) نیز بین تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۵$). کمترین درصد بازماندگی در تیمارهای C2 (۷۲/۳۹ درصد)، A1 (۷۲/۶۶ درصد) و گروه شاهد (۷۲/۶۶ درصد) و بیشترین درصد بازماندگی نیز در تیمارهای A2 (۸۸/۵۱ درصد) و C3 (۸۸/۶۹ درصد) مشاهده شد که از اختلاف معنی‌داری در مقایسه با هم برخوردار بودند ($P<۰/۰۵$).

شاخص‌های بیوشیمیایی عصاره بدن: اثر سطوح مختلف پربیوتیک‌های تحت بررسی در مطالعه حاضر در هر دو گروه ایمکس اولترا و سلماناکس مایع روی برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی عصاره بدن نوزادان بچه‌ماهیان آمور در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج افزایش معنی‌دار میزان پروتئین تام

جدول ۲- مقایسه برخی از پارامترهای رشد اندازه‌گیری شده (انحراف معیار ± میانگین)در بچه‌ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idella*) تغذیه‌شده با سطوح مختلف دو محصول تجاری ایمکس اولترا (A) و سلماناکس مایع (C) در پایان دوره ۴۵ روزه آزمایش

تیمار / پارامتر	شاهد	A1	A2	A3	C1	C2	C3
وزن نهایی (g)	۵/۷۳±۰/۴۸۶^{b}	۶/۰۳±۰/۴۵۲^{a}	۵/۹۹±۰/۳۴۰^{a}	۶/۰۹±۰/۶۵۴^{a}	۵/۹۳±۰/۴۴۴^{a}	۶/۰۵±۰/۴۴۱^{a}	۵/۹۹±۰/۳۹۳^{a}
میانگین رشد روزانه (٪)	۲/۴۷±۱/۰۸^{b}	۳/۱۳±۰/۹۴۴^{a}	۳/۰۴±۰/۷۵۶^{a}	۳/۲۶±۱/۴۵^{a}	۲/۹۰±۰/۹۸۷^{a}	۳/۱۸±۰/۹۸۱^{a}	۳/۰۴±۰/۸۷۵^{a}
نرخ رشد ویژه (٪)	۲/۱۸±۰/۶۴۲^{b}	۲/۵۸±۰/۴۲۸^{a}	۲/۵۴±۰/۳۹۵^{a}	۲/۵۹±۰/۶۳۱^{a}	۲/۴۵±۰/۴۶۱^{a}	۲/۶۰±۰/۴۵۱^{a}	۲/۵۴±۰/۴۲۶^{a}
ضریب رشد حرارتی (٪)	۰/۶۱±۰/۲۰۷^{b}	۰/۷۴±۰/۱۵۲^{a}	۰/۷۳±۰/۱۳۴^{a}	۰/۷۵±۰/۲۲۴^{a}	۰/۷۰±۰/۱۶۲^{a}	۰/۷۵±۰/۱۶۰^{a}	۰/۷۳±۰/۱۴۸^{a}
فاکتور وضعیت (٪)	۱/۰۵±۰/۱۵۸^{abc}	۱/۰۶±۰/۱۸۴^{abc}	۱/۰۷±۰/۰۹۶^{ab}	۱/۱۰±۰/۱۶۳^{a}	۱/۰۸±۰/۲۲۹^{ab}	۱/۰۳±۰/۰۸۴^{bc}	۱/۰۰±۰/۱۱۹^{c}
درصد بقاء (٪)	۷۲/۶۶±۳/۱۴^{d}	۷۵/۲۴±۴/۳۳۴^{d}	۸۸/۵۱±۵/۱۶^{a}	۸۲/۲۹±۶/۲۴^{b}	۷۸/۳۷±۴/۵۷^{c}	۷۲/۳۹±۶/۱۵^{d}	۸۸/۶۹±۵/۷۸^{a}

*حروف غیرهمنام در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).

جدول ۳- بررسی برخی از شاخص‌های بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در عصاره بدن بچه‌ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idella*) تغذیه‌شده با سطوح مختلف دو محصول تجاری ایمکس اولترا (A) و سلماناکس مایع (C) در پایان دوره ۴۵ روزه آزمایش (انحراف معیار ± میانگین)

تیمار / پارامتر	شاهد	A1	A2	A3	C1	C2	C3
پروتئین کل (g/dL)	۲/۲۶±۰/۴۹۳^{ab}	۲/۱۶±۰/۲۰۸^{ab}	۲/۴±۰/۷^{a}	۱/۸۶±۰/۰۵۷^{ab}	۱/۹±۰/۵۲۹^{ab}	۱/۵۶±۰/۲۰۸^{b}	۲/۱±۰/۲۶۴^{ab}
گلوکز (mg/dL)	۶۹۰/۷۳±۱۸۳/۹۹^{a}	۵۳۷/۸۱±۳۴/۶۱^{abc}	۳۷۱/۳۶±۲۶/۵۳^{d}	۳۶۰/۸۶±۴۵/۹۸^{d}	۴۰۲/۸۵±۳۹/۴۰^{cd}	۶۳۴/۹±۶۲/۸۹^{ab}	۴۷۸/۴۸±۹۱/۷۲^{bcd}
A.S.T(U/L)	۱۳۳/۷۳±۲۸/۰۴^{ab}	۵۲/۰۶±۲۲/۶۸^{d}	۶۲/۰۶±۲۶/۸۵^{cd}	۱۰۱/۲۵±۱۳/۱۱^{bc}	۱۰۴/۷۱±۱۸/۲۸^{bc}	۱۲۳/۶۳±۲۰/۳۸^{b}	۱۷۳±۳۲/۱۵^{a}
A.L.T(U/L)	۱۰۳/۲۶±۷/۶۰^{a}	۴۵/۲۵±۱۸/۰۰^{b}	۸۶/۶۶±۳۶/۵۷^{a}	۸۹/۲۵±۲۹/۶۳^{a}	۶۱/۵۶±۱۱/۹۴^{ab}	۶۹/۹۳±۱۰/۰۶^{ab}	۹۹/۸۵±۲۲/۵۹^{a}
A.L.P(U/L)	۹۹۷/۲۸±۱۸۰/۱۵^{a}	۹۵۷/۷۸±۱۶۳/۸۰^{a}	۱۱۶۸/۲۸±۳۱/۴۴^{a}	۱۲۵۶/۷۵±۲۳۹/۴۸^{a}	۱۰۵۵/۳۵±۲۸۶/۱۰^{a}	۱۱۰۶/۳۵±۹۵/۲۹^{a}	۱۰۶۱/۶۶±۳۸۶/۲۷^{a}

*حروف غیرهمنام در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار است($P<۰/۰۵$).

عصاره بدن در گروه تغذیه شده با $g.kg^{-1}$ ۲ از پربیوتیک ایمکس اولترا پس از ۴۵ روز تغذیه با این پربیوتیک تجاری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). در خصوص میزان گلوکز عصاره بدن نیز مشاهده شد که سطح گلوکز عصاره بدن در تمام تیمارهای تغذیه شده با پربیوتیک در هر دو گروه آزمایشی نسبت به گروه شاهد به شکل معنی‌داری کاهش یافته است ($P<۰/۰۵$). بررسی نتایج به‌دست آمده در خصوص میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی نیز اختلاف معنی‌داری در مقادیر آنزیم‌های AST و ALT در تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد ($P<۰/۰۵$). اما بین تیمارهای آزمایشی حاوی پربیوتیک و تیمار شاهد هیچ گونه اختلاف معنی‌داری در خصوص میزان فعالیت آنزیم ALP مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). مقدار به‌دست آمده برای این میزان در تمامی تیمارها حدوداً برابر بوده که این موضوع بیانگر این است که میزان پربیوتیک‌های بکارگرفته شده از هر دو گروه تأثیر خاصی بر میزان آنزیمآلکالین فسفاتاز عصاره بدن بچه‌ماهیان آمور ندارد.

مدت زمان زنده‌مانی در برابر استرس‌های محیطی: نتایج حاصل از تأثیر سطوح متفاوت پری‌بیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع بر میزان مقاومت لارو های ماهی آمور در مقابله با استرس‌های مختلف محیطی در جدول ۵ ارائه شده است. براساس نتایج بیشترین میزان مقاومت در برابر استرس آمونیاک بالا در تیمار C2 معادل ۳۱۶/۵ ثانیه و کمترین میزان مقاومت در برابر این استرس در تیمار شاهد معادل ۱۶۸ ثانیه به‌دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین مدت زمان زنده‌مانی بچه‌ماهی‌ها در برابر تست مقاومت در برابر دمای بالا نیز به‌ترتیب در تیمار A2 معادل ۳۳۳۰ ثانیه و تیمار A1 معادل ۲۵۸۰ ثانیه به‌دست آمد. بین تیمار C2 و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). نتایج حاصل از میزان مقاومت بچه‌ماهیان آمور در برابر استرس pH بالا (قلیائیت) بیانگر این موضوع بود که استفاده از پربیوتیک ایمکس اولترا در سطح $g.kg^{-1}$ ۱ (A1) باعث افزایش معنی‌دار مدت زمان زنده‌مانی بچه‌ماهیان آمور (معادل ۳۱۸ ثانیه) در برابر این عامل استرس‌زا در مقایسه با سایر تیمارهای دریافت کننده پربیوتیک در هر دو گروه و تیمار شاهد می‌گردد ($P>۰/۰۵$). کمترین میزان مقاومت در برابر این تست نیز در تیمار C2 معادل ۱۸۷/۵ ثانیه مشاهده شد. بین تیمار C1 و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده

جدول ٤- تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع بر مدت‌زمان زنده‌مانی (ثانیه) بچه‌ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idella*) در مواجه با استرس‌های محیطی در پایان دوره ٤٥ روزه آزمایش

تیمار / تنش	شاهد	A1	A2	A3	C1	C2	C3
تنش آمونیاک	۱۶۸±۱۳/۲^{e}	۲۶۸/۵±۰/۹^{b}	۱۷۷/۳±۲۷/۹^{de}	۲۴۴/۸±۱/۲^{c}	۱۹۵/۳±۱/۵^{d}	۳۱۶/۵±۱/۵^{a}	۲۵۳/۵±۱/۵^{bc}
تنش دما	۲۷۶۰^{cd}	۲۵۸۰^{d}	۲۹۱۰±۳۰^{bcd}	۳۳۳۰±۲۷۰^{a}	۳۰۳۰±۳۰^{abc}	۲۷۹۰±۳۹۰^{cd}	۳۱۵۰±۹۰^{ab}
تنش بازی	۲۱۸/۴±۳۲/۴^{bc}	۳۱۸±۶^{a}	۲۳۹/۱±۲۴/۳^{b}	۲۲۳/۸±۲۱/۶^{b}	۲۰۷/۶±۴/۸^{bc}	۱۸۷/۵±۵/۱^{c}	۲۳۲/۸±۱۷/۴^{b}
تنش اسیدی	۲۰۰/۴±۱/۲^{e}	۲۰۶/۴±۱/۲^{c}	۲۰۹/۴±۱/۲^{b}	۲۱۳/۳±۱/۵^{a}	۲۱۲/۷±۱/۵^{a}	۲۰۲/۸±۰/۶^{d}	۲۰۷/۶±۱/۲^{bc}

*حروف غیرهمنام در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار است(P<۰/۰۵).

نشد (P>۰/۰۵). بیشترین مدت زمان زنده‌مانی بچه‌ماهیان آمور درمقابله با استرس pH اسیدی نیز به‌ترتیب در تیمارهای A3 از پری بیوتیک ایمکس اولترا و C1 از پری بیوتیک سلماناکس مایع به‌ترتیب به‌مدت ۲۱۳/۳ ثانیه و ۲۱۲/۷ ثانیه و کمترین میزان مقاومت در برابر این عامل استرس‌زا نیز در تیمار شاهد به‌مدت ۲۰۰/۴ ثانیه به‌دست آمد (جدول ۴).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که وجود پری‌بیوتیک ایمکس اولترا در جیره غذایی بچه‌ماهیان آمور در طول دوره ۴۵ روزه پرورش بر پارامترهای رشد اثرگذار بوده و باعث بهبود وزن نهایی، میانگین رشد روزانه، نرخ رشد ویژه و ضریب رشد حرارتی در جیره‌های غذایی مکمل‌سازی شده با این محصول تجاری در مقایسه با تیمارهای دریافت‌کننده پربیوتیک سلماناکس مایع شده است. هر چند به‌طور درون گروهی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک در هر دو گروه در خصوص پارامترهای اشاره شده مشاهده نشد. تغییرات شاخص‌های رشد در بین تیمارهای مختلف در این تحقیق نشان داد که اضافه نمودن مقدار ۱ $g.kg^{-1}$ از پربیوتیک تجاری ایمکس اولترا به جیره غذایی منجر به باعث افزایش وزن نهایی و میانگین رشد روزانه در مقایسه با سایر تیمارهای دریافت‌کننده پربیوتیک در هر دو گروه شده است. بررسی میزان فاکتور وضعیت نیز نشان داد که استفاده از مقدار ۱ $g.kg^{-1}$ از پربیوتیک ایمکس اولترا باعث افزایش معنی‌دار این پارامتر در مقایسه با سایر تیمارهای دریافت کننده پربیوتیک و تیمار شاهد می‌گردد. در عین حال، بالاترین میزان نرخ رشد ویژه نیز در همین تیمار آزمایشی به‌همراه تیمار C1 در سطح ۱ ml.kg-1 از پربیوتیک سلماناکس مایع مشاهده شد. در حالی‌که برخلاف پارامترهای قبلی بالاترین میزان درصد بقا در تیمار C3 از پربیوتیک سلماناکس مایع مشاهده شد. در تأیید تأثیرات مثبت پربیوتیک‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر بر پارامترهای رشد با نتایج مطالعاتی که بر روی هیبرید باس راه‌راه (Li and Gatlin, 2004)، کپور معمولی (Atar and Ates, 2009)، ماهی ازون‌برون (Akrami *et* al., 2011)، کپور آینه‌ای (Kühlwein *et al*., 2014) و کپور معمولی (Djauhari *et al*., 2017) مطابقت دارد.

نتایج مطالعه حاضر همچنین نشان داد که افزودن پری بیوتیکایمکس اولترا به جیره در سطح پایین (۱ $g.kg^{-1}$) می‌تواند شاخص‌های رشد را نسبت به سایر تیمارهای دریافت کننده این پربیوتیک و همچنین تیمارهای دریافت کننده پربیوتیک سلماناکس مایع بهبود ببخشد. در تأیید این نتایج Mahajer Astar Abadi و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی پربیوتیک ایمنوژن، Salamatdoust Nobar و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی پربیوتیک ایمکس، Nazari Juibari و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی پربیوتیک آلفامیون، Iri و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی پربیوتیک الیگوفروکتوز و محمودیان و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی پربیوتیک‌های آلفا میون و پروتکسین به‌صورت ترکیبی و منفرد به‌ترتیب گزارش دادند که استفاده از سطوح پایین این پربیوتیک‌ها باعث بهبود عملکردهای رشد و تغذیه در فیل‌ماهیان جوان پرورشی (۵ و ۱۰ گرم در هر کیلوگرم ایمنوژن)، ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (۰/۵ گرم در هر کیلوگرم ایمکس)، (۰/۵ گرم در هر کیلوگرم پربیوتیک آلفامیون)، (۱ درصد پربیوتیک) و بچه‌ماهیان کپور معمولی (۰/۵ گرم در هر کیلوگرم آلفامیون) می‌گردد. بهبود عملکردهای رشد تا حد زیادی می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های هضمی باشد که منجر به بهبود ریخت‌شناسی روده به‌واسطه تخمیر پربیوتیک‌ها توسط باکتری‌های بومی روده است. به‌نظر

می‌رسد اثر مثبت پربیوتیک‌های تجاری ایمکس اولترا و سلماناکس مایع بر روی پارامترهای رشد احتمالاً از طریق متعادل ساختن فلور طبیعی روده، از بین بردن یا کاهش تراکم باکتری‌های بیماری‌زای موجود در دستگاه گوارش، افزایش جمعیت باکتری‌های مفید روده، بهبود وضعیت میکروویلی روده و نیز تقویت ایمنی بدن باشد که در مجموع توانست سبب بهبود وضعیت سلامت ماهی و نیز افزایش کارایی هضم و جذب مواد مغذی به‌واسطه افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی در دستگاه گوارش شود (Tovar *et al*., 2002). اثرات پری‌بیوتیک بر بازماندگی، ارتباط مستقیمی با توانایی میکروفلور باکتریایی دستگاه گوارش آبزی برای تخمیر پری بیوتیک دارد (Hoseinifar and Zare, 2008). همچنین در مطالعه حاضر بررسی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون از قبیل پروتئین کل، گلوکز و آنزیم‌های کبدی نشان داد که استفاده از سطوح بکار گرفته‌شده از پربیوتیک‌های تجاری ایمکس اولترا و سلماناکس مایع باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطوح پروتئین کل، گلوکز و همین‌طور آنزیم‌های AST و ALT عصاره بدن در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد شده‌اند؛ اما هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر سطح آنزیم ALP عصاره بدن در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد نداشته‌اند. میزان پروتئین تام می‌تواند وضعیت تغذیه‌ای و سلامتی ماهیان را نشان دهد (Svetina *et al*., 2002). که در مطالعه حاضر بالاترین میزان این شاخص (۲/۴ U/L) در تیمار A2 و کمترین مقدار آن (۱/۵۶ U/L) در تیمار C2 ثبت شد. به‌طور کلی، افزایش در غلظت پروتئین تام می‌تواند به‌علت واکنش‌های غیر اختصاصی قوی‌تر در ماهی باشد (Ta'ati *et al*., 2011). اما در تحقیق حاضر کاهش میزان پروتئین تام در تیمارهی دریافت‌کننده پربیوتیک به‌جز تیمار A2 می‌تواند حاکی از عملکردهای کبد و کلیه باشد. در همین خصوص Raasta-Shoaei و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش دادند که استفاده از ۱/۵ گرم در هر کیلوگرم پربیوتیک مانان الیگوساکارید و بتا–۱ و ۳– گلوکان تحت عنوان تجاری تکنوموس به‌مدت ۵۵ روز باعث افزایش معنی‌دار سطح پروتئین تام سرم بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در این تیمار آزمایشی در مقایسه با سایر تیمارها می‌گردد. همچنین Andrewsو همکاران (۲۰۰۹) با ارزیابی پربیوتیک مانان الیگوساکارید در جیره غذایی بچه‌ماهیان انگشت‌قد ماهی روهو (*Labeo rohita*) پیشرفت معنی‌داری را در میزان پروتئین تام سرمی در ماهیان تغذیه شده با پربیوتیک در مقایسه با ماهیان تیمار شاهد مشاهده کردند. در تضاد با این نتایج کوهساریان و همکاران (۱۳۹۹) گزارش دادند که استفاده از پری تجاری ایمکس اولترا در جیره غذایی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان هیچ گونه تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین تام سرمی در مقایسه با ماهیان گروه شاهد نداشت ندارد. گلوکز خون نیز یکی دیگر از شاخص‌های هماتولوژی متغیری است که به میزان بسیار زیادی تحت تأثیر استرس دستکاری و حمل‌ونقل، استرس محیطی، تغییرات فصلی، وضعیت تغذیه‌ای و بلوغ جنسی قرار دارد (Dobsikova *et al*., 2009). در مطالعه حاضر بررسی این شاخص نشان داد که استفاده از پری‌بیوتیک ایمکس اولترا باعث کاهش معنی‌دار سطح گلوکز عصاره بدن در تیمارهای آزمایشی تحت تأثیر این پربیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد می‌گردد و با افزایش سطح این پربیوتیک میزان گلوکز خون روندی نزولی خواهد داشت. براساس نتایج به‌دست آمده بالاترین سطح این آنزیم در تیمار شاهد (۶۹۰/۷۳ mg/dl) و پایین‌ترین سطح آن در تیمارهای A2 (۳۷۱/۳۶ mg/dl) و A3 (۳۶۰/۸۶ mg/dl) از پر پری‌بیوتیک ایمکس اولترا ثبت شد. در همین ارتباط Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که سطح پروتئین کل سرم در بچه‌ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه‌شده با سطوح مختلف پربیوتیک ایمنوژن ($g.kg^{-1}$ ۰ (شاهد)، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲) افزایش داشته است. همچنین این محققین شاهد افزایش معنی‌دار سطح گلوکز در تیمارهای $g.kg^{-1}$ ۱ و ۱/۵ در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد بودند. در تضاد با این نتایج Kühlwein و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود با بررسی پربیوتیک β-(1,3)(1,6)-D-Glucan در سطوح $g.kg^{-1}$ ۰ (شاهد)، ۱۰ و ۲۰ به‌مدت ۸ هفته در جیره غذایی بچه‌ماهیان کپور آینه‌ای هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین تام و گلوکز در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نکردند. بنابراین، محرک‌های ایمنی با تأثیر بر سیستم ایمنی بدن باعث مقاومت بیشتر آبزیان می‌شوند و تحت شرایط نامناسب محیطی که ممکن است با استرس‌های خاص همچون تنش‌های شیمیایی، فیزیکی و عفونی همراه باشد مؤثر واقع شوند و در نهایت

افزایش بازده تولید را در پی داشته باشند (احمدی‌فر و همکاران، ۱۳۸۸). میزان AST، ALT و ALP به منزله شاخص فعالیت‌های کبد بکار می‌روند و جزء آنزیم‌های با اهمیت در بررسی وضعیت سلامتی ماهیان هستند (Racicot *et al*., 1975). آنزیم‌های سرمی تحت تأثیر فاکتورهای فیزیولوژیک و محیطی قرار می‌گیرند. برای مثال نوع جیره غذایی، دمای آب، سن ماهی و شوری آب در میزان آنزیم های سرمی و فعالیت آنها مؤثرند (Ghiasi *et al*., 2010). براساس نتایج مطالعه حاضر استفاده از سطوح ۱ گرم در هر کیلوگرم از پربیوتیک‌های ایمکس اولترا باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار و کاهش در میزان فعالیت آنزیم‌های AST و ALT در مقایسه با تیمار شاهد شد. اما دو پربیوتیک مورد استفاده هیچ گونه تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنزیم ALP در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد نداشتند. براساس نتایج، مشخص گردید که با افزایش سطح پربیوتیک در جیره، میزان AST و ALT عصاره بدن نوزادان ماهی آمور افزایش یافت که این امر می‌تواند ناشی از تأثیر مطلوب و مفید سطوح پایین پربیوتیک‌های مورد استفاده در جیره بر عملکرد فعالیت کبد باشد. همسوی با نتایج این تحقیق رنجدوست و همکاران (۱۳۹۶) نتایج مشابهی را در کاهش سطوح آنزیم های کبدی AST و ALT و افزایش ALP در ماهی کپور معمولی در استفاده از پری بیوتیک سلماناکس در جیره غذایی این ماهی بدست آوردند.

بازماندگی بالاتر نوزادان بچه‌ماهیان آمور در جیره‌های غذایی مکمل‌سازی شده با پربیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد در تحقیق حاضر را احتمالاً می‌تواند ناشی از تأثیر آنها بر روی میزان رشد، افزایش وزن نهایی و به‌احتمال‌قوی بهبود وضعیت میکروویلی و افزایش ضخامت دیواره بافت پوششی روده لارو ماهیان ربط داد. چراکه پیشنهادشده از طریق بلوکه کردن اتصال باکتری‌های مضر، تعدیل فلور روده باعث افزایش قابلیت هضم مواد مغذی توسط پرزهای دیوار روده می‌گردد (Ferket *et al*., 2004). تأثیر مثبت پربیوتیک‌ها بر افزایش مدت زمان زنده‌مانی گونه‌های مختلف ماهیان در برابر تنش‌های مختلف در مطالعات متعدد اثبات شده است (Salze *et al*., 2008; Song *et al*., 2009; Soleimani *et al*., 2012; Zhang *et al*., 2012; Rahnama *et al*., 2013; Akrami *et al*., 2014; Hosseinifar *et al*., 2014; Bivareh and Jafaryan, 2016). در تضاد با این نتایج Akrami و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعه‌ای دیگر با بررسی سطوح ۰ $g.kg^{-1}$ (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در ماهیان قرمز نوجوان با وزن اولیه ۳/۵±۰/۲ گرم شاهد بهبود معنی‌دار مدت زمان بازماندگی بچه‌ماهیان در برابر استرس‌های قلیایی و حرارتی به‌ترتیب در تیمارهای آزمایشی ۰/۵ $g.kg^{-1}$ و ۱ در مقایسه با گروه شاهد می‌گردد. درحالی‌که هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر میزان مقاومت در برابر استرس‌های اسیدی و شوری در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نکردند. همچنین Tajdar Nasrabadi و همکاران (۲۰۱۳) نیز با بررسی تأثیر فردی و ترکیبی پربیوتیک‌های مانان الیگوساکارید و فروکتو الیگوساکارید بر مدت زمان زنده‌مانی بچه‌ماهیان کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus caspicus*) گزارش دادند که تفاوت معنی‌داری در تست استرس حرارتی، شوری و اسیدی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد و کمترین میزان مقاومت در برابر تست استرس قلیائیت در تیمار شاهد به‌دست آمد.

یافته‌های علمی نشان می‌دهد که پلی‌ساکاریدها موجود در پری‌بیوتیک‌ها، مکانیسم‌های ذاتی سیستم ایمنی را از طریق تأثیر مستقیم بر این سیستم، که در آن به گیرنده‌های خاص متصل می‌شوند و باعث ایجاد پاسخ ایمنی سلولی و هومورال گردیده و با فعال کردن فلور مفید روده که تکثیر باکتری‌های بیماری‌زا را مهار می‌کند، افزایش می‌دهند (Ching *et al*., 2020). گلوکان‌ها گروهی ناهمگن از پلیمرهای گلوکز با ساختارها و وزن‌های مولکولی مختلف هستند که تأثیر قابل توجهی بر پاسخ ایمنی نشان می‌دهند. گلوکان‌هایی با وزن مولکولی بالاتر، پاسخ ایمنی ذاتی را فعال می‌کنند، در حالی‌که گلوکان‌هایی با وزن مولکولی پایین، چنین اثری ندارند. بنابراین در این خصوص میزان آنها در پری‌بیوتیک‌ها نقش مؤثری را در شدت تأثیر بر سیستم ایمنی و افزایش مقاومت آبزی در مقابله با پاتوژن ها و استرس‌ها دارند. در همین خصوص تأثیر پری‌بیوتیک ایمکس اولترا در مقایسه با پربیوتیک سلماناکس مایع در رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی و میزان مقاومت در مقابله با استرس‌های ذکر شده بالاتر بود و شاید یکی از دلایل آن به‌دلیل میزان ترکیبات پلی‌ساکاریدی آن می‌باشد. همچنین میزان تأثیرگذاری این ترکیبات در کلنی‌سازی و افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس‌های دستگاه گوارش ماهی در این دو

پری‌بیوتیک در مقایسه با یکدیگر و گروه شاهد، می‌تواند یکی از عوامل مهم در شدت مقابله با استرس محیطی نیز باشد. در صورتی‌که در این آزمایش اگر جمعیت میکروبی روده اندازه‌گیری می‌گردید، احتمالاً بهتر می‌توانستیم در این خصوص دلایل علمی بیشتری را ارائه دهیم. به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی مشخص گردید، استفاده از پری بیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع باعث بهبود پارامترهای رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی عصاره بدن و مدت زمان زنده‌مانی نوزادان ماهی آمور در مقایسه با گروه شاهد شد. با این‌حال جهت حصول اطمینان از اثرات مثبت این پری‌بیوتیک‌ها پیشنهاد می‌شود که مطالعات مختلفی در خصوص تأثیر آنها بر پارامترهای رشد و سطوح ایمنی در شرایط آزمایشگاهی و میدانی در این گونه و سایر گونه‌های آبزیان پرورشی و همچنین مقابله با عوامل بیماری‌زا صورت پذیرد تا بتوان با قطعیت بیشتری در مورد پتانسیل پری‌بیوتیکی این محصولات تجاری اظهار نظر کرد.

منابع

احمدی‌فر ا.، جلالی م.ع.، سوداگر م.، آذری‌تاکامی ق.، محمدی زرج آباد ا. ۱۳۸۸. اثرات آکواک ارگوسان (AquaVac Ergosan) بر میزان رشد، بازماندگی و شاخص‌های مربوط به خون در فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*). *مجله کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۶(۱).

اکرمی ر.، قلیچی ا.، قرایی ا. ۱۳۸۹. کاربرد پربیوتیک‌ها در آبزی‌پروری. *مجله شیلات*، ۴(۱).

بیواره م.ر.، جعفریان ا. ۱۳۹۵. تعیین عملکرد پارامترهای رشد، بازماندگی و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی در لاروهای کپور معمولی (*Cyprinus carpio*. L.) F1 تغذیه شده با سطوح مختلف مخمر *Saccharomyces cerevisiae*. *علوم تکثیر و آبزی‌پروری*. ۴(۱۰): ۳۰-۱۱.

رنجدوست م.، جعفریان ح.، هرسیج م.، قلی‌پور کنعانی ح. ۱۳۹۶. اثر پری‌بیوتیک سلماناکس بر پارامترهای خون بچه‌ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) در برابر تنش حمل و نقل. *محیط‌زیست جانوری*. ۹(۴): ۲۱۴-۲۰۷.

رنجدوست م.، جعفریان ح.، هرسیج م.، قلی‌پور کنعانی ح. ۱۳۹۷.تأثیر پری‌بیوتیک سلماناکس و پنج گونه از پروبیوتیک‌های باسیلی بر کاهش استرس حمل و نقل کپور معمولی در شوری‌های مختلف. علوم آبزی‌پروری. ۶(۹): ۵۰-۴۰.

شعاعی ر.، اکرمی ر.، قبادی ش.، رازقی منصور م. امانی دنجی ک. ۱۳۹۱. تأثیر پربیوتیک مانان الیگوساکارید و بتا ۱و۳ گلوکان (تکنوموس) بر برخی پارامترهای خون‌شناسی و بیوشیمی سرم خون بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). *مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان*. ۱(۱): ۵۴-۴۱.

شیخ الاسلامی ا.، یوسفیان م.، یاوری و.، صفری ر.، قیاسی م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر پری‌بیوتیک اینولین بر فاکتورهای سیستم ایمنی و مقاومت ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1972 در برابر باکتری بیماری‌زای استرپتوکوک. *زیست‌شناسی ایران*، ۲۴(۲): ۳۱۲-۳۰۳.

کوهساریان ش.، جعفریان ح.، پاتیمار ر.، آدینه ح. ۱۳۹۹. تاثیر پربیوتیک تجاری ایمکس اولترا بر عملکرد رشد، شاخص های خون‌شناسی و ایمنی غیر اختصاصی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *شیلات*. ۷۳(۱): ۱۰۱-۱۱۴.

محمودیان ا.، کرامت امیرکلایی ع.، اکرمی ر.، بهلکه ا. ۱۳۹٤. بررسی اثر پری بیوتیک آلفامیون و پروبیوتیک پروتکسین به صورت انفرادی و ترکیبی بر رشد بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758). *پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی*. ۳(۴): ۹۳-۱۰۴.

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

Akramai R., Ebrahimi A., Shamloofar M., Razaghi Mansour, M. 2014. The Effect of prebiotic mannan oligosaccharide on the rrowth performance, survival and resistance rate of rainow trout larvae (*ncorhynchus mykiss* Wabaum, 1792) against environmental stress. Journal of Applied Ichthyological Research, 2(3):29-42.

Akrami R., Iri Y., Khoshbavar Rostami H.A., Razeghi Mansour M. 2013. Effect of dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) on growth performance, survival, lactobacillus

bacterial population and hemato-immunological parameters of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) juvenile. *Fish and Shellfish Immunology* 35, 1235-1239.

Akrami R., Rahnama B., Chitsaz H., Razeghi Mansour M. 2015. Effects of dietary inulin on growth performance, survival, body composition, stress resistance and some hematological parameters of Gibel carp juveniles (*Carassius auratus gibelio*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 14(4), 1072-1082.

Andrews S.R., Sahu N.P., Pal A.K., Kumar S. 2009. Haematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary mannan oligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. *Aquaculture Research* 41, 61-69.

Atar H.H., 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.

Bivareh M.R., Jafaryan H., Jafaryan S. 2015. The effect of A-Max (*saccharomyces cerevisiae* culture concentrate) as a promoter for enhancement ofr growth and feeding oerformance of Common carp (*Cyprinus carpio*) fingerling. International conference on sustainable development, strategies and challenges with a focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, 24-26 Feb. Tabriz, Iran. 1-8.

Ching J.J., Shuib A.S., Majid N.A., Taufek N.M. 2020. Immunomodulatory activity of β-glucans in fish: Relationship between β-glucan administration parameters and immune response induced. *Aquaculture Research* 52, 1824-1845.

De Silva S.S., Anderson T.A. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 318 p.

Djauhari R., Widanarni S., Agus Suprayudi M., Muhammad Zairin Jr. 2017. Growth Performance and Health Status of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Supplemented with Prebiotic from Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Extract. *Pakistan Journal of Nutrition* 16(3), 155-163.

Dobsikova, R., Svobodova, Z., Blahova, J., Modra, H. and Velisek, J. 2009. The effect of transport on biochemical and haematological indices of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Czech Journal of Animal Sciences* 54, 510-518.

Eagderi S., Mouludi-Saleh A., Esmaeli H.R., Sayyadzadeh G., Nasri M. 2022. Freshwater lamprey and fishes of Iran; a revised and updated annotated checklist-2022. *Turkish Journal of* Zoology 46(6), 500-522.

Ebrahimi G.H., Ouraji H., Khalesi M.K., Sudagar M., Barari A., Zarei Dangesaraki M., 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.

Ferket P.R. 2004. Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical experience and recommendations. In Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, eds. Lyons TP and Jacques KA, pp. 57-67. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

Forster I. 1999. A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrients provided by single ingredients to feeds of aquatic animals. *Aquaculture Nutrition* 5, 143-145.

Gatlin D.M. 2002. Nutrition and fish health. In: Fish Nutrition. (ed. By J.E Halver and R.W. Hardy), pp. 671-702, Academic Press, SanDiego, CA.

Ghiasi F., Mirzargar S.S., Salar Amoli J., Bahonar A., Ebrahimzadeh Mousavi H.A. 2010. Study on Hematology and Serum Biochemistry of Common Carp (*Cyprinus carpio*) After Low Cadmium Concentration Exposure. *Journal of Veterinary Research* 65, 61-66.

Ghorbani A., Salamatdoustnobar R., Ghaem Maghami S.S., Motallebi V. 2012. The effect of different levels of prebiotic on the length of fingerling rainbow trout. *African Journal of Biotechnology* 11(36).

Gibson G.R., Roberfroid M.B. 1995. Dietary modulation of the colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 125, 1401-1412.

Hevroy E.M., Espe M., Waagbo R., Sandness K., Rund M., Hemer 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., Zare A.S. 2008. Probiotics, Prebiotics and synbiotics in Aquaculture: A review.

Proceeding of International Training Course on fish Nutrition and disease, 5 September, Ghaemshhr, Iran, 23 p.

Iri Y., Hafezieh M., Haghpanah A., Rostami H.K., Ghareve B., Kor A.V., Kor N.M., Lakzaie F. 2015. An assessment the effect of Fructo-oligosaccharide on growth performance, survival and hematological factors in sturgeon juvenile (*Acipenser sttellatus*). *Iranian Scientific Fisheries Journal* 24(1), 97-108.

Jafaryan H., Soltani M., M. Taati A., Nazarpoor Morovat R. 2011. The comparsion of performance of isolated sturgeon gut bacillus (*Acipenser persicus* and *Huso huso*) with commercial microbial products on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Journal of Veterinary Research* 66(1): 39-46.

Kühlwein H., Emery M.J., Rawling M.D., Harper G.M., Merrifield D.L., Davies S.J. 2013. Effects of a dietary β-(1, 3) (1, 6)-D-glucan supplementations on intestinal microbial communities and intestinal ultrastructure of mirror carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Applied Microbiology* 115, 1091-1106.

Kühlwein H., Merrifield D.L., Rawling M.D., Foey A.D., Davies S.J. 2014. Effects of dietary β-(1, 3) (1, 6)-D-glucan supplementations 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. 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., Gatlin D. M. 2004. Dietary brewer's yeast and the prebiotic GroBiotic TM AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Moron echrysops* × *M. saxatilis*) to (*Streptococcus iniae*) infection. *Aquaculture* 231(4), 445-456.

Mahajer Astar Abadi M., Vahabzadeh H., Zamini A., Soudagar M., Ghorbani Nasr Abadi R. 2010. The effect of diet on the growth and survival of probiotic immunogen in young farmed sturgeon (*Huso huso* Linne, 1758). *Journal of Fisheries Science Islamic Azad University* 2(4), 38-44.

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

Martin O., Okolie P. 2012. N-nitrosodimethylamine (NDMA), Liver Function Enzymes, Renal Function Parameters and Oxidative Stress Parameters: A Review. *British Journal of Pharmacology and Toxicology* 3(4), 165-176.

Nazari E., Keramat Amirkolaie A., Karimzadeh S. 2016. Effect of different Alphamune levels in artificial diet on growth parameters, digestibility and enzyme activity of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 15(3), 1055-1066.

Nazari Juibari E. 2013. Effect of probiotic L-famyvn on growth performance, nutrient digestibility and digestive enzyme activities of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). M.Sc. Thesis, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 87 p.

Postlethwaite E., Mcdonald D. 1995. Mechanisms of Na+ and C- regulation in freshwater-adapted rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) during exercise and stress. Experimental Biology 198, 295-304.

Raasta-Shoaei S., Yeganeh A., Kari A., Soltani M. 2012. Effects of dietary prebiotic mannan-oligosaccharide and β-1,3-glucan (TechnoMos) on growth performance and serum biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of Fisheries Sciences. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 11, 825-837.

Racicot J.G., Gaudet M., Leray C. 1975. Blood and liver enzymes in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) with emphasis on their diagnostic use: study of CCl4 toxicity and a case of Aeromonas infection. *Journal of Fish Biology* 7, 825-835.

Rahnama B., Akrami R., Chitsaz H. 2013. Effect of dietary prebiotic inulin on growth performance, survival, body composition and salinity stress resistance in *Carassius auratus gibelio*. *Breeding & Aquaculture Sciences Journal* 1, 55-70.

Řehulka J., Minařik B., Cink D., Žalak J. 2011. Prebiotic Effect of Fructo– Oligosaccharides on Growth and Physiological State of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis* LIX, 27, 227-236.

Salamatdoust Nobar R., Ghorbani A., GhaemMaghami S.S., Motalebi V. 2011. Effects of prebiotic on the fingerling rainbow trout performance parameters (*Oncorhynchus mykiss*). *World Journal of Fish and Marine Sciences* 3(4), 305- 307.

Salze G., McLean E., Schwarz M.H., Craig S.R. 2008. Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. *Aquaculture* 274, 148-152.

Sang H.M., Trung K.Y.L., Fotedar R. 2009. Dietary supplementation of mannan oligosaccharide improves the immune responses and survival of marron, *Cherax tenuimanus* (Smith, 1913) when challenged with different stressors. *Fish and Shellfish Immunology* 27, 341-348.

Shahsavani D., Mohri M., Kanani H.G. 2010. Determination of normal values of some blood serum enzymes in *Acipenser stellatus pallas*. *Fish Physiology and Biochemistry* 36, 39-43.

Soleimani N., Hoseinifar S.H., Merrifield D.L., Barati M., Hassan Abadi Z. 2012. Dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) improves the innate immune response, stress resistance, digestive enzyme activities and growth performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. *Fish and Shellfish Immunology* 32, 316-21.

Stoskopf M.K. 1993. Fish medicine. W.B. Sannders company, Philadelphia. P.A.

Ta'ati R., Soltani M., Bahmani M., Zamini A.A. 2011. Growth performance, carcass composition and immunophysiological indices in juvenile great sturgeon (*Huso huso*) fed on commercial prebiotic, Immunoster. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 10, 324-335.

Tajdar Nasrabadi M., Akrami R. 2013. Single or combined effects of of fructo- and mannan oligosaccharide supplements on growth performance, survival, body composition and resistance rate of juvenile Roach *Rutilus rutilus caspicus*. *Journal of Oceanography* 4, 33-44.

Torrecillas S. 2011. Effect of dietary mannan oligosaccharides (MOS) on European Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Juvenile Culture. Thesis for degree of Doctor of Philosophy University of Las Palmas De Gran Canaria. 217 p.

Tukmechi A., Bandboni M. 2014. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on immune response, hematological parameters, body composition and disease resistance inrainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). *Journal of Applied Ichthyology* 30, 55-61.

Zhang J., Liu Y., Tian L., Yang H., Liang G., Xu D. 2012. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, gut morphology and stress tolerance of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology* 33(4), 1027-1032.

Journal of Aquaculture Sciences Vol. 13, No 25, 110-124
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

Investigating the effect of two commercial prebiotics A-Max Ultra and Celmanax liquid on some differential growth parameter, biochemical idices of body extract and resistance to environmental stresses in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella* Linnaeus, 1758) larvae

Sedighe Khalili, Hojatollah Jafaryan*, Hossein Adineh, Mohammad Farhangi

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Gonbad-e Kavous University, Golestan, Iran.

*Corresponding author: hojat.jafaryan@gmail.com
Received: 11.Jan.2026 **Accepted: 16.Mar.2026**

Abstract
The present study was conducted to investigate the effect of two commercial prebiotics, A-max Ultra and Celmanax Liquid, on growth parameters, biochemical indices of body extract, and survival time of Grass Carp fry against environmental stresses. For this purpose, 1200 Grass Carp fry with an average initial weight of 625.15±10.12 mg (mean±standard deviation) were prepared and transferred to the laboratory. The fish fry were acclimated to the new conditions in the laboratory for one week. Then, fish fry were randomly assigned to six experimental treatments and a control group (without prebiotic) in a completely randomized design with three levels of A-max Ultra prebiotic (1, 2, and 3 g/kg) respectively under the headings A1, A2, and A3 and three levels of liquid Celmanax prebiotic (1, 2, and 3 ml/kg) respectively under the headings C1, C2, and C3 with three replications for each treatment and were fed experimental diets in 21 circular polyethylene tanks with a water intake volume of 25 liters at a density of 50 fry per tank for 45 days. The results showed that the use of commercial products Imax Ultra and liquid Celmanax caused a significant increase in fish growth parameters in experimental treatments, especially at the level of 3 g/kg of A-max Ultra prebiotic compared to the control treatment (P<0.05). Also, biochemical indices of body extract including total protein, glucose, AST and ALT also showed significant differences in experimental treatments containing prebiotics compared to the control treatment (P<0.05). The survival time of juvenile fish against environmental stresses was also higher in all treatments affected by prebiotics than in the control group (P<0.05). Also, the resistance and survival time of fish neonates in dealing with acidic pH, alkalinity, temperature and ammonia stresses in experimental treatments compared to the control group increased significantly (P<0.05). Based on the results of this study, the addition of 1 to 3 grams of the prebiotic A-max Ultra, containing mannan oligosaccharide (MOS) obtained from the cell wall of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), to the diet of Amur carp fry improved growth parameters, biochemical indices of body extract, and duration of resistance to environmental stresses, and is recommended as a prebiotic supplement in the initial rearing of this fish, compared to similar levels of the liquid prebiotic Celmanax, obtained from the enzymatic hydrolysis process of baker's yeast cell wall, containing beta-glucan and mannan oligosaccharide.

Keywords: A-max Ultra, Prebiotic, Celmanax liquid, Biochemical indices, *Ctenopharyngodon idella*