تاثیر مکمل غذایی فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به‌تنهایی و ترکیبی بر عملکرد رشد، میزان بازماندگی، ترکیب بیوشیمیایی بدن و میزان مقاومت بچه‌ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus caspicus*)

محدثه تاجدار نصرآبادی[۱]، رضا اکرمی[۲*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، آزادشهر، ایران، پست الکترونیکی: tajdar_m65@yahoo.com

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، آزادشهر، ایران، پست الکترونیکی: akrami.aqua@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۳ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی اثر پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید و مانان‌الیگوساکارید به‌تنهایی و ترکیبی بر عملکرد رشد، میزان بازماندگی، ترکیب بیوشیمیایی بدن و میزان مقاومت بچه ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) دریای خزر به مدت ۱۰ هفته انجام شد. آزمایش با استفاده از طرح کاملا تصادفی شامل سطوح صفر (شاهد)، ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره (۵ g/kg Fos)، ۵گرم مانان‌الیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره (۵g/kg Mos) و ترکیب ۲/۵ گرم مانان الیگوساکارید و ۲/۵ گرم فروکتوالیگوساکارید (۲/۵ g/kg Fos +۲/۵g/kg Mos) در هر کیلوگرم جیره تجاری (۳۸/۴۵٪ پروتئین و ۹/۸۷٪ چربی) در قالب چهار تیمار با سه تکرار طراحی شد. تعداد ۶۰۰ عدد بچه ماهی کلمه با وزن متوسط ۰/۱۱± ۱/۴۵ گرم با تراکم ۵۰ عدد در مخازن توزیع و تغذیه شدند. در انتهای دوره آزمایش، تفاوت معنی‌داری از نظر رشد و کارایی تغذیه در بین تیمارها وجود نداشت (P>۰/۰۵). بیشترین و کمترین عملکرد رشد به‌ترتیب در تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره و تیمار ترکیبی پربیوتیک به‌دست آمد. بیشترین بازماندگی بدون تفاوت معنی‌دار (P>۰/۰۵) در ماهیان تغذیه شده با جیره ترکیبی مشاهده گردید. یافته‌های آنالیز لاشه حاکی از وجود تفاوت معنی‌داری در مقدار چربی بین تیمار شاهد و تیمار ۵ گرم مانان‌الیگوساکارید (P<۰/۰۵) و نبود تفاوت معنی‌دار در پروتئین لاشه بین تیمارها بود (P>۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری در آزمایش تنش حرارتی، شوری و اسیدی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). کمترین میزان مقاومت در برابر آزمایش تنش قلیائیت در تیمار شاهد به‌دست آمد (P<۰/۰۵). در نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت با احتساب شاخص قیمت، جیره حاوی ۵ گرم مانان‌الیگوساکارید به ازای هر کیلوگرم جیره می‌تواند در بهبود عملکرد رشد، بازماندگی و مقاومت به بروز تنش در بچه ماهی کلمه موثر واقع شود.

کلمات کلیدی: *فروکتوالیگوساکارید، مانان الیگوساکارید، رشد، تنش، ماهی کلمه (Rutilus rutilus caspicus)*

۱. مقدمه

ماهی کلمه یا تلاجی (*Rutilus Rutilus Caspius*) متعلق به خانواده کپور ماهیان و از ماهیان با ارزش دریای خزر است. اگرچه این ماهی پراکنش زیادی در دریای خزر دارد و دارای اهمیت اقتصادی شیلاتی و منبع غذایی مهمی برای فیل‌ماهی دریای خزر به‌شمار می‌رود (Coad, 1980)، اما نسل این ماهی به‌دلیل ایجاد سد بر مسیر مهاجرت، صید بی‌رویه، آلودگی و از بین رفتن زیستگاه‌های تخم‌ریزی در معرض خطر قرار گرفته است. بنابراین برای حفظ و بازسازی ذخایر این گونه، اقدامات مثبتی توسط سازمان شیلات ایران انجام شده است. به‌طوری که هر ساله میلیون‌ها بچه ماهی حاصل از تکثیر نیمه مصنوعی و نیمه طبیعی به دریا رهاسازی می‌گردد. مدت زمان نگهداری بچه ماهیان کلمه در استخرهای خاکی برای رسیدن به اندازه انگشت قد ۶۰ تا ۷۰ روز است و در طول این دوره قسمت اعظم نیاز غذایی بچه ماهیان کلمه از طریق غذای کنسانتره تأمین می‌شود. بنابراین بالابردن توان تولید و با کیفیت بچه ماهیان می‌تواند موفقیت زندگی آنها را پس از رهاسازی و ورود به دریا تضمین نموده و درصد بازماندگی شان را افزایش دهد. با توجه به اینکه در پرورش آبزیان حدود ۵۰ درصد هزینه‌های پرورش مربوط به تغذیه است (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۶) و با درنظر گرفتن این نکته که ممکن است ناملایمات زیادی تحت شرایط پرورشی کنترل شده وجود داشته باشد، لذا شرایط ایجاب می‌کند که برای ارتقای میزان مقاومت آن‌ها و همچنین افزایش رشد و بازماندگی از ترکیبات مناسبی در جیره غذایی این گونه استفاده شود تا در نهایت تولیدات آن‌ها افزایش یابد (احمدی فر و همکاران، ۱۳۸۸). در سال‌های اخیر استفاده از مواد محرک سامانه‌ی ایمنی در پرورش ماهی به‌منظور افزایش توان سامانه‌ی ایمنی و پاسخ‌های ایمنی غیراختصاصی و حفظ بدن در برابر بیماری‌ها، عمومیت یافته است. بنابراین به‌نظر می‌رسد به‌کارگیری مواد محرک سامانه‌ی ایمنی راه حل مناسبی برای کنترل بیماری‌های آبزیان باشد (Akrami et al., 2013). استفاده از آنتی-بیوتیک‌ها به‌عنوان یک افزودنی به جیره غذایی ماهیان، پس از سال‌ها مشکلات عدیده‌ای از جمله مقاوم شدن عوامل بیماری‌زا، مسایل زیست‌محیطی، بازماندگی در گوشت آبزی و کاهش مصرف غذا به‌دلیل تغییر طعم غذا و متعاقب آن خطرات انسانی را به‌وجود آورده است (Herna´ndez Serrano, 2005) و در نهایت استفاده از این مکمل در بسیاری از کشورها ممنوع و یا محدود شده است. در سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی بر روی مکمل‌های غذایی و محرک‌های ایمنی که در بالا بردن سلامت موجود و کارایی تغذیه نقش دارند، صورت گرفته است که از جمله این ترکیبات می‌توان به پربیوتیک (Prebiotic) اشاره کرد (طاعتی و همکاران، ۱۳۹۲). پربیوتیک‌ها عناصر غذایی غیر قابل هضمی می‌باشند که ازطریق تحریک رشد یا فعالیت یک یا تعداد محدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند اثرات سودمندی بر میزبان داشته و سلامتی آن را بهبود می‌بخشند. اصولا عناصر غذایی که به‌عنوان پربیوتیک طبقه‌بندی می‌شوند باید خواصی داشته باشند؛ از جمله نباید در بخش‌های فوقانی دستگاه گوارش هضم و جذب شوند، میکروفلور روده را به تولید ترکیبات سالم سوق دهند و توسط یک یا تعدادی از باکتری‌های مفید روده به‌صورت گزینشی تخمیر شوند (Fooks and Gibson, 2002). لازمه‌ی قابلیت زنده‌مانی فلور باکتریایی روده قابلیت دسترسی به موادی (پربیوتیک) است که توسط آنزیم‌های میکروبی تجزیه شوند و مواد متعددی ازجمله اسیدهای چرب زنجیره کوتاه، اسیدهای آمینه، پلی‌آمینها، عوامل رشد، ویتامین‌ها و آنتی اکسیدانتهای غیرقابل ساخت را برای فعالیت عملکردی مخاط روده فراهم سازند (Fric, 2007). تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه و اسید لاکتیک ناشی از تخمیر پربیوتیک منجر به کاهش pH روده می‌شود که شرایط مناسبی را برای رشد باکتری‌های اسید لاکتیک فراهم می‌کند (Schley and Field, 2002) ترکیبات پربیوتیکی مانان الیگوساکارید و فروکتوالیگوساکارید از دیواره سلولی مخمر *Saccharomyces cerevisiae* استخراج می‌شوند (Gibson and Roberfroid, 1995). این ترکیبات دارای تاثیر مستقیم محدودکننده بر عوامل بیماری‌زا و تاثیر غیر مستقیم بر سلامتی میزبان از طریق کمک به افزایش جمعیت میکروبی مفید در روده هستند. این دو پربیوتیک که به میزان زیادی مورد مصرف قرار می‌گیرند ساختار شیمیایی منحصر به‌فردی دارند که سلامت و زیست‌بوم دستگاه گوارش میزبان را بهبود می‌بخشند (Denev et al., 2009; Ringø et al., 2010). مطالعات مختلفی در خصوص افزودن مکمل پربیوتیکی مانان الیگوساکارید به تنهایی بر روی رشد و تغذیه آبزیان پرورشی توسط He و همکاران (۲۰۰۳) در هیبرید ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، Mahious و همکاران (۲۰۰۵) در ماهی کفشک (*Psetta maxiima*)، Gence و همکاران (۲۰۰۷) در هیبرید ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*×*O. aureus*)، Torrecillas و همکاران (۲۰۰۷) در سی باس اروپایی

(*Dicentrachus labrax*)، Yilmaz و همکاران (۲۰۰۷) و Staykov و همکاران (۲۰۰۷) در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، Sado و همکاران (۲۰۰۸) و Samrongpan و همکاران (۲۰۰۸) در ماهی تیلاپیا، Gultepe و همکاران (۲۰۱۰) وDimitroglou و همکاران (۲۰۰۹) در سیم دریایی (*Sparus aurata*)، Razeghi Mansour و همکاران (۲۰۱۱) در فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso*)، Akrami و همکاران (۲۰۱۲) در ماهی قرمز حوض (*Carassius carassiu gibelio*) انجام شده است. علاوه‌براین، اثر پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید به‌تنهایی توسط Grisdale-Helland و همکاران (۲۰۰۸) در ماهی آزاد آتلانتیک (*Salmo salar*)، Zhou و همکاران (۲۰۱۰) و Buntello و همکاران (۲۰۱۰) در ماهی درام قرمز (*Sciaenops ocellatus*)، Ai و همکاران (۲۰۱۱) در ماهی کروکر سرزرد (*Larimichthys crocea*)، Hosseinifar و همکاران (۲۰۱۱) در فیل ماهی پرورشی، Soleimani و همکاران (۲۰۱۲) در ماهی کلمه ، Ortiz و همکاران (۲۰۱۲) در ماهی قزل‌آلا و Akrami و همکاران (۲۰۱۳) در ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) انجام شده است. با توجه به مقالات علمی منتشر شده فقط یک تحقیق در خصوص اثر ترکیبی این دو مکمل پربیوتیکی در ماهی فلاندر ژاپنی *(Paralichthys olivaceus)* توسط Ye و همکارن (۲۰۱۱) صورت گرفته است. اگرچه با توجه به سوابق ارائه شده اثر هر یک از پربیوتیک‌های مانان الیگوساکارید و فروکتوالیگوساکارید به‌تنهایی در گونه‌های مختلف ماهیان مورد ارزیابی قرار گرفته است، اما اثر ترکیبی و هم-افزایی این دو پربیوتیک در قالب یک محصول (مخلوط) پربیوتیکی در ماهی کلمه مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا این تحقیق با هدف بررسی اثر مانان الیگوساکارید و فروکتو الیگوساکارید به تنهایی و به‌صورت ترکیبی بر میزان رشد، بازماندگی، ترکیب بدن و مقاومت به تنش‌های محیطی در بچه ماهی کلمه انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. مکان و زمان انجام آزمایش

این بررسی در ایستگاه تحقیقاتی شیلاتی قره‌سو (استان گلستان) وابسته به مرکز تحقیقات شیلات ایران از مردادماه الی اواسط مهرماه ۱۳۹۰ به مدت ۱۰ هفته انجام شده است. بچه ماهیان کلمه موردنظر از مرکز ماهیان استخوانی سیجوال بندرترکمن تامین و پس از سازگاری اولیه و عادت‌دهی بچه ماهیان مورد آزمایش با غذای دستی، تعداد ۶۰۰ عدد بچه ماهی کلمه با وزن متوسط ۰/۱۱± ۱/۴۵ گرم در ۱۲ تانک ۳۰۰ لیتری که به میزان ۱۵۰ لیتر آبگیری شده بود با تراکم ۵۰ عدد ذخیره سازی شدند. در طول دوره پرورش عوامل محیطی شامل دمای آب به‌طور روزانه (۲±۲۷ درجه سانتی‌گراد)، اکسیژن محلول (۰/۲±۶/۳۱ میلی‌گرم در لیتر) و pH (۰/۲±۸/۳۵) اندازه‌گیری شد. جهت تامین اکسیژن مورد نیاز بچه ماهی‌ها هوادهی وان‌ها به‌طور مداوم با استفاده از سنگ‌های هوای متصل به پمپ هواده مرکزی متصل صورت گرفت. تانک‌های روزانه قبل از نخستین غذادهی از طریق سیفون ۷۵٪ از آب تمیز می‌شدند، تا مواد دفعی از این طریق خارج شوند (طالبی حقیقی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۲. نوع ماده مصرفی

پربیوتیک مورد استفاده در این آزمایش، مانان الیگوساکارید با نام تجاری اکتیوموس (MOS; ActiveMOS) ساخت شرکت Biorigin کشور برزیل است که از دیواره سلولی مخمر ساکارومایسیس سرویزیا مشتق شده است و پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید که از هیدرولیز آنزیمی اینولین استخراج و حداقل میزان فروکتان معادل ۹۳٪ بود و سایر ترکیبات عمدتا شامل گلوکز، فروکتوز و ساکارز است.

۲-۳. طرح آزمایش

این تحقیق در قالب یک طرح کاملا تصادفی متعادل در قالب ۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شده است. پربیوتیک مورد نظر در سطوح مختلف صفر (گروه شاهد)، فروکتوالیگوساکارید به میزان ۵ گرم در کیلوگرم (۵ g/kg Fos)، مانان الیگوساکارید به میزان ۵ گرم در کیلوگرم (۵ g/kg Mos) و فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به میزان ۲/۵گرم در کیلوگرم (۲/۵ g/kg Mos +۲/۵Fos) به جیره کنسانتره تجاری پودری حاوی ۳۵٪ پروتئین،۱۲٪چربی و ۴۲۰۰ کیلو کالری در کیلوگرم انرژی اضافه شد (Ye et al., 2011; Akrami et al., 2013). هر کدام از مقادیر به‌صورت کاملا یکنواخت و همگن با یک کیلوگرم غذا مخلوط شد. در طول دوره آزمایش بچه ماهی‌ها بر حسب مشاهدات و رفتار ماهی به میزان ۷٪ وزن بدن روزانه دوبار (ساعات ۸ و ۱۶)

تغذیه شدند (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۹). جهت کاهش تنش و تلفات در طول بیومتری و اطمینان از خالی بودن دستگاه گوارش از غذا، ۱۲ ساعت قبل از بیومتری تغذیه ماهیان قطع گردیده و از پودر گل میخک با دوز ۶ گرم در ۳۰ لیتر آب به عنوان ماده بیهوشی استفاده شد (محمدی و همکاران،۱۳۸۱).

۲-۴. *برآورد شاخص‌های رشد و پارامترهای تغذیه‌ای*

زیست‌سنجی ماهیان در طول دوره به صورت هر ۲۰ روز یک بار انجام گرفت. جهت اندازه گیری وزن از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و جهت اندازه‌گیری طول از خط کش با دقت ۱ میلی متر استفاده و براساس اطلاعات ثبت شده شاخص‌های رشد نظیر وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن، عامل وضعیت، ضریب تغییرات طولی، ضریب تغییرات وزنی و افزایش توده زنده تعیین گردید. پارامترهای تغذیه‌ای شامل ضریب تبدیل غذایی، کارایی غذایی، نسبت کارایی پروتئین، میزان غذای خورده شده روزانه، نسبت کارایی چربی، کارایی تبدیل رشد و شاخص قیمت محاسبه شد. پارامترهای رشد و تغذیه بر اساس معادلات ریاضی محاسبه شدند (Hung et al., 2010).

افزایش وزن بدن = میانگین وزن ابتدای دوره به گرم - میانگین وزن انتهای دوره به گرم

درصد افزایش وزن بدن = [میانگین وزن ابتدای دوره به گرم / (میانگین وزن ابتدای دوره به گرم – میانگین وزن انتهای دوره به گرم)]×۱۰۰

نرخ رشد ویژه (درصد در روز) = [زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم – لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)] ×۱۰۰

غذای خورده شده روزانه = [زمان / ۰/۵(میانگین وزن اولیه به گرم× میانگین وزن نهایی به گرم)/ (غذای خورده شده به ازای یک ماهی ×۱۰۰)]

فاکتور وضعیت = ((۳میانگین طول انتهای دوره به سانتیمتر)/ میانگین وزن انتهای دوره به گرم)) ×۱۰۰

کارایی غذا (درصد) = (مقدار غذای خورده شده به گرم)/(افزایش وزن بدن به گرم)×۱۰۰

درصد بازماندگی = (تعداد بچه ماهیان باقیمانده درابتدای دوره/ تعداد بچه ماهیان انتهای دوره)×۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی = افزایش وزن بدن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم)

نسبت کارایی پروتئین = مقدار مصرف پروتئین(گرم) / افزایش وزن بدن(گرم)

ضریب تغییرات طولی = [(میانگین طول نهایی به سانتی‌متر) /(انحراف معیار طول نهایی به سانتی متر)]×۱۰۰

ضریب تغییرات وزنی = [(میانگین وزن نهایی به گرم)/(انحراف معیار وزن نهایی به گرم)]×۱۰۰

نسبت کارایی چربی = مقدار چربی خورده شده(گرم)/وزن بدست آمده (گرم)

شاخص قیمت (تومان) = ضریب تبدیل غذا × قیمت یک کیلوگرم غذا

نحوه انجام آزمایش‌های تنش: پس از پایان آزمایش تغذیه ماهیان با پربیوتیک، برای تعیین میزان مقاومت در برابر تنش،۱۲ ساعت قبل از انجام آزمایش تنش غذادهی ماهیان قطع شد. ماهی-های هر تیمار در سه تکرار در معرض آزمایش‌های تنش شوری بالا، دمای بالا (۴۰ درجه سانتیگراد)، pH بالا (شرایط قلیایی) و پایین (شرایط اسیدی) قرار گرفتند. لازم به ذکر است که ماهی‌ها به‌تدریج در معرض آزمایش تنش قرار نگرفته بلکه یک‌باره در محیط تنش‌زا قرارداده شدند و زمانی که آخرین ماهی به‌صورت کامل در این محلول‌ها کشته شد میزان مقاوت در برابر تنش ثبت گردید. برای انجام آزمایش تنش pH پایین؛ pH آب توسط اسید کلریدریک ۳۷٪ به ۲ رسانده شد و در آزمایش pH بالا آب با استفاده از کریستال‌های سود (NaoH) به ۱۲ رسانده شد (جعفریان و همکاران، ۱۳۹۰). از هر تیمار ۱۵ قطعه بچه ماهی به‌طور همزمان در تشت آزمایش رهاسازی شد و مدت زمان زنده مانی آنها مورد بررسی قرار گرفت (جعفریان و همکاران، ۱۳۹۰). برای انجام آزمایش شوک شوری؛ ۳۰ قطعه ماهی از هر تیمار(۱۰ ماهی از هر تکرار) در معرض تنش شوری قرار گرفتند. برای این آزمایش از آب خلیج گرگان با شوری ۱۴/۷ ppt استفاده گردید. پس از ۴۸ ساعت میران تلفات در فواصل زمانی ۱۲ ساعت ثبت شد و در نتیجه میزان مقاومت آن‌ها در برابر تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت. برآورد تجزیه تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی جیره و لاشه-ماهی: در انتهای دوره آزمایش ۳ نمونه ۱۵ تایی از هر تیمار به‌طور تصادفی انتخاب و برای تعیین ترکیبات تقریبی لاشه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند. آنالیز تقریبی ترکیبات لاشه ماهیان با روش‌های استاندارد جیره انجام شد. پروتئین کل با استفاده از

دستگاه کجلدال و چربی با دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد (AOAC, 1995).

۲-۵. تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری نتایج به‌دست آمده از تاثیر مکمل پربیوتیکی فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به‌تنهایی و در ترکیب با یکدیگر بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب بدن و میزان مقاومت بچه ماهی کلمه دریای خزر با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One way ANOWA) و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن (نرم افزار SPSS ویرایش شانزدهم) و در سطح ۰/۰۵ انجام شد و داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شدند.

۳. نتایج

بر اساس نتایج این تحقیق، استفاده از پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به‌تنهایی نسبت به گروه شاهد و تیمار ترکیبی توانست در بهبود عملکرد رشد و کارایی تغذیه مفید و موثرتر واقع شود (جدول ۱).

جدول ۱: اثر مکمل غذایی فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به‌تنهایی و به‌صورت ترکیبی بر شاخص‌های رشد و بازماندگی (میانگین ± انحراف معیار) پس از ۱۰ هفته پرورش

تیمار / شاخص	شاهد	۵g/kg FOS	۵g/kgMOS	۲/۵g/kg FOS +۲/۵g/kgMOS
وزن اولیه (گرم)	۱/۴۶±۰/۰۶^{a}	۱/۴۳±۰/۱۱^{a}	۱/۴۳±۰/۰۶^{a}	۱/۵±۰/۱۴^{a}
وزن نهایی (گرم)	۲/۷۱±۰/۲۹^{ab}	۲/۹۴±۰/ ۱۵^{a}	۲/۸±۰/۲۹^{ab}	۲/۳۳±۰/۲۹^{b}
افزایش وزن بدن (گرم)	۱/۲۴±۰/۲۶^{ab}	۱/۵۳±۰/۱۵^{a}	۱/۳۷±۰/۲۶^{a}	۰/۸۳±۰/۱۵^{b}
درصد افزایش وزن بدن	۸۴/۷±۱۶/۳۷^{ab}	۱۰۷/۲۷±۱۶/۶^{a}	۹۵/۲۷±۱۷/۶۶^{a}	۵۵/۴۵±۴/۷۳^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۴۲±۰/۲^{a}	۱/۶۹±۰/۱۹^{a}	۱/۵۵±۰/۲۱^{a}	۱/۰۲±۰/۰۶^{b}
ضریب چاقی	۰/۶±۰/۱۱^{a}	۰/۵۱±۰/۰۸^{a}	۰/۵۵±۰/۰۶^{a}	۰/۴۳±۰/۱^{a}
افزایش زی‌توده (گرم)	۵۱/۸±۴/۹۵^{bc}	۶۷/۱۲±۸/۳۷^{a}	۵۹/۵۷±۷/۸۸^{ab}	۴۰/۴۴±۶/۶۱^{c}
ضریب تبدیل غذایی	۴/۱۳±۰/۷۸^{b}	۳/۳±۰/۳۵^{b}	۳/۷۶±۰/۷۹^{b}	۶/۰۸±۱/۰۸^{a}
نسبت کارایی پروتئین	۰/۷۱±۰/۱۵^{ab}	۰/۸۷±۰/۰۹^{a}	۰/۷۸±۰/۱۵^{a}	۰/۴۸±۰/۰۸^{b}
غذای خورده شده (درصد در روز)	۴/۱۹±۰/۲۷^{a}	۴/۰۵±۰/۲۲^{a}	۴/۱۷±۰/۲۷^{a}	۴/۴۸±۰/۴۹^{a}
نسبت کارایی چربی	۰/۰۲±۰/۰۰۶^{a}	۰/۰۲۵±۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۲۴±۰/۰۰۸^{a}	۰/۰۱۳±۰/۰۰۱^{a}
کارایی غذایی(درصد)	۲۴/۹±۵/۲^{ab}	۳۰/۵۳±۳/۰۷^{a}	۲۷/۳±۵/۲۲^{a}	۱۶/۷±۲/۹۷^{b}
بازماندگی (درصد)	۸۵/۳±۱۶/۱۷^{a}	۸۸±۷/۲۱^{a}	۸۸±۷/۲۱^{a}	۸۸±۹/۵^{a}
کارایی تبدیل رشد (درصد)	۳۴/۱۴±۶/۹۵^{ab}	۴۱/۶۷±۴/۰۲^{a}	۳۷/۴۱±۶/۹۸^{a}	۲۳/۱۱±۴/۰۸^{b}
ضریب تغییرات وزنی (درصد)	۱۱/۳۳±۱/۱۲^{ab}	۱۰/۳۲±۰/۵^{b}	۱۰/۹۷±۱/۲^{ab}	۱۳/۱۶±۱/۶^{a}
ضریب تغییرات طولی (درصد)	۶±۰/۲۲^{a}	۵/۵۲±۰/۱۹^{a}	۵/۷±۰/۰^{a}	۵/۶۲±۰/۷۲^{a}
شاخص قیمت غذا (تومان)	۳۹۲۳±۷۴۰^{b}	۱۱۸۵۸۹/۳±۱۲۶۵۰^{a}	۳۶۰۱/۹±۷۶۳^{b}	۱۱۲۳۷۵±۱۹۹۸۴^{a}

اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

همچنین تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های رشد و تغذیه بین تیمار حاوی فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). بیشترین و کمترین میزان وزن نهایی و افزایش وزن در تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره و تیمار ترکیبی مشاهده شد (P<۰/۰۵). بچه-ماهیان تغذیه شده با تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره بیشترین میزان افزایش وزن، درصد افزایش وزن بدن، نسبت کارایی پروتئین، کارایی غذا و کارایی تبدیل رشد را نشان دادند، به‌طوری که اختلاف معنی‌داری بین بچه‌ماهی‌های تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید و ترکیبی مشاهده شد (P<۰/۰۵). کمترین میزان نرخ رشد ویژه (P>۰/۰۵) و بیشترین میزان ضریب تبدیل غذا (P<۰/۰۵) در تیمار ترکیبی مشاهده شد. بیشترین ضریب چاقی بدون هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در تیمار ۵ گرم مانان الیگوساکارید در کیلوگرم جیره مشاهده گردید (P>۰/۰۵). همچنین درصد بازماندگی تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارها از خود نشان نداد (P>۰/۰۵). بیشترین و کمترین میزان افزایش توده زنده در تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره و تیمار شاهد مشاهده گردید. از نظر درصد غذای خورده شده روزانه و نسبت کارایی چربی تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بیشترین و کمترین ضریب تغییرات وزنی در تیمار ترکیبی و تیمار ۵ گرم فروکتو الیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره مشاهده شد. ضریب تغییرات طولی اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان نداد (P>۰/۰۵) با این حال بیشترین میزان در تیمار شاهد دیده شد. بیشترین و کمترین مقدار شاخص قیمت به‌ترتیب در تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید و ۵ گرم مانان الیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره مشاهده شد (P<۰/۰۵).

۳-۱. ترکیب بیوشیمیایی بدن

نتایج آنالیز لاشه تفاوت معنی‌داری را از نظر میزان پروتئین در بین تیمارها نشان نداد (P>۰/۰۵) با این وجود بیشترین میزان پروتئین لاشه در تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین و کمترین مقدار چربی لاشه بطور معنی داری به ترتیب در تیمار شاهد و ۵ گرم مانان الیگوساکارید در کیلوگرم جیره مشاهده (P<۰/۰۵).

جدول ۲: اثر مکمل غذایی فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به‌تنهایی و به‌صورت ترکیبی بر میانگین ترکیبات شیمیایی بدن بچه‌ماهی کلمه (درصد)

تیمار / شاخص	شاهد	۵g/kg FOS	۵g/kgMOS	۲/۵g/kg FOS +۲/۵g/kgMOS
پروتئن لاشه (٪)	۱۸/۱±۰/۷۳^{a}	۱۹/۵±۰/۲۷^{a}	۱۹/۲۵±۱/۳۳^{a}	۱۸/۹۸±۰/۳۳^{a}
چربی لاشه (٪)	۹/۵۳±۱/۱۸^{a}	۸/۹۳±۰/۲۳^{ab}	۷/۴۳±۰/۱۵^{b}	۸/۲۹±۰/۴۳^{ab}

اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

۳-۲. *میزان مقاومت در برابر تنش‌های محیطی*

در میزان مقاومت در برابر pH پایین و افزایش حرارت در کلیه‌ی تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) با این وجود بیشترین مدت زمان بازماندگی در برابر این شوک‌های محیطی در تیمار ۵ گرم مانان الیگوساکارید در کیلوگرم جیره دیده شد (جدول ۳). بیشترین و کمترین میزان مقاومت در برابر تنش pH بالا در تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید در هر کیلوگرم و گروه شاهد مشاهده شد و بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۵). تفاوت معنی داری در مقابله با تنش شوری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (P>۰/۰۵) و پس از گذشت مدت زمان ۴۸ ساعت تلفاتی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید و میزان بازماندگی ۱۰۰٪ بود.

جدول ۳: اثر مکمل غذایی فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به‌تنهایی و به‌صورت ترکیبی بر تغییرات مدت زمان زنده مانی بچه ماهیان کلمه در برابر آزمایش‌های تنش

تیمار / شاخص	شاهد	۵g/kg FOS	۵g/kgMOS	۲/۵g/kg FOS +۲/۵g/kgMOS
pH پایین (زمان به ثانیه)	۷۰۳/۳±۷۷/۰۳^{a}	۷۰۶±۵۳/۴^{a}	۷۲۱/۳±۶۵/۸^{a}	۶۸۲/۷±۳۶/۷^{a}
pH بالا (زمان به ثانیه)	۴۷۴±۳۱/۳^{c}	۵۵۷±۳۱/۵^{a}	۴۸۹/۷±۱۰/۴^{bc}	۵۲۳/۳±۱۵/۴^{ab}
حرارت (زمان به ثانیه)	۴۶/۶۷±۴/۲^{a}	۶۵±۱۸/۳^{a}	۶۶±۱۶/۵^{a}	۶۲/۳±۱۴/۹^{a}

اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری در پارامترهای رشد، تغذیه و بازماندگی بین تیمارهای آزمایشی حاوی پربیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نگردید. اگرچه بیشترین مقادیر این شاخص‌ها در تیمار ۵ گرم فروکتو الیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره به‌دست آمد، اما با در نظر گرفتن شاخص قیمت؛ جیره حاوی ۵ gr/kg MOS نسبت به جیره ۵ gr/kg FOS از کارایی مطلوب‌تری برخوردار بود. بهبود عملکرد رشد تا حد زیادی می تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های هضمی باشد که منجر به بهبود ریخت‌شناسی روده به‌واسطه تخمیر پربیوتیک توسط باکتری‌های بومی روده است. به‌نظر می‌رسد اثر مثبت مکمل غذایی فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید بر روی رشد و کارایی تغذیه 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 سامانه‌ی ایمنی بدن باشد که در مجموع توانست سبب بهبود وضعیت سلامت ماهی و نیز افزایش کارایی هضم و جذب مواد مغذی بواسطه افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی در دستگاه گوارش شود (Tovar et al., 2002). در شباهت با نتایج تحقیق حاضر اضافه کردن مانان الیگوساکارید به تنهایی به جیره غذایی تاسماهی خلیج (*Acipenser oxyrinchus desotoi*) (Pryor et al., 2003)، هیبرید ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) (Gence et al., 2007)، گربه‌ماهی روگاهی (*Ictalurus punctatus*) (Welker et al., 2007)، ماهیان جوان پرورشی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (Sado et al., 2008)، ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) (Dimitroglou et al., 2010)، ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۸) و فیل ماهیان (*Huso huso*) جوان پرورشی (Razeghi Mansour و همکاران ۲۰۱۱) منجر به بروز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد نگردید. اما برخلاف یافته‌های تحقیق حاضر؛ Bogut و همکاران (۲۰۰۶) در گربه‌ماهی اروپایی (*Silurus glanis*)، Torrecillas و همکاران (۲۰۰۷) در ماهی سی باس اروپایی (*Dicentrachus labrax*)، Yilmaz و همکاران (۲۰۰۷) و Staykov و همکاران (۲۰۰۷) در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، Helland و همکاران (۲۰۰۸) در ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*)، Samrongpan و همکاران (۲۰۰۸) در ماهیان جوان پرورشی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) و Gultepe و همکاران (۲۰۱۰) در سیم دریایی (*Sparus aurata*)، Akrami و همکاران (۲۰۱۲) در ماهی قرمز حوض (*Carassius carassiu gibelio*) تفاوت معنی‌داری را در شاخص‌های رشد و تغذیه در بین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی مانان الیگوساکارید و تیمار شاهد گزارش نمودند. در اختلاف با نتایج این بررسی Zhou و همکاران

(۲۰۱۰) و Buntello و همکاران (۲۰۱۰) در ماهی درام قرمز (*Sciaenops ocellatus*)، Hosseinifar و همکاران (۲۰۱۱) در فیل‌ماهی جوان پرورشی، Soleimani و همکاران (۲۰۱۲) در بچه‌ماهی کلمه، Ortiz و همکاران (۲۰۱۲) در ماهی قزل‌آلا و Akrami و همکاران (۲۰۱۳) در ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) گزارش کردند مکمل کردن جیره با پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید منجر به تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار آزمایشی گردید. ولی در تایید یافته های تحقیق ما Rehulka و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که افزودن فروکتوالیگوساکارید به جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان تاثیر معنی داری بر نرخ ویژه رشد، ضریب تبدیل غذا و بازماندگی ندارد. منطبق با نتایج تحقیق ما Ye و همکاران (۲۰۱۱) اثر فروکتوالیگوساکارید، مانان الیگوساکارید و پروبیوتیک clausii Bacillus را به‌تنهایی و به‌صورت ترکیبی در ماهی فلاندر ژاپنی بررسی و گزارش دادند جیره های غنی شده با مکمل های غذایی مذکور در بهبود عملکرد رشد و ایمنی نسبت به جیره شاهد کارایی بیشتری داشتند. به‌نظر می‌رسد پربیوتیک مورد آزمایش در این تحقیق چه به‌تنهایی و چه به‌صورت ترکیبی از طریق اتصال به گیرنده‌های شبه لکتین روی لکوسیت ها و افزایش تکثیر ماکروفاژها سبب تحریک سامانه‌ی ایمنی در ماهی کلمه گردیده است (Cerezuela et al., 2007). عدم قطعیت در نتایج گزارش شده توسط محققین مختلف را احتمالاً می توان به نوع گونه پرورشی، اندازه، سن گونه پرورشی، طول دوره پرورش، مدت تجویز پربیوتیک، شرایط محیطی و بهداشتی نگهداری موجود، رفتارهای تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیک موجود، نوع مواد اولیه به‌کار رفته در تهیه جیره و کمیت و کیفیت آنها، فرمولاسیون جیره غذایی، نوع پربیوتیک انتخابی، درجه خلوص و میزان مورد استفاده آن در جیره، نحوه اضافه کردن پربیوتیک به جیره و احتمالاً فلور میکروبی ویژه ای که قادر به استفاده از آن به عنوان سوبسترا هستند، نسبت داد که ممکن است بر تأثیرات متفاوت پربیوتیک روی رشد و بازماندگی مؤثر باشد. پربیوتیک‌ها با تأثیر بر باکتری‌های مفید روده باعث تکثیر باکتری‌های مفید روده شده و در نهایت با افزایش قابلیت هضم‌پذیری برخی از ترکیبات مفید بر ترکیبات بدن نیز تأثیرگذار خواهند بود. همچنین Helland و همکاران (۲۰۰۸) اظهار کردند که میزان پروتئین لاشه در بدن بسته به گونه ماهی ممکن است تحت تأثیر جیره‌های حاوی پربیوتیک قرار بگیرد. در تحقیق جاری نتایج آنالیز لاشه تفاوت معنی‌داری در محتوای پروتئین لاشه در بین تیمارها نشان نداد، با این وجود بیشترین میزان پروتئین لاشه در تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید در کیلوگرم جیره مشاهده شد. بیشترین و کمترین مقدار چربی لاشه در تیمار شاهد و ۵ گرم مانان الیگوساکارید در کیلوگرم جیره مشاهده شد که آنالیز آماری تفاوت معنی داری را بین تیمار شاهد و ۵ گرم مانان الیگوساکارید در کیلوگرم نشان داد. مشخص شده است که جیره حاوی مانان الیگوساکارید باعث ابقای پروتئین در ماهی قزل‌آلا (Yilmaz et al., 2007) و هیبرید تیلاپیا (Gence et al., 2007) اما منجر به کاهش ذخیره پروتئین در ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Grisdale-Helland et al., 2008) گردیده است. در مطالعه حاضر ما هیچ اثری از ابقای معنی‌دار پروتئین در ماهیان کلمه تغذیه شده با مانان الیگوساکارید مشاهده نگردید. علاوه بر این؛ تغذیه با فروکتوالیگوساکارید نیز باعث ذخیره معنی‌دار پروتئینی لاشه نگردید که با نتایج Ye و همکاران (۲۰۱۱) در ماهی فلاندر ژاپنی کاملا منطبق است. در انطباق با نتایج این تحقیق Razeghi Mansour و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند افزودن مانان الیگوساکارید به جیره غذایی فیل ماهیان جوان پرورشی منجر به تفاوت معنی‌دار در مقدار چربی لاشه ($P<۰/۰۵$) و عدم تفاوت معنی دار در پروتئین لاشه بین تیمارها گردید ($P>۰/۰۵$). Dimitroglou و همکاران (۲۰۱۰)، Gultepe و همکاران (۲۰۱۰) با افزودن مانان الیگوساکارید به جیره غذایی ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) و اکرمی و همکاران (۱۳۸۸) با افزودن مانان الگوساکارید به جیره غذایی بچه ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) تفاوت معنی‌داری را در ترکیب لاشه در بین تیمارها مشاهده نکردند که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت داشت ولی افزودن پربیوتیک مانان الیگوساکارید به جیره غذایی ماهی کپور پرورشی باعث بهبود ترکیب مغذی بدن گردید (کرمپور بهشت آباد، ۱۳۹۰). برخلاف یافته‌های تحقیق ما، Ortiz و همکاران (۲۰۱۲) کاهش در محتوای پروتئین و افزایش در محتوای چربی لاشه را در نتیجه افزودن فروکتوالیگوساکارید در ماهی قزل آلای رنگین کمان گزارش کردند. تحریک پاسخ ایمنی در ماهیان از طریق جیره غذایی از موضوعات مورد علاقه آبزی پروری تجاری است. در واقع پربیوتیک‌ها بواسطه فرآیند تخمیر در روده منجر به تکثیر پروبیوتیک‌ها می‌گردند. شواهدی وجود دارد که باکتری‌های پروبیوتیکی با تحریک سیستم ایمنی میزبان موجب افزایش مقاومت آن در برابر تنش‌های محیطی گشته و

درصد بقا را بالا می‌برند. این باکتری‌ها با ترشح ترکیبات متابولیکی مختلف و تحریک سامانه‌ی ایمنی میزبان موجب افزایش عملکرد آن شده و پاسخ‌های ایمنی ماهی را مقابل محرک‌های محیطی جهت تحمل بهتر آنها افزایش می‌دهند. در بررسی حاضر، مقاومت در برابر آزمایش‌های تنش pH پایین و حرارت تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای مختلف نشان نداد به‌طوری که بیشترین مدت زمان زنده مانی بچه ماهیان کلمه در تیمار ۵ گرم مانان‌الیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان مقاومت در برابر آزمایش تنش pH بالا در تیمار ۵ گرم فروکتوالیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره دیده شد. مقاومت در برابر تنش شوری نتایج متفاوتی را در بین تیمارهای آزمایشی در پی نداشت و تلفاتی مشاهده نگردید. در شباهت با نتایج تحقیق ما در خصوص تنش شوری، اکرمی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در میزان بازماندگی بچه‌ماهیان سفید تغذیه شده با مانان الیگوساکارید پس از گذشت ۴۸ ساعت تنش شوری ۱۳/۱ و ۱۰/۸ گرم در لیتر به‌دست نیامد. همچنین به‌طور مشابهی اکرمی و همکاران (۱۳۹۰) تفاوت معنی‌داری را در نرخ بازماندگی بچه‌ماهیان کلمه تغذیه شده با سطوح مختلف پربیوتیک مانان الیگوساکارید در مواجهه با شوری ۱۰ گرم در لیتر به مدت ۴۸ ساعت مشاهده نکردند. مطالعه صورت گرفته بر روی لارو ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) نشان داد که غنی سازی آرتمیا و روتیفر به مدت ۲۴ ساعت در سطح ۰/۲ درصد مانان‌الیگوساکارید، منجر به افزایش مقاومت لارو در مقابل تنش شوری پس از ۶ و ۷ روز پس از تفریخ در مقایسه با گروه شاهد گردید (Salze et al., 2008). Dimitroglou و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که جیره حاوی مانان الیگوساکارید مقاومت لارو ماهی سیم دریایی (*Diplodus sargus*) را در مقابله با تنش شوری به‌طور معنی‌داری افزایش داد که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت داشت. مقاومت در برابر تنش شوری تحت تأثیر عواملی مانند میزان شوری، عوامل محیطی، گونه، دستکاری، اندازه، سن، مراحل مختلف زیستی و شرایط تغذیه‌ای قرار دارد (Clarke, 1982). Buentello و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند افزودن سطح ۱۰ گرم در کیلوگرم پربیوتیک‌های مانان الیگوساکارید و فروکتوالیگوساکارید در ماهی درام قرمز می‌تواند در افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها موثر واقع شود. Soleimani و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزودن پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید به جیره بچه‌ماهیان کلمه در سطح ۳٪ منجر به افزایش معنی‌داری در میزان مقاومت در برابر تنش شوری (۱۵۰ گرم در لیتر) پس از گذشت ۷۲ ساعت در مقایسه با تیمار شاهد گردید. اگرچه در نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت افزودن مکمل غذایی پربیوتیکی فروکتوالیگوساکارید و مانان الیگوساکارید به تنهایی کارایی موثرتری در جیره غذایی ماهی کلمه داشته، اما در نهایت وقتی تمامی متغیرها بررسی شد جیره حاوی ۵ گرم مانان الیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره منجر به کاهش هزینه تمام شده غذا گردید. لذا این پربیوتیک می‌تواند در بهبود عملکرد رشد، بازماندگی و مقاومت به تنش در بچه ماهی کلمه موثر واقع شود. بنابراین به‌منظور حصول اطمینان از اثرات مثبت این پربیوتیک‌ها پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای در خصوص تأثیر آن بر سطوح ایمنی در شرایط آزمایشگاهی و پرورشی و همچنین مقابله با عوامل بیماری‌زا صورت پذیرد تا بتوان با قطعیت بیشتری در مورد پتانسیل پربیوتیکی مانان-الیگوساکارید در این گونه ارزشمند اظهار نظر کرد.

۵. سپاسگزاری

از مدیریت محترم مرکز تحقیقات شیلات گلستان و ایستگاه تحقیقاتی قره سو به‌دلیل همکاری و مهیا نمودن امکانات و شرایط لازم تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

احمدی فر، ا.؛ جلالی، م.ع.؛ سوداگر، م.؛ آذری تاکامی، ق.؛ محمدی زرج آباد، ا.، ۱۳۸۸. اثرات آکواک ارگوسان (AquaVac Ergosan) بر میزان رشد، بازماندگی و شاخص‌های مربوط به خون در فیل ماهیان جوان (*Huso huso*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، ویژه نامه ۱- الف، صفحات ۸۰-۷۲.

اکرمی، ر.؛ کریم آبادی، ع.؛ محمدزاده، ح.؛ احمدی فر، ا.، ۱۳۸۸. تأثیر پربیوتیک مانان الیگوساکارید بر رشد، بازماندگی، ترکیب بدن و مقاومت به تنش شوری در بچه‌ماهی سفید (*Rutilus kutum*) دریای خزر. مجله علوم و فنون دریایی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دوره هشتم، شماره سوم و چهارم، صفحات ۵۷-۴۷.

اکرمی، ر.؛ براتی، م.؛ چیت ساز، ح.، ۱۳۹۰. تأثیر پربیوتیک مانان الیگوساکارید روی رشد، بازماندگی، ترکیب بدن و مقاومت به تنش شوری در بچه‌ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) . فصلنامه

زیست شناسی دریا، سال سوم، شماره یازدهم، صفحات ۷۱-۶۵.

جعفریان، ح.؛ سلطانی، م.؛ طاعتی، م.؛ نظر پور، ع.؛ مروت، ر.، ۱۳۹۰. مقایسه تاثیر باسیلوسهای مستخرج از روده لارو ماهیان خاویاری *Acipencer persicus* و *Huse huso* با پروبیوتیک‌های تجاری بر روی رشد و بقاء لارو ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله تحقیقاتی دامپزشکی، دوره ۶۶ شماره ۱، صفحات ۳۹-۴۶.

سوداگر، م.؛ جعفری شموشکی، و.؛ حسینی، س.ع.؛ گرگین، س.؛ عقیلی، ک.، ۱۳۸۶. اثر اسیدآمینه آسپارتیک و آلانین به‌عنوان ماده جاذب غذایی بر شاخص‌های رشد و بقا بچه‌فیل ماهیان (*Huso huso*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پانزدهم، شماره اول، ویژه نامه منابع طبیعی، صفحات ۵۳-۴۴.

طالبی حقیقی، د.؛ فلاحی کپورچالی، م.؛ عبداله تبار، س.ی.، ۱۳۸۹. اثرات سطوح مختلف سین‌بیوتیک بایومین ایمبو بر رشد و بازماندگی بچه‌ماهی سفید. مجله شیلات دانشگاه آزاد واحد آزادشهر، سال چهارم، شماره سوم، صفحات ۱۴-۱.

طاعتی، ر.؛ تاتینا. م.؛ بهمنی، م.؛ سلطانی، م.، ۱۳۹۲. تاثیر سطوح مختلف پربیوتیک ایمومونوال بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*). مجله اقیانوس شناسی، سال چهارم، شماره ۱۳، صفحات ۴۴-۳۷.

کرمپور بهشت آباد، ا.، ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک مانان الیگو ساکارید بر شاخص های رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، ۶۰ صفحه.

محمدی، م.؛ عابدیان کناری، ع.؛ شریعتمداری، ف.؛ محسنی، م.، ۱۳۸۱. بررسی اثرات سطوح پروتئین جیره بر شاخص‌های رشد و ترکیبات بدن بچه‌فیل ماهی (*Huso huso*). مجله علوم و فنون دریایی ایران، سال اول، شماره ۴، صفحات ۱۰۹-۹۹.

Akrami, R.; Chitsaz, H.; Hezarjaribi, A.; Ziaei, R., 2012. Effect of Dietary Mannan Oligosaccharide (MOS) on Growth Performance and Immune Response of Gibel Carp Juveniles (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Vetereinary Advances, 2(10): 507-513.

Akrami, R.; Iri, Y.; Khoshbavar Rostami, H.A.; Razeghi Mansour, M., 2013. Effect of dietary supplemen tation of fructooligosacc haride (FOS) on growth performa nce, survival, lactobacillus bacterial pop ulation and hemato-immuno logical parameters of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) juvenile. Fish and Shell fish Immunology, 35: 1235-1239.

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(2): 255-263.

AOAC, 1995. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Arlington, Virginia, USA. 1298P.

Bogut, I.; Milakovic, Z.; Pavlicevic, J.; Petrovic, D., 2006. Effect of Bio-Mos on performance and health of European catfish. In: Nutrition and biotechnology in the feed and food industries: Alltech's 22nd annual symposium , Lexington, KY, USA. 184p.

Buentello, J.A.; William, H.; Neill, W.H.; Gatlin, D.M., 2010. Effects of dietary prebiotics on the growth, feed efficiency and non-specific immunity of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed soybean based diets. Aquaculture Research, 41(5): 411-418.

Clarke, W., 1982. Evaluation of the seawater challenge test as a index of marine survival. Aquaculture, 28(6): 177-183.

Coad, B.W., 1980. Environmental change and its impact on the fresh water fishes of Iran. Biological Conservation 10, 51-80, Perch using spectrophotometric technique. Aquaculture, 109(3): 367-373.

Denev, S.; Staykov, Y.; Moutafchieva, R.; Beev, G., 2009. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of probiotics and prebiotics in finfish aquaculture. International Aquature Research, 1:1–29.

Dimitroglou, A.; Merrifield, D.L.; Moate, R.; Davies, S.J.; Spring, P.; Sweetman, J.; Bradley, G., 2009. Dietary mannan oligosaccharide supplementation modulates intestinal microbial ecology and improves gut

Antibiotics in Aquaculture, 1–97 P. FAO Fisheries Technical Paper. No. 469. FAO, Rome.

He, S.; Xu, G.; Wu, Y.; Weng, H.; Xie, H., 2003. Effects of IMO and FOS on the growth performance and non-specific immunity in hybrid tilapia. Chinese Feed, 23 (2):14–15.

Helland, B.G.; Helland, S.J.; Gatlin, D.M., 2008. The effect of dietary supplementation with mannanoligosacchare, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 283 (5): 163-167.

Hosseinisar, S.H.; Mirvaghefi, A.; Mojazi Amiri, B.; khoshbavah Rostami, H.; Meriifeild, D.L., 2011. The effects of oligofroctose on growth performance, survival and autochthonous intestinal microbiota of beluga (*Huso huso*) juveniles. Aquacult Nutrition, 17: 498-504.

Hung, S.S.O.; Storebakken, T., Cui, Y.; Tian, L.; Einen, O., 1997. High-energy diets for white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture Nutrition, 3: 281-286.

Mahious, A.S.; Gatesoupe, F.J.; Hervi, M.; Metailler, R.; Ollevier, F., 2005. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture International, 14 (4): 219-229.

Ortiz, L.T.; Rebolé, A.; Velasco, S.; Rodríguez, M.L.; Treviño, J.; Tejedor, J.L., 2012. Effects of inulin and fructooligosaccharides on growth performance, body chemical composition and intestinal microbiota of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition, 19 (4): 475-482.

Pryor, G.S.; Royes, J.B.; Chapman, F.A.; Miles, R.D., 2003. Mannan oligosaccharides in fish nutrition: Effects of dietary supplementation on growth and gastrointestinal villi structure in gulf of mexico sturgeon. North American Journal of Aquaculture, 65 (4): 106-111.

morphology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). American Society of Animal Science, 87(8): 3226–3234.

Dimitroglou, A.; Merrifield, D.L.; Spring, P.; Sweetman, J.; Moate, R.; Davies, S.J., 2010. Effects of mannan oligosaccharide (MOS) supplementation on growth performance, feed utilisation, intestinal histology and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 30 (4): 182-188.

Fric, P., 2007. Probiotics and prebiotics- renaissance of a therapeutic principle. Central European Journal of Medicine, 2: 237-270.

Fooks, L.J.; Gibson, G.R., 2002. Probiotic as a modulators of the gut flora. British Journal of Nutrition, Suppl, 1(12): 39-49.

Genc, M.A.; Yilmaz, E.; Genc, E.; Aktas, M., 2007. Effect of dietary mannanoligosaccharid on growth body composition and intestine and liver histology of the hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). The Israel Journal of Aquaculture (Bamidgeh), 59(2): 10-16.

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

Grisdale-Helland, B.; Helland, S.J.; Gatlin, D.M., 2008. The effects of dietary supplementation with mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth and feed utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 283 (9): 163–167.

Gultepe, N.; Salnur, S.; Hossu, B.; Hisar, O., 2010. Dietary supplementation with Mannanoligosaccharides (MOS) from Bio-Mos enhances growth parameters and digestive capacity of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture Nutrition, 17(5): 482-487.

Herna´ndez Serrano, P., 2005. Responsible Use of

fructooligosaccarid (FOS) improve the innate immune respons stress resistance digestive enzyme activitives and growth performace of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. Fish and shelfish Immunology, 32: 316-321.

Schley, P.D.; Field, C.J., 2002. The immune-enhancing effects of dietary fibres and prebiotics. British Journal Nutrition,87:221–230.

Staykov, Y.; Spring, P.; Denev, S.; Sweetman, J., 2007. Effect of mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture International, 15: 153-161.

Torrecillas, S.; Makol, A.; Caballero, D.; Robaina, L.; Real, F.; Sweetman, J.; Tort, L.; Izquierdo, M.S., 2007. Immune stimulation and improved infection resistance in european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. Fish and Shellfish Immunology, 23: 969-981.

Tovar, D.; AmZbonino, J.; Cahu, C. Gatesoupe, F. J.; Vazquez-Juarez, R.; Lesel, R., 2002. Effect of yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Aquaculture, 204: 113-123.

Welker, T.L.; Lim, C.; Yildirim-Aksoy, M.; Shelby, R.; Klesius, P.H., 2007. Immune response and resistance to stress and Edwardsiella ictaluri challenge in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets containing commercial whole-cell yeast or yeast subcomponents. Journal of World Aquaculture Society, 38: 24 –35.

Ye. J.D.; Wang. K.; Li, D.F.; Sun. Y.Z., 2011. Single or combined effects of fructo-and mannan oligosaccharide supplements and *Bacillus clausii* on the growth, feed utilization, body composition, digestive enzyme activity, innate immune response and lipid metabolism of the Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture Nutrition, 17: 902-911.

Razeghi Mansour, M.; Akrami, R.; Ghobadi, Sh.; Amani Denji, K.; Ezatrahimi, N.; Gharaei, A., 2011. Effect of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance, survival, body composition, and some hematological parameters in giant sturgeon juvenile (*Huso huso*). Fish Physiology and Biochemistry, 38: 829-835.

Rehulka, J.; Minarik, B.; Cink. D.; Zalak, J., 2011. Prebiotic effect of fructooligosaccharide on growth and physiological state of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 5: 227-235.

Ringø, E.; Olsen, R.E.; Gifstad, T.Ø.; Dalmo, R.A.; Amlund, H.; Hemre, G.I.; Bakke, A.M., 2010. Prebiotics in aquaculture: a review. Aquaculture Nutrition, 16: 117–136.

Sado, R.J.; Bicudo, A.J.D.A.; Cyrino, J.E.P., 2008. Feeding dietary mannanoligosaccharid to juvenile nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption, Journal of World Aquaculture Society, 39: 821-826.

Salze, G.; Mclean, E.; Schwarz, M.H.; Craig, S.R., 2008. Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. Aquaculture,174 (6): 148-152.

Samrongpan, C.; Areechon, N.; Yoonpundhand, R.; Srisapoome, P., 2008. Effects of mannan oligosaccharide on growth survival and disease resistance of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. 8th International Symposium on Tilapia in Aquacultur, 98 p.

Schley, P.D.; Field, C.J., 2002. The immune-enhancing effects of dietary fibres and prebiotics. British Journal of Nutrition, 87: 221–230.

Soleimani, N.; Hosseinifar, S.H.; Merrifield, S.H.; Barati, M.; Hasan Abadi, Z., 2012. Dietary supplementation of

Yilmaz, E.; Gence, M.A.; Gence, E., 2007. Effect of dietary mannan oligosaccharides on growth, body composition, intestine and liver histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The Israel Journal of Aquaculture (Bamidgeh), 59(5):182-188.

Zhou, Q.C.; Buentello, J.A.; Gatlin, D.M., 2010. Effects of dietary prebiotics on growth performance, immune response and intestinal morphology of red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture, 309: 253-7