Arch Original Article مجله تحقیقات دامپزشکی، ۱۳۹۸، دوره ۷۴، شماره ۲، ۱۷۵-۱۸۵ مقاله تحقیقی
DOI: 10.22059/jvr.2017.243481.2711

تأثیر پربیوتیک سلماناکس بر رشد، فاکتورهای هماتولوژیکی و بیوشیمیایی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*)

المیرا نعیمی[۱]، ابراهیم علیزاده دوغیکلایی[۱]، حجت الله جعفریان[۲]، احسان احمدی فر[۱]

[۱] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

[۲] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کاووس، گنبد کاووس، ایران

(دریافت مقاله: ۲۶ آذر ماه ۱۳۹۷، پذیرش نهایی: ۱۳ اسفند ماه ۱۳۹۷)

چکیده

زمینه مطالعه: افزایش جمعیت و تأمین غذا یکی از مهم‌ترین مشکلات جهان بوده و در این راستا پرورش آبزیان نقش مهمی را در تولید و تأمین غذای مورد نیاز انسان ایفا می کند.

هدف: این مطالعه به منظور بررسی اثر پربیوتیک سلماناکس بر عملکرد رشد، فاکتورهای هماتولوژیکی و بیوشیمیایی بچه ماهیان ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد.

روش کار: برای این منظور ۷۸۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۲±۱۸ g در چهار گروه هرکدام با سه تکرار به‌صورت تصادفی تقسیم شدند. سلماناکس به میزان ۰، ۲، ۴ و ۶ درصد به جیره‌های غذایی افزوده شد و ماهیان به مدت ۸ هفته به میزان ۵ درصد وزن بدن در ۳ وعده مورد تغذیه قرار گرفتند. در پایان دوره آزمایش بررسی شاخص‌های رشد، خون‌گیری و تهیه سرم برای آزمایش‌های هماتولوژیکی و بیوشیمیایی انجام شد.

نتایج: نتایج نشان داد که ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۴ درصد پربیوتیک سلماناکس دارای شاخص‌های رشد (طول نهایی، وزن نهایی، افزایش وزن، درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه) بهتری در مقایسه با ماهیان شاهد داشتند ($P\leq$۰/۰۵). مقایسه تیمارهای آزمایش نشان داد که شاخص‌های ایمنی با افزایش سطح پربیوتیک سلماناکس در جیره افزایش معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) داشتند. به‌طوری که بیشترین میزان هموگلوبین، گلبول قرمز، گلبول سفید و نوتروفیل مربوط به ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۶ درصد پربیوتیک سلماناکس بود. همچنین بیشترین میزان ایمنوگلوبین، آلبومین، گلوکز و لیزوزیم و کمترین میزان کلسترول و تری گلیسرید در ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۶ درصد پربیوتیک سلماناکس مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) با تیمار شاهد داشتند.

نتیجه‌گیری نهایی: افزایش سطوح پربیوتیک سلماناکس در جیره غذایی باعث بهبود رشد و سیستم ایمنی بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان گردید.

واژه‌های کلیدی: پربیوتیک سلماناکس، قزل‌آلای رنگین‌کمان، مکمل غذایی، رشد، محرک ایمنی

کپی رایت ©: حق چاپ، نشر و استفاده علمی از این مقاله برای مجله تحقیقات دامپزشکی محفوظ است.

*) نویسنده مسئول: تلفن: ۰۵۴-۲۲۳۲۶۰۰ نمابر: ۰۵۴-۲۲۳۲۶۰۰ Email: Ehsan.Ahmadifar@uoz.ac.ir

How to Cite This Article

Naeemi, E., Alizadeh Doughikollaee, E., Jafariyan, H., Ahmadifar, E. (2019). The Effect of Celmanax Prebiotic on Growth, Hematological and Biochemical Parameters of Juvenile *Oncorhynchus mykiss*. J Vet Res, 74(2), 175-185. doi: 10.22059/jvr.2017.243481.2711

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

افزایش رشد جمعیت و بالا رفتن تقاضای مصرف‌کنندگان محصولات شیلاتی، باعث افزایش تقاضای روزافزون و مداوم برای عرضه ماهی و آبزی‌پروری گردیده است (۲۸). از این رو تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌عنوان یکی از با ارزش‌ترین ماهیان اقتصادی و مهم‌ترین گونه سردآبی در صنعت آبزی‌پروری کشور ضروری بنظر می‌رسد. لذا تلاش در جهت بهبود شاخص‌های رشد و افزایش قدرت ایمنی این ماهی در برابر بیماری‌های متعدد باکتریایی افزایش فزاینده‌ای یافته است (۳). محرک‌های ایمنی ترکیبات زیستی و یا مواد شیمیایی سنتیک هستند که واکنش‌های ایمنی را به‌وسیله ازدیاد عملکرد سلول‌های بیگانه‌خوار، افزایش تولید آنتی‌بادی و افزایش مقاومت در برابر آلودگی‌های پاتوژنی تحریک می‌کنند (۲،۲۸). امروزه پروبیوتیک‌ها به‌عنوان مکمل‌های غذایی میکروبی جایگزینی مناسب برای آنتی‌بیوتیک‌ها تعریف می‌شوند که می‌توانند شاخص‌های سلامتی میزبان را تحت تأثیر قرار دهند (۱). استفاده از پربیوتیک‌ها روشی است که از طریق آن می‌توان جمعیت میکروبی دستگاه گوارش را به‌صورت دلخواه تعیین کرد (۹،۱۱). پربیوتیک‌ها کربوهیدرات غیرقابل‌هضمی (Non-Digestible Carbohydrate) هستند که می‌توان آن‌ها را طبق اندازه مولکولی‌شان یا میزان پلیمریزاسیون به منوساکاریدها، اولیگوساکاریدها، پلی ساکاریدها طبقه‌بندی کرد و از طریق تحریک رشد یا فعال کردن یک یا تعداد محدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند، اثرات سودمندی بر میزبان داشته و بخصوص به‌عنوان یک تحریک‌کننده سیستم ایمنی، موجب افزایش پاسخ ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌ها و عوامل استرس‌زا می‌گردند (۱۰). ماده‌ای که به‌عنوان پربیوتیک انتخاب می‌شود بایستی دارای معیارهایی مانند هیدرولیز یا جذب نشدن در بخش‌های بالای دستگاه گوارش، تخمیر گزینشی به‌وسیله باکتری‌های بالقوه مفید روده و تغییر ترکیب میکروفلور روده‌ای به سمت ترکیبی سالم‌تر باشد. پربیوتیک سلماناکس مکمل غذایی شامل محیط کشت مخمر، عصاره مخمر و دیواره سلولی مخمر بوده که هم حاوی متابولیت‌هایی است که به‌طور طبیعی در کشت‌های مخمر وجود دارند و هم حاوی مانان‌های مخمری و قندهایی نظیر بتا گلوکان‌ها، گالاکتوزامین‌ها، مانور و اولیگوساکارید مانان (Mannonooligosaccharide) می‌باشد. بتاگلوکان به عنوان یکی از ترکیبات سلماناکس با اتصال مستقیم به گیرنده‌های پروتئینی موجود بر سطح ماکروفاژها و سایر سلول‌های خونی ازجمله نوتروفیل‌ها و فعال کردن آن‌ها سبب حفظ و تقویت سیستم ایمنی می‌گردد (۳۵). بتا گلوکان سبب افزایش درصد بقاء و مقاومت در برابر بیماری گربه‌ماهی روگاهی (*Ictalurus punctatus*) و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌گردد (۳۵،۴۶). همچنین پربیوتیک سلماناکس می‌تواند موجب افزایش میزان مقاومت و پاسخ‌های ایمنی ماهی و سایر آبزیان در مقابل استرس‌ها گردد (۱۰) Adel و همکاران ۲۰۱۵. یکی دیگر از محرک‌های سیستم ایمنی ارگوسان (یک محصول جلبکی حاصل از جلبک *Laminaria digitata*) می‌باشد که سبب کاهش مرگ‌ومیر مربوط به شیوع بیماری‌های قابل پیش‌بینی همراه با تغییرات فصلی در کیفیت و دمای آب، تراکم و دستکاری آبزی (صید، رقم‌بندی و حمل‌ونقل آبزی) می‌گردد (۱). Mohamadian و همکاران در سال ۲۰۱۷ گزارش کردند که بهبود شاخص‌های رشد در ماهیان تغذیه‌شده با پروبیوتیک لاکتوباسیلوس کازئی احتمالاً به بهبود فعالیت‌های گوارشی به‌وسیله‌ی سنتز ویتامین‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌ها مرتبط بوده که منجر به بهبود هضم پذیری و افزایش وزن شده است (۲۶). Mona و همکاران در سال ۲۰۱۵ تأثیر سدیم آلژینات به‌عنوان پربیوتیک و پروبیوتیک Biogen را بر شاخص‌های رشد و بازماندگی گونه خرچنگ آب شیرین باتلاقی قرمز (*Procambaru clarkii*) در سطوح ۱، ۲، و ۳ درصد بررسی کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده بهبود عملکرد فاکتورهای رشد، بازماندگی و تولید نهایی در تیمارهای آزمایش بوده است (۲۸). Sang و همکاران در سال ۲۰۱۰ دریافتند که استفاده از پربیوتیک مانان الیگوساکارید به میزان ۴ گرم در هر کیلو گرم جیره خرچنگ دراز آب شیرین (*Cherax destructor*) منجر به بروز اختلاف معنی‌داری در پارامترهای رشد و تغذیه از قبیل وزن نهایی و سرعت رشد ویژه گردید (۳۴). با توجه به پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان درسیستم‌های نیمه متراکم، اهمیت تغذیه و سیستم ایمنی در رشد و بقاء آن استفاده از پربیوتیک سلماناکس در جیره غذایی جهت بررسی چگونگی افزایش ایمنی و تأثیر بر شاخص‌های رشد و فاکتورهای هماتولوژیکی حائز اهمیت است.

مواد و روش کار

محل اجرا و روش آزمایش: این پژوهش در کارگاه ماهیان سردآبی‌هامون واقع در شهرستان آزادشهر در فضایی به مساحت ۶۵۸ متر مربع به مدت ۸ هفته انجام گردید. در هفته اول برای سازگاری، ابتدا ماهیان با استفاده از جیره شاهد و پس از آن با جیره‌های آزمایش تغذیه شدند. پس از رقم بندی تعداد ۷۸۰ بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۲±۱۸ gr در قالب ۴ تیمار و ۳ تکرار (هر تکرار ۶۵ ماهی) به مدت ۵۶ روز نگهداری شدند. غذادهی بر اساس مشاهدات و مدت زمان مصرف غذا توسط ماهیان به میزان ۵ درصد توده زنده صورت گرفت. ماهیان روزانه در سه وعده صبح، ظهر و شب غذادهی شدند.

طرح آزمایش: در این آزمایش از استخر به عنوان واحدهای آزمایش استفاده گردید. حجم آب داخل هر استخر ۱۰۵ لیتر بود که به‌طور مداوم تعویض می‌گردید. اکسیژن مورد نیاز از طریق اسپلش تأمین گردید. آب ورودی از چشمه و با دبی ۱ تا ۱/۵لیتر در ثانیه همراه با هوادهی وارد هر کانال می‌گردید. به‌منظور تغذیه بچه ماهیان از پلت خشک محصول شرکت فرادانه استفاده گردید. ترکیب بیوشیمیایی جیره غذایی مورد استفاده در

www.SID.ir

تحقیق شـامل (پروتئین خام ۵۵ درصد، خاکستر ۱۰ درصد، چربی خام ۱۴ درصد، فیبرخام ۱/۵ درصد، رطوبت ۱۰ درصد، کربوهیدرات ۱۰ درصد) بود. به‌منظور بررسی تأثیر پربیوتیک سلماناکس (ساخت شرکت Arm Animal Nutrition and Hammer کشـور آمریکا) بر رشد، پارامترهای خونی و سـرمی ماهیان، چهـار تیمار غذایی تهیه گردید. ابتدا غذای کنسـانتره، پربیوتیک سلماناکس و ژلاتین (به‌منظور کاهش میزان حل شدن پلت‌های غذایی در آب) توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ gr به صورت جداگانه وزن، سپس پربیوتیک سلماناکس (چهار سطح صفر،۲، ۴ و ۶ درصد جیره) بـا آب (به میزانی که مخلوط به‌صورت خمیر سـفت درآیـد) و ژلاتین (به میزان ۳ درصد غذای کنسانتره) مخلوط و به غذای کنسانتره پودری شکل اضافه گردید (۱۵). خمیر به‌دسـت‌آمده پس از عبور از چرخ گوشـت با قطر ۲ mm به مدت ۲۴ سـاعت در آون در دمای ۷۵°C کاملاً خشک گردید. پس از خشک شـدن غذا، پلت‌ها شکسته و در کیسه‌های نایلونی مناسب بسته‌بندی و در یخچال (۴ °C) تا زمان مصرف نگهداری گردید. اندازه‌گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی آب همچون اکسیژن محلول، دمای آب و pH به‌صورت روزانه به‌وسیله دستگاه‌های دیجیتال قابل‌حمل مارک (WTW) با دقت ۰/۰۱ صورت گرفت. اکسـیژن محلول بین ۹-۷ mg/l ثبت گردید. pH آب حـدود ۸/۱۴-۷/۳۵ بود. دامنه تغییـرات درجه حرارت آب نیز بین ۱۶/۳-۱۴ °C ثبت گردید. جهت بررسـی تأثیر پربیوتیک سـلماناکس بر چگونگی رشد بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان هر ده روز یک‌بار اقدام به انجام زیست‌سنجی گردید. میانگین طول کل ماهی‌های هر تکرار مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. میانگین وزن کل هر تکرار نیز مبنای محاسـبه‌ی غذای مصرفی در هفته محاسبه شد.

سنجش فاکتورهای رشـد: در پایان هفته هشتم و پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان قطع تغذیه و اطمینان از دفع کامل محتویات لوله گوارش، شـاخص‌های رشد شامل افزایش رشد بدن، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویـژه، ضریب تبدیل غذایی، کارایی غذا، فاکتـور وضعیت و میزان غذای خورده با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردیدند (۴).

افزایش وزن بدن (gr) = میانگین وزن انتهای دوره به gr) (– میانگین وزن ابتدای دوره (gr)

درصد افزایش وزن = وزن انتهای دوره به(gr) – وزن ابتدای دوره به) gr) × ۱۰۰

نرخ رشد ویژه = (لگاریتم طبیعی وزن انتهای دوره به) gr) – لگاریتم طبیعی وزن ابتدای دوره به (gr) × زمان۱–) ×۱۰۰

فاکتور وضعیت = وزن (gr) / (طول (cm))۳ ×۱۰۰

غذای خورده شـده روزانه = [زمـان/۰/۵(وزن اولیه (gr)] × وزن نهایی (gr) / (کل غذای خورده شده×۱۰۰)

فاکتورهـای خون شناسـی و سـرمی: پس از اتمـام دوره پرورش،۲۴ سـاعت قبل از خون‌گیری غذادهی ماهیان قطع شـده و سپس ماهیان با عصاره گل میخک به میزان ۲۵ mg/l بی‌هوش (۱۶) و در حالت بی‌هوشی با استفاده از سـرنگ با زاویه ° ۴۵ از ساقه دمی خون‌گیری صورت گرفت. بخشی از نمونه‌های خون برای سنجش فاکتورهای خونی شامل شمارش تفریقـی گلبول سـفید، تعیین میزان نوتروفیل، لنفوسـیت و منوسـیت، گلبـول قرمز، تعیین هماتوکریـت و هموگلوبین در لوله‌هـای حاوی ماده ضد انعقاد خون قرار گرفت. شـمارش گلبول قرمز و سفید خون با استفاده ازلام هماسیتومتر انجام شـد. اندازه‌گیری میزان هماتوکریت خون توسط میکروهماتوکریت صورت گرفت. سنجش هموگلوبین به روش سیان مت هموگلوبین با اسـتفاده از کیت تجاری شرکت زیست‌شیمی صورت گرفت و جذب نوری قسمت فوقانی محلول به‌وسیله اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۴۰ nm قرائت گردید (۲۹). میزان نوتروفیل، لنفوسـیت و مونوسـیت با تهیه گسترش خونی و رنگ‌آمیزی با رنگ گیمسا تعیین گردید (۲۴). مقادیر حجم متوسط گلبول قرمز (MCV)، هموگلوبین متوسط سلولی (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (MCHC) بر اساس فرمول‌های زیر مشخص گردید (۱۴،۴۳).

۱) $MCH = Hb\ (g/l).\ RBC^{-1}(milions/\mu l)$

۲) $MCHC = Hb\ (g/dl).\ HCT^{-1}(\%)$

۳) $MCV = HCT(\%).RBC^{-1}\ (g/l)$

بخش دیگری از نمونه‌های خون در لوله‌های فاقد ماده ضد انعقاد خون قرار گرفته و پس از تشـکیل لخته، سرم خون با استفاده از سانتریفیوژ (به مدت ۱۵ دقیقه و دور rpm ۶۰۰۰) توسـط سـمپلر از لخته جداسـازی شد و در میکروتیوپ‌هـای جداگانـه قرار گرفت. از سـرم به دسـت آمده برای سـنجش فاکتورهای پروتئین کل، آلبومین، ایمونوگلوبین، اسـیداوریک، تری گلیسـرید، گلوکز، آلانین آمینوترانسفراز، آسپارتات آمینو ترانسفراز، کلسـترول، بیلـی روبین و لیزوزیم اسـتفاده گردید. تعییـن میزان آلانین آمینوترانسفراز و آسـپارتات آمینو ترانسفراز به روش آنزیماتیک کینتیک صورت گرفت (۳۶). میزان آلبومین، پروتئین کل، اسیداوریک، بیلی‌روبین و ایمنوگلوبین با اسـتفاده از کیت‌های آزمایشگاهی (شرکت پارس آزمون، تهران) و به وسـیله دسـتگاه اتوآنالایزر (مـدل Eurolyser, Belgium) اندازه گیری گردید (۸). اندازه‌گیری گلوکز و کلسـترول سرم خون به روش آنزیماتیک گلوکز اکسیداز و کلسترول پراکسیداز انجام گرفت. بدین منظور از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل RA، ۱۰۰۰ شرکت Technicon، ساخت کشور آمریکا و به‌کارگیری کیت‌های Man ایران) میزان گلوکز و کلسترول برحسـب mg/dl محاسـبه گردید (۴۳). تعیین میزان تری گلیسـرید به روش آنزیمی گلیسروفسـفات دهیدروژناز (GOT،PAP) انجام شـد. برای سـنجش میزان لیزوزیم سرمی از روش توصیه‌شـده توسط Ellis در سال ۱۹۹۰ اسـتفاده شد. فعالیت مکمل فرعی Alternative complement activity (ACH۵۰) بر اساس روش نورسنجی سنجیده شد (۱۲).

تجزیـه و تحلیـل آمـاری داده‌ها: ابتـدا نرمال بودن داده‌هـا با آزمون

Archive of SID

جدول ۱. تأثیر جیره حاوی سطوح مختلف سلماناکس (درصد) بر شاخص‌های رشد بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان. حروف کوچک متفاوت (a, b, c) در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌باشد ($P\leq$۰/۰۵). طول اولیه (Li)، وزن اولیه (Wi) ، طول نهایی (FL)، وزن نهایی (FW)، افزایش وزن (WG)، درصد افزایش وزن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR)، فاکتور وضعیت (CF).

شاخص	تیمار			
	شاهد	۲	۴	۶
Li (cm)	۱۰/۴۱±۰/۱۷	۱۰/۶۷±۰/۰۵	۱۰/۴۷±۰/۳۳	۱۰/۶۰±۰/۱۰
Wi (gr)	۱۹/۱۱± ۰/۰۳	۱۹/۰۸± ۰/۰۷	۱۹/۰۶± ۰/۰۴	۱۹/۰۸± ۰/۰۴
FL (cm)	۱۷/۳۳± ۰/۵۸ ab	۱۷/۵۰± ۰/۸۷ ab	۱۸/۳۳±۱/۲۶ a	۱۶/۳۳± ۰/۲۶ b
BW (gr)	۷۸/۶۷±۱/۱۵ b	۸۲/۶۷ ±۱/۵۳ b	۹۳/۰۰±۱/۰۰ a	۶۱/۰۰ ±۵/۲۹ c
WG (gr)	۵۹/۴۲± ۱/۰۴ b	۶۳/۵۸± ۱/۵۳ b	۷۴/۰۹±۱/۰۸ a	۴۲/۰۲±۵/۲۷ c
BWI (gr)	۷۵/۵۴±۰/۲۲ b	۷۶/۹۱±۰/۴۴ b	۷۹/۶۶±۰/۳۱ a	۶۸/۷۲±۲/۷۹ c
SGR(درصد)	۲/۳۴±۰/۰۲ b	۲/۴۴±۰/۰۳ b	۲/۶۵±۰/۰۳ a	۱/۹۴±۰/۱۵ c
CF	۱/۴۰±۰/۱۷	۱/۵۴±۰/۳۳	۱/۵۶±۰/۲۲	۱/۵۲±۰/۱۳

جدول ۲. تأثیر جیره حاوی سطوح مختلف مکمل غذایی سلماناکس (درصد) بر پارامترهای خونی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان. حروف کوچک متفاوت (a, b, c) در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌باشد ($P\leq$۰/۰۵). هماتوکریت (HTC)، هموگلوبین (Hb)، گلبول قرمز(RBC)، گلبول سفید(WBC)، لنفوسیت (Lym)، نوتروفیل (Neu)، منوسیت (Mon)، حجم متوسط گلبول قرمز (MCV)، میزان متوسط هموگلوبین (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین(MCHC).

پارامتر	تیمار			
	شاهد	۲	۴	۶
HTC (درصد)	۴۲/۰۰ ± ۳/۶۱	۴۲/۰۰ ± ۱/۷۳	۴۴/۰۰ ± ۲/۰۰	۴۷/۰۰ ± ۲/۶۵
Hb (درصد)	۶/۰۰ ± ۰/۴۰ b	۶/۲۳ ± ۰/۲۱ b	۶/۶۰ ± ۰/۳۶ ab	۶/۹۷ ± ۰/۲۱ a
RBC (TC/ mm^3)	۱/۰۴ ± ۰/۰۶ b	۰/۹۹ ± ۰/۰۶ b	۱/۱۰ ± ۰/۱۱ b	۱/۲۸ ± ۰/۱۱ a
WBC (TC/ mm^3)	۸۲۶۰/۰۰ ± ۳۴۲/۲۰ c	۹۹۳۱/۶۷ ± ۶۳۰/۳۲ bc	۱۱۶۰۳/۳۳ ± ۱۵۵۳/۰۷ ba	۱۲۵۰۰/۰۰ ± ۱۲۰۰/۰۰ a
(µ/ml) Lym	۹۶/۱۷ ± ۱/۰۵ a	۹۲/۴۰ ± ۲/۶۹ ab	۸۹/۱۰ ± ۳/۰۵ b	۸۶/۹۷ ± ۶/۹۹ b
Neu (درصد)	۲/۳۹ ± ۱/۱۸ b	۶/۲۸ ± ۱/۳۱ ab	۹/۵۶ ± ۱/۴۲ ab	۱۱/۱۳ ± ۱/۵۲ abc
Mon (درصد)	۱/۴۴ ± ۰/۱۱	۱/۳۲ ± ۱/۰۶	۱/۳۱ ± ۰/۵۴	۱/۰۲ ± ۰/۵۳
(fl) MCV	۴۰۵/۸۰ ± ۵۰/۳۳	۴۲۵/۹۰ ± ۴۲/۵۵	۴۰۰/۵۰ ± ۲۷/۸۵	۳۷۰/۰۰ ± ۳۷/۰۴
(pg) MCH	۵۷/۹۰ ± ۵/۶۸	۶۳/۱۳ ± ۴/۹۲	۶۰/۱۰ ± ۴/۶۵	۵۴/۸۳ ± ۴/۷۹
MCHC (درصد)	۱۴/۳۰ ± ۰/۳۶	۱۴/۸۳ ± ۰/۴۹	۱۵/۰۰ ± ۰/۲۰	۱۴/۸۳ ± ۰/۳۸

کولموگراف–اسمیرنوف بررسی شد. سپس به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از تجزیه واریانس یکطرفه (One- way ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن (Duncan test) در سطح معنی‌دار ۵درصد استفاده گردید. از نرم افزار Spss نسخه ۱۷ برای آنالیزهای آماری استفاده گردید.

نتایج

شاخص‌های رشد: جدول ۱ نتایج شاخص‌های رشد بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان طی ۸ هفته تغذیه با جیره‌های مختلف را نشان می‌دهد. هیچگونه علائم بیماری در بین ماهیان تیمارهای مختلف در انتهای آزمایش مشاهده نگردید. افزودن پروبیوتیک در جیره بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان سبب بهبود شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه غذایی گردید. نتایج نشان داد که ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۴ درصد پربیوتیک سلماناکس دارای شاخص‌های رشد (طول نهایی، وزن نهایی، افزایش وزن، درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه) بهتری در مقایسه با ماهیان شاهد بودند ($P\leq$۰/۰۵). بالاترین و پایین‌ترین وزن نهایی به ترتیب در تیمار ۴ درصد و ۶ درصد سلماناکس مشاهده گردید که در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) را نشان می‌دهد. بیشترین درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه درتیمار ۴ درصد سلماناکس مشاهده گردید که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) را نشان داد.

فاکتورهای خون شناسی: بیشترین تعداد گلبول قرمز خون (۰/۱۱ ± ۱/۲۸) در تیمار ۶ درصد سلماناکس مشاهده گردید (جدول ۲) که در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) داشت. بیشترین تعداد گلبول سفید (۱۲۰۰/۰۰ ± ۱۲۵۰۰/۰۰) در تیمار ۶ درصد سلماناکس و کمترین میزان گلبول سفید خون در تیمار شاهد (۳۴۲/۲۰ ± ۸۲۶۰/۰۰) مشاهده گردید. نتایج حاصل از شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۴ درصد و ۶ درصد سلماناکس با گروه شاهد از حیث درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تأثیر سطوح مختلف مکمل غذایی سلماناکس (درصد) بر پارامترهای بیوشیمیایی خون بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان. حروف کوچک متفاوت (a, b, c) در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌باشد ($P\leq$۰/۰۵). آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST)،آلانین آمینوترانسفراز(ALT)، آلبومین(Alb)، پروتئین کل(TP)، گلوکز(Glu)، کلسترول(Chol)، تری گلیسرید(TG)، ایمونوگلوبین(Igm)، اسیداوریک(U asid)، بیلی روبین(Bill Dir)، لیزوزیم(Lyso).

پارامتر	تیمار			
	شاهد	۲	۴	۶
(U/l) AST	۲۱۸/۷۷ ± ۲۰/۰۰	۲۱۳/۲۰ ± ۴۳/۱۷	۲۱۶/۰۷ ± ۴/۷۶	۲۰۹/۹۰ ± ۵/۱۵
(U/l) ALT	۱۵/۴۳ ± ۱/۱۸	۱۴/۷۳ ± ۱/۱۶	۱۵/۰۰ ± ۳/۴۶	۱۴/۴۳ ± ۱/۸۶
(g/dl) Alb	۱/۶۷ ± ۰/۲۱ ^{c}	۱/۹۰ ± ۰/۲۰ ^{bc}	۲/۳۰ ± ۰/۳۶ ^{b}	۲/۸۳ ± ۰/۲۵ ^{a}
(g/dl) TP	۲/۷۷ ± ۰/۵۵	۲/۹۳ ± ۰/۴۲	۳/۱۷ ± ۰/۳۱	۳/۶۰ ± ۰/۴۴
(mg/dl) Glu	۴۱/۷۳ ± ۳/۷۰ ^{b}	۴۳/۲۰ ± ۳/۲۲ ^{b}	۵۲/۲۷ ± ۱/۸۳ ^{a}	۵۴/۵۳ ± ۳/۱۶ ^{a}
(mg/dl) Chol	۲۳۱/۷۷ ± ۶/۱۷ ^{a}	۲۲۰/۲۰ ± ۴/۸۴ ^{bc}	۲۲۹/۲۳ ± ۷/۴۰ ^{ab}	۲۱۶/۱۷ ± ۲/۰۳ ^{c}
(mg/dl) TG	۴۲۹/۹۳ ± ۷/۹۰ ^{a}	۴۱۰/۷۳ ± ۴/۷۶ ^{bc}	۴۱۹/۵۷ ± ۹/۵۱ ^{ab}	۴۰۴/۷۳ ± ۶/۴۰ ^{c}
(mg/dl) Igm	۶۸/۶۷ ± ۱۶/۴۴ ^{b}	۷۱/۲۰ ± ۳/۶۸ ^{b}	۸۰/۲۳ ± ۴/۸۵ ^{ab}	۹۵/۴۷ ± ۴/۲۰ ^{a}
(mg/dl) U asid	۰/۳۲ ± ۰/۰۶	۰/۲۹ ± ۰/۰۷	۰/۲۲ ± ۰/۰۶	۰/۲۰ ± ۰/۱۰
(ml/dl) Bill Dir	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۳ ± ۰/۰۲ ^{b}	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ ^{ab}
(µ/ml) Lyso	۴/۷۹ ± ۰/۱۲ ^{b}	۵/۳۱ ± ۰/۶۰ ^{ab}	۴/۸۶ ± ۰/۲۵ ^{b}	۵/۸۰ ± ۰/۳۹ ^{a}

لنفوسیت مشاهده شد، بطوریکه بیشترین درصد لنفوسیت مربوط به گروه شاهد (۱/۰۵ ± ۹۶/۱۷) بود. بالاترین میزان نوتروفیل در تیمار ۶ درصد سلماناکس بود که در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری($P\leq$۰/۰۵) داشت. تفاوت معنی‌داری در مقدار مونوسیت خون بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. بیشترین مقدار هموگلوبین (۲/۶۵ ± ۴۷/۰۰) مربوط به تیمار ۶ درصد سلماناکس بود. اما بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری ($P\geq$۰/۰۵) مشاهده نگردید. نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایش و گروه شاهد از لحاظ میزان هماتوکریت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بالاترین میزان هماتوکریت در تیمار ۶ درصد سلماناکس (۲/۶۵ ± ۴۷/۰۰) مشاهده گردید. همچنین تفاوت معنی‌داری در حجم متوسط گلبول قرمز (MCV)، میزان متوسط هموگلوبین (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین (MCHC) در بین تیمارهای آزمایش مشاهده نگردید ($P\geq$۰/۰۵).

شاخص‌های بیوشیمیایی سرم: نتایج شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسمای خون بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده تفاوت معنی‌داری در میزان آسپارات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز پلاسما تیمارهای مختلف وجود نداشت ($P\geq$۰/۰۵). بیشترین و کمترین میزان آلبومین به ترتیب در تیمارهای ۶ درصد سلماناکس (۰/۲۵ ± ۲/۸۳) و شاهد (۰/۲۱ ± ۱/۶۷) مشاهده گردید. تیمار ۲ درصد سلماناکس در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ($P\geq$۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری در پروتئین کل سرم خون تیمارهای مختلف مشاهده نگردید ($P\geq$۰/۰۵). کمترین میزان گلوکز متعلق به تیمار شاهد و بیشترین آن مربوط به تیمار ۶ درصد سلماناکس بوده است. کمترین و بیشترین میزان کلسترول و تری‌گلیسرید به ترتیب در تیمارهای ۶ درصد سلماناکس و شاهد مشاهده گردید. در حالیکه تیمارهای ۴ درصد سلماناکس و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول۳). بالاترین میزان ایمنوگلوبین در تیمار ۶ درصد سلماناکس و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده گردید که در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) داشت. تفاوت معنی‌داری در اسید اوریک و بیلی روبین کل سرم خون بین تیمارها مشاهده نشد ($P\geq$۰/۰۵). بالاترین میزان بیلی روبین مستقیم (Bill Dir) در تیمار ۲ درصد سلماناکس (۰/۰۱ ± ۰/۰۵) مشاهده گردید. ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد با تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P\geq$۰/۰۵). مقادیر فعالیت لیزوزیمی در تیمارهای ۲ درصد و ۴ درصد سلماناکس در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ولی بین تیمار ۶ درصد سلماناکس (۰/۳۹ ± ۵/۸۰) و تیمار شاهد (۰/۱۲ ± ۴/۷۹) تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) مشاهده گردید.

بحث

استفاده از مکمل‌های غذایی که در بالا بردن سیستم ایمنی نقش دارند از جمله راهکارهایی بوده که علاوه بر تامین مواد لازم جهت رشد و نمو موجودات، می‌توانند در بهبود کیفیت، سلامت و افزایش مقاومت در برابر پاتوژن‌های بیماریزا و استرس نیز مفید واقع گردند (۳۸). در این میان پربیوتیک‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و نتایجی مبنی بر تغییر و افزایش فاکتورهای ایمنی و افزایش رشد فیل ماهی (*Huso huso*) گزارش شده است (۱۹،۴۱).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزودن پربیوتیک سلماناکس به جیره غذایی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان سبب بهبود شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه غذایی گردیده است. بالاترین وزن نهایی و بیشترین درصد میزان افزایش وزن بدن، طول نهایی، فاکتور وضعیت و نرخ رشد ویژه درتیمار ۴ درصد سلماناکس مشاهده گردید که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) را

www.SID.ir

Archive of SID

نشان داد. Qin و همکاران در سال ۲۰۱۴ گزارش کردندکه نرخ رشد ویژه در ماهیان زبرا دانیو (*Danio rerio*) تغذیه شده با پربیوتیک کیتوزان درمقایسه با گروه شاهد تفاوتی نداشت (۳۱). Merrifield و همکاران در سال ۲۰۱۰ تأثیر پدیوکوکوس اسیدی لاکتیسی را بر رشد، شاخص تغذیه‌ای، کلنی روده و پارامترهای سلامتی ماهی قزل آلای رنگین‌کمان بررسی کردند و برخلاف تحقیق حاضر هیچ اثر معنی‌داری بر فاکتورهای رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نیافتند (۲۴). اغلب پربیوتیک‌ها در دسته‌ی الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم قرار می‌گیرند که به دلیل فقدان آنزیم‌های هیدرولیزکننده‌ی اتصالات نوع β بین واحدهای منوساکاریدی، توسط بسیاری از موجودات از جمله ماهی‌ها قابل جذب نمی‌باشند. لذا در برابر فرایند گوارش مقاومت کرده و تنها توسط برخی باکتری‌های بی‌هوازی موجود در دستگاه گوارش قابلیت تجزیه شدن می‌باشند. این باکتری‌ها بیشتر شامل بایفیدوباکترها، لاکتوباسیلوس‌ها و بسیاری از باکتری‌های اسید لاکتیک بوده که قادرند به طریق تخمیر از الیگوساکاریدها تغذیه نموده و در نهایت اثرات مفیدی برای میزبان به همراه داشته باشند. بنابراین تغذیه ماهی با این نوع کربوهیدرات‌ها می‌تواند سبب افزایش جمعیت باکتری‌های مفید روده به ویژه بایفیدوباکترها و باکتری‌های اسید لاکتیک شود (۱۸). Hoseinifar و همکاران در سال ۲۰۱۳ بیان کردند که استفاده از پربیوتیک گالاکتو الیگوساکارید در جیره غذایی ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) باعث افزایش رشد این ماهی می‌شود به‌طوری که جیره حاوی ۲ درصد پربیوتیک تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) با سایر تیمارها و گروه شاهد داشت (۲۰). Li و همکاران در سال ۲۰۰۵ بهبود رشد و پارامترهای ایمنی و درصد زنده ماندن ماهیان هیبرید باس راه راه (*Morone chrysops* × *Morone saxatili*) را تحت تأثیر پربیوتیک تجاری گروبیوتیک و مخمر آبجو گزارش کردند (۲۳). در بررسی انجام شده توسط Akrami و همکاران در سال ۲۰۱۲ مشخص شد که پربیوتیک مانان الیگوسارید بر فاکتورهای رشد گونه ماهی حوض (*Carassius auratus gibelio*) مؤثر است (۲). Hajibeglou و Sudagar در سال ۲۰۱۱ تأثیری پربیوتیک ایمنووال را روی برخی فاکتورهای رشد (وزن نهایی، طول نهایی و نرخ رشد ویژه) در ماهی پلاتی (*Xiphophorus maculatus*) مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند این پربیوتیک روی فاکتورهای رشد تأثیری ندارد (۱۷). یکی از شاخص‌های مهم و قابل اطمینان جهت تعیین وضعیت سلامت و فیزیولوژی انواع آبزیان، سنجش فاکتورهای خونی بوده که تحت تأثیر تغذیه، عوامل محیطی، سن، سیکل جنسی و سایر موارد فیزیولوژیک می‌باشد (۶،۱۳). به‌طور کلی محققین بر این باورند که فاکتورهای خونی در ماهیان مختلف با هم تفاوت دارد و ارتباط زیادی با شرایط محیط پرورش، اندازه و سن ماهی، نوع گونه، کمیت و کیفیت غذا دارد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان هماتوکریت، MCH، MCV و MCHC تیمار شاهد و تیمارهای پربیوتیک سلماناکس وجود نداشت اما میزان هموگلوبین، تعداد گلبول قرمز و گلبول سفید با افزایش سطح مصرف سلماناکس در جیره افزایش یافت به‌طوری که بالاترین میزان در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۶ درصد سلماناکس مشاهده گردید و تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها و تیمار شاهد داشت. نتایج این تحقیق با نتایج Hoseinifar و همکاران در سال ۲۰۱۱ که حاکی از تأثیری الیگوفروکتوز بر فاکتورهای خونی فیل ماهی (*Huso huso*) بود که سبب افزایش مقدار گلبول‌های سفید خون و درصد لنفوسیت‌ها گردید، همخوانی دارد (۱۹). Yarahmadi و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش کردند که استفاده از ویتامین در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تأثیری روی گلبول قرمز و هموگلوبین نداشت اما هماتوکریت و گلبول سفید را افزایش داد (۴۹). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش سطح سلماناکس در جیره میزان لنفوسیت و مونوسیت کاهش پیدا کرد که این نتایج می‌تواند نشان دهنده تأثیر سوء کاربرد پربیوتیک سلماناکس روی این پارامترها باشد. اگرچه در مطالعه حاضر بیشترین میزان نوتروفیل در تیمار ۶ درصد سلماناکس مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) با تیمار ۲ و ۴ درصد داشت. آنزیم‌های سرم در بسیاری از اندام‌های حیاتی ماهی به ویژه کبد، قلب و عضلات یافت می‌شوند. آسیب‌های بافتی و بیماری‌های این اندام‌ها می‌تواند باعث آسیب غشای سلولی این اندام‌ها و تخلیه این آنزیم‌ها در افزایش سطح سرمی آن‌ها گردد (۴۵). گلوکز خون پارامتر بسیار تغییرپذیری است که شدیدا تحت تأثیر استرس‌های دستکاری و محیطی مانند وضعیت تغذیه ای، تغییرات فصلی و بلوغ جنسی قرار دارد (۳۰). میزان گلوکز خون ماهیان در شرایط طبیعی بسته به گونه ماهی ۲۵تا ۳۵ mg/dl می‌باشد (۳۷). اما در مطالعه حاضر میزان گلوکز بین ۴۱ تا ۵۴ mg/dl بود. میزان پروتئین تام پلاسما یک پارامتر وابسته برای ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک ماهی است. به طورکلی افزایش درغلظت پروتئین تام و آلبومین می تواند به علت واکنشهای غیر اختصاصی قوی تر در ماهی باشد. در تحقیق حاضر افزایش پروتئین تام و آلبومین نشان دهنده عملکرد مناسب کلیه و کبد تحت تأثیر پربیوتیک سلماناکس می‌باشد (۴۱). Andrews و همکاران در سال ۲۰۰۷ با افزودن مانان الیگوساکارید به جیره غذایی ماهیان انگشت قد کپور هندی (*Labeo rohita*) افزایش معنی‌داری را در میزان گلبول سفید، گلبول قرمز، هموگلوبین، پروتئین سرم، آلبومین و گلوبولین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی پربیوتیک مانان الیگوساکارید در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نمودند (۵) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. Hoseinifar و همکاران در سال ۲۰۱۴ گزارش کردند که استفاده از پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید دارای اثرات مثبتی بر پارامترهای خونی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) دارد (۲۱). افزایش سطح آنزیم‌های سرمی نشان دهنده آشفتگی سلولی و ورود آنزیم‌ها از سیتوپلاسم سلول‌ها به سرم می‌باشد. به‌طوری که در انسان و برخی حیوانات خونگرم از این آنزیم‌ها به عنوان معرف‌های آسیب‌های بافتی خاص استفاده می‌شود. در ماهی قزل‌آلا

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش آنزیم آلکالین فسفاتاز به دنبال برخی استرس‌ها مثل استرس شوری و سموم محیطی و بیماری‌های عفونی گزارش شده است (۴۲). در این مطالعه نیز با افزایش سطح استفاده از پربیوتیک سلماناکس در جیره ماهی قزل‌آلا میزان این آنزیم‌ها کاهش پیدا کرد. ALT یا گلوتامیک پیرورویک ترانس آمیناز (SGPT) وآسپارتات آمینوترانسفراز (AST) یا گلوتامیک اکسالوستات ترانس آمیناز (SGOT) آنزیم انتقال دهنده گروه آمین هستند که در برخی از بافت‌های بدن تولید می‌شوند، ولی امروزه به عنوان دو آنزیم برای تشخیص تخریب سلول‌های کبدی و عضلانی کاربرد دارند (۶). کاهش این آنزیم‌ها تحت اثر سلماناکس نشان دهنده تأثیر مثبت این پربیوتیک بر ماهی قزل‌آلا رنگین کمان می‌باشد. لیزوزیم یک آنزیم ضد باکتری است که به علت دسترسی به لایه‌ی داخلی پپتیدوگلیکان به طور مؤثری فعالیت نموده و باکتری را تخریب می‌کند. بدین ترتیب به طور غیر اختصاصی از رشد میکروارگانیسم‌های بیماریزا جلوگیری می‌کند (۳۴). همچنین به نظر می‌رسد این آنزیم فعالیت ضد ویروسی داشته و در نتیجه به عنوان یک بخش مهم از مکانیسم دفاع غیر اختصاصی به شمار می‌رود (۹). در این مطالعه نیز بالاترین میزان فعالیت آنزیم لیزوزیم در تیمار ۶ درصد سلماناکس مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) با شاهد و تیمار ۴ درصد داشت. کلسترول ترکیبی ضروری برای ساختارغشای سلولی است. افزایش غلظت کلسترول در سرم خون می‌تواند در نتیجه آسیب به کبد یا سندرم کلیه و همچنین نشان دهنده عدم تعادل لیپیدهای جیره باشد (۲۲). در این مطالعه، کلسترول خون در ماهیان تیمارشده با سلماناکس در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت. میزان تری گلیسرید در تیمار ۴ درصد سلماناکس بالاتر از بقیه تیمارها بود که تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) با تیمار شاهد و تیمار ۶ درصد سلماناکس داشت. Yarahmadi و همکاران در سال ۲۰۱۱ اثرات سطوح مختلف پربیوتیک‌های فروکتوالیگوساکارید، مانان الیگوساکارید و *Bacillus clausii* را روی فاکتورهای کلسترول و تری گلیسرید کفشک ماهی ژاپنی (*Cleisthenesher zensteini*) مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که تفاوت معنی داری بین تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد وجود ندارد (۴۹) که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد. میزان اسید اوریک و بیلی‌روبین تیمارها با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. بر اساس یافته‌های موجود در این تحقیق و یافته‌های دیگر پژوهشگران مشاهده می‌شود که فاکتورهایی مانند عوامل محیطی (فصول سال، شوری، دوره نوری، درجه حرارت وتراکم)، عوامل فیزیولوژیکی (گونه آبزی، سیکل تولیدمثلی و وضعیت بلوغ، سن، جنس وشرایط تغذیه ای)، زمان نمونه گیری، چگونگی تهیه نمونه، دقت و حساسیت روش‌های اندازه گیری می‌توانند بر فعالیت پارامترهای بیوشیمیایی خون تأثیرگذاشته و باعث اختلاف در نتایج شوند (۴۷). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج Welker و همکاران در سال ۲۰۰۷ که نشان دادند اضافه کردن پربیوتیک مانان-الیگوساکارید در جیره گربه ماهی روگاهی (*Ictalurus punctatus*) بر فاکتورهای خونی این ماهی مؤثر نبوده (۴۶) و نتایج Yuji sado and De Almeida در سال ۲۰۰۸ که نشان دادند افزودن ۶ سطح مانان‌الیگوساکارید به جیره تیلاپیای رود نیل هیچ تأثیری بر فاکتورهای خونی این ماهی نداشته و سبب افزایش تعداد گلبول‌های سفید نگردید (۲۳،۴۹) و همینطور با نتایج Akrami در سال ۲۰۱۲ که نشان داد پربیوتیک اینولین تأثیری بر فاکتورهای خونی فیل ماهیان جوان (*Huso huso*) ندارد، همخوانی ندارد (۲).

Ranjdoost و همکاران در سال ۲۰۱۸، طی بررسی تأثیر پری‌بیوتیک سلماناکس و پروبیوتیک باسیلی بر ماهی کپور معمولی (Cyprinus *carpio*) گزارش نمودند استفاده از این پری‌بیوتیک سبب کاهش استرس در ماهی کپور گردید (۳۲). از سوی دیگر، Bivareh و Jafarian در سال ۲۰۱۹، تأثیر دو پری‌بیوتیک تجاری ایمکس، سلماناکس مایع و مخلوط آن‌ها باهم در جیره غذایی بچه ماهیان نورس کپور معمولی بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه و میزان مقاومت در برابراسترس‌های محیطی بررسی نمودند. نتایج این محققین حاکی از این بود که مدت زمان زنده مانی به ماهیان در برابر استرس‌های محیطی در تمام تیمارهای تحت تأثیر پربیوتیک به شکل معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد بود که همراستا با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد بطوریکه در تحقیق حاضر نیز افزایش رشد و بقا ماهیان در نتیجه استفاده از پری‌بیوتیک مشاهده گردید (۷).

بطورکلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از پربیوتیک سلماناکس در جیره غذایی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان باعث افزایش میزان گلبول سفید و قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، ایمونوگلوبین و آلبومین گردید. لذا استفاده از پربیوتیک سلماناکس در جیره غذایی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان با توجه به بهبود شاخص‌های رشد، تغذیه و بهبود شاخص‌های هماتولوژیکی و بیوشیمیایی بوسیله پرورش دهندگان توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله نگارندگان مقاله کمال تشکر و قدردانی را از کارشناسان محترم دانشگاه زابل و دانشگاه گنبد کاووس و همچنین کلیه عزیزانی که در انجام این تحقیق ما را یاری فرمودند دارند.

تعارض در منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارض در منافع گزارش نشده است.

References

1. Adel, M., Safari R., Yeganeh, S., Ahmadvand, S., Ahmadvand S. (2015). Effect of a dietary pre-biotic (GroBiotic®-A) on growth performance, hematological, biochemical and immunological

www.SID.ir

Archive of SID

parameters of juvenile beluga (*Huso huso*). Res J, 4(3), 89-100.

2. Akrami, R., Chitsaz, H., Hezarjaribi, A., Ziaei, R. (2012). Effect of dietary mannan oligosaccharide on growth performance and immune response of Gibel carp juveniles (*Carassius auratus* gibelio). J Veter Adv, 2(10), 507-513.
3. Akrami, R., Haji Moradlou, M., Matinfar, A., Abedi, K., Ali Mohammadi, A. (2009). Effects of different levels of prebiotic inulin diet on growth indices, nutrition, survival rate and body composition of young freshwater fish. J Res Gor Uni Agric Sci Nat Res, 13-15.
4. Alishahi, M., Ranjbar, M., Ghorbanpour, M., Peyghan, R., Mesbah, M., Razijalali, M. (2010). Effects of dietary *Aloe vera* on specific and nonspecific immunity of Common carp (*Cyprinus carpio*). J Vet Res, 43, 85-91. https://doi.org/10.3923/javaa.2011.1209.1213
5. Andrews, S.R., Sahu, N.P., Pal, A.K., Kumar, S. (2009). Haematological modulation andgrowth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietarymannan oligosaccharide, yeast extract, proteinhydrolysate and chlorella. Aquat Res, 41, 61-69. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02304.x
6. Ayoola, S.O., Uzoamaka, O.O. (2013). Effect of Allium sativum on growth, feed utilization and haematological parameters of *Clarias gariepinus* juvenile. Afr J Livestock Exten, 12, 1-7.
7. Bivareh, M.R., Jafarian, H. (2018). The effect of A-Max, Celmanax liquid and mixed in diet of Common carp (*Cyprinus carpio*) fingerling, on growth indices, and feeding and resistace on environmental stress. J Aquat Dev, 12(4), 1-16.
8. Borges, A., Scotti, L. V., Siqueira, D. R., Jurinitz, D. F., Wassermann, G. F. (2004). Hematologic and serum biochemical values for jundia (*Rhamdia quelen*). Fish Physiol Biochem, 30, 21-25.
9. Choi, S.H., Park, K.H., Yoon. T.H., Kim, J.B., Jang, Y.S., Choe, C.H. (2008). Dietary Korean mistletoe enhances cellular non‹specific immune responses and survival of Japanese eel (*Anguilla japonica*). Fish Shell Immun, 24, 67-77. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2007.08.007
10. Daniels, C. L., Merrifield, D. L., Boothroyd, D. P., Davies, S. J., Factor, J. R., Arnold, K. E. (2010). Effect of dietary Bacillus spp. and mannan oligosaccharides (MOS) on European lobster (*Homarus gammarus* L.) larvae growth performance, gut morphology and gut microbiota. Aquaculture, 304, 49-57.
11. Djauhari, R., Widanarni, S., Muhammad Agus Suprayudi, Muhammad Zairin, Jr. (2017). Growth erformance and health status of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Supplemented with Prebiotic from Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Extract. Pakis J of Nutri, 16(3), 155-163.
12. Ellis, A.E. (1990). Lysozyme assays. In: Techniques in Fish Immunology. J.S. Stolen; D.P. Fletcher; B.S. Anderson and W.B. Van Muiswinkel (eds.) SOS Publication, USA. p. 101-103.
13. Erfan S., Dae-jung K., Mohseni M., Yun H., Bai S. (2015). Effects of salinity changes on hematological responses in juvenile ship sturgeon Acipenser nudiventris. Fish Aquat Sci, 18(1), 45-50. http://dx.doi.org/10.5657/FAS.2015.0045
14. George, I. and N. Teroki. (1999). Fish Immune System Organism, Pathology and Environment. Academ Press. USA.68p.
15. Gharaei, A ., Esmaili-sari, A., Jafari-Shemoshaki, V., Ghaffari, M. (2008). Belugo (*Huso huso*, Brandet 1896) bioenergyetics under dietary methyl mercury. Fish Physiol Biochem, 34, 473-482.
16. Gholipour Kanani, H., Mirzargar, S.S., Soltani, M., Ahmadi, M., Arabshahifar, A., Bahona, A., Yousefi, P. (2011). Anesthetic effect of tricaine methanesulfonate, clove oil and electro anesthesia on lysozyme activity of *Oncorhynchus mykiss*. Iran J Fish Sci, 10, 393-402.
17. Hajibeglou, A., Sudagar, M. (2011). Effect of Dietary Probiotic Level on the Reproductive Performance of Female Platy (*Xiphophorus maculatus*). J Agric, 6(3), 119-123. https://doi.org/10.3923/javaa.2011.1209.1213
18. Hasanpour Fattahi, A., Jafaryan, H., Khosravi, A.R. (2015). The combined effects of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus niger* on the haematological and biochemical parameters of cultured juvenile beluga (*Huso huso*). J

www.SID.ir

Vet Res, 70(4), 463-473.
19. Hoseinifar, S. H., Mirvaghefi, A., Merrifield, D. L., Amiri, B. M., Yelghi, S., Bastami, K. D. (2011). The study of some haematological and serum biochemical parameters of juvenile beluga (*Huso huso*) fed oligofructose. Fish physiol biochem, 37, 91-96. https://doi.org/10.1007/s10695-010-9420-9
20. Hoseinifar, SH., Khalili, M., Rostami, HK., Esteban, MA. (2013). Dietary galactooligosaccharide affects intestinal microbiota, stress resistance, and performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. Fish Shellfish Immunol, 35, 1416-1420
21. Hoseinifar, SH., Soleimani, N., Ringø, E. (2014). Haemato‹immunological parameters, performance, gut microbiota and stress resistance of carp fry (*Cyprinus carpio*). Fed dietary fructooligosaccharide. Br J Nutr, 13, 25-37.
22. Imanpour, M. R., Ahmadi, A. R., Kabir, M. (2011). Effects of sub lethal concentration of Chloramin T on growth, survival, hematocrit and (*Rhamdia quelem*). Fish Physiol Biochem, 30, 21-25.
23. Li, P., Delbert, M., Gatlin, D. M. (2005). Evaluation of the prebiotic GroBiotic TM AE and brewer's yeast as dietary supplements for Sub‹adult hybrid Striped bass (*Morone chrysops* × *M.saxatilis*) challenged in situ with Mycobac-
24. terium marinum. J Aquac, 248, 197-205. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.03.005
Merrifield, D.L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S.J., Baker, R.T.M., Bogwald, J., Castex, M., Ringo, E. (2010). The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. J Aqua, 302 (1-2), 1-18. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.02.007
25. Mohamadian, T., Zafari, S., Mohiseni, M., Nematdoost, B. (2017). Comparison of different concentration of *Lactobacillus casei* bacteria on some non-specific immune response rain bow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in challenge with lead heavy metal toxicity in the diet. Aquac Int, 24, 225-242. http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.71206
26. Mohammadian, T., Alishahi, M., Tabande, M.R, Doos Ali, Z., Jangaran Nejad, A. (2017). Effect of different levels of *Lactobacillus casei* on growth performance and digestive enzymes activity of Shirbot (*Barbus gryprus*). J Vet Res, 72(1), 43-52.
27. Mona, M.H., Rizk, E.T., Salama, W.M., Younis, M.L. (2015). Efficacy of probiotics, prebiotics, and immunostimulant on growth performance and immunological parameters of *Procambarus clarkii* juveniles. J Basic Appl Zool, 69, 17-25. https://doi.org/10.1016/j.jobaz.2015.07.002
28. Nasopoulou, C., Zabetakis, I. (2012). Benefits of fish oil replacement by plant originated oils in compounded fish feeds. A review. LWT-Food Sci Tech, 47(2), 217-224. http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.018
29. Noga, E. J. (2010). Fish disease: Diagnosis sound treatment. A Black well Publishing Company. p. 374.
30. Prasad, G., Charles, S. (2010). Haematology and leucocyte enzyme cytochemistry of a threatened yellow catfish (*Horabagrus brachysoma*). Fish Phys Biochem, 36, 435-443. https://doi.org/10.1007/s10695-009-9313-y
31. Qin, C., Xu, L., Yang, Y., He, S., Dai, Y., Zhao, H., Zhou, Z. (2014). Comparison of fecundity and offspring immunity in zebrafish fed *Lactobacillus rhamnosus* CICC 6141 and Lactobacillus casei BL23. J Rep, 147, 53-64. https://doi.org/10.1530/REP-13-0141
32. Ranjdost, M., Jafaryan, H., Harsig, M., Gholipour Kananni, H. (2018). The effect of Celmanax prebiotic and five probiotic Bacilli species on the decreasing of stress of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) during transportation with different salinity. J Aquat Sci, 6(9), 39-50.
33. Sang, H.M., Fotetar, R., Filer, T. (2010). Effects of dietary mannan Oligosaccharideon the survival, growth, immunity and digestive enzyme activity of fresh water C.rayfish, *Cherax destruetor*. Aquat Natr, 17(2), 629-635. https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00812.x
34. Saurabh, S., Shaoo, P. K. (2008). Lysozyme: an important defence molecule of fish innate immune system. Aquat Res, 39, 223-239. https://

www.SID.ir

Archive of SID

doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01883.x

35. Sealey, W.M., Barrows, Johansen, K.A., Overturf, K., Lapatra S.E., Hardy R.W. (2007). Evaluation of the ability of partially autolyzed yeast and grobiotic‹ato improve disease resistance in rainbow trout. N Am J Aquac, 69 (4), 400-406.
36. Shahsavani, D., Mohri, M., Gholipour Kanani, H. (2010). Determination of normal values of some blood serum enzymes in *Acipenser stellatus* Pallas. Fish Phys Biochem, 36, 39-43.
37. Shakoori, A.R., Iqbal, M.J., Mughal, A.L. (1996). Effect of sublethal doses of fenvalerate (*Asynthetic pyrethroid*) administred continuousely forfour weeks on the blood, liver and muscles of afreshwater fish (*Ctenophayngodon idella*). Bul Environ Contam and Toxicol, 57, 487-494.
38. Sheikholeslami Amiri, M., Yousefian, M., Yavari, V., Safari, R., Ghiyasi, M. (2012). Evaluation of inulin as prebiotic on Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (Walbaum, 1972) immunity Characteristics and resistance to *streptococcus* sp infection. Iran J Biol, 24(2), 303-312.
39. Soltani, M., Abdy, E.; Alishahi, M., Taheri Mirghaed, A. (2017). Growth performance, immunephysiological variables and disease resistance of common carp (*Cyprinus carpio*) orally subjected to different concentrations of *Lactobacillus plantarum*. Aquac Int, 4, 1-21.
40. Soltani, M., Sheikhzadeh, N., Ebrahimzadeh, Mousavi, H.A., Zargar, A. (2010). Effects of Zataria multiflora essential oil on innate immune responses of common carp (*Cyprinus carpio*). J Fish Aquat Sci, 5 (3), 191-199.
41. Ta'ati, R., Soltani, M., Bahmani, M., Zamini, A.A. (2011). Growth performance, carcass composition and immunophysiological indices injuvenile great sturgeon (*Huso huso*) fed on commercial prebiotic, Immunoster. Iran J Fish Scie, 10 (2), 324-335.
42. Thomas, P.G., Nurthy, T.L. (1976). Studies on the impact of a few organic pesticides on certain fish enzymes. Orissa Uni Agri Tech India, 46, 619-624.
43. Trinder, P. (1969). Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen receptor. Ann Clin Biochem, 6, 24-27.
44. Vajpayee, N., Graham, SS., Bem, S., Basic, S. (2011). Basicexamination of Blood and Bone Marrow. In: Henrys clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods. Mcpherson, R.A., Pincus, MR. (eds.) (22nd ed.). Philadelphia, Elsevier, USA. 30, 509-535.
45. Velisek, J., Svobodová, Z. (2004). Anaesthesia of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) with 2‹phenoxy ethanol: Acute toxicity and biochemical blood profile. ActaVet Brno, 73(3), 379-384. https://doi.org/10.2754/avb200473030379
46. Welker, T.L., Lim, C., Yildirim‹Aksoy, M., Shelby, R., Klesius, P.H. (2007). Immune response and resistance to stress and *Edwardsiella ictaluri*, fed diets containing commercial whole cell yeast or yeast subcomponents. J World Aquac Soc, 38(1), 24-35.
47. Williams, R.W., Warner, M.C. (1976). Some observation on the stained blood cellular elements of *Ictalurus punctatus*. J Fish Biol, 9, 491-497.
48. Xu, B., Wang, Y., Li, J., Lin, Q. (2009). Effects of prebiotic xylooligosaccharides on growth performance and digestive activities of allogynogenetic carp (*Carassius auratus* gibelio). Fish Physiol Biochem, 35, 351-357.
49. Yarahmadi, P., Kolangi Miandare, H., Farahmand, H., Mirvaghefi, A., Hoseinifar, SH., Dietary,Ye J.D., Wang, K., Li, F.D., 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*. Aquac Nutr, 17(4), 902-911. https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2011.00863.x
50. Yujisado, R., De Almeida, A.J. (2008). Feeding dietary mannan oligosaccharides to juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption. J World Aquac Soc, 39(6), 821-826. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2008.00219.x

www.SID.ir

The Effect of Celmanax Prebiotic on Growth, Hematological and Biochemical Parameters of Juvenile *Oncorhynchus mykiss*

Elmira Naeemi[1], Ebrahim Alizadeh Doghikollaee[1], Hojatollah Jafariyan[2], Ehsan Ahmadifar[1]

[1]*Departement of Fisheries, Faculty of Natural Resource, University of Zabol, Zabol, Iran*

[2]*Departement of Fisheries, Faculty of Natural Resource, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran*

(Received 17 December 2018, Accepted 4 March 2019)

Abstract:

BACKGROUND: Increasing population and food provision is one of the most important problems in the world, thus aquaculture plays an important role in the production of food and human needs.

OBJECTIVES: This study was to investigate the effect of Celmanax prebiotic on growth performance, hematological and biochemical factors of juvenile Oncorhynchus mykiss.

METHODS: For this study, 780 juvenile rainbow trout with an average weight of 18 ± 2 g were randomly divided into four groups with three replications. 0, 2, 4 and 6 percent of Celmanax were added into diets and the fishes were fed with 5% of body weight for 8 weeks 3 times. At the end of experiment, investigation of the growth indices, blood sampling and serum preparation for hematological and biochemical tests were performed.

RESULTS: The results showed that fishes fed with diets containing 4% Celmanax prebiotic had better growth indices (final length, final weight, weight gain, percentage of weight gain and specific growth rate) compared to control ($P \leq 0.05$). Comparison between experimental treatments demonstrated that immune indices significantly increased with increase of prebiotic levels in the diet ($P \leq 0.05$). So that, the highest level of hemoglobin, red blood cell, white blood cell and neutrophil were related to fishes fed with 6% of Celmanax prebiotic diet. Also, the highest levels of immunoglobulin, albumin, glucose and lsozyme and the lowest levels of cholesterol and triglyceride and cholesterol were observed in fishes fed with 6% of Celmanax prebiotic diet, which showed a significant difference with control ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIONS: Increasing levels of Celmanax prebiotic in the diet caused an improvement in the growth and immunity system of rainbow trout.

Keyword:

Celmanax prebiotic, *Oncorhynchus mykiss*, Food supplement, Growth, Immune stimulant

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Effect of different levels of Celmanax prebiotic (%) on growth indices of juvenile *Oncorhynchus mykiss*. Small letters (a, b, c) in the same line indicate significant differences ($P<0.05$) of treatment. Initial length (Li), Initial weight (Wi), Final length (FL), Final weight (FW), Weight gain (WG), Weight gain percentage (BWI), Specific growth rate (SGR), Condition factor (CF).

Table 2. Effect of different levels of Celmanax prebiotic (%) on hematological parameters of juvenile *Oncorhynchus mykiss*. Small letters (a, b, c) in the same line indicate significant differences ($P<0.05$) of treatment. Hematocrit (HTC), Hemoglobin (Hb), Red blood cell (RBC), White blood cell (WBC), Lymphocyte (Lym), Neutrophil (Neu), Monocyte (Mon), Mean volume red blood cell (MCV), Mean hemoglobin (MCH)), Mean hemoglobin concentration (MCHC).

Table 3. Effect of different levels of Celmanax prebiotic (%) on biochemical parameters of juvenile *Oncorhynchus mykiss*. Small letters (a, b, c) in the same line indicate significant differences ($P<0.05$) of treatment. Aspartate aminotransferase (AST), Alanine aminotransferase (ALT), Albumin (Alb), Total protein (TP), Glucose (Glu), Cholesterol (Chol), Triglyceride (TG), Immunoglobin (Igm), Uric acid (U asid) , Billy Rubin (Bill Dir), Lysos (Lyso).

***Corresponding author's email: Ehsan.Ahmadifar@uoz.acir, Tel: 054-2232600, Fax: 054-2232600**

www.SID.ir