Archive of SID

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۳ شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
صفحات ۱۱۲-۱۰۱

تاثیر پربیوتیک تجاری ایمکس اولترا بر عملکرد رشد، شاخص های خونشناسی و ایمنی غیر اختصاصی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*,Walbaum1792)

شمس الله کوهساریان[۱]، حجت ا.. جعفریان [۲*]، رحمان پاتیمار[۲]، حسین آدینه[۳]

۱- کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران
۲- دانشیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران
۳- استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۱۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۳۱

چکیده

این مطالعه باهدف بررسی تأثیراستفاده از پربیوتیک تجاری ایمکس اولترا در رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchusmykiss*) برعملکردرشد، شاخص‌های خون شناسی و پاسخ ایمنی غیر اختصاصی انجام شد. ماهیان با وزن اولیه ۲/۱۴ ± ۱۸/۰۳ گرم در ۱۲ قفس تور ی با ابعاد۱×۰/۶×۰/۶ متر مکعب در ۴ استخر بتنی ذخیره شدند. چهارجیره آزمایشی (هر یک با ۳ تکرار) حاوی ایمکس اولترا در سطح۰ (شاهد)، ۱ (T1)، ۲ (T2) و ۳ (T3) گرم در کیلوگرم غذای پایه به‌مدت ۴۵ روز مورد آزمایش قرارگرفت. ماهیان تغذیه شده با ۲ گرم پربیوتیک به طورمعنی‌داری از وزن نهایی، افزایش و زن و نرخ رشد ویژه بالاتری در مقایسه باگروه شاهد بود ($P<0.05$). از نظرشاخص های خون‌شناختی؛ گلبول‌های قرمز،هموگلوبین و هماتوکریت درماهیان تغذیه شده با ۲ گرم در کیلوگرم پربیوتیک در تیمارT2 افزایش معنی‌داری داشت. در پایان آزمایش، شاخص های ایمنی سرم همچون مقادیر پروتئین کل، گلوکز و فعالیت لیزوزیم در ماهیان تغذیه شده با ایمکس اولترا دربین تیمارها تفاوت معنی‌داری ندا شت. نتایج بد ست آمده ن شان داد که می‌توان از ۲ گرم ایمکس اولترا به عنوان یک ماده پربیوتیکی مفید برای بهبود عملکرد ر شد و پاسخهای هماتو-ایمونولوژیک درپرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان استفاده شود.

واژگان کلیدی: ایمکس او لترا، عملکرد رشد، خون‌شناسی، ایمنی، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.

* نویسنده مسئول: حجت اله جعفریان
Email: hojat.jafaryan@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Fisheries
Vol. 73, No. 1, spring 2020
pp. 101-112

The effect of A-Max Ultra commercial prebiotic on growth performance, hematological and non-specific immune parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792)

Shamollah Kohsaryan[1], Hojatollah Jafaryani[2*], Rahman Patimari[2], Hossein Adineh[3]

1- Msc Student, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture science and natural resources, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran
2- Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture science and natural resources, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran
3- Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture science and natural resources, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran
1-

Received: 10-Mar-2020 **Accepted: 13 -Apr-2020**

Abstract
This study aimed to evaluate the effects of using A-Max Ultra commercial prebioticin rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diet on the growth performance, hematological indices, and innate immune responses. Fish with initial weight of 18.03 ± 2.14 g were stocked into 12 Cage in dimensions a 0.6×0.6×1 m^3 in four concrete ponds. Four experimental feeds (triplicate) contained A-Max Ultra at levels of 0.0 (control), 1.0 (T1), 2.0 (T2), and 3.0 (T3) g k^{-1} were tested for 45 days. Fish fed prebiotic of 2 gk^{-1} had significantly higher final body weight, weight gain, and specific growth rate when compared to the control group (P<0.05). Among haematological parameters, red blood cells (RBCs), hemoglobin (Hb), and hematocrit (HCT) were significantly increased in fish fed 2 gk^{-1} of prebiotic in T2. At the end of the experiment, serum immune parameters of those fish fed A-Max Ultra including total protein and glucose content, lysozyme activity were not significant difference among all treatments. The obtained results revealed that 2 g k-1 A-Max Ultra could be used as a beneficial prebiotic to improve the growth performance and haemato-immunological responses in rainbow trout culture.

Keywords: A-Max Ultra, growth performance, hematological, immunity, Oncorhynchus mykiss.

*Corresponding author: Hojatollah Jafarian Email: hojat.jafaryan@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

در حال حاضر صنعت آبزی‌پروری به‌عنوان یکی ازامیدبخش‌ترین و سریع الرشدترین صنایع تولیدکننده غذا برای جوامع انسانی در بین ۷۰ سیستم تولیدکننده غذا با یک پتانسیل قوی برای به انجام رساندن رفع نیازها بشری شناخته شده است (FAO, 2016). آبزی‌پروری بخش اساسی و در حال رشد از بوم نظام‌های کشاورزی و دامپروری را در سراسر دنیا تشکیل می‌دهد و توسعه آن از اهمیت بسزایی برخوردار است بطوریکه تجارب کشورهای مختلف در این زمینه نشان داده است که توسعه این صنعت می‌تواند به امنیت غذایی کشورها و بخصوص کشورهای درحال‌تو سعه کمک زیادی کند اما بایستی به این نکته نیز توجه داشت که این صنعت در کنار این رشد قابل‌توجه که در طول سال‌های اخیر به آن دست یافته است، همواره با مشکلاتی نیز روبرو بوده است که ازجمله این مشکلات می‌توان به کنترل کیفیت آب، شیوع بیماری‌ها و غیره اشاره نمود به‌نحوی‌که شیوع بیماری‌ها به عنوان یک مشکل عمده در آبزی‌پروری گسترش اقتصادی این بخش را در بسیاری از کشورهای جهان تحت تأثیر قرار داده است (Gomez-gill *et al.*, 2000). برای کنترل بیماری‌ها می‌توان به استفاده از داروهای پادزیست (آنتی بیوتیک ها) اشاره نمود، اما استفاده از این محصولات به‌عنوان یک افزودنی به جیره غذایی ماهیان پس از سال‌ها استفاده باعث به وجود آمدن مشکلات عدیده‌ای ازجمله مقاوم شدن عوامل بیماری‌زا، مسائل زیست‌محیطی، بازماندگی در گوشت آبزی و کاهش مصرف غذا به دلیل تغییر طعم غذا و متعاقب آن خطرات انسانی و غیره شده و درنهایت باعث ممنوع شدن استفاده از این مکمل‌های غذایی- داروئی در بسیاری ازکشورها گردیده است (Gibson and Roberfroid, 1995). درطول سال های اخیر تحقیقات فراوانی روی ترکیبات و مکمل های غذایی که در بالابردن سلامت موجود و کارایی تغذیه نقش دارند صورت گرفته است، ازجمله این مکمل‌ها می‌توان به انواع پروبیوتیک، پربیوتیک و سین‌بیوتیک‌ها اشاره نمود (Hoseinifar *et al.*,2019). پربیوتیک‌ها نوع بسیار خاصی از مواد غذایی غیر قابل 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 به‌عنوان مکمل های غذایی باعث افزایش رشد و کارایی تغذیه، تقویت سیستم ایمنی، مقاومت نسبت به استرس و عوامل بیماری‌زا و در نتیجه افزایش سلامت می‌شود (Akrami *et al.*,2010; Jafaryan *et al.*, 2019).

ماهی قزل آلای رنگین کمان با دارا بودن ویژگی‌های خاص از جمله کیفیت گوشت، اهلی شدن سریع و آسان، سختگیرنبودن در غذاگیری، امکان پرورش متراکم، طول نسبتاً کوتاه دورهٔ پرورش و مقاومت به طیف وسیعی از شرایط فیزیکو-شیمیایی محیط، از گونه های مهم و تجاری در ایران و جهان برای تأمین پروتئین مورد نیاز جوامع بشری به شمار می رود (Hardy *et al.*,2000). همراه با افزایش تقاضا برای تولید و مصرف این‌گونه، برای پاسخگویی به این تقاضا ها، تغییر روش پرور شی از سمت پرورش گسترده به سمت روش‌های نیمه متراکم و متراکم صورت گرفته است، و به همین علت امکان شیوع بیماری با افزایش نرخ تراکم در این‌گو نه افزایش یافته است (Chen *et al.*, 2014). بنابراین، تقویت سیستم ایمنی ماهی در برابر شرایط استرس‌زا و بیماری‌ها یکی از روش هایی است که با تکیه بر آنها می توان ریسک ابتلا به بیماری را کاهش داد (Alishahi *et al.*, 2010). درهمین ارتباط در طول سال‌های اخیر مطالعات متعددی نیز درخصوص برر سی تاثیر پربیوتیک‌های مختلف بر شاخص‌های خونی، شاخص های بیوشیمیایی و ایمنی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در کشور انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به بررسی اثر پربیوتیک دیواره سلولی مخمر *Saccharomycescerevisiae* (Javaheri Baboli and Daer, 2014)، مانان الیگوساکارید (Akrami *et al.*, 2014; Amani Denji *et al.*, 2015)، مانان الیگوساکارید و بتا-۱ و ۳- گلوکان (Naseri, A., Akrami, 2014; Akrami *et al.*, 2015; Shoaei *et al.*, 2015) و پربیوتیک تجاری ایمنوژن اشاره کرد.

ایمکس اولترا یک فراورده یا به عبارت صحیح‌تر یک مخلوط پربیوتیکی است که از مهم‌ترین اجزاء تشکیل‌دهنده آن می‌توان به الیگوساکاریدهای مانان و فروکتوز و ترکیباتی همچون بتاگلوکان اشاره نمود. این

www.SID.ir

Archive of SID

محصول پربیوتیکی از ترکیبات دیواره سلولی و محتویات مخمر ساکارومایسس سرویزیا سویه I۱۰۷۷ و محیط کشت حاوی سوکورز، ملاس و عصاره ذرت است. این ترکیب به‌عنوان یک منبع پروتئینی گیاهی حاوی ۳۸-۲۳ درصد پروتئین (بسته به نوع ایمکس) و ویتامین‌های گروه B، انواع اسیدهای آمینه و مواد معدنی است. حاوی ۳۰درصد مانان الیگوساکارید حاصل از دیواره خارجی مخمر ساکارومایسس سرویزیه ۱۲درصد ۱ و ۳-بتاگلوکان است. بتاگلوکان و مانان الیگوساکاریدها، پلی‌ساکاریدهایی متشکل از واحدهای گلوکز هستند که از دیواره سلولی مخمرها، قارچ‌ها و جلبک‌های بزرگ به دست می‌آیند (Li and Gatlin, 2004; Salze *et al.*,2008). هدف از این مطالعه، بررسی اثرات مصرف سطوح مختلف پربیوتیک تجاری ایمکس اولترا بر عملکرد رشد، تغذیه و شاخص‌های ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در واحد صنعتی بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱،۲. تهیه بچه ماهی و شرایط پرورش

برای انجام این آزمایش تعداد ۳۶۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزن اولیه ۲/۱۴ ± ۱۸/۰۳ (میانگین±انحراف معیار) از یکی از مراکز تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا (جاده هراز، ایران) تهیه به محل کارگاه خصوصی ماهیان سردابی هامون واقع در استان گلستان، شهرستان آزادشهر انتقال یافت. پس از گذشت دوره سازگاری به مدت یک‌هفته، به شکل تصادفی در ۴ استخر آبراهه‌ای با ابعاد ۱×۳×۲۰ متر با تراکم و شرایط نگهداری تقریباً یکسان با استفاده از قفس‌های توری ساخته‌شده در ابعاد ۱×۰/۶×۰/۶ مترمکعب به شکل تصادفی تقسیم شدند. هر حوضچه به‌منزله یک تیمار آزمایشی در نظر گرفته شد که توسط قفس های توری ساخته شده به سه قسمت مساوی تقسیم شده بود (درمجموع ۱۲ قفس توری و هر قفس توری به‌منزله یک تکرار). سپس طی مدت پنج روز و به تدریج جایگزینی جیره غذایی با جیره‌های آزمایشی انجام گردید. لازم به ذکر است در طول دوره آزمایش میانگین دمای آب ۱/۳۶±۱۴/۶ درجه سانتی گراد بود و آب مورداستفاده جهت پرورش از طریق منبع چشمه تأمین شد. همچنین برای تامین اکسیژن مورد نیاز در هر حوضچه از یک دستگاه تزریق اکسیژن با قدرت تولید ۲۰-۱۸ کیلوگرم اکسیژن در ساعت با خلوص ۹۵-۹۳ درصد استفاده شد.

۲،۲. تهیه سوسپانسیون غذایی و غذادهی

به‌منظور آماده‌سازی جیره‌های آزمایشی، ابتدا مقدار غذا برای کل دوره پرورش (۴۵ روز) برای هر تیمار بر مبنای خوراک اکسترود ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ساخت شرکت تولیدی فرادانه (بر حسب درصد)(۴۰-۴۴ پروتئین خام، ۱۶-۱۲ چربی خام، ۴-۲ فیبر خام، ۱۱-۷ خاکستر، ۱۱-۵ رطوبت، ۱/۵-۱ فسفر) توزین و پس از محاسبه میزان پربیوتیک مورد نیاز برای هر تیمار ابتدا مقادیر مشخص شد که شامل ۱، ۲ و ۳ گرم از پربیوتیک مورد نظر بود و توسط هاون چینی به خوبی پودر شد و با اضافه کردن مقدار مشخصی آب (۴۰ میلی لیتر) در بشرهای شیشه ای جداگانه توسط همزن برقی بخوبی هم‌زده شد و پس از یکنواخت شدن به مدت ۵ ساعت درون انکوباتور در دمای ۴۰ درجه‌سانتیگراد (Ghosh *et al.*,2003) خشک شد (دارای ۱۰ درصد رطوبت). غذا ها با توجه به استاندار مصرف و با توجه به اندازه دهان بچه ماهیان از الک‌های مناسب عبور داده شدند و بر اساس برنامه زمان‌بندی غذایی ماهیان با این جیره های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند. مقدار مصرف غذای روزانه با توجه به در صد وزن بدن (توده زنده) بچه ماهیان در سه نوبت ۸، ۱۳ و ۱۷ به میزان ۵-۴ درصد وزن بدن تا حد سیری بود.

۳،۲. اندازه‌گیری شاخص های رشد و تغذیه

به‌منظوراندازه‌گیری شاخص های رشد در تیمارهای آزمایشی در انتهای دوره ۴۵ روزه آزمایش تمام بچه ماهیان موجود در هر قفس صید و پس از انجام عملیات بیهوشی توسط ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک، وزن و طول آن‌ها به ترتیب با ترازوی دیجیتال KERN KB 360-3N(با دقت ۰/۰۱ گرم) و تخته زیست‌سنجی (با دقت ۱ میلی‌متر) اندازه گیری شد. بر اساس همین اطلاعات ثبت‌شده پ شاخص های رشد و تغذیه با استفاده از فرمول‌های مربوطه به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفتند.

وزن نهایی = افزایش وزن –وزن اولیه(Tacon, 1990)

[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم-

www.SID.ir

Archive of SID

لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)] = ضریب رشد ویژه×۱۰۰(Helland *et al.*, 1996)

[میانگین وزن اولیه به گرم/ (میانگین وزن اولیه به گرم- میانگین وزن نهایی به گرم)] = میزان رشد نسبی×۱۰۰(Kissil *et al.*, 2001)

۱۰۰× (۳ میانگین طول نهایی/ میانگین وزن نهایی به گرم)=فاکتور وضعیت(Ojolick*et al.*, 1995)

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

(مقدار غذای خورده شده به گرم/ افزایش وزن بدن به گرم) = کارایی غذا ×۱۰۰(Hevroy*et al.*, 2005)

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

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

۴،۲. خونگیری و سنجش ایمنی غیراختصاصی

در پایان دوره ۴۵ روزه آزمایش، برای انجام خونگیری و به‌منظور جلوگیری از بروز هرگونه استرس تغذیه بچه ماهیان به‌مدت ۱۲ ساعت قطع شد. به منظور بررسی شاخص های هماتولوژی و پروفایل بیوشیمی سرم، تعداد ۶ قطعه بچه ماهی به‌طور تصادفی از هر تیمار صید و پس از بیهوش کردن با ppm ۲۰۰ پودر گل میخک (Ghobadi *et al.*, 2009)، محل خونگیری کاملاً خشک و مقدار cc ۲ میلی لیترخون از هر ماهی از طریق ورید ساقه دمی جمع آوری شد. از این مقدار خون جمع آوری شده به شکل تقریباً مساوی مقدار cc ۱میلی لیتر از آن به لوله های حاوی ماده ضد انعقاد هپارین برای سنجش شاخص های هماتولوژی و cc ۱ از آن به لوله‌های سرولوژی فاقد ماده ضد انعقاد برای جداسازی سرم و سنجش فاکتورهای بیوشیمی سرم انتقال یافت. برای جداسازی سرم، لوله های سرولوژی فاقد ماده ضد انعقاد به مدت ۲۴ ساعت در یخچال بادمای ۴ درجه نگه‌داری و پس از ته نشین شدن لخته، با سرعت۳۰۰۰ دور در ثانیه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. در نهایت سرم از لخته جدا و به تیوپ های جدید منتقل و تا زمان شروع آزمایشهای مربوط به بررسی شاخص های بیو شیمیایی سرم خون در دمای۸۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند(Akrami *et al.*, 2015). سنجش شاخص های بیوشیمیایی سرم خون همچون پروتئین کل، گلوکز، کورتیزول، لیزوزیم، آسپارتات آمینوترانسفراز (AST)،آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آلکالین فسفاتاز (ALP)در آزمایشگاه تخصصی ویرومد گیلان انجام شد.

۵،۲. شاخص های هماتولوژی

شمارش تعداد کل گلبول های سفید (WBC) و قرمز (WBC) از طریق لام نئوبار با میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰۰× پس از رقیق‌سازی خون بوسیله بافر فسفات نمکی شمارش شدند (Barros *et al.*, 2002). برای اندازه گیری هماتوکریت (Hct) از لوله های موئینه هماتوکریت و دستگاه سانتریفیوژ هماتوکریت استفاده شد (Rehulka, 2000). برای اندازه‌گیری اندیس‌های گلبولی شامل حجم متوسط گلبولی (MCV)، همگلوبین متوسط گلبولی (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول های قرمز (MCHC) از طریق فرمول‌های مربوطه محاسبه شدند (Asadi *et al.*, 2012). میزان هموگلوبین نیز به روش استاندارد سیانومیت هموگلوبین و پس از مخلوط کردن ۰/۰۲ خون با مقدار cc ۵ میلی لیتراز محلول درابکین (معرف سیانیت هموگلوبین) و پس از گذشت ۱۰ دقیقه از زمان مخلوط کردن نمونه با کمک دستگاه اسپکتوفوتومتر در طول‌موج ۵۴۰nm نانومتر اندازه‌گیری و برحسب میلی‌گرم در دسی‌لیتر محاسبه شد (Feldman *et al.*, 2000). همچنین شمارش افتراقی گلبول‌های سفید شامل نوتروفیل (هتروفیل)، و مونوسیت نیز با تهیه گسترش خون و طبق روش توصیه‌شده توسط Borges و همکاران (۲۰۰۴) صورت پذیرفت.

$MCV = (Hct \times ۱۰۰۰) / RBC\ (۱۰^{۶} mm^{-۳})$

$MCH = Hb\ (gdl^{-۱}) / RBC\ (۱۰^{۶}\ mm^{-۳})$

$MCHC = Hb / Hct$

۶،۲. شاخص های بیوشیمیایی سرم

برای اندازه‌گیری شاخص های بیوشیمیایی سرم خون از دستگاه Auto analyser مدل Alpha-6 و طبق دستورالعمل شرکت سازنده با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی از نوع Biochemical شرکت پارس آزمون استفاده شد. در مطالعه حاضر، گلوکز به روش گلوکز اکسیداز (Glucose oxidase)، پروتئین تام به روش بیوره (Biuret)، سنجش آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) به روش

www.SID.ir

Archive of SID

رنگ سنجی کینتیک و آلکالین فسفاتاز (ALP) به روش آنزیماتیک کینتیک (Borges *et al.*, 2004)، اندازه‌گیری کورتیزول با استفاده از کیت سنجش هورمون کورتیزول (Monobind) به روش ELISA مستقیم (Deane and Woo, 2003) و برای تعیین میزان فعالیت لیزوزیم سرم از روش ارائه شده توسط Swain و همکاران (۲۰۰۶) استفاده شد. بدین‌منظور مقدار ۱۵ میکرولیتر از پلاسما به پلیت‌های ۹۶ خانه‌ای شکل الایزا افزوده شد. در مرحله بعد مقدار ۱۵۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتریایی میکروکوکوسلیزودیکتیکوس (Micrococcus lysodeikticus) تهیه‌شده در بافر سیترات سدیم ۰/۰۲ مولار و pH برابر ۵/۵ به میزان ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر اضافه و جذب نوری اولیه در طول‌موج ۴۵۰ nm با استفاده از دستگاه الایزا ریدر مارک Bio-Tek آمریکا اندازه‌گیری و پس از یک ساعت نگهداری در دمای اتاق، مجدداً جذب نوری اندازه‌گیری شد. از لیزوزیم سفیدهتخم‌مرغ لیوفلیزه شده (سیگما) نیز به‌منظور ترسیم منحنی استاندارد استفاده شد(Swain *et al.*, 2006). هر واحد از فعالیت لیزوزیم براساس کاهش جذب (۰/۰۰۱ در دقیقه) تعیین شد.

۲،۷. تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل آماری نتایج به‌دست‌آمده، ابتدا نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به شاخص های هماتولوژی، شاخص های بیوشیمیایی سرم از طریق مسیر تحلیلی آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و مقایسه میانگین بین تیمارها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد در محیط ویندوز با استفاده از نرم‌افزار های EXCLE (2013) و SPSS(v.21) صورت گرفت.

۳. نتایج

۱،۳. فاکتورهای رشد و تغذیه

اثرات سطوح مختلف پربیوتیک تجاری ایمکس اولترا بر فاکتورهای رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلای‌رنگین‌کمان در جدول ۱ارائه شده است. بالاترین مقدار وزن نهایی (۶۹/۴۴ گرم) در تیمار T2 در سطح ۲ گرم پربیوتیک ایمکس اولترا بر کیلوگرم غذای پایه بدست آمد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار آماری داشت ($p<۰/۰۵$). نرخ رشد ویژه بین تیمارهای مختلف آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت ($p<۰/۰۵$). نتایج فاکتور وضعیت نشان داد که تنها بین تیمار شاهد با تیمار T3 اختلاف آماری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). افزودن ۲ گرم پربیوتیک ایمکس اولترا در جیره غذایی اثر معنی‌داری بر فاکتورهای وزن نهایی، افزایش وزن و فاکتور وضعیت در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد داشت ($p<۰/۰۵$) در حالیکه نرخ رشد ویژه بین تیمار های مختلف آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$). ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p>۰/۰۵$). نرخ کارایی غذا برخلاف ضریب تبدیل غذایی در تمام تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با گروه شاهد نشان داد و بیشترین مقدار این معیار اندازه گیری شده در تیمار T2 در سطح ۲ گرم در کیلوگرم از پربیوتیک ایمکس اولترا و کمترین مقدار آن در گروه شاهد بدست آمد ($p<۰/۰۵$). نسبت کارایی پروتئین و چربی بین تیمار T2 از پربیوتیک ایمکس اولترا در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد اختلاف‌معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

۲،۳ . شاخص های هماتولوژی

شاخص‌های هماتولوژی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با سطوح مختلف پربیوتیک ایمکس اولترا در جدول ۲ آورده شده است. افزودن پربیوتیک ایمکس اولترا به جیره غذایی ماهی باعث افزایش معنی‌دار در تعداد گلبول-های سفید، تعداد گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین، درصد هماتوکریت، هموگلوبین متوسط گلبولی (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول های قرمز (MCHC)، تعداد و درصد منوسیت‌ها و نوتروفیل‌های در مقایسه با تیمار شاهد شد ($p<۰/۰۵$).بیشترین تعدادگلبول‌های سفید در تیمار T1 و بیشترین تعداد گلبول‌های قرمز در تیمار T2مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین شاخص های رشد و تغذیه (انحراف معیار±میانگین) ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با سطوح مختلف پربیوتیک ایمکس اولترا

شاخص / تیمار	شاهد	T1	T2	T3
وزن نهایی (g)	۶۴/۹±۳۹/۰۴^{b}	۶۷/۱۲±۹۲/۴۹^{ab}	۶۹/۱۲±۴۴/۶۴^{a}	۶۷/۱۴±۸۷/۶۸^{ab}
افزایش وزن (g)	۴۶/۹±۳۹/۰۴^{b}	۴۹/۱۲±۹۲/۴۹^{ab}	۵۱/۱۲±۴۴/۶۴^{a}	۴۹/۱۴±۸۷/۶۸^{ab}
نرخ رشد ویژه (٪)	۲/۰±۸۱/۳۱۱^{a}	۲/۰±۹۱/۴۲۵^{a}	۲/۰±۹۶/۴۲۰^{a}	۲/۰±۸۹/۵۲۶^{a}
فاکتور وضعیت (٪)	۱/۰±۱۶/۱۱۵^{b}	۱/۰±۲۳/۱۳۹^{b}	۱/۰±۲۰/۱۹۸^{b}	۱/۰±۳۳/۳۲۳^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰±۱۷/۱۶^{a}	۱/۰±۱۳/۲۲^{a}	۱/۰±۱۰/۲۱^{a}	۱/۰±۱۵/۳۲^{a}
نرخ کارایی غذا (٪)	۰/۰±۸۶/۱۲^{b}	۰/۰±۹۱/۱۶^{ab}	۰/۰±۹۳/۱۷^{a}	۰/۰±۹۱/۱۹^{ab}
نسبت کارایی پروتئین (g/g)	۲/۰±۰۶/۲۹^{b}	۲/۰±۱۷/۴۰^{ab}	۲/۰±۲۲/۴۰^{a}	۲/۰±۱۷/۴۷^{ab}
نسبت کارایی چربی (g/g)	۶/۰±۲۰/۸۷^{b}	۶/۱±۵۴/۲۰^{ab}	۶/۱±۶۸/۲۱^{a}	۶/۱±۵۳/۴۱^{ab}

-حروف غیرمشابه بالای اعداد در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌داراست ($p<۰/۰۵$).

جدول۲- میانگین (انحراف معیار±میانگین)شـــاخص های هماتولوژیک بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان در تیمار های مختلف در پایان آزمایش

شاخص های خونی / تیمار	شاهد	T1	T2	T3
گلبول سفید ($۱۰^{۴}$ $mm^{-۳}$)	۸/۰±۵۶۶/۴۰۴^{ab}	۹/۰±۱۳۳/۴۰۴^{a}	۸/۰±۱۰۰/۳۰۰^{b}	۷/۰±۹۰۰/۳۰۰^{b}
گلبول قرمز ($۱۰^{۶}$ $mm^{-۳}$)	۱/۰±۰۹/۰۴^{b}	۱/۰±۱۴/۰۴^{b}	۱/۰±۲۱/۰۳^{a}	۱/۰±۰۹/۰۳۶^{b}
هموگلوبین (g/dL)	۶/۰±۵۳/۲۵^{b}	۵/۰±۷۳/۱۵^{d}	۷/۰±۰۷/۱۱^{a}	۶/۰±۱۷/۰۵^{c}
هماتوکریت (٪)	۴۱/۰±۶۷/۵۷^{b}	۱±۴۲^{b}	۴۴/۰±۳۳/۵۷^{a}	۱±۴۰^{c}
حجم متوسط گلبولی	۳۸۲/۱۵±۵۷/۱۴^{a}	۳۶۹/۱۲±۷/۵۷^{a}	۳۶۷/۱۳±۶۳/۳۲^{a}	۳۶۷/۱۳±۲۰/۲۸^{a}
متوسطهموگلوبینگلبولی	۵۹/۲±۹۷/۳۸^{a}	۵۰/۰±۴۰/۴۵^{c}	۵۸/۱±۵۳/۷۷^{ab}	۵۶/۱±۵۰/۸۱^{b}
غلظت متوسطهموگلوبینگلبول‌های-قرمز[۱] (٪)	۱۵/۰±۷۰/۴۳^{a}	۱۳/۰±۶۳/۴۰^{b}	۱۵/۰±۹۳/۳۵^{a}	۱۵/۰±۳۷/۲۵^{a}
مونوسیت ($۱۰^{۶}$ $mm^{-۳}$)	۰/۰±۹۹۱/۰۱۶^{b}	۱/۰±۰۵/۰۰۵^{a}	۱۰/۰±۰۳/۰۲۰^{ab}	۱/۰±۰۸/۰۴۷^{a}
نوتروفیل ($۱۰^{۶}$ $mm^{-۳}$)	۰/۰±۱۰۷/۰۲۰^{b}	۰/۰±۱۵۸/۰۲۸^{a}	۰/۰±۱۱۱/۰۲^{b}	۰/۰±۰۲۲/۰۲^{c}
مونوسیت (٪)	۲±۹۸^{a}	۹۰/۱±۳۳/۵۲^{b}	۲±۸۷^{b}	۹۰/۱±۳۳/۵۲^{b}
نوتروفیل (٪)	۲±۲^{b}	۹/۱±۶۶/۵۲^{a}	۲±۱۳^{a}	۹/۱±۶۷/۵۲^{a}

- حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌داراست ($p<۰/۰۵$).

میزان هموگلوبین و درصد هماتوکریت در تیمار T2 تحت تاثیر مقدار ۲ گرم پربیوتیک به ترتیب معادل با ۷/۰۷ گرم در دسی‌لیتر و ۴۴/۳۳ درصد و در مقایسه با گروه شاهد معادل با ۶/۵۳ گرم در دسی‌لیتر و ۴۱/۶۷ درصد به

www.SID.ir

Archive of SID

شکل معنی‌داری در سطح بالاتری قرار داشت (p<۰/۰۵). هموگلوبین، هماتوکریت و حجم متوسط گلبولی در تیمار T2 افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت (p<۰/۰۵).

۳،۳ . شاخص های بیوشیمیایی سرم خون

نتایج تاثیر سطوح مختلف پربیوتیک ایمکس اولترا بر شاخص های بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل الای رنگین کمان در جدول ۳ آورده شده ا ست. نتایج بد ست آمده تفاوت معنی‌داری را در مقادیر پروتئین تام، گلوکز و فعالیت لیزوزیم در تیمارهای آزمایشی در قیاس با گروه شاهد ن شان نداد (p>۰/۰۵). بی شترین مقدار پروتئین و لیزوزیم در تیمار T2 بدست آمد. شاخص کورتیزول تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد ندا شت (p<۰/۰۵). کمترین مقدار کورتیزول در تیمار T1 بدست آمد. فعالیت آنزیم‌های آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلکالین فسفاتاز (ALP) هیچ اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای آزمای شی و تحت تاثیر پربیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد نشان نداد (p>۰/۰۵). بیشترین مقدار فعالیت آنزیم‌های کبدی در تیمار شاهد بدست آمد.

جدول ۳- میانگین(انحراف معیار±میانگین) شاخص های بیوشیمیایی سرم خون بچه ماهیان قزل آلای رنگین در تیمار های مختلف در پایان آزمایش

تیمار / سرم خون	شاهد	T1	T2	T3
پروتئین کل (g/dL)	۲/۰±۹۳/۸۰^{a}	۰±۲/۲۶^{a}	۲/۰±۹۷/۷۵^{a}	۲/۰±۹۰/۲۰^{a}
گلوکز (mg/dL)	۵۷/۱۸±۴۰/۲۰^{a}	۵۶/۱۴±۲۶/۳۲^{a}	۷۳/۷±۳۶/۸۳^{a}	۸۴/۳۵±۵۰/۷^{a}
کورتیزول (µg/dL)	۴۱/۳±۶۳/۲۹^{bc}	۳۸/۴±۴۳/۶۶^{c}	۴۶/۲±۵۶/۲۱^{ab}	۴۸/۱±۹۰/۰۵^{a}
لیزوزیم (mg/mL)	۶/۰±۸۷/۰۷^{a}	۶/۰±۹۸/۱۳^{a}	۷/۰±۱۳/۱۴^{a}	۶/۰±۸۹/۱۱^{a}
A.S.T(U/L)	۱۹۵/۴۵±۳۰/۴۹^{a}	۲۰۸/۱۹±۵۶/۳۹^{a}	۱۷۸/۳۲±۵۶/۷۸^{a}	۱۸۲/۲۵±۶۰/۰۴^{a}
A.L.T(U/L)	۱۶/۲±۴۰/۲۶^{a}	۱۰/۲±۱۷/۰۴^{b}	۱۸/۴±۴۳/۷^{a}	۹/۲±۲۷/۹۹^{b}
A.L.P(U/L)	۲۳۸/۶۵±۴۷/۶۵^{a}	۲۳۳/۱۷±۵/۶۷^{a}	۲۴۱/۴۵±۴۳/۵۴^{a}	۲۷۴/۲۵±۶۷/۸۰^{a}

-حروف غیرمشابه بالای اعداد در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌داراست (p<۰/۰۵).

۴.بحث و نتیجه گیری

در مزارع پرورش ماهی برای تقویت رشد و سیستم ایمنی در برابر شرایط استرس‌زا و بیماری‌ها می‌توان از زیست‌یارهای پربیوتیک به‌جای آنتی‌بیوتیک‌ها استفاده نمود. در مطالعه حاضر، بیشترین عملکرد رشد و تغذیه در تیمارهای مصرف‌کننده پربیوتیک اولترا ایمکس بدست آمد. بهبود عملکردهای تولید در تیمارهای حاوی پربیوتیک را می‌توان به افزایش فعالیت آنزیم‌های هضم‌کننده و بهبود ساختار ریز پرزهایMicrovilli موجود در سطح اینتروسیت‌ها نسبت داد . با افزایش سطح مورد نیاز برای جذب مواد مغذی کارایی غذا افزایش می یابد و تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیرShort Chain Fatty Acids (SCFAs) به‌عنوان نتیجه نهایی تخمیر پربیوتیک‌ها در فلور میکروبی داخل سلولی خواهد بود (Ringø *et al.*, 2010). همچنین وجود مانان الیگوساکارید و بتا گلوکان موجود در ساختار پربیوتیک ایمکس اولترا نیز می‌تواند یکی دیگر از دلایل بهبود شاخص های رشد و تغذیه در مطالعه حاضر باشد. زیرا ، مانان الیگوساکاریدهاترکیبات غیرقابل‌هضمی هستندکه محل استقرارمانوزها(ترکیب اصلی مانان الیگوساکارید) راروی پرزهای مخملی روده فراهم آورده ومانع اتصال باکتری‌های بیماری‌زا به سلول‌های پوششی جاذب روده خواهند شد. این ترکیبات باعث شکل گیری کلونی های باکتری یایی مفید می شوند و بدین سبب باعث جلو گیری از عفونت سلول های میز بان می شوند. این خصوصیات سبب بهبودکارایی روده وجذب بیشترموادمغذی و درنتیجه ارتقای کارایی تغذیه و تقویت رشد می‌گردد (Bolu *et al.*, 2009). در همین راستا محققین گزارش دادند که تعداد 10^{8}سلول *Pediococcus pentosaceus* در جیره ماهی کپور

www.SID.ir

Archive of SID

معمولی (Ahmadifar, 2020)، ۲ گرم بر کیلوگرم رافینوز در جیره ماهی کپور معمولی (Hoseinifar *et al.*, 2019)، بکارگیری ۳×۱۰^{۵} کلنی باکتری باسیلوس در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Adineh *et al.*, 2013) و افزودن یک درصد اینولین به غذای ماهی قزل آلای رنگین‌کمان (Hunt *et al.*, 2019) باعث افزایش کارایی تولید شده است.

پایش فاکتورهای هماتولوژی می‌تواند درخصوص وضعیت سلامت گونهٔ آبزی دیدگاهی کلی در اختیار ما قرار دهد. در این پژوهش، بیشترین تعداد گلبول های سفید در تیمار حاوی یک گرم پربیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی مشاهده شد. در این راستا، افزودن مقادیر ۰/۱، ۰/۵ و ۱ درصد پری‌بیوتیک سالمانکس در جیره غذایی باعث افزایش سلول های سفید خون و تعداد نوتروفیل ها در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شده است (Khodadadi *et al.*,2019). درواقع تعداد کل گلبول های سفید و نوع آن ها ازطریق تأثیر درعمل فاگوسیتوز وکمک به تولید آنتی‌بادی‌ها می‌تواند نقش عمده‌ای در بهبود سطح دفاع غیراختصاصی داشته باشد (Sakai,1999). در پاسخ به استرس‌های موجود در محیط آبی، کاهش تعداد گلبول‌های سفید می‌تواند بیانگر سرکوب ایمنی و افزایش میزان آنها نشان دهنده پاسخ به استرس یا عفونت باشد (Adams, 2002).درحالیکه بیشترین تعداد گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین و درصد هماتوکریت در تیمار حاوی ۲ گرم پربیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی مشاهده شد که از اختلاف معنی‌داری نیز در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد برخوردار بودند ($p<۰/۰۵$). سرعت حرکت ماهیان، مرحله رسیدگی جنسی، فعالیت زیاد و شکل بدن با گلبول‌های قرمز خون ارتباط دارد (Satheeshkumar *et al.*, 2012). از طرف دیگر مقدار بالای گلبول قرمز و غلظت هموگلوبین خون پاسخی به افزایش تقاضای سوخت‌و ساز در بدن است و افزایش تعداد گلبول های قرمز و به دنبال آن افزایش درصد هماتوکریت خون بیانگر تقاضای بالای نیاز اکسیژنی برای دست‌یابی به سطح اکسیژن بیشتر جهت انجام سوخت‌و ساز بالاتر است (Satheeshkumar *et al.*, 2012؛ Zhou *et al.*,2009). در تائید این نتایج گزارش شده است که استفاده از سطوح مختلف پربیوتیک اینولین در جیره غذایی ماهیان قرمز حوض نو جوان (*Carassiusauratus gibelio*) تاثیر معنی‌داری بر تعداد گلبول‌های سفید خون در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد نداشته است (Akrami *et al.*,2015). Amani Denji همکاران(۲۰۱۵) گزارش دادند که استفاده از یک گرم پربیوتیک مانان الیگوساکارید در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در تعداد گلبول های سفید در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد می‌گردد. اما تاثیر معنی‌داری بر مقادیر هماتوکریت، هموگلوبین، مونوسیت و لنفوسیت های خون ندارد. Javaheri Baboli و Daer (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با بررسی سطوح ۰/۵، ۱/۵ و ۲/۵ گرم پربیوتیک دیواره سلولی مخمر *Saccharomyces cerevisiae* در جیره غذایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تفاوت معنی‌داری در تعداد گلبول‌های سفید، میزان هموگلوبین و اندیس‌های گلبولی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده کردند.

شاخص های بیوشیمیایی سرم خون برای شناسایی تغییرات احتمالی در وضعیت سلامت عمومی ماهی بکار گرفته می‌شود که می‌تواند تحت تاثیر مواد افزودنی در جیره غذایی آبزی باشد (Burgos-Aceves *et al.*,2019). در این آزمایش، مقادیر پروتئین، گلوکز، کورتیزول و لیزوزیم خون در تیمارهای تغذیه شده با پربیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. در تضاد با نتایج ما گزارش شده است که بکارگیری پروبیوتیک *Enterococcusfaecium* strain CGMCC1.2136 در جیره ماهی کلمه منجر به افزایش سطح پروتئین و لایزوزیم شده است (Tarkhani *et al.*,2020). پروتئین سرم یکی از شاخص‌های ایمنی غیراختصاصی هومورال و سلامت گونه آبزی به‌شمار می‌آید. لیزوزیم نیز به عنوان یک آنزیم تجزیه‌کننده قوی موجود در خون و بافت های لنفوئید ماهیان نیز شناخته می‌شود که دارای نقش مهمی در سیستم ایمنی ماهیان است و یکی از مهمترین فاکتورها در مقاومت طبیعی ماهیان محسوب می‌شود (Magnadottir, 2006). میزان لیزوزیم بسته به شرایط استرس (تراکم، کیفیت آب و دستکاری)، فصل، جنسیت، مراحل رسیدگی جنسی، دمای آب و تغذیه دارای مقادیر متفاوتی در ماهیان خواهد بود (Saurabh and

www.SID.ir

Archive of SID

Shaoo, 2008). در تائید این نتایج افزودن پربیوتیک مانان الیگوساکارید به جیره غذایی ماهی تیلاپیا (Hisano *et al.*, 2007) و گربه‌ماهی روگاهی (*Ictaluruspunctatus*) (Welker *et al.*, 2007) به افزایش معنی‌دار در لیزوزیم سرم در این گونه‌ها منجر نشده است، اما در تضاد با یافته‌های این تحقیق Naseri وAkrami (۲۰۱۴) گزارش دادند که استفاده از پربیوتیک مانان الیگوساکارید و بتا-۱ و ۳- گلوکان در سطح ۱/۵ گرم در هر کیلوگرم در تغذیه مداوم با پربیوتیک به مدت ۶ هفته سبب تحریک و افزایش سطح لیزوزیم سرم در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود. در مطالعه Buentello و همکاران (۲۰۱۰) نیز مشخص شد که افزودن پربیوتیک‌های مختلف نظیر FOS، MOS، TOS و GBA به میزان ۱۰ گرم در هر کیلوگرم در جیره غذایی ماهی سرخ طبل (*Sciaenopsocellatus*) منجر به افزایش سطح لیزوزیم سرم در این‌گونه می‌گردد. همچنین گزارش‌شده است که استفاده از پربیوتیک مانان الیگوساکارید در جیره غذایی ماهی تیلاپیا (Sado *et al.*,2008) و ماهی روهو (Andrews *et al.*, 2009) نیز منجر به افزایش سطح لیزوزیم سرم در این گونه‌ها می‌گردد. در تحقیقی دیگر ، با بررسی تأثیر جیره‌های غذایی حاوی مکمل در سطح یک درصد از سه پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید، گالاکتوالیگوساکارید و نانوالیگوساکارید در جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Atlantic salmon*) استفاده شد و مشخص شد که استفاده از پربیوتیک فروکتوالیگوساکارید و نانوالیگوساکارید باعث کاهش فعالیت لیزوزیم سرم در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود، درحالی‌که در استفاده از پربیوتیک گالاکتوالیگوساکارید هیچ‌گونه تغییری در فعالیت لیزوزیم سرم در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد ایجاد نکرد (Grisdale-Helland *et al.*, 2008).

در ماهی، کورتیزول فرآیندهای تجزیه گلیکوژن۲ و ساخت گلوکز از منابع غیر کربوهیدراتی۳را فعال می‌کند وهمچنین باعث می‌شود سلول‌هایک رومافین،کاتکول آمین بیشتری را آزادکنندکه خود موجب افزایش تجزیه گلیکوژن وتنظیم عملکرد سیستم قلبی-عروقی و تنفسی می‌شود (Reid *et al.*, 1998). این فرایندها مقدار گلوکز را افزایش می‌دهد تا انرژی مورد نیاز بدن تأمین شود. بنابراین،پس از پاسخ اولیه ماهی به استرس‌های وارد شده، یکسری پاسخ های ثانویه ازقبیل افزایش میزان قندخون، افزایش لاکتات، افزایش کلسترول،تغییردرفعالیت آنزیم‌های پلاسمای خون وغلظت یون‌ها،کاهش مقدارگلیکوژن ماهیچه وکبد،افزایش نرخ متابولیسم وتغییرات در پروفایل خون‌شناسی و ظرفیت ایمنی‌شناسی درخون و بافت‌های ماهی ایجاد می شود (Goikoetxea *et al.*, 2017;Endo and Wu, 2019). در تائید این موارد برر سی نتایج بد ست آمده ب صورت درون گروهی با توجه به نتایج به دست آمده بین مقادیر کوتیزول و گلوکز ارتباط معنی‌دار مثبتی مشاهده شد. در مطالعه حاضر نیز با افزایش سطح پربیوتیک در جیره غذایی بچه ماهیان جوان قزل آلای رنگین کمان مقدار هر دو شاحص بطور درون گروهی در تیمارهای آزمایشی نیز روند صعودی داشت و در تیمار حاوی سه گرم پربیوتیک به بالاترین مقدار خود ر سید. بطورکلی نتایج به‌د ست‌آمده ن شان داد که افزودن ۲ گرم بر کیلوگرم پربیوتیک ایمکس اولترا به جیره غذایی بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث افزایش عملکرد رشد و بهبود برخی شاخص های ایمنی سرم خون بچه ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان خواهد شد.

۵. منابع

References

Adams, S.M., 2002. Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress. American Fisheries Society, Bethesda, MD.644 pp.

Adineh, H., Jafaryan, H., Sahandi, J., Alizadeh, M., 2013.Effect of *Bacillus* spp. Probiotic on growth and feeding performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine 16*(1), 29-36.

Ahmadifar, E., Sadegh, T.H., Dawood, M.A., Dadar, M., Sheikhzadeh, N., 2020.The effects of dietary Pediococcus pentosaceus on growth performance, hemato-immunological parameters and digestive enzyme activities of

www.SID.ir

Archive of SID

common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* 516, 734-656.
Akrami, R., Ebrahimi, A., Shamoofar, M., Razeghi Mansor, M., 2014.The Effect of prebiotic mannan oligosaccharide on the growth performance, survival and resistance rate of Rainbow trout larvae (*Oncorhynchusmykiss* Wabaum, 1792) against environmental stress. *Journal of AppliedIchthyological Research* 2(3), 29-42.
Akrami, R., Karimabadi, A., Mohammadzadeh, H., Ahmadifar, E., 2010. Effect of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, survival, body composition and salinity stress resistance in Kutum (*Rutilus frisii kutum*) fry stage.*Journal of Marine Science and Technology* 8(3-4), 47-57.
Akrami, R., Nouri, F., Naseri, A.H., Razeghi Mansour, M., 2015. Effects of Discontinuous Administration of Dietary Mannan oligosaccharide and β-1,3-glucan on Hematological and Blood Serum Biochemical Parameters of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of AnimalScience Research* 7(3), 373-380.
Akrami, R., Razeghi-Mansour, M., Chitsaz, H., Ziaee, R., Ahmadi, Z., 2012.Effect of Dietary Mannan Oligosaccharide on Growth Performance, Survival, Body Composition and Some Hematological Parameters of Carp Juvenile (*Cyprinus Carpio*). *Journal of Animal Science Advances* 2(11), 879-885.
Alishahi, M., Ranjbar, M.M., Ghorbanpour, M., Peyghan, R., Mesbah, M., Razi, J.M., 2010.Effects of dietry aloevera on some specific and nonspecific immunity in the common carp (*Cyprinus carpio*). *International Journal of Veterinary Research* 4(3), 189-195.
Amani Denji, K., Razeghi Mansour, M., Ghobadi, S., Akrami, R., Salehi, M., 2015.Effect of various levels of dietary prebiotic mannan oligosaccharide on haematological and some blood serum biochemical parameters of cultured juvenile Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fisheries* 68(2), 177-186.
Andrews, S.R., Sahu, N.P., Pal, A.K., Kumar, S., 2009. Hematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary *mannan oligosaccharide*, yeast extract, protein hydro lysate and chlorella. *Aquaculture Research* 41, 61-69.
Asadi, M., Mirvaghefei, A., Nematollahi, M., Banaee, M., Ahmadi, K., 2012. Effects of Watercress (*Nasturtium nasturtium*) extract on selected immunological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Open Veterinary Journal* 2(2), 32-39.
Barros, M.M., Lim, C., Klesius, P.H., 2002. Effect of iron supplementation to Cottonseed meal diets on growth performance of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of Applied Aquaculture* 10(1), 65-86.
Bolu, S.A., Ojo, V., Oyeleke, B.A., Ajiboye, A.O., Baa Sambo, A., Oluyemi, O., 2009. Effects of Alph-Amune G on the performance, blood chemistry and Histology of Broilers. *International JournalPoultry Science* 8(3), 32-34.
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 Physiology and Biochemical* 30(1), 21-25.
Buentello, A., 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, 411–418.
Burgos-Aceves, M.A., Lionetti, L., Faggio, C., 2019. Multidisciplinary haematology as prognostic device in environmental and xenobiotic stress-induced response in fish. *Science of the total environment*.
Chen, Y., Zhu, X., Yang, Y., Han, D., Jin, J., Xie, S., 2014.Effect of dietary chitosan on growth performance, hematology, immune response, intestine morphology, intestine microbiota and disease resistance in gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture Nutrition* 20(5), 532–546.
Deane, E.E. Woo, N., 2003. Ontogeny of thyroid hormones, cortisol, hsp70 and hsp90 during silver sea bream larval development. *Life sciences* 72(7), 805-818.
Endo, H., Wu, H., 2019. Biosensors for the assessment of fish health: a review. *Fisheries science* 1-14.
FAO., 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 1998. Food and Agriculture Organization FAO, Rome, p. 112.
Feldman, B.F., Zinkl, J.G., Jian, N.C., 2000.Schalm's veterinary hematology. Lippincott Williams and Wilkins publication, Canada, Pp: 1120-1125.
Ghobadi, Sh., Matinfar, A., Nezami, Sh.A. Soltani, M., 2009. Influence of supplementary enzymes Avizyme on fish meal replacement by soybean meal and its effects on growth performance and survival rate of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Azadshahr Journal Fisheries* 3(2), 11-22.
Ghosh, K., Sen, S.K., Ray, A.K., 2003. Supplementation of an isolated fish guts bacterium, *Bacillus circulance*, in formulated diets for rohu, *Labeo rohita*, fingerling. *Journal Aquaculture Bamidegh* 55(-), 13-21.
Gibson, G.R., Roberfroid, M.B., 1995. Dietary modulation of the colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 125(6), 1401- 1412.
Goikoetxea, A., Todd, E.V., Gemmell, N.J., 2017. Stress and sex: does cortisol mediate sex change in fish?. *Reproduction* 154 (6), R149-R160.
Gomez-gill, B., Roque, A., Turn bell, J.F., 2000. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. *Aqualcuture* 19(1-3), 259-270.
Grisdale-Helland, B., Helland, S.J., Gatlin III, 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(1-4), 163-167.
Hardy, R.W., Sugiura, S.H., Babbitt, J.K., Dong, F.M., 2000. Utilization of fish and animal byproduct meals in low-pollution feeds for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research* 31(7), 585-593.
Helland, S.J., Grisdale, H.B., Nerland, S., 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks.*Aquaculture* 139(1-2), 157-163.
Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M., Hemer, G.I., 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon

www.SID.ir

Archive of SID

(*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. *Aquaculture Nutrition*11(7), 301-313.

Hisano, H., Barros, M.M., Pezzato, L.E., 2007. Levedura e zinco Como pró-nutrientes em rações para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).Aspectos hematológicos. Boletim do Instituto de Pesca. 33(1), 35-42.

Hoseinifar, S.H., Hosseini, M., Paknejad, H., Safari, R., Jafar, A., Yousefi, M., Mozanzadeh, M.T., 2019. Enhanced mucosal immune responses, immune related genes and growth performance in common carp (*Cyprinus carpio*) juveniles fed dietary *Pediococcus acidilactici* MA18/5M and raffinose. *Developmental and Comparative Immunology* 94(3), 59-65.

Hunt, A.Ö., Çetinkaya, M., Yılmaz, F.Ö., Yıldırım, M., Berkoz, M., Yalın, S., 2019. Effect of Dietary Supplementation of Inulin on Growth Performance, Digestion Enzyme Activities and Antioxidant Status of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 7(9), 1344-1353.

Jafaryan, H., Bivareh, M.R., Jafaryan, S., 2019. Effects of Prebiotic Yeast, *Saccharomyces Cerevisiae* Cell Wall on Some Hematological Parameters and Liver Enzymes in Common Carp Fingerlings (*Cyprinus Carpio* Linnaeus. 1758). *Veterinary Research* 2 (37), 109- 121.

Javaheri Baboli, M., Daer, N., 2014.Prebiotic effect of different levels of the cell wall of the yeast Saccharomyces cerevisiae on growth, survival, Open retardation and blood indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fisheries* 67(4), 511-522.

Khodadadi, A., Haghighi, A., Malekinejadh, H., Tukmechi, A., Afsharnasab, M., 2019.Effects of diet supplementation with different level of Celmanax® in rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*). *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* 70(1), 1347-1356.

Kissil, G. Wm., Lupatsch, I., Elizur, A., Zohar, Y., 2001. Long photoperiod delayed spawning and increased somatie growth in gilthead seabeam (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 200, 363-379.

Li, P., Gatlin, D.M., 2004. Dietary brewer's yeast and perbiotic GroBioticTM AE in fluence growth performance, immune responses and resistance of hybrid Striped bass (*Moron crypsos ×M. saxatilis*) to *Sterptococ cusiniae* infection. *Aquaculture* 231(2), 445-456.

Magnadottir, B., 2006. Innate immunity of fish (overview). *Fish and Shellfish Immunology* 20(2), 137-151

Manning, T.S., Gibson, G.R., 2004. Prebiotics, Best Practice and Research Clinical Gastroenterology. 18(1-2), 287–298.

Naseri, A., Akrami, R., 2014. Effect of discontinuous administration of prebiotic mannan oligosaccharide and β-1,3-glucan on growth performance and some immunity response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fisheries* 67(3), 425-434.

Ojolick, E.J., Cusack, R., Benfey, T.J., Kerr, S.R., 1995. Survival and growth of all female diploid Rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*) reared at chronic high temperature. *Aquaculture* 131(3-4), 177-187.

Rehulka, J., 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, condition and some blood indices of rainbow trout. *Aquaculture* 190(1-2), 27-47.

Reid, S.G., Bernier, N.J., Perry, S.F., 1998. The adrenergic stress response in fish: Control of catecholamine storage and release. *Comparative Biochemistry and Physiology* 120(2), 1-27.

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(2), 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(6), 821-826.

Sakai, M., 1999.Current research status of fish immune stimulants. *Aquaculture* 172(1-2), 63-92.

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(1), 148-152.

Satheeshkumar, P., Ananthan, G., Kumar, D.S., Jagadeesan, L., 2012. Hematology and biochemical parameters of different feeding behavior of teleost fishes from Vellar estuary, India. *Comparative Clinical Pathology* 21(6), 1187-1191.

Saurabh, S., Shaoo, P.K., 2008. Lysozyme: an important defiance molecule of fish innate immune system. *Aquaculture Research* 39(3), 223-239.

Shoaei, R., Akrami, R., Ghobadi, S., Razeghi Mansour, M., 2015.Effect of dietary of prebiotic mannan oligosaccharide and β-1, 3 glucan on growth performance, survival, body composition and serum lysozyme activity in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerling. *Journal of Marine Biology* 7(1-2), 45-56.

Swain, P., Dash, S., Sahoo, P.K., Routray, P., Sahoo, S.K., Gupta, S.D., Meher, P.K., Sarangi, N., 2006.Non-specific immune parameters of brood Indian major carp *Labeo rohita* and their seasonal variations. *Fish and Shellfish Immunology* 22(2),38-43.

Tarkhani, R., Imani, A., Hoseinifar, S.H., Ashayerizadeh, O., Moghanlou, K.S., Manaffar, R., Reverter, M., 2020. Comparative study of host-associated and commercial probiotic effects on serum and mucosal immune parameters, intestinal microbiota, digestive enzymes activity and growth performance of roach (*Rutilus rutilus caspicus*) fingerlings. *Fish and Shellfish Immunology* 98(3), 661-669.

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(1), 24 –35.

Zhou, X., Li, M., Abbas, K., Wang, W., 2009.Comparison of hematology and serum biochemistry of cultured and wild Dojo loach *Misgurnus anguillicaudatus*. *Fish physiology and biochemistry* 35(3), 435.

www.SID.ir