نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال سیزدهم، شماره دوم، تابستان ۹۸ / صفحات: ۱۲-۱

اثرات جایگزینی آرد ماهی با آرد ضایعات طیور بر شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های کبدی ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرواری در استان خوزستان

***اعظم محمدصالحی[۱]، محمد ولایت‌زاده[۱] و زینب باوی[۲]**

[۱]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران،

[۲]دانشجوی دکتری گروه شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۲۰

چکیده

در این پژوهش، یک آزمایش ۱۲ هفته‌ای به‌منظور بررسی اثرات جایگزینی آرد ماهی با آرد ضایعات طیور (PBM) در جیره غذایی ماهیان ازون‌برون *Acipenser stellatus* بر شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های کبدی آن‌ها در اقلیم خوزستان، طراحی شد. پنج جیره غذایی (پلیت‌های غذایی با سطوح انرژی و پروتئین مشابه) محتوی سطوح مختلف آرد ضایعات طیور با نسبت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد طراحی شد. ماهیان ازون‌برون به‌طور تصادفی و با تراکم ۵ کیلوگرم بر مترمربع ماهی (با وزن میانگین ۲۰±۱۲۰۰ گرم) در استخرهای بتونی با ابعاد۲×۲×۲ متر توزیع شدند. هر جیره غذایی به سه تکرار از هر تیمار اختصاص داده شد و ماهیان به‌میزان ۱/۵ درصد وزنشان و ۳ مرتبه در روز تغذیه شدند. بالاترین میزان آنزیم لاکتات دهیدروژناز (LDH)، آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)، آلکالین فسفاتاز (ALP)، گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید و آلبومین به‌ترتیب ۱۶۷/۵۷±۲۶/۹۶ U/L، ۳/۲۵±۰/٤٤ U/L، ۳۹۱/٦۳±۷۷/٤٤ U/L، ۵۱/۸۲±٤/۱٤ mg/dl، ۵٤±۸/۳۲ mg/dl، ۳۵٤/٦۸±۵٦/۱٦ mg/dl و ۰/٦۱±۰/۰٦ g/dl به‌دست آمد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که، جیره‌های غذایی محتوی پودر ضایعات طیور جایگزین مناسبی برای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی ازون‌برون است، زیرا کاهش معنی‌دار در کارایی رشد و بهره‌مندی از غذا به‌دنبال استفاده از این جایگزین، بدون کاربرد مکمل‌های اسید امینه، در ماهی‌ها مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: آرد ضایعات طیور، آنزیم‌های کبدی، شاخص‌های ایمنی، ماهی ازون‌برون

مقدمه

پودر ماهی محصولی متغیر در قیمت بوده و وابسته به صید ماهیان سطح‌زی است، در عین‌حال منبع عمده تامین‌کننده پروتئین جیره آبزیان و غذایی گران‌قیمت است (Gill، ۲۰۰۰). از سوی دیگر قیمت آرد ماهی به‌دلیل کاهش صید ماهیان سطح‌زی، افزایش بهای انرژی و توسعه آبزی‌پروری هر ساله در حال افزایش است (Tacon و Mtian، ۲۰۰۸). در سال ۱۹۹۹، تنها ۲۳ درصد از منابع پودر ماهی جهان، قادر بود نیاز آبزی‌پروری را مرتفع سازد، این میزان در سال ۲۰۰۲ به ۳۷ درصد (Chamberlain، ۲۰۰۰) و در سال ۲۰۱۵، به ۷۵ درصد رسید، به این معنی که حدود ۷۵ درصد از منابع تامین‌کننده پودر ماهی، در صنایع آبزی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jackson، ۲۰۰۷). گزارش‌های FAO بیانگر آن

* نویسنده مسئول: a.mohamadsalehi1358@gmail.com

است که میزان صید ماهیان سطح‌زی در جهان ثابت شده و به حداکثر میزان ظرفیت خود رسیده است، بنابراین افزایش تقاضا جهت دریافت پودر و روغن ماهی و مشتقات آن در مقایسه با سایر منابع، منجر به افزایش قیمت خواهد شد (Giencross و همکاران، ۲۰۰۷) و از سوی دیگر یکی از مهم‌ترین بحران‌ها در آبزی‌پروری و تولید پودر و روغن ماهی، ناکارآمد بودن ضریب تبدیل ماهی به پودر ماهی جهت تامین غذای ماهیان گوشتخوار است (Pinto و Fuci، ۲۰۰۶).

ماهیان خاویاری (*Acipenseridae*) گونه‌هایی از ماهیان با ارزش از رده ماهیان غضروفی- استخوانی با دو جنس تاس‌ماهی و فیل‌ماهی هستند (Shahsavani و همکاران، ۲۰۱۰). این ماهیان به‌علت خاویار گران‌قیمت‌شان، ماهیان جزء ماهیان بسیار مهم و تجاری محسوب می‌شوند (Clauss و همکاران، ۲۰۰۸). در دریای خزر شش گونه ماهی خاویاری زندگی می‌کند که ازون‌برون یکی از گونه‌های با ارزش این ماهیان است (Anon، ۲۰۰۰). دریای خزر دارای ذخیره بزرگی از این ماهیان بوده، اما برخی از گونه‌ها کمیاب شده‌اند، که نتیجه آن، پرورش گونه‌های مختلف این ماهیان در کشورهای حاشیه دریای خزر است (Bahmani و همکاران، ۲۰۰۱). بهره‌برداری بیش از حد خاویار و تخریب زیستگاه‌ها باعث کاهش بسیاری از جمعیت ماهیان خاویاری شده است (Doukakis و همکاران، ۱۹۹۹). کشور ایران سعی در بازسازی ذخائر طبیعی ماهیان خاویاری از طریق تولیدمثل مصنوعی و رهاسازی بچه‌ماهیان به رودخانه‌های منتهی به دریای خزر دارد. علاوه بر این، پرورش ماهیان خاویاری منجر به کاهش فشار صید شده و متعاقب آن به بازسازی ذخائر طبیعی کمک خواهد شد (Bartly و Rana، ۱۹۹۸).

با توجه به این‌که هزینه تولید گوشت ماهیان خاویاری به‌دلیل طولانی بودن دوره پرورش (۳ تا ۹ سال) در مقایسه با سایر آبزیان پرورشی بالاتر است، هر گونه تلاطم بازار، ازهم‌گسیختگی منابع و یا مشکلات احتمالی در زمینه تامین پودر ماهی، برای پرورش‌دهنده ضررهای بسیاری در پی خواهد داشت و در صورت تداوم، آینده این صنعت را زیر سوال خواهد برد. این در حالی است که به اعتقاد بسیاری از کارشناسان، صید آبزیان سطح‌زی به‌منظور تامین غذای ماهیان پرورشی در بلندمدت قابل دوام نبوده و نمی‌توان به آن امید داشت (Naylor و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین با توجه به وضعیت موجود، یکی از راه‌های کاهش وابستگی به پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان، استفاده از آلترناتیوهای جانوری و گیاهی ارزان‌قیمت است. این جایگزینی علاوه بر این‌که منجر به کاهش وابستگی به پروتئین با منشا دریایی می‌شود، هزینه غذا را نیز کاهش می‌دهد (Thompson و همکاران، ۲۰۰۷).

پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی اثرات جایگرینی پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به‌جای پودر ماهی در جیره غذایی و اثر آن بر شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های کبدی ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی در اقلیم خوزستان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بازه زمانی بهمن ۱۳۹۳ تا اردیبهشت‌ماه ۱۳۹٤، به‌مدت سه ماه در مزرعه پرورش ماهیان خاویاری حنطوش‌زاده، واقع در استان خوزستان و شهرستان دزفول با طول و عرض جغرافیایی ٤۸ درجه و ۲٤ دقیقه شرقی و ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱٤۰ متر از سطح تراز

دریا انجام شد. در این پژوهش ۱۵ استخر هشت ضلعی بتونی، با حجم آبگیری ٥٤ مترمکعب (با ابعاد ۲×۲ متر و عمق ۱۰۰ سانتی‌متر) درون سالن سرپوشیده مورد استفاده قرار گرفت. آب مورد نیاز از طریق یک حلقه چاه عمیق پس از هوادهی در سیستم نیمه مدار بسته تامین شد. تعداد ۲٤۰ قطعه ماهی ازون‌برون با میانگین وزنی ۲۰±۱۲۰۰ گرم از شرکت آبزی خاویاری حنطوش‌زاده تهیه شد و پس از یک هفته سازگاری با محیط جدید، غذادهی طی مدت ۳ روز و به‌تدریج با جایگزینی جیره غذایی پایه با جیره آزمایشی انجام شد. تراکم در حدود ۵ کیلوگرم ماهی در هر مترمربع در نظر گرفته شد. غذادهی ماهیان به‌طور روزانه و در ۳ نوبت در ساعت ٦ صبح، ۱۲ ظهر و ٦ بعداز ظهر انجام شد. میزان غذادهی بر حسب ۱/۵ درصد وزن بدن ماهیان تنظیم شده و قطر پلت‌ها برای تمام جیره‌ها به‌صورت یکسان ۸ میلی‌متر در نظر گرفته شد. برای محاسبه غذای مورد نیاز ماهیان، در هر ماه عملیات زیست‌سنجی صورت گرفت و برای این کار ماهی‌های هر استخر پس از بیهوشی به استفاده از پودر میخک، به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت یک گرم توزین و طول آن‌ها نیز توسط تخته زیست‌سنجی اندازه‌گیری شد. سپس ماهیان به سرعت به استخرهای محتوی آب تازه با هوادهی شدیدتر، منتقل گردید. غذادهی در روزهای زیست‌سنجی قطع می‌شد.

به‌منظور ساخت جیره غذایی، موادی مانند پودر ماهی، پودر سویا، پودر ضایعات طیور که نیاز به آسیاب دارند، ابتدا آسیاب و از الک ۵۰۰ میکرونی عبور داده شد، سپس مطابق فرمولاسیون جیره‌های آزمایشی، مواد اولیه با ترازوی دیجیتال با دقت یک گرم توزین شدند، همچنین برای توزین ترکیباتی مانند پرمیکس ویتامینی و معدنی که در حد گرم بودند از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده شد. پس از انجام این مقدمات مواد اولیه خشک مورد نیاز به درون مخلوط‌کن ریخته شد و به مرور ابتدا روغن ماهی و کانولا، سپس آب ۸۰ درجه سانتی‌گراد با ملاس مخلوط و به مواد آزمایشی خشک جیره کم‌کم اضافه شده و به‌مدت ۲۰ دقیقه مخلوط گردید، سپس با استفاده از دستگاه پلت‌زن با قطر شبکه خروجی ۸ میلی‌متر متناسب با دهان ماهی، پلت‌های غذایی تهیه شد. پلیت‌های تهیه شده روی توری‌های آلومینومی و در دستگاه خشک‌کن در دمای ٦۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از خشک‌شدن، بسته‌بندی و در یخچال نگهداری شدند (Brauge و همکاران، ۱۹۹٤). جیره‌های غذایی بر اساس ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی پودر ضایعات طیور به‌جای پودر ماهی طراحی شدند. در این مطالعه، جیره غذایی ساخته شده شامل، تیمار ۱: تیمار شاهد با ۱۰۰ درصد پودر ماهی، تیمار ۲: ۲۵ درصد جایگزینی پودر طیور به‌جای پودر ماهی، تیمار ۳: ۵۰ درصد جایگزینی پودر طیور به‌جای پودر ماهی، تیمار ٤: ۷۵ درصد جایگزینی پودر طیور به‌جای پودر ماهی و تیمار ۵: ۱۰۰ درصد جایگزینی پودر طیور به‌جای پودر ماهی بود (جدول ۱).

جدول ۱- اجزای جیره غذایی تیمارهای مورد مطالعه

تیمارها / اجزا جیره غذایی	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤	تیمار ٥
آرد ضایعات طیور	–	٪۱۲	٪۲٤	٪۳٦	٪٤۸
آرد ماهی	٪٤۸	٪۳٦	٪۲٤	٪۱۲	–
آرد سویا	٪۱٦	٪۱٦	٪۱٦	٪۱۷	٪۱۷
آرد گندم	٪۱۲	٪۱۲	٪۱۳	٪۱۳	٪۱۲
سبوس برنج	٪۳	٪۳	٪۲	٪۲	٪۳
ملاس	٪۳	٪۳	٪۳	٪۲	٪٤
روغن ماهی	٪٥	٪٥	٪٥	٪٥	٪٥
روغن کانولا	٪٥	٪٥	٪٥	٪٥	٪٥
پروبیوتیک	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲
بایندر	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲
بتافین	٪۱	٪۱	٪۱	٪۱	٪۱
پرمیکس ویتامین[a]	٪۱/٥	٪۱/٥	٪۱/٥	٪۱/٥	٪۱/٥
پرمیکس معدنی[b]	٪۱/٥	٪۱/٥	٪۱/٥	٪۱/٥	٪۱/٥
پروتئین	٤۰/۸۰±۰/۰۱	٤۰/۱۸±۰/۱۳	۳۹/٥٥±۰/۱۳	۳۹/۳۷±۰/۱۲	۳۸/۸۱±۰/۲۱
چربی	۱٤/٥٦±۰/۱۱	۱٥/۰٥±۰/۰۲	۱٥/٤۰±۰/۱۳	۱٥/۸۱±۰/۲۱	۱٦/۲٤±۰/۲٤
انرژی قابل هضم (Kcal/Kg)	۳٤۷۸/۰٦±۰/۲۳	۳٥۰۳/٥±۰/۲۲	۳٥۳٤/۲±۰/۰۹	۳٥۸٤/٤±۰/۲۲	۳٦۱۰/۷۲±۰/۲۲

a: ویتامین A: ٤۰۰۰Iu/kg، ویتامین D: ۱٥۰۰ Iu/kg، پیریدوکسین: ۰/۰۱ gr/kg، کولین: ٥/٥ mg/kg، فولات: ۳ mg/kg، نیاسین: ۰/۰٦ gr/kg، ویتامین B_{12}: ۰/۰۲ mg/kg، پنتوتنات: ۰/٤٥۰ gr/kg. b: منیزیم: ۲۰۰ mg/kg، سدیم: ٥۰۰mg/kg، آهن: ۲۰ mg/kg، مس: ۳ mg/kg، روی: ۱٥ mg/kg، منگنز: ۱٥ mg/kg، سلنیوم: ۰/٥ mg/kg، آلومینیوم ۰/۰۳ mg/kg، کبالت ۲/٥ mg/kg.

همه اندازه‌گیری‌های دما، اکسیژن محلول و pH بر اساس روش‌های استاندارد و با استفاده از دستگاه قابل‌حمل مدل Mark آلمان اندازه‌گیری شد. جهت سنجش اکسیژن محلول دو نمونه آب از عمق ۲۰ سانتی‌متری از سطح برداشته شد، سپس توسط کلرورمنگان و یدور قلیایی در محل نمونه‌برداری فیکس شدند (Eaton و همکاران، ۲۰۰٥). جهت خون‌گیری از هر تیمار ٤۸ قطعه ماهی صید و با استفاده از عصاره گل میخک بیهوش شد. جهت اندازه‌گیری شاخص‌های خونی، پس از خونگیری به‌وسیله سرنگ‌های ٥ سی‌سی از سیاهرگ قسمت ساقه دمی ماهیان، خون تهیه شده درون ویال‌های حاوی ۲۰ میکرولیتر ماده ضد انعقاد هپارین ریخته شد. هموگلوبین به روش استاندارد سیانومت هموگلوبین و پس از مخلوط نمودن ۰/۰۲ میلی‌لیتر خون با ٥ سی‌سی محلول درابکین (معرف سیانومت هموگلوبین) و پس از گذشت ۱۰ دقیقه از زمان مخلوط نمودن نمونه، بر حسب گرم در دسی‌لیتر با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Feldman و همکاران، ۲۰۰۰).

اندازه‌گیری آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز (LDH)، آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)، آلکالین فسفاتاز (ALP) و آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) با استفاده از کیت‌های مخصوص آنزیمی ساخت شرکت

پارس آزمون و دستگاه بیوشیمی آنالایزر Elan شرکت اپندرف آلمان انجام شد (Rifai و همکاران، ۱۹۹۹). میزان لیزوزیم با استفاده از روش جذب نوری به‌وسیله دستگاه الایزا بیوتک ساخت کشور آمریکا سنجش گردید. همچنین مقادیر ایمونوگلوبولین به روش جذب نوری با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون و دستگاه Euro lyser ساخت کشور اتریش تعیین شد. گلوگز، کلسترول، تری‌گلیسرید، پروتئین تام و آلبومین به‌ترتیب به کمک روش‌های گلوکزاکسیداز، کلسترول اکسیداز، آنزیم لیپاز (Lipase/GPO-PAP)، بیورت (Biuret) و بروموکرزول سبز (Bromocresol green) اندازه‌گیری شدند (Borges و همکاران، ۲۰۰٤).

تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS18 و نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگراف-اسمیرنف بررسی شد. میانگین داده‌ها به کمک آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA One-way) و میانگین بین تیمارها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن (Duncan test) با یکدیگر مقایسه شدند و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ (P=0.05) تعیین گردید. در رسم نمودارها و جدول‌ها از نرم‌افزار Excel 2007 بهره گرفته شد.

نتایج

دامنه و میانگین داده‌های حاصل از سنجش فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب طی دوره پرورش سه ماهه ماهی ازون‌برون در جدول ۲ آمده است. نتایج زیست‌سنجی ماهیان نیز در جدول ۳ درج شده است.

جدول ۲- مقادیر برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب طی دوره پرورش ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*)

پارامترها	دما (°C)	اکسیژن محلول (mg/L)	pH
میانگین	۲۳/۸٦±۱/٤۸	٦/٦۹±۰/۲٤	۷/۷٥±۰/٦٥[a]
دامنه	۲۳/٥٥-۲٤	٦-٦/۸۲	۷/٥۰-۸

جدول ۳- میانگین طول و وزن طی دوره پرورش ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) (میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌های رشد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤	تیمار ٥
وزن اولیه (گرم)	۱۲۷۳/۳۰±۱۸/٦[a]	۱۲٦۸/٦۰±۲۰/۲۰[b]	۱۲٥۷±۱۷/٥۰[c]	۱۲٤۲±۱٦/٥۰[d]	۱۲٤٤±۲٦/۲۰[d]
طول اولیه (سانتی‌متر)	۸۸/٥۰±٥/٤٦[a]	۸۸/۱۰±٦/۷۹[a]	۹۰/٤۰±۸/۹۷[b]	۸۹/۱۰±٦/۳۸[a]	۸۹/۳۰±۷/۲٥[a]
وزن نهایی (گرم)	۱٥۷۷±٥٦/٦۹[a]	۱٥۷۳±۷٥/٤٥[a]	۱٥۲۷±٦۲/۸۰[b]	۱٥۲٥±۷۳/٤۰[b]	۱٤۲۷±۸۸/۱۰[c]
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱۲٥/۳٦±۱۱/۲۱[a]	۱۲٥/۱٤±۹/۰٦[a]	۱۲۰/۷٤±۱۰/۱۲[b]	۱۲۰/٥٦±۹/۷۸[b]	۱۱٤/۲۳±۹/۳۸[c]

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/۰٥) و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها (تیمارها) در سطح ۹۵ درصد می‌باشد (P<۰/۰٥).

جدول ٤، حاوی نتایج حاصل از آنالیزهای آماری داده‌های مربوط به آنزیم‌های سرمی است. بر اساس نتایج درج شده در جدول ٤؛ بالاترین و پایین‌ترین میزان آنزیم لاکتات دهیدروژناز (LDH) به‌ترتیب در تیمارهای ٤ (۱٦۷/٥۷±۲٦/۹٦ U/L) و ۳ (٥۷/٤۲±۱۲/۰۹ U/L) مشاهده شد (P<۰/۰٥).

بالاترین میزان آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) ۳/۲۵±۰/٤٤ U/L در تیمار ۲ به‌دست آمد که با سایر تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). در تیمار ۱ میزان آنزیم آلکالین فسفاتاز (ALP) بالاترین مقدار را داشت (۳۹۱/٦۳±۷۷/٤٤ U/L) و کم‌ترین میزان این آنزیم در تیمار ٤ (۲٦۰/۲۸±٤۰/۳٦ U/L) به‌دست آمد (P<۰/۰۵). بالاترین و پایین‌ترین میزان آنزیم آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) در تیمارهای ۲ و ۳ بود (P<۰/۰۵) (جدول ٤).

جدول ٤- میانگین برخی آنزیم‌های سرمی خون (بر حسب U/L) ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) در جایگزینی پودر ضایعات طیور طی دوره پرورش (میانگین ± انحراف معیار)

آنزیم‌ها / تیمارها	لاکتات دهیدروژناز (LDH)	آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)	آلکالین فسفاتاز (ALP)	آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST)
تیمار ۱	۹۹/۸٦±٦/۱٤^{c}	۱/٤۱±۰/۵٤^{b}	۳۹۱/٦۰±۷۷/٤٤^{a}	۳۷/٦۲±۵/٦۳^{c}
تیمار ۲	۱٤۵/۸۰±۲٦/٦۱^{ab}	۳/۲۵±۰/٤٤^{a}	۳۷٤/٤۸±۳٤/۸٦^{a}	۸۳/٤۰±۱۲/٦۲^{a}
تیمار ۳	۵۷/٤۲±۱۲/۰۹^{d}	۱/۲۸±۰/٤٤^{b}	۲۹۹/٦۰±٦۱/۷۵^{b}	۳۵/٤۰±۵/۳٦^{c}
تیمار ٤	۱٦۷/۵۷±۲٦/۹٦^{a}	۱/۸۵±۰/٤٤^{b}	۲٦۰/۲۰±٤۰/۳٦^{b}	۵٦/۸۰±۱۸/۵۱^{b}
تیمار ۵	۱۵۵/٦۹±۲۱/۲۰^{b}	۱/٤۱±۰/۵٤^{b}	۳۸۰/٤٤±٤۵/۸۵^{a}	۵۰±۸/٦۰^{bc}

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/۰۵) و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها (تیمارها) در سطح ۹۵ درصد می‌باشد (P<۰/۰۵).

داده‌های مربوط به شاخص‌های ایمنی خون ماهی ازون‌برون در جدول ۵ گزارش شده است. بر اساس این اطلاعات، بالاترین میزان گلوکز ۵۱/۸۲±٤/۱٤ mg/dl در تیمار ٤ به‌دست آمد که با سایر تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). بالاترین و پایین‌ترین میزان کلسترول به‌ترتیب در تیمارهای ۵ (۵٤±۸/۳۲ mg/dl) و ۳ (۳٦/۲۰±۳/۷۰ mg/dl) مشاهده شد (P<۰/۰۵). تری‌گلیسیرید نیز در تیمار ۵ و ۳ بالاترین (۳۵٤/٦۸±۵٦/۱٦ mg/dl) و پایین‌ترین (۲۱٦/۵۵±۲۱/۱۹ mg/dl) مقادیر را داشت (P<۰/۰۵). پروتئین تام در طول دوره پرورش ماهی ازون‌برون در تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). بالاترین میزان آلبومین ۰/٦۱±۰/۰٦ g/dl در تیمار ۲ به‌دست آمد که با سایر تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). بالاترین و پایین‌ترین لیزوزیم و ایمونوگلوبولین نیز در تیمارهای ٤ و ۳ به‌دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵- مقادیر شاخص‌های ایمنی خون ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) در جایگزینی پودر ضایعات طیور طی دوره پرورش (میانگین ± انحراف معیار)

آنزیم‌ها / تیمارها	گلوکز (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	تری‌گلیسیرید (mg/dl)	پروتئین تام (g/dl)	آلبومین (g/dl)	لیزوزیم (µg/ml)	ایمونوگلوبولین (mg/ml)
تیمار ۱	٤٦/٦٠±١/١٤^{b}	٤٦±٤/١٢^{a}	٢٣٢/٦١±٢٨/٩٠^{a}	١/٢٤±٠/٠٨^{b}	٠/٣٧±٠/٠٣^{c}	١٩/٢٠±٢/٧٧^{c}	٦/٨٠±٠/٤٤^{a}
تیمار ۲	٤٩/٤٠±١/٥١^{ab}	٤٨/٦٠±٧/٧٦^{a}	٢٦٢/٣٦±٣١/٦٤^{bc}	١/٥٤±٠/١٣^{a}	٠/٦١±٠/٠٦^{a}	٢٧/٨٠±٣/٩٦^{ab}	٨/٨٦±٠/٥٥^{b}
تیمار ۳	٣٧/٦٨±١/٩٤^{c}	٣٦/٢٠±٣/٧٠^{b}	٢١٦/٨٠±٢١/١٩^{c}	٠/٨٧±٠/١٠^{c}	٠/٤١±٠/٠٤^{c}	١٨/٤٠±٢/٤٠^{c}	٦/٥٤±٠/٤٠^{a}
تیمار ٤	٥١/٨٢±٤/١٤^{a}	٤٥/٢٢±٧/٨٥^{a}	٢٨٦/٧٤±١٩/٤٩^{b}	١/٦٠±٠/١٢^{a}	٠/٥٤±٠/٠٥^{b}	٣٠/٦٠±٢/١٩^{a}	٩/٥٢±٠/٤٨^{c}
تیمار ٥	٤٧/٦٢±٣/٥٠^{b}	٥٤±٦/٣٢^{a}	٣٥٤/٦٨±٥٦/١٦^{a}	١/٤٨±٠/١٤^{a}	٠/٥٤±٠/٠٥^{b}	٢٥/٦٠±٢/٩٦^{b}	٨/٧٠±٠/٤٤^{b}

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار ($P>0/05$) و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها (تیمارها) در سطح ۹۵ درصد می‌باشد ($P<0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری

آرد طیور یک ماده نسبتاً ناهمگن بوده و به‌طور متوسط دارای ٦١-٥٥ درصد پروتئین خام و ١٣-٨ درصد چربی خام و منبع عالی کلسیم و فسفر است. آرد ضایعات طیور همواره حاوی مقادیری اوره (به‌طور نرمال در حدود ۰/۵ درصد) است. برخی پژوهشگران عنوان می‌کنند که، پودر ضایعات طیور در مقایسه با پودر خون و پودر پر، دارای تعادل آمینو اسیدی بهتری بوده و محدودیت کم‌تری در جیره‌های غذایی آبزیان دارد (Hu و همکاران، ۲۰۰۸). به واسطه پروتئین خام، کلسیم و فسفر بالای این فرآورده، پژوهشگران از آن به‌عنوان یک خوراک معمول و با کیفیت پروتئین مناسب در جیره آبزیان و طیور یاد می‌کنند، با این‌حال کیفیت متغیر پروتئین و مواد معدنی آن، باعث شده است که بررسی غلظت مواد مغذی و قابلیت دسترسی پروتئین و اسید آمینه آن از اهمیت زیادی برخوردار باشد (Askolana و همکاران، ۱۹۹۷). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که، جیره‌های غذایی محتوی پودر ضایعات طیور جایگزین مناسبی برای پروتئین آرد ماهی در جیره غذایی ماهی ازون‌برون است، زیرا کاهش معنی‌دار در کارایی رشد و بهره‌مندی از غذا به دنبال استفاده از این جایگزین، بدون کاربرد مکمل‌های اسید امینه، در ماهی‌ها مشاهده نشد. پودر ضایعات طیور یک محصول فرآوری‌شده از ضایعات لاشه مرغ است و دارای پروتئین بالا بوده و بسته به نوع فرآوری آن، می‌تواند حاوی ترکیب نسبتاً مناسب آمینواسید در تغذیه ماهیان پرورشی باشد. تاکنون مطالعات گسترده‌ای در زمینه جایگزینی پودر ضایعات مرغ به‌جای پودر ماهی در جیره آبزیان صورت گرفته و نتایج تا حد زیادی امیدوارکننده است (Yigit و همکاران، ۲۰۰٦). با این‌حال، پودر ضایعات مرغ دارای اجزای متفاوت تشکیل‌دهنده مانند استخوان، گوشت و خون و ترکیبات غذایی مختلف بوده و روش‌های فرآوری و قابلیت هضم آن متفاوت است (Nengas و همکاران، ۱۹۹۹).

در مطالعه حاضر جایگزینی آرد ماهی با پودر ضایعات طیور اثرات معنی‌داری بر پروتئین تام، تری‌گلیسرید و کلسترول همچنین بر گلوکز، آلبومین، لیزوزیم و ایمونوگلوبولین دارد، با این وجود این تغییرات از روند منظمی پیروی نمی‌کنند. حذف آرد ماهی و جایگزینی آن با آرد ضایعات طیور کاهش معنی‌دار کلسترول پلاسما را در مقایسه تیمارهای مختلف در پی داشت. در آزمایش حاضر تری‌گلیسرید و کلسترول پلاسما با افزایش جایگزینی اختلاف

معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند (P>۰/۰۵). تری‌گلیسرید سرم به‌عنوان یک نشانگر کوتاه‌مدت در مورد وضعیت تغذیه به‌کار می‌رود (Bucolo و David، ۱۹۷۳). در جایگزین نمودن پروتئین‌های جایگزین گیاهی و جانوری، افزایش چربی کل همراه با افزایش تری‌گلیسرید پلاسما در ماهیان نشان‌دهنده متابولیسم بالای چربی و پاسخ مثبت به پروتئین جایگزین است، اما گزارش شده است که جایگزینی منابع پروتئین گیاهی به‌دلیل افزایش ترشح نمک‌های صفراوی مانع از جذب و بازگیری در دیواره روده می‌شوند و به این دلیل کاهش کلسترول یا هایپوکلسترومیا رخ می‌دهد (Kaushik و همکاران، ۲۰۰٤). در پژوهش حاضر غلظت گلوکز خون تحت‌تأثیر تیمارهای جیره غذایی قرار گرفت. گزارش‌هایی مبنی بر افزایش غلظت گلوکز تحت‌تأثیر تیمارهای غذایی حاوی پروتیئن گیاهی به‌دلیل میزان بیش‌تر کربوهیدرات‌های موجود در این منابع پروتئینی وجود دارد، همچنین شکسته شدن کربوهیدرات‌ها به قندهای کوچک‌تر منجر به افزایش سطح پلاسمایی گلوکز می‌گردد (Kikuchi، ۱۹۹۹). در مطالعه حاضر نیز میزان گلوکز و تری‌گلیسرید خون ماهیان با افزایش پودر ضایعات طیور در جیره تا سطح ۵۰ درصد جایگزینی، کاهش یافت؛ که دلیل آن مشخص نیست و نیاز به مطالعات بیش‌تری دارد. غلظت پروتئین کل در خون به‌عنوان شاخصی جهت بررسی سلامت وضعیت تغذیه‌ای ماهی به‌کار می‌رود (Martinez، ۱۹۷٦). همچنین کاهش معنی‌دار پروتئین کل خون در جایگزینی پروتئین‌های گیاهی دلالت بر عدم کارایی تغذیه و اختلال در کاهش پروتئین کبد دارد (Kumar و همکاران، ۲۰۱۰). در آزمایش حاضر جایگزینی کامل آرد ضایعات طیور به‌جای آرد ماهی تأثیر معنی‌داری بر آلبومین و پروتئین کل سرم خون ماهیان نداشت که نشان‌دهنده تطابق‌پذیری مناسب ازون‌برون به پروتئین جایگزین است.

فعالیت آنزیم لیزوزیم و کمپامانت دلالت بر سلامت عمومی و سامانه همورال در ماهی دارد و منابع پروتئین و چربی موجود در جیره غذایی بر سامانه همورال ماهی تأثیرگذار است (Tort و همکاران، ۱۹۹٦). Subhadra و همکاران (۲۰۰٦)، در دو آزمایش دریافتند که با جایگزینی پودر ضایعات مرغ به‌جای آرد ماهی در سطوح بالا در جیره غذایی باس دهان درشت *Micropterus salmoides*، فعالیت کامپلیومنت و لیزوزیم کاهش می‌یابد که چنین پدیده‌ای (کاهش لایزوزیم) در ماهیان تغذیه شده با تیمارهای ۱ و ۳ مشاهده شد. اختلال در سیستم ایمنی ماهیان به واسطه عوامل استرس‌زای محیطی، منجر به حساسیت بیش‌تر به انواع بیماری‌ها می‌شود که توسعه اقتصادی آبزی‌پروری را محدود می‌نماید. استفاده از جیره‌های غذایی جایگزین که در افزایش سیستم ایمنی نقش دارند از جمله راهکارهایی می‌باشد که در افزایش سلامت، مقاومت نسبت به استرس و عوامل بیماری‌زا می‌توانند مفید واقع شوند.

فعالیت آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز (LDH)، آلکالین فسفاتاز (ALP)، آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) با افزایش میزان جایگزینی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، در حالی‌که میزان آلانین ترانسفراز (ALT) به‌جز در تیمار ۲ افزایش معنی‌داری نشان نداد. فعالیت سرمی آنزیم آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST)[1] و آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)[2] به‌طور مشخص وابسته به گونه ماهی است (Shalaby، ۲۰۰۵). افزایش ALT و AST خون ممکن است با شرایط استرس‌زا، آسیب‌های سلول‌های کبدی یا افزایش فلزات سنگین در درون کبد، قلب و عضلات در ارتباط باشد (Yokoyama و همکاران، ۲۰۰۳؛ Alter و Tokars، ۲۰۰۱؛ Yamawaki و همکاران، ۱۹۸٦). سطوح آنزیم لاکتات دهیدروژناز (LDH)

1- Aspartate amino-transferase
2- Alanineamino-transferase

به‌طور مستقیم با نرخ رشد ماهیان در ارتباط است (Khajali و Qujeq، ۲۰۰۵؛ Hart و Reynolds، ۲۰۰۲). فعالیت این آنزیم در بافت عضلات و کبد ماهیان خاویاری، همان‌گونه که در دیگر ماهیان استخوانی مشاهده شده است، به اثبات رسیده است (Metallov و Aksenov، ۱۹۹۹). فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز (ALP) به‌طور عادی در مهره‌داران جوان بالا می‌باشد (Cech و همکاران، ۲۰۰۰) و این نشان می‌دهد که ممکن است فعالیت ALP در ماهیان با توجه به سن و اندازه متفاوت است (Trivedi و همکاران، ۲۰۰۱؛ Das، ۱۹٦٦). افزایش ALP ممکن است به‌علت انسداد کانال صفراوی و شرایط تغذیه‌ای ایجاد شود (Moraes و همکاران، ۲۰۰۵؛ Cech و همکاران، ۲۰۰۰). علاوه بر این افزایش ALT و AST نشان‌دهنده یک کاهش احتمالی در کاتابولیسم پروتئین است. مدیریت تغذیه‌ای نادرست ممکن است بر فعالیت ALT در سرم اثرگذار باشد (Cech و همکاران، ۲۰۰۰). ALT فاکتور مطلوب سرم برای پیش‌بینی ناهنجاری‌های کبدی است (Shalaby، ۲۰۰۵).

آنزیم آلکالین فسفاتاز در هیدرولیز و سنتز استرهای اسید فسفریک و انتقال گروه‌های فسفات از اسید فسفریک به سایر ترکیبات در pH قلیایی نقش دارد و آن را تسریع می‌نماید. این آنزیم در فرآیند جذب و انتقال لیپیدها و کربوهیدرات‌ها از عرض سلول‌های دیواره روده مشارکت می‌کند (Nya و Austin، ۲۰۱۱). آنزیم آلکالین فسفاتاز توسط سلول‌های انتروسیت بالغ غشای لبه مسواکی تولید می‌شود و بنابراین یک شاخص عملکرد سلول‌های انتروسیت روده است (Traber و همکاران، ۱۹۹۲؛ Uni و همکاران، ۱۹۹۸؛ Nya و Austin، ۲۰۱۱). فاکتورهای مختلفی علاوه بر میزان و نوع پروتئین جیره غذایی می‌توانند باعث تغییر در میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز شوند، چنان‌چه Gisbert و همکاران (۲۰۰۹) افزایش سن را بر افزایش فعالیت آنزیم‌های نوار مسواکی مانند آلکالین فسفاتاز مؤثر دانستند. بررسی‌های انجام شده توسط برخی پژوهشگران بیانگر آن است که سطوح و ترکیبات مختلف اجزای غذایی در جیره غذایی مانند فسفر می‌توانند میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز را تحت‌تأثیر قرار دهند (Sknoberg و همکاران، ۱۹۹۷). بنابراین با بهبود سطوح اجزای جیره غذایی می‌توان باعث متناسب شدن میزان ترکیبات غذایی مورد نیاز جهت افزایش فعالیت این آنزیم در دستگاه گوارش آبزی گردید. همچنین Rukkumani و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که اسیدهای چرب چند غیراشباع PUFA در جیره می‌توانند باعث افزایش آنزیم آلکالین فسفاتاز در روده و پلاسما شوند. کبد اندام اصلی متابولیسم، ترشح و دفع مواد بوده و به‌طور مداوم در معرض انواع مختلف ترکیب‌های درونی و بیرونی قرار می‌گیرد (Luper، ۱۹۹۸). ماهی انرژی خود را به‌طور معمول از سه منبع پروتئین، چربی و کربوهیدرات تامین می‌کند، انتخاب منبع انرژی متأثر از وضعیت فیزیولوژی ماهی و شرایط محیطی است (Hidalgo و همکاران، ۱۹۹۹). در ماهیان، کبد منبع اصلی ذخیره کربوهیدرات با منبع گلوکز خون می‌باشد. گلیکوژن شکل ذخیره‌ای کربوهیدرات در ماهیچه، کبد و کلیه است که برای عملکردهای بیولوژیکی و متابولیسم طبیعی بدن مورد نیاز است (Shanmugam و همکاران، ۲۰۰۹). میزان مصرف کربوهیدرات در ماهی متناسب با عادات تغذیه‌ای می‌باشد. به‌طورکلی گونه‌های گیاهخوار و همه‌چیزخوار نسبت به گونه‌های گوشتخوار کربوهیدرات بیش‌تری را مورد مصرف قرار می‌دهند (Hidalgo و همکاران، ۱۹۹۹). ذخیره گلیکوژن در کبد تحت‌تأثیر فاکتورهای بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی است. حرکات سریع، استرس و فاکتورهایی که باعث هیپوکسی می‌شوند منجر به کاهش ذخیره کربوهیدرات در کبد و ماهیچه می‌گردند (Coban و Sen، ۲۰۱۱).

منابع

Alter, M.J., and Tokars, J.I., 2001. Preventing transmission of infections among chronic haemodialysis patients. Neph. Nurs. J. 28, 537-543.

Anon, 2000. Sturgeon fisheries management and trade control measures in the Caspian Sea and Black Sea/ Sea of Azov range States. Traffic Europe field investigations, December 1999-January 2000. Unpublished.

Bahmani, M., Kazemi, R., and Donskaya, P., 2001. A comparative study of some hematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). Fish Physiology and Biochemical, 24, 135-140.

Bartley, D.M., and Rana, K., 1998. Stocking inland waters of the Islamic Republic of Iran. The FAO Aquaculture Newsletter, 18, 16-19.

Borges, A., Scotti, L.V., Siqueira, D.R., Jurinitz, D.F., and Wassermann, G.F., 2004. Hematologic and serum biochemical values for jundia´ (*Rhamdia quelen*). Fish Physiology and Biochemical, 30, 21-25.

Brauge, C., Medale, F., and Corraze, G., 1994 Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* reared in sea water. Aquaculture, 123, 109-120.

Bucolo, G., and David, H., 1973. Quantitative determinationbof serum triglycerides by the use of enzymes. Clinical Chemistry, 19, 476-482.

Cech, J., McCormick, S., and McKinlay, D., 2000. Energy reserves and nutritional status of juvenile Chinook salmon emigrating from the Snake River, the International Congresses on the Biology of Fish, Univ. Aberdeen, Scotland, pp. 23-27.

Chamberlain, G.W., 2000. Aquaculture projections for use of fishmeal and oil. Oral presentation at the Annual Meeting of FOMA, Lima, Pery (30 October-3 November, 2000).

Clauss, T.M., Dove, A.D., and Arnold, J.E., 2008. Hematologic disorders of fish. Vet Clin NorthAm: Exotic AnimPract. 11, 445-462.

Coban, M.Z., and Sen, D., 2011. Examination of liver and muscle glycogen and blood glucose levels of *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) living in Hazar Lake and Keban Dam Lake (Elazig, Turkey). Afric. J. Biotechnol. 10 (50), 10271-10279.

Das, B.C., 1966. Effects of micro-nutrients on the survival and growth of Indian carp fry. FAO Fish Rep. 3, 1285-1295.

Doukakis, P., Birstein, V.J., Ruban, G.I., and DeSalle, R. 1999. Molecular genetic analysis among subspecies of two Eurasian sturgeon species, *Acipenserbaerii*and *A. stellatus*. Molecular Ecology, 8, 117-127.

Eaton, A.A., Clescerl, L.S., Rice, E.W., and Greenberg, A.E., 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st edition. Jointly published by the American Public Health Association (APHA), Washington, D.C; American Water Works Association (AWWA), Denver, Colorado; and Water Environment Federation (WEF), Alexandria, Virginia.

Feldman, B.F., Zinkl, J.G., and Jain, N.C., 2000. Schalm's Veterinary Hematology 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins. pp. 1120-1124.

Gill, T.A., 2000. Waste from processing aquatic animals and animal by-products: implications on aquatic animal pathogen transfer. FAO Fisheries Circular, vol. 956. FAO, Rome. FIIU /C956, 26p.

Giencross, B.D., Booth, M., and Allan, G.L., 2007. A feed is only as good as its ingredients - a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. Aquaculture Nutrition, 13 (1), 17-34.

Gisbert, E., Giménez, G., Fernández, I., Kotzamanis, Y., and Estévez, A., 2009. Development of digestive enzymes in common dentex (*Dentex dentex*) during early ontogeny. Aquaculture, 287, 381-387.

Hart, P.I., and Reynolds, J.D., 2002. Handbook of fish biology and fisheries. Blackwell, New York, pp. 107-108.

Hidalgo, M.C., Urea, E., and Sanz, A., 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. Aquaculture, 170, 267-283.

Hu, M.H., Wang, Y.J., Wang, Q., Zhao, M., Xiong, B.X., Qian, Q.X., Zhao, Y.J., and Luo, Z., 2008. Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets for gibel carp, Carassius auratu gibelio. Aquaculture, 275, 279.

Jackson, A.J., In press. Global production of fishmeal and fish oil. Review presented at the FA Export Workshop on the use of wild fish and/or other aquatic poultry by- product meal in practical diets for juvenile red drum. Nutr. Amin J. Aquacul. 62, 266-272.

Kaushik, S.J., Coves, D., Dutto, G., and Blanc, D., 2004. Almost total replacement of fishmeal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass (*Dicentrarchus labrax*), Aquaculture, 230, 391-404.

Kikuchi, K., 1999. Partial replacement of fishmeal with corn gluten meal in diets for Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). J. World Aquacul. 30 (3), 357-36A.

Khajali, F., and Qujeq, D., 2005. Relationship between growth and serum lactate dehydrogenase activity and the development of ascites in broilers subjected to skip-a-day feed restriction. Inter. J. Poul. Sci. 4, 317-319.

Kumar, V.P.S., Makkar, H.P.S., Amselgruber, W., and Klaus Becker, K., 2010. Physiological, haematological and histopathological responses in common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings fed with differently detoxified Jatropha curcas kernel meal. Food and Chemical Toxicology, 48, 2063-2072.

Luper, S., 1998. A Review of Plants Used in the Treatment of Liver Disease: Part 1. Alter. Med. Rev. 3 (6), 410-421.

Martinez, F., 1976. Aspectos biopatologicos de truchas arcoitis (*Sulmo gairneri Richurdson*) alimentadas con diet as hipergrasas. Ph.D. Thesis. University of Madrid.

Metallov, G.F., and Aksenov, V.P., 1999. Cytochrome oxidase and lactate dehydrogenase activity in tissues of sturgeon, Acipencer guldenshtati during marine and river life periods. Transl. J. Evol. Bioch. Physiol. 35 (1).

Moraes, G., Helena, L., and Corrêa, C.F., 2005. Metabolic effects of the pesticide methyl parathion on Brycon cephalus (matrinxa), teleost fish. Symposium Proceedings of the International Congress on the Biology of Fish.

Naylor, R.L., Goldburg, R.I., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., and Troell, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature, 405, 1017-1024.

Nengas, I., Alexis, M.N., and Davies, S.J., 1999. High inclusion levels of poultry meals and related by products in diets for gilthead sea bream, *Sparusaurata* L. Aquaculture, 179, 13-23.

Nya, E.J., and Austin, B. 2011. Development of immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) to Aeromonas hydriphila after the dietary application of garlic. Fish and Shellfish Immunology, 30 (3), 845-850.

Pinto, P., and Furci, G., 2006. Salmon Piranha Style: feed conversion efficiency in the *Chilean salmon* farming industry. Terram Publication, App 34, English Language Version. 21p.

Rifai, N., Bachorik, P.S., and Albers, J.J., 1999. Lipids, lipoproteins and apolipoproteins. In: Burtis CA, Ashwood ER, editors. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 809p.

Rukkumani, R., Sribalasubashini, M., Viswanathan, P., and Menon, V.P., 2002. Comparative effects of curcumin and photo-irradiated curcumin on alcohol and poly-unsaturated fatty acid induced hyperlipidemia. Phar Macol Res. 46, 257-264.

Shalaby, A., 2005. The opposing effect of ascorbic acid (Vitamin C) on Ochratoxin toxicity in Nile tilapia, Oreochromis niloticus. 6th Inter. Symp. Tilapia in Aquac. Philipin, pp. 150-157.

Shahsavani, D., Mohri, M., and Gholipour Kanani, H., 2010. Determination of normal values of some blood serum enzymes in Acipenserstellatus Pallas. Fish Physiology and Biochemistry, 36, 39-43.

Shanmugam, G., Shrivastava, S.K., and Das, B., 2009. Sandy debrites and tidalites of pliocene reservoir sands in upper-slope canyon environments, Offshore Krishna-Godavari Basin (India): Implications. J. Sediment. Res. 79, 736-756.

Sknoberg, D.I., Yogev, L., Hardy, R.W., and Dong, F.M., 1997. Metabolic response to dietary phosphorus intake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 157 (1), 11-24.

Subhadra, B., Lochmann, R., Rawles, S., and Chen, R., 2006. Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). Aquaculture, 255, 210-222.

Tacon, G.J., and Metian, M., 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil industrially compounded aqua feeds: Trends and future prospects. Aquaculture, 285, 146-158.

Thompson, K.R., Metts, L.S., Muzinic, L.A., Dascupta, S., Webster, C.D., and Brady, Y.J., 2007. Use of turkey meal as a replacement for menhaden fish meal in practical diets for sunshine bass grown in cages, Nutr. Amin J. Aquacul. 69, 351-359.

Tort, L., Balasch, S., and Mac Kenzie, S., 2003. Fish immune system. A crossroads between innate and adaptive responses. Imnninoiogia. 08.9. Available online at: [http://revista.inmunologia.org /Upload/Articles/602. pdf] (Accessed: 11.09.08).

Traber, P.G., Yu, L., Wu, G.D., and Judge, T.A., 1992. Sucrase-isomaltase gene expression along crypt-villus axis of human small intestine is regulated at level of mRNA abundance. Amer. J. Physiol. 262 (1), 123-130.

Trivedi, S.P., Kumar, M., Mishra, A., Banerjee, I., and Soni, A., 2001. Impact of linear alkyl benzene sulphonate (LAS) on phosphatase activity in testis of the teleostean fish, Heteropneustes fossilis (Bloch). J. Environ. Biol. 22, 263-266.

Uni, Z., Ganot, S., and Sklan, D., 1998. Post hatch development of mucosal function in the broiler small intestine. Poultry Science, 77 (1), 75-82.

Yamawaki, K., Hashimoto, W., and Fujii, K., et al., 1986. Hematological changes in carp exposed to low cadmium concentration. Bull Japa Soc. Sci. Fish. 59 (3), 459-466.

Yigit, M., Erdem, M., Koshio, S., Ergun, S., Turker, A., and Karaali, B., 2006. Substituting fish meal with poultry by-product meal in diets for Black Sea turbot *Psetta maeotica*. Aquaculture Nutrition, 12, 340-347.

Yokoyama, Y., Toth, B., Ktchens, W., et al., 2003. Role of thromboxane in producing portal hypertension following trauma hemorrhage. Am. J. Physiol. Gastrointestinal and liver physiology, pp. 1294-1299.

New Technologies in Aquaculture Development, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 13, No. 2, Summer 2019

Effects of Replacing Fish Meal with Poultry Meal on Safety Indicators and Liver Enzymes of *Acipenser stellatus* in Khuzestan Province

***A. Mohammad Salehi[1], M. Velayatzadeh[1] and Z. Bavi[2]**
[1]Young and Elite Researchers Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran, [2]Ph.D. Student, Dept. of Fisheries, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

Abstract

A 12-week feeding trial was conducted to examine the effects of replacement of fish meal with poultry by-product meal (PBM) in diets on growth, survival and blood parameters of *Acipenser stellatus* in Khozestan province. Five experimental diets (isoenergetic and isonitrogenous pelleted diets) were formulated to contain graded levels of PBM at proportion 0, 25, 50, 75 and 100% (PBM0, PBM25, PBM50, PBM75, PBM100 respectively). The starry sturgeon were accidental distributed into groups of 5 Kg per m^3 fish (1200±20g) in 2×2×2 sediment pools. Each diet was fed to groups 3 times daily to apparent 1.5% of body weight. The highest levels of lactate dehydrogenase (LDH), alanine aminotransferase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), glucose, cholesterol, triglyceride and albumin were 167.57±26.96 U/L, 3.25±0.44, respectively U/L, 391.63±77.44 U/L, 51.82±4.14 mg/dl, 54±8.32 dl, 354.68±56.16 mg/dl and 0.61±0.6 g/dl. The results of this study showed that diets containing poultry waste powder are an appropriate alternative to fish flour in fish diets because of a significant decrease in growth efficiency and food use following the use of this alternative, without The use of amine acid supplements was not observed in fish.

Keywords: *Acipenser stellatus*; Liver enzymes; Poultry by-product meal (PBM); Safety Indicators

* Corresponding author; a.mohamadsalehi1358@gmail.com