

## تأثیر جیره‌های حاوی سطوح مختلف آرد سویا همراه با مکمل آنزیمی آویزایم بر شاخص‌های هماتولوژی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل آلاهی رنگین کمان

سیدمهدی حسینی‌فرد<sup>۱\*</sup>، شایان قبادی<sup>۲</sup>، الهه خدابخش<sup>۳</sup> و مجید رازقی‌منصور<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۲۱

### خلاصه

پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر سطوح متفاوت آرد سویا به همراه مکمل مولتی آنزیمی آویزایم جیره غذایی بر فاکتورهای هماتولوژی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل آلاهی رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بعد از ۶۰ روز پرورش انجام گرفت. اساس تنظیم جیره‌های آزمایشی در این تحقیق، جایگزینی به ترتیب صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد پروتئین آرد ماهی با پروتئین آرد سویا و استفاده از مقادیر متفاوت مولتی آنزیم آویزایم با دوزهای صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm در جیره‌ها تحت ۱۳ تیمار آزمایشی بود. در انتهای دوره پرورش، خون‌گیری از شریان دمی ۱۹۵ عدد ماهی با ظاهر سالم (با میانگین وزنی  $127/91 \pm 15/57$  گرم) به عمل آمد. بر اساس نتایج، بیشترین میزان گلبول سفید در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ درصد پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل مولتی آنزیم آویزایم مشاهده گردید که از تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود ( $P < 0/05$ ). همچنین میزان هماتوکریت، پروتئین تام و گلوبولین نیز بدون هیچ گونه تفاوت معنی‌داری در همین تیمار از بیشترین میزان برخوردار بودند ( $P > 0/05$ ). با افزایش سطح سویا در جیره میزان گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید، آلانین آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز کاهش معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد از خود نشان دادند ( $P < 0/05$ ). در مجموع با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان چنین استنباط کرد که تیمار ۵۰ درصد پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm آنزیم می‌تواند اثرات مثبتی بر پارامترهای هماتولوژی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل آلاهی رنگین‌کمان داشته باشد.

کلمات کلیدی: آرد سویا، مولتی آنزیم آویزایم، پارامترهای خونی، *Oncorhynchus mykiss*

### مقدمه

اختصاص می‌دهد (Barrows et al. 2007). اما به دلایل مختلفی از قبیل عدم دسترسی مداوم، نوسانات قیمتی شدید (جان‌محمدی و همکاران ۱۳۸۸)، افزایش تقاضا، کاهش ذخایر ماهیان مورد نیاز به عنوان ماده اولیه برای تولید این ماده، بهبود روش‌های صیادی و تقلیل میزان صید جانبی، تولید جهانی پودر ماهی از رشد خوبی برخوردار نمی‌باشد (نبی‌زاده ۱۳۸۶). در نتیجه به منظور تعدیل هزینه‌های تولید و کاهش وابستگی به آرد ماهی

آرد ماهی به دلیل داشتن ویژگی‌های مطلوب از قبیل کیفیت بالای تغذیه‌ای، قابلیت هضم پذیری بالا (Muzinic et al. 2004)، محتوای بالای پروتئین مخصوصاً ترکیب آمینواسید آن به ویژه لیزین و متیونین، برخورداری از اسیدهای چرب امگا ۳ و مواد معدنی به عنوان منبع اصلی پروتئین (Alvarez et al. 2007) در جیره غذایی ماهیان گوشت‌خوار به ویژه آزاد ماهیان مطرح می‌باشد، به طوری که ۵۱ درصد از هزینه تولید را در آزاد ماهیان به خود

\*۱ استادیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل

۲ استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل

۳ دانشجوی دکتری رشته بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۴ کارشناس ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم شهر، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، قائم شهر

موجود در سویا که جزء مواد ضد تغذیه‌ای هستند و با اتصال به آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین از هضم پروتئین جلوگیری می‌نمایند را غیرفعال کرده و با کمک به سیستم گوارشی ماهی قابلیت هضم پروتئین سویا را افزایش می‌دهد. از جمله پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص اثرات جیره‌های غذایی حاوی سطوح متفاوت پروتئین‌های گیاهی روی فاکتورهای خونی می‌توان به تحقیقات Rumsey و همکاران در سال ۱۹۹۴، Kaushik و همکاران در سال ۱۹۹۵، Dabrowski و همکاران در سال ۲۰۰۰ و Blom و همکاران در سال ۲۰۰۱، روی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، Abiado و همکاران در سال ۲۰۰۴، روی ماهی تیلاپیا (*Oreochromis sp.*)، Lee و Lim در سال ۲۰۰۹، بر روی طوطی ماهی (*Oplegnathus fasciatus*)، Ye و همکاران در سال ۲۰۱۱، روی کفشک ماهی ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) و تقی‌زاده و همکاران در سال ۱۳۸۹، روی فیل ماهی جوان پرورشی (*Huso huso*) اشاره کرد. اما با این حال، اطلاعات جامع و کاملی در خصوص اثرات جیره‌های حاوی مقادیر متفاوت آرد سویا همراه با مکمل آنزیمی روی فاکتورهای خونی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دست نیست. لذا این تحقیق سعی دارد اثرات جیره‌های حاوی سطوح متفاوت آرد سویا را بدون آنزیم و همراه با آنزیم روی فاکتورهای خونی و سرمی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان که مهمترین گونه ماهی سرد آبی پرورشی در کشور است، مورد بررسی قرار دهد.

### مواد و روش کار

**انجام آزمایش:** پژوهش حاضر به منظور ارزیابی تأثیر جیره‌های حاوی سطوح متفاوت آرد سویا به همراه مکمل آنزیمی آویزایم بر فاکتورهای هماتولوژی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر آبزیان شهید رجایی ساری انجام گرفت. بعد از سازگاری اولیه و عادت‌پذیری ماهیان با جیره‌های

(صفری و همکاران ۱۳۸۶) پژوهش‌های فراوانی در حوزه آبی‌پروری توسط متخصصین تغذیه برای جایگزینی قسمتی از آرد ماهی یا کل آن با آرد پروتئین‌های گیاهی ارزاتر بدون اینکه اثرات منفی روی رشد و سلامت گونه‌های پرورشی داشته باشد صورت گرفته است که از انواع این پروتئین‌های گیاهی می‌توان به آرد سویا اشاره کرد. از جمله دلایل استفاده از آرد سویا در آبی‌پروری را می‌توان به دارا بودن مواد مغذی (قبادی و همکاران ۱۳۸۸)، مقدار پروتئین بالا (تقریباً ۴۰ درصد)، پروفایل اسیدهای آمینه عالی، قیمت پایین و در دسترس بودن آن اشاره کرد (Hasanuzzaman et al. 2009). همچنین آرد سویا نسبت به آرد ماهی از پایداری بیشتری نسبت به فساد و اکسایش برخوردار است (قبادی و همکاران ۱۳۸۸). بررسی فاکتورهای خونی و بیوشیمیایی می‌تواند نقش مهمی در تشخیص بیماری‌های عفونی، خونی و مسمومیت‌های آبزیان ایفا کند. به طور کلی اجزاء سلولی و سرمی خون نشان‌دهنده تابلوی عمومی سلامت بدن می‌باشند و این فاکتورها وابستگی زیادی به شرایط محیطی، تغذیه‌ای، سن و ... دارند (شاهسونی و همکاران ۱۳۸۶، Ross and Ross 1999). از سویی، استفاده از آرد سویا در مقایسه با آرد ماهی منجر به افزایش لکوسیت و پروتئین پلاسما شده و سطح کلسترول خون ماهیان را کاهش می‌دهد (Barrows et al. 2007، Rumsey et al. 1994). مولتی آنزیم آویزایم در واقع یک مولتی آنزیم چند منظوره بوده که شامل مجموعه‌ای از آنزیم‌های پروتئاز، زایلاناز و آمیلاز می‌باشد. با توجه به ساختار این مولتی آنزیم، فرض بر آن است که همانند طیور در آبزیان به خصوص نمونه‌های گوشتخوار مانند قزل‌آلای رنگین‌کمان هم می‌توان با استفاده از آن در جیره غذایی، قابلیت هضم منابع غذایی جیره‌های حاوی آرد سویا را افزایش داد به این ترتیب که پروتئاز موجود در این آنزیم به عنوان نیروی کمکی با افزایش سطح آنزیم‌های پروتئاز دستگاه گوارش ماهی قزل‌آلا، بازدارنده‌های تریپسین، کیموتریپسین، ساپونین و لکتین

جدول ۱: طرح کلی تیمارهای آزمایش

۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	صفر	درصد جایگزینی پروتئین سویا
					مولتی آنزیم (ppm)
E1	D1	C1	B1	A	صفر
E2	D2	C2	B2	-	۵۰۰
E3	D3	C3	B3	-	۱۰۰۰

نمونه‌گیری و خون‌گیری: در پایان دوره پرورش،

خون‌گیری از ماهیان با میانگین وزنی  $127/91 \pm 15/57$  گرم جهت انجام آزمایش‌های هماتولوژی و بیوشیمی صورت گرفت. بدین منظور جهت جلوگیری از بروز استرس، ۲۴ ساعت قبل از خون‌گیری تغذیه ماهیان قطع گردید و از پودر گل میخک به میزان ۲۰۰ ppm (مهرابی ۱۳۷۷) به عنوان ماده بیهوشی استفاده شد. در ادامه ۱۹۵ قطعه ماهی (۵ ماهی به ازای هر تکرار) که از نظر ظاهر سالم و فاقد نشانه‌های بیماری بودند به طور تصادفی انتخاب و برای جلوگیری از ورود موکوس و آب به نمونه خون، ماهیان کاملاً خشک گردیده و از ساقه دمی خون‌گیری انجام گردید. از نمونه‌های خون به دست آمده مقدار ۱ سی‌سی در لوله‌های سرولوژی فاقد ماده ضد انعقاد برای جداسازی سرم و ۰/۵ سی‌سی در ظروف حاوی ماده ضد انعقاد EDTA تقسیم گردید. سپس با استفاده از سانتریفوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سرم جدا و با سمپلر در لوله‌های کوچک تخلیه و در مجاورت یخ به آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل انتقال و در شرایط فریزر (دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد) تا زمان انجام آزمایش نگهداری شدند.

غذایی مورد استفاده در آزمایش (۴ روز)، ۱۱۷۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی  $89/40 \pm 4/01$  گرم با تراکم ۳۰ قطعه در ۳۹ حوضچه فایبرگلاس توزیع شدند. ابعاد حوضچه‌های فایبرگلاس  $2 \times 2 \times 0/5$  متر با حجم آب‌گیری ۲۰۰۰ لیتر بود که با حدود ۱۲۰۰ لیتر آب پر شده بود. ماهیان به مدت ۸ هفته به میزان ۲ درصد وزن توده زنده به طور روزانه در ساعات ۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۱۶ عصر مورد تغذیه قرار گرفتند. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب از قبیل دمای آب به طور روزانه (ساعات ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴) و اکسیژن و pH هر دو هفته یک بار اندازه‌گیری می‌شد به طوری که در طول دوره آزمایش میزان دمای آب  $15/76 \pm 0/5$  درجه سانتی‌گراد، اکسیژن  $9/45 \pm 0/25$  میلی‌گرم در لیتر و pH  $8/47 \pm 0/05$  بود. به منظور بررسی اثر جیره‌های آزمایشی روی فاکتورهای هماتولوژی و بیوشیمیایی سرم خون، طرح آماری کاملاً تصادفی شامل سطوح متفاوت پروتئین آرد سویا (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) و مقادیر متفاوت مولتی‌آنزیم آویزایم (دوزهای صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm) و یک گروه شاهد حاوی ۱۰۰ درصد آرد ماهی و فاقد مولتی‌آنزیم آویزایم که در مجموع شامل ۱۳ تیمار و ۳۹ تکرار بودند، طراحی شد (جدول ۱). باید خاطر نشان کرد که برای یکسان بودن شرایط آزمایش در کل تیمارها، این جیره‌ها به طور یکسان با سطح پروتئین ۴۰ درصد و انرژی ۳۹۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم تهیه شدند (جدول ۲). آنزیم مورد استفاده در این پژوهش، مولتی آنزیم آویزایم با نام تجاری Avizyme 1502 ساخت شرکت Biochem کشور آلمان بود که شامل مجموعه‌ای از آنزیم‌های پروتئاز (۸۰۰۰ units/gr)، زایلاناز (۶۰۰ units/gr) و آمیلاز (۸۰۰ units/gr) می‌باشد.

جدول ۲: اجزاء غذایی و ترکیب هر یک از جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در تغذیه ماهی قزل آلی رنگین کمان

ترکیب جیره‌های آزمایشی (درصد)					اجزاء غذایی
۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	صفر	درصد جایگزینی پروتئین سویا
					نوع ماده اولیه
۰	۱۳	۲۷	۳۹	۵۲	آرد ماهی <sup>۱</sup>
۷۹	۵۸	۳۹	۱۹	۰	آرد سویا <sup>۲</sup>
۳	۹	۷	۱۳	۱۷	آرد گندم
۱۱	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	روغن ماهی
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	مخلوط ویتامین <sup>۳</sup>
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	مخلوط معدنی <sup>۴</sup>
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	ویتامین ث
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	بتائین
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	همبند
۶/۰۹	۹/۰۹	۱۶/۰۹	۱۸/۰۹	۲۰/۰۹	پرکننده
آنالیز تقریبی جیره‌های مورد استفاده در آزمایش					
۳۶/۱۲±۰/۸۵	۳۶/۰۰±۰/۹۱	۳۶/۸۳±۱/۰۲	۳۶/۳۰±۰/۴۳	۳۶/۸۸±۰/۳۱	پروتئین خام (درصد)
۱۲/۳۱±۰/۶۷	۱۲/۰۸±۰/۴۹	۱۳/۵۰±۰/۳۴	۱۳/۷۶±۰/۵۱	۱۴/۵۸±۰/۲۹	چربی خام (درصد)
۴۰۷۹±۹۷/۷۲	۴۰۶۶±۱۰۳/۵۲	۴۰۰۰±۹۸/۳۷	۴۰۰۰±۱۰۶/۶۴	۴۰۷۶±۹۳/۷۶	انرژی (kcal/kg)

(۱) پروتئین خام ۶۸/۲۵±۰/۱۳ درصد، چربی خام ۹/۴±۰/۴۱ درصد، خاکستر ۸/۷±۰/۳۸ درصد  
 (۲) پروتئین خام ۴۷/۲۵±۰/۸۷ درصد، چربی خام ۰/۰۶±۰/۰۱ درصد، خاکستر ۹/۳۵±۰/۱۹ درصد  
 (۳) مکمل ویتامینی شامل ویتامین‌های B12 (۰/۰۲ mg/kg)، K (۰/۰۵ g/kg)، تیامین (۰/۰۱ g/kg)، ریبوفلاوین (۰/۰۱۵ g/kg)، پیریدوکسین (۰/۰۱ g/kg)، پنتوتنات (۰/۰۴۵ g/kg)، نیاسین (۰/۰۶ g/kg)، فولات (۳ mg/kg)، کولین (۵/۵ g/kg)، A (۴۰۰۰ هزار واحد بین المللی)، D (۱۵۰۰ هزار واحد بین المللی).  
 (۴) مکمل معدنی شامل منیزیم (۲۰۰ mg/kg)، سدیم (۵۰۰ mg/kg)، آهن (۲۰ mg/kg)، مس (۳ mg/kg)، روی (۱۵ mg/kg)، منگنز (۱۵ mg/kg) (۱۵ سلنیوم (۰/۵ mg/kg)، آلومینیوم (۰/۰۳ mg/kg) و کبالت (۲/۵ mg/kg) بود. همه این مقادیر فوق در یک کیلوگرم می‌باشد. مکمل‌های فوق مربوط به شرکت ارس بازار بود.

رنگ‌آمیزی گیمسا بود و از لام نئوبار برای شمارش سلول‌ها استفاده شد. همچنین برای رقیق کردن خون، از محلول ریس برای شمارش گلبول‌های سفید و از محلول هایم برای شمارش گلبول‌های قرمز استفاده گردید (Blaxhall and Daisley 1973).

روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی: اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی با استفاده از دستگاه Autoanalyser (دستگاه بیوشیمی هیتاچی، مدل ۹۱۱)

#### روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای هماتولوژی:

آزمایش‌های هماتولوژی روی خون حاوی ماده ضد انعقاد EDTA و به میزان ۱/۵±۰/۲۵ میلی‌گرم ضد انعقاد به ازای هر میلی‌لیتر خون انجام گرفت (Stoskopf 1993). فاکتورهای خونی مورد مطالعه شامل تعداد گلبول‌های سفید (WBC)، تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) و هماتوکریت (PCV) بود (Feldman et al. 2000). نوع رنگ‌آمیزی در شمارش گلبول‌های سفید از نوع

تیمار E1 از بیشترین میزان برخوردار بود ( $P < 0.05$ ). جدول ۴ تأثیر جیره غذایی حاوی سطوح متفاوت آرد سویا به همراه مکمل آنزیمی آویزایم را روی برخی فاکتورهای بیوشیمیایی و آنزیم‌های سرمی خون نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج، میزان پروتئین تام و گلوبولین، تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد نشان نداد ( $P > 0.05$ ). اما در سایر فاکتورهای بیوشیمی و آنزیم‌های سرمی خون در برخی تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش سطح سویا در جیره میزان کلاسترول، تری‌گلیسرید، گلوکز، ALP و ALT به طور معنی‌داری در تیمار E3 کاهش یافت ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳: متغیرهای هماتولوژی (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح متفاوت آرد سویا به همراه مکمل آنزیمی آویزایم

شاخص تیمار	WBC (n/ml)	RBC (n/ml)	PCV (%)
A	5500 $\pm$ 214 <sup>i</sup>	35000 $\pm$ 1175 <sup>k</sup>	25 $\pm$ 4 <sup>ab</sup>
B1	16900 $\pm$ 590 <sup>e</sup>	61000 $\pm$ 1228 <sup>g</sup>	22 $\pm$ 5 <sup>ab</sup>
B2	16550 $\pm$ 143 <sup>e</sup>	47000 $\pm$ 1282 <sup>j</sup>	21 $\pm$ 4 <sup>ab</sup>
B3	26516 $\pm$ 1340 <sup>c</sup>	31000 $\pm$ 1069 <sup>l</sup>	12 $\pm$ 3 <sup>c</sup>
C1	14350 $\pm$ 432 <sup>f</sup>	47000 $\pm$ 1354 <sup>j</sup>	23 $\pm$ 6 <sup>ab</sup>
C2	30500 $\pm$ 1100 <sup>b</sup>	81000 $\pm$ 1238 <sup>d</sup>	19 $\pm$ 3 <sup>abc</sup>
C3	42650 $\pm$ 238 <sup>a</sup>	63000 $\pm$ 1421 <sup>f</sup>	27 $\pm$ 5 <sup>a</sup>
D1	19050 $\pm$ 780 <sup>d</sup>	85000 $\pm$ 1121 <sup>c</sup>	26 $\pm$ 3 <sup>ab</sup>
D2	14950 $\pm$ 141 <sup>f</sup>	59600 $\pm$ 1059 <sup>h</sup>	26 $\pm$ 4 <sup>ab</sup>
D3	29700 $\pm$ 670 <sup>b</sup>	75000 $\pm$ 1062 <sup>c</sup>	20 $\pm$ 4 <sup>ab</sup>
E1	8500 $\pm$ 167 <sup>h</sup>	90000 $\pm$ 1300 <sup>b</sup>	18 $\pm$ 6 <sup>abc</sup>
E2	6300 $\pm$ 280 <sup>i</sup>	55600 $\pm$ 1027 <sup>a</sup>	20 $\pm$ 3 <sup>ab</sup>
E3	12600 $\pm$ 121 <sup>g</sup>	59000 $\pm$ 1132 <sup>i</sup>	20 $\pm$ 2 <sup>ab</sup>

میانگین‌های در یک ردیف که حروف کناری آنها مشابه یا حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار هستند و میانگین‌های هر ردیف که فاقد حروف مشترک هستند از اختلاف معنی‌دار برخوردار می‌باشند.

طبق دستورالعمل شرکت سازنده با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون انجام شد. کلاسترول به روش کلاسترول اکسیداز (Cholesterol oxidase)، تری‌گلیسرید به روش آنزیمی لیپاز (Lipase/GPO-PAP)، آلبومین به روش بروموکرزول (Bromocresol Green)، گلوکز به روش گلوکز اکسیداز (Glucose oxidase)، پروتئین تام به روش بیوره (Biuret) (Borges et al. 2004)، آمیلاز به روش Worthington, (1993) و گلوبولین از اختلاف پروتئین تام و آلبومین اندازه‌گیری گردید. سنجش آنزیم اسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) به روش رنگ سنجی کیتیک و آلکالین فسفاتاز (ALP) به روش آنزیماتیک کیتیک صورت گرفت (Borges et al. 2004).

تجزیه و تحلیل آماری: طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی (Completely Randomize Design) برنامه‌ریزی و اجرا گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل محاسبه میانگین و انحراف معیار با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Ver. 18) و با استفاده از روش آماری ANOVA و تست جداساز دانکن صورت گرفت و مقادیر  $P < 0.05$  معنی‌دار تلقی گردید.

## نتایج

نتایج حاصل از تأثیر سطوح متفاوت آرد سویا به همراه مکمل آنزیمی آویزایم بر روی برخی فاکتورهای هماتولوژی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ۳ ارائه گردیده است. بر اساس نتایج بیشترین میزان گلوبول سفید در تیمار C3 مشاهده گردید که دارای تفاوت معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارها بود ( $P < 0.05$ ). همچنین بیشترین میزان هماتوکریت هم بدون هیچ گونه تفاوت معنی‌داری در همین تیمار مشاهده شد ( $P > 0.05$ ). اما با افزایش میزان آرد سویا در جیره میزان این دو فاکتور نیز کاهش یافت. همچنین با افزایش میزان آرد سویا در جیره میزان گلوبول قرمز نیز افزایش یافت به این صورت که در

جدول ۴. مقادیر برخی از غیرالکترولیت‌ها (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) و آنزیم‌های سرمی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با سطوح متفاوت آرد سویا به

همراه مکمل آنزیمی آویزایم

شاخص	تیمار	کلسترول (mg/dl)	تری گلیسرید (mg/dl)	آلبومین (g/dl)	گلوکز (mg/dl)	پروتئین تام (g/dl)	گلوبولین (g/dl)	آمیلاز (U/L)	AST (U/L)	ALT (U/L)	ALP (U/L)
A		288 $\pm$ 30 <sup>cd</sup>	465 $\pm$ 62 <sup>cd</sup>	0.6 $\pm$ 0.07 <sup>d</sup>	45 $\pm$ 3 <sup>d</sup>	3/9 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	3/3 $\pm$ 0.53 <sup>a</sup>	441 $\pm$ 37 <sup>cd</sup>	610 $\pm$ 29 <sup>d</sup>	25 $\pm$ 2 <sup>ef</sup>	161 $\pm$ 18 <sup>b</sup>
B1		253 $\pm$ 32 <sup>ab</sup>	330 $\pm$ 30 <sup>b</sup>	0.8 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	50 $\pm$ 17 <sup>c</sup>	3/7 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	2/9 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	496 $\pm$ 55 <sup>bcd</sup>	230 $\pm$ 27 <sup>g</sup>	113 $\pm$ 12 <sup>b</sup>	365 $\pm$ 31 <sup>a</sup>
B2		263 $\pm$ 28 <sup>ab</sup>	282 $\pm$ 21 <sup>bc</sup>	0.45 $\pm$ 0.03 <sup>bc</sup>	51 $\pm$ 14 <sup>bc</sup>	3/4 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	2/95 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	477 $\pm$ 70 <sup>bcd</sup>	440 $\pm$ 36 <sup>ef</sup>	160 $\pm$ 4 <sup>a</sup>	339 $\pm$ 36 <sup>cd</sup>
B3		183 $\pm$ 21 <sup>a</sup>	220 $\pm$ 40 <sup>de</sup>	0.6 $\pm$ 0.02 <sup>cd</sup>	58 $\pm$ 2 <sup>a</sup>	3/6 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	3 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	533 $\pm$ 34 <sup>abcd</sup>	220 $\pm$ 18 <sup>g</sup>	163 $\pm$ 7 <sup>a</sup>	277 $\pm$ 27 <sup>b</sup>
C1		243 $\pm$ 21 <sup>b</sup>	243 $\pm$ 28 <sup>a</sup>	0.6 $\pm$ 0.04 <sup>abcd</sup>	45 $\pm$ 31 <sup>d</sup>	3/6 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	3 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>	477 $\pm$ 68 <sup>bcd</sup>	220 $\pm$ 25 <sup>g</sup>	82 $\pm$ 11 <sup>c</sup>	358 $\pm$ 42 <sup>b</sup>
C2		175 $\pm$ 26 <sup>cd</sup>	234 $\pm$ 21 <sup>cd</sup>	0.35 $\pm$ 0.08 <sup>bcd</sup>	56 $\pm$ 26 <sup>ab</sup>	3/7 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	3/35 $\pm$ 0.42 <sup>a</sup>	422 $\pm$ 22 <sup>d</sup>	215 $\pm$ 28 <sup>g</sup>	54 $\pm$ 6 <sup>d</sup>	218 $\pm$ 28 <sup>c</sup>
C3		195 $\pm$ 24 <sup>c</sup>	256 $\pm$ 26 <sup>cd</sup>	0.3 $\pm$ 0.02 <sup>bcd</sup>	42 $\pm$ 41 <sup>de</sup>	3/8 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	3/5 $\pm$ 0.38 <sup>a</sup>	477 $\pm$ 64 <sup>bcd</sup>	940 $\pm$ 83 <sup>a</sup>	50 $\pm$ 9 <sup>d</sup>	267 $\pm$ 27 <sup>cd</sup>
D1		143 $\pm$ 14 <sup>de</sup>	174 $\pm$ 17 <sup>ef</sup>	0.7 $\pm$ 0.06 <sup>abc</sup>	40 $\pm$ 37 <sup>e</sup>	3/3 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	2/6 $\pm$ 0.34 <sup>a</sup>	624 $\pm$ 44 <sup>a</sup>	440 $\pm$ 36 <sup>ef</sup>	53 $\pm$ 15 <sup>d</sup>	251 $\pm$ 26 <sup>ab</sup>
D2		175 $\pm$ 18 <sup>cd</sup>	218 $\pm$ 27 <sup>de</sup>	0.45 $\pm$ 0.09 <sup>abc</sup>	38 $\pm$ 27 <sup>ef</sup>	3/8 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	3/35 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	551 $\pm$ 50 <sup>abc</sup>	816 $\pm$ 45 <sup>b</sup>	38 $\pm$ 11 <sup>def</sup>	141 $\pm$ 18 <sup>c</sup>
D3		145 $\pm$ 11 <sup>de</sup>	260 $\pm$ 14 <sup>cd</sup>	0.35 $\pm$ 0.09 <sup>abcd</sup>	35 $\pm$ 37 <sup>f</sup>	3/5 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	3/15 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	514 $\pm$ 43 <sup>bcd</sup>	653 $\pm$ 58 <sup>cd</sup>	22 $\pm$ 8 <sup>f</sup>	210 $\pm$ 19 <sup>d</sup>
E1		145 $\pm$ 20 <sup>de</sup>	250 $\pm$ 15 <sup>cd</sup>	0.3 $\pm$ 0.04 <sup>abc</sup>	40 $\pm$ 18 <sup>e</sup>	3/5 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	3/2 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	449 $\pm$ 91 <sup>cd</sup>	389 $\pm$ 61 <sup>f</sup>	42 $\pm$ 16 <sup>de</sup>	174 $\pm$ 27 <sup>d</sup>
E2		110 $\pm$ 25 <sup>e</sup>	132 $\pm$ 19 <sup>f</sup>	0.76 $\pm$ 0.11 <sup>ab</sup>	41 $\pm$ 18 <sup>de</sup>	3/7 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	2/94 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>	439 $\pm$ 84 <sup>cd</sup>	692 $\pm$ 39 <sup>c</sup>	37 $\pm$ 8 <sup>def</sup>	119 $\pm$ 31 <sup>a</sup>
E3		108 $\pm$ 28 <sup>e</sup>	156 $\pm$ 11 <sup>f</sup>	0.45 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	30 $\pm$ 26 <sup>g</sup>	3/3 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	2/85 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	580 $\pm$ 42 <sup>ab</sup>	489 $\pm$ 41 <sup>c</sup>	23 $\pm$ 12 <sup>f</sup>	82 $\pm$ 17 <sup>c</sup>

میانگین‌های هر ردیف که حروف کناری آنها مشابه یا حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار هستند و میانگین‌های هر ردیف که فاقد حروف مشترک هستند از اختلاف معنی دار برخوردار می‌باشند.

## بحث

ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی پنبه دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. گلوکز خون متغیرترین پارامتری است که به میزان بسیار زیادی تحت تأثیر استرس دستکاری و حمل، استرس محیطی، تغییرات فصلی، وضعیت تغذیه‌ای و بلوغ جنسی قرار دارد (Khanna and Singh 1971). از دیگر مزایای استفاده از آرد سویا در جیره غذایی را می‌توان به کاهش میزان کلسترول و تری‌گلیسرید اشاره کرد (Barrows et al. 2007)، (Rumsey et al. 1994). با توجه به اینکه مهمترین محل متابولیسم چربی‌ها در کبد می‌باشد، بنابراین کاهش میزان کلسترول و تری‌گلیسرید از بار اضافی کبد جلوگیری کرده، در نتیجه از مستعد شدن ماهی در مقابل بیماری‌هایی همچون سندرم کبد چرب جلوگیری می‌نماید. نتایج مطالعه حاضر هم نشان داد که با افزایش سطح سویا در جیره میزان کلسترول، تری‌گلیسرید و گلوکز به طور معنی‌داری در تیمار E3 کاهش یافت (P<0/05). در همین راستا Lee و Lim در سال ۲۰۰۹ با جایگزینی آرد سویا و پنبه دانه به جای آرد ماهی در جیره غذایی طوطی ماهی (*Oplegnathus fasciatus*) کاهش معنی‌داری را در میزان کلسترول و تری‌گلیسرید در ماهیان تغذیه شده با پروتئین‌های گیاهی مشاهده نمودند. همچنین تقی‌زاده و همکاران در سال ۱۳۸۹ بیان کردند که با افزایش سطوح گلوتن ذرت و آرد سویا در جیره فیل ماهیان (*Huso huso*)، میزان کلسترول و گلوکز به طور معنی‌داری کاهش یافت. اما Ye و همکاران در سال ۲۰۱۱ عکس نتایج فوق را گزارش نمودند. آنها بیان کردند که با افزایش سطح سویا در جیره غذایی کفشک ماهیان (*Paralichthys olivaceus*)، میزان کلسترول و تری‌گلیسرید از افزایش معنی‌داری برخوردار بود که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت داشت. پروتئین تام پلاسما یک پارامتر وابسته برای ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک ماهی است، بنابراین یک ابزار کمکی تشخیصی محسوب

چندین عامل متفاوت از قبیل نیازمندی متفاوت هر گونه به اسیدهای آمینه، قابلیت هضم، ترکیبات جیره‌های غذایی و وارسته‌های مختلف پروتئین‌های گیاهی می‌تواند در جایگزینی پروتئین‌های گیاهی با آرد ماهی تأثیرگذار باشند (Kikuchi 1999، Shafaeipour et al. 2008). احتمالاً علاوه بر موارد فوق، شرایط پرورش، وزن و اندازه ماهی نیز می‌تواند مؤثر باشد (تقی‌زاده و همکاران ۱۳۸۹). تعداد گلبول‌های سفید و ترکیبات آن از شاخص‌های مهم سلامتی ماهی و یکی از بخش‌های اصلی سیستم ایمنی غیراختصاصی سلولی هستند (احمدی‌فر و همکاران ۱۳۸۸) که نشان‌دهنده وجود یا عدم وجود عفونت و نوع واکنش بدن به عفونت و دیگر عوامل فیزیولوژیک و پاتولوژیک می‌باشند (سراجیان و همکاران ۱۳۸۶). استفاده از آرد سویا در مقایسه با آرد ماهی منجر به افزایش لکوسیت می‌شود (Barrows et al. 2007)، (Rumsey et al. 1994). بر اساس نتایج مطالعه حاضر، بیشترین میزان گلبول سفید و هماتوکریت در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ درصد پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل مولتی‌آنزیم آویزایم مشاهده گردید. در همین راستا Rumsey و همکاران در سال ۱۹۹۴ با جایگزینی آرد سویا به جای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، افزایش معنی‌داری را در میزان نوتروفیل و مونوسیت در ماهیان تغذیه شده با آرد سویا مشاهده نمودند. اما تقی‌زاده و همکاران در سال ۱۳۸۹ با جایگزینی گلوتن ذرت و آرد سویا به جای آرد ماهی، کاهش هماتوکریت را در فیل ماهیان (*Huso huso*) تغذیه شده با جیره حاوی پروتئین‌های گیاهی گزارش کردند. همچنین Dabrowski و همکاران در سال ۲۰۰۰، Blom و همکاران در سال ۲۰۰۱ و Abiadi و همکاران در سال ۲۰۰۴، با ارزیابی اثر پنبه دانه بر روی پارامترهای خونی مشاهده نمودند که میزان هماتوکریت و هموگلوبین در

دوره نوری، درجه حرارت و تراکم)، عوامل فیزیولوژیکی (گونه آبی، سیکل تولید مثلی و وضعیت بلوغ، سن، جنس و شرایط تغذیه ای)، زمان نمونه‌گیری، چگونگی تهیه نمونه، دقت و حساسیت روش‌های اندازه‌گیری می‌توانند بر فعالیت پارامترهای بیوشیمیایی خون تأثیر بگذارند و باعث اختلاف در تفسیر نتایج شوند (Williams and Warner 1976). در مجموع با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان استنباط نمود که چون رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از نوع گوشتخواری است، افزایش میزان آرد سویا یا به عبارتی سطوح بالای آن در جیره ممکن است قابلیت هضم و جذب مواد غذایی را به دلیل کاهش فعالیت‌های آنزیمی ناحیه مسواکی روده کاهش داده و در نهایت اثرات نامطلوبی را بر پارامترهای رشد، تغذیه، خون و دستگاه گوارش داشته باشد (Barrows et al. 2007). به طوری که Rumsey و همکاران در سال ۱۹۹۴ و Barrows و همکاران در سال ۲۰۰۷ بیان کردند زمانی که میزان آرد سویا در جیره به ۷۰-۶۰ درصد می‌رسد تغییرات پاتولوژیک در قسمت دیستال روده ظاهر گردیده و وقتی که این میزان به ۹۰-۸۰ درصد افزایش یابد ضایعات شدید پاتولوژیک در روده را به دنبال خواهد داشت. به همین دلیل باید جیره‌ای لحاظ شود که هم نیازهای موجود را با کمترین هزینه ممکن تأمین نماید و هم اثرات مثبتی بر پارامترهای هماتولوژی و بیوشیمیایی خون که نشان دهنده سلامت موجود هستند داشته باشد، لذا بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، جیره حاوی ۵۰ درصد پروتئین آرد سویا به همراه ۱۰۰۰ ppm مکمل مولتی آنزیم آویزایم می‌تواند نتیجه بهتری را بر پارامترهای هماتولوژی و بیوشیمیایی خون به ویژه گلبول سفید و هماتوکریت که جزء فاکتورهای دفاعی بدن هستند داشته باشد.

می‌شود. از سوئی میزان پروتئین تام و آلبومین می‌تواند وضعیت تغذیه‌ای و سلامتی ماهیان را به تصویر کشاند (Svetina et al. 2002). در تحقیق حاضر میزان پروتئین تام از تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها برخوردار نبود که با نتایج تقی‌زاده و همکاران در سال ۱۳۸۹ مطابقت داشت. اما Ye و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش نمودند که با افزایش سطح سویا در جیره میزان پروتئین تام کاهش یافت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که جایگزینی آرد سویا به جای آرد ماهی همراه با مکمل آنزیمی آویزایم در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان منجر به تفاوت معنی‌داری در میزان فعالیت آنزیم‌های سرمی ALT، AST و ALP گردید، به طوری که با افزایش سطح سویا در جیره میزان این فاکتورها به خصوص ALT و ALP در تیمار E3 به طور معنی‌داری کاهش یافت که این امر می‌تواند ناشی از تأثیر مطلوب و مفید سطوح بالاتر آرد سویا در جیره بر عملکرد فعالیت کبد باشد، چون میزان ALT، AST و ALP به عنوان شاخص فعالیت کبد به کار می‌روند و جزء آنزیم‌های با اهمیت در بررسی وضعیت سلامتی ماهیان هستند (Racicot et al. 1975). در همین راستا Ye و همکاران در سال ۲۰۱۱ اثرات سطوح متفاوت آرد سویا را در جیره غذایی کفشک ماهی ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) مورد ارزیابی قرار دادند و عنوان نمودند که میزان ALT و AST از تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها برخوردار نبود که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت داشت. به طور کلی آنزیم‌های سرمی تحت تأثیر فاکتورهای فیزیولوژیک و محیطی قرار می‌گیرند. برای مثال نوع جیره غذایی، دمای آب، سن ماهی و شوری آب در میزان آنزیم‌های سرمی و فعالیت آنها مؤثر است (غیائی و همکاران ۱۳۸۹). بر اساس یافته‌های موجود در این بررسی و یافته‌های دیگر پژوهشگران مشاهده می‌شود که فاکتورهایی مانند عوامل محیطی (فصول سال، شوری،



## تشکر و قدردانی

مقاله حاضر، حاصل طرح پژوهشی به شماره قرارداد ش د ۳۹۷۱ / م.پ دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل می‌باشد، لذا از مسئولین محترم این دانشگاه به علت فراهم آوردن اعتبارات مالی این طرح و از مدیریت و پرسنل محترم مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر آبزیان شهید رجایی ساری به جهت همکاری عملی در طول این پروژه سپاسگزاری می‌شود.

## منابع

- احمدی‌فر احسان، جلالی محمدعلی، سوداگر محمد، آذری‌تاکامی قباد و محمدی‌زرچ‌آباد اسدالله (۱۳۸۸). اثرات آکوای آرگوسان (AquaVac Ergosan) بر میزان رشد، بازماندگی و شاخص‌های مربوط به خون در فیل ماهیان جوان (*Huso huso*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، ویژه‌نامه ۱- الف، سال ۱۳۸۸، صفحات ۸۰-۷۲.
- تقی‌زاده وحید، ایمانپور محمدرضا، اسعدی رضا، چمن‌آرا وحید و شربتی سعید (۱۳۸۹). تأثیر جایگزینی پروتئین گیاهی به جای آرد ماهی روی شاخص‌های رشد، کیفیت لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی خون فیل ماهی جوان. مجله علمی شیلات ایران، سال نوزدهم، شماره ۴، صفحات ۴۲-۳۳.
- جان‌محمدی حسین، تقی‌زاده اکبر و مالکی‌مقدم محمدرضا (۱۳۸۸). تأثیر جایگزینی آرد ماهی با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور بر رشد و صفات لاشه در تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله پژوهش‌های علوم دامی، جلد ۱، شماره ۲، صفحات ۱۳۶-۱۲۵.
- سراجیان شهاب، زمینی عباسعلی، یوسفیان مهدی، سعیدی علی‌اصغر و جعفری عباس (۱۳۸۶). بررسی مقایسه‌ای سطوح برخی از هورمون‌های استروئیدی جنسی سرم خون در مولدین نارس و بالغ کفال طلائی دریای خزر (*Liza auratus*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزاد شهر، سال اول، پیش شماره سوم، پاییز ۱۳۸۶، صفحات ۶۰-۵۱.
- شاهسونی داور، مهری مهرداد و تقوایی‌مقدم ابراهیم (۱۳۸۶). تعیین مقادیر برخی از سرم خون فیل ماهی خاویاری. مجله تحقیقات دامپزشکی، دوره ۶۲، شماره ۳، صفحات ۱۲۹-۱۲۷.
- صفری امید، بلداجی فتح‌اله، حاجی‌مرادلو عبدالمجید، یغمایی فرهاد و علامه سیدکمال‌الدین (۱۳۸۶). تأثیر جایگزینی کنجاله کانولا به جای آرد ماهی بر رشد، جذب عناصر مغذی و هورمون‌های تیروئیدی در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان پرواری (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهاردهم، شماره پنجم، صفحات ۱۳۹-۱۲۹.
- غیائی فرزاد، میرزرگر سیدسعید، سالارآملی جمیله، باهنر علیرضا و ابراهیم‌زاده‌موسوی حسینعلی (۱۳۸۹). مطالعه پارامترهای خونی و بیوشیمی سرمی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) متعاقب مواجهه با غلظت کم کادمیوم. مجله تحقیقات دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره ۶۵، شماره ۱، صفحات ۶۶-۶۱.
- قبادی شایان، متین‌فر عباس، نظامی شعبانعلی و سلطانی مهدی (۱۳۸۸). عملکرد مکمل آنزیمی آویزایم بر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا و تأثیر آن بر رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزاد شهر، سال سوم، پیش شماره دوم، صفحات ۲۲-۱۱.

- with Soybean Meal in Diet for *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) Cultured in Low Saline Water. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 9: 17-22.
- Kaushik S.J., Cravedi J.P., Lalles J.P., Sumpter J., Fauconneau B. and Laroche M. (1995). Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 133(3-4): 257-274.
- Khanna S.S. and Singh T. (1971). Studies on the blood glucose level in *Channa punctatus* (Bloch). Acta Zoologica, 52: 97-101.
- Kikuchi K. (1999). Partial replacement of fish meal with corn gluten meal in diets for Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*). Journal of World Aquaculture Society, 30: 357-367.
- Lim S.J. and Lee K.J. (2009). Partial replacement of fish meal by cottonseed meal and soybean meal with iron and phytase supplementation for parrot fish *Oplegnathus fasciatus*. Aquaculture, 290 (3-4): 283-289.
- Muzinic L.A., Thompson K.R., Morris A., Webster C.D., Rouse D.B. and Manomaitis L. (2004). Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and brewer's grains with yeast in practical diets for Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture, 230: 359-376.
- Racicot J.G., Gaudet M. and leray C. (1975). Blood and liver enzymes in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) with emphasis on their diagnostic use: study of CCl4 toxicity and a case of Aeromonas infection. Journal of Fish Biology, 7: 825-835.
- Ross L.G. and Ross B. (1999). Anesthetic and Sedative Techniques for Aquatic Animals. 2nd edn. Blackwell Science, Oxford, UK, pp: 22-57.
- Rumsey G.L., Siwicki A.K., Anderson D.P. and Bowser P.R. (1994). Effect of soybean protein on serological response, non-specific defense mechanisms, growth, and protein utilization in rainbow trout. Veterinary Immunology and Immunopathology, 41(3-4): 323-339.
- Shafaeipour A., Yavari V., Falahatkar B., Maremmazi J.G.H. and Gorjipour E. (2008). Effects of canola meal on physiological and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition, 14: 110-119.
- مهرابی یاسر (۱۳۷۷). مطالعه اثر بیهوشی پودر گل میخک بر روی ماهی قزل آلی رنگین کمان. فصلنامه آبزی پرور. تهران، شماره ۲۱، صفحات ۱۶۲-۱۶۰.
- نبی زاده پنهان (۱۳۸۶). مطالعه تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه دانه به جای پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلی رنگین کمان. مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، شماره ۳، سال اول، صفحات ۶۶-۵۹.
- Abiado M.A.G, Mbahinzireki G., Rinchar J., Lee K.J. and Dabrowski K. (2004). Effect of diets containing gossypol on blood parameters and spleen structure in tilapia, *Oreochromis sp.*, reared in a recirculating system. Journal of Fish Diseases, 27: 359-368.
- Alvarez J.S., Llamas A.H., Galindo J., Fraga I., Garcia T. and Villarreal H. (2007). Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Pe´rez-Farfante & Kensley 1997). Aquaculture Research, 38: 689-695.
- Barrows T.F., Stone D.A.J. and Hardy R.W. (2007). The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 254: 466-475.
- Blaxhall P.C. and Daisley K.W. (1973). Routine haematological methods for use with fish blood. Journal of Fish Biology, 5:771-781.
- Blom J.H., Lee K.J., Rinchar J., Dabrowski K. and Ottobre J. (2001). Reproductive efficiency and maternal-offspring transfer of gossypol in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing cottonseed meal. Journal of Animal Science, 79: 1533-1539.
- 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 Biochemistry, 30: 21-25.
- Dabrowski K., Rinchar J., Lee K.J., Blom J.H., Ciereszko A. and Ottobre J. (2000). Effects of diets containing gossypol on reproductive capacity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Biological Reproduction, 62: 227-234.
- Feldman B.F., Zinkl J.G. and Jian N.C. (2000). Schalm's Veterinary Hematology. Lippincott Williams and Wilkins publication, Canada: 1120-1125.
- Hasanuzzaman A.F., Siddiqui N. and Chisty A.H. (2009). Optimum Replacement of Fishmeal

Stoskopf M.K. (1993). Fish medicine. Sounders Company, U.S.A, 882.

Svetina A., Matasin Z., Tofant A., Vucemilo M. and Fijan N. (2002). Haematology and some blood chemical parameters of young carp till the age of three years. Acta Veterinaria Hungarica, 50: 459-467.

Williams R.W. and Warner M.C. (1976). Some observation on the stained blood cellular elements of *Ictalurus punctatus*. Journal of Fish Biology, 9: 491-497.

Worthington V. (1993). Worthington Enzyme Manual. Enzymes and related Biochemicals Worthington Chemical. New Jersey. USA.

Ye J., Liu X., Wang Z. and Wang K. (2011). Effect of partial fish meal replacement by soybean meal on the growth performance and biochemical indices of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture International, 19: 143-153.

## The effect of different levels of soybean meals and avizyme enzyme supplement on hematological and biochemical parameters of serum in rainbow trout

Hosseinifard S.M.<sup>1</sup>, Ghobadi Sh.<sup>2</sup>, Khodabakhsh E.<sup>3</sup> and Razeghi Mansour M.<sup>4</sup>

Received: 10.02.2012

Accepted: 11.11.2012

### Abstract

The present study has been carried out for the purpose of evaluating the effects of different levels of soybean and Avizyme multi enzyme supplement on hematological and biochemical parameters in serum of rainbow trout following 60 days of trial. The basis of tested diet formulation in this paper was the substitution of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of the fish's soybean protein with the soybean protein and use of different amounts of Avizyme multi enzyme with 0, 500, and 1000 ppm dosages in the diets under 13 experimental treatments. At the end of trial period, blood samples have prepared through caudal peduncle vein from 195 normal fish, looking healthy (with the weight average of  $127.91 \pm 15.57$ g). Based on the results, the highest amount of WBC was observed in diet with 50% soybean protein accompanied by 1000 ppm Avizyme multi enzyme supplement which had a significant difference compared to the other treatments ( $P < 0.05$ ). Moreover, the PCV, total protein and globulin had the highest amount in this treatment with no significant difference ( $P > 0.05$ ). Adding the amount of soybean in the diet, concentrations of glucose, cholesterol, triglyceride, ALT and ALP, the displayed a significant reduced compared to the control treatment ( $P < 0.05$ ). Overallly, it can be rectified that the diet with 50% soybean protein accompanied by 1000 ppm Avizyme multi enzyme can have positive effects on hematological and biochemical parameters of serum in rainbow trout.

**Key words:** Soybean meal, Avizyme multi enzyme, Blood parameters, *Oncorhynchus mykiss*

---

1- Assistant Professor, Department of Food and Higein, Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Babol Branch, Babol, Iran

2- Assistant Professor, Department of Fisheries, Islamic Azad University, Babol Branch, Babol, Iran

3- Ph.D Student, Department of Marine Biology, Islamic Azad University, Sciences and Research Branch, Tehran, Iran

4- MSc. in Propagation and Cultivation of Aquatic Animals, Islamic Azad University, Qaemshahr Branch, Young Researchers Club, Qaemshahr, Iran