

مطالعه امکان تنظیم جیره غذایی عاری از پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

محمد رضا مالکی مقدم^{*}، حسین جانمحمدی^۱، اکبر تقی زاده^۲ و نجمه شیخ زاده^۳

دریافت: ۹۳/۸/۳ پذیرش: ۹۴/۴/۲۴

^۱ دانشجوی دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

^۲ بترتیب دانشیار و استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۳ دانشیار گروه دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: Email: maleki_u@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: امکان استفاده از برخی منابع پروتئین گیاهی مانند کنجاله پنبه دانه و کنجاله کانولا و منبع پروتئین حیوانی مانند پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به عنوان جایگزین پودر ماهی در تنظیم جیره غذایی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان وجود دارد. **هدف:** این آزمایش به منظور بررسی امکان تنظیم جیره غذایی عاری از پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان با توجه به مطالعه عملکرد رشد، صفات لاشه و ترکیب شیمیایی لاشه به انجام رسید. **روش کار:** چهار جیره غذایی آزمایشی شامل جیره شاهد با ۵۰ درصد و جیره‌های غذایی دو، سه و چهار که بترتیب حاوی ۲۴/۶۶، ۱۶/۱۴ و صفر درصد پودر ماهی بودند و انرژی قابل هضم و پروتئین خام یکسانی داشتند، مطابق احتیاجات توصیه شده مواد مغذی ماهیان سردآبی NRC (۱۹۹۹) تنظیم گردید. این آزمایش در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با چهار تیمار در چهار تکرار و تعداد ۹۶۰ قطعه بچه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (میانگین وزن اولیه 150 ± 9 گرم) در ۱۶ استخر آزمایشی همسان با دبی ۲ لیتر در ثانیه و حجم یک متر مکعب از روز اول تا روز شصت اجرا شد. **نتایج:** با افزایش جایگزینی پودر ماهی با منابع پروتئینی گیاهی و حیوانی از سطح صفر تا ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری در نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی ماهیان مشاهده نشد. میانگین مقادیر وزن لاشه و بازده لاشه و نیز وزن امعاء و احشاء و شاخص امعاء و احشاء تفاوت معنی داری در بین جیره‌های غذایی آزمایشی نشان نداد. میانگین وزن و شاخص کبد با افزایش جایگزینی پودر ماهی با منابع پروتئین گیاهی و حیوانی کاهش معنی داری را نشان داد ($P < 0.05$). میانگین مقادیر پروتئین و چربی لاشه تحت تأثیر سطوح جایگزینی منابع پروتئینی گیاهی و حیوانی با پودر ماهی قرار نگرفت. **نتیجه-گیری نهایی:** در این مطالعه پودر ضایعات طیور به همراه کنجاله پنبه و کنجاله کانولا توانست به طور موفقیت آمیزی تا ۱۰۰ درصد جایگزین پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان شود بدون اینکه اثر منفی بر عملکرد رشد، صفات لاشه و ترکیب شیمیایی لاشه داشته باشد.

واژگان کلیدی: پودر ماهی، پودر ضایعات کشتارگاهی طیور، قزل آلاهی رنگین کمان، کنجاله کانولا، کنجاله پنبه دانه

مقدمه

اختصاص ۱۵ درصد مصارف غذایی پروتئین حیوانی ۴/۳ میلیارد نفر از مردم جهان از منابع پروتئینی دریایی بیانگر نقش ویژه محصولات شیلاتی در سبد غذایی مردم جهان است^۱ (فائو ۲۰۱۰). تولید ۶۶۳ هزار تن محصولات شیلاتی در سال ۱۳۸۹ و ارتقاء آن به ۸۰۰ هزار تن در سال ۱۳۹۱ در ایران نیز نشان دهنده همسو بودن کشور با بهبود رکوردهای جهانی در جهت تولید آبزیان بوده است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۹۲). این افزایش روزافزون در تولیدات آبزی پروری همگام با افزایش نیاز به تولید خوراک آبزیان کاملاً مشهود است. با توجه به این موضوع که منابع تولید خوراک زنده (آرتمیا، دافنی و ...) جهت امر پرورش و تکثیر آبزیان محدود و تولید صنعتی آن هزینه بر و گاهی کاملاً غیر ممکن است، لذا توسعه صنایع تولید خوراک کنسانتره (گرانول و پلت) آبزیان پرورشی امری بدیهی به نظر می‌رسد.

کارآمدترین و در عین حال گرانقیمت‌ترین ماده پروتئینی در تنظیم جیره های غذایی آبزیان و بالخصوص ماهیان گوشتخوار پودر ماهی می‌باشد. با توجه به محدود بودن منابع دریایی جهت صید و تولید پودر ماهی و از سوی دیگر کمک به حفظ ذخایر گونه‌های آبزی آب‌های آزاد و همچنین کاهش هزینه‌های تولید خوراک آبزیان پرورشی و به تبع آن کاهش قیمت تمام شده گوشت ماهی، استفاده از سایر منابع پروتئینی حیوانی و نیز منابع پروتئینی گیاهی ارزانقیمت به عنوان جایگزین پودر ماهی کاملاً منطقی به نظر می‌رسد (جانمحمدی و همکاران ۱۳۸۸). پودر ضایعات کشتارگاهی طیور یکی از مکمل‌های پروتئینی حیوانی که دارای توازن مناسبی از اسیدهای آمینه ضروری و نیز مقادیر فراوان کلسیم و فسفر می‌باشد. اما بعلت کمبود اسیدهای آمینه لایزین و متیونین در پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در مقایسه با پودر ماهی افزودن

مکمل سنتتیک این اسیدهای آمینه جهت داشتن عملکرد رشد مطلوب ماهیان قزل آلی آزمایشی توصیه شده است (استیفنز ۱۹۹۴). پودر ضایعات طیور به همراه مکمل‌های پروتئینی گیاهی در تغذیه ماهی قزل آلی رنگین کمان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. نتایج حاصل از آزمایشات مارینا و همکاران (۱۹۸۵) نشان داد که پودر ضایعات طیور به همراه مکمل‌های پروتئینی گیاهی می‌تواند تا سطح ۱۰۰ درصد جایگزین پودر ماهی شود. سوگیلی و ارتورک (۲۰۰۴) در مطالعات خود سطح جایگزینی پودر ماهی با پودر ضایعات طیور را تا سطح ۲۰ درصد بدون داشتن هر گونه تأثیر منفی در عملکرد رشد ماهی قزل آلی رنگین کمان بیان کردند. مطالعات مشابه توسط تورکر و همکاران (۲۰۰۵) سطح جایگزینی پودر ضایعات کشتارگاهی طیور را بعنوان مکمل پروتئینی جایگزین پودر ماهی در جیره‌های غذایی ماهی توربوت^۲ دریای سیاه ۷۵ درصد اعلام نمودند.

پودر ضایعات طیور می‌تواند بطور موفقیت آمیز تا سطح ۶۰ درصد جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلی رنگین کمان گردد و در مقایسه با ماهیان تغذیه شده با جیره‌های تجاری وزن نهایی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی یکسان را تولید نماید (جانمحمدی و همکاران ۱۳۸۸). عموماً پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در جیره‌های غذایی ماهیان گوشتخوار دیگر مانند جیره‌های غذایی گربه ماهیان آفریقایی به کرات مورد استفاده قرار گرفته است (ابدل و وریث ۲۰۰۱). نظر به اینکه امروزه در جامعه ایران اهمیت مصرف ماهی شناخته شده و مصرف سرانه آن در حال افزایش می‌باشد، لذا جهت کاهش قیمت گوشت ماهی و در نتیجه تشویق بیشتر جامعه به مصرف آن، کاهش هزینه‌های تولید ضروری است. معمولاً فرآورده‌های با منشا حیوانی توازن اسید آمینه بهتری دارند و قادرند مواد معدنی ضروری و ویتامین‌ها را تامین کنند.

² Turbot¹ Food and Agriculture Organization

دارد که بالا بودن میزان فیبر آن موجب پایین آمدن سطح انرژی قابل متابولیسم می‌گردد. نتایج تحقیقات مختلف در زمینه جایگزینی کنجاله پنبه دانه به جای پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلابی رنگین کمان بیانگر این مطلب است که استفاده از کنجاله‌های پروتئینی پنبه دانه فرآوری شده که سطح گوسیپول آن کاهش یافته است سبب افزایش بهره‌وری از این محصول می‌شود بطوریکه در صورت جایگزینی کامل به جای پودر ماهی تغییری بر روی فاکتورهای رشد، نرخ بازماندگی و صفات تولید مثلی مشاهده نشد (لی و همکاران ۲۰۰۶، بلوم و همکاران ۲۰۰۱). اما برخی از مطالعات نشان داد که قابلیت هضم ظاهری پروتئین و فسفر تحت تاثیر این جایگزینی قرار گرفت (بلوم و همکاران ۲۰۰۱). لذا هدف از این مطالعه بررسی اثرات استفاده از منابع پروتئینی حیوانی و گیاهی جایگزین پودر ماهی بر عملکرد رشد و کیفیت لاشه ماهی قزل آلابی رنگین کمان در یک دوره رشد آزمایشی شصت روزه بود.

مواد و روش‌ها

جهت تجزیه شیمیایی نمونه‌های منابع پروتئین گیاهی (کنجاله کانولا و کنجاله پنبه دانه) و منابع پروتئین حیوانی (پودر ضایعات کشتارگاهی طیور و پودر ماهی)، ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام (جدول ۱) و نیز تجزیه شیمیایی لاشه ماهیان آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش از روش AOAC (۱۹۹۰) استفاده شد. چربی خام توسط روش سوکسله و پروتئین خام نمونه‌های آزمایشی با استفاده از دستگاه کدال^۴ اندازه‌گیری شد. چهار جیره غذایی همسان از لحاظ انرژی قابل هضم و همسان از لحاظ پروتئین خام طبق جداول احتیاجات مواد مغذی ماهیان سرد آبی و با استفاده از نرم افزار WUFFDA تنظیم شد (جدول ۲).

امروزه با توجه به مشکلات تهیه مواد غذایی سرشار از پروتئین از منابع حیوانی سعی شده از منابع پروتئینی گیاهی که بیشتر فرآورده‌های فرعی کنجاله دانه‌های روغنی هستند اما از لحاظ توازن اسیدهای آمینه نسبت به منابع حیوانی، منابع فقیرتری هستند استفاده شود. کانولا (براسیکا کامپستریس یا براسیکا ناپوس)^۳ به واریته‌های اصلاح شده منداب گفته می‌شود که میزان گلوکوزینولات‌ها به کمتر از ۳۰ میکرومول بر گرم گلوکوزینولات‌های آلکینیل از ماده خشک دانه بدون روغن و میزان اسید اروسیک به کمتر از ۲ درصد کل اسیدهای چرب روغن کاهش یافته است. میزان پروتئین کنجاله کانولا ۳۵ درصد است و توازن اسید آمینه ای خیلی خوبی نسبت به سایر پروتئین‌های گیاهی دارا می‌باشد و منبع خوبی از اسیدهای آمینه گوگرددار متیونین و سیستین است (شفایی پور و همکاران ۱۳۸۸). مطالعات مربوط به بررسی صفات ضریب تبدیل غذایی، سرعت رشد، مصرف غذا، بازده خوراک و پروتئین در ماهیان آزمایشی تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله کانولا به جای پودر ماهی تفاوت معنی داری را در بین گروه‌های آزمایشی مختلف با هم و در مقایسه با گروه شاهد نشان نداد (کریم زاده و کریم زاده ۱۳۸۶، درو ۲۰۰۴). از سوی دیگر شفایی پور و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی اثرات سطوح متفاوت کنجاله کلزا (کانولا) بر رشد، ترکیب لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی در قزل آلابی رنگین کمان پراختند نتایج نشان داد که کنجاله کانولا توانست تا ۵۷ درصد جایگزین پودر ماهی گردد. همچنین تولید کنسانتره پروتئین کانولا و محصول پروتئین خالص کانولا عاری از سیناپین می‌تواند باعث افزایش سرعت رشد، بازده خوراک و مصرف پروتئین در ماهیان قزل آلابی رنگین کمان گردد (مک کردی ۱۹۹۲). کنجاله پنبه دانه به عنوان یکی دیگر از منابع پروتئینی گیاهی مورد استفاده در تغذیه آبزیان پرورشی، میزان کمتری پروتئین و مقدار بیشتری فیبر

^۴ Analyzer unit 2300 Foss Kjeltac

^۳ Brassica campestris or Brassica napus

جدول ۱- ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام منابع پروتئین حیوانی و گیاهی جیره‌های غذایی آزمایشی

تجزیه شیمیایی	پودر ماهی (%)	پودر ضایعات کشتارگاهی طیور (%)	کنجاله پنبه دانه (%)	کنجاله کانولا (%)
ماده خشک	۹۲	۹۰	۹۰	۹۱
پروتئین خام	۶۵	۶۱	۳۴	۳۸
چربی خام	۸/۴	۲۴	۲	۴/۷
خاکستر خام	۱۰/۴	۱۸/۵	۱۳/۸	۱۰/۸

جدول ۲- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی آزمایشی

جیره های آزمایشی				اجزای جیره غذایی
جیره ۴	جیره ۲	جیره ۱ (شاهد)	جیره ۲	
۰	۱۶/۱۴	۲۴/۶۶	۵۰	آرد ماهی
۴۰/۲۴	۲۵/۳۴	۲۵/۳۴	۰	پودر ضایعات کشتارگاهی طیور
۱۰	۱۰	۰	۰	کنجاله پنبه دانه
۷/۸۰	۰	۰	۰	کنجاله کانولا
۵/۵۰	۹/۶۲	۱۲	۱۲/۴۸	ذرت
۴/۵	۷	۸	۱۰	گندم
۱۹	۱۹/۶۵	۱۹	۱۷/۲۷	کنجاله سویا
۹/۷۱	۹	۷/۷۵	۷	روغن سویا
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	ویتامین پرمیکس
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	مینرال پرمیکس
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	دی-متیونین
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	ال- لایزین
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	آنتی اکسیدان
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	کولین کلراید
۱	۱	۱	۱	بایندر
ترکیبات مواد مغذی				
۳۶۵۰	۳۶۵۰	۳۶۵۰	۳۶۵۰	انرژی قابل هضم (کیلوکالری/کیلوگرم)
۴۰/۱۲	۴۰/۲۹	۴۱/۸۵	۴۱/۱۲	پروتئین خام (%)
۲۱/۱۵	۱۷/۷۵	۱۶/۹۸	۱۲/۵۴	چربی خام (%)
۴/۳۱	۳/۸۴	۱/۹۰	۱/۵۹	فیبر خام (%)
۱	۱	۱/۳۰	۱/۹	کلسیم (%)
۱/۶	۱/۷۸	۱/۸۳	۱/۷۶	فسفر (%)

در این آزمایش از ۹۶۰ قطعه ماهی قزل آلا با میانگین وزنی 150 ± 9 گرم به تعداد ۶۰ قطعه در هر استخر استفاده شد. ماهیان آزمایشی به طور تصادفی در ۱۶ استخر آزمایشی هشت وجهی، هر یک با حجم یک متر مکعب و دبی ۲ لیتر در ثانیه با دمای آب ۱۵ درجه سانتیگراد و pH برابر ۷/۲ پخش شدند. جیره های آزمایشی با چهار تکرار به تغذیه ماهیان قزل آلا رسید. قبل از تغذیه جیره‌های غذایی آزمایشی جهت سازگاری

جیره غذایی ۱ (شاهد) دارای انرژی قابل هضم برابر ۳/۶۵ مگا کالری در کیلوگرم و پروتئین خام ۴۰٪ و حاوی ۵۰٪ پودر ماهی به عنوان منبع عمده تامین کننده پروتئین جیره بود. در جیره‌های غذایی آزمایشی ۲، ۳ و ۴ سطح پودر ماهی به ترتیب به ۲۴/۶۶٪، ۱۶/۱۴٪ و صفر درصد رسید. کلیه جیره‌های غذایی آزمایشی در کارخانه تولید خوراک آبزیان در اندازه های ۴/۵ میلی متر و ۶ میلی متر پلت زنی و جداگانه بسته بندی شدند.

با محیط پرورشی، کلیه ماهیان به مدت ۱۴ روز با جیره غذایی ۱ تغذیه شدند. میزان خوراک دهی مطابق توصیه-های NRC (۱۹۹۹) بر حسب درصد وزن بدن و سه نوبت در روز صورت گرفت. طول و وزن ۱۰ درصد از ماهیان در پایان هر دوره پرورشی (۱۵ روز) تعیین شد و نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، افزایش وزن بدن و اسکور بدنی محاسبه گردید و غذای مصرفی پانزده روزه آتی ماهیان آزمایشی هر استخر با توجه به ضرایب جداول استاندارد تغذیه ای محاسبه شد (NRC ۱۹۹۹).

به منظور کاهش استرس ناشی از جست و خیز ماهی و عواقب ناشی از آن، از داروی بیهوشی طبیعی عصاره گل میخک با غلظت ۱۵۰ تا ۲۰۰ ppm استفاده شد (مهرابی ۱۳۸۱). در پایان هر دوره آزمایشی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب از قبیل دما، pH، اکسیژن و دی اکسید کربن محلول در آب مورد سنجش

قرار گرفت. در آخرین دوره پرورشی (روز شصت)، ۱۰ درصد از ماهیان هر یک از استخرهای آزمایشی به طور تصادفی صید و در بسته‌های جداگانه برچسب دار تا زمان تعیین صفات لاشه و ترکیبات شیمیایی آن در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. لاشه هر یک از نمونه‌های ماهی، باز و پس از جدا کردن سر، باله‌ها و دم، امعاء و احشاء، استخوان گیری شده و نمونه‌های همگن تهیه گردید و ترکیبات شیمیایی فیله ماهی شامل ماده خشک، چربی خام، پروتئین خام، ماده آلی و خاکستر خام مطابق روش‌های استاندارد AOAC (۱۹۹۰) اندازه گیری شد. کمیت‌های وزن لاشه مصرفی، بازده لاشه، وزن و شاخص امعاء و احشاء، وزن و شاخص کبد، به عنوان صفات لاشه در پایان آزمایش بترتیب مطابق فرمول‌های زیر محاسبه گردیدند (جلیلی ۲۰۱۳):

(فرمول ۱) [وزن باله‌ها، سر و امعاء و احشاء (گرم) - وزن کل ماهی (گرم)] = وزن لاشه مصرفی (گرم)

(فرمول ۲) $100 \times \left[\frac{\text{وزن لاشه (گرم)}}{\text{وزن لاشه مصرفی (گرم)}} \right]$ = بازده لاشه (درصد)

(فرمول ۳) $100 \times \left[\frac{\text{وزن لاشه (گرم)}}{\text{وزن امعاء و احشاء (گرم)}} \right]$ = شاخص امعاء و احشاء (درصد)

(فرمول ۴) $100 \times \left[\frac{\text{وزن لاشه (گرم)}}{\text{وزن کبد (گرم)}} \right]$ = شاخص کبدی (درصد)

کمیت افزایش وزن متوسط (فرمول ۵) به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای عملکرد رشد، بعد از پایان آزمایش مورد سنجش قرار گرفت.

(فرمول ۵) تعداد کل ماهیان هر استخر / وزن کل ماهیان هر استخر (گرم) = وزن متوسط (گرم)

وزن متوسط دوره ما قبل (گرم) - وزن متوسط هر دوره (گرم) = افزایش وزن متوسط (گرم)

نرخ رشد ویژه (فرمول ۶) از وزن ابتدایی، پایانی و طول مدت پرورش محاسبه شد.

(فرمول ۶) $100 \times \left(\frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی}}{\text{وزن نهایی}} \right)$ = نرخ ویژه رشد (درصد)

مدت دوره پرورش (روز)

اسکور بدنی بعد از توزین ماهیان هر یک از استخرها و تعیین طول و وزن متوسط در پایان آزمایش محاسبه گردید.

(فرمول ۷) $100 \times \left[\frac{\text{طول بدن (سانتی متر)}}{\text{وزن بدن (گرم)}} \right]^3$ = اسکور بدنی (درصد)

تغذیه ای ماهی قزل آلی رنگین کمان (NRC ۱۹۹۹) غذای مصرفی و ضرایب تبدیل غذایی هر یک از

پس از پایان هر دوره آزمایشی با توجه به دمای آب و کمیت‌های طول و وزن متوسط طبق جداول استاندارد

استخرهای آزمایشی محاسبه شد (فرمول ۸). لازم به ذکر است در این مطالعه هیچ گونه تلفاتی در ماهیان

آزمایشی مشاهده نگردید.

(فرمول ۸)

افزایش وزن (گرم) / مصرف غذا (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

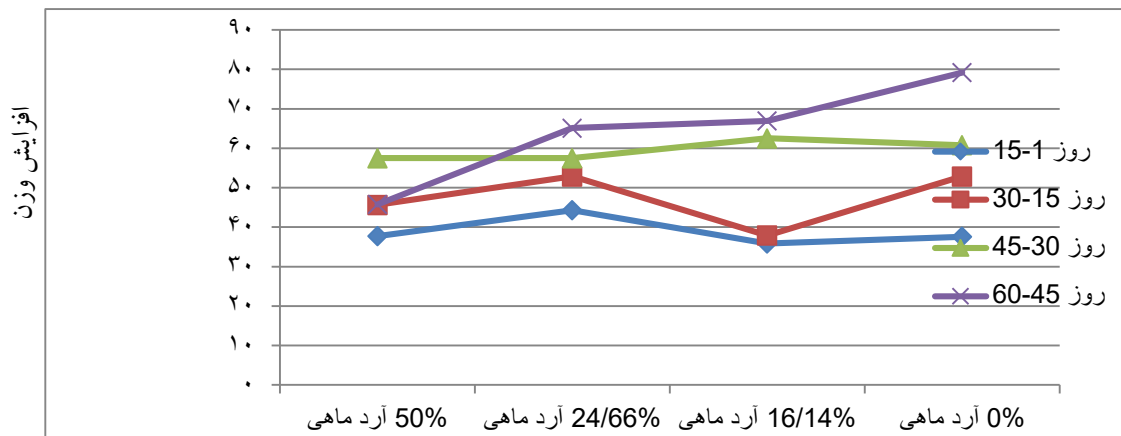
تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این آزمایش که در قالب طرح کاملاً تصادفی چهار تیمار در چهار تکرار انجام شده بود توسط آنالیز واریانس یکطرفه انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد رشد

با توجه به اطلاعات جدول ۳، مقایسه میانگین صفات افزایش وزن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و اسکور بدنی ماهیان تغذیه شده با جیره-های غذایی آزمایشی در طول کل دوره آزمایشی، افزایش وزن ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف در مقایسه با هم و نیز در مقایسه با گروه شاهد در کل دوره آزمایش، تفاوت معنی داری نشان نداد. این یافته با نتایج گزارش لی و همکاران (۲۰۰۶) در خصوص جایگزینی منابع پروتئین گیاهی به جای پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلا رنگین کمان و نتایج دابروسکی و همکاران (۲۰۰۰) هماهنگی داشت. از سوی دیگر بررسی تغییرات افزایش وزن ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی آزمایشی در طول دوره‌های مختلف آزمایشی (شکل ۱) در خصوص صفت افزایش وزن بیانگر این حقیقت است که با گذشت زمان آزمایش کمیت افزایش وزن ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی دارای ۲۴/۶۶ درصد، ۱۶/۱۴ درصد و صفر درصد پودر ماهی در مقایسه با جیره غذایی شاهد افزایش می-

یابد بطوریکه در دوره اول (روز اول تا پانزدهم) مقادیر افزایش وزن مربوط به جیره‌های غذایی با سطح ۱۶/۱۴ درصد و صفر درصد پودر ماهی، کمتر از شاهد، در دوره دوم (روز پانزدهم تا سی ام)، تنها مقدار افزایش وزن جیره غذایی با سطح پودر ماهی ۱۶/۱۴ درصد کمتر از شاهد، در دوره سوم (روز سی ام تا چهل و پنجم)، جیره غذایی با سطح پودر ماهی ۲۴/۶۶ درصد، مقدار افزایش وزن برابر با جیره شاهد را نشان داد. (به عبارت دیگر در دوره سوم مقادیر افزایش وزن هیچ یک از جیره‌های آزمایشی در مقایسه با جیره شاهد کمتر نبود) و در نهایت در دوره چهارم (روز چهل و پنجم تا شصت ام) جیره‌های غذایی با سطوح پودر ماهی ۲۴/۶۶ درصد، ۱۶/۱۴ درصد و صفر درصد، مقادیر افزایش وزن بیشتری در مقایسه با جیره غذایی شاهد نشان دادند و در بین این جیره‌های آزمایشی، جیره غذایی عاری از پودر ماهی (جیره غذایی با سطح صفر درصد پودر ماهی) مقدار افزایش وزن بیشتری را به خود اختصاص داد.



شکل ۱- تغییرات افزایش وزن ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی آزمایشی در طول دوره‌های مختلف آزمایشی

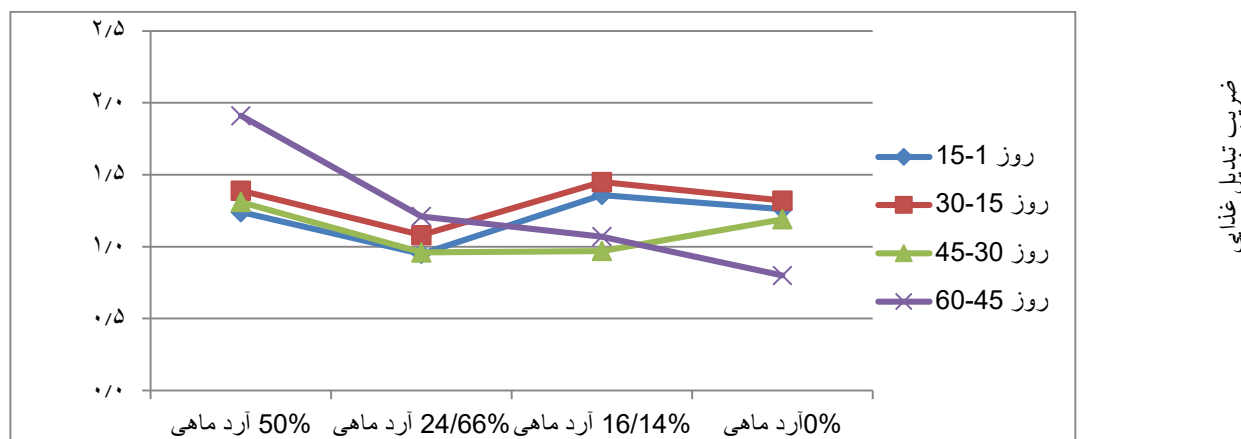
آزمایش به راحتی می‌توانند تا سطح ۱۰۰ درصد بدون کاهش افزایش وزن، جایگزین پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلابی رنگین کمان گردند. مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در کل دوره آزمایش تفاوت معنی داری در بین ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی آزمایشی و نیز با گروه شاهد نشان نداد و استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور و کنجاله پنبه دانه و کنجاله کانولا موجب افزایش ضریب تبدیل غذایی و کاهش مصرف خوراک نشد (جدول ۳).

نتایج حاصل علاوه بر اینکه بیانگر بهبود صفت افزایش وزن بود، نشان دهنده عادت پذیری بیشتر ماهیان آزمایشی با خوراک‌های آزمایشی در طول دوره آزمایش نیز بود. همچنین نتایج بدست آمده در مورد افزایش وزن در پژوهش حاضر با نتایج جانمحمدی و همکاران (۱۳۸۸) و مارینا و همکاران (۱۹۸۵) همخوانی داشت. آنالیز داده‌های مربوط به کمیت افزایش وزن در کل دوره آزمایش بیانگر این حقیقت بود که منابع پروتئینی حیوانی و گیاهی مورد استفاده در این

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات افزایش وزن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و اسکور بدنی ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی آزمایشی

		سطوح آرد ماهی در جیره های غذایی آزمایشی (%)				عملکرد رشد
SEM	۰	۲۲/۲۸	۴۹/۳۲	۱۰۰		
۲/۵۰۰	۵۳/۳۱	۵۰/۸۰	۵۴/۹۵	۴۶/۶۶	افزایش وزن (گرم)	
۱/۴۷۶	۵۵/۵۲	۵۵/۳۴	۵۶/۰۷	۵۸/۷۷	خوراک مصرفی (گرم)	
۰/۱۱۷	۱/۱۴	۱/۲۱	۱/۰۷	۱/۴۰	ضریب تبدیل غذایی	
۰/۲۳۷	۱/۲۷	۱/۶۵	۱/۱۸	۱/۳۸	نرخ رشد ویژه (%)	
۰/۰۵۲۹	۱/۳۷	۱/۴۵	۱/۴۱	۱/۵۲	اسکور بدنی (%)	

لازم به ذکر است که در این مطالعه با گذشت زمان آزمایش از ابتدای دوره اول تا انتهای دوره چهارم، همراه با عادت پذیری بیشتر ماهیان آزمایشی با جیره‌های غذایی آزمایشی، بهبود در صفت ضریب تبدیل غذایی و بهره‌وری بیشتر از خوراک مصرفی مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۲- تغییرات ضریب تبدیل غذایی ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی آزمایشی در طول دوره‌های مختلف آزمایشی

آمینو اسیدهای ماهیان گوشتخوار بالاخص ماهی قزل آلاهی رنگین کمان می‌باشد (استیفنز ۱۹۹۴)، این مطالعه نشان داد که تکمیل پودر ضایعات کشتارگاهی طیور با منابع پروتئینی گیاهی همچون کنجاله پنبه و کنجاله کانولا و استفاده از آنها به جای پودر ماهی می‌تواند به راحتی احتیاجات غذایی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان را تأمین نموده و رشد مطلوب را ایجاد نماید. در این تحقیق استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به همراه مکمل‌های پروتئینی گیاهی عملاً نتایج بهتری را در مقایسه با زمانی که پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به تنهایی جایگزین پودر ماهی شده بود (جانمحمدی و همکاران ۱۳۸۸، استیفنز ۱۹۹۴، سوگیلی و ارتورک ۲۰۰۴) نشان داد. به عبارت دیگر تنوع در منابع پروتئینی استفاده شده در این تحقیق در مقایسه با جیره‌هایی که در آن از منابع پروتئینی محدودی (مانند جیره شاهد) استفاده شده بود توان تأمین احتیاجات غذایی بیشتر، ارزش بیولوژیکی بالاتر و در نتیجه عملکرد رشد بهتری را ایجاد نمود.

صفات لاشه

مقایسه داده‌های بدست آمده از صفات لاشه شامل وزن لاشه مصرفی، بازده لاشه، وزن امعاء و احشاء و بازده امعاء و احشاء در هر یک از تیمارها با سطوح

نتایج بدست آمده در مورد مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در این پژوهش با نتایج آزمایشات محبوبی صوفیانی (۱۳۷۷)، یو (۲۰۰۴)، استیفنز (۱۹۹۴)، سوگیلی و ارتورک (۲۰۰۴) و مارینا و همکاران (۱۹۸۵) مطابقت داشت. بعلاوه نتایج بدست آمده در این پژوهش با نتایج بدست آمده در مورد مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در صورت استفاده از منابع پروتئین گیاهی در تغذیه قزل آلاهی رنگین کمان توسط دادگر و همکاران (۲۰۰۸) کاملاً همخوانی داشت. مقادیر بدست آمده در جدول ۳ برای نرخ رشد ویژه در کل دوره آزمایش به عنوان یکی از شاخص‌های اصلی رشد، هیچ تفاوت معنی داری در بین ماهیان گروه‌های آزمایشی مختلف با هم و نیز در مقایسه با گروه شاهد نشان نداد. این نتایج با نتایج تحقیقات بلوم و همکاران (۲۰۰۱) و شفایی پور و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت. اسکور بدنی ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی مختلف تفاوت معنی داری در مقایسه با هم و نیز با گروه شاهد نشان نداد (جدول ۳). نتایج حاصل از داده‌های بدست آمده در این مطالعه در رابطه با اسکور بدنی مطابق با نتایج بدست آمده از تحقیقات یو (۲۰۰۴) و بلوم و همکاران (۲۰۰۱) بود. با توجه به این مطلب که پودر ماهی دارای توازن اسید آمینوهای بسیار مناسب جهت تأمین احتیاجات اسید

عنوان اولین عضو درگیر در بدن در متابولیسم پروتئین و دامیناسیون اسیدهای آمینه می باشد (شیوزاکی و همکاران ۲۰۰۳). به عبارت دیگر وجود سطح بالای منابع پروتئین حیوانی و به تبع آن وجود نرخ بالای دامیناسیون اسیدهای آمینه در این منابع پروتئینی، افزایش تعداد سلولهای هیپاتوسیتی و در نتیجه افزایش وزن و شاخص کبد را در پی داشت. با توجه به اطلاعات جدول ۴، در خصوص وزن و شاخص کبد ماهیان آزمایشی با افزایش سطوح منابع پروتئین گیاهی این اثر تعدیل گردید.

جایگزینی مختلف، تفاوت معنی داری نشان ندادند (جدول ۴). نتایج بدست آمده از این مطالعه با نتایج تحقیقات تیدول و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت داشت، اما مقایسه ارقام مربوط به وزن کبد و شاخص کبد در ماهیان آزمایشی تفاوت معنی داری نشان داد ($P < 0/05$). با افزایش سطح جایگزینی وزن کبد و شاخص کبد کاهش یافت. علت افزایش وزن و شاخص کبدی در صورت وجود سطوح بالای منابع پروتئینی حیوانی (جیره غذایی شاهد و جیره غذایی با سطح ۲۴/۶۶ درصد پودر ماهی) به علت ارتباط مستقیم کبد به

جدول ۴- میانگین صفات وزن لاشه، بازده لاشه، وزن امعاء و احشاء، شاخص امعاء و احشاء، وزن کبد و شاخص کبد ماهیان

تغذیه شده با جیره‌های غذایی آزمایشی					صفات لاشه
سطوح آرد ماهی در جیره های غذایی آزمایشی (%)					
SEM	۰	۱۶/۱۴	۲۴/۶۶	۵۰	
۹/۷۳۲	۲۳۱/۹۴	۲۱۷/۰۸	۲۳۴/۹۴	۲۴۲/۱۱	وزن لاشه (گرم)
۱/۰۳۰	۷۹/۶۹۵	۷۸/۷۶۸	۸۱/۰۱۸	۸۰/۱۳	بازده لاشه (%)
۳/۵۰۶	۵۸/۶۷	۵۶/۲	۵۷/۴۷	۶۲/۲	وزن امعاء و احشاء (گرم)
۰/۶۲۹	۱۷/۶۵	۱۷/۸۲	۱۶/۷۱	۱۶/۹۹	شاخص امعاء و احشاء (%)
۰/۲۹۲	۴/۴۱ ^b	۴/۶۷ ^b	۵/۰۳ ^{ab}	۵/۷۸ ^a	وزن کبد (گرم)
۰/۰۴۳	۱/۳۸۵ ^b	۱/۳۸۷ ^b	۱/۴۲۵ ^b	۱/۵۹۵ ^a	شاخص کبد (%)

* میانگین های با حروف مشترک در هر ردیف تفاوت های معنی داری ندارند ($P < 0/05$).

تعیین خاکستر خام به جای استفاده از کل بدن ماهی (فیله همراه استخوان و فلس) بود.

جدول ۵- ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، ماده آلی و خاکستر خام فیله ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی آزمایشی

ترکیب شیمیایی آزمایشی (%)					ترکیب شیمیایی
سطوح آرد ماهی در جیره های غذایی					
SEM	۰	۱۶/۱۴	۲۴/۶۶	۵۰	
۰/۷۶۲	۲۶/۲۳	۲۶/۱۲	۲۶/۰۵	۲۶/۳۲	ماده خشک
۰/۵۲۹	۱۹/۸۲	۱۹/۸	۱۹/۶۵	۱۹/۷۲	پروتئین خام
۰/۱۸۹	۶/۱	۵/۷	۵/۸	۵/۵۵	چربی خام
۰/۷۹۱	۲۴/۹۵	۲۴/۸۵	۲۴/۸۱	۲۵/۰۳	ماده آلی
۰/۱۲۲	۱/۲۸	۱/۲۷	۱/۲۳	۱/۱۲۹	خاکستر

ترکیب شیمیایی لاشه

میانگین مقادیر ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، ماده آلی و خاکستر خام گوشت فیله ماهیان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در پایان آزمایش در جدول ۵ ارائه شده است. مقایسه اجزای ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان تفاوت معنی داری را نشان نداد. نتایج بدست آمده از این آزمایش با نتایج بدست آمده از مطالعات جانمحمدی و همکاران (۱۳۸۸) و تیدول و همکاران (۲۰۰۵) که بیان نمودند ترکیب شیمیایی لاشه تحت تاثیر جایگزینی منابع پروتئینی حیوانی و گیاهی قرار نمی گیرد، همخوانی داشت. مقدار خاکستر خام نمونه های این آزمایش در مقایسه با نمونه های استیفنز (۱۹۹۴) کمتر بود که علت آن استفاده از فیله خالص ماهی جهت

نتیجه گیری

کمان شود. با جایگزینی پودر ماهی با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور و کنجاله پنبه دانه و کنجاله کانولا، علاوه بر کاهش واردات پودر ماهی و صرفه جویی ارزی، قیمت تمام شده لاشه ماهی مصرفی بطور چشمگیری کاهش یافته که می تواند موجب افزایش سرانه مصرف ماهی در کشور گردد.

نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان داد پودر ضایعات کشتارگاهی طیور همراه با کنجاله پنبه دانه و کنجاله کانولا می‌تواند بدون تأثیر منفی بر عملکرد رشد، صفات لاشه و ترکیب شیمیایی فیله تا سطح ۱۰۰ درصد جایگزین پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلا رنگین

منابع مورد استفاده

- جانمحمدی ح، اتقی زاده، و م مالکی مقدم. ۱۳۸۸. تأثیر جایگزینی پودر ماهی با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور بر رشد و صفات لاشه در تغذیه ماهی قزل آلا رنگین کمان. مجله پژوهش‌های علوم دامی. جلد اول. شماره ۲.
- سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، معاونت برنامه ریزی و توسعه. سال ۱۳۹۲، نوبت چاپ اول، صفحه ۲۸-۳۸.
- شفایی پور آ، و یآوری، ج غفله مرمری، ب فلاح کار و ع گرجی پور. ۱۳۸۸. بررسی اثرات سطوح متفاوت کنجاله کلزا (کانولا) بر رشد، ترکیب لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی در قزل آلا رنگین کمان. مجله علمی شیلات ایران. فارسی. بهار ۸۸. ۸۱(۱): ۸۱-۱۰۰.
- کریم زاده ق و ص کریم زاده. ۱۳۸۶. ارزش تغذیه ای کنجاله کانولا فرآوری شده در جیره ماهیان. بازار بزرگ کشاورزی ایران. ۶۰-۵۳.
- محبوبی صوفیانی ن، م شیر محمد و ج رضا پور. ۱۳۷۷. جایگزینی منابع پروتئینی گیاهی به جای پودر ماهی در تغذیه قزل آلا رنگین کمان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، جلد دوم. صفحه ۱۰۳-۱۱۱.
- مهرابی ی. ۱۳۸۱. بیهوشی و روش عمل تکثیر دو بار در سال ماهی قزل آلا رنگین کمان. انتشارات اصلانی. صفحه ۱۰۰.
- Abdel-Warrith AA, Russel PM and Davies SJ, 2001. Inclusion of a commercial poultry by-product meal as a protein replacement of fish meal in practical diets for African Catfish, *Clarias Gariepinus*. Aquac Res 32: 296-305.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 14th Edition. Association of Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Bloom JH, Lee KJ, 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. J Anim Sci 79 (6): 1533-1539.
- Dabrowski K, Rinchar J, Lee KJ, Bloom JH, Ciereszko A and Ottobre J, 2000. Effects of diets containing gossypol on reproductive capacity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Biol Reprod 62 (2): 227-234.
- Dadgar S, Che roos Bin Saad, Alimon AR, Kamarudin MS and Nafisi Behabadi M, 2008. Comparison of soybean meal and cottonseed meal variety Pack (CSMP) on growth and fees using in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of fisheries Sciences 9(1): 49-60
- Drew MD, 2004. Canola protein concentrate as a feed ingredient for Salmonid fish. Proceedings of the VII international symposium on Aquaculture Nutrition 168-181.
- Food and Agriculture Organization. 2000. Biodiversity: Fishery and aquaculture Statistics. 2010, from <http://www.fao.org/biodiversity>.
- Jalili R, Tukmechi A, Agh N, Noori F and Ghasemi A, 2013. Replacement of dietary fish meal with plant sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*); effect on growth performance, immune responses, blood indices and disease resistance. Iranian Journal of Fisheries Sciences 12 (3): 577-591.
- Lee KJ, Rinchar J, Dabrowski K, Babiak I, Ottobre J and Christensen JE, 2006. Long-term effects of dietary cottonseed meal on growth and reproductive performance of rainbow trout: three-year study. Anim. Feed Sci. Technol. 126: 93-106.

- Marina J, Drew MD, Ogunkoya AE, Janz DM and Van Kessel AG, 1985. Dietary influence of replacing fish meal and oil with canola protein concentrate and vegetable oils on growth performance, fatty acid composition and organochlorine residues in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Nutrition and Feeding of Fish. Aqua. 267: 260-268.
- McCurdy SM and March BE, 1992. Processing of canola meal for incorporation in trout and salmon diets. J Am Oil Chem Soc 69 (3): 213-220.
- National Research Council. 1999. Nutrient Requirements of Fish. 9th. Rev. ed. National Academy Press. Washington, D.C.
- SAS Institute. 2006. SAS/SATA users guide. Version 9.1. SAS Inst. Cary, N.C.
- Sevgili H and Erturk MM 2004. Effects of replacement of fish meal with poultry by-product meal on growth performance in practical diets for Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Akdeniz University Ziraat Fakultesi Dergisi 17(2): 161-167.
- Shiozaki K, Nakano T, Yamaguchi T and Sato M, 2003. Metabolism of exogenous histamine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish Physio and Biochem 29: 289–295.
- Steffens W, 1994. Replacing fish meal with poultry by-product meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aqua. 124: 27-34.
- Tidwell JH, Coyle SD, Bright LA and Yasharian D, 2005. Evaluation of plant and animal sources proteins for replacement of fish meal in practical diets for the Largemouth bass (*Micropterus salmoides*). J World Aquacult Soc 36 (4): 454-463.
- Turker AM, Yogit S, Ergun B, Karali S and Ertekens A, 2005. Potential of poultry by-product meal as a substitute for fish meal in diets for black sea turbot, *Scophthalmus maeoticus*: growth and nutrient utilization in winter. The occupied Felestin (IsraEIL) Isr J Aquacult Bamidgeh 57(1): 49-61.
- Yu Y, 2004. Replacement of fish meal with poultry by-product meal and meat bone meal in shrimp, tilapia and trout diets. Advance en Nutricion Acuicola VII. Memorias del VII Simposium internacional de Nutricion Acuicola. 16-19. Hermosillo. Sonora Mexico.

Formulation of fish meal-free diets in feeding rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

M Maleki Moghaddam^{1*}, H Janmohammadi², A Taghizadeh² and N Sheikhzadeh³

Received: October 25, 2014 Accepted: July 15, 2015

¹PhD Student, Department of Natural Resources, University of Urmia, Urmia, Iran

²Associate Professor and Professor, respectively Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³Associate Professor, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: Email: maleki_u@yahoo.com

Abstract

BACKGROUND: There is the possibility of using some plant protein sources such as cottonseed meal and canola meal and animal protein sources such as poultry by-product meal as a substitute for fish meal in formulating rainbow trout diets. **OBJECTIVES:** The current study was conducted to investigate the possibility of formulating fish meal-free diets for rainbow trout considering growth performance, carcass traits and carcass chemical composition. **METHODS:** Four experimental diets similar in terms of digestible energy and crude protein were formulated to meet the nutrient requirements recommended by NRC (1999). Diet 1 (control diet) was based on 50% fish meal and diets 2, 3 and 4 had 24.66%, 16.14% and 0% fish meal, respectively. The fish fed four experimental diets in a completely randomized design with four replications of four treatments in 60 days in 16 pools. Water flow rate was 2 liters per second with the volume of one cubic meter. Nine hundred sixty rainbow trouts weighing approximately 150 ± 9 g were used. With increasing substitution of fish meal with plant and animal protein sources from 0 to 100%, no significant difference was observed in specific growth rate and feed conversion ratio of fish. Average weight and carcass efficiency along with viscera weight and viscera index showed no significant differences between diets. Increasing substitution of fish meal with animal and plant protein sources from 0 to 100% showed significant reduction in liver weight and liver index ($P < 0.05$). Replacing fish meal with plant and animal protein sources had no effect on average amount of protein and carcass fat. **RESULTS:** It was concluded that poultry by-product meal along with cottonseed meal and canola meal can replace fish meal up to 100% in rainbow trout feeds without having any significant difference in growth performance, carcass traits and carcass chemical composition of rainbow trout.

Keywords: Fish meal, Poultry by-product meal, Rainbow trout, Canola meal, Cottonseed meal