

بررسی تاثیر جایگزینی نسبی کنجاله کانولا و کنجاله سویا با آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلا (*Oncorhynchus mykiss*) رنگین کمان

• امید صفری

دانشجوی دکتری شیلات دانشگاه تهران و عضو هیأت علمی گروه محیط‌زیست و منابع طبیعی دانشگاه فردوسی مشهد

• فتح الله بداجی

عضو هیأت علمی گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: آذرماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۸۶

Email: omid_safary@yahoo.com

چکیده

برای بررسی اثر جایگزینی نسبی منابع پروتئین گیاهی به جای آرد ماهی بر عملکرد ماهی قزل آلا رنگین کمان، دو منبع گیاهی شامل کنجاله های کانولا و سویا در ۴ سطح ۳۰، ۲۰، ۱۰ و ۴۰ درصد به جای آرد ماهی در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۲×۴ به علاوه یک شاهد، در ۳ تکرار مورد استفاده قرار گرفت. تعداد ۲۴۰ قطعه ماهی قزل آلا رنگین کمان انتخاب و در ۲۴ قفس (هر قفس ۱۰ قطعه ماهی) جای گرفتند و پس از دو هفته سازگاری، به مدت ۵۶ روز با ۹ جیره آزمایشی تغذیه شدند. وزن نهایی، شاخص وزن بدن، ضریب تبدیل غذا، میزان رشد ویژه، مصرف اختیاری غذا و بازده نسبی پروتئین برای کل دوره آزمایش و ترکیب لاشه (ماده خشک، پروتئین و انرژی) برای محاسبه تثبیت نیتروژن و تثبیت انرژی در روز اول و ۵۶ آزمایش اندازه گیری شد. این جایگزینی (بجز در وزن نهایی، مصرف اختیاری غذا، تثبیت نیتروژن و تثبیت انرژی) موجب تفاوت آماری معنی داری در معیارهای مورد نظر در مقایسه با جیره شاهد نشد ($p > 0.05$). بدون در نظر گرفتن سطح جایگزینی، مقایسه ماهیان تغذیه شده با دو منبع گیاهی مختلف نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی کنجاله کانولا به طور معنی داری ($p < 0.05$) وزن نهایی، شاخص وزن بدن، میزان رشد ویژه، مصرف اختیاری غذا، بازده نسبی پروتئین، تثبیت نیتروژن و تثبیت انرژی بالاتر و ضریب تبدیل غذای پایین تری نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره های محتوی کنجاله های سویا داشتند. نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی کنجاله کانولا تا سطح ۴۰ درصد به دلیل بهبود بیشتر جذب نیتروژن و عملکرد ماهی قزل آلا نسبت به سطح جایگزینی ۴۰ درصد کنجاله سویا، امکان پذیر است. جایگزینی کنجاله کانولا، سبب بهبود عملکرد ماهی قزل آلا رنگین کمان گردید. این نتایج نشان می دهد که کنجاله کانولا می تواند به عنوان منبع، جایگزین مناسب تری نسبت به کنجاله سویا برای آرد ماهی در جیره های قزل آلا رنگین کمان توصیه شود.

کلمات کلیدی: قزل آلا، کنجاله کانولا، کنجاله سویا، عملکرد رشد، آرد ماهی

Pajouhesh & Sazandegi No79 pp: 45-51

Study of effect of partial substitution of canola meal and soybean meal with fishmeal in the diet of rainbowtrout (*Oncorhynchus mykiss*)

By: O.Safari, Ph.D Student of Fishery, The University of Tehran & Faculty Member of Environmental Sciences & Natural Resources, The University of Mashhad and F.Boldajii, Prof., respectively, Department of Fishery and Envir.Sci., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

A 56-day feeding trial was conducted with rainbow trout to examine effects of partial substitution of plant protein sources with fish meal in diets. Two different sources of plant protein including canola and soybean meal, were substituted by fish meal at four levels of 10,20,30 and 40%. Each diet was assigned to triplicate groups of fish in a completely randomized design as a 2x4 factorial arrangement, with a control diet. 240 fish were used in this trial. 10 fish were randomly assigned to each of 24 pens and were acclimated in these pens to the experimental conditions two weeks before treatments began. Measurements of Final body weight, Body Weight Index (BWI), Feed Conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR), voluntary feed Intake (VFI) and protein efficiency ratio (PER) was determined for total experimental duration and carcass composition (dry matter, protein and energy) was determined on first and 56th day for measuring of nitrogen (NRE) and energy retention (ERE). This substitution caused no significant differences in all criteria measured with control diet (with the exception of final body weight, VFI, NRE and ERE) ($p > 0.05$). Irrespective of substitution levels, comparison of fish fed by two different sources of plant protein in their diets showed that fish fed diet containing canola meal had significantly ($p < 0.05$) higher final body weight, BWI, SGR, VFI, PER, NRE and ERE and lower FCR than the fish receiving soybean meal diets. The results of present experiment showed that 40% canola meal because of improvement of growth performance in rainbow trout is feasible to replace compared with 40% soybean meal. Partial replacement of canola meal result in a higher energy availability to fish and also better performance of fish. These results indicate that canola meal can be recommended as a more suitable and fish meal-sparing ingredient compared with soybean meal in diets for rainbow trout.

Keywords: Rainbow trout, Canola meal, Soybean meal, Growth performance, Fishmeal

مقدمه

مطابق با برآورد سازمان خوار و بار جهانی، میزان تقاضای ماهی برای مصارف انسانی از میزان فعلی که حدود ۹۰ میلیون تن است به میزان ۱۱۰ میلیون تن در سال ۲۰۱۰ و سهم آبی پروری در تولید کل جهانی از ۲۹ درصد در سال ۱۹۹۶ به ۳۸ درصد در سال ۲۰۱۰ افزایش خواهد یافت که متوسط رشد سالیانه حدود ۱۰ درصد از سال ۱۹۸۴ تا بحال را در مقایسه با افزایش ۳ درصدی گوشت حیوانات اهلی و ۱/۶ درصدی صید ماهی نشان می‌دهد (۱۰). برای دستیابی به چنین سرعت بالایی در افزایش تولید آبی پروری، یک افزایش چشمگیری در صنایع تولید غذای ماهی با نرخ رشد سالیانه بیش از ۳۰ درصد نیاز است (۱۰).

با توجه به افزایش متراکم سازی مزارع پرورش ماهی در آسیا، مخصوصاً در چین، رقابت شدیدی در مورد منابع جهانی محدود آرد ماهی و روغن ماهی بوجود خواهد آمد. تقاضای زیاد قابل پیش بینی در آسیا برای منابع قابل دسترس، یک فشار قابل ملاحظه ای بر بازار جهانی و به تبع قیمت غذا خواهد داشت (۱۱). با توجه به اینکه در مزارع پرورش قزل آلا، غذا نصف هزینه های تولیدی را شامل می‌شود و ۶۷ درصد هزینه غذا به دلیل منابع پروتئینی جیره است (۱۴)، از منابع پروتئین گیاهی به منظور تعدیل هزینه های تولید و کاهش وابستگی به واردات غذای ماهی در جیره ماهی استفاده می‌شود. اگرچه تاثیرات احتمالی دیگر مانند عدم تعادل

در اسیدهای آمینه ضروری گوگردار (۹)، انرژی، قابلیت دسترسی پایین فسفر و اثرات متابولیکی عوامل ضد مغذی (۱۱) را نیز نباید نادیده گرفت. کنجاله های کانولا و سویا از جمله منابع پروتئینی مناسب قابل جایگزین بجای آرد ماهی می‌باشند. با توجه به تعریف کانولا، کلزایی است که کمتر از ۲ درصد اسید اروسیک در روغن استخراج شده از دانه و نیز کمتر از ۳۰ میکرومول بر گرم ماده خشک، گلوکوسینولات در کنجاله داشته باشد (۱۹). از نظر مقدار تولید دانه روغنی، سویا در مقام اول و کلزا بعد از پنبه دانه در مقام سوم و از نظر تولید کنجاله و روغن خام، کلزا در مقام دوم بعد از سویا در سال زراعی ۲۰۰۲-۲۰۰۱ در مقیاس جهانی قرار دارد (۱). میزان تولید کلزا در ایران در سال ۸۱ نسبت به سال ۲۶،۷۵ برابر رشد داشت و همچنین کشت کلزا افزایش حدود ۲۰ برابر را نشان می‌دهد و اکنون کلزای ایرانی با کیفیت تعریف شده برای کانولا تولید می‌شود (۲).

مقدار انرژی و پروتئین خام کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا اندکی کمتر ولی مقدار الیاف و چربی آن بیشتر است. همچنین از نظر اسیدهای آمینه گوگردار مناسب تر از کنجاله سویا است ولی مقدار لیزین آن کمتر است (۲۰). لذا براساس میزان پروتئین و انرژی، جایگزینی کامل کنجاله کانولا بجای آرد ماهی غیر عملی است (۱۴). با توجه به اینکه کیفیت پروتئینی کانولا برابر با آرد ماهی هرینگ

از استخراج چربی و رقیق سازی در اسید (اسید سولفوریک ۰/۲ نرمال) و سپس جوشاندن در باز (سود ۰/۳ نرمال) و عصاره بدون نیترژن از نفاصل ماده خشک از مجموع خاکستر، پروتئین خام، چربی خام و فیبر خام تعیین شد (۴).

گلوکوسینولات موجود در کنجاله کانولا در این تحقیق بر اساس روش اندازه گیری گلوکز (Glucose assay) حاصل از شکستن تیوگلوکوسید (گلوکوسینولات) توسط آنزیم مایروزیناز می‌باشد (۲۲). مقدار گلوکوسینولات موجود در کنجاله ۱۲/۵ میکرومول بر گرم ماده خشک بود.

میانگین معیارهای فیزیکی و شیمیایی آب ورودی به استخرها در طول مدت آزمایش از این قرار تعیین گردید: pH: ۷/۵-۸، ۷-۹/۵ mg/lit، اکسیژن محلول، ۱۶-۱۴/۱ درجه سانتیگراد: دمای آب.

در پایان آزمایش، نتایج حاصله با استفاده از نرم افزار SAS (۲۳) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۰/۰۵ درصد انجام شد.

مکمل بکاررفته در این تحقیق در هر کیلوگرم غذا تامین کننده مواد زیر بود: منیزیم، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۴۰ میلی‌گرم؛ مس، ۵ میلی‌گرم؛ کبالت، ۱/۱ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدان، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین ای، ۳۰ میلی‌گرم؛ ویتامین کا، ۳ میلی‌گرم؛ ویتامین بی۱۲، ۲ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۷ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۳ میلی‌گرم؛ پانتوتنیک اسید، ۱۸ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۴۰ میلی‌گرم؛ فولاسین، ۱/۵ میلی‌گرم؛ کولین، ۶۰۰ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۷/۷ میلی‌گرم و سیانوکوبالامین، ۰/۰۲ میلی‌گرم (تهیه شده از شرکت کیمیا رشد).

نتایج

نتایج ارائه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که با توجه به وزن اولیه برابر (۱۵±۱۰ گرم) بین ۲ گروهی که از جیره‌های محتوی کنجاله کانولا و سویا استفاده می‌کردند (جدول ۱) ولی در انتهای دوره آزمایش جیره‌های محتوی کنجاله کانولا به طور معنی داری ($p < 0.05$) باعث افزایش وزن بدن (افزایش ۵ درصدی) و شاخص وزن بدن (افزایش ۸/۱ درصدی) نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله سویا شد. در انتهای دوره آزمایش بین گروه شاهد و ۸ گروه دیگر تفاوت معنی داری در میانگین وزن نهایی بدن مشاهده نشد ($p > 0.05$)، به استثنا ماهیان تغذیه شده با جیره ۳۰ درصد سویا که به طور معنی داری ($p < 0.05$) میانگین بدنی پایین تری از جیره شاهد داشتند. شاخص وزن بدن در ماهیان تغذیه شده با ۴۰ درصد سویا، به طور معنی داری ($p < 0.05$) کمتر از ماهیان تغذیه شده با جیره ۳۰ و ۴۰ درصدی کنجاله کانولا بود. ماهیان تغذیه شده با ۴۰ درصد کانولا وزن بیشتری نسبت به سایر ماهیان داشتند، اگرچه این تفاوت معنی دار نبود (جدول ۲).

ضریب تبدیل غذا در ماهیان تغذیه شده با کنجاله سویا به طور معنی داری ($p < 0.05$) از ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی کنجاله کانولا بیشتر بود (جدول ۲). تفاوت معنی داری از این حیث، بین جیره شاهد و ماهیان تغذیه شده با سایر ماهیان مشاهده نشد ولی ماهیانی که از جیره ۴۰ درصد کانولا استفاده می‌کردند، کمترین و ماهیانی که با جیره ۳۰ درصد سویا تغذیه شدند، بیشترین ضریب تبدیل غذا را داشتند.

و حتی بالاتر از کنجاله‌های سویا و پنبه دانه بر حسب شاخص‌های اسید آمینه ضروری می‌باشد (۱۴) و با توجه به حجم بالای سرمایه گذاری سازمان جهاد کشاورزی در خرید تضمینی کانولا و کشت نسبتاً راحت این گیاه (۲)، ضرورت دستیابی به تکنیک مناسب جهت تولید خوراک برای آبزیان و گسترش تکنولوژی‌های با قابلیت فراگیری عمومی بدین منظور انکار ناپذیر است. در همین ارتباط تحقیقی جهت بررسی اثر جایگزینی پروتئین گیاهی کنجاله کانولا و سویا در سطوح ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد به همراه یک جیره شاهد بر عملکرد تولیدی قزل‌آلای رنگین کمان مورد بررسی قرار گرفت.

موارد و روش‌ها

این تحقیق در کارگاه خصوصی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در شهرستان طارم از توابع استان زنجان به اجرا درآمد. تعداد ۲۴۰ قطعه ماهی قزل‌آلا با وزن متوسط 15 ± 10 گرم انتخاب و در ۲۴ قفس (هر قفس ۱۰ قطعه) با طول، عرض و ارتفاع ۱۰۰ سانتی متر قرار گرفتند. پس از دو هفته سازگاری به مدت ۵۶ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. وزن ماهیان بعد از بیهوشی در فواصل زمانی ۱۴ روزه با استفاده از گل میخک به غلظت ۱۰۰ ppm با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد (۳).

از کنجاله کانولا (حاوی ۱۲/۵ میکرومول گلوکوسینولات بر گرم ماده خشک) و کنجاله سویا در ۴ سطح ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد بجای آرد ماهی جیره شاهد (حاوی ۵۰ درصد آرد ماهی) به همراه یک جیره شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل (منبع جایگزینی* سطح جایگزینی) در سه تکرار استفاده شد.

تمام جیره‌ها محتوی انرژی و پروتئین یکسانی بودند (جدول ۱). میزان پروتئین و انرژی قابل سوخت و ساز مورد نیاز قزل‌آلا به ترتیب ۴۰ درصد و ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم در نظر گرفته شد (۲۰).

بعد از فرموله کردن طبق احتیاجات غذایی ماهی (۲۰)، تجزیه تقریبی مواد مغذی جیره‌ها (۳ نمونه از هر جیره)، ترکیب شیمیایی لاشه در شروع (۳ نمونه از ۸ قطعه ماهی از جمعیت) و پایان آزمایش (۳ قطعه ماهی از هر تکرار) طبق روش AOAC (۴) صورت گرفت (جدول ۲).

اجزای جیره پس از آسیاب شدن، با یکدیگر مخلوط و به اندازه ۵۰ درصد وزنشان آب به آنها افزوده شد و سپس بوسیله چرخ گوشت به صورت پلت‌هایی با قطر ۴ میلی‌متر در آمدند. پلت‌ها به مدت ۳ روز در مجاورت هوا خشک و تا زمان مصرف در یخچال نگهداری شدند.

از هر ۹ جیره آزمایشی و لاشه ماهیان در شروع و پایان دوره آزمایش بطور تصادفی نمونه برداری شد و پس از آسیاب بوسیله مولینکس مدل SGD۶ ساخت فرانسه، توزین و سپس جیره‌ها با الک با شماره چشمه ۱ میلی‌متر غربال و سپس جیره‌ها و لاشه‌ها در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت جهت رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد. بعد از خشک کردن درصد رطوبت و ماده خشک محاسبه شد (۴).

درصد پروتئین خام (N×۶/۲۵) به روش کلدال و با استفاده از دستگاه Elementary Analyser NA۲۰۰۰، چربی به روش سوکسله، انرژی خام با استفاده از بمب کالریمتر مدل Parr، خاکستر با سوزاندن در حرارت ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی، فیبر بعد

جدول ۱- ترکیب شیمیایی و اجزای تشکیل دهنده جیره های غذایی (بر حسب درصد)

| نسبت جایگزینی سویا (%) | | | | نسبت جایگزینی کانولا (%) | | | | شاهد | اجزای جیره |
|------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| ۴۰ | ۳۰ | ۲۰ | ۱۰ | ۴۰ | ۳۰ | ۲۰ | ۱۰ | | |
| ۳۰ | ۳۵ | ۴۰ | ۴۵ | ۳۰ | ۳۵ | ۴۰ | ۴۵ | ۵۰ | آرد ماهی |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۰ | ۱۵ | ۱۰ | ۵ | ۰ | کنجاله کانولا |
| ۲۰ | ۱۵ | ۱۰ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | کنجاله سویا |
| ۱۶/۶۲ | ۱۵/۵۱ | ۱۴/۴۱ | ۱۳/۳۱ | ۲۵/۷ | ۲۲/۵ | ۱۹/۵۱ | ۱۵/۹ | ۱۳/۱۶ | پودر گوشت |
| ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱/۵ | ۲ | ۱/۵ | ۱/۶۴ | ۲ | گندم |
| ۲۳/۰۴ | ۲۴/۰۴ | ۲۵/۰۱ | ۲۶ | ۱۲/۵۶ | ۱۵/۸۹ | ۱۹/۴۳ | ۲۴ | ۲۶/۵ | ذرت |
| ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ملاس |
| ۴/۲۹ | ۴/۴۲ | ۴/۵۵ | ۴/۶۹ | ۵/۵۱ | ۵ | ۵ | ۴ | ۴ | روغن ذرت |
| ۰/۷ | ۰/۷۷ | ۰/۷۴ | ۰/۷ | ۰/۸۹ | ۰/۸۴ | ۰/۷۹ | ۰/۷۴ | ۰/۶۹ | متیونین (۹۹٪) |
| ۰/۱۳ | ۰/۱۳ | ۰/۱۳ | ۰/۱۴ | ۰/۶۸ | ۰/۶۱ | ۰/۶۱ | ۰/۵۶ | ۰/۴۹ | لیزین (۹۸/۵٪) |
| ۰/۷ | ۰/۷ | ۰/۷ | ۰/۷ | ۰/۷ | ۰/۷ | ۰/۷ | ۰/۷ | ۰/۷ | مکمل |
| ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | کولین (۷۰٪) |
| ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ویتامین E |
| ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ویتامین C |
| ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | ۰/۰۷ | نمک |
| ترکیب شیمیایی جیره ها | | | | | | | | | |
| ۹۵ | ۹۶ | ۹۵ | ۹۴/۲ | ۹۴/۶ | ۹۴/۸ | ۹۵ | ۹۵ | ۹۴/۸ | ماده خشک (%) |
| ۴۲/۲ | ۴۲/۲ | ۴۲/۱ | ۴۲/۲ | ۴۲/۱ | ۴۲/۲ | ۴۲/۲ | ۴۲/۱ | ۴۲/۲ | پروتئین (DM %) |
| ۱۲/۲ | ۱۱/۴ | ۱۱/۶ | ۱۱/۲ | ۱۲/۹ | ۱۱/۸ | ۱۱/۴ | ۱۰/۶ | ۱۲ | چربی (DM %) |
| ۱۵/۸ | ۱۵/۳ | ۱۵/۲ | ۱۴/۸ | ۱۶ | ۱۵/۵ | ۱۵/۵ | ۱۴/۹ | ۱۶ | خاکستر (DM %) |
| ۲ | ۲ | ۱/۹ | ۱/۸ | ۲ | ۲ | ۱/۹ | ۱/۸ | ۱/۵ | فیبر (DM %) |
| ۲۲/۸ | ۲۵/۱ | ۲۴/۲ | ۲۴/۲ | ۲۱/۶ | ۲۳/۳ | ۲۴ | ۲۵/۶ | ۲۳/۱ | عصاره بدون ازت (DM %) |
| ۱۴/۵۵ | ۱۴/۵۵ | ۱۴/۵۱ | ۱۴/۵۵ | ۱۴/۵۳ | ۱۴/۵۰ | ۱۴/۴۸ | ۱۴/۵۸ | ۱۴/۶۰ | انرژی (Kj/g DM) |

میزان رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با جیره های محتوی کنجاله کانولا به طور معنی داری (p<۰/۰۵) کمتر از ماهیان تغذیه شده با جیره های محتوی کنجاله سویا بود (جدول ۲). جیره حاوی ۳۰ درصد کنجاله کانولا تفاوت معنی داری (p<۰/۰۵) را با جیره شاهد و جیره های محتوی حاوی کنجاله سویا نشان دادند.

بازده نسبی پروتئین جیره حاوی کنجاله کانولا به طور معنی داری

میزان رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با جیره های محتوی کنجاله سویا، به طور معنی داری (p<۰/۰۵) بیشتر از ماهیان تغذیه شده با کنجاله کانولا بود. میزان رشد ویژه ماهیانی که جیره ۴۰ درصد کانولا دریافت کردند، به طور معنی داری (p<۰/۰۵) بیشتر از ماهیان تغذیه شده با جیره های ۲۰ و ۴۰ درصد سویا بود.

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می شود مصرف اختیاری غذا در

جدول ۲- اثر جایگزینی منابع پروتئین گیاهی بر برخی از معیارهای اندازه گیری شده در کل دوره آزمایش

| | وزن نهایی | شاخص وزن بدن | ضریب تبدیل غذا | میزان رشد ویژه | مصرف اختیاری غذا | بازده نسبی پروتئین | تثبیت | |
|----------------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|---------|
| | | | | | | | نیترژن | انرژی |
| | (گرم) | (درصد) | | (درصد در روز) | (درصد وزن بدن در روز) | (درصد) | (درصد از مقدار مصرفی در روز) | |
| نوع پروتئین گیاهی (کنجاله) | | | | | | | | |
| کانولا | ۲۵۵ a | ۲۲/۲ a | ۱/۲ b | ۱/۳۴ a | ۱/۷۲ a | ۲/۲۱ a | ۳۲/۶ a | ۳۲/۸a |
| سویا | ۲۴۲/۶ b | ۱۴/۱ b | ۱/۳۸ a | ۱/۲۲ b | ۱/۶۸ b | ۱/۹۴ b | ۲۹/۷ b | ۲۹/۹ b |
| شاهد | ۲۵۲/۳ ab | ۱۸/۲ abc | ۱/۲۵ abc | ۱/۲۹ ab | ۱/۷۰ bc | ۲/۱۲ ab | ۲۸ c | ۲۸/۳ c |
| ۱۰٪ کانولا | ۲۴۲/۹ abc | ۱۹/۹ abc | ۱/۳۱ abc | ۱/۳۱ ab | ۱/۷۱ abc | ۲/۰۷ ab | ۳۲/۱ ab | ۳۲/۳ ab |
| ۲۰٪ کانولا | ۲۵۶/۳ ab | ۲۱/۳ abc | ۱/۱۹ bc | ۱/۳۳ ab | ۱/۷۲ ab | ۲/۲۶ a | ۳۲/۴ ab | ۳۲/۷ ab |
| ۳۰٪ کانولا | ۲۵۹/۵ ab | ۲۳/۳ ab | ۱/۱۵ c | ۱/۳۶ ab | ۱/۷۴ a | ۲/۳۱ a | ۳۲/۴ ab | ۳۲/۶ ab |
| ۴۰٪ کانولا | ۲۶۱/۴ a | ۲۴/۴ ab | ۱/۱۳ c | ۱/۳۸ a | ۱/۷۲ ab | ۲/۳۶ a | ۳۳/۵ a | ۳۳/۸ a |
| ۱۰٪ سویا | ۲۵۰/۲ ab | ۱۴/۷ abc | ۱/۳۱ abc | ۱/۲۳ ab | ۱/۶۹ c | ۲/۰۲ ab | ۲۷/۹ c | ۲۸/۲ c |
| ۲۰٪ سویا | ۲۵۰/۶ ab | ۱۴/۰ bc | ۱/۳۳ abc | ۱/۲۲ b | ۱/۶۸ c | ۲/۰۳ ab | ۲۹/۸ bc | ۳۰ bc |
| ۳۰٪ سویا | ۲۴۷/۰ c | ۱۵/۰ abc | ۱/۴۷ a | ۱/۲۴ ab | ۱/۶۷ c | ۱/۸۰ b | ۳۰/۱ bc | ۳۰/۴ bc |
| ۴۰٪ سویا | ۲۴۲/۶ abc | ۱۲/۶ c | ۱/۴۰ ab | ۱/۲۱ b | ۱/۷۰ bc | ۱/۹۰ b | ۳۱ ab | ۳۱/۲ ab |

وزن اولیه (گرم) / {وزن اولیه (گرم) - وزن ثانویه (گرم)} × ۱۰۰ = شاخص وزن بدن (%) (۱)
 (مقدار افزایش وزن در طول دوره آزمایش (گرم)) / (مقدار غذای خشک در طول دوره آزمایش (گرم)) = ضریب تبدیل غذا (۲)
 دوره آزمایش (روز) / {لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم) - لگاریتم طبیعی وزن ثانویه (گرم)} × ۱۰۰ = میزان رشد ویژه (درصد در روز) (۳)
 (وزن متوسط (گرم)) × دوره آزمایش / (غذای خورده شده بر اساس ماده خشک (گرم)) × ۱۰۰ = مصرف اختیاری غذا (%) (۴)
 پروتئین خام مصرفی (گرم) / مقدار افزایش وزن (گرم) = بازده نسبی پروتئین (۵)
 وزن بدن (گرم) / وزن کبد گرم (گرم) × ۱۰۰ = شاخص کبدی (%) (۶)
 (عناصر مغذی اولیه لاشه × وزن اولیه) - (عناصر مغذی ثانویه لاشه × وزن ثانویه) = ۱۰۰ × تثبیت ماده مغذی (%) (۷)

سویا بودند.

بحث

اختلاف معنی دار ($p < 0.05$) بین جیره های حاوی کنجاله کانولا و سویا می تواند طبق گزارش Webster و همکاران (۲۴) به دلیل وجود قابلیت کمتر کربوهیدرات های موجود در کنجاله سویا باشد که منجر به کاهش قابلیت هضم ظاهری انرژی نسبت به کنجاله سویا می شود اگرچه بر خلاف گفته این محققین الیاف خام موجود در کنجاله کانولا موجب کاهش عملکرد رشد نشد در همین ارتباط Higgs و همکاران (۱۴) برتری جیره های حاوی کنجاله کانولا نسبت به کنجاله سویا را در به میزان چربی بیشتر و متعاقباً انرژی بالاتر نسبت داده اند.

($p < 0.05$) بالاتر از کنجاله سویا بود (جدول ۲). بازده نسبی پروتئین جیره های حاوی ۳۰ و ۴۰ درصد سویای جایگزین به طور معنی داری بیش از ۳۰، ۲۰ و ۴۰ درصد کانولای جایگزین بود. نتایج ارائه شده در جدول ۲ نشان می دهد که تثبیت نیترژن و انرژی جیره های حاوی کنجاله کانولا به طور معنی داری ($p < 0.05$) بیش از جیره های حاوی کنجاله سویا بود. تثبیت نیترژن و انرژی جیره های حاوی کنجاله کانولا از نظر مقدار ۱۰ درصد بیشتر از جیره های حاوی کنجاله سویا بود (جدول ۲). به هر حال، تثبیت نیترژن و انرژی جیره محتوی ۴۰ درصد کانولا به طور معنی داری بیش از جیره شاهد و جیره های محتوی ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد

درصد بالای شاخص وزن بدن در ماهیان تغذیه شده با کنجاله کانولا نسبت به سایر ماهیان (عمدتاً جیره ۴۰ درصد کنجاله کانولا) طبق گزارش Hephher (۱۳) به این علت می‌باشد که این کنجاله می‌تواند کمبود هیستیدین و تریپتوفان آرد ماهی را جبران کند، به طوری که این دو ماده غذایی به خوبی یکدیگر را کامل می‌کنند.

منطبق با گزارش Gomes و همکاران (۱۲) که نشان دادند جایگزینی منابع پروتئین گیاهی تا سطح ۵۰ درصد به جای آرد ماهی سبب اختلاف معنی‌دار در ضریب تبدیل غذا نمی‌شود ($p > 0.05$)، در این آزمایش نیز جیره شاهد نسبت به سایر جیره‌ها از نظر ضریب تبدیل غذا تفاوت معنی‌داری نداشت. افزایش سطح سویا، سبب کاهش خوشخوراکی شده که طبق گزارش Francis و همکاران (۱۱) به علت عدم عمل آوری کافی سویا و در نتیجه همه عوامل بازدارنده در سویا از جمله بازدارنده تریپسین از بین رفته و سبب کاهش عملکرد شده است. البته عدم عمل آوری مناسب آرد ماهی سبب کاهش قابلیت دسترسی بعضی از اسیدهای آمینه ضروری شده که این عملکرد به وسیله کنجاله کانولا جبران گشته است. به هر حال، در این آزمایش جیره‌های حاوی کنجاله کانولا ضریب تبدیل غذایی به مراتب بهتری از جیره‌های حاوی کنجاله سویا داشتند.

بر خلاف نظر Burel و همکاران (۶، ۷) جایگزینی کنجاله کانولا باعث کاهش رشد نگردید. در این آزمایش کنجاله کانولا (حاوی ۱۲/۵ میکرومول گلوکوسینولات بر گرم ماده خشک) توانست به طور جزئی جایگزین آرد ماهی شود، بدون اینکه میزان رشد قزل آلا را کاهش دهد. در این آزمایش عملکرد رشد در ماهیان تغذیه شده با کانولا تفاوت معنی‌داری با جیره شاهد نداشت، ولی ظاهراً کمی بهتر از آن بود که ممکن است در راستای تحقیق Olivia و همکاران (۲۱) به خاطر کیفیت خام مواد خام استفاده شده در تولید آرد ماهی و یا شرایط فرآوری آن باشد. در این صورت تکمیل جیره با منابع پروتئینی متغیر الگوی اسیدهای آمینه را بهبود می‌بخشد.

برتری جیره‌های حاوی کنجاله کانولا نسبت به سویا بر میزان مصرف اختیاری غذا براساس گزارش Higs و همکاران (۱۴) به خاطر خوشخوراکی و قابلیت هضم بهتر کانولا می‌باشد. بر خلاف تحقیق Mawson و همکاران (۱۷) و Burel و همکاران (۷، ۸) که اظهار داشتند مصرف کنجاله کانولا به دلیل وجود گلوکوسینولات باعث کاهش مصرف اختیاری غذا می‌شود ولی میزان کم این ماده ضد تغذیه‌ای بر میزان مصرف خوراک تاثیر چندانی نگذاشته است و به عبارتی دیگر، تاثیر میزان گلوکوسینولات موجود در کانولا بر عملکرد رشد و میزان مصرف غذا توسط فعالیت آنزیم دیودیناز جبران شده است. این محققین بیان کردند که مصرف اختیاری غذای جیره‌های حاوی کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری با جیره شاهد نشان نداد ($p > 0.05$) ولی مصرف اختیاری جیره‌های آزمایشی آنها ۲۵ درصد بیشتر از میانگین جیره‌های حاوی کنجاله کانولا این تحقیق (۱/۷۲) درصد وزن بدن در روز) بود که می‌توان این تفاوت را به شرایط آزمایشی و یا میزان الیاف جیره آزمایشی آنها (مقدار ذکر نشده است) نسبت به جیره‌های آزمایشی این تحقیق (۲ درصد) نسبت داد.

در همین راستا Azevedo و همکاران (۵) گزارش کردند که افزایش مصرف اختیاری غذا در جیره‌های با محتوای انرژی یکسان در ماهیان در هنگام جایگزینی مقداری از پروتئین جیره با چربی و کربوهیدرات، مربوط

به عدم تعادل بین انرژی و اسیدهای آمینه (پروتئین) می‌باشد و به تبع آن نیازهای انرژی تامین ولی اسیدهای آمینه مورد نیاز تامین نشده است بنابراین با افزایش مصرف اختیاری غذا توسط ماهیانی که با کاهش مقداری پروتئین قابل هضم و اسیدهای آمینه ضروری همراه می‌باشد، باعث کاهش رشد ماهیان شده است. Johnson و همکاران (۱۵) نیز بیان کردند که رشد بالا به مصرف غذا بستگی دارد و در این تحقیق تاثیر جیره‌ها بر میزان رشد ویژه تفاوت معنی‌داری ($p > 0.05$) را با جیره شاهد نشان نداد (جدول ۲) که می‌توان علت را ناشی از وجود عوامل ضد تغذیه‌ای دانست.

کاهش بازده نسبی پروتئین در جیره‌های حاوی کنجاله سویا نسبت به جیره شاهد و افزایش بازده نسبی پروتئین در جیره‌های حاوی کنجاله کانولا طبق گزارش Kaushik و همکاران (۱۶) را می‌توان به عدم تعادل در اسیدهای آمینه بخصوص متیونین و لیزین، کاهش قابلیت هضم پروتئین نسبت داد.

میزان بالای تثبیت نیتروژن و انرژی در جیره‌های حاوی کانولا نتایج Burel و همکاران (۶) را تایید نمی‌کند که در جیره‌های حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای آنها (محتوی ۴۰ میکرومول گلوکوسینولات بر گرم ماده خشک کنجاله)، میزان تثبیت نیتروژن ۶۰ درصد کمتر از جیره شاهد بود که می‌توان تفاوت را به میزان بالای گلوکوسینولات نسبت داد. استفاده از کنجاله سویا در مجموع باعث بهبود تثبیت نیتروژن گردید که این نتایج با گزارش Kaushik و همکاران (۱۶) مطابقت دارد که بیان کردند با استفاده از کنسانتره پروتئینی سویا در سطوح ۳۳ تا ۱۰۰ درصد به جای آرد ماهی تفاوتی کاهش معنی‌داری در رشد و میزان تثبیت نیتروژن مشاهده نشد ($p > 0.05$) اگرچه این محققین با استفاده از سطوح جایگزینی ۲۵ تا ۵۰ درصد به جای آرد ماهی کاهش معنی‌داری در تثبیت نیتروژن مشاهده کردند ($p < 0.05$) که این تفاوت در راستای عدم تعادل اسیدهای آمینه جیره آنها و یا شرایط آزمایشی آنها قابل توجیه است.

در همین رابطه Azevedo و همکاران (۵) گزارش کردند که جذب بالای نیتروژن به مفهوم آن است که اگر نیتروژن جهت تولید انرژی بکار گرفته نشود، برای رشد ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد که اطلاعات میزان رشد ویژه مؤید آن می‌باشد. طبق گزارش Morales و همکاران (۱۸) بهبود در عملکرد در انرژی خام محتوی جیره، موجب بهبود در عملکرد جذب انرژی قابل هضم در بدن، افزایش تثبیت انرژی و به تبع آن باعث افزایش رشد ماهی می‌گردد. در این آزمایش با توجه به اینکه میزان درصد جذب انرژی برای تمام سطوح کنجاله کانولای مورد استفاده با یک تفاوت ۱/۵ درصدی (از ۳۲/۳ تا ۳۳/۸ درصد از مقدار مصرف شده) همراه بود بنابراین تصور می‌شود که میزان جایگزینی کنجاله کانولا از ۱۰ تا ۴۰ درصد بجای آرد ماهی، اثری بر میزان انرژی قابل هضم نداشته است اگرچه در همین ارتباط میزان تثبیت انرژی جیره‌های حاوی سویا یک تفاوت ۳ درصدی را نشان دادند. نتایج حاصل از این آزمایش حاکی از این است که در رشد و سلامت ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد و ماهیان تغذیه شده با جیره‌هایی که محتوی منابع پروتئین گیاهی کانولا و سویا، تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود. در بین دو منبع گیاهی استفاده شده، جیره‌های حاوی کنجاله کانولا بهترین عملکرد را در قزل آلا رنگین کمان سبب شد. لذا با توجه به تثبیت بالای نیتروژن و انرژی در جیره‌های حاوی کنجاله کانولا که منطبق با افزایش رشد (میزان رشد ویژه و شاخص وزن بدن) در

11-Francis,G.,Makar,H.P.S.,Becker,k.,2001; Antinutritional factors present in plant-derived alternative fish feed ingredient and their effects in fish.Aquaculture,199:197-227.

12- Gomes, F., P. Rema, A. Gouveia and A.Olivia-Teles.1995; Replacement of fish meal by plant proteins in diets for rainbow trout: Effect of the quality of the fish meal based control diets on digestability and nutrient balances.Wat.Sci.Tech,31:205-211.

13-Hepher,B.,1988; Nutrition of pond fishes.Cambridge University Press,Cambridge,435 p.

14- Higgs, D. A., Dosanj, B. S., Prendergast, A.F., Beams, R. M., Hardy, R.W., Riley, W., Deacon, G., 1995; Use of rapeseed/canola protein products in finfish diets. In: Sessa, D. J. & Lim. C. (Eds), Nutrition and Utilization technology in Aquaculture. AOAC Press. PP: 130-156.

15- Johnson, S. J. S., Ekli, M., Jobling, M., 2002; Is there lipostatic regulation of feed intake in Atlantic Salmon(*Salmo salar*).Aquaculture Research,33:515-524.

16-Kaushik,S.J.,Cravedi,J.P.,Lalles,J.P.,Sumpter,J.,Fauconneau,B. and Laroch,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,133:257-274.

17-Mawson,R.,Heaney,R.K.,Zdunczyk,Z., and Kozloska,H.,1993; Rapeseed meal-glucosinolate and their antinutritional effects.PartI.Rapeseed production and chemistry of glucosinolates . Nahrung,37:131-140.

18-Morales,A.E.,Gardenete,G,De la Higura,M.,Sanz,A.,1994; Effects of dietary protein source on growth,feed conversion and energy utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).Aquaculture, 124:117-126.

19-Naczka,M. and Shahidi,F.,1990; Canola and rapeseed: Production, chemistry,Nutrition and processing Technology,edited by F.Shahidi, V.N .Reinhold,New York,pp.335.

20- NRC (National (Research Council,USA). 1993; Nutrient Requirements of fish. National Academy of sciences, Washington.

21-Olivia,Teles,A.,A.J.Gouveia,F.Gomes and Rema,P.,1994; The effect of different processing treatments on soybean meal utilization by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture,124:343-349.

22-Quinsac,A.,Ribaillet,D,Elfkir,C,Lafosse,M.,Dreux,M.,1991; A new approach to the study of glucosinolate by isocratic liquid chromatography: PartI.Rapid determination of desulfated derives of rapeseed glucosinolate s.J.Assoc.off.Anal.chem,74:932-939.

23-SAS,Institute. 1993; SAS user' guide:Statistic.sas inst.IncCary,NC.

24-Webster,C.D.,Tiu,L.G.,Tidwell,J.H.,1997; Growth and body composition of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets containing various percentage of canola meal.Aquaculture,150:103-113.

ماهیان تغذیه شده با این نوع جیره ها می باشد (جدول ۲)، بدیهی است که نتایج این آزمایش در راستای کاهش قیمت تمام شده جیره و افزایش سود افزوده در بخش آبی پروری و روند بسیار سریع توسعه کشت کانولا و حجم بالای تولید کنجاله کانولا در کارخانجات روغن کشی در آینده ای نزدیک (۲) می توان تا حد زیادی هزینه تولید را بدون تغییر قابل توجه در عملکرد ماهی کاهش داد. البته به شرطی امکان پذیر خواهد بود که در دقت لازم در انتخاب نوع کنجاله کانولا به عمل آید.

سیاسگزاری

نویسندگان این مقاله از مدیریت محترم کارگاه در اجرای این طرح تشکر و قدردانی می کنند. لازم به ذکر می باشد که بدون کمک های فکری محقق برجسته، دکتر هیگز که متخصص در زمینه استفاده از کنجاله کانولا و فرآورده های آن در آبزیان هستند؛ این تحقیق ممکن نبود.

منابع مورد استفاده

۱. حاجی زاده، ع. ۱۳۸۱؛ بررسی جایگاه دانه های روغنی در اقتصاد ملی. ماهنامه صنعت روغن نباتی و دانه های روغنی. پیش شماره بهمن. صفحه ۱۴-۱۱.

۲. صفار، ح. ۱۳۸۲؛ استفاده از کنجاله کلزا در تغذیه دام، طیور و آبزیان. انتشارات جامعه نو. ۵۶ صفحه.

۳. مهرابی، ی. ۱۳۷۸؛ مطالعه مقدماتی اثر بیهوشی گل درخت میخک بر روی ماهی قزل آلاي رنگین کمان. فصلنامه پژوهش و سازندگی. شماره ۴۰.

4-Association of Official Analytical Chemists.1990; Official Methods of Analysis.15th ed.Washington DC.

5-Azevedo,P.A.,Lesson,S.,Cho,C.Y.,Bureau,D.P.,2004; Growth,nitrogen and energy utilization of juvenile from four salmonid species:diet, species and size effects,Aquaculture,234:393-414.

6-Burel,C.,Boujard,T.,Kaushik,S.J.,Boeuf,G.,VanDer Geyten,S.,Mol,k.A.,Kuhn.E.R.,Quinsac,A.,Krouti,M. and Ribaillet,D.,2000a.Potential of plant-protein sources as fish meal substitute in diets for turbot(*Psetta maxima*): growth,nutrient utilization and thyroid status.Aquaculture, 188: 363-382.

7-Burel,C.,Boujard,T.,Escaffre,A.M.,Kaushik,S.J.,Boeuf,G.,VanDer Geyten,S.,Mol,k.A.,Kuhn.E.R.,2000b.Dietary low-glucosinolate rapeseed meal affects thyroid status and nutrient utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). British Journal of Nutrition,83:653-664.

8- Burel, C., Boujard, T., Kaushik, S. J., Boeuf, G., Van Der Geyten, S., Mol, k. A., Kuhn, E. R., Quinsac, A., Krouti, M. and Ribaillet, D., 2001; Effects of rapeseed meal-Glucosinolates on Thyroid metabolism and feed utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). General and comparative Endocrinology, 124:343-358.

9-Da silva,J.G., and Olivia-Teles,A.,1998; Apparent digestability coefficient of feedstuffs in seabass (*Dicentrarchus labrax*) juvenile. Aquatic living resources,11:187-191.

10-FAO.1999.REVIEW of the state of world aquaculture,1997; FAO fisheries Circular.No.886,Rev.I.FAO,Rome,pp163.