magiran.com

بررسی اثرات سطوح متفاوت کنجاله کلزا (کانولا) بر رشد، ترکیب لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی در قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

آریا شفائی پور [۱و۲]*؛ وحید یاوری [۲]؛ جاسم غفله مرمضی [۳]؛ بهرام فلاحتکار [٤]

و عین الله گرجی پور [٥]

shafaei@mail.yu.ac.ir

۱- دانشکده علوم دانشگاه یاسوج، صندوق پستی: ۳۵۳

۲- دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، صندوق پستی: ٦٦۹

۳- مرکز تحقیقات آبزی پروری جنوب کشور، اهواز صندوق پستی: ۸٦٦-٦۱۹٤٥

٤- دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا صندوق پستی: ۱۱٤٤

٥- ایستگاه تحقیقات اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری، یاسوج صندوق پستی: ۳۸٥-۷٥۹۱٤

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸٦ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۷

چکیده

ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی (± انحراف استاندارد) ۰/۲٥ ± ۴/۱٦ گرم با جیره‌های آزمایشی دارای ۴۲ درصد پروتئین خام، انرژی خام ۴۴۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم جیره و ۱۰ درصد چربی خام به مدت ۱٦ هفته تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی دارای درصدهای مختلف کنجاله کانولا (دارای ۳٥ درصد پروتئین خام) بودند که با آرد ماهی جایگزین شد. این تحقیق در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. در پایان دوره رشد، شاخصهای رشد (مانند وزن نهایی، افزایش وزن، غذای مصرفی، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین و ضریب رشد ویژه)، ترکیب لاشه شامل رطوبت، خاکستر، چربی، پروتئین لاشه، سطح هورمونهای تری یدوتیرونین (T_3)، تترایدوتیرونین پلاسما (T_4)، کلسترول و پروفیل اسید چرب کبد ماهیهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل نشان داد که جایگزینی آرد ماهی با کنجاله کانولا (۱۰ تا ٥۷ درصد جایگزینی) تاثیری بر عملکرد رشد ماهیها نداشت. ترکیب لاشه ماهیها متاثر از ترکیب جیره‌ها بود. این مطالعه نشان می‌دهد که کنجاله کانولا پتانسیل آنرا دارد که جایگزین درصدی آرد ماهی در جیره ماهیان گوشتخوار شود بدون اینکه تاثیری منفی بر عملکرد رشد ماهی داشته باشد. همچنین در پایان هفته شانزدهم سطح کلسترول پلاسمای تمامی تیمارها نسبت به هفته هشتم در همان تیمارها کاهش یافته بود. سطح T_4 پلاسما در پایان هفته شانزدهم، در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های دارای کنجاله کانولا نسبت به تیمار شاهد، افزایش معنی‌داری را در سطح ۹٥ درصد ($P<۰/۰٥$) نشان دادند، اما هیچ اختلاف معنی‌داری در سطح T_3 مشاهده نشد ($P>۰/۰٥$). پروفیل اسید چرب کبد ماهیها نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره‌های دارای کنجاله کانولا، دارای میزان زیادی اسیدهای چرب اشباع نشده (n-6) بودند ولی ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد دارای نسبت بالاتر n-3/n-6 بودند.

لغات کلیدی: کنجاله کانولا، تیروئید، کلسترول، قزل‌آلای رنگین کمان، تغذیه

* نویسندهٔ مسئول

magiran.com

مقدمه

آرد ماهی یکی از گرانترین مواد غذایی مورد استفاده در جیره ماهیان می‌باشد. تحقیقات زیادی در زمینه استفاده از مواد پروتئینی ارزان قیمت گیاهی جهت جایگزینی آرد ماهی در جیره آبزیان انجام شده است (Gomes *et al.*, 1995; Higgs *et al.*, 1996; Webster *et al.*, 1997; Refstie *et al.*, 1998; Storebakken *et al.*, 1998; Burel *et al.*, 2000; Thiessen *et al.*, 2003,2004; De Francesco *et al.*, 2004; Kaushik *et al.*, 1995 ;Kaushik, 1990). این محققان به این نتیجه رسیدند که می‌توان درصدی از آرد ماهی را بوسیله پروتئینهای گیاهی ارزان قیمت جایگزین کرد. برای مثال Kaushik در سال ۱۹۹۰ گزارش داد که از کنجاله کانولا می‌توان در بیش از ۲۰ درصد جیره به جای آرد ماهی در تغذیه ماهیان گوشتخوار مانند آزاد ماهیان استفاده کرد بدون اینکه تاثیر منفی در رشد ماهی داشته باشد. Kaushik در سال ۱۹۹۵ به این نتیجه رسید که جایگزینی آرد ماهی بوسیله کنسانتره پروتئین سویا (۳۳ تا ۱۰۰ درصد جایگزینی) هیچ تاثیری بر عملکرد رشد یا مصرف پروتئین در این ماهی ندارد. Gomes و همکاران در سال ۱۹۹۵ نشان داد که اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن و رشد مخصوص در ماهیان قزل‌آلایی که در جیره آنها ۳۳ تا ۶۶ درصد آرد ماهی بوسیله پروتئین‌های گیاهی (کنجاله کلزا، نخود، سویا و گلوتن ذرت) جایگزین شده بود با جیره شاهد (فاقد پروتئین گیاهی) وجود نداشت. Thiessen و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان داد که کنسانتره پروتئین کانولا قابلیت آن را دارد که جایگزین ۷۵۰ گرم در کیلوگرم آرد ماهی جیره شود، بدون اینکه هیچ تفاوتی در غذای مصرفی قزل‌آلا، افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و نسبت بازده پروتئین ایجاد کند. همچنین در مطالعه‌ای که توسط De Francesco و همکاران در سال ۲۰۰۴ بر روی قزل‌آلای رنگین کمان انجام شد، مشخص شد که جایگزینی کامل آرد ماهی بوسیله ترکیب پروتئین‌های گیاهی (گلوتن ذرت، نخود، کانولا و گلوتن گندم) باعث کاهش رشد، نسبت بازده پروتئین، ضریب تبدیل غذایی، وزن نهایی و شاخصهای هپاتوسوماتیک نسبت به جیره شاهد دارای آرد ماهی شده ولی باعث افزایش چربی مزانتر و محتوای پروتئین فیله می‌شود.

کانولا نامی است که برای واریته‌های اصلاح شده دانه کلزا انتخاب شده که میزان گلوکوزینولات آنها پایین است (یعنی کمتر از ۳۰ میکرومول آلکولین گلوکوزینولات در گرم ماده خشک بدون روغن دانه کلزا) و میزان اسید اروسیک آن نیز پایین (کمتر از ۲ درصد کل اسیدهای چرب در روغن آن) باشد (Bell, 1993). کنجاله کانولا که از روغن‌گیری کانولا بدست می‌آید در سطح جهان قابل دسترسی می‌باشد. براساس نیازمندی‌های غذایی ماهیان گوشتخوار مانند ماهی‌های آزاد آتلانتیک و قزل‌آلای رنگین‌کمان، پروفیل اسید آمینه‌های پروتئین کنجاله کانولا شبیه اسید آمینه‌های پروتئین آردماهی هرینگ و بهتر از پروفیل اسید آمینه‌های پروتئین کنجاله سویا می‌باشد (Higgs *et al.*, 1995 ;Mwachireya *et al.*, 1999). کنجاله کانولا مانند بسیاری از منابع پروتئینی گیاهی در بردارنده عوامل ضد تغذیه‌ای است که ممکن است عملکرد رشد و مصرف پروتئین را در آزاد ماهیان محدود کند. عمده‌ترین عوامل ضد تغذیه‌ای عبارتند از : فیبر، اولیگوساکاریدها، ترکیبات فنل‌دار، اسید فیتیک و گلوکوزینولاتها (Higgs *et al.*, 1995 ;Bell, 1993). کربوهیدراتهای غیرقابل هضم در کنجاله کانولا، برای آزاد ماهیان قابل استفاده نیستند و می‌توانند ارزش غذایی سایر ترکیبات را نیز کاهش دهند. مقدار اسید فیتیک در کنجاله کانولا از ۳/۱ تا ۳/۷ گرم در کیلوگرم متغیر است (Higgs *et al.*, 1995) و به مقدار قابل توجهی باعث ایجاد کاهش هضم در فسفر، بهره‌وری از پروتئین و رشد بدن می‌شود (Forster *et al.*, 1999). در حالیکه سطوح گلوکوزینولات بطور قابل توجهی در واریته‌های تجاری کانولا کاهش یافته است، اما به نظر می‌رسد که تأثیر این عامل، فعالیت تیروئید (بزرگ شدن تیروئید و کاهش سطح هورمونهای تیروئیدی پلاسما)، پذیرش غذا، عمل کبد و کلیه و عملکرد رشد ماهی را تحت تأثیر قرار داده است (Higgs *et al.*, 1983 ;Hardy & Sullivan, 1983 ;Hilton & Slinger, 1986; Leatherland & Hilton, 1988; McCurdy & March, 1992; Burel *et al.*, 2000a; Burel *et al.*, 2001).

در پستانداران مثل انسان، اثرات کاهش دهنده سطح کلسترول خون با مصرف سویا کاملاً ثابت شده است (De Schrijver, 1990). مدارک مستندی نیز در رابطه با اثرات کاهش دهنده کلسترول خون در ماهیهایی که با جیره های دارای پروتئین گیاهی تغذیه شده اند وجود دارد (Kaushik *et al.*, 1995 ; De Francesco *et al.*, 2004).

بطور کلی، جایگزینی آرد ماهی بوسیله پروتئین های گیاهی(دارای اسید چرب n-6 زیاد)، باعث کاهش اسیدهای

magiran.com

چرب n-3، EPA، DHA و افزایش اسیدهای چرب ۱۸ کربنه مانند اولئیک اسید، لینولئیک اسید و لینولنیک اسید در بافتهای گونه‌های آزاد ماهیان مانند قزل‌آلای رنگین کمان می‌شود (Gomes *et al.*, 1993; De Francesco *et al.*, 2004).

با توجه به اینکه در سالهای اخیر در کشور به منظور کاهش واردات روغن نباتی، سطح زیر کشت دانه روغنی کلزا (کانولا) به سرعت رو به افزایش بوده است و بطور یقین به همراه تولید دانه روغنی کلزا، بر تولید کنجاله آن نیز افزوده خواهد شد و نیز با توجه به اینکه استفاده از کنجاله کانولا در جیره قزل‌آلا بدون تاثیر بر فاکتورهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی این ماهی نیست، لذا انجام چنین تحقیقی ضروری بنظر می‌رسید. اهداف مطالعه حاضر، ارزیابی اثرات سطوح مختلف کنجاله کانولا بر روی رشد، ترکیب لاشه، عملکرد تیروئید، تغییرات سطح کلسترول پلاسما، پروفیل اسید چرب کبد قزل‌آلای رنگین کمان و همچنین قیمت تمام شده غذا می‌باشد.

مواد و روش کار

هفت جیره غذایی ایزوکالریک (۳۸۰۰ کیلوکالری انرژی قابل هضم بر کیلوگرم جیره) و با پروتئین خام یکسان (۴۲ درصد پروتئین) که شامل درصدهای متفاوت کنجاله کانولا (CM) بودند، بر اساس NRC (1993) و با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری UFFDA فرموله شدند. جیره اول (شاهد) دارای ۵۲ درصد آرد ماهی و بدون کنجاله کانولا بود و جیره‌های بعدی (۲ تا ۷) بترتیب دارای مقادیر (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد) کنجاله کانولا بودند که جایگزین آرد ماهی می‌شد. اجزا، ترکیب و تجزیه تقریبی و پروفیل اسید چرب جیره‌های غذایی و نیز تجزیه کنجاله کانولای مورد استفاده بترتیب در جداول ۱، ۲ و ۳ آمده است.

برای آماده سازی جیره ها، عناصر غذایی ابتدا آسیاب و سپس کاملاً مخلوط شدند و بعد روغن و آب (۲۵درصد) جهت تامین رطوبت لازم و شکل گیری به مخلوط اضافه شد. سپس با استفاده از چرخ گوشت بصورت پلت هایی به قطر ۲/۵ میلی متر در آمدند. پلت های خارج شده از چرخ گوشت بر روی صفحات یونولیتی قرار گرفتند و در فضای یک سالن در دمای اتاق به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت قرار گرفتند تا خشک شوند. به منظور ایجاد جریان هوا و تسریع در خشک شدن پلت های غذایی از چندین پنکه زمینی استفاده شد. در حین خشک شدن پلت ها، کار خرد کردن دستی آنها نیز به مرور انجام تا اینکه پلت های غذایی از طول مناسب و تقریباً یکسانی برخوردار شدند. سپس جیره ها در یک مکان خشک و خنک تا زمان استفاده کردن انبار شدند. همچنین به منظور تعیین ارزش غذایی جیره های آزمایشی تولید شده، نمونه ای از هر کدام از جیره ها جهت آنالیز انرژی خام، پروتئین خام، چربی خام، رطوبت، خاکستر و پروفیل اسید چرب به آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشگاه تربیت مدرس فرستاده شد که نتایج آن در جداول ۲ و ۳ آمده است. کار ساخت جیره ها دوبار در طول دوره پرورش انجام گرفت.

جدول ۱: تجزیه کنجاله کانولای مورد استفاده

	درصد
پروتئین خام	۳۵/۶۵
چربی خام	۳/۶
فیبر	۱۰
اسید آمینه آرژینین	۲/۱۴
اسید آمینه لیزین	۲/۰۲
اسید آمینه متیونین	۰/۷۷
گلوکوزینولات (میکرومول در گرم ماده خشک بدون روغن دانه کانولا)	۱۰/۱۱
اسید اروسیک موجود در روغن کانولا	۰/۴
سیناپین	۰/۷۸

magiran.com

جدول ۲: اجزا، ترکیب و تجزیه تقریبی جیره های غذایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

نوع ماده اولیه مصرفی (درصد)	شماره جیره غذایی (تیمار)						
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
آرد ماهی	٥۲	٤۷	٤۲	۳۷	۳۲	۲۷	۲۲
کنجاله کانولا	-----	٥	۱۰	۱٥	۲۰	۲٥	۳۰
کنجاله سویا	۹/۳٥	۹/۹۳	۱۲/٤۷	۱٥	۱۷/۳٤	۲۰/۹	۲٤/٤٦
آرد گندم	۱۲	۱۷	۱٥	۱۳	۱۱/۷۱	٦/۰۳	۰/۳٤
پودر خون	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
روغن ماهی	٥/٥۳	٤/٥۸	٥/۳٥	٦/۱۱	٦/۷۱	۸/۳۹	۱۰/۰۷
مکمل مواد معدنی و ویتامین	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
نمک	۰/٦۳	۰/٦۹	۰/۷٥	۰/۸۱	۰/۸۷	۰/۹۳	۰/۹۹
دی ال- متیونین	------	------	------	------	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۱۳
دی کلسیم فسفات	------	------	------	۰/۰۳	۰/۳٦	۰/٦۸	۱/۰۱
پرکن (فیلر)	۹/٤۹	٤/۸	۳/٤۳	۲/۰٥	-----	-----	-----
تجزیه تقریبی جیره‌ها							
ماده خشک (درصد از وزن خشک)	۹۰/٦	۹۱/۲	۹۰/٦	۹۰/٦	۹۰/٤	۹۱/۲	۸۹/٦
خاکستر (درصد از وزن خشک)	۲۲/٥	۱۷/٤۱	۱٦/۲٦	۱٤/٦۳	۱۲/۳۷	۱۲/۳۱	۱۱/٤٤
پروتئین خام (درصد از وزن خشک)	٤۲/۳	٤۲/۳	٤۲/٥	٤۱/۲	٤۱/۸	٤۲/۱	٤۱/۱
چربی خام (درصد از وزن خشک)	۱۱/٥	۱۱/۷٦	۱۱/۲۷	۱۱/٤٤	۱۲/۳۷	۱۳/۷۹	۱٤/۸۳
انرژی خام (کیلو کالری بر کیلوگرم جیره)	٤٤٦۰	٤٤٦۸	٤٤۷۷	٤٤۸۰	٤٤۸۷	٤٤۸۸	٤٤۹٤

محل اجرای تحقیق در مرکز ایستگاه تحقیقات ماهیان سردآبی شهید مطهری واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب شهر یاسوج بود. به منظور اجرای این تحقیق تعداد ۲۱ تانک فایبرگلاس ۲۵۰ لیتری در داخل یک سالن سر پوشیده (با توزیع کاملاً تصادفی) مستقر شدند. آب از طریق یک لوله وارد سالن شده و سپس از طریق انشعابات بعدی بطور مساوی بین تانکها با جریان ۵ لیتر در دقیقه تقسیم شد. دمای آب ۱ ± ۱۲ درجه سانتیگراد، pH بین ۷/۳ تا ۷/۹ و اکسیژن محلول بین ۷/۵ تا ۷/۸ در نوسان بود. بچه ماهیان قزل‌آلای مورد نیاز با وزن متوسط ۴/۱۶ گرم تهیه و پس از حمل به محل اجرای تحقیق و عادت‌پذیری، به تعداد ۳۰ عدد به ازای هر تکرار به تانکهای فایبرگلاس منتقل شدند. در ابتدا تعداد ۳۰ عدد ماهی بصورت تصادفی انتخاب شد و پس از زیست‌سنجی با استفاده از سرنگ هپارینیزه شده، از سیاهرگ ساقه دمی خونگیری انجام شد و نمونه‌های خون (جهت تعیین سطح هورمونهای تیروئیدی و کلسترول پلاسما) به آزمایشگاه منتقل شد. پس از کشتن ماهی بوسیله یک ضربه به سر، کالبد شکافی ماهیانی که از آنها خونگیری شده بود، صورت گرفته و کبد آنها جدا شده (جهت تعیین پروفیل اسیدهای چرب (n-3/n-6)) و پس از جدا کردن کیسه صفرا از آن (Bell *et al.*, 2001)، کبد در داخل نیتروژن مایع به آزمایشگاه بخش علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس منتقل شد. همچنین تعداد ۳۰ عدد ماهی نیز بصورت تصادفی انتخاب شده و پس از زیست‌سنجی چرخ شده، جهت تجزیه لاشه (پروتئین خام، چربی خام، رطوبت و خاکستر) در داخل نیتروژن مایع به آزمایشگاه منتقل شد. غذادهی به ماهیان ابتدا با جیره تجارتی آغاز گردید و به مرور در طول یک هفته غذای هر تیمار جایگزین غذای تجارتی شد. در پایان هفته پس از اینکه ماهیان به محیط جدید سازگار شدند و تلفات ناشی از ورود آنها به محیط جدید و سازگاری با آب محیط جدید قطع شد.

magiran.com

جدول ۳ : ترکیب (پروفیل) اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی

اسید چرب	جیره‌های آزمایشی ۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
C14:0	۱/٥۷٥	۲/۹٥۸	۲/۹۸۳	۲/٥۰٦	۲/۷۱٤	۳/۰٥۱	۳/۲۲۲
C16:0	۷/٦٦۱	۱۲/۰۸٦	۱۰/۲۸۳	۱۰/٦۲٤	۱۰/۰٤۰	۱۱/۸۹۳	۱۲/۹٥۳
C16:1	۲/٦۷٤	٤/٦۳۱	۳/۲۱۹	۳/۸٥۳	۳/۳۰۸	٤/۱۲۰	٤/۲٦۲
C17:0	۰/۸۰۹	۰/۹٤۱	۰/٤۹٤	۰/۷٥۰	۰/٤۸۳	۰/٦۲۱	۰/٥۰٤
C17:1	۰/۸۱۰	۱/٦۰۸	۰/۲۲۱	۱/۳٥۷	۰/٥۳۲	۱/٤۹٤	۰/۳۳٥
C18:0	۱/۲۷۰	۲/٥۰٤	۱/٤۷۲	۲/۳٦۲	۲/۱۷۰	۲/۷٥۷	۲/۱٤۳
C18:1(n-9)	٥/۹۲۹	۱۱/۳۰٦	۹/٥۷۳	۱۲/۳۰۱	۱۲/۰٤٦	۱٥/۷۰۸	۱٦/٤٦٦
C18:2(n-6)	۱/۰۷۹	۲/٥٤۰	۲/٦۲۰	۲/٦۷٤	۲/۷٥۷	۳/۲۰۸	۳/۲۳۳
C19	۰/۳۷۲	۰/۸٤۱	۰/۸٤۹	۰/۸٥٥	۰/۸۷۳	۱/٥۳٥	۱/۲۲٤
C18:3(n-3)	۰/٦٦٤	۱/۱۹۸	۱/۰۰٥	۱/۰۸۹	۱/۰٥۱	۱/٤۲۸	۱/۱۸۰
C20	۰/۲٤۱	۰/٤٥۹	۰/۳۱۰	۰/٤۱٤	۰/۳۳۱	۰/٤٦۷	۰/۳۱۲
C21	۰/۰٤٤	۰/۰٦۹	۰/۰٤٤	۰/۱۲۷	۰/۰٤۸	۰/۰٤۸	۰/۰۷۱
C22	۰/۰۸۳	۰/۱۳٤	۰/۰۹۷	۰/۱٤٥	۰/۱۰٦	۰/۱۱٤	۰/۱٦۱
C20:1(n-4)	۰/۱۷۱	۰/۳۰۸	۰/۲۰٦	۰/۳۸٦	۰/۲٤۹	۰/۲٤۹	۰/۲۲۲
C20:5(n-3) EPA[1]	۱/۷٦۱	۳/۳۷۲	۳/٥۷٥	۳/۲۷٤	۳/۰۸۰	۳/۰۲۲	۳/۰٤۷
C23	۰/۰۷۸	۰/۱٤۷	۰/۰٦۰	۰/۲۹٥	۰/۱۲۱	۰/۱٥۲	۰/۱٥٦
C24	۰/۲۳۲	۰/٥۷٥	۰/۳٥۲	۰/٤۸۷	۰/۳٦٦	۰/٤۰٦	۰/۲۳٤
C22:6(n-3) DHA[2]	۲/٦۱۷	٥/٥۰٦	٥/۱۹۹	٥/۳٦۲	٥/۲۲۰	٥/۳۹۸	٥/۲٥۲
Σn-6	۱/۰۷۹	۲/٥٤۰	۲/٦۲۰	۲/٦۷٤	۲/۷٥۷	۳/۲۰۸	۳/۲۳۳
Σn-3	٥/۰٤۲	۱۰/۰۷٦	۹/۷۷۹	۹/۷۲٥	۹/۳٥۱	۹/۸٤۸	۹/٤۷۹
n-3/n-6	٤/٦۷۲	۳/۹٦٦	۳/۷۳۲	۳/٦۳٦	۳/۳۹۱	۳/۰٦۹	۲/۹۳۱

1 - EPA, eicosapentaenoic acid
2 - DHA, docosahexaenoic acid

تعداد ۲۵ عدد ماهی به هر یک از تکرارها اختصاص داده شد و ماهیان اضافی از هر یک از تیمارها جمع‌آوری شدند و دوره پرورش با هر یک از جیره‌های آزمایشی آغاز گردید. غذای مورد نیاز در ابتدای دوره تغذیه روزانه، با توجه به دمای آب که تقریباً ثابت بود براساس ۴/۳ درصد وزن توده زنده هر یک از تکرارها و در انتهای دوره پرورش ۲/۱ درصد توده زنده هر یک از تکرارها بود. هر روز غذا وزن شده و در چهار نوبت به ماهیها داده می‌شد. تغییر میزان غذای مصرفی هر ۱۵ روز یکبار با زیست‌سنجی انجام شد. تغذیه ماهیها در طول دوره پرورش بدون وقفه در ۷ روز هفته و تنها در روزهای زیست‌سنجی انجام نمی‌شد. خاطر نشان می‌شود که دوره نوری سالن بصورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی بود. دوره آزمایش ۱۱۲ روز طول کشید. میزان غذای مصرفی بطور روزانه ثبت شد. عملکرد رشد از طریق اندازه‌گیری افزایش وزن (WG) (ماهی/ گرم)، غذای مصرفی (FI) (ماهی / گرم)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) (افزایش وزن/ غذای مصرفی)، نسبت بازده پروتئین (PER) (پروتئین مصرفی/افزایش وزن) و ضریب رشد ویژه یا درصد افزایش در وزن تر در طول روز (SGR) بدست آمد. درجه حرارت، pH و اکسیژن محلول در آب هر روز قبل از هر نوبت غذادهی اندازه‌گیری می شد. همچنین در هفته هشتم با قطع غذادهی نیز، از هر تکرار ۳ عدد ماهی

magiran.com

بصورت تصادفی انتخاب شده و از آنها نمونه‌های خون گرفته شده (جهت تعیین سطح هورمونهای تیروئیدی و کلسترول پلاسما) و نمونه‌های خون به آزمایشگاه منتقل شد. پس از پایان دوره ۱۶ هفته‌ای پرورش و پس از ۲ روز قطع غذادهی، از هر تکرار تعداد ۳ عدد ماهی بطور تصادفی انتخاب و پس از زیست‌سنجی، از آنها نمونه خون و کبد تهیه شده و نمونه‌ها جهت تجزیه فوراً در داخل نیتروژن مایع به آزمایشگاه فرستاده شد، همچنین از هر تکرار تعداد ۳ عدد ماهی بطور تصادفی انتخاب و پس از زیست‌سنجی چرخ شده و پس از مخلوط کردن گوشت چرخ کرده، در داخل نیتروژن مایع جهت تجزیه لاشه به آزمایشگاه فرستاده شد.

جیره‌های تهیه شده و لاشه ماهیها با روشهای بیان شده در استاندارد متد AOAC (1990) به شرح زیر مورد تجزیه قرار گرفت:

پروتئین خام (CP) از طریق تعیین نیتروژن کل و براساس فرمول CP = ۶/۲۵ × N درصد تعیین شد. چربی خام (CF) از طریق حل کردن چربی در کلروفرم و متانول و تعیین مقدار آن به روش سوکسله و بوسیله دستگاه سوکسله اتوماتیک انجام شد (Folch *et al.*, 1957). رطوبت از طریق خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد و تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد. خاکستر از طریق قرار دادن نمونه‌ها در کوره در دمای ۵۵۰ درجه و به مدت ۱۲ ساعت انجام گرفت. میزان انرژی خام بوسیله بمب کالریمتر مدل Gallenkamp Auto Bomb اندازه‌گیری گردید.

سطح T_3 و T_4 پلاسما پس از سانتریفوژ کردن خون به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و جدا کردن سرم و نگهداری سرم در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد (Kaushik *et al.*, 1995)، با استفاده از کیت مخصوص (Monobind, ELISA Microwells) اندازه‌گیری شد. سطح کلسترول پلاسما پس از سانتریفوژ کردن خون به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و جدا کردن سرم (Kaushik *et al.*, 1995)، با استفاده از کیت آنزیمی تجاری (CHOD-PAP) با روش آنزیمی، فتومتری اندازه‌گیری شد. مراحل مشتق سازی اسیدهای چرب نمونه روغن به روش Metcalf و همکاران در سال ۱۹۶۶ انجام شد. پروفیل اسید چرب با استفاده از کروماتوگرافی گاز پیروفیل اسید چرب با استفاده از کروماتوگرافی گازی با دستگاه ۴۰۰ Unicam ساخت آلمان مشخص شد و سپس با استفاده از داده‌ها، نسبت (n-3/n-6) مشخص شد. این دستگاه مجهز به تزریق کننده شکاف دار و بدون شکاف قابل برنامه‌ریزی، ستون BPX70 (طول ستون ۳۰ میلیمتر، قطر داخلی ستون ۰/۲۵ میلیمتر و ضخامت فاز ساکن۰/۲۲ میکرومتر)، آشکارساز شعله یونشی بود. گاز حامل هلیوم بود و دمای تزریق کننده و آشکار ساز بترتیب ۲۵۰ و ۳۰۰ درجه سانتیگراد بود. دمای ستون تا ۱۶۰ درجه سانتیگراد برای ۶ دقیقه و سپس به سرعت تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد بالا و رفت و بعد از آن به ۱۹۰ درجه رسید.

اختلافات موجود بین تیمارها از نظر پارامترهای رشد (وزن نهایی، میزان غذای مصرفی، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین و ضریب رشد ویژه)، ترکیب لاشه، هورمونهای تیروئیدی، کلسترول پلاسما و پروفیل اسید چرب در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و هفت سطح جایگزینی کنجاله کانولا به جای آرد ماهی با استفاده از نرم افزار SAS (2001 Version 8.2) و Statictica مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. جهت اطمینان از نتایج حاصله از آنالیز واریانس، فرضیات لازم از قبیل نرمال بودن داده ها و تصادفی بودن آزمایش مربوط به مشاهدات اندازه گیری شده بررسی گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز بوسیله آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۹۵ درصد انجام شد ($P< ۰/۰۵$).

نتایج

نتایج حاصل از تغذیه ماهیها با تیمارهای مختلف غذایی بر شاخصهای رشد شامل درصد بازماندگی، وزن نهایی، افزایش وزن، مقدار غذای مصرف شده، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین و ضریب رشد ویژه در جدول۴ آمده است.

ماهیان مورد آزمایش در این مطالعه از متوسط وزن اولیه ۰/۲۵±۴/۱۶ گرم به وزن نهایی۳/۵۸۰±۳۸/۵۱۵ گرم رسیدند. همانگونه که داده‌های جدول۳ نشان می‌دهد هیچ اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد ($P>۰/۰۵$) در بازماندگی، وزن نهایی، افزایش وزن، نسبت بازده پروتئین و ضریب رشد ویژه ماهیان پرورشی تغذیه شده با جیره شاهد و ماهیان تغذیه شده با جیره‌هایی که درصدی از آرد ماهی جیره آنها با کنجاله کانولا جایگزین شده بود بعد از ۱۱۲ روز مشاهده نشد. اگر چه ضریب تبدیل غذایی (FCR) در ماهیان تغذیه شده با جیره ۶ (دارای ۲۵ درصد کنجاله کانولا) بصورت معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بالاتر از ضریب تبدیل غذایی در ماهیان تغذیه شده با سایر جیره‌هاست. پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی در طول دوره پرورش معادل ۱/۰۵، مربوط به تیمار ۵ و بالاترین ضریب تبدیل غذایی معادل ۱/۲۶ مربوط به تیمار۶ می‌باشد. غذای مصرفی (FI) در ماهیان

magiran.com

تغذیه شده با جیره ۶) بصورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) بالاتر از مصرف غذا در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ است ولی اختلافی با جیره شاهد ندارد.

اثرات تیمارهای مختلف غذایی بر ترکیبات لاشه و مقایسه آن با ترکیبات لاشه اولیه، پس از ۱۱۲ روز پرورش در جدول ۵ خلاصه شده است. هیچ اختلاف معنی‌داری در خاکستر لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در پایان دوره پرورش مشاهده نشد (P>۰/۰۵)، اما درصد چربی لاشه در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۵، ۶ و ۷ بصورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) بالاتر از درصد چربی لاشه در ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بود اگر چه اختلافی با چربی لاشه در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۲، ۳ و ۴ نداشتند. رطوبت لاشه در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۶ و ۷ بصورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) پایینتر از ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بود. پروتئین لاشه بصورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۲ و ۵ بالاتر از پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه شده با جیره ۴ بود.

نتایج سطوح هورمونهای تیروئیدی و غلظت کلسترول پلاسما در جدول ۷ آمده است. سطح T_3 پلاسما بعد از هفته هشتم بصورت معنی‌داری (P< ۰/۰۵) در ماهیان تغذیه شده با جیره های دارای کانولا، بالاتر از ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بود در حالیکه در پایان هفته شانزدهم، سطح T_3 پلاسمای ماهیان تغذیه شده با جیره های مختلف تحت تاثیر جیره ها قرار نگرفته بود، در واقع حتی هیچ اختلاف عددی قابل ملاحظه‌ای در سطح T_3 هم بین تیمارهای مختلف دیده نشد. اما سطح T_4 پلاسما در پایان دوره بصورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۲، ۳، ۵، ۶ و ۷ بالاتر از سطح T_4 پلاسما در ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بود اما اختلافی با جیره شماره ۴ مشاهده نشد، اگر چه اختلاف عددی قابل ملاحظه‌ای در سطح T_4 پلاسما بین تیمارهای ۱ و ۴ مشاهده شد. همچنین یک کاهش در سطح T_3 پلاسما و یک افزایش در سطح T_4 پلاسمای ابتدای دوره نسبت به انتهای دوره مشاهده شد. غلظت کلسترول در ماهیان تغذیه شده با جیره ۲ بصورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) پایین‌تر از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۱، ۳، ۶ و ۷ بود ولی اختلافی با ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۴ و ۵ نداشت. بعلاوه، در پایان هفته شانزدهم، غلظت کلسترول پلاسما در تمام ماهیها در مقایسه با هفته هشتم کاهش یافت.

پروفیل اسید چرب ماهیان تغذیه شده با جیره‌های مختلف در جدول ۸ آمده است. میزان اسیدهای چرب اشباع نشده n-6 در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۶ و ۷ بصورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) بیشتر از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ بود. غلظت DHA (C22:6 n-3) و EPA (C20:5 n-3) در ماهیان تغذیه شده با جیره ۷ بصورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) بیشتر از ماهیان تغذیه شده با سایر جیره‌هاست. نسبت n-3/n-6 بصورت معنی‌داری در ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد، بالاتر از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ است. در بین اسیدهای چرب، DHA، اولئیک اسید (C18:1n-9) و پالمتیک اسید (C16:0) دارای غلظت بیشتری در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های استفاده شده در این مطالعه بودند. ماهیان تغذیه شده با جیره‌های دارای کنجاله کانولا، دارای میزان بالای اسید چرب اشباع نشده n-6 بودند ولی ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد، دارای بالاترین میزان نسبت n-3/n-6 بودند.

با توجه به داده‌های جدول ۶ حداقل قیمت تمام شده برای یک کیلوگرم غذا معادل ۴۸۵۹/۵۶ریال مربوط به جیره شماره ۷ و حداکثر قیمت تمام شده معادل۶۲۵۸/۶ ریال مربوط به جیره شماره ۱ می‌باشد.

magiran.com

جدول ٤: مقایسه میانگین و انحراف معیار شاخص‌های رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی به مدت ١٦ هفته

شاخص رشد	جیره‌های آزمایشی						
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
وزن اولیه (گرم)	٤/١٤ ± ٠/١٤	٤/٠٤ ± ٠/٣٤	٤/٢٠ ± ٠/٠٩	٣/٨٥ ± ٠/٣٢	٤/٣١ ± ٠/٢٢	٤/٢٩ ± ٠/٢٣	٤/٢٦ ± ٠/٢٣
در صد بقاء	٩٧/٣٣ ± ٤/٦١	٩٧/٣٣ ± ٤/٦١	٩٦	٩٤/٦٦ ± ٤/٦١	٩٤/٦٦ ± ٦/١١	١٠٠	١٠٠
وزن انتهایی (گرم)	٤٠/٤٤ ± ٠/٨٣	٣٨/٦٤ ± ٣/٥٧	٣٧/٧٥ ± ٢/٣٢	٣٥/٨٩ ± ٤/١٦	٣٩/٢٥ ± ٠/١٩	٣٧/٧٥ ± ٢/٣٠	٤٠/٠٣ ± ١/٢٥
افزایش وزن (گرم)	٣٦/٣ ± ٠/٩٤	٣٤/٦ ± ٣/٧٨	٣٣/٣٧ ± ٢/٣٤	٣٢/٠٣ ± ٣/١٣	٣٤/٩٣ ± ٠/١٧	٣٣/٤٥ ± ٢/٠٧	٣٥/٧٧ ± ١/٠٤
غذای مصرفی (گرم)	$٤١/١٤ \pm ٠/١^{ab}$	$٣٧/٨٥ \pm ٠/٢^{c}$	$٣٩/٥١ \pm ٠/٢^{bc}$	$٣٦/٩٤ \pm ٠/١٩^{c}$	$٣٦/٩١ \pm ٠/٢٣^{c}$	$٤٢/٣٧ \pm ٠/١٩^{a}$	$٤٢/٢٦ \pm ٠/٢٢^{a}$
ضریب تبدیل غذایی	$١/١٥ \pm ٠/١٧^{b}$	$١/١٠ \pm ٠/١١^{b}$	$١/١٨ \pm ٠/٠٧^{b}$	$١/١٦ \pm ٠/١٤^{b}$	$١/٠٥ \pm ٠/٠٠٥^{b}$	$١/٢٦ \pm ٠/٢٩^{a}$	$١/١٨ \pm ٠/٠٣^{b}$
نسبت بازده پروتئین	$٢/٣٥ \pm ٠/٣٢^{ab}$	$٢/٤٤ \pm ٠/٢٦^{ab}$	$٢/٢٧ \pm ٠/١٥^{ab}$	$٢/٣٣ \pm ٠/٢٧^{ab}$	$٢/٥٥ \pm ٠/٠١^{a}$	$٢/١١ \pm ٠/١٣^{b}$	$٢/٣٠ \pm ٠/٠٦^{ab}$
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	٢/٠١ ± ٠/١٦	٢/٠١ ± ٠/١٣	١/٩٥ ± ٠/٠٦	١/٩٩ ± ٠/٠٣	١/٩٧ ± ٠/٠٤	١/٩٤ ± ٠/٠٠٧	١/٩٩ ± ٠/٠٢

حروف مشترک در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار و حروف غیر مشترک نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین میانگین داده ها در سطح ٩٥ درصد($P<٠/٠٥$) می‌باشد.

جدول ٥ : تجزیه تقریبی لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشیٔ براساس درصد در یک گرم ماده خشک (n=٩)

پارامتر	لاشه ابتدایی	جیره‌های آزمایشی						
		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
رطوبت (درصد)	٧٩/٢٥ ± ٠/٨٩	$٧٨/١٩ \pm ٠/٣٢^{a}$	$٧٧/٩٦ \pm ١/٠١^{a}$	$٧٧/٦٦ \pm ٢/٧٧^{a}$	$٧٧/٢٩ \pm ١/٢٤^{a}$	$٧٦/٣٠ \pm ٠/٨٨^{ab}$	$٧٤/٨٤ \pm ٠/٧٤^{b}$	$٧٤/٧٥ \pm ٠/٧٧^{b}$
ماده خشک (درصد)	٢٠/٧٥ ± ٠/٨٩	$٢١/٨١ \pm ٠/٣٢^{b}$	$٢٢/٠٤ \pm ١/٠١^{b}$	$٢٢/٣٣ \pm ٢/٧٧^{b}$	$٢٢/٧٠ \pm ١/٢٤^{b}$	$٢٣/٦٩ \pm ٠/٨٨^{ab}$	$٢٥/١٥ \pm ٠/٧٤^{a}$	$٢٢/٢٥ \pm ٠/٧٧^{a}$
خاکستر (درصد)	١١/١٦ ± ٠/٨٥	٦/١١ ± ٠/٢٢	٥/٨١ ± ٠/٤٦	٦/١٦ ± ٠/٩١	٥/٨٨ ± ٠/٠٩	٥/٦٧ ± ٠/٦٦	٥/٨٣ ± ١/٣١	٥/٩٢ ± ٠/٢٤
پروتئین خام (درصد)	١٤/٠٦ ± ١/٥٦	$٥٣/١٩ \pm ٠/٠٠٧^{ab}$	$٥٤/٢١ \pm ٠/٠٠٧^{a}$	$٥٣/٤٠ \pm ٠/٠٠٩^{ab}$	$٥٢/٥٥ \pm ٠/٠١٤^{b}$	$٥٤/٢٥ \pm ١/٧٤^{a}$	$٥٣/٢٧ \pm ٠/٠٠٣^{ab}$	$٥٣/٨٨ \pm ٠/٠١٢^{a}$
چربی خام (درصد)	٢٣/٠٥ ± ١/١٢	$٢٥/٥٨ \pm ١/١٨^{b}$	$٢٨/٢٨ \pm ١/٢٨^{ab}$	$٢٨/٧٢ \pm ٣/٩٦^{ab}$	$٢٩/٥٥ \pm ٠/٢٦^{ab}$	$٣٠/٨٤ \pm ٤/٧٦^{a}$	$٣١/٢١ \pm ٠/٩١^{a}$	$٣١/٧٤ \pm ٠/٤٢^{a}$

حروف مشترک در هر ردیف نشاندهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیر مشترک نشاندهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ٩٥ درصد می‌باشد ($P<٠/٠٥$).

magiran.com

جدول ٦: قیمت تمام شده غذا در هر یک از تیمارها

اقلام اولیه غذایی	قیمت هر کیلو ماده مصرفی	جیره های آزمایشی						
		۱*	۲*	۳*	٤*	٥*	٦*	۷*
آرد ماهی	۸۹۰	٤٦۲۸	٤۱۸۳	۳۷۳۸	۳۲۹۳	۲۸٤۸	۲٤۰۳	۱۹٥۸
کنجاله کانولا	۱۷۰۰	-----	۸٥	۱۷۰	۲٥٥	۳٤۰	٤۲٥	٥۱۰
کنجاله سویا	۳۲۰۰	۲۹۹/۲	۳۱۷/۷٦	۳۹۹/۰٤	٤۸۰	٥٥٤/۸۸	٦٦۸/۸	۷۸۲/۷۲
آرد گندم	۹۰۰	۱۰۸	۱٥۳	۱۳٥	۱۱۷	۱۰٥/۳۹	٥٤/۲۷	۳/۰٦
پودر خون	۱۷۰۰	۱۷۰	۱۷۰	۱۷۰	۱۷۰	۱۷۰	۱۷۰	۱۷۰
روغن ماهی	۱۰۰۰۰	٥۱۸	٥۳٥	٥٥۳	٦۱۱	٦۷۱	۸۳۹	۱۰۰۷
مکمل مواد معدنی و ویتامین	۳۲٦۰۰	۳۲٦	۳۲٦	۳۲٦	۳۲٦	۳۲٦	۳۲٦	۳۲٦
نمک	۲۰۰۰	۱۲/٦	۱۳/۸	۱٥	۱٦/۲	۱۷/٤	۱۸/٦	۱۹/۸
دی ال- متیونین	۳۱۲۰۰	-----	-----	-----	-----	۳/۱۲	۲۱/۸٤	٤۰/٥٦
دی کلسیم فسفات	٤۲۰۰	-----	-----	-----	۱/۲٦	۳/۱۲	۲۸/٥٦	٤۲/٤۲
پرکن(فیلر)	۲۰۰۰	۱۹/٦۸	۸۰/٦	٦٥	٤۱	-----	-----	-----
قیمت کل به ریال		٦۲٥۸/٦	٥۸٦٤/۱٦	٥٥۷۱/۰٤	٥۳۱۰/٤٦	٥۰٥۰/۹۱	٤۹٥٥/۰۷	٤۸٥۹/٥٦

* قیمت هر یک از اقلام اولیه به ازای درصد مصرف آنها در جیره های غذایی

magiran.com

جدول ۷ : غلظت هورمونهای تیروئیدی و کلسترول پلاسمای ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی (n = ۹)

پارامتر	در شروع مطالعه	جیره های آزمایشی ۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
تری یدوتیرونین (T_3) (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	۰/۲±۰/۰۷							
بعد از ٥٦ روز		۰/۱۳±۰/۰۵۷^{d}	۱/۰۰±۰۰^{bc}	۱/۳٦±۰/۱٥^{a}	۰/۹۰±۰/۱٥^{bc}	۱/۲۱±۰/۱^{ab}	۰/۷٦±۰/۱٥^{c}	۱/۱۳±۰/۳^{ab}
بعد از ۱۱۲ روز		۰/۱±۰۰	۰/۰٦±۰/۰٥	۰/۱۳±۰/۰٥	۰/۱±۰۰	۰/۰٦±۰/۰٥	۰/۱۳±۰/۰٥	۰/۱۳±۰/۰٥
تیروکسین (T_4) (µg/dl)	۰/۲±۰/۰۸							
بعد از ٥٦ روز		۰/۱±۰۰	۰/۱±۰۰	۰/۱±۰۰	۰/۱±۰۰	۰/۱±۰۰	۰/۱±۰۰	۰/۱±۰۰
بعد از ۱۱۲ روز		۱/۲۰±۰/۱^{c}	۱/٦۳±۰/۱۱^{a}	۱/٥۳ ±۰/۰٥^{ab}	۱/۳۳±۰/۲^{bc}	۱/٦٦±۰/۱٥^{a}	۱/٥٦±۰/۲^{ab}	۱/۷٦±۰/۱۱^{a}
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۸۰±۹/٦							
بعد از ٥٦ روز		۲٤٤/۳۳±٤۳/۰^{ab}	۲٦۰/۳۳±۳۱/٥^{ab}	۲٤٥/۰۰±۳٥/۳ ^{ab}	۲۱۸/۳۳±۲۰/۰^{b}	۲۲۸/۰۰±۱۸/۲^{b}	۲۷۳/۰۰±٥/۲^{a}	۲۸۳/۳۳±۱٤/۰^{a}
بعد از ۱۱۲ روز		۲۲۷/٦٦±۷/٥^{abc}	۲۱۰/۰۰±٤/٥^{d}	۲٤۰/۳۳±٥/٥^{a}	۲۱٥/٦٦±۱۲/۰^{cd}	۲۲۳/۳۳±۸/٥^{bcd}	۲۳۷/۰۰±۳/٦^{ab}	۲۲٥/۳۳±٥/٦^{bc}

حروف مشترک در هر ردیف نشاندهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیر مشترک نشاندهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد می باشد (P<۰/۰٥).

magiran.com

جدول ۸: ترکیب (پروفیل) اسیدهای چرب (میانگین ± انحراف استاندارد) کبد قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی (n = ۹)

اسید چرب	ابتدایی	جیره‌های آزمایشی						
		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
C14:0	۰/۲۰۲ ± ۰/۰۸	۰/۳۱۰ ± ۰/۰۷	۰/۲۳٦ ± ۰/۰۲	۰/۳٤٦ ± ۰/۱۳	۰/۲۲٦ ± ۰/۰۲	۰/۲۳٦ ± ۰/۰٤	۰/۲٤٦ ± ۰/۰٤	۰/۲۷٦ ± ۰/۰۰۰٥
C16:0	٤/۰۳٥ ± ۰/۷۳	۳/٦۳۰ ± ۰/۱۸^{a}	۳/۲۱٦ ± ۰/۱۳^{ab}	۳/٥۲۰ ± ۰/۰۷^{ab}	۳/٤۱۰ ± ۰/۷٦^{ab}	۳/۰۸۳ ± ۰/۱۷^{ab}	۲/۸۷۳ ± ۰/۳٥^{b}	۳/٦۹۳ ± ۰/۰۱^{a}
C16:1	۱/۳٤۰ ± ۰/۱۳	۰/٦۱۳ ± ۰/۰۷^{abc}	۰/۳٥٦ ± ۰/۲٤^{bc}	۰/۷۲٦ ± ۰/۲۱^{a}	۰/۳۰۳ ± ۰/۲٦^{c}	۰/٥۳٦ ± ۰/۰۹^{abc}	۰/٦٥٦ ± ۰/۰٦^{ab}	۰/٦۹۳ ± ۰/۰۳^{a}
C17:0	۰/٦٤٥ ± ۰/۲۱	۰/۱۹۰ ± ۰/۰٦	۰/۱۲٦ ± ۰/۱۰	۰/۱۷۳ ± ۰/۰۱	۰/۱٦۰ ± ۰/۰۸	۰/۱۷٦ ± ۰/۰٥	۰/۲۰۰ ± ۰/۰٦	۰/۰۷٦ ± ۰/۰۰٥
C17:1	nd [۳]	۰/۰۸۰ ± ۰۰^{ab}	۰/۰۲٦ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۰۳۰ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۰٥۳ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۰٥٦ ± ۰/۰۱^{ab}	۰/۱۱۰ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۱۱۰ ± ۰/۰٦^{a}
C18:0	۱/٤۲۹ ± ۰/٥٥	۰/۹۱۳ ± ۰/۰۸^{ab}	۰/۸۲٦ ± ۰/۲٦^{ab}	۰/۹٦۳ ± ۰/۲٦^{ab}	۱/۱٥۰ ± ۰/۳٤^{a}	۰/۷٦۰ ± ۰/۰۸^{ab}	۰/٦٦۳ ± ۰/۱۳^{b}	۰/۹٥۰ ± ۰/۰٦^{ab}
C18:1(n-9)	۳/۱۸٦ ± ۱/۳۸	۲/۰۹۳ ± ۰/۰٦^{d}	۲/۰۰٦ ± ۰/۰۹^{d}	۲/٥۸۰ ± ۰/۱٤^{b}	۲/۱٥٦ ± ۰/٤۰^{cd}	۲/۳۰۰ ± ۰/۱٥^{bcd}	۲/٤۹۳ ± ۰/۱٦^{bc}	۳/٥۸۰ ± ۰/۰۷^{a}
C18:2(n-6)	۱/۸۰۷ ± ۰/۸۱	۰/۳۳۰ ± ۰۰^{c}	۰/۳٤۰ ± ۰/۰٦^{c}	۰/۳۹٦ ± ۰/۰۰٥^{bc}	۰/٤۱۳ ± ۰/۰۸^{bc}	۰/٤۳۳ ± ۰/۰٦^{b}	۰/٤۸٦ ± ۰/۰۲^{b}	۰/٦٥۰ ± ۰/۰۱^{a}
C18:3(n-3)	۰/۱۹۸ ± ۰/۰٦	۰/۰۰۰^{e}	۰/۰۰۰^{e}	۰/۰٤٦ ± ۰/۰۰٥^{cd}	۰/۰۳٦ ± ۰/۰۰٥^{d}	۰/۰٥۳ ± ۰/۰۱^{c}	۰/۰۹۰ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۱۰٦ ± ۰/۰۱^{a}
C20	nd	۰/۰۰۰^{b}	۰/۰۰۰^{b}	۰/۰۰۰^{b}	۰/۰۰٦ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۰۰٦ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۰۳٦ ± ۰/۰۰٥^{a}	۰/۰٤٦ ± ۰/۰۰٥^{a}
C20:1(n-4)	۰/٤٦۸ ± ۰/۲۰	۰/۱٦۳ ± ۰/۰٦^{a}	۰/۱۳۰ ± ۰/۰٤^{ab}	۰/۲۰۰ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۰٦٦ ± ۰/۰٦^{b}	۰/۱۲۳ ± ۰/۰۳^{ab}	۰/۱٤٦ ± ۰/۰۰٥^{ab}	۰/۱۸۳ ± ۰/۰٤^{a}
C20:2	nd	۰/۰۱۳ ± ۰/۰۲^{c}	۰/۰۰۰^{c}	۰/۰۳۰ ± ۰/۰۲^{bc}	۰/۰۳۳ ± ۰/۰۳^{bc}	۰/۰۲٦ ± ۰/۰۲^{c}	۰/۰٦٦ ±۰/۰۰٥^{ab}	۰/۰۷٦ ± ۰/۰۰٥^{a}
C20:4(n-6)	nd	۰/۲۸۰ ± ۰/۰٥^{cd}	۰/۲۷۳ ± ۰/۰۲^{cd}	۰/۲۷۳ ± ۰/۰۲^{cd}	۰/۲۸٦ ± ۰/۰۱^{c}	۰/۳۲٦ ± ۰/۰٥^{bc}	۰/۳٤٦ ± ۰/۰۰٥^{b}	۰/٤۱۰ ± ۰/۰۱^{a}
C20:5(n-3) EPA[۱]	۰/۳۳۷ ± ۰/۰۸	۰/۳۷٦ ± ۰/۰٤^{c}	۰/۳٦۳ ± ۰/۰٦^{c}	۰/٤۳۰ ± ۰/۰۲^{c}	۰/٤٥۰ ± ۰/۰۱^{c}	۰/٤۷۳ ± ۰/۰۹^{c}	۰/٥۹۰ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۷۲٦ ± ۰/۰۹^{a}
C23	nd	۰/۰۰٦ ± ۰/۰۱^{d}	۰/۰۰۰^{d}	۰/۰۲۳ ± ۰/۰۲^{bcd}	۰/۰۱٦ ± ۰/۰۲^{cd}	۰/۰٤٦ ± ۰/۰۱^{abc}	۰/۰٥۳ ± ۰/۰۰٥^{ab}	۰/۰٦٦ ± ۰/۰۰٥^{a}
C24	nd	۰/۰۲٦ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۰۳۰ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۰٦۳ ± ۰/۰۰٥^{ab}	۰/۰۳۰ ± ۰/۰۳^{b}	۰/۰٤۳ ± ۰/۰۱^{ab}	۰/۰٥٦ ± ۰/۰۳^{ab}	۰/۰۸٦ ± ۰/۰٤^{a}
C22:6(n-3) DHA[۲]	۳/۱٦۱ ± ۱/۱۷	۳/۹۷۰ ± ۰/٤۳^{b}	۳/۰۹٦ ± ۰/۰۲^{d}	۳/٥۹۰ ± ۰/۰٥^{c}	۳/٤۲۰ ± ۰/۰٤^{cd}	۳/٥٥٦ ± ۰/۲٥^{c}	۳/۷٦۳ ± ۰/۰٤^{bc}	٤/۷۷۳ ± ۰/۱۲^{a}
Σn-6	۱/۸۰۷ ± ۰/۸۱	۰/٦۱۰ ± ۰/٥۱^{de}	۰/٦۱۲ ± ۰/۰۸^{de}	۰/٦۷۰ ± ۰/۰۱^{cd}	۰/۷۰۰ ± ۰/۰۷^{cd}	۰/۷٦۰± ۰/۰٥^{bc}	۰/۸۳۳ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۰٦۰ ± ۰/۰۲^{a}
Σn-3	۳/٦۹٦ ± ۱/۲۳	٤/۳٤٦ ± ۰/٤٦^{bc}	۳/۹۰٥ ± ۰/۰۸^{c}	٤/۰٦٦ ± ۰/۰۷^{bc}	۳/۹۰٦ ± ۰/۰٤^{c}	٤/۰۸۳ ± ۰/۳٦^{bc}	٤/٤٤۳ ± ۰/۰٤^{b}	٥/٦۰٦ ± ۰/۲۳^{a}
n-3/n-6	۲/۰٤٥ ± ۰/٤۹	۷/۱۱٦ ± ۰/۳٤^{a}	٦/۳۷۰ ± ۰/۸۲^{ab}	٦/۰۷۰ ± ۰/۲٥^{bc}	٥/٦۲٦ ± ۰/۷۱^{bc}	٥/۳٦٦ ± ۰/۲^{bc}	٥/۲۳۰ ± ۰/۰۹^{bc}	٥/۲۸٦ ± ۰/۱۹^{c}

1- EPA = eicosapentaenoic acid; 2- DHA = docosahexaenoic acid; 3- nd, not detected.

حروف مشترک در هر ردیف نشاندهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیر مشترک نشاندهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد می‌باشد (P<۰/۰۵).

magiran.com

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که کنجاله کانولا می‌تواند ۳۰ درصد از جیره قزل‌آلای رنگین کمان را بخود اختصاص دهد بدون آنکه تأثیر منفی بر عملکرد رشد ماهی و مصرف پروتئین در پی داشته باشد. طبق نتایج جدول ۴ در هیچکدام از تیمارها، اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد ($P>0/05$) در بازماندگی، وزن نهایی، افزایش وزن، نسبت بازده پروتئین و ضریب رشد ویژه ماهیان پرورشی تغذیه شده با جیره شاهد و ماهیان تغذیه شده با جیره‌های دارای کنجاله کانولا بعد از ۱۱۲ روز مشاهده نشد ($P>0/05$). دلیل این امر را می‌توان به سطح پروتئین جیره‌ها نسبت داد. میزان پروتئین جیره‌های غذایی بصورت تقریباً ثابت (Isonitrogenous) در نظر گرفته شده است.

نتایجی مشابهی نیز توسط سایر محققین گزارش شده است. در تحقیقی که توسط Thiessen و همکاران در سال ۲۰۰۴ انجام گردید، گزارش داد که کنجاله تغلیظ شده کانولا (کنسانتره کانولا) قابلیت آن را دارد که تا سطح ۷۵ درصد جایگزین آرد ماهی جیره قزل‌آلا شود، بدون آنکه هیچ تفاوتی در افزایش وزن، مصرف غذا، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین و ضریب رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با این جیره‌ها داشته باشد. Forster و همکاران در سال ۱۹۹۹ نیز اعلام نمودند که کنسانتره پروتئین کانولا تا سطح ۵۹ درصد جیره قزل‌آلا، تاثیری بر عملکرد رشد و مصرف غذای ماهیان تغذیه شده ندارد. همچنین Teskeredzidc و همکاران در سال۱۹۹۵ نیز بیان نمودند که تا میزان ۶۶۰ گرم در کیلوگرم از آرد ماهی جیره می‌تواند توسط پروتئن فیتین‌زدایی شده کلزا جایگزین شده بدون آنکه تاثیر منفی بر عملکرد رشد، مصرف غذا، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین و ضریب رشد ویژه ماهیان قزل‌آلا در طول یک دوره ۸۴ روزه داشته باشد.

Webster و همکاران در سال۱۹۹۷ گزارش دادند که افزودن کنجاله کانولا به جیره گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) که دارای ۴ درصد آرد ماهی می‌باشد تا میزان ۳۶ درصد جیره تاثیر منفی معنی‌داری بر افزایش وزن، عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و نسبت بازده پروتئین ندارد ($P>0/05$)، ولی افزودن ۴۸ درصد کنجاله کانولا در جیرهٔ غذایی این ماهی باعث کاهش عملکرد رشد می‌شود.

در تحقیقی که توسط Glencross *et al.*, 2005bI بر روی ماهی (*Pagrus auratus*) انجام شد، گزارش دادند که استفاده از کنجاله کانولای استرالیایی در جیرهٔ غذایی این ماهی تا سطح ۶۰ درصد جیره، هیچ تاثیر معنی‌داری روی افزایش وزن، مصرف غذا و ضریب تبدیل غذایی این ماهی نمی‌گذارد ($P>0/05$).

همچنین Gomes و همکاران در سال ۱۹۹۵ نشان دادند که استفاده از مخلوط پروتئین گیاهی شامل کنجاله کانولا، نخود، گلوتن ذرت و سویا در جیرهٔ غذایی قزل‌آلای رنگین کمان تا سطح ۶۶ درصد کل جیره، هیچ اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه این ماهیان ایجاد نمی‌کند ($P>0/05$).

قابل ذکر است که کنجاله کانولا بعنوان جایگزین بخشی از آرد ماهی مصرفی به کرات در تهیه جیرهٔ آزاد ماهیان مورد استفاده قرار گرفته است و نتایج متفاوتی از این تحقیقات بدست آمده که بنظر می‌رسد مربوط به کیفیت کانولای استفاده شده بدلیل روشهای مختلف روغن‌گیری (مکانیکی و استفاده از حلال) و نیز واریته‌های مختلف این گیاه باشد (Glencross *et al.* 2003bII).

نظرات متفاوتی نیز برخلاف یافته‌های ذکر شده بیان گردیده است که از جمله: Burel و همکاران در سال ۲۰۰۰ گزارش دادند که در ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده با جیره‌های دارای ۳۰ و ۵۰ درصد کنجاله کلزا، بعد از ۳ هفته کاهش رشد دیده می‌شود و در پایان یک دوره ۶۴ روزه افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی تیمارهای دارای ۳۰ و ۵۰ درصد کنجاله کلزا با جیره شاهد تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد ($P<0/05$). همچنین Burel و همکاران در سال ۲۰۰۱ بیان نمودند که استفاده از کنجاله کانولا در جیرهٔ غذایی قزل‌آلای رنگین کمان تا سطح ۳۰ درصد در مدت ۸ هفته باعث هیچ تغییری در وزن نهایی و رشد نمی‌شود، در حالیکه اگر میزان کنجاله کانولا در جیره به ۵۰ درصد برسد، باعث اختلاف معنی‌داری در رشد، وزن نهایی و ضریب تبدیل می‌گردد. البته آنها چنین گزارش می‌دهند که اگر جیره دارای ۳۰ درصد کنجاله کانولا باشد، بعد از ۲ ماه، رشد کاهش می‌یابد که دلیل آنرا کاهش سطح هورمون T_3 پلاسما و نیز فاکتورهای ضد تغذیه‌ای کنجاله کانولا مانند فیبر، گلوکوزینولات، تانین و اسید فیتیک می‌دانند.

Higgs و همکاران در سال ۱۹۸۳ نیز گزارش دادند که رشد ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) در جیره‌های دارای ترکیب اسید آمینه مشابه که آرد ماهی هرینگ آنها با کنجاله کانولا جایگزین شده است، کاهش می‌یابد و آنها علت این کاهش رشد را محتوای فیبر بالای جیره می‌دانند که باعث افزایش سرعت حرکت غذا در داخل روده می‌شود و بالطبع

magiran.com

باعث کاهش هضم‌پذیری انرژی و پروتئین جیره می‌گردد. همچنین آنها افزایش سطح گلوکوزینولات جیره را نیز دلیلی بر کاهش عملکرد رشد می‌دانند. Hilton وSlinger در ۱۹۸۶ نیز اعلام نمودند که استفاده از کنجاله کانولا در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان باعث کاهش رشد می‌شود.

با توجه به مطالب عنوان شده توسط سایر محققین و نتایج حاصل از این تحقیق باید خاطر نشان ساخت که کنجاله کانولا یکی از پتانسیل‌های جایگزینی آرد ماهی در جیره غذایی آزاد ماهیان می‌باشد. طبق نظر Hardy در سال ۱۹۹۹ ارزش غذایی محصولات فرعی توسط کارخانجات مختلف، متفاوت است و حتی محصولاتی که توسط یک کارخانه در دفعات گوناگون تولید می‌شود نیز ارزش غذایی متفاوتی دارند، این موضوع بسیاری از کارخانه‌های سازنده غذا را از بکار بردن این مواد اولیه در جیره غذایی آبزیان پرورشی باز می‌دارد. البته نوع فرآوری نیز بر روی کیفیت محصول تاثیرگذار است که برخی از محققین مانند Thiessen و همکاران در سال ۲۰۰۴ گزارش دادند که کنسانتره پروتئین کانولا (CPC) قابلیت هضم انرژی پایین‌تر از آرد ماهی و قابلیت هضم انرژی و پروتئین بیشتر از کنجاله کانولا و سایر خوراکهای گیاهی دارد و این قابلیت هضم بالا نشان می‌دهد که می‌توان از این ماده غذایی (CPC) بعنوان یک ماده غذایی بسیار قابل هضم در جیرهٔ ماهیان آزاد استفاده نمود.

در این تحقیق، با افزایش کنجاله کانولا در جیره‌ها، بصورت همزمان رطوبت لاشه کم شده ولی چربی لاشه افزایش پیدا می‌کند که دلیل آن هم بالا بودن چربی جیره‌ها می‌باشد. نتایج بعضی از محققین یافته‌های بدست آمده در این تحقیق را ما را تایید می‌نماید (Webster *et al.*, 2003bII ; Glencross *et al.*, 1997 ;Kaushik *et al.*, 1995).

هیچ اختلاف معنی‌داری بین پروتئین لاشه ماهیانی که از جیره‌های دارای کنجاله کانولا استفاده کرده‌اند با ماهیان گروه شاهد مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در این مورد Glencross *et al.* 2003bII و Webster و همکاران در سال ۱۹۹۷ نتایجی را در تضاد با مطلب یاد شده گزارش دادند.

مسائل اقتصادی و قیمت تمام شده غذا یکی از اهداف مهم اجرای این تحقیق بود. با افزایش جایگزینی کنجاله کانولا در جیره‌های غذایی، بصورت قابل ملاحظه‌ای از قیمت تمام شده غذا کاسته می‌شود. کمترین قیمت تمام شده (۴۸۵۹ ریال) غذا مربوط به جیره شماره ۷ است که دارای بیشترین میزان کنجاله کانولا و کمترین درصد آرد ماهی می‌باشد و بیشترین قیمت تمام شده (۶۲۵۸ ریال) غذا مربوط به جیره شاهد است. با توجه به نتایج بالا و این موضوع که ضریب تبدیل غذایی هیچ کدام از تیمارها به استثناء تیمار ۶ تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند، بنابراین با افزایش جایگزینی کنجاله کانولا در جیره‌های غذایی، قیمت تمام شده غذا به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی کاهش خواهد یافت.

در بسیاری از مطالعات انجام شده، به کاهش قیمت تمام شده غذا با استفاده از پروتئین‌های ارزان قیمت گیاهی مانند کنجاله کانولا، سویا، پنبه دانه و .... اشاره شده است.

Webster و همکاران در سال ۱۹۹۷ از کنجاله کانولا بعنوان جایگزین آرد ماهی در جیره گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) استفاده کردند و در آخر گزارش دادند با توجه به این که قیمت آرد ماهی در حال افزایش است، می توان با کاهش استفاده از منابع پروتئین گرانقیمت (مانند آرد ماهی) برای استفاده در آبزی پروری، قیمت تمام شده غذا را پایین آورد.

استفاده از مواد پروتئینی ارزان قیمت در آبزی پروری و پایین آوردن قیمت تمام شده غذا، توسط محققین دیگری نیز مطالعه شده است (Davies ;Hardy & Sullivan, 1983 ;Higgs *et al.*, 1983 ; Lee *et al.*, 1990 ;Kaushik, 1990 ;Gomes *et al.*, 1995 *et al.*, 2005). اطلاعات جزئی در رابطه با فعالیت گواترزایی کنجاله کانولا در پرندگان و پستانداران شامل انسان در دسترس است (Mawson *et al.*, 1994b)، ولی مدارک زیادی در رابطه با این مطلب که گلوکوزینولات موجود در کنجاله کانولا یک نقش اساسی را در آشفتگی عملکرد تیروئید ماهیها بازی می‌کند، وجود دارد (Yurkowski *et al.*, 1978 ;Higgs *et al.*, 1982 ;Hardy & Sullivan, 1983 ; Hilton & Slinger, 1986 ; Leatherland *et al.*, 1987; Teskeredzic *et al.*, 1995; Webster *et al.*, 1997; Burel *et al.*, 2000a; Burel *et al.*, 2001). در مطالعه حاضر، سطح T_3 پلاسما در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های دارای کنجاله کانولا بعد از ۸ هفته بصورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) بیشتر از ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد می‌باشد، اما هیچ اختلاف معنی‌داری (P>۰/۰۵) در سطح T_4 پلاسما در تیمارهای مختلف بعد از ۸ هفته دیده نمی‌شود. در پایان هفته شانزدهم، سطح T_3 پلاسمای ماهیان تغذیه شده با جیره‌های مختلف تحت تاثیر جیره‌ها قرار نگرفته بود، در واقع حتی هیچ اختلاف عددی قابل ملاحظه‌ای هم در سطح T_3 بین تیمارهای مختلف دیده نشد. این نتایج در مقایسه با نتایج بسیاری از مطالعات انجام شده در تضاد بود (Yurkowski *et al.*, 1978; Hardy & Sullivan,

magiran.com

1983; Eales & Shostak, 1985; Leatherland *et al.*, 1987; Boeuf & Gaignon 1989; Burel *et al.*, 2000a; Burel *et al.*, 2001). دلیل کاهش سطح T_3 پلاسما در این تحقیق واضح نبود، اما در پایان دوره، با افزایش کنجاله کانولا در جیره‌ها، همزمان سطح T_4 پلاسما زیاد شد. همچنین یک کاهش در سطح T_3 پلاسما و یک افزایش در سطح T_4 پلاسمای ابتدای دوره نسبت به انتهای دوره مشاهده شد.

سطح T_3 و T_4 پلاسما ماهی سیم دریایی قرمز که با جیره دارای ۳۰ درصد کنجاله کانولا تغذیه شده تا سه هفته تحت تاثیر جیره قرار نگرفت (Glencross *et al.*, 2003bI). Burel و همکاران در سال ۲۰۰۰ گزارش دادند که سطح T_3 و T_4 پلاسما در قزل‌آلای تغذیه شده با جیره‌های دارای ۳۰ و ۵۰ درصد کنجاله کانولا نسبت به جیره شاهد بعد از ۹ هفته کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد که این کاهش در T_4 شدیدتر است. در نهایت آنان چنین نتیجه‌گیری کردند که کاهش رشد مشاهده شده در جیره دارای کانولا می‌تواند بدلایل زیر باشد:

۱- آشفتگی در فعالیت تیروئید که می‌تواند بعلت افزایش سطح گلوکوزینولات جیره باشد که باعث کاهش ترشح هورمون رشد می‌شود.

۲- اثر مستقیم گلوکوزینولات بر روی مصرف غذا.

۳- میزان بالای فیبر موجود در کنجاله کانولا (Higgs *et al.*, 1996) که باعث کاهش در دسترس قرار گرفتن عناصر معدنی و کاهش زمان عبور غذا در داخل روده و نیز کاهش اثر هضم‌پذیری انرژی و فسفر می‌شود.

۴- سطح بالای اسید فیتیک و تانین‌ها، که افزایش این مواد سمی باعث کاهش در دسترس قرار گرفتن مواد معدنی و نیز فعالیت آنزیمهای گوارشی می‌شود (Spinelli *et al.* 1983). تانین موجود در کنجاله کانولا همچنین باعث کاهش هضم‌پذیری پروتئین می‌شود (Fenwick, 1982).

همچنین Burel و همکاران در سال ۲۰۰۱ اعلام نمودند که استفاده از کنجاله کانولا به میزان ۳۰ درصد در جیره قزل‌آلا، منجر به کاهش سریع سطح T_3 و T_4 پلاسما می‌شود، اما رشد ماهی بعد از ۶ هفته تحت تاثیر قرار می‌گیرد. تعدادی از محققین مانند Eales و Shostak در سال ۱۹۸۵؛ Boeuf و Gaignon در سال ۱۹۸۹؛ McCormick و Saunders در سال ۱۹۹۰ و Gomez و همکاران در سال ۱۹۹۷، این مطلب را که رابطه بسته‌ای بین سطح T_3پلاسمای خون و رشد در ماهیان وجود دارد، را تائید کرده‌اند، بعلاوه Leatherland و همکاران در سال ۱۹۸۷ نشان دادند که اضافه کردن T_3 به جیره دارای کنجاله کانولا در قزل‌آلا باعث بهبود در عملکرد رشد ماهی می‌شود.

با افزایش سطح جایگزینی کنجاله کانولا به جای آرد ماهی در پایان هفته هشتم، هیچ اختلاف معنی‌داری بین سطح کلسترول پلاسما در تیمارهای مختلف با تیمار شاهد دیده نشد ($P>0/05$)، اگر چه تفاوتهای عددی وجود داشت. همچنین در پایان هفته شانزدهم، غلظت کلسترول پلاسما در تمام ماهیها در مقایسه با هفته هشتم کاهش یافت. اطلاعات بسیار کمی در رابطه با اثرات جیره‌های غذایی با متابولیسم کلسترول در آزاد ماهیان وجود دارد ولی در برخی منابع مدارک مستندی در رابطه با اثرات کاهش‌دهنده کلسترول خون در ماهیهایی که با جیره‌های دارای پروتئین گیاهی تغذیه شده‌اند، وجود دارد. Goulding و همکاران در سال ۱۹۸۳، De Francesco و همکاران در سال ۱۹۹۵ و Kennish و همکاران در سال ۱۹۹۲ مشاهده کردند که تغییرات جیره می‌تواند منجر به تغییرات در غلظت کلسترول عضلات ماهی آزاد چینوک شود. کاهش سطح کلسترول پلاسما در پستانداران مانند انسان که از غذای دارای سویا استفاده کنند نیز گزارش شده است (De Schrijver, 1990).

Goulding و همکاران در سال ۱۹۸۳ دریافتند که استفاده از آرد ماهی در جیره باعث افزایش کلسترول خون، ولی استفاده از کازئین و سویا باعث کاهش کلسترول پلاسما در خون ماهی می‌شود. De Schrijver در سال ۱۹۹۰ گزارش داد که کاهش نسبت لیزین به آرژنین باعث کاهش کلسترول در انسان می‌گردد، که این مطلب توسط Horigome و Cho در سال ۱۹۹۲ در موشها هم تائید شد، اگر چه بعضی‌ها اعتقاد دارند که سایر اسیدهای آمینه هم ممکن است در این امر دخیل باشند. این نتایج نشان می‌دهند که متابولیسم کلسترول در ماهیها نسبت به جانوران خشکی‌زی متفاوت است یا اینکه مکانیسمهای متعدد دیگری درگیر متابولیسم کلسترول هستند که این مسئله نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

این امر که ترکیب جیره کاملاً پروفیل اسیدهای چرب ماهی را تحت تاثیر قرار می دهد بخوبی شناخته شده است (Watanabe, 1982 ; Bell *et al.*, 2001 ;Sargent, 2002 ; Caballero *et al.*, 2002 ; Higgs *et al.*, 2006). البته بیشتر مطالعات بر روی اثرات چربی جیره و تاثیر آن بر پروفیل اسید چرب انجام شده است و مطالعات کمتری در رابطه با تاثیر منابع پروتئینی جیره بر روی پروفیل اسید چرب ماهی صورت گرفته است، ولی با توجه به این جیره‌هایی که دارای پروتئین گیاهی

magiran.com

مانند کنجاله کانولا، سویا و یا پنبه دانه می‌باشند، دارای مقداری چربی باقیمانده در کنجاله هستند که طبعاً این میزان چربی می‌تواند روی پروفیل اسید چرب کبد و فیله ماهی و ترکیب لاشه اثر گذارد (De Francesco *et al.* 2004). در مطالعه حاضر، با افزایش کنجاله کانولا در جیره، همزمان میزان اسیدهای چرب اشباع نشده n-6 کبد ماهی زیاد می‌شد. پروفیل اسید چرب کبد ماهیها، منعکس کننده نوع جیره‌ها بود. بطوریکه کبد ماهیان تغذیه شده با جیره‌های دارای کنجاله کانولا دارای میزان بالاتری از اسیدهای چرب n-6 ، (n-6) C18:2بودند، ولی ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد، بالاترین میزان نسبت n-3/n-6 را داشتند. در بین اسیدهای چرب، DHA (C22:6 n-3) ، اسید اولئیک (C18:1 n-9) و اسید پالمیتیک (C16:0) بیشترین میزان را در بین تیمارهای مختلف داشتند. اختلاف در اسیدهای چرب n-3، C16:0، C16:1، C17:1، C18:0، C18:1n-9، C20:0، C20:1n-4، C20:2، C23 و C24 مربوط به میزان چربی بیشتر موجود در آرد ماهی و نیز چربی استفاده شده برای تامین انرژی در جیره‌هاست ولی اختلافات اسیدهای چرب n-6، مربوط به چربی موجود در کنجاله کانولا می‌باشد که Gomes و همکاران در سال۱۹۹۳ و De Francesco و همکاران در سال ۲۰۰۴ نیز قبلاً به این مطلب اشاره کرده بودند . Gomes و همکاران در سال ۱۹۹۳مشاهده کرد که سطح اسیدهای چرب n-6 در ماهیچه قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره دارای سطوح (۵، ۱۰، ۱۵ و ۴۵ درصد) کانولا افزایش می‌یابد.

De Francesco و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان دادند که میزان n-6 در کبد ماهیان تغذیه شده با جیره پروتئین گیاهی به صورت معنی داری بیشتر از n-6 موجود در کبد ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بدون پروتئین‌های گیاهی بود. همچنین Pereira در سال ۱۹۹۸ گزارش داد که هنگامی که ماهیان مولد قزل‌آلا با جیره‌هایی که آرد ماهی آنها کاملاً با منابع پروتئین گیاهی جایگزین شده باشد، تغذیه شوند، پروفیل اسید چرب تخمهای حاصله از این ماهیان منعکس کننده نوع جیره آنهاست. آنان در نهایت گزارش دادند که به رغم افزایش میزان اسیدهای چرب n-6 در جیره دارای مخلوط پروتئین گیاهی (بدون آرد ماهی)، در نهایت تاثیری بر میزان اسیدهای چرب n-3 کبد ماهیهای تغذیه شده با این جیره گذاشته نمی‌شود.

نکته با اهمیت در تحقیق حاضر، آن است که بعد از ۱۱۲ روز، اختلافات معنی‌داری در فاکتورهای رشد دیده نشد. با توجه به اینکه قیمت آرد ماهی در حال افزایش است، لذا کاهش استفاده از منابع پروتئین گرانقیمت (مانند آرد ماهی) برای استفاده در آبزی پروری، امری بسیار مهم و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از جیره با ۲۲ درصد آرد ماهی و ۳۰ درصد کنجاله کانولا می‌تواند یک جیره مطلوب برای ماهی قزل‌آلا باشد و با توجه کاهش قیمت جیره، از لحاظ اقتصادی نیز به صرفه باشد. در نهایت پیشنهاد می‌گردد که استفاده از کنجاله کانولا و پروتئین‌های ارزان قیمت دیگری مانند کنجاله پنبه دانه در جیره غذایی قزل‌آلای پرواری و مولدین و نیز کپور ماهیان و صنعت پرورش میگو مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از مسئولین موسسه تحقیقات شیلات ایران بدلیل دراختیار گذاشتن امکانات مالی برای انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از آقایان دکتر محمد هوشمند، دکتر رضا امیری، مهندس کاظمی مسئول آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشگاه تربیت مدرس، مهندس حبیب الله گندمکار مدیر ایستگاه تحقیقات ماهیان سردآبی یاسوج و کارکنان آن مرکز نهایت سپاسگزاری را داریم.

منابع

AOAC (Official Methods of Analysis of AOAC International) , 1995. Agricultural Chemicals; Contaminants, Drugs. 16th edition. Arlington, VA, USA. Vol. I., 1298P.

Bell J.M., 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. Canadian Journal of Animal Science. Vol. 73, pp.679–697.

Bell J.G., McEvoy J., Tocher D.R., McGhee F., Campbell P.J. and Sargent J.R., 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. Journal of Nutrition, Vol. 131, pp.1535-1543.

magiran.com

Boeuf G. and Gaignon J.L., 1989. Effects of rearing conditions on growth and thyroid hormones during smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture, Vol. 45, pp.29-38.

Burel C., Boujard T., Escaffre A.M., Kaushik S.J., Boeuf G., Mol K., Van Der Geyten S. and Kühn E.R., 2000a. Dietary low-glucosinolate rapeseed meal affects thyroid status and nutrient utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). British Journal of Nutrition, Vol. 83, pp.653-664.

Burel C., Boujard T., Tulli F. and Kaushik S., 2000b. Digestibility of extruded peas, extruded lupin, and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture, Vol. 188, pp.285-298.

Burel C., Boujard T., Kaushik S.J., Boeuf G., Mol K.A., Van der Geyten S., Darras V.M., Kuhn E.R., Pradet-Balade B., Querat B., Quinsac A., Krouti M. and Ribaillier D., 2001. Effects of rapeseed meal glucosinolates on thyroid metabolism and feed utilization in rainbow trout. General and Comparative Endocrinology, Vol. 124, pp.343-358.

Cabellero M.J., Obach A., Rosenlund G., Montero D., Gisvold M. and Izquierdo M.S., 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol.214, pp. 253-271.

Davies S.J., McConnell S. and Bateson R.I., 1990. Potential of rapseed meal an alternative protein source in complete diet for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Aquaculture, Vol. 87, pp.145-154.

De Francesco M., Parisia, G., Médaleb F., Lupia P., Kaushik S.J. and Polia B.M., 2004. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, Vol. 236, pp.413-429.

De Schrijver R., 1990. Cholesterol metabolism in mature and immature rats fed animal or plant protein. Journal of Nutrition, Vol. 120, pp.1624-1632.

Eales J.G. and Shostak S., 1985. Correlations between food ration, somatic growth parameters and thyroid function in artic charr (*Salvelinus alpinus* L.). Comparative Biochemistry and Physiology, Vol. 80A, pp.553-558.

Folch J., Lees M. and Stanley H.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological and Chemistry, Vol. 226, pp.497-509.

Forster I., Higgs D.A., Dosanjh B.S., Rowshandeli M. and Parr J., 1999. Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held in 11°C freshwater. Aquaculture, Vol. 179, pp.109-125.

Glencross B.D., Hawkins W.E. and Curnow J.C., 2003b. Nutritional assessment of Australian canola meals. I. Evaluation of canola oil extraction method, enzyme supplementation and meal processing on the digestible value of canola meals fed to the red seabream (*Pagrus auratus*). Aquaculture Research, Vol. 35, pp.15-24.

Glencross B.D., Hawkins W.E. and Curnow J.C., 2003b. Nutritional assessment of Australian

magiran.com

canola meals. II. Evaluation of the influence of the canola oil extraction method on the protein value of canola meal fed to the red seabream (*Pagrus auratus*). Aquaculture Research, Vol. 35, pp.25-34.

Gomes E.F., Corraze G. and Kaushik S.J., 1993. Effects of dietary incorporation of a co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, Vol. 113, pp.339-353.

Gomes E.F., Rema P. and Kaushik S.J., 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Digestibility and growth performance. Aquaculture, Vol. 130, pp.177-186.

Goulding N.J., Gibney M.J., Taylor T.G. and Gallagher P.J., 1983. Reversible hyper-cholesterolemia produced by cholesterol-free fish meal protein diets. Atherosclerosis, Vol. 49, pp.127-137.

Higgs D.A., McBride J.R., Markert J.R., Dosanjh B.S., Plotnikoff M.D. and Clarke W.C., 1982. Evaluation of tower and candle rapeseed (Canola) meal and Bronowski rapeseed protein concentrate as protein supplements in practical dry diets for juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture, Vol. 29, pp.1-31.

Hardy R.W. and Sullivan C.V., 1983. Canola meal in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) production diets. Canadian Journal of Fish Aquatic Science. Vol. 40, pp.281–286.

Hardy R.W., 1999. Aquaculture's rapid growth requirements for alternative protein sources. Feed Management Journal. Vol. 50. No. 1, pp.25-28.

Higgs D.A., Fagerlund U.H.M., McBride J.R., Plotnikoff M.D., Dosanjh B.S., Markert J.R. and Davidson J., 1983. Protein quality of Altex canola meal for juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) considering dietary protein and 3,5,3′-triiodo-L-thyronine content. Aquaculture, Vol. 34, pp.213–238.

Higgs D.A., Dosanjh B.S., Prendergast A.F., Beames R.M., Hardy R.W., Riley W. and Deacon G., 1995. Use of rapeseed/canola protein products in finfish diets. *In*: (eds. C.E. Lim and D.J. Sessa). Nutrition and utilization technology in aquaculture. AOCS Press, Champaign, IL, USA. pp.130–156.

Higgs D.A., Dosanjh B.S., Beames R.M., Prendergast A.F., Mwachireya S.A. and Deacon G., 1996. Nutritive value of rapeseed/canola protein products for salmonids. *In*: (eds. N. Kent and D. Anderson). Eastern Nutrition Conference, 15-17 May 1996. Dartmouth/ Halifax, Canada. pp.187-196.

Higgs D.A., Balfry S.K., Oakes J.D., Rowshandeli M., Skura B.J. and Deacon G., 2006. Efficacy of an equal blend of canola oil and poultry fat as an alternate dietary lipid source for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in sea water. I: Effects on growth performance, and whole body and fillet proximate and lipid composition. Aquaculture Research, Vol. 37, pp.180-191.

Hilton J.W. and Slinger S.J., 1986. Digestibility and utilization of canola meal in ractical-type diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Canadian Journal of Fish Aquatic Science, Vol. 43, pp.1149–1155.

Horigome T. and Cho Y.S., 1992. Dietary casein and soybean protein affect the concentrations of serum cholesterol, triglyceride and free amino

magiran.com

acids in rats. Journal of Nutrition, Vol. 122, pp.2273-2282.

Kaushik, S.J. , 1990. Use of alternative protein sources for the intensive rearing of carnivorous fishes. *In*: (eds. R. Flos ; L. Tort and P. Torres). Mediterranean Aquaculture, Ellis Horwood, UK. pp.125-138.

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, Vol. 133, pp.257-274.

Kennish, J.M. ; Sharpdahl, J.L. ; Chambers, K.A. ; Thrower, F. and Rice, S.D. , 1992. The effect of a herring diet on lipid composition, fatty acid composition, and cholesterol levels in muscle tissue of pen-reared Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture, Vol. 108, pp.309-322.

Leatherland, J.F. ; Hilton, J.W. and Slinger, S.J. , 1987. Effects of thyroid hormone supplementation of canola meal-based diets on growth, and interrenal and thyroid gland physiology of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Fish Physiology and Biochemistry, Vol. 3, pp.73-82.

Leatherland, J.F. and Hilton, J.W. , 1988. Thyroidal compensation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed canola meal. Fish Physiology and Biochemistry, Vol. 5, pp.199–207.

Leatherland, J.F. , 1994. Reflections on the thyroidology of fishes: From molecules to humankind. Guelph Ichthyology Review. Vol. 2, pp.1-67.

Lee K.J., Rinchard J., Dabrowski K., Babiak I., Ottobre J.S., James E. and Christensen J.E., 2005. Long-term effects of dietary cottonseed meal on growth and reproductive performance of rainbow trout: Three-year study. Animal Feed Science and Technology.

Mawson R., Heaney R.K., Zdunczyk Z. and Kozlowska H., 1994b. Rapeseed meal-Glucosinolates and their antinutritional effects. Part 4. Goitrogenicity and internal organs abnormalities in animals. Nahrung. Vol. 38, pp.178-191.

McCormick S.D. and Saunders R.L., 1990. Influence of ration level and salinity on circulating thyroid hormones in juvenile atlantic salmon (*Salmo salar*). Genetic Comparative Endocrinology, Vol. 78, pp.224-230.

McCurdy S.M. and March B.E., 1992. Processing of canola meal for incorporation in trout and salmon diets. Journal of American Oil Chemistry. Society, Vol. 69, pp.213–220.

Metcalf L.C., Schmirz A.A. and Pelka J.R., 1966. Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography. Analytical Chemistry. Vol.38, pp.514-515.

Mwachireya S.A., Beames R.M., Higgs D.A. and Dosanjh B.S., 1999. Digestibility of canola protein products derived from the physical, enzymatic and chemical processing of commercial canola meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)) held in fresh water. Aquaculture Nutrition, Vol. 5, pp.73-82.

NRC (National Research Council) , 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington DC, USA. 114P.

Pereira J.O., Reis-Henriques M.A., Sanchez J.L. and Costa J.M., 1998. Effect of protein source

magiran.com

on the reproductive performance of female rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Aquaculture Research, Vol. 29, No. 10, pp.751-760.

Refstie S., Storebakken T. and Roem A.J., 1998. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soya antigens. Aquaculture, Vol. 162, pp.301-312.

Sargent J.R., Tocher D.R. and Bell G.J., 2002. The lipids. *In*: (eds. J.E. Halver and R. Hardy). Fish Nutrition, Third Edition, Academic Press, Elsevier Science, pp.181-257.

SAS (Statistical Analysis System) , 2001. Statistical analysis system user's guide. Version 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Spinelli J., Houle C.R. and Wekell J.C., 1983. The effect of phytates on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed purified diets containing varying quantities of calcium and magnesium. Aquaculture, Vol. 30, pp.71-83.

Storebakken T., Shearer K.D. and Roem A.J., 1998. Availability of protein, phosphorus and other elements in fish meal, soy-protein concentrate and phytase-treated soy-protein-concentrate-based diets to Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, Vol. 161, pp.365-379.

Teskeredzic Z., Higgs D.A., Dosanjh B.S., McBride J.R., Hardy R.W., Beames R.M., Jones J.D., Simell M., Vaara T. and Bridges R.B., 1995. Assessment of undephytinized and dephytinized rapeseed protein concentrate as sources of dietary protein for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, Vol. 131, pp.261-277.

Thiessen D.L., Campbell G.L. and Adelizi P.D., 2003. Digestibility and growth performance of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with pea and canola products. Aquaculture Nutrition, Vol. 9, pp.67-75.

Thiessen D.L., Maenez D.D., Newkirk R.W., Classen H.L and Drew M.D., 2004. Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition, Vol. 10, pp.379-388.

Watanabe T., 1982. Lipid nutrition in fish. Comparative Biochemistry and Physiology, Vol. 73B, pp.3-15.

Webster C.D., Tiu L.G., Tidwell J.H. and Grizzle J.M., 1997. Growth and body composition of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets containing various percentages of canola meal. Aquaculture, Vol. 150, pp.103-112.

Yurkowski M., Bailey J.D., Evans R.E., Tabachek J.L., Ayles G.B. and Eales J.G., 1978. Acceptability of rapeseed proteins in diets of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of Fisheries Resources, Board of Canada, Vol. 35, pp.951–962.

magiran.com

Effects of different levels of canola meal on growth, body composition and biochemical parameters in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Shafaeipour A.[1,2]* ; Yavari V.[2] ; Falahatkar B.[3] ; Ghoofleh Maremmazi J.[3] and Gorjipoor E.[5]

shafaei@mail.ac.ir

1- Faculty of Science, Yasoj University, P.O.Box: 353 Yasoj, Iran

2- Faculty of Natural Resource, Marine Science and Technology of Khoramshahr University, P.O.Box: 779 Khoramshahr, Iran

3- Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O.Box: 1144 Sowmeh Sara, Iran

4- South Aquaculture Research Center, P.O.Box: 61545-866 Ahwaz, Iran

5- Shahid Motahari Cold Water Fishes Genetic Research Center, P.O.Box: 75914-385 Yasoj, Iran

Received: May 2007 Accepted: February 2009

Keywords: Canola Meal, Thyroidal Hormones, Cholesterol, Rainbow trout, Feeding

Abstract

Rainbow trout with initial body weight 4.16±0.25 g were fed diets that contained crude protein 42%; gross energy 4400Kcal/kg DM; crude fat 10% including graded levels of canola meal (CP 35% DM). A growth trial was conducted over 16 weeks at a water temperature of 12±1°C. At the end of the growth trial, in addition to body composition analyses, plasma triiodothyronine (T3) and thyroxin (T4), cholesterol and liver fatty acid composition were measured. Replacement of fish meal with canola meal (10 to 57% replacement) did not significantly affect the growth performance ($P>0.05$). At 16th week, plasma cholesterol levels were reduced in fish fed with all diets in comparison to 8th week. Plasma T4 levels were significantly higher in the canola meal-fed fish sampled after 16 weeks, but no significant differences in T3 levels were obtained ($P>0.05$). Proximate composition was affected by dietary treatments. The liver fatty acid composition reflected that of the fish fed with canola meal diet has a higher level of polyunsaturated (n-6) fatty acids compared to the control group in which a higher content of n-3:n-6 ratio was seen as opposed to the treatment. With increasing canola meal in diets, the cost of final food was reduced. This study showed that canola meal has potential to replace substantial levels of fish meal in diets for carnivorous fish without compromising performance.

* Corresponding author