

## تأثیر جایگزینی کنجاله کانولا بجای آرد ماهی بر رشد، جذب عناصر مغذی و هورمون‌های تیروئیدی در جیره قزل آلائی رنگین کمان پرواری (*Oncorhynchus mykiss*)

\*امید صفری<sup>۱</sup>، فتح‌اله بلداجی<sup>۲</sup>، عبدالمجید حاجی مرادلو<sup>۳</sup>، فرهاد یغمایی<sup>۴</sup> و سید کمال الدین علامه<sup>۵</sup>  
<sup>۱</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup>استاد گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup>دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۴</sup>استادیار گروه آمار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۵</sup>مربی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان،  
تاریخ دریافت: ۸۴/۳/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۲/۱۵

### چکیده

برای بررسی اثر جایگزینی کنجاله کانولا بجای آرد ماهی بر عملکرد ماهی قزل آلا، از کنجاله کانولا (حاوی ۱۲/۵ میکرومول بر گرم ماده خشک) در ۵ سطح جایگزینی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد بجای آرد ماهی، در قالب طرح کامل تصادفی به علاوه یک شاهد (صفر درصد)، در سه تکرار استفاده شد. کلیه جیره‌ها محتوی انرژی و پروتئین یکسانی داشتند. تعداد ۲۱۶ قطعه ماهی قزل آلائی رنگین کمان انتخاب و در ۱۸ وان (هر وان ۱۲ قطعه ماهی) جای گرفتند و پس از دو هفته سازگاری، به مدت ۵۶ روز با ۶ جیره آزمایشی تغذیه شدند. این جایگزینی سبب ایجاد تفاوت آماری معنی داری در معیارهای مورد نظر در مقایسه با جیره شاهد (بجز شاخص وضعیت) نشد. نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی کنجاله کانولا تا سطح ۴۰ درصد به دلیل بهبود جذب نیتروژن و بهبود عملکرد ماهی قزل آلا امکان پذیر است. استفاده از کنجاله کانولا تا سطح ۵۰ درصد جایگزینی باعث ایجاد تفاوت آماری معنی داری با جیره شاهد بر غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری یدو تیرونین و نسبت تری یدو تیرونین به تیروکسین نشد. این نتایج نشان می‌دهد که کنجاله کانولا به عنوان یک منبع پروتئین گیاهی، جایگزین مناسبی برای آرد ماهی در جیره قزل آلائی رنگین کمان می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** قزل آلا، کنجاله کانولا، رشد، تیروکسین، تری یدو تیرونین

### مقدمه

در پرورش قزل آلا، غذا تقریباً نصف هزینه‌های تولیدی را شامل می‌شود (هیگز و همکاران، ۱۹۹۵). منابع پروتئینی جیره ۶۷ درصد هزینه غذا را تشکیل می‌دهد (هیگز و همکاران، ۱۹۹۵). به خاطر خوشخوراکی و ارزش غذایی بالای آرد ماهی، ۲۵ تا ۶۵ درصد غذای آزاد

ماهیان از آرد ماهی تشکیل می‌شود (موری، ۱۹۹۲). با این حال به علت گرانی آرد ماهی، در تهیه غذای ماهی صرفه‌جویی زیادی صورت می‌گیرد (لاول، ۱۹۸۹). از این رو، به منظور تعدیل هزینه‌های تولید و کاهش وابستگی به آرد ماهی از منابع پروتئین گیاهی استفاده می‌شود. اگر چه دیگر تأثیرات احتمالی این منابع مانند عدم تعادل اسیدهای آمینه ضروری گوگرددار (داسیلوا و همکاران،

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 گوگرددار مناسب‌تر از کنجاله سویا است ولی مقدار لیزین آن کمتر است (مک‌کردی و همکاران، ۱۹۹۲). قابلیت هضم پروتئین خام کلزا ۸۲/۶-۸۱/۹ درصد تعیین شده است (عربلو، ۲۰۰۱؛ گروهن و زندر، ۱۹۸۹).

هیگز و همکاران (۱۹۹۵) ارزش پروتئینی کنجاله کانولا را برحسب شاخص اسیدهای آمینه ضروری برابر با ارزش پروتئینی آرد ماهی و بالاتر از ارزش پروتئینی کنجاله سویا و پنبه دانه بیان نمودند.

دانه‌های روغنی پس از غلات دومین ذخایر غذایی را تشکیل می‌دهند و کلزا از نظر مقدار تولید دانه روغنی، کنجاله و روغن خام به ترتیب در مقام سوم، دوم و سوم در سال زراعی ۲۰۰۲-۲۰۰۱ بوده است (حاجی زاده، ۲۰۰۳). بنابراین، دستیابی به تکنیک مناسب جهت تولید خوراک برای آبزیان و گسترش تکنولوژی‌های با قابلیت فراگیری عمومی برای این منظور ضرورتی انکارناپذیر است، در همین ارتباط تحقیقی جهت بررسی اثر جایگزینی پروتئین گیاهی کنجاله کانولا در سطوح ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد بجای آرد ماهی به همراه یک جیره شاهد بر عملکرد تولیدی قزل‌آلای رنگین کمان انجام پذیرفت.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز تکثیر و پرورش آبزیان اصفهان واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب غربی شهر اصفهان اجرا شد. تعداد ۲۱۶ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با وزن متوسط  $15 \pm 10$  گرم انتخاب و در ۱۸ وان (هر وان ۱۲ قطعه) با قطر دهانه ۷۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر (به حجم ۱۵۰ لیتر) و دبی آب ورودی ۰/۲ لیتر بر ثانیه جای گرفتند و 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 میلی‌گرم بر لیتر با استفاده از

(۱۹۹۸)، انرژی، قابلیت دسترسی پایین فسفر و اثرات متابولیکی عوامل ضد مغذی پروتئین‌های دیگر (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۱) را نیز نباید نادیده گرفت.

در ارزیابی کلی پتانسیل یک منبع جدید پروتئینی در جیره حیوانات باید ملاحظات ویژه‌ای در مورد قابلیت دسترسی، قیمت، ارزش غذایی (دانگ و همکاران، ۱۹۹۳؛ هیگز و همکاران، ۱۹۹۵) و قابلیت هضم (دانگ و همکاران، ۱۹۹۳) اعمال شود.

کنجاله کانولا از جمله منابع پروتئین گیاهی می‌باشد که جایگزین مناسبی بجای آرد ماهی است (هیگز و همکاران، ۱۹۹۵؛ بابل و همکاران، ۲۰۰۶). کلزا گیاهی است از خانواده چلیپائیان<sup>۱</sup> جنس براسیکا<sup>۲</sup> که به شکل وسیعی در کشورهایی مانند کانادا، آمریکا، هندوستان و چین کشت می‌گردد (عزیزی و همکاران، ۲۰۰۰). بنا 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 (هیگز و همکاران، ۱۹۹۵؛ ناچک و شهیدی، ۱۹۹۰).

میزان تولید کلزا در ایران در سال ۱۳۸۱ نسبت به سال ۱۳۷۵ حدود ۲۶ برابر رشد داشته است و سطح زیرکشت آن حدود ۲۰ برابر افزایش را نشان می‌دهد (صفاف، ۲۰۰۴). اکنون کلزای ایرانی با کیفیت تعریف شده برای کانولا، تولید می‌شود (صفاف، ۲۰۰۴).

کنجاله کانولا ۳۸-۳۲ درصد پروتئین، ۱/۷ درصد چربی، ۶/۸ درصد خاکستر، ۱۲ درصد فیبر و حدود ۳۴ درصد عصاره عاری از نیتروژن دارد که میزان پروتئین، چربی و خاکستر آن کمتر و میزان فیبر و عصاره عاری از نیتروژن آن بیشتر از آرد ماهی می‌باشد (هیگز و همکاران، ۱۹۹۵). بنابراین، براساس میزان پروتئین و انرژی، جایگزینی کامل کنجاله کانولا بجای آرد ماهی غیرعملی است (هیگز و همکاران، ۱۹۹۵).

ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد (مهرابی، ۲۰۰۰).

از کنجاله کانولا (حاوی ۱۲/۵ میکرومول گلوکوسینولات بر گرم ماده خشک) در ۵ سطح جایگزینی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد بجای آرد ماهی به همراه یک جیره شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار استفاده شد. تمام جیره‌ها انرژی<sup>۱</sup> و پروتئین<sup>۲</sup> یکسانی داشتند (جدول ۱).

میزان پروتئین و انرژی قابل سوخت و ساز مورد نیاز قزل آلا به ترتیب ۴۰ درصد و ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم در نظر گرفته شد (ان آر سی، ۱۹۹۳).

بعد از فرموله کردن جیره‌ها طبق احتیاجات غذایی ماهی (ان آر سی، ۱۹۹۳)، تجزیه تقریبی مواد مغذی جیره‌ها طبق روش آ او ای سی (آ او ای سی، ۱۹۹۰) صورت گرفت (جدول ۲).

از هر ۶ جیره آزمایشی به‌طور تصادفی نمونه‌برداری شد و پس از آسیاب بوسیله مولینکس مدل اس‌جی‌دی‌جی ساخت فرانسه، توزین و سپس با الک با شماره چشمه ۱ میلی‌متر غربال و سپس در آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت جهت رسیدن به وزن ثابت قرارداد شد. بعد از خشک شدن درصد رطوبت و ماده خشک محاسبه شد.

جهت تجزیه شیمیایی گوشت، ۲ قطعه ماهی از هر وان انتخاب گردید و از عضله ما بین باله پشتی و سرپوش آبششی نمونه برداری شد. نمونه‌های مربوط به ماهیان هر وان بوسیله مولینکس مدل اس‌جی‌دی‌جی ساخت فرانسه با هم مخلوط گردیدند و تا زمان تجزیه شیمیایی، در سردخانه بصورت منجمد (در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

برای انجام عمل تجزیه شیمیایی، نمونه‌های منجمد در

دمای معمولی آزمایشگاه نگهداری شدند تا از حالت انجماد خارج شوند و پس از توزین بوسیله ترازوی دیجیتال به دقت ۰/۰۱ گرم، در آون خلاء تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. نمونه‌های خشک شده با استفاده از مولینکس مدل اس‌جی‌دی‌جی ساخت فرانسه کاملاً آسیاب و سپس اجزای هر نمونه به‌طور کامل مخلوط گردیدند. هر وان یک تکرار در نظر گرفته شد. سپس درصد پروتئین خام، چربی، انرژی، خاکستر و فسفر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

درصد پروتئین خام (۶/۲۵ × نیتروژن) به روش کلدال و با استفاده از دستگاه مقدماتی تجزیه مد ان آ ۲۰۰۰، چربی به روش سوکسله، انرژی خام با استفاده از بمب کالریمتر مدل پار<sup>۳</sup>، خاکستر با سوزاندن در ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی، کلسیم بوسیله تیتراسیون با محلول پرمنگنات پتاسیم و کل فسفر به روش اسپکتروفتومتری ترکیب فسفووانا مولیبدات بعد از جمع‌آوری مواد معدنی و هضم اسیدی تعیین شد (آ او ای سی، ۱۹۹۰).

در روزهای اول و آخر آزمایش نمونه‌هایی از لاشه ماهیان هر وان تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد و در پایان دوره آزمایش نیز وزن کل بدن و وزن کبد برای محاسبه فاکتورهای مربوطه اندازه‌گیری شد.

گلوکوسینولات موجود در کنجاله کانولا در این تحقیق براساس روش اندازه‌گیری گلوکز<sup>۴</sup> حاصل از شکستن تیوگلوکوسید (گلوکوسینولات) توسط آنزیم مایروزیناز می‌باشد (کوئین سک و همکاران، ۱۹۹۱). مقدار گلوکوسینولات موجود در کنجاله کانولای مورد استفاده در این تحقیق ۱۲/۵ میکرومول بر گرم ماده خشک بود.

3- Elementary Analyser NA 2000

4- Parr

5- Glucose assay

1- Isoenergetic

2- Isonitrogenus

جدول ۱- ترکیب شیمیایی و اجزای تشکیل دهنده جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف کنجاله کانولا (بر حسب درصد).

اجزای جیره	شاهد	۱۰ درصد کنجاله	۲۰ درصد کنجاله	۳۰ درصد کنجاله	۴۰ درصد کنجاله	۵۰ درصد کنجاله
آرد ماهی	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵
کنجاله کانولا	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
پودر گوشت	۱۳/۱۶	۱۵/۹	۱۹/۵۱	۲۲/۵	۲۵/۷	۲۹
گندم	۲	۱/۶۴	۱/۵	۲	۱/۵	۱/۵
ذرت	۲۶/۵	۲۴	۱۹/۴۳	۱۸/۸۹	۱۲/۵۶	۹/۱۱
ملاس	۲	۲	۲	۲	۲	۲
روغن ذرت	۴	۴	۵	۵	۵/۵۱	۵/۵۱
متیونین (۰/۹۹)	۰/۶۹	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۹۴
لیزین (۰/۹۸/۵)	۰/۴۹	۰/۵۶	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۸	۰/۷۸
مکمل**	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷
کولین (۰/۷۰)	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶
ویتامین ای	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
ویتامین سی	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
نمک	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷

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

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی خوراک‌ها (بر حسب درصد).

جیره	ماده خشک	پروتئین	چربی	خاکستر	کلسیم	فسفر	عصاره بدون ازت	فیبر	انرژی (کیلوکالری بر کیلوگرم)
شاهد	۹۴/۸	۴۰/۱	۱۲	۱۶	۳/۳	۱/۶۵	۲۵/۲۳	۱/۴۷	۳۶۹۴
۱۰ درصد کنجاله کانولا	۹۵	۴۰	۱۰/۶	۱۴	۲/۶۵	۱/۳۵	۲۸/۴۲	۱/۹۸	۳۶۹۵
۲۰ درصد کنجاله کانولا	۹۴/۸	۴۰/۱	۱۱/۲	۱۶	۳/۲	۱/۴	۲۵/۰۴	۲/۴۶	۳۶۹۵
۳۰ درصد کنجاله کانولا	۹۳/۸	۴۰	۱۱	۱۳	۲/۶	۱/۲	۲۶/۸۴	۲/۹۶	۳۶۹۶
۴۰ درصد کنجاله کانولا	۹۴/۶	۴۰/۱	۱۲/۹	۱۵	۳	۱/۳	۲۳/۲۳	۳/۴۷	۳۶۹۶
۵۰ درصد کنجاله کانولا	۹۴/۸	۴۰	۱۳/۵	۱۵	۳	۱/۴	۲۲/۳۱	۳/۹۹	۳۶۹۵

کربن ( میلی گرم بر لیتر)، ۸۸-۹۹: درجه اشباع اکسیژن (درصد)، کمتر از ۰/۰۱ = آمونیاک (میلی گرم بر لیتر).

معیارهای تعیین عملکرد جیره شامل موارد زیر است (بورل a و b ۲۰۰۱ و ۲۰۰۱؛ راسموسن، ۲۰۰۱):

طول دوره (روز) / (وزن اولیه به گرم) - (وزن ثانویه به گرم) × ۱۰۰ = (درصد) شاخص رشد روزانه

(مقدار افزایش وزن در طول دوره آزمایش به گرم) / (مقدار غذای خشک در طول دوره آزمایش به گرم) = ضریب تبدیل غذا

{ دوره آزمایش (وزن متوسط به گرم) / (غذای خورده شده بر اساس ماده خشک به گرم) × ۱۰۰ = (درصد) مصرف اختیاری غذا عناصر مغذی مصرف شده (گرم) / { عناصر مغذی اولیه لاشه × وزن اولیه (گرم) - عناصر مغذی ثانویه لاشه × وزن ثانویه (گرم) } × ۱۰۰ = (درصد) راندمان جذب عناصر مغذی

{ وزن بدن (گرم) / وزن کبد (گرم) } × ۱۰۰ = (درصد) شاخص کبدی

{ طول بدن (سانتی متر) / وزن (گرم) } × ۱۰۰ = (درصد) شاخص وضعیت

میانگین معیارهای فیزیکی و شیمیایی آب ورودی به استخرها در طول مدت آزمایش از این قرار تعیین گردید:

pH: ۷/۵-۸، اکسیژن محلول (میلی گرم بر لیتر)، ۷-۹/۵؛ دمای آب (سانتی گراد)، ۱۴-۱۲/۱؛ دی اکسید

در پایان دوره آزمایش یک ساعت بعد از وعده غذایی صبح، خونگیری از ماهیان با استفاده از سرنگ‌های ۲/۵ سی‌سی و بدون استفاده از مواد ضد انعقاد (به تعداد ۲ قطعه ماهی به ازای هر وان) انجام گرفت (بورل و همکاران، ۲۰۰۱).

سرم نمونه‌های خون با استفاده از سانتریفوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه جدا گردید و تا انجام آزمایش‌های مورد نظر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

برای تعیین هورمون‌های تیروکسین، تری‌یدوتیرونین از روش الیزا<sup>۱</sup> (نصیری و همکاران، ۱۹۸۸) و به ترتیب از کیت‌های تیروکسین و تری‌یدوتیرونین که محصول مشترک شرکت شیمی دارویی داروپخش (سهامی عام) و شرکت تولیدی-تحقیقاتی پیشتاز طب زمان بودند، استفاده گردید.

در پایان آزمایش، نتایج حاصله با استفاده از روش آنالیز واریانس یک طرفه و نرم‌افزار اس‌ای‌اس (اس‌ای‌اس، ۱۹۹۳) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

## نتایج

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود وزن نهایی و شاخص رشد روزانه جیره‌های حاوی کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر و با جیره شاهد نشان ندادند ( $P > 0/05$ ) اگرچه وزن نهایی و شاخص رشد روزانه جیره‌های حاوی کنجاله کانولا به‌طور متوسط به ترتیب ۱۳ و ۰/۶۶ درصد کمتر از جیره شاهد بود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که جایگزینی کنجاله کانولا بجای آرد ماهی در جیره باعث افزایش کمی در ضریب تبدیل غذا نسبت به جیره شاهد شد (جدول ۳) که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با جیره شاهد نداشت ( $P > 0/05$ ).

هر چند جیره‌های حاوی سطوح ۱۰ تا ۵۰ درصد کنجاله کانولا بجای آرد ماهی مقادیر بالاتری مصرف اختیاری غذا (از ۱/۷۰ تا ۱/۷۴ درصد وزن بدن در روز) را نسبت به جیره شاهد (۱/۷۱ درصد وزن بدن در روز) نشان دادند (جدول ۳) ولی این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ).

شاخص وضعیت جیره‌های حاوی کنجاله کانولا (۱/۷۰ تا ۱/۷۴ درصد) بیشتر از جیره شاهد (۱/۶۶ درصد) بود (جدول ۳). این افزایش تفاوت آماری معنی‌داری با جیره شاهد (بجز جیره ۲۰ درصد) داشت ( $P < 0/05$ ).

همانگونه که در جدول ۴ ارائه شده است، مقایسه میزان جذب نیتروژن، فسفر و انرژی جیره‌های حاوی کنجاله کانولا با یکدیگر و با جیره شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

با توجه به نتایج بدست آمده ملاحظه می‌گردد (جدول ۴) که شاخص کبدي جیره شاهد (۲/۴۶ درصد) تفاوت آماری معنی‌داری را با شاخص کبدي جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله کانولا (۱/۸۴ درصد) نشان داد ( $P < 0/05$ ) ولی بقیه جیره‌های آزمایشی حاوی کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری را با جیره شاهد نشان ندادند ( $P > 0/05$ ).

جیره‌های حاوی کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری را بر غلظت هورمون‌های تری‌یدوتیرونین و تیروکسین با جیره شاهد ایجاد نکردند ( $P > 0/05$ ) (جدول ۴). هر چند مقدار غلظت هورمون تری‌یدوتیرونین در جیره‌های حاوی کنجاله کانولای جایگزین شده به جز جیره حاوی ۵۰ درصد در بقیه جیره‌ها (۱/۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر) نسبت به جیره شاهد (۱/۸ نانوگرم بر میلی‌لیتر) به مقدار جزئی بیشتر بود ولی این تفاوت در مقدار از نظر آماری معنی‌دار نبود هر چند غلظت هورمون تیروکسین سرم خون ماهیان جیره حاوی ۴۰ درصد کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری را با جیره‌های حاوی ۳۰، ۱۰ و ۵۰ درصد کنجاله کانولا نشان داد ( $P < 0/05$ ).

در جدول ۴ مشاهده می‌شود که جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری را بر نسبت غلظت هورمون‌های تری‌یدوتیرونین به تیروکسین با جیره شاهد و دیگر جیره‌های آزمایشی حاوی ۴۰، ۳۰، ۱۰ و ۵۰ درصد کنجاله کانولا نشان داد ( $P < 0/05$ ) ولی بقیه جیره‌های حاوی کنجاله کانولا با یکدیگر و با جیره شاهد باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری نشد ( $P > 0/05$ ).

### بحث

پژوهش حاضر با یافته‌های تسکر دزیک و همکاران (۱۹۹۵)، بورل و همکاران (۲۰۰۱) و تیسن و همکاران (۲۰۰۳) مبنی بر استفاده از حداکثر ۲۰ درصد کنجاله کانولا در جیره قزل‌آلا مطابقت ندارد ولی با نتایج بیل و همکاران (۲۰۰۵) و بابیل و همکاران (۲۰۰۶) استفاده از حداکثر ۴۰ درصد کنجاله کانولا در جیره قزل‌آلا را تائید می‌کند که این امر می‌تواند با مقدار کم گلوکوسینولات، مقدار فیبر و یا قابلیت بالای هضم ماده خشک در جیره تحقیق حاضر مرتبط باشد.

تحقیق حاضر با نتایج گزارش آرزول و همکاران (۱۹۹۸) دال بر اینکه ماهیانی که از مقادیر یکسانی پروتئین و مقادیر بالایی چربی و کربوهیدرات تغذیه می‌کنند، شاخص رشد روزانه مشابهی را نشان می‌دهند و ضریب تبدیل غذا در آنها افزایش می‌یابد؛ همخوانی دارد. در تحقیق حاضر جیره‌های حاوی کنجاله کانولا بر شاخص رشد روزانه تأثیری نداشت ولی مقدار ضریب تبدیل غذا را نسبت به جیره شاهد افزایش داد.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج مک کوردی (۱۹۹۲)، شهیدی و ناچک (۱۹۹۲) و هیگز و همکاران (۱۹۹۵) همخوانی ندارد. نامبردگان استفاده بیش از ۲۰ درصد کنجاله کانولا در جیره آزادماهیان را به دلایل افزایش سیناپین، افزایش اسید فیتیک، فیبر جیره، تولیدات هیدرولیزی ناشی از گلوکوسینولات و ترکیبات کربوهیدراتی قابل هضم جیره به بالای ۲۰ درصد را - که باعث کاهش رشد و افزایش ضریب تبدیل غذا می‌شود- توصیه نکردند.

افزایش ضریب تبدیل غذا در جیره‌های دارای کنجاله کانولا طبق گزارش هیگز و همکاران (۱۹۹۵) به دلیل وجود فیبر به تنهایی و یا همراه با فیتات می‌باشد که بیشترین تأثیر را بر کاهش قابلیت هضم کنجاله کانولا و افزایش ضریب تبدیل غذا در قزل‌آلا دارد. آزدو و همکاران (۲۰۰۴) نیز افزایش ضریب تبدیل غذا را به دلیل مصرف پروتئین جیره (اسیدهای آمینه) در حد کمتر از مقدار مورد نیاز برای تولید پروتئین در شرایط پرورشی گزارش کردند.

کلارک و همکاران (۱۹۹۴) و تیسن و همکاران (۲۰۰۳) نیز، کاهش خوشخوراکی جیره‌های حاوی کنجاله کانولا را بخاطر تخریب احتمالی یا تغییر اسیدهای آمینه در گیر در تحریک چشایی ماهی در طی فرآیند تهیه روغن از دانه کانولا اعلام کردند اگرچه راسموسن و همکاران (۲۰۰۱) اعلام کردند که فاکتورهایی مثل رنگ، بو و بافت جیره فاکتورهایی با اهمیت اندک در تهیه جیره ماهیان هستند.

جدول ۳- اثر جایگزینی کنجاله کانولا بر وزن، شاخص رشد روزانه، ضریب تبدیل غذا، شاخص وضعیت و مصرف اختیاری غذا.

جیره	وزن (گرم)		شاخص رشد روزانه (درصد در روز)	ضریب تبدیل غذا	مصرف اختیاری غذا (درصد وزن بدن در روز)	شاخص وضعیت (درصد)
	اولیه	نهایی				
شاهد	۱۰/۱/۲	۲۶۷/۱۷ <sup>a</sup>	۵/۸۴ <sup>a</sup>	۱/۲۲ <sup>a</sup>	۱/۷۱ <sup>abc</sup>	۱/۶۶ <sup>c</sup>
۱۰ درصد کنجاله	۱۰/۱/۱	۲۴۷/۲۳ <sup>a</sup>	۵/۳۵ <sup>ab</sup>	۱/۲۳ <sup>a</sup>	۱/۷۲ <sup>ab</sup>	۱/۷۱ <sup>ab</sup>
۲۰ درصد کنجاله	۱۰/۱/۲	۲۴۶/۳۰ <sup>a</sup>	۵/۳۲ <sup>ab</sup>	۱/۲۵ <sup>ab</sup>	۱/۷۴ <sup>a</sup>	۱/۷۰ <sup>abc</sup>
۳۰ درصد کنجاله	۱۰/۱/۱	۲۳۰/۳۰ <sup>a</sup>	۵/۳۰ <sup>ab</sup>	۱/۲۹ <sup>ab</sup>	۱/۷۰ <sup>bc</sup>	۱/۷۴ <sup>a</sup>
۴۰ درصد کنجاله	۱۰/۱/۲	۲۲۸/۶۷ <sup>a</sup>	۴/۹۳ <sup>ab</sup>	۱/۳۵ <sup>ab</sup>	۱/۷۲ <sup>ab</sup>	۱/۷۴ <sup>a</sup>
۵۰ درصد کنجاله	۱۰/۱/۰	۲۲۸/۰۰ <sup>a</sup>	۴/۹۹ <sup>ab</sup>	۱/۴۰ <sup>ab</sup>	۱/۷۳ <sup>a</sup>	۱/۷۲ <sup>ab</sup>

\* ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند ( $P > 0/05$ ).

کاهش مقدار مصرف اختیاری غذا در جیره حاوی ۳۰ درصد کنجاله کانولای جایگزین نسبت به بقیه جیره‌های آزمایشی طبق گزارش ماوسون و همکاران (۱۹۹۳) به دلیل وجود پروتئین یا سیناپین یا تانن می‌باشد که همه موارد مذکور بر خوشخوراکی جیره‌ها اثر می‌گذارند. واکنش ماهی به مصرف مواد مذکور مشابه حیوانات خشکی زی است.

افزایش مقدار مصرف اختیاری غذا در جیره‌های آزمایشی طبق گزارش آزدو و همکاران (۲۰۰۴) به دلیل افزایش مصرف غذا با جیره‌های با محتوی انرژی یکسان در قزل‌آلاست. هنگامی که پروتئین جیره توسط چربی و کربوهیدرات جایگزین شود، تقاضای میزان عناصر مغذی نسبت به تنظیم مقدار غذا بر حسب نیاز انرژی ارجحیت دارد. افزایش مصرف غذا همراه با کاهش مقدار پروتئین قابل هضم جیره حاکی از این است که جیره‌ها با کاهش مقدار پروتئین قابل هضم در یک یا چند اسید آمینه برای رسیدن به بیشترین رشد کمبود دارند و این بدین دلیل است که اسیدهای آمینه نقش مهمتری در تامین نیازهای انرژی قزل‌آلا نسبت به دیگر آزاد ماهیان دارد. نامبرندگان بیان کردند که با افزایش ضریب تبدیل غذا مقدار مصرف غذا نیز بیشتر می‌شود. با توجه به اینکه عملکرد رشد بین جیره‌ها مشابه بود، وجود عوامل ضد مغذی باعث این

افزایش شده است اگر چه بین جیره‌های حاوی کنجاله با شاهد تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج شیر محمد و همکاران (۱۹۹۸) همخوانی ندارد. آنها بیان کردند که منابع پروتئین گیاهی (کنجاله‌های سویا، آفتابگردان و پنبه دانه) جایگزین آرد ماهی در جیره قزل‌آلا آزمایش تفاوت آماری معنی داری در مقایسه با جیره شاهد ایجاد نکرد. فزونی شاخص وضعیت جیره‌های حاوی کنجاله کانولای جایگزین نسبت به جیره شاهد می‌تواند به دلیل تغذیه خوب و همچنین وضعیت خوب ماهیان در طول دوره آزمایش باشد.

مقدار بالای جذب نیتروژن و انرژی در جیره‌های حاوی کنجاله کانولا با توجه به گزارش‌های مورالز و همکاران (۱۹۹۴) و آزدو و همکاران (۲۰۰۴)، بدین مفهوم است که قسمت کمتری از انرژی برای متابولیسم ماهی مصرف می‌شود و مقدار بیشتری صرف رشد می‌گردد. جذب بالای نیتروژن نیز حاکی از آن است که تبدیل اسیدهای آمینه جیره به پروتئین لاشه افزایش یافته است. دامنه مطلوب نسبت پروتئین قابل هضم به انرژی قابل هضم برای افزایش وزن و راندمان جذب موثر نیتروژن را در قزل‌آلای جوان بین ۱۸-۲۴ گرم بر مگاژول اعلام کردند.

جدول ۴- اثر جایگزینی کنجاله کانولا بر جذب عناصر مغذی (نیتروژن، فسفر و انرژی)، شاخص کبدی، هورمون‌های تری‌یدوتیرونین، تیروکسین و نسبت تری‌یدوتیرونین به تیروکسین.

جیره	جذب (درصد از مقدار مصرفی)			شاخص کبدی (درصد)	غلظت (نانوگرم بر میلی‌لیتر)		نسبت تری‌یدوتیرونین به تیروکسین
	نیتروژن	فسفر	انرژی		تری‌یدوتیرونین	تیروکسین	
شاهد	۲۷/۹۸ <sup>a</sup>	۱۰/۱۷ <sup>a</sup>	۳۲/۹۰ <sup>a</sup>	۲/۴۶ <sup>a</sup>	۱/۸۱ <sup>a</sup>	۷/۰ <sup>ab</sup>	۰/۲۶ <sup>b</sup>
۱۰ درصد کنجاله	۲۹/۷۳ <sup>a</sup>	۱۳/۶۹ <sup>ab</sup>	۳۱/۹۴ <sup>a</sup>	۱/۸۴ <sup>b</sup>	۱/۸۹ <sup>a</sup>	۹/۱ <sup>a</sup>	۰/۲۰ <sup>b</sup>
۲۰ درصد کنجاله	۲۸/۹ <sup>a</sup>	۱۲/۱۷ <sup>ab</sup>	۳۱/۰۴ <sup>a</sup>	۲/۲۹ <sup>ab</sup>	۱/۹۱ <sup>a</sup>	۴/۸ <sup>ab</sup>	۰/۳۹ <sup>a</sup>
۳۰ درصد کنجاله	۲۸/۵۵ <sup>a</sup>	۱۰/۴۸ <sup>a</sup>	۳۳/۶۹ <sup>a</sup>	۲/۲۰ <sup>ab</sup>	۱/۸۵ <sup>a</sup>	۸/۳ <sup>a</sup>	۰/۲۲ <sup>b</sup>
۴۰ درصد کنجاله	۳۲/۷۰ <sup>a</sup>	۱۱/۵۱ <sup>a</sup>	۳۲/۳۸ <sup>a</sup>	۲/۱۶ <sup>ab</sup>	۱/۸۶ <sup>a</sup>	۲/۶ <sup>b</sup>	۰/۷۱ <sup>ab</sup>
۵۰ درصد کنجاله	۳۲/۴۱ <sup>a</sup>	۹/۲۷ <sup>a</sup>	۳۱/۹۱ <sup>a</sup>	۲/۲۱ <sup>ab</sup>	۱/۶۲ <sup>a</sup>	۷/۸ <sup>a</sup>	۰/۲۰ <sup>ab</sup>

\*\*\*ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری تفاوتی با هم ندارند ( $P > 0.05$ ).

نتایج تحقیق حاضر، نتایج گزارش بورل و همکاران (۲۰۰۱) و بابیل و همکاران (۲۰۰۶) را تأیید می‌کند. بر اساس نتایج کار نامبردگان که بیان کردند استفاده از کنجاله کانولا (حاوی ۲۶ میکرومول گلوکوسینولات بر گرم ماده خشک) تا سطح ۴۶ درصد در جیره قزل آلا تفاوت آماری معنی‌داری بر جذب فسفر و انرژی ندارد، در تحقیق حاضر جذب بالاتر فسفر جیره‌های مورد آزمایش نسبت به جیره شاهد را می‌توان در راستای مقدار کم فیتات در جیره‌های حاوی کنجاله کانولا بیان نمود.

از طرفی بل و همکاران (۱۹۹۳) نیز بیان نمودند که عواملی مانند درصد الیاف، پروتئین و چربی کنجاله کانولا بر مقدار انرژی متابولیسمی آن موثر است. این عوامل خود نیز تحت تاثیر وارسته، کیفیت دانه و روش‌های فرآوری استخراج روغن می‌باشند.

طبق گزارش‌های ایلز (۱۹۹۳)، مک کنزی (۱۹۹۸) و بابیل و همکاران (۲۰۰۶) تفاوت آماری معنی‌دار در جیره‌های حاوی کنجاله کانولا نسبت به جیره شاهد مشاهده نشد. نامبردگان بیان کردند که کربوهیدرات تنظیم‌کننده مهمی بر ترشح تیروکسین است. در ضمن پروتئین نیز به عنوان سیگنال عمل می‌کند تا تیروکسین را به شکل تری‌یدوتیرونین فعال کند. با توجه به محتوی نیتروژن یکسان جیره‌ها، احتمالاً شباهت ترکیب اسید آمینه کنجاله کانولا با آرد ماهی باعث عدم تحریک تری‌یدوتیرونین شده است.

از طرفی عدم تفاوت آماری معنی‌دار بر غلظت تری‌یدوتیرونین نسبت به جیره شاهد طبق استنباط بورل و همکاران (۲۰۰۱) و (۲۰۰۰ a,b)، کامرون و همکاران (۲۰۰۲) و بابیل و همکاران (۲۰۰۶) مربوط به نقش آنزیم دیودیناز در تنظیم غلظت تری‌یدوتیرونین پلاسمای خون ماهیان مصرف‌کننده از جیره‌های حاوی کنجاله کانولا

می‌باشد که کاهش غلظت تیروکسین و تری‌یدوتیرونین به غلظت تولیدات هیدرولیزی گلوکوسینولات در این نوع جیره‌ها وابسته است و تغییر در فعالیت این آنزیم به جبران کمبود غلظت هورمون تری‌یدوتیرونین کمک می‌کند.

نتایج تحقیق حاضر، گزارش بورل و همکاران (۲۰۰۱)، بیل و همکاران (۲۰۰۵) و بابیل و همکاران (۲۰۰۶) را تأیید می‌کند که کاهش غلظت تری‌یدوتیرونین حداقل باعث کاهش رشد، کاهش استفاده از پروتئین، انرژی و فسفر جیره می‌شود. از آنجا که در این تحقیق نیز تفاوتی بین تأثیر جیره‌های حاوی این کنجاله با جیره شاهد بر غلظت تری‌یدوتیرونین و جذب نیتروژن، فسفر و انرژی مشاهده نشد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مقدار گلوکوسینولات موجود در کنجاله تحقیق حاضر در حدی نبوده که بر محورهیپوتالاموس-هیپوفیز-تیروئید تاثیر بگذارد.

در مجموع، جایگزینی کنجاله کانولا (حاوی ۱۲/۵ میکرومول بر گرم ماده خشک) تا سطح ۴۰ درصد به دلیل بهبود جذب نیتروژن و بهبود عملکرد ماهی قزل‌آلا امکان‌پذیر می‌باشد.

### سپاسگزاری

از اداره کل شیلات اصفهان که امکان اجرای این طرح را فراهم نمودند و پرسنل محترم ایستگاه تکثیر و پرورش آبزیان اصفهان تقدیر و تشکر به عمل می‌آید. از محققین خارج از کشور خصوصاً دکتر هیگز و ایلز که در تهیه مقالات و کتب مربوطه به اینجانب کمک فراوان نمودند، نیز تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

### منابع

- Hajizadeh, A. 2003. Assessment of position of oil seeds on national economic. Monthly magazine of industry oil and oil seeds. Jan. 11-14.
- Shirmohamad, F. 1998. Replacement of fish meal by different sources of plant protein in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). MSc Thesis. Isfahan University of technology. 94 pp.



3. Safamehr, H. 2004. Use of canola meal in the nutrition of domestic animals, poultry and fish. New community Press. 56 pp.
4. Arabloo, A. 2001. Effect of canola meal in diet of laying hens. M.Sc. thesis. Azad university of Khorasgan. 79 pp.
5. Azizi, M., Soltani, A., and Khavari Khorasani, S. 2000. Colza–Physiology–Cultivation–Biotechnology. Mashhad Jahad daneshgahi Press. 230-235.
6. Mehrabi, Y. 2000. Primary study of stunning effect of Mikhak tree flower on rainbow trout. *Pazouhesh-va-Sazandegi*, 40:18-25.
7. Nasiri, M., Hemmati, P., and Nejat, R. 1988. Endocrinology. Jahad daneshgahi press. Tehran human science university. 370pp.
8. Association of official analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. Washington DC. 580pp.
9. Arzel, J., Metailler, R., Legal, P., and Guillaume, J. 1998. Relationship between ration size and dietary protein level varying at the expense of carbohydrate and lipid in triploid brown trout fry (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 162: 259-268.
10. Azevedo, P.A., Lesson, S., Cho, C.Y., and Bureau, D.P. 2004. Growth, nitrogen and energy utilization of juvenile from four salmonid species: diet, species and size effects, *Aquaculture*, 234:393-414.
11. Babil, H., Boujard, T., and Safari, O. 2006. Effect of canola meal on Thyroid status and Nutrient absorption in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *General and comparative Endocrinology*, 206: 287-299.
12. Bill, G., Boujard, T., and Safari, O. 2005. Effect of canola meal on Growth and Feed utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *General and comparative Endocrinology*, 184: 343-358.
13. Bell, J.M. 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal. A review. *Can. J. Animal Sci.*, 73: 679-697.
14. Burel, C., Boujard, T., Kaushik, S.J., Boeuf, G., VanDer Geyten, S., Mol, K.A., Kuhn, E.R., Quinsac, A., Krouti, M., and Ribailier, 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.
15. Burel, C., Boujard, T., Tulli, F., and Kaushik, S.J. 2000b. Digestibility of extruded peas, extruded lupin and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 188: 285-298.
16. Burel, C., Boujard, T., Kaushik, S.J., Boeuf, G., VanDer Geyten, S., Mol, K.A., Kuhn, E.R., Quinsac, A., Krouti, M., and Ribailier, 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.
17. Cameron, C., Gurure, R., Reddy, K., Moccia, R., and Leatherland, J. 2002. Correlation between dietary lipid: protein ratio and plasma growth and thyroid hormone levels in juvenile Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture Research*, 33:383-394.
18. Clarke, W.C., Virtanen, E., Blackburn, J., and Higgs, D.A. 1994. Effects of dietary betaine/amino acid additive on growth and seawater adaptation in yearling Chinook salmon. *Aquaculture*, 121:137-145.
19. Da Silva, J.G., and Oliva-Teles, A., 1998. Apparent digestibility coefficient of feedstuffs in seabass (*Dicentrarchus labrax*) juvenile. *Aquatic living resources*, 11: 187-191.
20. Dong, F.M., Hardy, R.W., Haard, N.F., Barrow, F.T., Rasco, B.A., Fairgrieve, W.T., and Foster, I.P. 1993. Chemical composition and protein digestibility of poultry By-products meals for salmonid diets, *Aquaculture*, 116:149-158.
21. Eales, J.G., and Brown, S.B. 1993. Measurement and regulation of thyroid status in teleost fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 3:299-347.
22. Francis, G., Makkar, H.P.S., Becker, K. 2001. Ant nutritional factors present in plant-derived alternative fish feed ingredient and their effects in fish. *Aquaculture*, 199:197-227.
23. Gruhn, K., and Zender, R. 1989. Comparison of digestibility of crude nutrients and amino acids from rapeseed oil meal and expeller of various origins in colotomised laying hens. *Arch. Anim. Nutr.* 39:911-920.

24. Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. Auburn University, Van Nostrand Reinhold, New York, 260pp.
25. Mackenzie, D.S., VanPutte, C.M., and Leiner, K.A. 1998. Nutrient regulation of endocrine function in fish. *Aquaculture*, 161:3-25.
26. Mawson, R., Heaney, R.K., Zdunczyk, Z., and Kozloska, H. 1993. Rapeseed meal-Glucosinolates and their antinutritional effects. Part I. Rapeseed production and chemistry of glucosinolates. *Nahrung*, 37:131-140.
27. McCurdy, S.M., and March, B.E. 1992. Processing of canola meal for incorporation in trout and salmon diets. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69:213-220.
28. Morales, A.E., Gardenete, G., De la Higuera, M., and Sanz, A. 1994. Effects of dietary protein source on growth, Feed conversion and energy utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), 124:117-126.
29. Murai, T. 1992. Protein nutrition of rainbow trout. *Aquaculture*, 100:191-207.
30. Naczki, M., and Shahidi, F. 1990. Canola and rapeseed: Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology, edited by Shahidi, F. and Reinhold, N., New York, pp.335.
31. NRC (National Research Council, USA). 1993. Nutrient Requirements of fish. National Academy of sciences, Washington.
32. Quinsac, A., Ribaillet, D., Elfakir, C., Lafosse, M., and Dreux, M. 1991. A new approach to the study of glucosinolate by isocratic liquid chromatography: Part I. Rapid determination of desulfated derivatives of rapeseed glucosinolates. *J. Assoc. off. Anal. chem.*, 74: 932-939.
33. Rasmussen, R.S. 2001. Quality of farmed salmonid with emphasis on proximate composition, yield and sensory characteristics (review). *Aquaculture Research*, 32: 767-786.
34. SAS, Institute. 1993. SAS user's guide: Statistic. sas inst, Inc Cary, NC.
35. Shahidi, F., and Naczki, M. 1992. An overview of the phenolics of canola and rapeseed: Chemical sensory and nutritional significance. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69: 917-924.
36. Teskeredzic, Z., Higgs, D.A., and Dosanjh, B.S. 1995. Assessment of undephytinized and dephytinized rapeseed protein concentrate as sources of dietary protein for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 131:261-277.
37. 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*, 9(2):67-75.

**Effect of fish meal replacement by canola meal on growth, nutrient retention and thyroid hormones in the diet of grow-out rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**

**\*O. Safari<sup>1</sup>, F. Boldaji<sup>2</sup>, A. Hajimoradloo<sup>3</sup>, F. Yaghmaei<sup>4</sup> and S.K. Allameh<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Former M.Sc. Student Dept. of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, <sup>2</sup>Prof. Dept. of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, <sup>3</sup>Associate Prof. Dept. of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, <sup>4</sup>Assistant Prof. of Dept. of statistics Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, <sup>5</sup>Instructor, Agricultural Research Center, Iran

---

---

**Abstract**

A 56 days feeding trial was conducted with rainbow trout to examine the effects of partial substitution of canola meal (containing 12.5  $\mu\text{mol}$  Glucosinolate/g DM) with fish meal in diets. Canola meal was substituted by fish meal at 5 levels 10,20,30,40 and 50 percentage. Each diet was assigned to triplicate groups in completely randomized designs with a control diet. Diets were isonitrogenous and are energetic. Two hundred and sixteen fishes were used in this trial. Twelve fishes were randomly assigned to each of 18 plastic tanks and were acclimated in these plastic tanks to the experimental conditions two weeks before treatments began. This substitution caused no significant differences in all the criteria measured with control diet (with the exception of condition factor). The results of present experiment showed that 40 percent canola meal substitution is feasible to replace by fish meal because of improvement of nitrogen retention and growth in rainbow trout. Substitution of canola meal to 50 percent caused no significant difference in  $T_4$ ,  $T_3$  concentrations and  $T_3/T_4$  ratio. These results showed that canola meal by way of vegetable protein source is suitable substitution for fish meal in the diet of rainbow trout.

**Keywords:** Rainbow trout; Canola meal; Growth; Throxine; Triiodothyronine.