مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد چهاردهم، شماره پنجم، آذر ـ دی ۱۳۸٦
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

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

***امید صفری[۱]، فتح‌اله بلداجی[۲]، عبدالمجید حاجی مرادلو[۳]، فرهاد یغمایی[۴] و سید کمال الدین علامه[۵]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استاد گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استادیار گروه آمار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۵]مربی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان،

تاریخ دریافت: ۸٤/۳/۲۳ ؛ 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، ٤۰ 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 ۲۱٦ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان انتخاب و در ۱۸ وان (هر وان ۱۲ قطعه ماهی) جای گرفتند و پس از دو هفته سازگاری، به‌مدت ٥٦ روز با ٦ جیره آزمایشی تغذیه شدند. این جایگزینی سبب ایجاد تفاوت آماری معنی‌داری در معیارهای مورد نظر در مقایسه با جیره شاهد (بجز شاخص وضعیت) نشد. نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی کنجاله کانولا تا سطح ٤۰ درصد به‌دلیل بهبود جذب نیتروژن و بهبود عملکرد ماهی قزل‌آلا امکان‌پذیر است. استفاده از کنجاله کانولا تا سطح ۵۰ درصد جایگزینی باعث ایجاد تفاوت آماری معنی‌داری با جیره شاهد بر غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری یدو تیرونین و نسبت تری‌یدوتیرونین به تیروکسین نشد. این نتایج نشان می‌دهد که کنجاله کانولا به‌عنوان یک منبع پروتئین گیاهی، جایگزین مناسبی برای آرد ماهی در جیره قزل آلای رنگین کمان می‌باشد.

***واژه‌های کلیدی:*** قزل‌آلا، کنجاله کانولا، رشد، تیروکسین، تری یدوتیرونین

## مقدمه

در پرورش قزل‌آلا، غذا تقریباً نصف هزینه‌های تولیدی را شامل می‌شود (هیگز و همکاران، ۱۹۹۵). منابع پروتئینی جیره ٦۷ درصد هزینه غذا را تشکیل می‌دهد (هیگز و همکاران، ۱۹۹۵). به خاطر خوشخوراکی و ارزش غذایی بالای آرد ماهی، ۲۵ تا ٦۵ 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، به‌منظور 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،

*- مسئول مکاتبه: omid_safary@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

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؛ بابیل و همکاران، ۲۰۰۶). کلزا گیاهی است از خانواده چلیپائیان[1] جنس براسیکا[2] که به‌شکل 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 (صفافر، ۲۰۰۴). اکنون کلزای ایرانی با کیفیت تعریف شده برای کانولا، تولید می‌شود (صفافر، 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).

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 (مک کردی 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 به‌ترتیب 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 ۴۰،۳۰،۲۰،۱۰ و ۵۰ درصد بجای آرد ماهی به همراه یک جیره شاهد بر عملکرد تولیدی قزل آلای 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 ۱۵±۱۰۰ گرم انتخاب و در ۱۸ وان (هر وان ۱۲ قطعه) با قطر دهانه ۷۰سانتی‌متر 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

1-*Crucifera*
2-*Brassica*

Archive of SID

www.SID.ir

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

از کنجاله کانولا (حاوی۱۲/۵ میکرومول گلوکوسینولات بر گرم ماده خشک) در ۵ سطح جایگزینی ۱۰،۲۰،۳۰،۴۰ و۵۰ درصد بجای آرد ماهی به همراه یک جیره شاهد در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار استفاده شد. تمام جیره‌ها انرژی[1] و پروتئین[2] یکسانی داشتند (جدول ۱).

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

بعد از فرموله کردن جیره ها 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 (جدول۲).

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 درآون ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت جهت رسیدن به وزن ثابت قرارداده 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 اس جی دی جی ساخت فرانسه با هم مخلوط گردیدند و تا زمان تجزیه شیمیایی، در سرد خانه 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 دیجیتالی 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 گریدند. 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) به‌روش کلدال و با استفاده از دستگاه مقدماتی تجزیه مد ان آ۲۰۰۰[3]، چربی به‌روش سوکسله، انرژی خام با استفاده از بمب کالریمتر مدل پار[4]، خاکستر با سوزاندن در۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی، کلسیم بوسیله تیتراسیون با محلول پرمنگنات پتاسیم و کل فسفر به‌روش 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[5] 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.

1- Isoenergetic
2- Isonitrogenus

3- Elementary Analyser NA 2000
4- Parr
5- Glucose assay

Archive of SID

www.SID.ir

**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(۹۹٪) | ۰/۶۹ | ۰/۷۴ | ۰/۷۹ | ۰/۸۴ | ۰/۸۹ | ۰/۹۴ |
| لیزین(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(۷۰٪) | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ | ۰/۳۶ |
| ویتامین ایی | 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 ، ۱۰۰میلی‌گرم؛ روی، ۶۰میلی‌گرم؛ آهن، ۴۰ میلی‌گرم؛ مس، ۵ میلی‌گرم؛ کبالت، ۰/۱میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ آنتی اکسیدان،۱۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین ایی،۳۰ میلی‌گرم؛ ویتامین کا، ۳ میلی‌گرم؛ تیامین، ۲میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۷ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۳میلی‌گرم؛ پانتوتنیک اسید، ۱۸میلی‌گرم؛ نیاسین،۴۰میلی‌گرم؛ فولاسین، ۱/۵میلی‌گرم؛ کولین،۶۰۰میلی‌گرم؛ بیوتین،۰/۷میلی‌گرم و سیانوکوبالامین،۰/۰۲میلی‌گرم (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 |

میانگین معیارهای فیزیکی و شیمیایی آب ورودی به استخرها در طول مدت آزمایش از این قرار تعیین گردید: pH:۷/۵-۸، ۹/۵-۷: اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)، ۱۴-۱۲/۱: دمای آب (سانتی‌گراد)، ۶/۱-۵/۶: دی اکسید کربن ( میلی گرم بر لیتر)، ۹۹-۸۸: درجه اشباع اکسیژن (درصد)، کمتر از ۰/۰۱= آمونیاک (میلی‌گرم بر لیتر).

معیارهای تعیین عملکرد جیره شامل موارد زیر است (بورل a و b۲۰۰۰ و ۲۰۰۱؛ راسموسن،۲۰۰۱) :

طول دوره (روز)/{$^{0.33}$(وزن اولیه به گرم)- $^{0.33}$(وزن ثانویه به گرم) }×۱۰۰= (درصد) شاخص رشد روزانه

(مقدارافزایش 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 عناصرمغذی مصرف شده(گرم)/{( عناصر مغذی اولیه لاشه×وزن اولیه) - (عناصر مغذی ثانویه لاشه×وزن ثانویه)}×۱۰۰= (درصد) راندمان جذب عناصر مغذی

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

{طول بدن$^{3}$(سانتی متر)/وزن (گرم)}×۱۰۰= (درصد) شاخص وضعیت

Archive of SID

www.SID.ir

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 به‌مدت ۱۰ دقیقه جدا گردید و تا انجام آزمایش‌های مورد نظر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

برای تعیین هورمون‌های تیروکسین، تری یدوتیرونین از روش الیزا[1] (نصیری و همکاران، ۱۹۸۸) و به‌ترتیب از کیت‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین 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 اس ای اس (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 به‌ترتیب ۱۳ و ۰/٦٦ 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 (جدول۳) 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 ۱/۷٤ 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 ۱/۷٤ درصد) بیشتر از جیره شاهد (۱/٦٦ درصد) بود (جدول۳). این افزایش تفاوت آماری معنی داری با جیره شاهد (بجز جیره ۲۰ درصد) داشت ($P<0/05$).

همانگونه که در جدول٤ 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 می گردد (جدول٤) که شاخص کبدی جیره شاهد (۲/٤٦ درصد) تفاوت آماری معنی داری را با شاخص کبدی جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله کانولا(۱/۸٤ درصد) نشان داد ($P<0/05$) ولی بقیه جیره های آزمایشی حاوی کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی داری را با جیره شاهد نشان ندادند ($P>0/05$).

جیره‌های حاوی کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری را بر غلظت هورمون‌های تری یدوتیرونین و تیروکسین با جیره شاهد ایجاد نکردند ($P>0/05$) (جدول٤). هر چند مقدار غلظت هورمون تری یدوتیرونین در جیره‌های حاوی کنجاله کانولای جایگزین شده به جز جیره حاوی۵۰ درصد در بقیه جیره‌ها (۱/۹ نانوگرم بر میلی لیتر) نسبت به جیره شاهد (۱/۸نانوگرم بر میلی‌لیتر) به مقدار جزئی بیشتر بود ولی این تفاوت در مقدار از نظر آماری معنی‌دار نبود هرچند غلظت هورمون تیروکسین سرم خون ماهیان جیره حاوی ٤۰ درصد کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری را با جیره‌های حاوی ۳۰،۱۰ و ۵۰ درصد کنجاله کانولا نشان داد ($P<0/05$).

1-Enzyme Linked Immunoassay Asorbant (ELISA)

Archive of SID

www.SID.ir

در جدول ٤ مشاهده می‌شود که جیره حاوی ٢٠ درصد کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری را بر نسبت غلظت هورمون‌های تری یدوتیرونین به تیروکسین با جیره شاهد و دیگر جیره‌های آزمایشی حاوی ١٠،٣٠،٤٠ و ٥٠ درصد کنجاله کانولا نشان داد (P<٠/٠٥) ولی بقیه جیره‌های حاوی کنجاله کانولا با یکدیگر و با جیره شاهد باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری نشد (P>٠/٠٥).

## بحث

پژوهش حاضر با یافته‌های تسکردزیک و همکاران (١٩٩٥)، بورل و همکاران (٢٠٠١) و تیسن و همکاران (٢٠٠٣) مبنی بر استفاده از حداکثر ٢٠ درصد کنجاله کانولا در جیره قزل آلا مطابقت ندارد ولی با نتایج بیل و همکاران (٢٠٠٥) و بابیل و همکاران (٢٠٠٦) استفاده از حداکثر ٤٠ درصد کنجاله کانولا در جیره قزل آلا 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 آرزل و همکاران (١٩٩٨) 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 تاثیری نداشت ولی مقدار ضریب تبدیل غذا را نسبت به جیره شاهد افزایش داد.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج مک کوردی (١٩٩٢)، شهیدی و ناچک (١٩٩٢) و هیگز و همکاران (١٩٩٥) همخوانی ندارد. نامبردگان استفاده بیش از ٢٠ درصد کنجاله کانولا درجیره آزادماهیان را به‌دلایل افزایش سیناپین، افزایش اسید فیتیک، فیبر جیره، تولیدات هیدرولیزی ناشی از گلوکوسینولات و ترکیبات کربوهیدراتی قابل هضم جیره به بالای ٢٠درصد 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 (١٩٩٥) به‌دلیل وجود فیبر به تنهایی و یا همراه با فیتات می‌باشد که بیشترین تاثیر را بر کاهش قابلیت هضم کنجاله کانولا و افزایش ضریب تبدیل غذا در قزل آلا دارد. آزودو و همکاران (٢٠٠٤) نیز افزایش ضریب تبدیل غذا را به‌دلیل مصرف پروتئین جیره (اسیدهای آمینه) در حد کمتر از مقدار مورد نیاز برای تولید پروتئین در شرایط پرورشی گزارش کردند.

کلارک و همکاران (١٩٩٤) و تیسن و همکاران (٢٠٠٣) 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 (٢٠٠١) اعلام کردند که فاکتورهایی مثل رنگ، بو و بافت جیره فاکتورهایی با اهمیت اندک در تهیه جیره ماهیان هستند.

**جدول٣- اثر جایگزینی کنجاله کانولا بر وزن، شاخص رشد روزانه، ضریب تبدیل غذا، شاخص وضعیت و مصرف اختیاری غذا.**

| جیره | وزن ( گرم) | | شاخص رشد روزانه | ضریب تبدیل | مصرف اختیاری غذا | شاخص وضعیت |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | اولیه | نهایی | (درصد در روز) | غذا | (درصد وزن بدن در روز) | (درصد) |
| شاهد | ١٠١/٢ | ٢٦٧/١٧$^{a}$ | ٥/٨٤$^{a}$ | ١/٢٢$^{a}$ | ١/٧١$^{abc}$ | ١/٦٦$^{c}$ |
| ١٠ درصد کنجاله | ١٠١/١ | ٢٤٧/٢٣$^{a}$ | ٥/٣٥$^{ab}$ | ١/٢٣$^{a}$ | ١/٧٢$^{ab}$ | ١/٧١$^{ab}$ |
| ٢٠ درصد کنجاله | ١٠١/٢ | ٢٤٦/٣٠$^{a}$ | ٥/٣٢$^{ab}$ | ١/٢٥$^{ab}$ | ١/٧٤$^{a}$ | ١/٧٠$^{abc}$ |
| ٣٠ درصد کنجاله | ١٠١/١ | ٢٣٠/٣٠$^{a}$ | ٥/٣٠$^{ab}$ | ١/٢٩$^{ab}$ | ١/٧٠$^{bc}$ | ١/٧٤$^{a}$ |
| ٤٠ درصد کنجاله | ١٠١/٢ | ٢٢٨/٦٧$^{a}$ | ٤/٩٣$^{ab}$ | ١/٣٥$^{ab}$ | ١/٧٢$^{ab}$ | ١/٧٤$^{a}$ |
| ٥٠ درصد کنجاله | ١٠١/٠ | ٢٢٨/٠٠$^{a}$ | ٤/٩٩$^{ab}$ | ١/٤٠$^{ab}$ | ١/٧٣$^{a}$ | ١/٧٢$^{ab}$ |

* ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند(P>٠/٠٥).

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش مقدار مصرف اختیاری غذا در جیره حاوی ۳۰ درصد کنجاله کانولای جایگزین نسبت به بقیه جیره‌های آزمایشی طبق گزارش ماوسون و همکاران (۱۹۹۳) به‌دلیل وجود پروگویترین 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 جیره های آزمایشی طبق گزارش آزودو و همکاران (۲۰۰٤) به‌دلیل 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 بدین‌دلیل است که اسیدهای آمینه نقش مهمتری در تامین نیازهای انرژی قزل آلا نسبت به دیگر آزاد ماهیان دارد. نامبردگان 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 (کنجاله های سویا، آفتابگردان و پنبه دانه) جایگزین آرد ماهی درجیره قزل آلا آزمایش تفاوت آماری معنی‌داری در مقایسه با جیره شاهد ایجاد نکرد. فزونی شاخص وضعیت جیره‌های حاوی کنجاله کانولای جایگزین نسبت به جیره شاهد می‌تواند به‌دلیل تغذیه خوب و همچنین وضعیت خوب ماهیان در طول دوره آزمایش باشد.

مقدار بالای جذب نیتروژن و انرژی در جیره های حاوی کنجاله کانولا با توجه به گزارش‌های مورالز و همکاران (۱۹۹٤) و آزود و همکاران (۲۰۰٤)، 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 قزل آلای جوان بین ۲٤-۱۸ گرم بر مگاژول اعلام کردند.

**جدول ٤- اثر جایگزینی کنجاله کانولا بر جذب عناصر مغذی ( نیتروژن، فسفر و انرژی)، شاخص‌کبدی، هورمون‌های تری‌یدوتیرونین، تیروکسین و نسبت تری‌یدوتیرونین به تیروکسین.**

| جیره | جذب (درصد از مقدار مصرفی) | | | شاخص کبدی | غلظت (نانوگرم بر میلی‌لیتر) | | نسبت تری یدوتیرونین |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | نیتروژن | فسفر | انرژی | (درصد) | تری یدوتیرونین | تیروکسین | به تیروکسین |
| شاهد | ۲۷/۹۸$^{a}$ | ۱۰/۱۷$^{a}$ | ۳۲/۹۰$^{a}$ | ۲/٤٦$^{a}$ | ۱/۸۱$^{a}$ | ۷/۰$^{ab}$ | ۰/۲٦$^{b}$ |
| ۱۰ درصد کنجاله | ۲۹/۷۳$^{a}$ | ۱۳/٦۹$^{ab}$ | ۳۱/۹٤$^{a}$ | ۱/۸٤$^{b}$ | ۱/۸۹$^{a}$ | ۹/۱$^{a}$ | ۰/۲۰$^{b}$ |
| ۲۰ درصد کنجاله | ۲۸/۹$^{a}$ | ۱۲/۱۷$^{ab}$ | ۳۱/۰٤$^{a}$ | ۲/۲۹$^{ab}$ | ۱/۹۱$^{a}$ | ٤/۸$^{ab}$ | ۰/۳۹$^{a}$ |
| ۳۰ درصد کنجاله | ۲۸/۵۵$^{a}$ | ۱۰/٤۸$^{a}$ | ۳۳/٦۹$^{a}$ | ۲/۲۰$^{ab}$ | ۱/۸۵$^{a}$ | ۸/۳$^{a}$ | ۰/۲۲$^{b}$ |
| ٤۰ درصد کنجاله | ۳۲/۷۰$^{a}$ | ۱۱/۵۱$^{a}$ | ۳۲/۳۸$^{a}$ | ۲/۱٦$^{ab}$ | ۱/۸٦$^{a}$ | ۲/٦$^{b}$ | ۰/۷۱$^{ab}$ |
| ۵۰ درصد کنجاله | ۳۲/٤۱$^{a}$ | ۹/۲۷$^{a}$ | ۳۱/۹۱$^{a}$ | ۲/۲۱$^{ab}$ | ۱/٦۲$^{a}$ | ۷/۸$^{a}$ | ۰/۲۰$^{ab}$ |

*ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری تفاوتی با هم ندارند (P>۰/۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج تحقیق حاضر، نتایج گزارش بورل و همکاران (۲۰۰۱) و بابیل و همکاران (۲۰۰٦) را تائید می‌کند. بر اساس نتایج کار نامبردگان که بیان کردند استفاده از کنجاله کانولا (حاوی ۲٦ میکرومول گلوکوسینولات بر گرم ماده خشک) تا سطح ٤٦ 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 واریته، کیفیت دانه و روش‌های فرآوری استخراج روغن می‌باشند.

طبق گزارش‌های ایلز (۱۹۹۳)، مک کنزی (۱۹۹۸) و بابیل و همکاران (۲۰۰٦) تفاوت آماری معنی دار در جیره های حاوی کنجاله کانولا نسبت به جیره شاهد مشاهده نشد. نامبردگان بیان کردند که کربوهیدرات تنظیم کننده مهمی بر ترشح تیروکسین است. در ضمن پروتئین نیز به عنوان سیگنال عمل می کند تا تیروکسین را به شکل تری یدوتیرونین فعال کند. با توجه به محتوی نیتروژن یکسان جیره ها، احتمالا شباهت ترکیب اسید آمینه کنجاله کانولا با آرد ماهی باعث عدم تحریک تری یدوتیرونین شده است.

از طرفی عدم تفاوت آماری معنی‌دار بر غلظت تری یدوتیرونین نسبت به جیره شاهد طبق استنباط بورل و همکاران (۲۰۰۱ و a,b ۲۰۰۰)، کامرون و همکاران (۲۰۰۲) و بابیل و همکاران (۲۰۰٦) مربوط به نقش آنزیم دیوديناز در تنظیم غلظت تری یدوتیرونین پلاسمای خون ماهیان مصرف کننده از جیره های حاوی کنجاله کانولا می‌باشد که کاهش غلظت تیروکسین و تری یدو تیرونین به غلظت تولیدات هیدرولیزی گلوکوسینولات در این نوع جیره ها وابسته است و تغییر در فعالیت این آنزیم به جبران کمبود غلظت هورمون تری یدوتیرونین کمک می کند.

نتایج تحقیق حاضر، گزارش بورل و همکاران(۲۰۰۱)، بیل و همکاران(۲۰۰۵) و بابیل و همکاران(۲۰۰٦) را تائید می کند که کاهش غلظت تری یدوتیرونین 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 تری یدوتیرونین 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 ٤۰ درصد به دلیل بهبود جذب نیتروژن و بهبود عملکرد ماهی قزآلا امکان پذیر می باشد.

## 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 به‌عمل می‌آید. از محققین خارج از کشور خصوصا دکتر هیگز و ایلز که در تهیه مقالات و کتب مربوطه به اینجانب کمک فراوان نمودند، نیز تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

## منابع

1.Hajizadeh, A. 2003. Assessment of position of oil seeds on national economic. Monthly magazine of industry oil and oil seeds. Jan. 11-14.

2.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.

Archive of SID

www.SID.ir

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.15th 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 Ribailler, D. 2000a. Potential of plant-protein sources as fish meal substitude 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 Ribailler, 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 raio 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 and Zender, R. 1989. Coparison of digestibility of crude nutrients and amino acids from rapeseed oil meal and expeller of varios oigins in colotomised laying hens. Arch. Anim. Nutr. 39:911-920.

Archive of SID

www.SID.ir

24.Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish.Auburn University, Van Nostrand Reinhold, NewYork, 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.Naczk, M., and Shahidi, F. 1990. Canola and rapeseed: Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology, edited by Shahidi, F. and Reinhold, N., NewYork, pp.335.
31.NRC (National Research Council,USA). 1993. Nutrient Requirements of fish. National Academy of sciences, Washington.
32.Quinsac, A., Ribailler, 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 derives 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 Naczk, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

*J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(5), Dec-Jan 2008*
*www.jasnr.info*
*www.sid.ir*
*www.magiran.com/jasnr*

# 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[1], F. Boldaji[2], A. Hajimoradloo[3], F. Yaghmaei[4] and S.K. Allameh[5]**
[1]Former M.Sc. Student Dept. of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [2]Prof. Dept. of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [3]Associate Prof. Dept. of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [4]Assistant Prof. of Dept. of statistics Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [5]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 μmol 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 isonitrogenus 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.

Archive of SID

*- E-mail: omid_safary@yahoo.com

www.SID.ir