

## بررسی اثر سطوح مختلف جایگزینی کنجاله کانولا به جای آرد ماهی بر لیبیدها و لیپوپروتئین‌های سرم خون ماهی قزل آلاهی رنگین کمان ۱۰۰ گرمی (*Oncorhynchus mykiss*)

### • امید صفری

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

### • فتح اله بلداجی

عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### • عبدالمجید حاجی مرادلو

عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۸۶

Email: omid\_safary@yahoo.com

### چکیده

منابع پروتئین گیاهی نقش مهمی در کاهش هزینه جیره‌های غذایی بر عهده دارند. علاوه بر این، استفاده از این منابع در جیره غذایی ماهی اثرات متابولیکی مختلفی دارد. در این تحقیق از کنجاله کانولا (حاوی ۱۲/۵ میکرومول گلوکوسینولات در گرم ماده خشک) در ۵ سطح جایگزینی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد به جای آرد ماهی همراه با جیره شاهد در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تعداد ۲۱۶ قطعه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان با وزن متوسط  $15 \pm 100$  گرم انتخاب و در ۱۸ وان (هر وان ۱۲ قطعه) توزیع و پس از ۲ هفته سازگاری، به مدت ۵۶ روز به ۶ جیره آزمایشی تغذیه شدند. در روز ۵۶ آزمایش، از هر جیره بطور تصادفی ۹ ماهی انتخاب، بیهوش و سپس از آنها خونگیری شد. پس از جداسازی سرم، میزان کلسترول تام، تری گلیسیرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی پایین و لیپوپروتئین با چگالی خیلی پایین اندازه گیری شد. این جایگزینی سبب ایجاد تفاوت معنی داری در معیارهای مورد ارزشیابی در مقایسه با جیره شاهد شد ( $p > 0.05$ ). با افزایش سطح جایگزینی، میزان کلسترول تام، تری گلیسیرید، لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین و بسیار پایین و شاخص تصلب شرائین بطور معنی داری ( $p > 0.05$ )، کاهش و میزان لیپوپروتئین با چگالی بالا، میزان رشد ویژه (به جز جیره‌های حاوی ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد کانولای جایگزین)، شاخص وزن بدن (به جز جیره‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد) و وزن نهایی (به جز جیره‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد) بطور معنی داری ( $p > 0.05$ ) نسبت به جیره شاهد افزایش یافت. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که جایگزینی کنجاله کانولا تا سطح ۵۰ درصد بجای آرد ماهی جیره شاهد، بر اساس مطالعه‌های سرم خون ماهی و رشد امکان پذیر است.

**کلمات کلیدی:** قزل آلاهی رنگین کمان، کنجاله کانولا، لیبیدها و لیپوپروتئین‌های سرم

Pajouhesh &amp; Sazandegi No 78 pp: 74-80

**Study of effect of different levels of fishmeal replacement by canola meal on serum lipids and lipoproteins of 100-g-rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**

By: O. Safari, PhD Student of Fishery, University of Tehran &amp; Faculty Member of Environment of Sciences &amp; Natural Resources, University of Mashhad.

F. Boldajii, Professor of Department of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences &amp; Natural Resources.

A.M., Haji Moradloo, Associated Professor of Department of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Resources.

Vegetative protein sources have an important role on reducing cost of diet. Use of these sources have also different metabolic effects. A 56 days feeding trial was conducted with rainbow trout to examine the effects of substitution of canola meal (containing 12.5 $\mu$ mol Glucosinolate/g DM) with fishmeal in diets. Canola meal was substituted by fishmeal at 5 levels 10,20,30,40 and 50 percentage. Each diet was assigned to triplicate groups in a completely randomized design with a control diet. Two hundred and sixteen fishes with average weight 100 $\pm$ 15g 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 treatment began. After 56 days from each diet, 9 fishes were chosen, stunned and bled. Cholesterol, triglyceride, LDL, HDL and VLDL were measured after sorting of plasma. This substitution caused significant differences in all criteria measured with control diet ( $p < 0.05$ ). With increase of substituted level, quantity of total cholesterol, triglyceride, low and very low density of lipoproteins decreased significantly ( $p < 0.05$ ) and quantity of high density of lipoprotein, specific growth rate (with exception of diets of 30,40 and 50 percent), body weight index (with exception of diets of 10 and 20 percent) and final body weight (with exception of diets of 10 and 20 percent) increased significantly ( $p < 0.05$ ) with control diet. These results showed that replacement of fish meal to level of 50 percent by canola meal, based on studies of fish blood serum and growth, is feasible.

**Key words:** Rainbow trout, Canola meal, Serum lipids and lipoproteins**مقدمه**

در راستای تامین نیازهای غذایی انسان و استفاده از مواد پروتئینی با منشأ حیوانی پرورش حیواناتی که کیفیت مطلوب دارند از اهمیت به سزایی برخوردار است. ماهی از جمله منابع غذایی مورد توجه انسان است که نه تنها به منظور استفاده از گوشت بلکه از جنبه ورزش ماهیگیری مورد توجه است. نکته قابل توجه آن که کیفیت گوشت ماهی تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله نوع تغذیه و مواد خوراکی مصرف شده برای پرورش قرار دارد. بنابراین لازم است نوع مواد خوراکی که در جیره ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد، از کیفیت مطلوب برخوردار بوده تا ضمن تامین نیازهای غذایی ماهی، بر کیفیت گوشت آن نیز اثرات نامطلوب نداشته باشد. مقدار مصرف هر یک از مواد خوراکی در جیره عامل مهم دیگری است که باید به آن توجه کافی نمود و ممکن است که مصرف یک ماده خوراکی به میزان مشخصی در جیره غذایی اثرات مفیدی در رشد و پرورش ماهی داشته باشد ولی در سطوح بالاتر نه تنها مضر ثمر نباشد بلکه موجب کاهش رشد و اثرات سوء گردد و نکته دیگر اینکه هزینه تغذیه ماهی بخش عمده هزینه پرورش آنرا شامل می‌شود (۲، ۳).

ارزش و اهمیت دانه‌های روغنی از نظر تامین انرژی مورد نیاز انسان، دام، طیور و آبزیان در بین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از جمله فرآورده‌های دانه‌های روغنی، کنجاله‌ها می‌باشند که به عنوان یک منبع پروتئینی در تغذیه آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱). انواع پروتئین‌ها گرانترین بخش جیره غذایی ماهی هستند لذا برای

کاهش هزینه جیره‌ها از منابع پروتئین گیاهی بجای منابع پروتئین حیوانی استفاده می‌شود.

در بین دانه‌های روغنی، دانه کلزا یا نوع اصلاح شده آن تحت عنوان کانولا بسیار جدید است (۴) و به طور رسمی از سال ۱۳۷۶ وارد عرصه زراعت کشور شده است (۱). کلزا از خانواده چلیپائییان و جنس براسیکا (Brassica) است که به شکل وسیعی در کشورهایمانند کانادا، آمریکا، هندوستان و چین کشت می‌گردد (۵). 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 در گرم ماده خشک، گلوکوسینولات در کنجاله داشته باشد (۱۷، ۲۳). کلزا از نظر مقدار تولید جهانی دانه روغنی، کنجاله و روغن خام به ترتیب در مقام سوم، دوم و سوم در سال زراعی ۲۰۰۲-۲۰۰۱ بوده است (۱).

کلسترول و تری‌گلیسرید از جمله لیپیدهای مهم سرم خون ماهی هستند. کلسترول یک لیپید قطبی و جزء ضروری ساختمانی برای غشاء و لایه خارجی لیپوپروتئین‌های پلاسما می‌باشد (۹). تقریباً نصف کلسترول از طریق سنتز و بقیه از طریق رژیم غذایی تامین می‌شود (۱۶). عامل محدود کننده در مسیر سنتز کلسترول تبدیل متیل گلووتاریل کوآنزیم آ به اسید موالونیک، از طریق مهار فعالیت آنزیم متیل گلووتاریل کوآنزیم آ ردوکتاز می‌باشد (۱۹).

تری‌گلیسریدها محتوی اسید چرب و گلیسرول هستند (۱۵) که در روده، کبد و بافت چربی سنتز می‌شوند (۱۶). مصرف گلیسرول بستگی به

مواد ضد انعقاد کننده، ۱ ساعت بعد از وعده غذایی صبح و در پایان دوره آزمایش (۳ نمونه از هر تکرار) از سیاهرگ باله دمی انجام گرفت (۱۰). سرم نمونه‌های خونی با استفاده از سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه تهیه و تا انجام آزمایش‌های مورد نظر در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند (۱۰).

تعداد ۲۱۶ قطعه ماهی قزل آلی رنگین کمان با وزن متوسط  $15 \pm 10$  گرم انتخاب و در ۱۸ وان (هر وان ۱۲ قطعه) توزیع و پس از دو هفته سازگاری، به مدت ۵۶ روز با جیره‌های آزمایشی به میزان ۲ درصد وزن بدن و در دو نوبت صبح و بعد از ظهر تغذیه شدند. وزن ماهیان بعد از بیهوشی با استفاده از گل میخک به غلظت ۱۰۰ ppm با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۱ گرم اندازه گیری شد (۶).

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 mg/Lit، اکسیژن محلول،  $16-14/16$  دمای آب، دی اکسید کربن، ۹۹-۸۸٪، درجه اشباع،  $0/1 \leq$  mg/Lit آمونیاک.

مقدار لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین و بسیار پایین طبق فرمول‌های ذیل بر حسب میلی گرم بر دسی لیتر و شاخص تصلب شرائین محاسبه شد (۲۰):

(مجموع لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا+ بسیار پایین) - کلاسترول تام = لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین

(۵ غلظت تری گلیسرید) = لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار پایین  
لیپوپروتئین با چگالی بالا / (مجموع لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین + بسیار پایین) = شاخص تصلب شرائین  
میزان رشد ویژه (۱۴، ۲۲)، شاخص وزن بدن (۷) نیز طبق فرمول‌های زیر محاسبه شد:

دوره (روز) / (لگاریتم طبیعی وزن نهایی منهای وزن اولیه) = میزان رشد ویژه (در صد در روز)  
وزن اولیه (گرم) / (وزن نهایی منهای وزن اولیه (گرم)) = شاخص وزن بدن (درصد).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین آزمون دانکن از برنامه اس ای اس در سطح ۰/۰۵ درصد استفاده شد (۲۷).

## نتایج

نتایج جایگزینی کنجاله کانولا بجای آرد ماهی جیره شاهد در سطوح ۱۰ تا ۵۰ درصد بر میزان لیپیدها و لیپوپروتئین‌های سرم خون ماهی قزل آلی رنگین کمان با وزن اولیه  $15 \pm 10$  گرم در جدول ۳ ارائه شده است. این جایگزینی تفاوت آماری معنی‌داری ( $p > 0/05$ ) بین سطوح کلاسترول تام سرم خون ماهی قزل آلی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کانولا با جیره شاهد و با یکدیگر را نشان داد (جدول ۳). کلاسترول تام سرم خون ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح جایگزینی ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد تفاوت آماری معنی‌داری ( $p > 0/05$ ) را با جیره شاهد و جیره‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد کنجاله کانولا جایگزین نشان داد (جدول ۳). براساس نتایج حاصل از این آزمایش، سطح تری گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین در جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله

وجود آنزیم فعال کننده لازم یعنی گلیسرول کیناز در بافت دارد (۱۶). لیپوپروتئین‌های پلاسماهای خون ماهی مانند انسان شامل چهار گروه ذیل است (۹). الف) شیلومیکرون‌ها که سبک‌ترین لیپوپروتئین و در ماهی بسیار ناچیز است (۲۹)، ب) لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم که در کبد و روده ساخته می‌شود (۲۹)، ج) لیپوپروتئین با چگالی پایین که محصول آخرین مراحل متابولیسم است و ناقل اصلی کلاسترول در خون می‌باشد (۲۰)، د) لیپوپروتئین با چگالی زیاد که در واکنش‌های متابولیسمی شیلومیکرون‌ها، لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار کم و کلاسترول شرکت می‌کند (۱۳).

دستیابی به تکنیک مناسب جهت تولید خوراک آبزیان و گسترش تکنولوژی‌های با قابلیت فراگیری عمومی برای تامین خوراک آبزیان ضرورتی انکار ناپذیر است. اگر روش‌های علمی نوین به شکلی هدایت و سازماندهی شوند که منجر به بومی شدن تکنولوژی نوین در تهیه خوراک شوند قادر خواهند بود تحولی بنیادین در صنعت آبی پروری بوجود آورند. در این تحقیق با فرض استفاده از کنجاله کانولا بجای آرد ماهی در کاهش هزینه جیره‌ها، به بحث سلامت ماهی برای دستیابی به بیشترین رشد پرداخته شده و اختلالات فیزیولوژیکی ناشی از جایگزینی بر غلظت کلاسترول تام، تری گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی پایین<sup>۲</sup> و لیپوپروتئین با چگالی خیلی پایین<sup>۳</sup> سرم خون ماهیان تحت تیمار مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در کارگاه خصوصی پرورش قزل آلا واقع در شهرستان ابهر از توابع استان زنجان به اجرا در آمد. از کنجاله کانولا (حاوی ۱۲/۵ میکرومول گلوکوسینولات در گرم ماده خشک) در ۵ سطح جایگزینی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد بجای آرد ماهی جیره شاهد (حاوی ۵۰ درصد آرد ماهی) به همراه یک جیره شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار استفاده شد (جدول ۱).

بعد از فرموله کردن جیره‌ها طبق احتیاجات غذایی ماهی (۲۴) با نسبت پروتئین قابل هضم به انرژی قابل هضم ۱۹ گرم بر مگا ژول، تجزیه تقریبی مواد مغذی جیره‌ها طبق روش (۱۹۹۰) AOAC صورت گرفت (۸) (جدول ۲).

لیپیدهای جیره‌های حاوی این کنجاله بر اساس روش Folch و همکاران (۱۱) استخراج شد و متیل استر با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی (مدل جی سی-۱۷، شیمادزو، کیوتو، ژاپن) تجزیه شد و اسیدهای چرب با مقایسه زمانهای تثبیت استاندارد متیل استرها اسید چرب تعیین شد (جدول ۲).

مقدار گلوکوسینولات موجود در کنجاله کانولا بر اساس روش اندازه گیری گلوکز حاصل از شکستن تیوگلوکوسید توسط آنزیم مایروزیناز به روش Quinsac و همکاران (۲۶) تعیین شد که مقدار آن ۱۲/۵ میکرومول در گرم ماده خشک کنجاله بود.

لیپیدها (کلاسترول و تری گلیسرید) و لیپوپروتئین با چگالی بالای سرم خون ماهی به روش Folch و همکاران (۱۱) با ۳ نمونه از هر تکرار تعیین شد.

خونگیری با استفاده از سرنگ‌های ۲/۵ میلی لیتری و بدون استفاده از

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

اجزای جیره	شاهد	۱۰٪ کنجاله	۲۰٪ کنجاله	۳۰٪ کنجاله	۴۰٪ کنجاله	۵۰٪ کنجاله
آدر 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	۱۵/۸۹	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)	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 کلراید (٪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
ویتامین سی 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 بود: منیزیم، ۱۰۰ میلی گرم؛ روی، ۶۰ میلی گرم؛ آهن، ۴۰ میلی گرم؛ مس، ۵ میلی گرم؛ کبالت، ۱۰ میلی گرم؛ ید، ۱ میلی گرم؛ آنتی اکسیدان، ۱۰۰ میلی گرم؛ ویتامین E، ۲۰ میلی گرم؛ ویتامین K، ۳ میلی گرم؛ ویتامین B<sub>۱۲</sub>، ۲ میلی گرم؛ ریبوفلاوین، ۷ میلی گرم؛ پیریدوکسین، ۳ میلی گرم؛ پانتوتینیک اسید، ۱۸ میلی گرم؛ نیاسین، ۴۰ میلی گرم؛ فولاسین، ۱/۵ میلی گرم؛ کولین، ۶۰۰ میلی گرم؛ بیوتین، ۷ میلی گرم و سیانو کوبالامین، ۰/۰۲ میلی گرم (تهیه شده از شرکت کیمیا رشد، آق قلا، گرگان، ایران).

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی خوراک ها (بر حسب درصد)

	شاهد	۱۰٪ کنجاله	۲۰٪ کنجاله	۳۰٪ کنجاله	۴۰٪ کنجاله	۵۰٪ کنجاله
ماده خشک	۹۴/۸	۹۵/۰	۹۴/۸	۹۳/۸	۹۴/۶	۹۴/۸
پروتئین	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲
چربی	۱۰/۸	۱۲/۴	۱۲/۸	۱۳/۲	۱۳/۵	۱۴/۰
خاکستر	۱۶	۱۴	۱۶	۱۳	۱۵	۱۵
عصاره عاری از ازت	۲۶/۸	۲۷/۱	۲۴/۵	۲۶/۰	۲۴/۴	۲۴/۰
فیبر	۱/۰	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۶
ترکیب اسید چرب						
۱۶:۰	۷/۲	۷/۲	۷/۳	۷/۴	۷/۵	۷/۵
۱۸:۰	۴/۲	۴/۴	۴/۶	۴/۶	۴/۷	۴/۸
۱۸:۱ n-۹	۶۲/۲	۶۲/۲	۶۲/۴	۶۲/۴	۶۲/۰	۶۲/۶
۱۸:۲ n-۶	۲۳/۲	۲۵/۴	۲۷/۵	۲۸/۵	۲۹/۶	۳۰/۱
۱۸:۳ n-۳	۱۲/۲	۱۲/۶	۱۲/۹	۱۳/۲	۱۳/۶	۱۳/۸
۲۰:۱ n-۹	۴/۲	۴/۴	۴/۸	۴/۹	۵/۲	۵/۴
۲۰:۵ n-۳	۶	۵/۵	۵/۵	۵/۵	۵/۵	۵/۵
۲۲:۶ n-۳	۶	۵/۷	۵/۷	۵/۷	۵/۷	۵/۷

گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین از طریق افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز می‌شود. جدول ۲ نیز مؤید افزایش ۱۸ درصدی میزان اسید چرب لینولئیک جیره حاوی ۵۰ درصد نسبت به جیره ۱۰ درصد کنجاله کانولا می‌باشد.

با افزایش سطح جایگزینی کنجاله کانولا، میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتایج Rogie و Skinner (۲۹) مطابقت ندارد. این محققین اظهار نمودند که غلظت این نوع لیپوپروتئین در ماهی به شدت تحت تاثیر چربی‌های غذایی قرار دارد و با افزایش مصرف سطوح بالای چربی جیره غذایی، میزان آن افزایش می‌یابد. King (۱۹) بیان نمود که کاهش میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین با تاثیر ایزوفلاون بر افزایش گیرنده‌های لیپوپروتئین با چگالی پایین در ارتباط است.

لیپوپروتئین با چگالی بالا جزء چربی خوب سرم خون محسوب می‌شود و به عنوان یک عامل ضد تصلب شرایین مطرح است. لیپوپروتئین با چگالی بالای سرم خون ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری ( $p > 0.05$ ) را با جیره شاهد و جیره‌های حاوی ۲۰، ۱۰ و ۳۰ درصد کنجاله کانولا نشان داد (جدول ۳). Geelen و همکاران (۱۲) علت افزایش مقدار لیپوپروتئین با چگالی بالا را در ارتباط با فعالیت لیپوپروتئین لیپاز توصیف کردند بنابراین هرچه این آنزیم فعال تر باشد به همان نسبت لیپوپروتئین با چگالی بالای بیشتری تولید می‌شود.

کاهش شاخص تصلب شرایین مطابق با استنتاج Merz-Demlow و همکاران (۲۱) به وجود ایزوفلاون نسبت داده شده است.

در مجموع جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کانولا افزایش وزن بیشتری نسبت به سایر جیره‌های حاوی کنجاله کانولا ایجاد کرده است (جدول ۴). همچنین در این گروه میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین کاهش و میزان لیپوپروتئین با چگالی بالا افزایش یافته است. این نتایج مطابق با نتایج Higgs و همکاران (۱۷) و Burel و همکاران (۱۰) نمی‌باشد. این محققین استفاده از کنجاله کانولا (حاوی ۲۶ میکرومول در کیلوگرم گلوکوسینولات) را تا سطح ۴۰ درصد آرد ماهی جیره شاهد را توصیه نمودند. این محققین میزان ترکیب اسید چرب کنجاله مصرفی را گزارش نمودند. هر چند با قدری بررسی بیشتر می‌توان استنباط نمود که کاهش مقدار کمتر گلوکوسینولات در کنجاله آزمایشی تحقیق حاضر باعث بهبود رشد از طریق افزایش خوشخوراکی جیره‌های آزمایشی تحقیق حاضر گردیده است. لذا با استناد به نتایج حاضر، استفاده از کنجاله کانولا به مقدار ۵۰ درصد پروتئین آرد ماهی جیره شاهد با دستیابی به بیشترین رشد و با بهبود شاخص‌های سرمی خون ماهی (کاهش لیپوپروتئین با چگالی پایین و افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا) قابل توصیه است. هر چند که مطالعه‌های تکمیلی آنزیمی (مانند آنزیم‌های لیپوپروتئین لیپاز و ...) و تعیین مقدار ایزوفلاون کنجاله به برآورد حداکثر سطح مجاز کنجاله کانولا در جیره قزل آلا کمک فراوانی می‌کند.

### سیاسگزاری

بدین وسیله از مسئول فنی کارگاه، جناب مهندس صفری که امکان اجرای این طرح را فراهم نمودند و پرسنل محترم کارگاه مربوطه تقدیر و تشکر به عمل می‌آید

کانولا نسبت به گروه‌های شاهد، ۳۰، ۲۰، ۱۰ و ۴۰ درصد کنجاله کانولای جایگزین کاهش معنی‌داری داشت ( $p > 0.05$ ). همچنین جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کانولای جایگزین نسبت به جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله، سطح تری گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین کمتری را نشان دادند (جدول ۳).

نتایج این آزمایش نشان داد که میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین در اثر مصرف سطوح بالای کنجاله کانولا (۵۰ درصد) نسبت به گروه شاهد کاهش داشته است (جدول ۳). مقدار این نوع لیپوپروتئین در جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری را با جیره شاهد و جیره‌های حاوی ۲۰، ۱۰ و ۳۰ درصد کنجاله کانولا داشت ( $p > 0.05$ ).

با افزایش سطح جایگزینی کنجاله کانولا، شاخص تصلب شرایین کاهش می‌یابد (جدول ۳).

تاثیر میزان جایگزینی کنجاله کانولا بر میزان رشد ویژه، شاخص وزن بدن و وزن نهایی ماهیان آزمایشی معنی‌دار بوده است (جدول ۴). میزان رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کانولای جایگزین تفاوت آماری معنی‌داری را با دیگر جیره‌های حاوی این کنجاله نشان داد ( $p > 0.05$ ) هر چند میزان این جیره با جیره شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. با افزایش سطح جایگزینی کنجاله کانولا، شاخص وزن بدن و وزن نهایی نیز افزایش یافت (جدول ۴) بطوریکه شاخص وزن بدن ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کانولا، حدود ۳ درصد بیشتر از جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله بود.

شاخص وزن بدن و وزن نهایی جیره‌های حاوی ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد کنجاله کانولا تفاوت آماری معنی‌داری ( $p > 0.05$ ) را با جیره شاهد و جیره‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد کنجاله کانولا نشان دادند (جدول ۴).

### بحث

با افزایش جایگزینی کنجاله کانولا، میزان کلسترول تام (بر حسب میلی گرم بر دسی لیتر) روندی نزولی داشت (جدول ۳) که نتیجه حاصل مطابق با نتایج تحقیق Kemp و همکاران (۱۸)، Potter (۲۵)، Take hiko و همکاران (۳۰) و Halver و Hardy (۱۵) می‌باشد. این محققین اعلام نمودند که در کنجاله کانولا ترکیبی از نوع استروژن گیاهی بنام ایزوفلاون وجود دارد. ایزوفلاون با افزایش میزان تجزیه لیپوپروتئین با چگالی پایین توسط کبد، سطح کلسترول داخل سلولی را افزایش و در نتیجه باعث مهار آنزیم متیل گلو تاریل کوآنزیم آردوکتاز می‌شود. این عمل مانع ساخت کلسترول از استیل کوآنزیم آ می‌گردد و سبب کاهش میزان کلسترول می‌گردد.

کاهش سطح تری گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین سرم خون ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کانولای جایگزین نسبت به جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله مطابق با نتایج Sessions و Salter (۲۸) می‌باشد. این محققین اظهار داشتند که تغذیه موش بزرگ با سویا، باعث کاهش سطح تری گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین سرم خون می‌گردد. Geelen و همکاران (۱۲) اعلام نمودند که کاهش تری گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین، به علت وجود اسید لینولئیک در کنجاله می‌باشد. این اسید چرب ۱۸ کربنه که از اسیدهای چرب لازم بدن ماهی می‌باشد، باعث کاهش سطح تری

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر جیره بر فاکتورهای سرمی خون ماهی

شاخص تصلب شرایین	لیپوپروتئین‌های با چگالی (میلی گرم بر دسی لیتر)			کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)	تری گلیسرید (میلی گرم بر دسی لیتر)
	پایین	بالا	بسیار پایین		
۲/۷۶±۰/۱۲ <sup>d</sup>	۲۲۵/۵۶±۲/۱ <sup>cde</sup>	۱۲۲/۹±۰/۷۵ <sup>a</sup>	۱۱۴/۰۴±۰/۸۲ <sup>cde</sup>	۴۶۲/۵±۳/۱ <sup>cde</sup>	۵۷۰/۲±۴/۱ <sup>cde</sup>
۲/۵۷±۰/۱۵ <sup>cd</sup>	۲۰۸/۲۸±۲/۱ <sup>cd</sup>	۱۲۴/۷±۰/۷۲ <sup>ab</sup>	۱۱۳/۱۲±۰/۸۴ <sup>cd</sup>	۴۴۶/۱±۳/۲ <sup>cd</sup>	۵۶۵/۶±۴/۲ <sup>cd</sup>
۲/۳۵±۰/۱۲ <sup>bc</sup>	۱۹۵/۸۸±۲/۳ <sup>c</sup>	۱۲۹/۲±۰/۷۴ <sup>b</sup>	۱۰۸/۸۲±۰/۸۴ <sup>c</sup>	۴۳۳/۹±۳/۲ <sup>c</sup>	۵۴۴/۱±۴/۲ <sup>c</sup>
۲/۱۰±۰/۱۴ <sup>b</sup>	۱۷۶/۳±۲/۲ <sup>b</sup>	۱۳۰/۳±۰/۷۱ <sup>b</sup>	۹۸±۰/۸۶ <sup>b</sup>	۴۰۵±۳/۲ <sup>b</sup>	۴۹۰±۴/۳ <sup>b</sup>
۱/۶۱±۰/۱۳ <sup>ab</sup>	۱۳۸/۰۶±۲/۱ <sup>ab</sup>	۱۴۵/۳±۰/۷ <sup>c</sup>	۹۷/۰۴±۰/۸۲ <sup>b</sup>	۳۸۰/۴±۳/۴ <sup>ab</sup>	۴۸۵/۲±۴/۱ <sup>b</sup>
۱/۲۲±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۱۱۵/۱۸±۲/۱ <sup>a</sup>	۱۶۵/۳±۰/۷۶ <sup>cd</sup>	۸۷/۶۲±۰/۸۶ <sup>a</sup>	۳۶۸/۱±۳/۱ <sup>a</sup>	۴۳۸/۱±۴/۳ <sup>a</sup>

\* جیره هایی با حداقل یک حرف مشترک در سطح ۰/۰۵ درصد تفاوت آماری معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر جیره بر میزان رشد ویژه، شاخص وزن بدن و وزن نهایی

وزن نهایی (گرم)	شاخص وزن بدن (درصد)	میزان رشد ویژه (درصد در روز)
۲۲۸/۰۰±۴/۱ <sup>a</sup>	۱۸/۱۱±۱/۲ <sup>a</sup>	۱/۳۲±۰/۰۷ <sup>bc</sup>
۲۲۸/۰۰±۴/۱ <sup>a</sup>	۱۸/۳۰±۱/۴ <sup>a</sup>	۱/۲۶±۰/۰۴ <sup>a</sup>
۲۳۰/۳۰±۴/۶ <sup>ab</sup>	۱۸/۵۲±۱/۴ <sup>ab</sup>	۱/۲۸±۰/۰۶ <sup>a</sup>
۲۴۶/۳۰±۴/۵ <sup>c</sup>	۲۰/۰۱±۱/۳ <sup>b</sup>	۱/۲۹±۰/۰۶ <sup>ab</sup>
۲۴۷/۲۳±۴/۱ <sup>cd</sup>	۲۰/۳۶±۱/۴ <sup>b</sup>	۱/۳۰±۰/۰۷ <sup>ab</sup>
۳۶۷/۱۷±۴/۱ <sup>cde</sup>	۲۱/۳۵±۱/۴ <sup>bc</sup>	۱/۳۶±۰/۰۶ <sup>cd</sup>

\* جیره هایی با حداقل یک حرف مشترک در سطح ۰/۰۵ درصد تفاوت آماری معنی داری با هم ندارند.

### پاورقی‌ها

- 1- High Density Lipoprotein (HDL)
- 2-Low Density Lipoprotein (LDL)
- 3-Very Low Density Lipoprotein (VLDL)

### منابع مورد استفاده

در امور کشاورزی.

۵ - عزیزی، م.، سلطانی، ا. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۷۸. کلزا - فیزیولوژی - زراعت - بهنژادی و تکنولوژی زیستی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۲۳۵-۲۳۰.

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

7- Aikins, K.F., Hung, S.O., 1992; Growth, lipogenesis and liver composition of juvenile white sturgeon fed different levels of D - Glucose. *Aquaculture*, 105:61-72.

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

9-Babin, J.M.V., 1989; Plasma lipoproteins in fish. *L. Lipid Res.*, 30 (4), 467 - 484.

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

۲ - ریتز، ا. ۱۳۷۴؛ تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا و آزاد. ترجمه عمادی، ح. چاپ چهارم. انتشارات موسسه فنی. ۲۱۲ صفحه.

۳ - سالک یوسفی، م. ۱۳۷۹؛ تغذیه آبزبان پرورشی (ماهیان سردابی، ماهیان گرمابی و میگو). انتشارات اصلانی. ۳۲۰ صفحه.

۴ - شریعتی، ش. و قاضی شهینی زاده، پ. ۱۳۷۹؛ کلزا. اداره کل آمار و اطلاعات

- 10- 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.
- 11.Folch,J.,M.Lees and Slone-Stanly,G.H.,1957; A rapid method for the isolation and purification from animal tissues of total lipids.Biol. Chem.,226(1), 497-511.
- 12- Geelen,N.,Janse,W.L.,Van,O.,Oostebeaan,M.M.,Breukink,H.J. Beynen , A.C.,2001; Fat feeding increases equine heparine released lipoprotein lipase activity. J.Vetintern Med .15(5): 478-481.
- 13- Guillou,A.,Soucy,P.,Kalil,M., & Adambounou,L.,1995; Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook char. Aquaculture. 136: 351-362.
- 14- Haiqing,S.,Xiqin,H.,1994; Effects of dietary animal and plant protein ratios and energy levels on growth and body composition of bream (*Megalobrama skolkovii* Dybowski) fingerling. Aquaculture, 127 : 189-196.
- 15- Halver,J.E.,Hardy,R.W.,2002; Fish nutrition.Academic Press. 602-641.
- 16- Harper,H.,1993;Text book of a review of physiological chemistry. Lange medical publication,California.
- 17- Higgs,D.A. 1995; Chapter II.Use of rapeseed / canola protein products in finfish diets. In : D.sessa and C.lim(eds).AOAC monograph entitled Nutrition and Utilization technology in Aquaculture.
- 18- Kemp,P. and Smith,M.W.,1970; Effect of temperature acclimatization on the fatty acid composition of gold fish intestinal lipids.Biochem.J. 117:9-15.
- 19- King,M.,2003; Cholesterol.Available:<http://www.indstate.edu/thcme/nwking/home.html>.
- 20- Libby,P.,2002; Atherosclerosis.The new view scientific American. 286 : 30 - 37.
- 21- Merz-Demlow,B.E.,Duncan,A.M.,Wagen,K.E., 2000; Soy isoflavones improve plasma lipids in normocholesterolemic, premenopausal women. Am.J.Clin Nutr,71:1462-1469.
- 22- Morales,A.E.,Gardenete,G.,De la Higuera,M.,Sanz,A.,1994; Effects of dietary protein source on growth, Feed conversion and energy utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 124:117-126.
- 23- Nacz,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.
- 24- NRC (National Research Council,USA).1993; Nutrient Requirements of fish.National Academy of sciences,Washington.
- 25- Potter,S.M.,1998; Soy protein and cardiovascular disease: Impact of bioactive components in soy.Nutr Rev,56:231-235.
- 26- Quinsac,A.,Ribailier,D.Elakir,C.Lafosse,M.,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.
- 27- SAS,Institute. 1993; SAS user'guide: Statistic.SAS ins,Inc Cary,NC.
- 28- Sessions,V.A.,Salter,A.M.,1994;The effect of different dietary fats and cholesterol on serum lipoprotein concentrations in hamsters. Biochem. Biophys ,3 .1211(2):207-214.
- 29- Skinner, E., & Rogie, A., 1978; The isolation and partial characterization serum lipoproteins and apoproteins of rainbow trout.Bio.Chem ., 173: 507-520.
- 30- Takehiko, U.,Yukata, F. and Yukio,Y.,2002; Beneficial effects of soybean isoflavone in postmenopausal iapanese women: A four-week study, J.Am.Nutr., 21 (2) : 97-102.

