

تأثیر جایگزینی سطوح مختلف روغن کانولا با روغن ماهی در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، نرخ بازماندگی و آنالیز لاشه ماهی قزل آلای رنگین کمان (Oncorhynchus mykiss) انگشت قد

سیما بروزگر^۱، کیومرث علی‌رمجی^۲، سلطنت نجار لشگری^{*۳}، میلاد عادل^۳، مهدی محمد علیخانی^۴

^{*}se_lashgari@yahoo.com

- ۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تتكلابن، تتكلابن، ایران
- ۲- مرکز تحقیقات ماهیان سردا آبی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تتكلابن، ایران
- ۳- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۴- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ پذیرافشانی: ۱۳۹۷/۰۶/۰۱

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۶

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثرات جایگزینی سطوح مختلف روغن کانولا با روغن ماهی در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، نرخ بازماندگی و آنالیز لاشه ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انگشت قد طراحی و اجرا گردید. بدین منظور، سه جیره آزمایشی با سطح پروتئین یکسان (۴۰ درصد) و سطوح چربی ۱۰۰ درصد تهیه شد (جیره اول با ۱۰۰ درصد روغن ماهی، جیره دوم با ۱۰۰ درصد روغن کانولا و جیره سوم با ۵۰ درصد روغن ماهی و ۵۰ درصد روغن کانولا با سه تکرار). سپس ۴۰۵ عدد ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزن 11 ± 1 گرم و تراکم ۴۵ عدد در ۹ حوضچه طی مدت هشت هفته با جیره‌های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند. بر اساس نتایج بدست آمده، ترکیب ۵۰ درصد روغن ماهی و ۵۰ درصد روغن کانولا در جیره، موجب بهبود شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی، درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و شاخص وضعیت گردید و تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد ($p < 0.05$). از نظر ضریب تبدیل غذایی نیز اختلاف مشاهده شده در هر سه تیمار معنی‌دار بود ($p < 0.05$) و بیشترین میزان آن در تیمار ۱۰۰ درصد روغن ماهی مشاهده شد، هر چند در بین تیمارهای مختلف از نظر درصد بازماندگی و مقادیر پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت لاشه ماهیان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$). بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، جایگزینی بخشی از روغن کانولا با روغن ماهی (۵۰ درصد روغن ماهی با ۵۰ درصد روغن کانولا) در جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد داشته است و می‌تواند با کاهش طول دوره پرورش موجب کاهش هزینه‌ها گردد.

لغات کلیدی: روغن کانولا، رشد، بازماندگی، آنالیز لاشه، قزل آلای رنگین کمان

*نویسنده مسئول

مقدمه

رفت و کارایی پروتئین مصرفی در جیره افزایش و هزینه نهایی پرورش کاهش خواهد یافت. روغن ماهی یک جزء ترکیبی فوق العاده با ارزش جیره غذایی برای ماهی و منبع غنی از انواع امگا₃, ۳، ویتامین‌های A و D است. با توجه به محدودیت تهیه روغن از ماهی‌های دریایی و قیمت بالای آن، استفاده از روغن‌های گیاهی به جهت سهولت دسترسی، قیمت پایین‌تر و نیز پایداری بیشتر این روغن‌ها، در مقایسه با روغن ماهی می‌تواند جایگزین مناسبی برای روغن ماهی در جیره آبزیان شود که این مسئله باعث کاهش اتکای مراکز آبزی پروری به استفاده از روغن ماهی به عنوان تنها منبع چربی در جیره ماهیان می‌شود (Turchini and Francis, 2009). با این وجود آبزی پروران همواره بایستی تلاش کنند تا کاهش کیفیت ماهی‌های پرورشی را از نظر سلامت، خصوصیات ظاهری و اثرات مفیدشان در جیره غذایی انسان، که به واسطه جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی به وجود می‌آید، به حداقل برسانند.

روغن کانولا منبعی سرشار از ویتامین‌های E و K و چربی‌های گیاهی مفید است که به سلامت قلب کمک شایانی می‌کند (Bell, 1993). این روغن در برابر نور مقاوم است و تغییرات پراکسیدی آن در مقایسه با سایر روغن‌ها تقریباً صفر است. روغن کانولا در مقایسه با روغن‌های آفتتابگردان، ذرت و سویا به دلیل حضور اسیدهای چرب اشباع نشده و فقدان کلسترول از کیفیت تغذیه‌ی بالاتری برخوردار است (Higgs *et al.*, 1995). میزان اسیدهای چرب اشباع موجود در روغن کانولا بسیار پایین است (۷ درصد)، در حالی که میزان اسیدهای چرب غیراشباع آن، بخصوص اسید چرب امگا-۳ آلفا لینولنیک بالاست (۱۱ درصد). روغن کانولا به علت تناسب مطلوب ۲:۱ لینولنیک اسید و لینولنیک اسید از نظر مصرف کنندگان مطلوب‌تر است و بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mwachireya *et al.*, 1999). اثرات جایگزینی روغن‌های گیاهی با روغن ماهی و تأثیر آن بر شاخص‌های رشد، بازماندگی، ایمنی، تغذیه، آنالیز لашه و ترکیب اسیدهای چرب لашه در پژوهش‌های متعددی از جمله Gordon Bell و همکاران (۲۰۰۱)، در ماهی آزاد

با رشد تجاری سریع صنعت آبزی‌پروری در جهان که از سال ۱۹۶۰ به بعد انجام گرفت، استفاده از جیره‌های غذایی مصنوعی در مزارع پرورش ماهیان گسترش یافت، بطوریکه امروزه یکی از نکات مهم در انتخاب آبزیان برای فعالیت‌های آبزی‌پروری قابلیت آداپتاسیون و پذیرش بالا به غذاگیری دستی و تغذیه مصنوعی می‌باشد. رشد و بازدهی غذا در دستیابی یک پرورش‌دهنده به سود اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای در صنعت آبزی‌پروری برخوردار می‌باشد (Paus *et al.*, 1998). اهمیت غذا و تغذیه در پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان از دو جنبه، یکی تأمین نیازهای کامل غذایی جهت رشد مناسب و سریع آن و دیگری ایجاد سرعت رشد مناسب برای رسیدن به وزن مطلوب در پایان دوره پرورش، به منظور افزایش بازده اقتصادی مطرح می‌باشد. علاوه بر این، تأمین منابع پروتئینی یک عامل محدود کننده توسعه صنعت پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان می‌باشد؛ زیرا قسمت عمده جیره این ماهی را پروتئین تشکیل می‌دهد و قیمت بالای آن در افزایش هزینه تولید ماهی مؤثر است. با توجه به هزینه بالای منابع پروتئینی می‌توان تا حدود زیادی نیازهای انرژی ماهی را از طریق سایر منابع ارزان قیمت‌تر انرژی، همچون چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها تأمین نمود (محبوبی صوفیانی و همکاران، ۱۳۸۲).

چربی‌های جیره نه تنها به عنوان منبع بالقوه انرژی، دارای ارزش انرژی زایی بالاتری نسبت به کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها هستند، بلکه تأمین کننده اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی نیز می‌باشند و وظایف فیزیولوژیک مهمی نیز در بدن به عهده دارند (Sargent *et al.*, 2002). در صورتی که منابع غیر پروتئینی نظری کربوهیدراتها و چربی‌ها در جیره به حالت متعادل و متناسب با پروتئین استفاده شوند، می‌توانند از شکسته شدن پروتئین به منظور تولید انرژی جلوگیری نمایند و انرژی مورد نیاز ماهی را تأمین کنند (Demaska- Zakeoe *et al.*, 2012). در این صورت پروتئین جیره بیشتر جهت تولید بافت جدید و افزایش وزن بکار خواهد

سویا، روغن ماهی کیلکا، روغن کانولا، مکمل‌های ویتامینی (ویتامین‌های A, D3, E, K3, B1, B2, B6, B12, C) و مکمل‌های معدنی (منگنز، مس، آهن، روی، سلنیوم، ید، کبات، کلرید کولین)، سلولز، بایندر (آمیت بایندر، مهرتابان، یزد)، نمک، ضد قارچ (توكسیبیان) و آنتی‌اسیدان (BHT، مرک، آلمان) بود (جدول ۱). به منظور تهیه جیره‌های آزمایش سطوح صفر (شاهد)، ۵ و ۱۰ درصد از روغن کانولا جایگزین روغن کیلکا در جیره پایه شد و به صورت یکنواخت و همگن با جیره پایه مخلوط گردید. در این آزمایش ماهیان به مدت ۸ هفته، ۳ وعده در روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. تعیین میزان غذای مصرفی بر اساس درجه حرارت آب، تراکم ماهیان و جداول غذاده‌ی صورت گرفت. این بررسی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

جدول ۱: ترکیب و آنالیز تقریبی جیره‌های غذایی مورد استفاده برای ماهیان قزل آلای رنگین کمان انگشت قد

Table 1: Approximate composition and analysis of diets used for rainbow trout fingerling

ترکیبات			تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم
(%)	(%)	(%)			
۷۰	۷۰	۷۰	پودر ماهی کیلکا		
۵	۰	۱۰	روغن ماهی کیلکا		
۵	۱۰	۰	روغن کانولا		
۷	۷	۷	آرد گندم		
۱۲	۱۲	۱۲	آرد سویا		
۱	۱	۱	مکمل‌های معدنی و ویتامینی		

ارزیابی شاخص‌های رشد و درصد بازماندگی به منظور ارزیابی اثرات توأم استفاده از روغن ماهی و روغن کانولا بر شاخص‌های رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد و مقایسه بین تیمارهای مختلف، وزن کل و طول کل ماهیان هر حوضچه، هفت‌های یک بار با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقیق ۰/۰۱ گرم و خط کش با دقیق ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (بدین منظور ۲۴ ساعت قبل از ۷۹

اقیانوس اطلس، Drew و همکاران (۲۰۰۷)، در ماهی قزل آلای رنگین کمان، نیکزاد حسن کیاده و همکاران (۱۳۸۷)، در چه فیل ماهیان پرورشی (*Huso huso*)، در ماهی آزاد Abedian Kenari دریای خزر، مسیحا و همکاران (۱۳۸۹)، در ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد، بادپا رودسری و همکاران (۱۳۹۲)، در ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد، کاظمی و مشکینی (۱۳۹۲)، در لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان و قلیچی و ناصری خلخالی (۱۳۹۳)، در ماهی قزل آلای رنگین کمان مورد ارزیابی قرار گرفته شده است.

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات جایگزینی سطوح مختلف روغن کانولا با روغن ماهی در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و آنالیز لашه ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش کار

محل و شرایط اجرای تحقیق

این تحقیق در یک دوره ۸ هفته‌ای در مرکز پرورش ماهیان خاویاری نسارود، واقع در شهرستان رامسر انجام شد. جهت انجام عملیات پرورش از تعداد ۹ قفس به ابعاد $1 \times 1 \times 0.9$ متر استفاده گردید که در ۳ حوضچه‌های گرد بتوانی به قطر ۳ متر و حجم آب ۱۰۰۰ لیتر قرار داده شده بودند. در ابتدای آزمایش و به منظور سازگاری ماهیان با شرایط جدید پرورشی، ۴۵ عدد ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد با میانگین وزن اولیه 11 ± 1 گرم به مدت دو هفته در هر قفس توزیع شدند. دمای آب در طول دوره پرورش بین ۱۶-۱۲ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول بین $6/3-8/3$ میلی گرم در لیتر و pH بین $7/4-7/9$ متغیر بود. به منظور پیشگیری از ابتلا به بیماری‌های قارچی قفس‌ها به صورت هفتگی کاملاً تمیز می‌شدند.

آماده سازی جیره

ماهیان پس از سازگاری با شرایط جدید پرورشی، به مدت ۸ هفته با غذای دستی تغذیه شدند. مواد اولیه مورد استفاده در جیره شامل: پودر ماهی کیلکا، آرد گندم، آرد

گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تجزیه واریانس دو طرفه ANOVA و مقایسه میانگین بین تیمارهای Duncan مختلف با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای نرم‌افزار 20 SPSS انجام و میزان اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد تعیین شد ($p < 0.05$).

نتایج

شاخص‌های رشد

تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن کانولا بر فاکتورهای رشد و درصد بازنده‌گی ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد طی ۸ هفته پرورش در تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، ترکیب ۵ درصد روغن ماهی و ۵ درصد روغن کانولا (تیمار ۳) در جیوه موجب بهبود شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و شاخص وضعیت شد. با توجه به نتایج بدست آمده میزان وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و میزان شاخص وضعیت در هر سه تیمار دارای اختلاف معنی داری با یکدیگر بود ($p < 0.05$) و بیشترین میزان وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و میزان شاخص وضعیت در تیمار سوم (ترکیب ۵ درصد روغن ماهی و ۵ درصد روغن کانولا) مشاهده شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس یک طرفه هر سه تیمار دارای روغن ماهی، روغن کانولا و ترکیب روغن ماهی و روغن کانولا دارای اختلاف معنی داری بودند ($p < 0.05$) و بیشترین ضریب رشد ویژه در تیمار سوم (ترکیب روغن ماهی و روغن کانولا) مشاهده شد. از نظر ضریب تبدیل غذایی نیز اختلاف مشاهده شده در هر سه تیمار معنی دار بود ($p < 0.05$) و بیشترین میزان آن در تیمار ۱۰٪ روغن ماهی مشاهده شد، هر چند اختلاف مشاهده شده درصد بازنده‌گی در بین تیمارهای مختلف معنی دار نبود ($p > 0.05$).

زیست سنجی تغذیه ماهیان قطع شد و قبل از اندازه گیری شاخص‌های رشد، ماهیان با اسانس گل میخک با غلظت ۶۰ ppm بیهوش شدند). همچنین شاخص‌های رشد ماهیان شامل درصد افزایش وزن بدن^۱، ضریب رشد ویژه^۲، ضریب تبدیل غذایی^۳، شاخص وضعیت^۴ و نرخ بازنده‌گی^۵ طبق روابط ذیل محاسبه شد (Luo et al., 2010).

- درصد افزایش وزن بدن = [وزن نهایی (گرم) - وزن ابتدایی (گرم)] / وزن ابتدایی (گرم)
- ضریب رشد ویژه = [لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم) - لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم)] / تعداد روزهای پرورش (روز)
- ضریب تبدیل غذایی = مقدار غذای خورده شده (گرم) / وزن نهایی (گرم) - وزن ابتدایی (گرم)
- شاخص وضعیت = وزن (گرم) × ۱۰۰ / طول^۳ (سانتیمتر)
- درصد بازنده‌گی = (تعداد ماهیان اولیه / تعداد ماهیان باقیمانده) × ۱۰۰

آنالیز لاشه ماهیان انگشت قد در انتهای آزمایش ۴۸ عدد ماهی (تعداد ۴ ماهی از هر تکرار) به صورت تصادفی انتخاب و جهت آنالیز لاشه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند. در ادامه استخراج چربی به روش سرد یا کینسلا (Kinsella et al., 1977) سنجش پروتئین به روش (AOAC, 2005) سنجش رطوبت به وسیله دستگاه فور (AOAC, 1990)، سنجش خاکستر در کوره الکتریکی (AOAC, 1990) انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

کلیه داده‌ها در نرم افزار Excel ثبت گردید و نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرار

¹ Increase Body Weight (BWI)

² Special Growth Ratio (SGR)

³ Food Conversion Ratio (FCR)

⁴ Condition Factor (CF)

⁵ Survival Rate (SR)

جدول ۲: تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن کانولا بر روی شاخص‌های رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد

Table 2: Effect of Different Levels of Fish Oil and Canola Oil on Growth Indices of Rainbow Fingerling

درصد بازنده‌گی	ضریب تبدیل غذایی	شاخص وضعیت	ضریب رشد ویژه	افزایش وزن بدن (گرم)	وزن نهایی (گرم)
۱۰۰±۰/۰۰	۱/۵۶±۰/۲۲ ^a	۱/۰۸±۰/۰۹ ^c	۲/۰۳±۰/۱۰۲ ^c	۲۱/۰۸±۷/۵۳ ^c	۸۲/۰۸±۸/۰۶ ^c
۱۰۰±۰/۰۰	۱/۲۷±۰/۲۵ ^b	۱/۳۵±۰/۱۴ ^b	۲/۹۳±۰/۸۲ ^b	۲۵/۶۷±۸/۶۰ ^b	۹۰/۰۲±۸/۲۹ ^b
۱۰۰±۰/۰۰	۰/۹۴±۰/۱۸ ^c	۱/۶۶±۰/۲۵ ^a	۳/۲۹±۰/۱۰۵ ^a	۳۱/۵۴±۱/۳۶ ^a	۹۷/۰۶±۹/۹۶ ^a

تیمار دوم: ۱۰۰٪ روغن کانولا، تیمار سوم: ۵۰٪ روغن ماهی + ۵۰٪ روغن کانولا (تیمار اول: ۱۰۰٪ روغن ماهی،

اعداد داخل جدول، به صورت انحراف استاندارد \pm میانگین هستند. در هر ستون، تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، در سطح ۰/۰۵ اختلاف معناداری با یکدیگر دارند.

بدست آمده، اختلاف معنی‌داری از نظر درصد پروتئین، خاکستر، چربی و رطوبت در بین تیمارهای مختلف وجود ندارد ($p > 0/05$).

آنالیز لاشه

اثر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن کانولا بر آنالیز لاشه ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد طی ۸ هفته پرورش در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج

جدول ۳: تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن کانولا بر روی آنالیز لاشه ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد

Table 3: Effect of different levels of fish oil and canola oil on carcass analysis Rainbow Fingerling

پروتئین (%)	خاکستر (%)	رطوبت (%)	چربی (%)	
۱۷/۲۶±۰/۳۷ ^a	۲/۲۳±۰/۷۶ ^a	۷۵/۰۰±۱/۰۰ ^a	۴/۶۳±۰/۲۱ ^a	تیمار اول
۱۷/۲۵±۰/۳۹ ^a	۱/۶۰±۰/۱۰ ^a	۷۲/۶۷±۲/۸۹ ^a	۴/۶۰±۰/۰۴ ^a	تیمار دوم
۱۷/۲۸±۰/۴۵ ^a	۲/۱۷±۰/۵۵ ^a	۷۳/۳۳±۱/۱۵ ^a	۴/۶۱±۰/۱۰ ^a	تیمار سوم

تیمار دوم: ۱۰۰٪ روغن کانولا، تیمار سوم: ۵۰٪ روغن ماهی + ۵۰٪ روغن کانولا (تیمار اول: ۱۰۰٪ روغن ماهی، اعداد داخل جدول، به صورت انحراف استاندارد \pm میانگین هستند. در هر ستون، تیمارهایی که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند، در سطح ۰/۰۵ اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند.

که علت آن را می‌توان در میزان بالای اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در روغن کانولا دانست. نتایج تحقیق کاظمی و مشکینی (۱۳۹۲) نشان داد جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی بخصوص روغن کانولا و آفتابگردان برای غنی سازی ناپلی آرتیمیا جهت تغذیه لارو قزل آلای رنگین کمان امکان‌پذیر بوده است و زمینه رشد بهتر و بازنده‌گی بالاتر را در ماهیانی که در مرحله اول رشد از تیمارهای حاوی روغن‌های گیاهی تغذیه کرده بودند، فراهم نموده است. همچنین نتایج پژوهش Drew و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که جایگزینی آرد و روغن ماهی با پروتئین غلیظ

بحث

به علت توسعه صنعت آبری پروری و افزایش میزان تولید قزل آلا و به دنبال آن افزایش تقاضا به روغن ماهی و کاهش میزان ذخایر ماهیان دریایی مورد استفاده جهت تولید روغن ماهی، یافتن جایگزین مناسب برای روغن ماهی در جیره غذایی ماهیان، مورد توجه خاصی قرار گرفته است (Mourente *et al.*, 2005). در این تحقیق جایگزینی بخشی از روغن ماهی با روغن کانولا تأثیر مثبتی بر فاکتورهای رشد داشته است و ماهیان تغذیه شده با این جیره دارای بالاترین میزان وزن نهایی بودند

بدنبال خواهد داشت. البته این میزان چربی نباید از حد مشخصی بیشتر شود، در غیر این صورت سبب کاهش رشد می شود، چون جیره های پر چربی نیاز به متیونین را افزایش می دهند (به منظور ساخت اسیدهای صفوای) و موجب باند شدن کلسمیم با مواد معدنی می گردد و آن را از دسترس حیوان خارج می سازند (Regost *et al.*, 2003). بنابراین، جیره حاوی درصد روغن بالا نیاز به متیونین را افزایش می دهد و حیوان دچار کمبود این اسید آمینه ضروری می شود که نتیجه آن به صورت کاهش رشد دیده می شود. همچنین دسترسی نداشتن ماهی به کلسمیم باند شده به علت چربی زیاد جیره ممکن است مزید بر علت شود (Bell *et al.*, 1996).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطوح مختلف روغن ماهی و کانولا تأثیر معنی داری بر درصد پروتئین، خاکستر، چربی و رطوبت لشه ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد در بین تیمارهای مختلف نداشته است ($p < 0.05$). مشابه نتایج حاضر در مطالعه مسیحا و همکاران (۱۳۸۹)، جایگزینی روغن بزرک با روغن ماهی (نسبت ۱ به ۱) در جیره ماهی قزل آلای انگشت قد تأثیر معنی داری در ترکیب شیمیایی لشه تیمارهای مختلف نداشته است. در بررسی نیکزاد حسن کیاده و همکاران (۱۳۸۷)، نیز افروزن روغنهای گیاهی کانولا و سویا تأثیر معنی داری در ترکیب شیمیایی لشه بچه فیل ماهیان پرورشی نداشته است که همسو با مطالعه حاضر است. مطالعه بادپا رودسری و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان داد که جایگزینی ۵ درصد روغن سویا با ۵ درصد روغن ماهی در جیره ماهی قزل آلای انگشت قد موجب افزایش معنی دار مقادیر چربی و رطوبت لشه گردید، اما تأثیر معنی داری بر سایر متغیرها (خاکستر و پروتئین خام) نداشت.

در مجموع با توجه به نتیجه به نتیجه مطالعه حاضر می توان اذعان نمود، تولید جیره محتوی ۵٪ روغن ماهی و ۵٪ روغن کانولا در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) سبب بهبود شاخص های رشد، نرخ بازماندگی و مقادیر پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت لشه ماهیان اوزان ۱۰۰-۱۰۰ گرم شده و با توجه به کاهش طول دوره

شده کانولا و ترکیب کانولا و روغن بذر کتان بر عملکرد رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان اثر منفی ندارد و قابلیت جایگزینی با منابع گران قیمت موجود در جیره را دارد که همسو با نتایج مطالعه حاضر می باشد. Gordon Bell و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که جایگزینی روغن ماهی با روغن کانولا برای تغذیه آزاد ماهی باعث رشد و بازده غذایی مشابه می شود، بدون آنکه اثر ناخوشایندی بر سلامتی ماهی داشته باشد. Webster و همکاران (۱۹۹۵) نیز نشان دادند که کنجاله کانولا قابلیت آن را دارد که به عنوان جایگزین آرد ماهی در جیره گریه ماهی آبی (*Ictalurus furcatus*) استفاده شود که این امر موجب کاهش قیمت تمام شده غذا شده است.

یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان ضریب تبدیل غذا است، زیرا موجب کاهش هزینه های غذا و مقدار غذاده هی و به تبع آن موجب کاهش آلودگی آب محیط پرورشی و کاهش عفونت های ثانویه خواهد شد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده توأم روغن ماهی و روغن کانولا موجب کاهش معنی دار میزان ضریب تبدیل غذا نسبت به سایر تیمارها شده است. این نتایج همسو با مشاهدات نیکزاد حسن کیاده و همکاران (۱۳۸۷)، بر پچه فیل ماهیان پرورشی است. در این بررسی، تیمارهایی که از روغن گیاهی استفاده کردند، از ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به سایر تیمارهایی که روغن گیاهی دریافت نکردند، برخوردار بودند. با توجه به نیاز متفاوت ماهیان به چربی در جیره، انواع چربی جیره علاوه بر تأثیر بر خوش خوراکی آنها، بر خصوصیات فیزیکی از جمله ترد و شکنندگی دانه های غذا در مقابل فشارهای فیزیکی نیز تأثیرگذار است. در نتیجه سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی می گردد. این طور بنظر می رسد که جیره حاوی چربی از مصرف پروتئین در تأمین انرژی جلوگیری می کند، در نتیجه پروتئین به مصرف رشد حیوان می رسد که این افزایش رشد ماهی متناسب با افزایش سطح چربی، نشان دهنده تأمین بهتر انرژی مورد نیاز فرآیندهای متابولیسمی است و از طریق ایجاد امکان قرار گرفتن پروتئین در مسیر اصلی خود، بهبود عملکرد رشد جیره های غذایی و در نتیجه رشد بهتر بچه ماهیان را

مسیحا، ع.، ابراهیمی، ع.، محبوبی صوفیانی، ن. و کریمی، م.ر.، ۱۳۸۹. اثر جایگزینی روغن ماهی با روغن بزرک در جیره روی عملکرد رشد و ترکیب لاشه‌ی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان انگشت قد (Oncorhynchus mykiss). مجموعه مقالات اولین همایش ملی علوم آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، صفحه ۱۹.

نیکزاد حسن کیاده، م.، خارا، ح.، بیزانی، م. ع. و پرنده آور، ح.، ۱۳۸۷. اثرات منابع چربی جیره غذایی بر فاکتورهای رشد، تغذیه و ترکیب اسیدهای چرب لاشه بچه فیل ماهیان پرورشی (Huso huso). مجله علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ۲(۴): ۷۳-۸۷. دوره دوم، شماره چهارم، صفحات ۷۳-۸۷

Abedian Kenari, A., Mozanzadeh, M.T. and Pourgholam, R., 2010. Effects of total fish oil replacement to vegetable oils at two dietary lipid levels on the growth, body composition, haemato-immunological and serum biochemical parameters in Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius* Kessler, 1877). *Aquaculture Research*, 1-14. DOI:10.1111/j.1365-2109.2010.02701.

AOAC, 2005. Official methods of analysis. 18th ed., Gaithersburg, MD: Association of official analytical chemists. Aquaculture, 224:283-299.

AOAC, 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.

Bell, J.M., 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. Canadian Journal of Animal Science, 73:679-697. DOI: org/10.4141/cjas93-075

Bell, J.G., Ashton, I., Secombes, C.J., Weitzel, B.R., Dick, J.R. and Sargent,

پرورش و قیمت تمام شده غذا تأثیر بسزایی در کاهش هزینه‌های تولید خواهد داشت.

تشکر و قدردانی

نویسنده‌گان از مدیریت مرکز پرورش ماهیان خاویاری نسارود رامسر به جهت در اختیار قرار دادن امکانات مرکز در پیشبرد تحقیق تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع

- بادپا رودسری، ا.، توکل، س.، قمی، م.ر. و فغانی لنگرودی، ح.، ۱۳۹۲. تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن سویا در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، تغذیه و آنالیز لاشه ماهی قزل آلای رنگین کمان (Oncorhynchus mykiss). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزاد شهر، ۷(۳): ۵۶-۵۱. سال هفتم، شماره سوم، صفحات ۵۱-۵۶
- قلیچی، ا. و ناصری خلخالی، ا.، ۱۳۹۳. اثرات جایگزینی سطوح مختلف روغن گیاهی کانولا با روغن ماهی در جیره غذایی بر فاکتورهای ایمنی و آنزیمی ماهی قزل آلای رنگین کمان (Oncorhynchus mykiss) (۲۶ فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، ۶(۲): ۲۶-۱۷. سال ششم، شماره ۲، صفحات ۱۷-۲۶
- کاظمی، ا.، آق، ن. و مشکینی، س.، ۱۳۹۲. بررسی جایگزینی روغن‌های گیاهی به جای روغن ماهی برای غنی سازی ناپلی *Artemia urmiana* و اثرات آن بر بازماندگی و رشد لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان (Oncorhynchus mykiss) (۲۶ جانوری (زیست‌شناسی ایران)، ۳(۲۶): ۲۶۶-۲۶۰. جلد ۲۶، شماره ۳، صفحات ۲۵۵-۲۶۶
- محبوبی صوفیانی، ن.، فانی، ع.، فیضی، ز. و پوررضا، ج.، ۱۳۸۲. اثر سطوح مختلف روغن کیلکا در جیره بر صفات پرورشی و ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان (Oncorhynchus mykiss) (۱۷ علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۷(۱): ۲۵۲-۲۵۰. سال هفتم، شماره اول، صفحات ۲۴۵-۲۵۲

- J.R., 1996.** Dietary lipid affects phospholipid fatty acid compositions, eicosanoid production and immune function in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Prostagandins Leukot Essent Fatty Acids. , 54:173-182. DOI: 10.1016/S0952-3278(96)90013-7.
- Demska-Zakeoe, K., Zakeoe, Z., Ziomek, E. and Jarmolowicz, S., 2012.** Impact of feeding juvenile tench (*Tinca tinca* (L.)) feeds supplemented with vegetable oils on hematological indexes and liver histology. Archives of Polish Fisheries. Archives of Polish FisheriesArch. Pol. Fish, 20:67-75. DOI: 10.2478/v10086-012-0009.
- Drew, M.D., Ogunkoya, A.E., Janz, D.M. and Van Kessel, A.G., 2007.** Dietary influence of replacing fish meal and oil with canola protein concentrate and vegetable oils on growth performance, fatty acid composition and organochlorine residues in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 267:260- 268. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.01.002.
- Gordon Bell, J., McEvoy, J., Tocher, D.R., McGhee, F., Campell, P.J. and Sargent, J.R., 2001.** Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*salmo salar*) affects tissue lipid composition and hepatocyte fatty acid metabolism. Journal of Nutrition, 131:1535-1543. DOI: 10.1093/jn/131.5.1535.
- 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: Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture, (C.E. Lim and D.J. Sessa, Eds), AOCS Press, Champaign, IL. 130-156.
- Kinsella, J.E., Shimp, J., Mai, J., and Weihrauch, J. 1977.** Sterol, phospholipids, mineral content and proximate composition of fillets of selected freshwater fish species. Journal of Food Biochemistry, 1:131-40. DOI: 10.1111/j.1745-4514.1977.tb00176.
- Luo, G., Xu, J., Teng, Y., Ding, C. and Yan, B., 2010.** Effects of dietary lipid levels on the growth, digestive enzyme, feed utilization and fatty acid composition of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) reared in freshwater. Aquaculture Research, 41:210-219. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02319
- Mourente, G.; , Dick, J.R.; , Bell, J.G. and Tocher, D.R., 2005.** Effect of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on desaturation and β -oxidation of [1-14C] 18:3n-3 (LNA) and [1-14C] 20:5n-3 (EPA) in hepatocytes and enterocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture, 248:173-186. DOI: 10.1016.
- 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, 5:73-82. DOI: 10.1046/j.1365-2095.1999.00089.

- Paus, J., Nordrump, S., Aakrea, S.E. and Schanche, J.S. 1998.** A new process for production of high energy fish feed, evaluated by experimental design and chemical analyses. *Animal feed Science and Technology*, 73:195- 205.
- Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G. and Kaushik, S.J., 2003.** Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*) 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. *Aquaculture*, 217:465-482. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00259-4.
- Sargent, J.R., Tocher, D.R. and Bell, J.G., 2002.** The lipids- In: Fish nutrition (Eds) R.W. Hardy, J.E. Halver, Academic Press, San Diego, CA, USA. 181-257.
- Turchini, G.M. and Francis, D.S., 2009.** Fatty acid metabolism (desaturation, elongation and b-oxidation) in rainbow trout fed fish oil or linseed oil-based diets. *British Journal of Nutrition*, 102:69-81. DOI: 10.1017/S0007114508137874.
- Webster, C.D., Goodgame-Tiu, L.S. and Tidwell, J.H., 1995.** Total replacement fish meal by soybean meal, with various percentages of supplemental L-methionine, in fish diets for blue catfish, *Ictalurus furcatus* (Leseur). *Aquaculture Research*, 26:299- 306. DOI: 10.1111/j.1365-2109.1995.tb00917.

Effects of replacing dietary fish oil with canola oil on growth indices, survival rate and body chemical composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerling

Barzegar S.¹, Aliramaji K.¹, Najjar Lashgari S.^{2*}, Adel M.³, Mohammad Alikhani M.⁴

*se_lashgari@yahoo.com

- 1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran
- 2- Cold-water Fishes Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tonekabon, Iran
- 3- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran
- 4- Young Researchers and Elites Club, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of replacing dietary fish oil with canola oil on growth indices, survival rate and body chemical composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerling. For this purpose, three experimental diets were prepared with the same protein level (40%) and fat levels of 100% (First diet with 10% fish oil, second diet with 100% canola oil and third diet with 50% fish oil and 50% canola oil with three replicates). Then 405 fingerling rainbow trout with an average weight of 11 ± 1 g and a density of 45 in 9 ponds were fed in experimental diets for 8 weeks. Based on the results, the combination of 5% fish oil and 5% canola oil in the ration improved the growth indices including: final weight, Increase Body Weight (BWI), Special Growth Ratio (SGR) and Condition Factor (CF) and showed a significant difference with other treatments and the highest amount was observed in 10% fish oil treatment ($p<0.05$). However, there was no significant difference between treatments in terms of survival rate and protein, fat, ash and moisture content of fish carcasses ($p>0.05$). Based on the results of this study, replacing part of canola oil with fish oil (50% fish oil with 50% canola oil) in rainbow trout diet has a positive effect on growth indices and can reduce costs by reducing the length of breeding period.

Keywords: Canola oil, Growth, Survival, Carcass analysis, Rainbow trout

*Corresponding author