

تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن کانولا در جیره غذایی بر رشد، بازماندگی و ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) پروراری

- کیومرث علی رمجی: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
- سیما برزگر: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
- مهدی محمدعلیخانی: باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- سلطنت نجارلشگری*: مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تنکابن، ایران
- رقیه محمودی: مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۶

چکیده

اثر روغن‌های دریایی به دلیل دارا بودن اسیدهای چرب ۲-۳ روی بسیاری از بیماری‌ها به اثبات رسیده است. اکثر اثرات بالینی اسیدهای چرب ۲-۳ به دلیل وجود دو کوزاهگزانوئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید می‌باشد که تاکنون جزء در ماهی در هیچ ماده غذایی دیگری یافت نشده است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن کانولا در جیره غذایی بر رشد، بازماندگی و ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل آلابی رنگین کمان پروراری می‌باشد که در نهایت می‌تواند موجب جبران کمبود اسیدهای چرب ۲-۳ در سبد غذایی خانوار شده و گامی مهم در راستای سلامت جامعه باشد. برای این منظور سه جیره آزمایشی با سطح پروتئین یکسان (۴۰٪) و سطوح چربی مختلف (جیره اول با ۱۰٪ روغن ماهی، جیره دوم با ۱۰٪ روغن کانولا و جیره سوم با ۵٪ روغن ماهی و ۵٪ روغن کانولا) و هر یک با سه تکرار تهیه شد و ۲۷۰ عدد ماهی قزل آلابی رنگین کمان با میانگین وزن 10 ± 10 گرم با تراکم ۳۰ عدد در هر قفس به مدت ۵۶ روز پرورش یافتند. براساس نتایج به دست آمده شاخص‌های میانگین وزن نهایی، افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و فاکتور وضعیت در هر سه تیمار دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P < 0/05$) اما اختلاف معنی‌داری از نظر نرخ بقا و ترکیب شیمیایی بدن بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P > 0/05$). به طور کلی نتایج نشان داد تیمار سوم یعنی ترکیب ۵٪ روغن ماهی و ۵٪ روغن کانولا در جیره سبب بهبود شاخص‌های رشد، درصد بازماندگی و فاکتور وضعیت گردید ($P < 0/05$).

کلمات کلیدی: روغن ماهی، روغن کانولا، رشد، بازماندگی، ترکیب شیمیایی بدن، قزل آلابی رنگین کمان



مقدمه

از سال ۱۹۵۰ صنعت آبی‌پروری با افزایش سالانه تقریباً ۱۰٪ سریع‌ترین رشد را در بخش کشاورزی در جهان داشته است (Sofia, 2008). مطالعات در مورد ۱۰ گونه ماهی مهم پرورشی نشان داده که به‌طور میانگین برای تولید یک کیلوگرم ماهی پرورشی که با غذاهای تجاری پرورش می‌یابد تقریباً ۱/۹ کیلوگرم ماهی جهت تولید پودر و روغن ماهی مصرف می‌شود (Naylor و همکاران، ۲۰۰۰). پرورش آزادماهیان به‌تنهایی حدود ۵۰٪ از کل روغن ماهی در جهان را استفاده می‌کند (Sofia, 2008). دانشمندان پیش‌بینی کردند که تا سال ۲۰۵۰ کاهش شدیدی در استحصال تمامی گونه‌های آبیان رخ خواهد داد و این امر می‌تواند صنعت آبی‌پروری را به‌دلیل عدم امکان تهیه پودر و روغن ماهی تهدید نماید. لذا به‌منظور کاهش این فقدان می‌بایست به‌دنبال منابع پایدارتر و کم‌هزینه‌تر دیگر باشد. محققین بسیاری برای غلبه بر این مشکل درصدد جایگزینی پودر ماهی با پروتئین‌های آلی و نیز روغن ماهی با روغن‌های گیاهی دیگر می‌باشند (Turchini و همکاران، ۲۰۰۹). از آن‌جاکه منابع پروتئینی و روغن‌های گیاهی، در مقایسه با منابع حیوانی ارزان‌تر و در دسترس‌تر هستند می‌توان با جایگزینی بخشی از منابع پروتئین و چربی در جیره غذایی آبیان هزینه‌های غذا و وابستگی صنعت آبی‌پروری به واردات پودر ماهی و روغن ماهی را کاهش داد (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به اهمیت این مسئله، جایگزینی پودر و روغن ماهی با منابع گیاهی از جنبه‌های اقتصادی و بوم‌شناختی ضرورتی انکارناپذیر برای توسعه صنعت آبی‌پروری محسوب می‌شود (Allan و Tidwell, 2002). در سال‌های اخیر تلاش‌های تحقیقاتی قبل‌توجهی برای یافتن جایگزین‌های مناسب برای روغن ماهی انجام گرفته است. چالش اصلی در این گونه تحقیقات، حفظ تأثیرات مثبت شناسایی شده برای اسیدهای چرب ایکوزاپنتانویک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانویک اسید (DHA) در ماهیان مصرفی می‌باشد. ضمن این‌که به‌طور همزمان سلامت و رشد بهینه ماهیان درنظر گرفته شود. در مقایسه با تولید روغن ماهی که در دهه‌های اخیر ثابت باقی‌مانده است تولید روغن‌های گیاهی به‌طور قابل ملاحظه‌ای در جهان افزایش داشته است (Iffo, 2008). چربی در جیره غذایی ماهی نه تنها یک منبع انرژی می‌باشد بلکه نقش مهمی در بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی بدن دارد. این اسیدهای چرب و به‌ویژه اسیدهای چرب ضروری در تکامل جنینی، تخم‌ریزی، سیستم ایمنی، عکس‌العمل‌های استرسی و مکانیزم تطابق نقش بسیار مهمی دارند (Sargent و Bell, 2003؛ Sargent و همکاران، 2002). جهت جایگزینی روغن ماهی با سایر منابع روغنی تعادل مناسب اسیدهای چرب ضروری برای تأمین رشد بهینه و ایجاد مقاومت در برابر عوامل

بیماری‌زا و استرس‌های محیطی ضروری است. جایگزینی روغن ماهی به‌صورت جزئی و کلی با روغن‌های گیاهی با وجود کاهش معنی‌دار قیمت تمام شده ماهی و غذا می‌تواند بر سلامت ماهی و کیفیت فیله تأثیر بگذارد (Damska-Zakeoe و همکاران، ۲۰۱۲). در صورتی‌که روغن گیاهی تنها منبع لیپید در خوراک آبیان باشد ممکن است باعث بروز مشکلات و مسائلی گردد (Sargent و همکاران، 2002). روغن‌های گیاهی فاقد اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع شامل EPA و DHA می‌باشند درحالی‌که غنی از اسیدهای چرب n-6 و n-9 شامل لینولنیک اسید (۶-۲n: ۱۸) و اولئیک اسید (۹-۱n: ۱۸) می‌باشند و سطوح پایینی از n-3 (به‌جز روغن بذک)، اساساً آلفا-لینولنیک اسید (۳-۲n: ۱۸) را دارند (Regost و همکاران، 2004). ماهیان آب‌شیرین برخلاف ماهیان دریایی دارای قابلیت بالایی برای تطویل و غیراشباع‌سازی اسیدهای چرب به EPA و DHA را دارند (Sargent و همکاران، ۱۹۹۵). روغن کانولا در مقایسه با روغن‌های آفتابگردان، ذرت و سویا به‌دلیل حضور اسیدهای چرب اشباع نشده و فقدان کلسترول از کیفیت تغذیه‌ای بالاتری برخوردار است (Higgs و همکاران، ۱۹۹۵). میزان اسیدهای چرب اشباع موجود در روغن کانولا بسیار پایین است (۷/۷٪)، در حال‌یکه میزان اسیدهای چرب غیراشباع آن به‌خصوص اسیدچرب امگا ۳-آلفا لینولنیک بالاست (۱۱٪). روغن کانولا به‌علت تناسب مطلوب ۱:۲ لینولنیک اسید و لینولنیک اسید از نظر مصرف‌کنندگان مطلوب‌تر است و بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mwachireya و همکاران، ۱۹۹۹). مطالعات علمی گسترده‌ای در مورد استفاده از روغن‌های گیاهی در تغذیه ماهی و تأثیر آن بر پارامترهای رشد، ضریب تبدیل غذایی، شاخص قیمت، کیفیت و پروفایل اسید چرب فیله انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به بررسی اثر جایگزینی سطوح مختلف روغن بذک با روغن ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) جهت افزایش اسیدهای چرب n-3 در بافت ماکول توسط محمدی‌آشنانی و همکاران (۱۳۸۶)، بررسی اثر جایگزینی روغن ماهی با روغن بزرک در جیره بر روی عملکرد رشد و ترکیب لاشه بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان انگشت‌قد توسط مسیحا و همکاران (۱۳۸۹)، بررسی تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن سویا در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، تغذیه و آنالیز لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انگشت‌قد توسط بادپارودسری و همکاران (۱۳۹۲)، بررسی اثرات جایگزینی سطوح مختلف روغن گیاهی کانولا با روغن ماهی در جیره غذایی بر فاکتورهای ایمنی و آنزیمی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان توسط قلیچی و ناصری‌خلخالی (۱۳۹۳)، بررسی اثرهای جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی بر پارامترهای رشد، کارایی غذا و پروفایل اسیدهای چرب عضله ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان توسط جرجانی و همکاران (۱۳۹۳)، بررسی اثرهای

شدند. در طی دوره پرورش تغذیه ماهیان به صورت روزانه در سه نوبت با استفاده از جیره‌های آزمایشی مطابق جدول تغذیه‌ای انجام شد.

تهیه و آماده‌سازی جیره‌های آزمایشی: ماهیان پس از سازگاری

با شرایط جدید پرورش به مدت ۸ هفته با غذای دستی تغذیه شدند. سپس جیره‌های آزمایشی تهیه شدند که عبارت بودند از جیره ۱ (۱۰٪ روغن ماهی)، جیره ۲ (۱۰٪ روغن کانولا) و جیره ۳ (۵٪ روغن ماهی + ۵٪ روغن کانولا). ترکیب اجزای غذایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ آمده است. پس از آنالیز شیمیایی اجزای سازنده جیره، جیره‌های آزمایشی براساس احتیاجات غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به کمک نرم‌افزار WUFFDA نوشته شدند. میزان پروتئین تمامی جیره‌ها یکسان و به میزان ۴۰٪ و میزان چربی متفاوت در نظر گرفته شد. اجزای جیره پس از آسیاب شدن با هم مخلوط و به اندازه ۵۰٪ وزنشان آب به آن‌ها افزوده شد و سپس به وسیله چرخ گوشت به صورت پلت‌هایی با قطر یکسان درآمدند. پلت‌ها جهت خشک شدن به مدت ۴۸ ساعت در داخل انکوباتور قرار گرفتند و تا زمان مصرف در انبار خشک با دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

جدول ۱: ترکیب و آنالیز تقریبی جیره‌های غذایی

ترکیبات	جیره اول (%)	جیره دوم (%)	جیره سوم (%)
پودر ماهی	۷۰	۷۰	۷۰
روغن ماهی	۱۰	۰	۵
روغن کانولا	۰	۱۰	۵
آرد گندم	۷	۷	۷
پودر سویا	۱۲	۱۲	۱۲
مواد معدنی و ویتامین‌های مکمل	۱	۱	۱

زیست‌سنجی و آنالیز ترکیب شیمیایی بدن: زیست‌سنجی

ماهیان برای محاسبه شاخص‌های رشد در طول دوره آزمایش به فواصل هر ۱۵ روز یک‌بار به تعداد ۶ قطعه ماهی از هر قفس صورت گرفت. هم‌چنین برای تعیین مقدار غذای روزانه و میانگین افزایش وزن ماهیان، وزن توده زنده ماهیان هر تیمار با کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم محاسبه شد. ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی تغذیه ماهیان قطع و قبل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، ماهیان هر تیمار با کمک اسانس گل میخک بی‌هوش شدند. جهت بررسی ترکیب شیمیایی بافت عضله در شروع آزمایش تعداد ۵ نمونه از کل جمعیت و در انتهای آزمایش تعداد ۳۶ قطعه ماهی (تعداد ۴ ماهی از هر تکرار) به صورت تصادفی انتخاب و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند. تعیین ترکیب شیمیایی لاشه در آزمایشگاه با استفاده از روش استاندارد AOAC (۱۹۹۰) انجام شد. اندازه‌گیری پروتئین خام با استفاده از دستگاه کج‌دال،

جایگزینی روغن ماهی جیره غذایی با روغن‌های گیاهی (روغن سویا و خرما) بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بقاء در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) توسط دلاوریان و همکاران (۱۳۹۳)، بررسی اثر جایگزینی کل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی در دو سطح چربی جیره بر پارامترهای رشد، ترکیب بدن، خونی-ایمنی و بیوشیمیایی سرم ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) توسط Abedian Kenari و همکاران (۲۰۱۰)، بررسی اثرات جایگزینی جزئی یا کلی روغن ماهی توسط روغن پنبه‌دانه به عنوان یک منبع جایگزین لیپید گیاهی در جیره بر روی عملکرد رشد و ترکیب اسیدچرب ماهی قزل‌آلای رنگین کمان توسط Guler و Yildiz (۲۰۱۱) و بررسی اثر جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی مختلف بر عملکرد و ترکیب اسید چرب ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*) توسط Arsalan و همکاران (۲۰۱۲) اشاره نمود. بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن کانولا در جیره غذایی بر روی پارامترهای رشد، بازماندگی و ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان است. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در افزایش توان تولید، کاهش هزینه‌های پرورش و کاهش قیمت تمام شده ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

محل و شرایط انجام آزمایش: کلیه مراحل اجرایی این تحقیق

در مرکز پرورش ماهیان خاویاری نساورد واقع در شهرستان رامسر انجام شد. جهت انجام عملیات پرورش از تعداد ۹ قفس به ابعاد ۱×۱×۰/۹ متر استفاده گردید. قفس‌ها در استخرهای گرد بتونی به قطر ۳ متر قرار داده شدند. در هر استخر تعداد ۳ قفس قرار گرفت. دمای آب در طول دوره پرورش بین ۱۶-۱۲ درجه سانتی‌گراد، میزان اکسیژن محلول بین ۳/۸-۶/۳ و pH بین ۴/۷-۷/۹ متغیر بود. به منظور پیشگیری از ابتلا به بیماری‌های قارچی قفس‌ها به صورت هفتگی کاملاً تمیز می‌شدند.

تهیه بچه‌ماهیان: برای اجرای این آزمایش تعداد ۲۷۰ قطعه

بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با وزن 10 ± 100 گرم از یک کارگاه تکثیر و پرورش واقع در ارتفاعات دوهزار شهرستان تنکابن انتخاب شدند. انتقال بچه‌ماهی‌ها به وسیله کیسه‌های پلاستیک حمل بچه‌ماهی و با نسبت ۱/۳ آب و ۲/۳ اکسیژن خالص درون پلاستیک‌ها انجام شد. ماهی‌ها به‌طور تصادفی در ۹ قفس، به تعداد ۳۰ قطعه در هر قفس رها شدند. جهت بررسی تأثیر سطوح مختلف روغن گیاهی کانولا و روغن ماهی تعداد ۳ تیمار با ۳ تکرار طراحی گردید. دوره سازگاری به مدت یک هفته انجام شد و ماهی‌ها در این مدت با جیره تجاری تغذیه



رشد و تغذیه نظیر شاخص وضعیت یا ضریب چاقی (CF)، افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، درصد بقاء (SR) و وزن نهایی برای هر تیمار طبق معادلات ریاضی زیر محاسبه گردید (Grisdale- Helland و همکاران، ۲۰۰۸):

چربی خام به‌روش سوکسله، رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت انجام شد. محاسبه پارامترهای رشد: پس از هر بار زیست‌سنجی، شاخص‌های

$$\begin{aligned} \text{ضریب تبدیل غذایی} &= (\text{میانگین بیوماس اولیه بر حسب گرم} - \text{میانگین بیوماس ثانویه بر حسب گرم}) / \text{مقدار غذای خشک مصرف شده توسط ماهی} \\ \text{نرخ رشد ویژه} &= 100 \times (\text{تعداد روزهای پرورش} / \text{لگاریتم میانگین بیوماس ثانویه بر حسب گرم} - \text{لگاریتم میانگین بیوماس اولیه بر حسب گرم}) \\ \text{فاکتور وضعیت} &= 100 \times \{ (\text{میانگین طول کل نهایی بر حسب سانتی‌متر}) / 3 (\text{میانگین وزن نهایی بدن بر حسب گرم}) \} \\ \text{درصد افزایش وزن بدن} &= 100 \times (\text{متوسط وزن اولیه} / \text{متوسط وزن نهایی} - \text{متوسط وزن اولیه}) \\ \text{درصد بازماندگی} &= 100 \times (\text{تعداد اولیه ماهیان} / \text{تعداد ماهیان باقی مانده}) \end{aligned}$$

پرورش در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که شاخص‌های میانگین وزن نهایی، افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و فاکتور وضعیت در هر سه تیمار حاوی روغن ماهی، روغن کانولا و ترکیب روغن ماهی و روغن کانولا دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P < 0.05$). بالاترین وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت و درصد بازماندگی در تیمار ۳ یعنی جیره حاوی (۵٪ روغن ماهی + ۵٪ روغن کانولا) مشاهده شد و با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$).

تجزیه و تحلیل آماری: پس از اندازه‌گیری پارامترهای رشد، داده‌ها در نرم‌افزار اکسل ثبت شدند. بررسی و تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت. مقایسه نتایج به‌دست آمده با استفاده از آزمون آماری ANOVA و واریانس یک‌طرفه و بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چنددامنه دانکن انجام شد.

نتایج

نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن کانولا بر روی شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طی ۸ هفته

جدول ۲: مقایسه فاکتورهای رشد و تغذیه‌ای ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان پروراری تغذیه شده با جیره‌های مختلف غذایی

تیمارها			شاخص رشد
تیمار ۱ (روغن ماهی ۱۰٪)	تیمار ۲ (روغن کانولا ۱۰٪)	تیمار ۳ (روغن ماهی ۵٪ + روغن کانولا ۵٪)	
۱۰۰±۱۰	۱۰۰±۱۰	۱۰۰±۱۰	وزن اولیه (گرم)
۱۹۰±۲/۶۵ ^a	۲۰۲±۲/۵۲ ^b	۲۱۱/۶۷±۲/۶۵ ^c	میانگین وزن نهایی (گرم)
۱۸/۸۲±۳/۱۱ ^a	۲۷/۸۷±۳/۳۹ ^b	۳۱/۰۵±۴/۳۹ ^c	افزایش وزن بدن (گرم)
۲/۴۶±۰/۵ ^c	۱/۹۱±۰/۳۷ ^b	۱/۴۸±۰/۲۸ ^a	ضریب تبدیل غذایی
۱/۵۷±۰/۲۶۹ ^a	۲/۵۲±۰/۵۰ ^b	۲/۷۰±۰/۵۴ ^c	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)
۱/۱۹±۰/۰۷ ^a	۱/۳۸±۰/۲۱ ^b	۱/۴۹±۰/۱۹ ^c	فاکتور وضعیت
۹۷/۲۵±۹۰/۰ ^a	۹۷/۲۱±۰/۷۸ ^a	۹۸/۲۵±۰/۶۸ ^b	بازماندگی (درصد)

معنی‌داری بین محتوای چربی کل، رطوبت، خاکستر و پروتئین کل بین تیمارهای مختلف تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های مختلف مشاهده نشد ($P > 0.05$).

نتایج آنالیز ترکیب شیمیایی لاشه (پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت) ماهیان تغذیه شده با درصد‌های متفاوت روغن ماهی و روغن کانولا در جدول ۳ نشان داده شده است. در انتهای دوره پرورش، اختلاف

جدول ۳: درصد ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان پروراری تغذیه شده با جیره‌های مختلف غذایی

تیمارها			ترکیب شیمیایی لاشه
تیمار ۱ (۱۰٪ روغن ماهی)	تیمار ۲ (۱۰٪ روغن کانولا)	تیمار ۳ (۵٪ روغن ماهی + ۵٪ روغن کانولا)	
۷۵/۰۰±۱/۰۰ ^a	۷۲/۶۷±۲/۸۹ ^a	۷۳/۳۳±۱/۱۵ ^a	رطوبت (%)
۱۷/۲۶±۰/۳۷ ^a	۱۷/۲۵±۰/۳۹ ^a	۱۷/۲۶±۰/۴۵ ^a	پروتئین کل (%)
۴/۳۶±۰/۲۱ ^a	۴/۶۰±۰/۰۹ ^a	۴/۶۰±۰/۱۰ ^a	چربی کل (%)
۲/۲۳±۰/۷۶۹ ^a	۱/۶۰±۰/۱۰ ^a	۲/۱۷±۰/۵۵ ^a	خاکستر (%)



بحث

در تحقیق حاضر هنگام استفاده از درصدهای متفاوت روغن ماهی و روغن کانولا در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پروراری در طول دوره ۵۶ روزه پرورش مشخص شد جیره حاوی ۵٪ روغن ماهی و ۵٪ روغن کانولا سبب بهبود شاخص‌های رشد (وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و فاکتور وضعیت) و شاخص تغذیه (ضریب تبدیل غذایی) و درصد بازماندگی ماهیان شد اما ترکیب شیمیایی لاشه (چربی، خاکستر، پروتئین و رطوبت) در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. نتایج در مورد تأثیرات استفاده از روغن‌های گیاهی بر روی فاکتورهای رشد و تغذیه در ماهیان متناقض است. Drew و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که جایگزینی آرد و روغن ماهی با پروتئین غلیظ شده کانولا و ترکیب کانولا و روغن بذر کتان، بر عملکرد رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اثر معکوس نداشته و قابلیت جایگزینی با منابع گران قیمت موجود در جیره را دارد. Gordon Bell و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که جایگزینی روغن ماهی با روغن کانولا در تغذیه ماهی آزاد باعث رشد و بازده غذایی مشابه می‌شود بدون آن‌که اثر ناخوشایندی بر سلامتی ماهی داشته باشد. نیکزادحسن‌کیاده و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند بچه‌فیل ماهیانی که از روغن گیاهی استفاده نمودند عملکرد رشد بهتری نسبت به سایرین داشتند که یافته‌های این محققین با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. مشابه نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، در بررسی اثرهای جایگزینی روغن ماهی جیره غذایی با روغن‌های گیاهی (روغن سویا و خرما) بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بقاء در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) توسط دلاوریان و همکاران (۱۳۹۳)، بین تیمارها از نظر درصد افزایش وزن بدن، افزایش وزن روزانه، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. Mourente و همکاران (۲۰۰۶) اثر جایگزینی جزئی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی شامل روغن کانولا، روغن بزرک و روغن خرما در جیره ماهی سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) را بررسی نمودند و گزارش کردند نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی بین تیمارهای مختلف فاقد اختلاف معنی‌دار است. هم‌چنین در بررسی اثرهای جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی بر پارامترهای رشد، کارایی غذا و پروفایل اسیدهای چرب عضله ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) توسط جرجانی و همکاران (۱۳۹۳)، تفاوت معنی‌داری در پارامترهای وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین مشاهده نگردید که مخالف نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. در تحقیق حاضر ترکیب شیمیایی بدن (پروتئین، خاکستر، چربی و رطوبت) در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در بررسی نیکزادحسن‌کیاده

و همکاران (۱۳۸۷) افزودن روغن‌های گیاهی کانولا و سویا به جیره غذایی بچه‌فیل ماهیان پرورشی، در مطالعه مسیحا و همکاران (۱۳۸۹) جایگزینی روغن بزرک با روغن ماهی (نسبت ۱ به ۱) در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای انگشت‌قد، در بررسی جرجانی و همکاران (۱۳۹۳) جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تأثیر معنی‌داری در ترکیب شیمیایی لاشه مشاهده نشد که هم‌سو با مطالعه حاضر است. این در حالی است که مطالعه بادپا رودسری و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که جایگزینی ۵٪ روغن سویا با ۵٪ روغن ماهی در جیره ماهی قزل‌آلای انگشت‌قد موجب افزایش معنی‌دار مقادیر چربی و رطوبت لاشه می‌گردد که مخالف نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. نگرانی‌هایی در مورد استفاده از روغن‌های گیاهی و تأثیرات آن بر اسیدهای چرب موجود در لاشه، سیستم ایمنی و فعالیت آنزیم‌های گوارشی وجود دارد که در گزارش‌های محققین مختلف به آن‌ها پرداخته شده اما استفاده ترکیبی آن‌ها تأیید شده است. قلیچی و ناصری‌خلخال (۱۳۹۳) در بررسی اثرات جایگزینی سطوح مختلف روغن گیاهی کانولا با روغن ماهی در جیره غذایی بر فاکتورهای ایمنی و آنزیمی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، با توجه به کم بودن مقادیر آنزیم‌های کبدی در تیمارهای حاوی روغن کانولا نتیجه‌گیری نمودند که جایگزینی روغن کانولا با روغن ماهی در یک دوره ۵۰ روزه، نه تنها تأثیر منفی بر فاکتورهای ایمنی و آنزیمی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ندارد بلکه سبب بهبود شرایط ایمنی و آنزیمی نیز خواهد شد. هم‌چنین جرجانی و همکاران (۱۳۹۳) اثرهای جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی بر پارامترهای رشد، کارایی غذا و پروفایل اسیدهای چرب عضله ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان را بررسی و توصیه کردند به جهت حفظ سطوح مناسبی از اسیدهای چرب امگا-۳ نظیر EPA و DHA که در سلامت انسان بسیار مؤثر است ترکیبی از روغن ماهی با روغن گیاهی به‌ویژه روغن کانولا و سویا به جهت داشتن مقادیر قابل توجهی از اسیدهای چرب ضروری لینولنیک و لینولنیک اسید در جیره ماهی قزل‌آلای استفاده شود.

درخاتمه با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق استفاده از روغن کانولا به‌صورت ترکیب با روغن ماهی با توجه به قیمت پایین‌تر آن نسبت به روغن ماهی و نیز محدودیت استفاده از روغن ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نگارندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاری صمیمانه تمامی دوستانی که در به ثمر رسیدن این پژوهش تأثیرگذار بوده‌اند ابراز می‌دارند.



منابع

۹. **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*). *Aquaculture Research*. Vol. 42, pp: 1131-1144.
 ۱۰. **AOAC. 1990.** Official methods of analysis of the Association Official Analytical Chemists, 15th edn. Association of official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
 ۱۱. **Arsalan, M.; Sirkecioglu, N.; Bayir, A.; Arslan, H. and Aras, M., 2012.** The Influence of Substitution of Dietary Fish Oil with Different Vegetable Oils on Performance and Fatty Acid Composition of Brown Trout, *Salmo trutta*. *Turkish J of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 12, pp: 575-583.
 ۱۲. **Bell, J.G. and Sargent, J.R., 2003.** Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. *Aquaculture*. Vol. 218, pp: 491-499.
 ۱۳. **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. *Aquaculture*. Vol. 267, pp: 260-268.
 ۱۴. **Gordon Bell, J.; Mcevoy, J.; Tocher, DR.; 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*. Vol. 13, pp: 1535-1543.
 ۱۵. **Grisdale-Helland, B.; Shearer, K.D.; Gatlin III, D.M. and Helland, S.J., 2008.** Effects of dietary protein and lipid levels on growth, protein digestibility, feed utilization and body composition of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*. Vol. 283, pp: 156-162.
 ۱۶. **Guler, M. and Yildiz, M., 2011.** Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. Vol. 35, No. 3, pp: 157-167.
 ۱۷. **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*, (AOCS Press, Champaign, IL, pp: 130-156.
 ۱۸. **IFFO. 2008.** International Fish Meal and Fish Oil Organisation Statistical Yearbook.
 ۱۹. **Mourente, G. and Bell, J.G., 2006.** Partial replacement of dietary fish oil with blends of vegetable oils (rapeseed, linseed and palm oils) in diets for European sea bass over a long term growth study: Requirement criteria for essential fatty acids. *J of applied Ichthyology*. Vol. 11, pp: 183-198.
 ۲۰. **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 held in fresh water. *Aquaculture Nutrition*. Vol. 5, pp: 73-82.
 ۲۱. **Naylor, R.L.; Goldburg, R.J.; Primavera, J.H.; Kautsky, N.; Beveridge, M.C.M.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H. and Troell, M., 2000.** Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*. Vol. 405, pp: 1017-1024.
 ۲۲. **Regost, C.; Jakobsen, J.V. and Rora, A.M.B., 2004.** Flesh quality of raw and smoked fillets of Atlantic salmon as influenced by dietary oil sources and frozen storage. *Food Research International*. Vol. 37, No. 3, pp: 259-271.
 ۲۳. **Sargent, J.R.; Bell, J.G.; Bell, M.V.; Hendersson, R.J. and Tocher, D.R., 1995.** Requirement criteria for essential fatty acids. *Journal of Applied Ichthyology*. Vol. 11, pp: 183-198.
 ۲۴. **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, pp: 181-257.
 ۲۵. **SOFIA. 2008.** The State of World Fisheries and Aquaculture [online] Available from: <http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.htm> [Accessed ۲۰۱۰-۰۲-۰۱].
 ۲۶. **Tidwell, J.H. and Allan, G.L., 2002.** Fish as food: aquaculture's contribution. *Ecological and economic impacts and contributions of fish farming and capture fisheries*. *World Aquaculture*. Vol. 33, pp: 44-48.
 ۲۷. **Turchini, G.M. and Francis, D.S., 2009.** Fatty acid metabolism (desaturation, elongation and β -oxidation) in rainbow trout fed fish oil or linseed oil-based diets. *British Journal of Nutrition*. Vol. 102, pp: 69-81.
۱. **بادپارودسری، 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 قزل‌آلای رنگین‌کمان انگشت قد (*Oncorhynchus mykiss*). *مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر*. سال ۷، شماره ۳، صفحات ۵۱ تا ۵۶.
 ۲. **جرجانی، س.؛ قلیچی، ا. و بغدادی، آ.، ۱۳۹۳.** اثرهای جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی بر پارامترهای رشد، کارایی غذا و پروفایل اسیدهای چرب عضله ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). *نشریه توسعه آبی‌پروری*. سال ۸، شماره ۳، صفحات ۱۳ تا ۳۰.
 ۳. **جلیلی، ر.؛ آق، ن.؛ نوری، ف. و ایمانی، ا.، ۱۳۹۲.** آثار جایگزینی پودر و روغن ماهی با منابع گیاهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). *نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران*. دوره ۶۶، شماره ۲، صفحات ۱۲۰ تا ۱۳۱.
 ۴. **دلاوریان، ر.؛ آبرومند، ع.؛ ضیائی‌نژاد، س. و جواهری‌بابلی، م.، ۱۳۹۳.** اثرهای جایگزینی روغن ماهی جیره غذایی با روغن‌های گیاهی (روغن سویا و خرما) بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بقاء در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). *نشریه توسعه آبی‌پروری*. سال ۸، شماره ۳، صفحات ۴۳ تا ۵۱.
 ۵. **قلیچی، ا. و ناصری‌خلخالی، ا.، ۱۳۹۳.** اثرات جایگزینی سطوح مختلف روغن گیاهی کانولا با روغن ماهی در جیره غذایی بر فاکتورهای ایمنی و آنزیمی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). *فصلنامه محیط‌زیست جانوری*. سال ۶، شماره ۲، صفحات ۱۷ تا ۲۷.
 ۶. **مسبحا، ع.؛ ابراهیمی، ع.؛ محبوبی‌صوفیانی، ن. و کریمی، م.ر.، ۱۳۸۹.** اثر جایگزینی روغن ماهی با روغن بذرک در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انگشت‌قد روی عملکرد رشد و ترکیب لاشه بچه‌ماهیان. *مجموعه مقالات اولین همایش ملی علوم آبی‌زبان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر*. ۱۹ صفحه.
 ۷. **محمدی‌آشنانی، م.؛ نفیسی‌بهابادی، م.؛ موحد، ع.؛ حسنی، آ. و محمدی، م.، ۱۳۸۶.** اثر جایگزینی سطوح مختلف روغن بذرک با روغن ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) جهت افزایش اسیدهای چرب ۳- n در بافت ماکول. *فصلنامه طب جنوب، پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس، مرکز تحقیقات طب گرمسیری و عفونی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر*. سال ۱۰، شماره ۲، صفحات ۱۲۸ تا ۱۳۵.
 ۸. **نیکزادحسن‌کیاده، م.؛ خارا، ح.؛ یزدانی، م. و پرندآور، ح.، ۱۳۸۷.** اثرات منابع چربی جیره غذایی بر فاکتورهای رشد، تغذیه و ترکیب اسیدهای چرب لاشه بچه فیله ماهیان پرورشی (*Huso huso*). *مجله علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان*. سال ۲، شماره ۴، صفحات ۷۳ تا ۸۷.

