اثرهای جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی بر پارامترهای رشد، کارایی غذا و پروفایل اسیدهای چرب عضله ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

سارا جرجانی*[۱]، افشین قلیچی[۱]، آسیه بغدادی[۱]

۱- گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران، صندوق پستی: ۳۰

تاریخ دریافت: ۷اسفند ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: ۱۷ تیر ۱۳۹۳

چکیده

پژوهش حاضر به منظور ارزیابی اثرات جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن گیاهی بر کارایی رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی لاشه و پروفایل اسید چرب ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (وزن متوسط ۰/۰۶ ± ۶۳/۵۰) طی یک دوره ۵۰ روزه طراحی و اجرا گردید. ۴ جیره غذایی ایزونیتروژنیک و ایزولیپیدیک شامل ۱۰۰٪ روغن ماهی، ۱۰۰٪ روغن سویا، ۱۰۰٪ روغن آفتابگردان و ۱۰۰٪ روغن کانولا با سه تکرار در هر تیمار فرموله گردید. بر اساس نتایج حاصله تفاوت معنی‌داری در پارامترهای وزن نهایی، افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین و ترکیب شیمیایی لاشه (پروتئین کل، چربی کل، رطوبت، خاکستر) مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). در صورتی‌که ترکیب اسیدهای چرب عضله به میزان بسیار زیاد منعکس کننده ترکیب اسیدهای چرب منابع چربی افزوده شده به جیره‌های غذایی بود. جایگزین نمودن کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی به طور مشخص باعث کاهش محتوای اسیدهای چرب امگا-۳ به ویژه ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA)، دوکوزاهگزائونیک اسید (DHA) و افزایش اسیدهای چرب ω-6 نظیر لینولئیک اسید(C18:2 n-6) شد. بیشترین میزان اسید چرب امگا-۳، EPA و DHA در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی مشاهده شد (P≤۰/۰۵). محتوای اسید چرب EPA و DHA در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا ، روغن سویا و روغن آفتابگردان اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (P>۰/۰۵). بیشترین نسبت ω-3/ω-6 در فیله ماهیان تغذیه شده با ۱۰۰٪ روغن ماهی اندازه‌گیری شد (P≤۰/۰۵). اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای روغن گیاهی از نظر نسبت ω-3/ω-6 مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در تحقیق حاضر شاخص PUFA/SFA در تیمار روغن کانولا و آفتابگردان بالاترین میزان و تیمار روغن ماهی کمترین میزان را به خود اختصاص داد. نسبت PUFA/SFA برای تمامی تیمارها بیشتر از نسبت توصیه شده توسط HMSO بود. (P>۰/۰۵). بر اساس نتایج پارامترهای رشد و ترکیب شیمیایی حاصل از این تحقیق به جهت حفظ سطوح مناسبی از اسیدهای چرب امگا-۳ به ویژه EPA و DHA که در سلامت انسان بسیار مؤثر است، ترکیبی از روغن ماهی با روغن گیاهی بویژه روغن کانولا و سویا به جهت داشتن مقادیر قابل توجهی از اسیدهای چرب ضروری آلفا لینولنیک (C18:3 n-3) و لینولئیک اسید، در جیره ماهی قزل‌آلا استفاده شود.

کلمات کلیدی: روغن ماهی، روغن گیاهی، رشد، اسید چرب، قزل‌آلای رنگین کمان.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). sarahjorjani@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

مقدمه

از سال ۱۹۵۰ صنعت آبزی‌پروری، با افزایش سالانه تقریباً ۱۰٪، در بخش کشاورزی سریع‌ترین رشد را در جهان داشته است (SOFIA, 2008). یکی از نگرانی‌های اصلی که این صنعت با آن مواجه است، وابستگی زیاد آن به روغن ماهی است (Mourente and Bell, 2006). لیپیدها یکی از منابع مهم اسیدهای چرب ضروری در رژیم غذایی آبزیان می‌باشند. اهمیت اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع مانند دوکوزاهگزائونیک اسید (DHA, 22:6n-3) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA، 20:5n-3) در تغذیه‌ی ماهی، بسیار زیاد است. این اسیدهای چرب به منظور رشد بهینه ماهی و تکامل گنادهای جنسی ضروری می‌باشند (Guler and Yildiz, 2011). ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به علت رشد و تراکم‌پذیری بالا و سازگار شدن با محیط مصنوعی و هم چنین تغذیه بوسیله غذای مصنوعی نسبت به سایر گونه‌های آزاد ماهیان در درجه اول پرورش قرار دارد. پرورش آزادماهیان به تنهایی حدود ۵۰٪ از کل روغن ماهی در جهان را استفاده می‌کند (SOFIA., 2008). لذا در پی افزایش مصرف انسانی آبزیان، کاهش صیدجهانی آن، توسعه صنعت آبزی پروری و نیاز روز افزون به تولید خوراک آبزیان، آینده دسترسی به آردماهی و روغن ماهی بسیار مشکل می‌باشد (Bayraktar *et al.*, 2012). در سال‌های اخیر، تلاش‌های تحقیقاتی قابل توجهی برای یافتن جایگزین‌های مناسب برای روغن ماهی انجام یافته است. چالش اصلی در این گونه تحقیقات، حفظ تأثیرات مثبت شناسایی شده برای اسیدهای چرب EPA و DHA در ماهیان مصرفی می‌باشد، ضمن این‌که بطور همزمان سلامت ماهیان و رشد بهینه ماهیان در نظر گرفته شود. در مقایسه با تولید روغن ماهی، که در دهه‌های اخیر ثابت باقی مانده است، تولید روغن‌های گیاهی به‌طور قابل ملاحظه‌ای در جهان افزایش داشته است (IFFO, 2008). به جهت سهولت دسترسی به روغن‌های گیاهی، قیمت پایین‌تر و نیز پایداری بیشتر این روغن‌ها در مقایسه با روغن ماهی باعث شده که روغن‌های گیاهی جایگزین مناسبی به جای روغن ماهی در صنعت تولید خوراک آبزیان باشند. همچنین بسیاری از روغن‌های گیاهی دارای پتانسیل بالقوه‌ای برای جبران و برآورده نمودن نیازهای تغذیه‌ای و متابولیک ماهیان هستند (Arsalan *et al.*, 2011). در صورتی‌که روغن گیاهی تنها منبع لیپید در خوراک آبزیان باشد، بعضی از ویژگی‌های آن ممکن است باعث مشکلات و مسائلی گردد (Sargent *et al.*, 2002). روغن‌های گیاهی فاقد اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع شامل EPA و DHA می‌باشند، در حالی‌که غنی از اسیدهای چرب n-6 و n-9 شامل لینولئیک اسید (18:2n-6) و اولئیک اسید (18:1n-9) می‌باشد و سطوح پایینی از n-3 (بجز روغن بزرک)، اساساً آلفا- لینولئیک اسید (18:3n-3) را دارند (Regost *et al.*, 2004). ماهیان قابلیت‌های متفاوتی برای تبدیل درونی آلفا- لینولئیک اسید به EPA و DHA در نتیجه غیر اشباع سازی و تطویل زنجیره اسید چرب را دارند. از آنجایی‌که ماهیان دریایی دارای مقادیر بالایی از اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع می‌باشند، عموماً قابلیت ناکافی برای تولید EPA و DHA برای رشد مطلوب وحفظ سلامتی را دارند. اما ماهیان آب شیرین دارای قابلیت بالایی برای تطویل و غیر اشباع سازی اسیدهای چرب را دارند (Sargent *et al.*, 1995). تحقیقات مختلفی در مورد جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی بر روی

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

ماهیان مختلف صورت گرفته است که از آن‌جمله تحقیقات می‌توان به تحقیق Piedecausa و همکاران (۲۰۰۷)، که به بررسی اثرات جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی سویا و روغن بذر کتان در جیره ماهی سیم دریایی پوزه تیز(*Diplodus Puntazzo*)، Arsalan و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی مختلف بر روی عمل‌کرد و ترکیب اسید چرب ماهی قزل‌آلای آزاد قهوه‌ای پرداختند، Guler و Yildiz (۲۰۱۱) به بررسی اثرات جایگزینی روغن ماهی توسط روغن پنبه دانه به‌عنوان یک منبع جایگزین لیپید گیاهی درجیره با جایگزینی جزئی یا کلی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ به ترتیب بر روی عمل‌کرد رشد و ترکیب اسید چرب قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرداختند.

بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی (روغن سویا، آفتابگردان و کانولا) بر روی پارامترهای رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و پروفایل اسید چرب بافت عضله ماهی قزل‌آلا است. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در افزایش توان تولید، کاهش هزینه پرورش‌دهندگان و کاهش قیمت تمام شده ماهی قزل‌آلا مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در زمستان سال ۱۳۹۱ در کارگاه آموزشی و پژوهشی آبزی پروری دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر به مدت ۵۰ روزه به انجام رسید. جهت انجام عملیات پرورشی از تعداد ۱۲ حوضچه فایبر گلاس ۵۰۰ لیتری در محیط سالن استفاده شد. آب سالن تکثیر و پرورش از آب چاه تأمین شد که با نیروی به وجود آمده توسط موتور خانه به لوله‌های انتقال آب در سوله انتقال می‌یافت و سپس از طریق انشعابات به طور مساوی در حوضچه‌های فایبر گلاس تقسیم می‌شد. حوضچه تا ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر آب‌گیری شدند. تعداد ۳۰۰ عدد ماهی با وزن متوسط ۰/۶ ± ۶۳/۵ گرمی انتخاب و به حوضچه‌هایی که از قبل آماده‌سازی شده بودند منتقل شدند. در هریک از حوضچه‌ها تعداد ۲۵ عدد ماهی قرار داده شد. جهت بررسی اثرات جایگزینی کامل روغن‌های گیاهی کلزا، سویا و آفتابگردان با روغن ماهی، ۴ تیمار (تیمار ۱ شاهد: ۱۰۰٪ روغن ماهی، تیمار ۲ : ۱۰۰٪ روغن سویا، تیمار ۳ : ۱۰۰٪ روغن آفتابگردان و تیمار ۴ : ۱۰۰٪ روغن کانولا) با ۳ تکرار طراحی شد. جهت ساخت جیره‌های آزمایشی ابتدا مواد اولیه غذایی با کیفیت مناسب تهیه وآنالیز تقریبی‌ترکیبات با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین گردید (AOAC, 2005). پس از تعیین ترکیبات مواد اولیه خوراک، چهار جیره غذایی با ۱۰۰ درصد روغن ماهی، ۱۰۰ درصد روغن کانولا، ۱۰۰ درصد روغن سویا و ۱۰۰ در صد روغن آفتابگردان تهیه گردید. تفاوت جیره‌های آزمایشی تنها در نوع روغن به کار برده شده بود. انرژی جیره‌های غذایی یکسان (Isocaloric) و مقدار انرژی بر اساس میزان استاندارد سوخت فیزیولوژیک (Pike *et al.,* 1967) و مطابق مقادیر گزارش شده به شرح پروتئین ۴، کربوهیدرات ۴ و چربی ۹ کیلوکالری بر گرم محاسبه گردید و با استفاده از برنامه فرمول‌نویسی لیندو جیره‌های غذایی تنظیم شد. جیره‌ها در ظرف‌های جداگانه دارای بر چسب و در محیط تاریک و خنک نگهداری شدند. ماهیان روزانه به میزان ۴ درصد وزن بدن در ۳ وعده (ساعات ۸ ، ۱۲و ۱۶) به صورت دستی به مدت ۵۰ روز غذادهی شدند.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

به منظور آگاهی از عمل‌کرد غذای مصرف شده و بررسی روند رشد، زیست سنجی هر ۱۴ روز یک‌بار به صورت انفرادی انجام شد و پس از تعیین بیومس موجود در حوضچه‌ها، میزان غذای مورد نیاز بر اساس وزن بدن ماهیان تعیین شد. هنگام غذادهی آب حوضچه به نصف کاهش و سیفون می‌شد تا ماهی‌ها از لحاظ ظاهری مورد بررسی قرار گیرند. اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب به طور روزانه انجام گرفت. در این مدت میانگین اکسیژن ۷/۵ میلی گرم، pH ۷/۳۲ و دمای آب در طی دوره آزمایش ۱۵/۵ درجه سانتیگراد بود. برای شروع زیست‌سنجی به منظور کاهش استرس ۱۲ ساعت قبل و ۱۲ ساعت بعد از انجام زیست‌سنجی و سایر مطالعات، غذادهی قطع شد. پس از هر بار زیست‌سنجی، شاخص‌های رشد و تغذیه نظیر وزن نهایی، افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت، ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین، نسبت کارایی چربی و کارایی غذا طبق معادلات ریاضی زیر محاسبه گردید (Grisdale-Helland *et al*., 2009).

۱- ضریب تبدیل غذایی (FCR)

FCR=F/(wt – wo)

F= مقدار غذای خشک مصرف شده توسط ماهی

Wo= میانگین بیوماس اولیه (گرم)

Wt= میانگین بیوماس نهایی (گرم)

۲- نرخ رشد ویژه (درصد در روز) S .G. R

$$S.G.R = (Lnwt - Lnwo)/t \times 100$$

Wo= میانگین بیوماس اولیه (گرم)

Wt= میانگین بیوماس نهایی (گرم)

T= تعداد روزهای پرورش

۳- درصد افزایش وزن بدن (%BWI)

$$\%BWI = (Bwf - Bwi)/Bwi \times 100$$

Bwi= متوسط وزن اولیه در هر تانک

Bwf= متوسط وزن نهایی در هر تانک

۴- فاکتور وضعیت (K یا CF)

$$CF = (Bw/TL^3) \times 100$$

Bw = میانگین وزن نهایی بدن بر حسب گرم

TL = میانگین طول کل نهایی بر حسب سانتی‌متر

F = کل خوراک مصرفی هر ماهی

۵- نسبت کارایی پروتئین

PER= WM/DP

PER= نسبت کارایی پرتئین

WM = وزن افزوده شده

DP= پروتئین مصرف شده

۶- نسبت کارایی چربی

LER= WG/DL

FER = نسبت کارایی چربی

WM= وزن افزوده شده

DL= چربی مصرف شده

۷- نسبت کارایی غذا

FER= WG/DF

FER = نسبت کارایی غذا

WM= وزن افزوده شده

DF= غذای مصرف شده

پس از اتمام دوره آزمایش به منظور تعیین ترکیب شیمیایی عضله (چربی، پروتیین، خاکستر و رطوبت) از

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

هر تکرار ۳ عدد ماهی به طور تصادفی انتخاب شدند. سنجش چربی کل به روش سوکسله با دستگاه Soxtec مدل 416 SE ساخت شرکت Gerhardt آلمان انجام شد. سنجش پروتئین به روش کجلدال با استفاده از دستگاه kjeldtherm مدل Vap 40 صورت پذیرفت. برای تبدیل میزان نیتروژن به‌دست آمده به پروتئین از ضریب تبدیل ۶/۲۵ استفاده گردید. تعیین رطوبت به روش خشک کردن در آون، در دمای ۱۰۲-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸-۱۶ ساعت انجام گرفت (AOAC, 2005). همچنین برای سنجش خاکستر نیز از کوره با دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد (AOAC, 2005). به منظور تعیین پروفایل اسید چرب بافت عضلانی، پس از اتمام دوره آزمایش از هر تکرار ۳ عدد ماهی به طور تصادفی انتخاب شدند. به این منظور بافت عضلانی از زیر باله پشتی جداسازی شد و در محیط آزمایشگاه توسط دستگاه مخلوط کن همگن شد. چربی هر یک از نمونه‌ها به طور جداگانه از روش (Bligh and Dyer,1959) استخراج شد. از دستگاه گاز کروماتوگرافی(Unicam-4600) با دتکتور FID برای این منظور استفاده شد. ستون مورد استفاده از نوع (30mm×0.25 mm, Film Tekness-0.22 µl) بوده است. برنامه دمایی آون دستگاه گاز کروماتوگراف بدین صورت بود: دمای ابتدایی آون ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد بوده که به مدت ۶ دقیقه در این دما باقی ماند. سپس دمای آون با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته و به مدت ۹ دقیقه دراین دما باقی ماند. در نهایت دمای آون دوباره با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته و به ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و تا پایان در این دما باقی ماند. دمای دستگاه دتکتور ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز هلیوم به عنوان گاز حامل استفاده شد. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگرام‌های نمونه مجهول با کروماتوگرام‌های به دست آمده در محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب موجود روغن ماهی شناسایی شد. همچنین آنالیز پروفایل اسید چرب روغن‌های گیاهی سویا، آفتابگردان، کانولا و روغن ماهی مصرف شده در این تحقیق نیز در ابتدای دوره پرورش انجام گرفت. در این تحقیق داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن (Duncan) در سطح اطمینان ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفتند. آنالیزهای آماری توسط نرم افزار SPSS 18 انجام گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی بر معیارهای رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی تأثیر معنی داری بر شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی، افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه ماهی قزل‌آلا نداشت ($p>0/05$) (جدول ۱).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

جدول ۱: مقایسه فاکتورهای رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با روغن‌های مختلف

تیمار / شاخص	شاهد	۱۰۰٪روغن سویا	۱۰۰٪روغن آفتابگردان	۱۰۰٪روغن کلزا
میانگین وزن نهایی (گرم)	۱۴۷/۹۶ ± ۲/۲۱	۱۵۵/۹۹ ± ۷/۶۲	۱۴۶/۹۴ ± ۶/۲۵	۱۴۷/۴۴ ± ۹/۵۷
افزایش وزن بدن (گرم)	۸۵/۷۳ ± ۰/۵۶	۹۰/۹۳ ± ۷/۸۹	۸۵/۴۲ ± ۱/۳۳	۸۱/۱۰ ± ۵/۴۹
افزایش وزن بدن (درصد)	۱۳۷/۷۸ ± ۲/۷۳	۱۳۹/۸۰ ± ۱۲/۷۳	۱۳۹/۲۱ ± ۸/۹۶	۱۲۱/۷۷ ± ۵/۸۶
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۹۲ ± ۰/۰۱	۱/۹۴ ± ۰/۱۱	۱/۹۱ ± ۰/۰۷	۱/۸۸ ± ۰/۱۶
فاکتور وضعیت	۱/۰۰ ± ۰/۰۱	۰/۹۹ ± ۰/۰۴	۰/۹۵ ± ۰/۰۴	۰/۹۵ ± ۰/۱۲

عدم وجود حروف در هر ردیف نشان‌گر نبود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P>۰/۰۵)

نتایج آنالیز آماری تفاوت معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایشی از نظر شاخص تغذیه‌ای شامل ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین، نسبت کارایی چربی و کارایی غذا نشان نداد (P>۰/۰۵). کمترین شاخص ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱۰۰ درصد روغن ماهی مشاهده شد، هرچند تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت (P>۰/۰۵).

جدول۲: مقایسه فاکتورهای تغذیه ای ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با روغن‌های مختلف

تیمار / شاخص	شاهد	۱۰۰٪روغن سویا	۱۰۰٪روغن آفتابگردان	۱۰۰٪روغن کلزا
ضریب تبدیل غذایی	۱/۳۳ ± ۰/۳۳	۱ /۱۲	۱/۳۵ ± ۰/۳۸	۱/۳۲ ± ۰/۰۹
نسبت کارایی پروتئین	۲/۲۱ ± ۰/۱۴	۲/۳۰ ± ۰/۵۵	۲/۱۶ ± ۰/۵۷	۲/۱۰ ± ۰/۱۴
نسبت کارایی چربی	۶/۳۰ ± ۰/۶۳	۶/۵۹ ± ۰/۰۲	۶/۳۲ ± ۲/۴۶	۶/۱۰ ± ۰/۴۳
کارایی غذا	۰/۷۵ ± ۰/۲۴	۰/۸۰ ± ۰/۲۳	۰/۷۶ ± ۰/۲۱	۰/۷۴ ± ۰/۰۴

عدم وجود حروف در هر ردیف نشانگر نبود تفاوت معنی دار بین تیمارها می‌باشد (P>۰/۰۵)

نتایج آنالیز آماری تفاوت معنی داری را بین تیمارهای آزمایشی از نظر شاخص تغذیه‌ای شامل ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین، نسبت کارایی چربی و کارایی غذا نشان نداد (P>۰/۰۵).

نتایج آنالیز ترکیب شیمیایی لاشه (پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت) ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با روغن‌های مختلف در پایان دوره آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است. در انتهای دوره پرورش، اختلاف معنی‌داری بین محتوای چربی کل، رطوبت، خاکستر و پروتئین کل بین تیمارهای مختلف تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های مختلف مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

جدول ۳ : درصد ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با روغن‌های مختلف

ترکیب شیمیایی	شاهد (۱۰۰٪ روغن ماهی)	تیمار ۲ (۱۰۰٪ روغن سویا)	تیمار ۳ (۱۰۰٪ روغن آفتابگردان)	تیمار۴ (۱۰۰٪ روغن کلزا)
رطوبت (%)	۷۴/۴۳ ±۶/۱۹	۷۱/۴۱ ± ۲/۶۸	۷۱/۳۱ ± ۱/۰۹	۷۴/۴۵ ± ۳/۷۰
چربی کل (%)	۶/۸۶ ± ۰/۵۲	۷/۱۶ ±۱/۵۱	۷/۰۸ ±۱/۲۸	۶/۱۱ ± ۱/۳۹
پروتئین کل (%)	۱۶/۹۳ ± ۴/۲۳	۱۸/۹۷ ± ۱/۵۸	۱۸/۸۹ ± ۰/۸۶	۱۷/۰۱ ± ۲/۳۴
خاکستر (%)	۲/۰۸ ± ۱/۰۵	۱/۵۴ ± ۰/۲۷	۱/۸۱ ± ۰/۲۵	۱/۵۸ ± ۰/۳۲

عدم وجود حروف در هر ردیف نشان‌گر نبود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P>۰/۰۵)

پروفایل اسیدهای چرب روغن‌های مختلف مصرفی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است روغن ماهی دارای بیشترین میزان اسیدهای چرب SFA بوده و کمترین میزان اسیدهای چرب SFA در روغن گیاهی کانولا مشاهده شده است. بیشترین اسید چرب از گروه SFA در تمامی روغن‌های مورد بررسی اسید چرب پالمتیک (C16:0) بوده است. میزان اسید چرب پالمتیک در روغن ماهی در مقایسه با روغن‌های گیاهی بسیار بالا می‌باشد. کمترین میزان اسید چرب پالمتیک در روغن کانولا مشاهده شده است. بیشترین میزان اسیدهای چرب تک غیر اشباع (MUFA) به ترتیب متعلق به روغن کانولا، روغن ماهی، روغن سویا و روغن آفتابگردان می‌باشد. تقریباً بیشتر از ۶۰ درصد اسیدهای چرب روغن کانولا مربوط به اسیدهای چرب MUFA می‌باشند. بیشترین اسید چرب از گروه MUFA در تمامی روغن‌های مورد بررسی اسید چرب اولئیک (C18:1) بوده است. میزان اسید چرب اولئیک در روغن کانولا در مقایسه با روغن‌های دیگر بسیار بالا می‌باشد و تقریباً ۵۵ درصد از کل اسیدهای چرب در روغن کانولا متعلق به اسید چرب اولئیک می‌باشد. بیشترین میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) مربوط به روغن آفتابگردان می‌باشد و روغن سویا در رتبه دوم بوده است و کمترین میزان اسید چرب در روغن ماهی و روغن آفتابگردان مشاهده شد. روغن ماهی (۲۸/۷۶٪) در مقایسه با روغن‌های گیاهی منبع مهمی از اسیدهای چرب گروه ω-۳ می‌باشد. در بین روغن‌های گیاهی، روغن کانولا با (۸/۱۷٪) بیشترین اسیدهای چرب از گروه ω-۳ را دارد. روغن آفتابگردان در بین روغن‌های گیاهی مورد بررسی دارای کمترین میزان اسید چرب ω-۳ (۰/۳۰٪) بوده و مقدار آن بسیار ناچیز بوده است. روغن کانولا حاوی مقدار قابل توجه اسید چرب لینولنیک (C18:3 ω-3) می‌باشد دلیل بالا بودن محتوای اسیدهای چرب ω-۳ در روغن کانولا به جهت مقادیر قابل توجه لینولنیک اسید (۸/۱۷٪) می‌باشد. محتوای اسید چرب لینولنیک اسید در روغن سویا (۵/۳۷٪) نیز قابل توجه می‌باشد اما میزان این اسید چرب در روغن گیاهی آفتابگردان (۰/۳۰٪) بسیار ناچیز است. محتوای اسیدهای چرب EPA و DHA در روغن ماهی بسیار بالا بوده در حالی این اسیدهای چرب در روغن‌های گیاهی وجود ندارد. بیشترین میزان اسید چرب از گروه ω-۶ به ترتیب متعلق به روغن آفتابگردان، روغن سویا و روغن کانولا بوده و کمترین میزان اسیدهای چرب

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

ω-۶ در روغن ماهی ملاحظه شد. لذا روغن‌های گیاهی بویژه روغن‌های آفتابگردان و سویا منبع مهمی از نظر اسیدهای چرب ω-۶ می‌باشند. بیشترین نسبت ω-3/ω-6 در روغن ماهی (۹/۳۴) مشاهده شد. در بین روغن‌های گیاهی بیشترین نسبت ω-3/ω-6 در روغن کانولا (۰/۳۴) ملاحظه شد. روغن ماهی به خاطر مقدار نسبتاً زیاد اسیدهای چرب SFA و به ویژه اسید چرب پالمتیک(C16:0) (بیشتر از٪۱۷) ومقدار زیاد اسیدهای چرب ω-3 (٪۲۸/۷۶) وحضور مقادیر بالایی از اسیدهای چرب EPA و DHA در مقایسه با سایر روغن‌های گیاهی قابل تفکیک است. روغن کانولا به خاطر داشتن کمترین میزان اسیدهای چرب SFA (کمتر از٪۱۰) و بالاترین مقدار MUFA (٪ ۵۹/۸۸)، اسیداولئیک (C18:1) (٪۵۵/۶) و اسید چرب آلفا لینولنیک (C18:3 ω-3) (٪۸/۱۷) در مقایسه با سایر روغن‌های گیاهی و روغن ماهی قابل تمایز است. روغن آفتابگردان به خاطر دارا بودن بیشترین میزان اسیدهای چرب PUFA (بیشتر از٪ ۶۵)، اسیدلینولئیک (C18:2 ω-6) (٪۶۳/۴۱) و محتوای بالای اسیدهای چرب ω-6 (٪۶۴/۷۳) در مقایسه با سایر روغن‌های گیاهی و روغن ماهی قابل تمایز است.

جدول ۵ پروفایل اسیدهای چرب در جیره‌های مختلف ماهی قزل‌آلا را نشان می‌دهد. ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های مختلف ماهی قزل‌آلا منعکس‌کننده پروفایل اسیدهای چرب منابع مختلف روغن مورد استفاده درآن می‌باشد. جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی به طور معنی‌داری، دارای میزان بالایی از اسیدهای چرب گروه ω-3، EPA و DHA می‌باشد (P≤ ۰/۰۵) (جدول ۵). همچنین جیره حاوی روغن ماهی در مقایسه با سایر جیره‌های تهیه شده با روغن گیاهی، دارای بیشترین نسبت ω-3/ω-6 می‌باشد (P≤ ۰/۰۵). جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن کلزا به طور معنی‌داری، دارای میزان بالایی اولئیک اسید (C18:1) و اسیدهای چرب تک‌غیراشباع (MUFA) در مقایسه با جیره‌های دیگر بود (P≤ ۰/۰۵) (جدول ۵). جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن کلزا همچنین حاوی بیشترین میزان اسید چرب آلفا لینولنیک اسید (C18:3 ω-3) در مقایسه با سه جیره دیگر بود (P≤ ۰/۰۵). کمترین میزان اسیدهای چرب پالمتیک (C16:0) و اسیدهای چرب تک غیر اشباع (SFA) نیز مربوط به جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن کلزا می‌باشد (P≤ ۰/۰۵). جیره‌های حاوی ۱۰۰٪ روغن سویا و آفتابگردان در مقایسه با جیره حاوی روغن ماهی و روغن کلزا دارای بالاترین میزان اسیدهای چرب لینولئیک (C18:2 ω-6) و اسیدهای چرب گروه ω-6 بوده است (P≤ ۰/۰۵) ولی از نظر اسیدهای چرب لینولئیک و اسیدهای چرب گروه ω-6 تفاوت معنی‌داری بین دو جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن سویا و آفتابگردان ملاحظه نشد (P>۰/۰۵). همچنین این دو جیره به طور معنی‌داری، دارای بالاترین میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) در مقایسه با دو جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی و روغن کلزا بودند (P≤۰/۰۵). کمترین میزان نسبت ω-3/ω-6 در دو جیره حاوی روغن کلزا و روغن سویا مشاهده شد (P≤۰/۰۵). جیره حاوی روغن سویا در مقایسه با روغن آفتابگردان دارای مقادیر بیشتری اسید چرب آلفا لینولنیک اسید (C18:3 ω-3) بود (P≤۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

جدول ۴: پروفایل اسیدهای چرب روغن‌های مختلف مصرفی در جیره

اسید چرب	تیمار ۱ (۱۰۰٪ روغن ماهی)	تیمار ۲ (۱۰۰٪ روغن سویا)	تیمار ۳ (۱۰۰٪ روغن آفتابگردان)	تیمار۴ (۱۰۰٪روغن کانولا)
C14:0	۲/۵۴۸	۰/۰۶۷۳	۰/۰۵۲	۰/۰۴۷
C16:0	۱۷/۶۲۵	۹/۲۹۲	۵/۸۵۰	۴/۲۷۹
C17:0	۰/۸۲۶	۰/۰۶۶	۰/۰۳۴	۰/۰۴۵
C18:0	۴/۱۸۰	۳/۶۲۱	۳/۶۳۴	۲/۰۰۹
C20:0	۰/۲۹۳	۰/۳۰۳	۰/۲۷۱	۰/۵۲۶
C21:0	۰/۱۵۸	------	------	------
C24:0	۰/۰۹۳	۰/۱۸۳	۰/۲۶۵	۰/۱۷۷
C14:1	۰/۲۳۸	------	------	------
C15:1	۰/۱۶۶	------	------	------
C16:1 ω-7	۴/۰۳۷	۰/۰۹۲	۰/۰۷۵	۰/۱۷۷
C17:1	۰/۶۳۲	۰/۰۴۱	۰/۰۲۰	۰/۰۵۲
C18:1 ω-9trans	۰/۲۲۲	۰/۰۳۹	۰/۰۳۴	۰/۰۱۳
C18:1 ω-9cis	۲۶/۴۵۳	۲۷/۵۱۹	۲۴/۰۶۲	۵۵/۶۵۴
C18:1 ω-7cis	۲/۴۲۸	۱/۱۲۵۱	۰/۶۱۹	۲/۸۷۴
C20:1 ω-9	۱/۹۲۱	------	------	۱/۱۰۷
C24:1 ω-9	۰/۷۸۳	------	------	------
C18:2 ω-6 trans	۰/۲۲۵	۰/۰۳۹	۰/۳۷۵	۰/۱۰۹
C18:2 ω-6 cis	۱/۷۹۶	۵۱/۴۶۱	۶۳/۴۱۵	۲۳/۴۶۶
C18:3 ω-6	۰/۱۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۲۵۳
C18:3 ω-3	۱/۴۶۹	۵/۳۷۳	۰/۳۰۳	۸/۱۷۱
C20:2 ω-6	------	۰/۱۷۱	۰/۱۵۹	------
C20:3 ω-6	۰/۲۳۶	------	------	------
C20:4 ω-6(AA)	۰/۷۰۸	۰/۵۲۹	۰/۷۶۴	۰/۴۱۴
C20:5 ω-3(EPA)	۷/۲۳۵	------	------	------
C22:2	۰/۲۲۳	------	------	------
C22:5 ω-3(DPA)	۰/۶۳۱	------	------	------
C22:6 ω3(DHA)	۱۹/۴۲۶	------	------	------
∑SFA	۲۶/۳۲۹	۱۳/۵۳۴	۱۰/۱۰۸	۷/۰۸۴
∑MUFA	۳۷/۱۷۷	۲۸/۸۱۸	۲۴/۸۱۲	۵۹/۸۸۰
∑PUFA	۳۲/۰۶۵	۵۷/۵۸۹	۶۵/۰۳۳	۳۲/۴۱۴
∑MUFA+PUFA	۶۹/۲۴۲	۸۶/۴۰۸	۸۹/۸۴۵	۹۲/۲۹۴
∑ω-3	۲۸/۷۶۳	۵/۳۷۳	۰/۳۰۳	۸/۱۷۱
∑ω-6	۳/۰۷۸۶	۵۲/۲۱۵	۶۴/۷۳۰	۲۴/۲۴۳
∑EPA+DHA	۲۶/۶۶۲	------	------	------
PUFA/SFA	۱/۲۱۷۸	۴/۲۵۴۹۶	۶/۴۳۳	۴/۵۷۵
∑ω-3/∑ω-6	۹/۳۴۲۹	۰/۱۰۲۹۱	۰/۰۰۴	۰/۳۳۷

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

جدول ۵: پروفایل اسیدهای چرب جیره‌های مختلف ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با روغن‌های مختلف

اسید چرب	تیمار ۱ (۱۰۰٪ روغن ماهی)	تیمار ۲ (۱۰۰٪ روغن سویا)	تیمار ۳ (۱۰۰٪ روغن آفتابگردان)	تیمار۴ (۱۰۰٪ روغن کلزا)
C14:0	۱/۳۴۲ ± ۰/۰۱ a	۰/۹۲۶ ± ۰/۰۲ b	۱/۰۶۴ ± ۰/۰۲ a	۰/۷۲۶ ± ۰/۰۰ b
C15:0	۰/۳۷۲ ± ۰/۰۳ a	۰/۲۰۹ ± ۰/۳۱ a	۰/۲۵۷ ± ۰/۰۴ a	۰/۱۷۶ ± ۰/۰۱ a
C16:0	۱۵/۱۲۳ ± ۰/۰۲ a	۱۳/۶۱۶ ± ۰/۰۴ b	۱۳/۹۹۳ ± ۰/۰۰ b	۹/۵۶۹ ± ۰/۰۳ c
C17:0	۰/۶۶۱ ± ۰/۰۴ b	۰/۳۱۷ ± ۰/۰۵ a	۰/۳۶۷ ± ۰/۰۲ a	۰/۲۴۷ ± ۰/۰۱ a
C18:0	۳/۸۹۰ ± ۰/۰۵ a	۴/۶۲۱ ± ۰/۰۲ a	۴/۸۷۳ ± ۰/۰۹ a	۳/۱۹۳ ± ۰/۰۲ a
C20:0	۰/۳۹۸ ± ۰/۰۰ a	۰/۴۰۷ ± ۰/۰۲ a	۰/۳۶۲ ± ۰/۰۴ a	۰/۴۸۶ ± ۰/۰۳ a
C21:0	۰/۱۸۱ ± ۰/۰۲ a	۰/۰۳۴ ± ۰/۰۱۹ b	-----	-----
C24:0	۰/۰۶۳ ± ۰/۰۵ b	۰/۱۸۸ ± ۰/۰۳ a	۰/۱۹۳ ± ۰/۱۱ a	۰/۱۴۱ ± ۰/۳۱ a
C14:1	۰/۱۶۰ ± ۰/۳۱ a	۰/۰۴۰ ± ۰/۰۰ b	۰/۰۵۳ ± ۰/۰۰ b	۰/۰۳۶ ± ۰/۰۰۱ b
C15:1	۰/۱۰۲ ± ۰/۰۰۳ a	۰/۰۲۹ ± ۰/۰۰۱ b	۰/۰۲۱ ± ۰/۰۰۵ b	۰/۰۱۷ ± ۰/۰۰۱ b
C16:1 ω-7	۲/۳۹۳ ± ۰/۵۱ a	۱/۷۵۱ ± ۰/۲۷ b	۲/۰۹۳ ± ۰/۲۱ a	۱/۴۴۲ ± ۰/۰۷ b
C17:1	۰/۴۲۰ ± ۰/۰۹ a	۰/۱۷۳ ± ۰/۰۸ b	۰/۲۱۰ ± ۰/۰۶ b	۰/۱۶۱ ± ۰/۰۷ b
C18:1 ω-9trans	۰/۱۲۶ ± ۰/۰۰۱ a	۰/۱۴۹۰ ± ۰/۰۷ a	۰/۱۵۰ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۲۰ ± ۰/۰۹ a
C18:1 ω-9cis	۳۱/۷۷ ± ۱/۱۱ b	۲۶/۱۵۱ ± ۰/۹۱ c	۲۴/۱۰۹ ± ۱/۳ c	۴۴/۶۳۲ ± ۳/۰۲ a
C18:1 ω-7cis	۲/۳۲۰ ± ۰/۰۱ a	۱/۵۲۵ ± ۰/۰۳ b	۱/۴۴۳ ± ۰/۰۱ b	۲/۷۹۰ ± ۰/۰۴ a
C20:1 ω-9	۱/۱۲۱ ± ۰/۰۴ a	۰/۱۶۵ ± ۰/۰۲ b	۰/۱۹۴ ± ۰/۰۰ b	۰/۱۹۷ ± ۰/۰۱ b
C22:1 ω-9	۰/۲۵۰۰ ± ۰/۰۴ a	۰/۱۰۵ ± ۰/۰۳ b	۰/۱۰۹ ± ۰/۰۰ b	-----
C24:1 ω-9	۰/۵۲۸ ± ۰/۰۶ a	۰/۲۴۶ ± ۰/۰۵ c	۰/۳۳۰ ± ۰/۰۲ b	۰/۲۰۱ ± ۰/۰۰ c
C18:2 ω-6 trans	۰/۰۲۰ ± ۰/۰۰ d	۰/۰۹۰ ± ۰/۰۰۱ c	۰/۲۵۴ ± ۰/۰۴ a	۰/۱۵۵ ± ۰/۰۵ b
C18:2 ω-6 cis	۹/۱۹۷ ± ۰/۹۹ c	۳۸/۵۷۸ ± ۳/۴۱ a	۳۹/۳۶۱ ± ۳/۳۲ a	۲۲/۳۷۹ ± ۱/۰۲ b
C18:3 ω-6	۰/۰۸۰ ± ۰/۰۰۱ b	-----	-----	۰/۱۳۵۱ ± ۰/۰۰ a
C18:3 ω-3	۲/۶۰۹ ± ۰/۷۲ b	۳/۰۸۲ ± ۰/۲۱ b	۱/۳۹۱ ± ۰/۵۱ c	۵/۹۲۱ ± ۱/۰۱ a
C20:2 ω-6	۰/۳۵۳ ± ۰/۰۵ b	۰/۳۵۳ ± ۰/۰۹ b	۰/۳۴۸ ± ۰/۰۵ b	۱/۱۲۵ ± ۰/۰۸ a
C20:3 ω-6	۰/۱۹۸۲ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۲۵ ± ۰/۰۳ a	۰/۱۳۷ ± ۰/۰۱ a	-----
C20:3 ω-3	-----	۰/۰۶۳ ± ۰/۰۰۳ a	۰/۰۸۱ ± ۰/۰۰۱ a	------
C20:4 ω-6(AA)	۰/۶۲۰ ± ۰/۰۲ a	۰/۳۷۳ ± ۰/۰۵ bc	۰/۴۵۶ ± ۰/۰۵ b	۰/۲۹۰ ± ۰/۰۲ c
C20:5 ω-3(EPA)	۵/۱۲۶ ± ۰/۰۳ a	۰/۹۴۷ ± ۰/۰۶ b	۱/۱۷۱ ± ۰/۰۱ b	۰/۷۹۴ ± ۰/۰۷ b
C22:5 ω-3(DPA)	۰/۵۸۵ ± ۰/۰۴ a	۰/۲۲۹۶ ± ۰/۰۷ b	۰/۲۸۸ ± ۰/۰۲ b	۰/۱۸۵ ± ۰/۰۹ b
C22:6 ω3(DHA)	۱۲/۵۲۵ ± ۱/۰۰ a	۳/۲۳۰ ± ۰/۳۶ b	۴/۲۰۶ ± ۰/۸۱ b	۲/۶۳۴ ± ۰/۰۹ b
∑SFA	۲۲/۰۴ ± ۲/۰۴ a	۲۰/۳۲۱ ± ۲/۰۶ a	۲۱/۱۱۲ ± ۱/۶۴ a	۱۴/۵۴۱ ± ۰/۹۹ b
∑MUFA	۳۹/۲۰ ± ۲/۰۱ b	۳۰/۳۳۷ ± ۰/۸۵ c	۲۸/۷۱۲ ± ۱/۵۳ c	۴۹/۶۰۰ ± ۲/۰۳ a
∑PUFA	۳۱/۳۲ ± ۱/۲۳ b	۴۷/۰۷ ± ۳/۲۱ a	۴۷/۶۹۲ ± ۱/۰۱ a	۳۳/۶۱۰ ± ۳/۰۲b
∑MUFA+PUFA	۷۳/۵۴ ± ۲/۲۱ c	۷۷/۴۴۴ ± ۲/۰۱ b	۷۶/۴۰۹ ± ۳/۶۵b	۸۳/۲۱۱ ± ۳/۶۴ a
∑ω-3	۲۰/۸۵ ± ۰/۵۶ a	۷/۵۵۳ ± ۰/۶۴ c	۷/۱۳۴ ± ۱/۰۱ c	۹/۵۳۶ ± ۱/۴۱ b
∑ω-6	۱۰/۴۷ ± ۱/۰۰ c	۳۹/۵۲ ± ۰/۳۲ a	۴۰/۵۵۷ ± ۲/۸۱ a	۲۴/۰۷۳ ± ۱/۸۵ b
∑EPA+DHA	۱۷/۶۶ ± ۲/۰۱ a	۴/۱۷۸ ± ۰/۸۴ b	۵/۳۳ ± ۰/۲۰ b	۳/۴۲۸ ± ۰/۱۶ c
PUFA/SFA	۱/۴۳ ± ۰/۰۱ b	۲/۳۱۶ ± ۰/۰۶ a	۲/۲۵۸ ± ۰/۰۳ a	۲/۳۱۱ ± ۰/۰۳ a
MUFA+PUFA/SFA	۳/۲۰۱ ± ۰/۷۶ c	۳/۸۰۹ ± ۰/۳۲ b	۳/۶۱۹ ± ۰/۰۳ b	۵/۷۲۲ ± ۰/۰۸ a
ω-3/ω-6	۲/۰۰ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۹۱۱ ± ۰/۰۵ c	۰/۱۷۵ ± ۰/۰۳ c	۰/۳۹۶ ± ۰/۰۳ b

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

نتایج پروفایل اسید چرب لاشه ماهیان قزل‌آلا در انتهای دوره پرورش در جدول ۶ نشان داده شده است. آنالیز آماری پروفایل اسید چرب لاشه ماهیان قزل‌آلا در انتهای دوره پرورش نشان داد که کمترین میزان اسیدچرب اشباع (SFA) در لاشه‌های تیمار حاوی روغن کانولا اندازه‌گیری شد که در مقایسه با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌دار بوده است ($P \leq ۰/۰۵$) (جدول ۶). میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA) در لاشه‌های تیمارهای روغن ماهی، روغن سویا و روغن آفتابگردان اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$). بیشترین میزان اسیداولئیک (C18:1 ω-9) در تیمار حاوی روغن کلزا مشاهده شد که اختلاف معنی‌دار با تیمار حاوی روغن ماهی، روغن سویا و روغن آفتابگردان داشت ($P\leq ۰/۰۵$).

میزان اسیداولئیک (C18:1 ω-9) در بین تیمارهای روغن ماهی ، روغن سویا و روغن آفتابگردان اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$). بیشترین میزان اسیدچرب تک غیراشباع (MUFA) در لاشه‌های تیمار حاوی روغن کانولا اندازه‌گیری شد که در مقایسه با تیمارهای دیگر این اختلاف معنی‌دار بود ($P\leq ۰/۰۵$). کمترین مقادیر اسیدچرب تک غیراشباع (MUFA) در تیمار حاوی روغن سویا و آفتابگردان مشاهده شد. اختلاف معنی‌داری از نظر اسیدهای چرب MUFA بین دو تیمار حاوی روغن آفتابگردان و سویا مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

بیشترین میزان اسید لینولئیک (C18:2 ω-6 cis) در لاشه تیمار حاوی روغن آفتابگردان (۳۰/۱۰٪) و روغن سویا (۲۷/۸۰٪) مشاهده شد البته بین دو تیمار روغن آفتابگردان و روغن سویا اختلاف معنی دار آماری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). کمترین میزان اسید لینولئیک (C18:2 ω-6 cis) در تیمار حاوی روغن ماهی (۱۹/۳۶٪) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها داشت ($P\leq ۰/۰۵$). بیشترین میزان آلفالینولنیک (C18:3 ω-3) در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا ($P\leq ۰/۰۵$) و همچنین کمترین میزان آلفالینولنیک در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن آفتابگردان مشاهده شد ($P\leq ۰/۰۵$). اختلاف معنی‌داری در میزان آلفالینولنیک (C18:3 ω-3) بین تیمار حاوی روغن ماهی و روغن سویا مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

بیشترین میزان اسیدچرب چند غیراشباع (PUFA) در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن آفتابگردان اندازه گیری شد که در مقایسه با تیمار روغن سویا اختلاف معنی‌دار نداشت ($P>۰/۰۵$)، ولی با تیمار روغن کانولا و روغن ماهی دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P\leq ۰/۰۵$). تیمار روغن ماهی و روغن کانولا از نظر محتوای اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) اختلاف معنی‌دار نداشتند ($P>۰/۰۵$).

جایگزین نمودن کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی باعث کاهش اسید چرب ω-3 در ترکیب لاشه ماهیان شد. بیشترین میزان اسید چرب ω-3 در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی (۱۴/۵۵٪) مشاهده شد که در مقایسه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشته است ($P\leq ۰/۰۵$). محتوای اسید چرب ω-3 در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا ، روغن سویا و روغن آفتابگردان اختلاف معنی‌دار نداشت ($P>۰/۰۵$).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

جدول ۶: نتایج حاصل از پروفایل اسیدهای چرب در لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با روغن‌های مختلف

اسید چرب	تیمار ۱ (۱۰۰٪ روغن ماهی)	تیمار ۲ (۱۰۰٪ روغن سویا)	تیمار ۳ (۱۰۰٪ روغن آفتابگردان)	تیمار۴ (۱۰۰٪ روغن کانولا)
C14:0	۱/۵۹ ± ۰/۲۰ a	۱/۱۰ ± ۰/۰۶b	۱/۰۸ ± ۰/۰۴b	۰/۹۷ ± ۰/۰۳b
C15:0	۰/۳۵ ± ۰/۰۳a	۰/۲۱ ± ۰/۰۱b	۰/۲۲ ± ۰/۰۱b	۰/۲۰ ± ۰/۰۰b
C16:0	۱۷/۰۹ ± ۱/۴۵a	۱۶/۵۸ ± ۰/۵۶a	۱۶/۰۱ ± ۰/۴۵a	۱۳/۷۶ ± ۰/۵۲b
C17:0	۰/۴۴ ± ۰/۰۱a	۰/۲۹ ± ۰/۰۱b	۰/۳۰ ± ۰/۰۲b	۰/۲۷ ± ۰/۰۰b
C18:0	۴/۶۳ ± ۰/۲۰a	۴/۷۳ ± ۰/۱۱a	۴/۸۴ ± ۰/۱۶a	۴/۱۹ ± ۰/۱۴b
C20:0	۰/۲۲ ± ۰/۰۳b	۰/۲۳ ± ۰/۰۰b	۰/۲۲ ± ۰/۰۱b	۰/۲۶ ± ۰/۰۰a
C21:0	۰/۱۰ ± ۰/۰۰a	۰/۰۶ ± ۰/۰۱ab	۰/۰۶ ± ۰/۰۱ab	۰/۰۵ ± ۰/۰۴b
C22:0	۰/۰۶ ± ۰/۱۱a	۰/۰۸ ± ۰/۰۷a	۰/۰۷ ± ۰/۰۶a	۰/۰۴ ± ۰/۰۷a
C23:0	۰/۰۶ ± ۰/۰۵a	۰/۱۲ ± ۰/۰۰a	۰/۰۹ ± ۰/۰۴a	۰/۰۹ ± ۰/۰۱a
C24:0	۰/۱۶ ± ۰/۰۶a	۰/۱۲ ± ۰/۰۲a	۰/۱۳ ± ۰/۰۳a	۰/۰۹ ± ۰/۱۶a
C14:1	۰/۱۰ ± ۰/۰۰a	۰/۰۴ ± ۰/۰۰b	۰/۰۴ ± ۰/۰۰b	۰/۰۴ ± ۰/۰۰b
C15:1	۰/۰۴ ± ۰/۰۰a	۰/۰۱ ± ۰/۰۰b	۰/۰۲ ± ۰/۰۰b	۰/۰۱ ± ۰/۰۰b
C16:1 ω-7	۳/۳۸ ± ۰/۵۶a	۲/۹۲ ± ۰/۰۹ab	۲/۷۹ ± ۰/۱۴ab	۲/۴۹ ± ۰/۳۴b
C17:1	۰/۳۴ ± ۰/۰۳a	۰/۲۳ ± ۰/۰۱b	۰/۲۳ ± ۰/۰۱b	۰/۲۱ ± ۰/۰۱b
C18:1 ω-9trans	۰/۱۵ ± ۰/۰۴a	۰/۱۱ ± ۰/۰۱a	۰/۱۱ ± ۰/۰۲a	۰/۱۰ ± ۰/۰۱a
C18:1 ω-9cis	۲۸/۱۲ ± ۰/۷۸b	۲۷/۷۸ ± ۰/۸۹b	۲۶/۸۴ ± ۰/۴۰b	۳۵/۵۰ ± ۱/۰۳a
C18:1 ω-7cis	۲/۲۴ ± ۰/۱۳a	۱/۸۱ ± ۰/۰۳b	۱/۷۸ ± ۰/۰۴b	۲/۱۹ ± ۰/۱۸a
C20:1 ω-9	۰/۶۰ ± ۰/۰۵a	۰/۴۳ ± ۰/۰۷bc	۰/۳۵ ± ۰/۰۲c	۰/۵۲ ± ۰/۱۱ab
C22:1 ω-9	۰/۴۳ ± ۰/۰۲a	۰/۲۸ ± ۰/۰۱c	۰/۲۵ ± ۰/۰۲c	۰/۳۳ ± ۰/۰۲b
C24:1 ω-9	۰/۴۵ ± ۰/۰۵a	۰/۴۱ ± ۰/۰۳ab	۰/۴۰ ± ۰/۰۹ab	۰/۳۰ ± ۰/۰۴b
C18:2 ω-6 trans	۰/۲۰ ± ۰/۰۸a	۰/۱۳ ± ۰/۰۱a	۰/۱۶ ± ۰/۰۱a	۰/۱۸ ± ۰/۰۷a
C18:2 ω-6 cis	۱۹/۳۶ ± ۲/۳۲c	۲۷/۸۰ ± ۰/۶۷a	۳۰/۱۰ ± ۱/۰۴a	۲۳/۵۹ ± ۲/۱۷b
C18:3 ω-6	۰/۴۷ ± ۰/۸۰b	۰/۸۴ ± ۰/۱۶a	۰/۸۶ ± ۰/۰۶a	۰/۷۲ ± ۰/۱۸ab
C18:3 ω-3	۱/۷۱ ± ۰/۱۸b	۱/۹۶ ± ۰/۰۹b	۱/۳۷ ± ۰/۱۵c	۲/۷۵ ± ۰/۱۹a
C20:2 ω-6	۰/۹۷ ± ۰/۰۸b	۰/۹۲ ± ۰/۰۷b	۰/۹۶ ± ۰/۰۸b	۱/۳۵ ± ۰/۱۵a
C20:3 ω-6	۰/۹۵ ± ۰/۱۰c	۱/۳۰ ± ۰/۱۳ab	۱/۴۷ ± ۰/۱۳a	۱/۱۶ ± ۰/۱۸bc
C20:3 ω-3	۰/۶۱ ± ۰/۰۸c	۱/۰۴ ± ۰/۰۱a	۱/۰۳ ± ۰/۰۶a	۰/۷۹ ± ۰/۰۲b
C20:4 ω-6(AA)	۰/۷۱ ± ۰/۱۰bc	۰/۸۹ ± ۰/۰۵ab	۰/۹۱ ± ۰/۱۴a	۰/۶۹ ± ۰/۰۶c
C20:5 ω-3(EPA)	۱/۷۳ ± ۰/۱۲a	۰/۵۸ ± ۰/۰۴b	۰/۵۹ ± ۰/۰۶b	۰/۶۴ ± ۰/۰۷b
C22:2	۰/۰۰ ± ۰/۰۰a	۰/۰۲ ± ۰/۰۳a	۰/۰۰ ± ۰/۰۰a	۰/۰۰ ± ۰/۰۰a
C22:5 ω-3(DPA)	۰/۶۹ ± ۰/۰۱a	۰/۲۵ ± ۰/۰۶b	۰/۲۸ ± ۰/۰۷b	۰/۲۷ ± ۰/۰۸b
C22:6 ω3(DHA)	۹/۷۹ ± ۱/۲۸a	۴/۶۹ ± ۰/۶۴b	۴/۴۴ ± ۰/۳۶b	۴/۲۱ ± ۰/۱۵b
∑SFA	۲۴/۷۴ ± ۱/۷۵a	۲۳/۵۷ ± ۰/۵۷a	۲۳/۰۷ ± ۰/۳۱a	۱۹/۹۷ ± ۰/۵۷b
∑MUFA	۳۵/۹۰ ± ۰/۴۳b	۳۴/۰۵ ± ۱/۱۱c	۳۲/۸۵ ± ۰/۳۶c	۴۱/۷۲ ± ۱/۴۷a
∑PUFA	۳۷/۲۴ ± ۱/۹۸b	۴۰/۴۷ ± ۰/۸۹a	۴۲/۲۲ ± ۰/۳۳a	۳۶/۴۰ ± ۱/۹۸b
∑MUFA+PUFA	۷۳/۱۴ ± ۱/۵۸c	۷۴/۵۳ ± ۰/۴۶bc	۷۵/۰۷ ± ۰/۴۳b	۷۸/۱۳ ± ۰/۵۱a
∑ω-3	۱۴/۵۵ ± ۱/۴۷a	۸/۵۳ ± ۰/۶۴b	۷/۷۴ ± ۰/۳۰b	۸/۶۸ ± ۰/۲۰b
∑ω-6	۲۲/۶۸ ± ۲/۴۵c	۳۱/۹۱ ± ۰/۵۶a	۳۴/۴۸ ± ۰/۶۳a	۲۷/۷۱ ± ۲/۱۴b
∑EPA+DHA	۱۱/۵۲ ± ۱/۴۰a	۵/۲۸ ± ۰/۶۸b	۵/۰۴ ± ۰/۳۲b	۴/۸۵ ± ۰/۱۲b
PUFA/SFA	۱/۵۱ ± ۰/۱۹b	۱/۷۱ ± ۰/۰۳ab	۱/۸۲ ± ۰/۰۳a	۱/۸۲ ± ۰/۱۵a
MUFA+PUFA/SFA	۲/۹۶ ± ۰/۲۷b	۳/۱۶ ± ۰/۰۹b	۳/۲۵ ± ۰/۰۶b	۳/۹۱ ± ۰/۱۳a
∑ω-3/∑ω-6	۰/۶۴ ± ۰/۱۲a	۰/۲۶ ± ۰/۰۲b	۰/۲۲ ± ۰/۰۱b	۰/۳۱ ± ۰/۰۲c

حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $p \leq ۰/۰۵$ می‌باشد

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

جایگزین نمودن کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی به طور مشخص باعث کاهش محتوای اسیدهای چرب EPA و DHA شد. بیشترین میزان اسید چرب EPA و DHA در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی مشاهده شد که در مقایسه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشته است (P≤۰/۰۵). اما محتوای اسید چرب EPA و DHA در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا، روغن سویا و روغن آفتابگردان اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (P>۰/۰۵).

همچنین جایگزین نمودن کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی باعث افزایش اسید چرب ω-6 در ترکیب لاشه ماهیان شد. بیشترین میزان اسید چرب ω-6 در لاشه تیمارحاوی روغن آفتابگردان مشاهده شد که در مقایسه با تیمار روغن سویا اختلاف معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵). محتوای اسید چرب ω-6 در لاشه‌های تیمار روغن ماهی در مقایسه باسایر تیمارها کمترین میزان را داشت و در مقایسه با سه تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار داشت (P≤۰/۰۵).

کمترین نسبت PUFA/SFA در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی اندازه‌گیری شد که در مقایسه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (P≤۰/۰۵). اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای روغن گیاهی از نظر نسبت PUFA/SFA مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

بیشترین نسبت ω-3/ω-6 در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی مشاهده شد که اختلاف معنی‌دار با تیمار حاوی روغن کلزا، روغن سویا و روغن آفتابگردان داشت (P≤ ۰/۰۵)، اما اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای روغن گیاهی از نظر نسبت ω-3/ω-6 مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

بحث

در تحقیق حاضر به هنگام جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های مختلف گیاهی (روغن سویا، آفتابگردان و روغن کلزا) در جیره ماهی قزل‌آلا رنگین کمان، در طول ۵۰ روز شاخص‌های رشد (وزن نهایی، افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و فاکتور وضعیت) و شاخص‌های تغذیه (ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین، نسبت کارایی چربی و کارایی غذا) و ترکیب شیمیایی لاشه (چربی کل، پروتئین کل، رطوبت و خاکستر) بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. نتایج در مورد تاثیرات استفاده از روغن‌های گیاهی بر روی فاکتورهای رشد و تغذیه در ماهیان متناقض است. نیک‌زاد حسن کیاده و همکاران (۱۳۸۷) در خصوص جایگزینی روغن‌های گیاهی با روغن ماهی در جیره بچه فیل‌ماهیان پرورشی (*Huso huso*) از تیمارهای ذیل استفاده نمودند: تیمار اول (۵۰٪ روغن ماهی + ۲۵٪ روغن سویا + ۲۵٪ روغن آفتابگردان) ، تیمار دوم (۵۰٪ روغن ماهی + ۲۵٪ روغن آفتابگردان و ۲۵٪ روغن کانولا) و تیمار شاهد (۱۰۰٪ روغن ماهی). نتایج آن‌ها نشان داد که میانگین وزن نهایی بدن در ماهی‌های تیمار شاهد به طور معنی‌دار کمتر از سایر تیمارها بود. در حالی‌که اختلاف معنی‌داری در سایر پارامترهای رشد شامل در صد اضافه وزن، ضریب چاقی، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت بازده پروتیین بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. همچنین پروتئین خام، چربی خام و رطوبت بین تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌داری نبود. نتایج تحقیق نیک‌زاد حسن کیاده و همکاران (۱۳۸۷)

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

در فاکتورهای مذکور با نتایج تحقیق حاضر مشابه بوده است.

Mourente و همکاران (۲۰۰۶) اثر جایگزینی جزئی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی شامل روغن کانولا، روغن بزرک و روغن خرما در جیره ماهی سی باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) بر فاکتورهای رشد، تغذیه ای و ترکیب اسید چرب بررسی نمودند. نتاج آن‌ها نشان داد که ماهیان تغذیه شده با ۶۰ در صد روغن گیاهی، شاخص کبدی پایین‌تری نسبت به ماهیان تغذیه شده با ۱۰۰٪ روغن ماهی و مخلوط ۴۰٪ روغن ماهی بعلاوه ۶۰٪ روغن گیاهی داشتند، هر چند نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی میان تیمارهای مختلف هیچ اختلافی نداشتند.

Bayraktar و همکاران (۲۰۱۲) نیز به بررسی اثر جایگزینی روغن کبد ماهی کاد با چربی‌های حیوانی (چربی گوشت غاز، چربی دم گوسفند و پیه گاو) در جایگزینی کامل بر روی عملکرد رشد، بقاء و پروفیل اسید چرب قزل‌آلای رنگین کمان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که وزن‌های نهایی ماهیان در میان تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشتند که با نتایج تحقیق حاضر مشابه است.

محمدی‌آشنانی و همکاران (۱۳۸۶) اثر جایگزینی سطوح مختلف روغن بزرک (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) با روغن ماهی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان را بررسی نمودند آن‌ها گزارش کردند که در وزن نهایی و میزان رشد ماهی‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، اما درصد چربی خام لاشه، پروتئین لاشه و مجموع اسیدهای چرب n-۳ بافت با افزایش سطح روغن بزرک در جیره افزایش معنی‌داری داشته است.

نتایج Guler و Yildiz (۲۰۱۱) نیز نشان داد که جایگزینی روغن ماهی با روغن بزرک به صورت جزیی و کلی در جیره ماهی قزل‌آلا تاثیری بر فاکتورهای رشد و ضریب تبدیل غذایی نداشته است. نتایج تحقیقات Bell و همکاران (۲۰۰۲)، Sener و Yildiz(۲۰۰۳) و Torstensen و همکاران (۲۰۰۴) در مورد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و آتلانتیک سالمون (*Slmo salar*) عدم تفاوت معنی‌دار بر فاکتورهای رشد، کارایی غذا و ضریب تبدیل غذایی را در جایگزینی روغن‌های گیاهی با روغن ماهی در جیره غذایی آن‌ها نشان داد. در حالی‌که استفاده از روغن‌های گیاهی در برخی از ماهیان مانند کاچارا (*Pseudoplatystoma coruscans*) (Martino, *et al.*,2006) و بأس دریایی (*Sparus auratus*) (Menoyo, *et al*., 2004) باعث تغییرات معنی‌دار در رشد این ماهیان شده است. به نظر می‌رسد دلیل این نتایج متناقص در میزان پودر ماهی مصرفی در جیره‌های ماهیان و همچنین قابلیت آن‌ها در مصرف چربی به عنوان انرژی و در نتیجه ذخیره پروتئین بیشتر می‌باشد. برای مثال ماهی سالمون آتلانتیک قابلیت ذخیره سازی پروتئین و استفاده از چربی به عنوان منبع انرژی را دارا است، در حالی‌که در ماهیانی مانند کادموری (Murry cod) این قابلیت وجود ندارد و هرگونه تغییر در ترکیب اسیدهای چرب جیره با توجه به نقش این اسیدهای چرب در ساختار سلولی بر روی رشد این ماهیان تأثیر می‌گذارد (Francis *et al*., 2007).

مطالعات مختلف نشان داده است که در ماهیان آب شیرین جایگزینی روغن‌های گیاهی در جیره که حاوی لینولئیک اسید و آلفالینولنیک اسید می‌باشند در یک طی مسیر متابولیکی متوالی، غیراشباع‌سازی

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

(Desaturation) و طویل‌سازی (Elongation) به اسیدهای چرب بلند زنجیره شدیداً غیراشباع (HUFA) تبدیل می‌شوند (Zheng *et al.*, 2004). لینولئیک‌اسید طی فرآیند متابولیکی غیراشباع‌سازی و طویل‌سازی می‌تواند به اسیدگامالینولنیک (GLA; C18:3 n-6) و آراشیدونیک‌اسید (AA; C20:4 n-6) تبدیل شود. آلفا لینولنیک‌اسید نیز طی مسیر متابولیکی مشابهی ابتدا به EPA و سپس به DPA; C22:5 n-3 و DHA تبدیل می‌شود (Dantagnan *et al.*, 2007). ولی در هر حال این فعالیت‌های متابولیکی در جهت افزایش اسیدهای چرب بلند زنجیره برای جبران کاهش اسیدهای چرب بلند زنجیره کافی نبوده و در نتیجه کمبود این اسیدهای چرب در بافت ماهیان احساس می‌شود (Turchini *et al.*, 2009). بنابراین در استراتژی جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی، کیفیت نهایی محصول که ارتباط مستقیم با مقادیر اسیدهای چرب بلند زنجیره دارد باید مد نظر قرارگیرد.

در تحقیق حاضر جایگزین نمودن روغن ماهی با روغن‌های گیاهی در جیره ماهیان تغییرات عمده ای در پروفایل اسید چرب ماهیان ایجاد شد. در واقع ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان منعکس‌کننده پروفایل اسیدهای چرب جیره مورد استفاده درآن می‌باشد (Eroldoğan *et al.*, 2012; Rinchard *et al.*, 2007). اسیدهای چرب جیره پس از مصرف در بدن جانوران، در ساختار سلولی و بافت‌ها ذخیره (Accumulation) می‌شوند و مقداری هم برای سوخت و ساز و تولید انرژی (β-oxidation) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اسیدهای چرب چند غیر اشباع ω-3 مانند EPA و DHAدر سلامت انسان بسیار سودمند می‌باشند (Ruxton *et al.*, 2005). لذا حضور این اسیدهای چرب در عضله ماهیان پرورشی از نظر تأمین سلامت انسان بسیار مهم می‌باشند. در تحقیق حاضر جایگزین نمودن روغن ماهی با روغن‌های گیاهی به طور مشخص باعث کاهش محتوای اسیدهای چرب امگا-۳، EPA و DHA و افزایش اسیدهای چرب ω-6 نظیر لینولئیک اسید شد. بیشترین میزان اسید چرب امگا-۳، EPA و DHA در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی مشاهده شد که در مقایسه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشته است. اما محتوای اسید چرب EPA و DHA در لاشه ماهیان قزل‌آلا تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰٪ روغن کانولا ، روغن سویا و روغن آفتابگردان اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند.

آنزیم‌های desaturase Δ-5 و Δ-6 مسئول غیراشباع‌سازی اسید چرب لینولنیک به EPA، DHA و همچنین اسید چرب لینولئیک به اسید آراشیدونیک در بدن ماهیان هستند (Turchini *et al.*, 2009). در ماهیانی که فعالیت آنزیم‌هایdesaturase Δ-5 و Δ-6 بالا است میزان تبدیل اسیدهای چرب ضروری (اسید لینولنیک و لینولئیک) به اسیدهای چرب بلند زنجیره هم بیشتر می‌باشد. به نظر می‌رسد در صورت استفاده از درصد مناسب روغن‌های گیاهی در جیره‌های غذایی، بچه‌ماهیان با کمک آنزیم‌های desaturase Δ-5 و Δ-6 قادر به بلند زنجیره‌سازی و غیراشباع سازی این اسید چرب به اسید آراشیدونیک هستند در مقابل استفاده از درصد بالای روغن‌های گیاهی می‌تواند باعث تجمع بیشتر اسید چرب لینولئیک در بافت ماهی و در نتیجه کاهش اسیدهای چرب EPA، DHA و کاهش کیفیت نهایی محصول شود (Turchini *et al.*, 2009). در تحقیق حاضر بنظر می‌رسد جایگزینی ۱۰۰ ٪ روغن گیاهی به جای روغن ماهی در جیره ماهی قزل‌آلا

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

قابلیت سنتز اسیدهای چرب بلند زنجیره شدیداً غیر اشباع را مختل نموده است. نتایج مشابهی در تحقیق Eroldoğan و همکاران (۲۰۱۲)، Arsalan و همکاران (۲۰۱۲)، Hoffman و Prinsloo (۱۹۹۵)، نیکزاد حسن‌کیاده و همکاران (۱۳۸۸)، ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۳) وعطشایی کوچصفهانی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش شده است. نسبت ω-3/ω-6 یک شاخص مناسب برای مقایسه ارزش تغذیه‌ای روغن ماهی است. مقدار توصیه شده نسبت ω-3/ω-6 توسط متخصصان تغذیه بیشتر از ۱:۴ است (Valencia *et al.*, 2006). در مطالعه حاضر نسبت ω3/ω-6 در ترکیب لاشه ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی دارای بیشترین مقدار خود بوده و با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بوده است. همچنین مقدار این نسبت در لاشه ماهیان تغذیه شده با روغن کانولا و روغن سویا از مقدار توصیه شده بیشتر بود.

نسبت PUFA/SFA شاخص کلیدی و مهم برای بررسی ارزش تغذیه‌ای ماهی است. حداقل میزان توصیه شده نسبت PUFA/SFA برابر ۰/۴۵ می‌باشد (HMSO, 1994). در این تحقیق مقدار این شاخص در تیمار روغن کلزا و آفتابگردان بالاترین میزان را خود داشته و کمترین میزان در تیمار روغن ماهی مشاهده شد. این نسبت برای تمامی تیمارها بیشتر از نسبت توصیه شده توسط HMSO بوده است.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان اذعان نمود که جایگزینی کامل روغن‌های مختلف گیاهی به جای روغن ماهی در جیره ماهی قزل‌آلا بر پارامترهای رشد و تغذیه تأثیر معنی‌داری نداشت. جیره محتوی ۱۰۰ درصد روغن گیاهی میزان تجمع اسید چرب لینولئیک را به طور معنی‌داری در بافت ماهی افزایش و در صورتی‌که میزان اسیدهای چرب بلند زنجیره غیر اشباع نظیر EPA و DHA را بطور معنی‌داری کاهش داد و در نتیجه کیفیت محصول کاهش پیدا می‌کند. لذا توصیه می‌شود به جهت حفظ سطوح مناسبی از اسیدهای چرب امگا ۳ نظیر EPA و DHA که در سلامت انسان بسیار مؤثر است ترکیبی از روغن گیاهی و روغن ماهی در جیره ماهی قزل‌آلا استفاده شود. با توجه به نتایج حاصله استفاده از روغن کانولا و سویا به جهت داشتن مقادیر قابل توجهی از اسیدهای چرب ضروری آلفا-لینولنیک (C18:3 n-3) و لینولئیک اسید (C18:2 n-6) در کنار روغن ماهی به صورت ترکیبی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

در اینجا لازم می‌دانیم از تمامی کسانی که صمیمانه ما را در انجام این تحقیق یاری‌نمودند تقدیر و تشکر بنماییم.

منابع

۱. ابراهیمی، ع.، ۱۳۸۳. سطوح مختلف پروتئین و چربی بر رشد و کیفیت لاشه بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی. رساله دکتری تخصصی شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده شیلات و محیط زیست. ۱۱۳صفحه.

۲. عطشانی کوچصفهانی، م.، وهاب زاده رودسری، ح.، پرند، ذ.آ.، ۱۳۹۱ .اثر استفاده از روغن ماهی و روغن گیاهی (ذرت و آفتابگردان) بر ترکیب بیوشیمیایی و سطوح اسیدهای چرب لاشه بچه تاسماهی ایرانی. مجله شیلات. دانشگاه آزاد آزادشهر، ۶(۴)، ۲۱-۳۲.

۳. محمدی آشنانی، م.، نفیسی بهابادی، م.، موحد، ع.، حسنی، آ.، محمدی، م.، ۱۳۸۶. اثر جایگزینی سطوح

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

مختلف روغن بذرک با روغن ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان جهت افزایش اسیدهای چرب n-۳ در بافت مأکول. فصلنامه طبّ جنوب پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس مرکز تحقیقات طب گرمسیری وعفونی خلیج فارس دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی بوشهر، ۱۰(۲)، ۱۲۸- ۱۳۵.

۴. نیک‌زاد حسن کیاده، م.، خارا، ح.، یزدانی، م.،پرندآور، ح.، ۱۳۸۷. اثرات منابع چربی جیره غذایی بر فاکتورهای رشد، تغذیه و ترکیب اسیدهای چرب لاشه بچه فیل‌ماهیان پرورشی (*Huso huso*). مجله علوم زیستی واحد لاهیجان، ۲(۴)، ۷۳-۸۷.

5. AOAC, 2005. Official Method 950.89 Horwitz, W., Latimer, G. (Eds). Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, USA.
6. Arsalan, M., Sirkecioglu, N., Bayir, A., Arslan, H., 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 Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12, 575-583.
7. Bayraktar, K., Bayır, A., 2012. The Effect of the Replacement of Fish oil with Animal Fats on the Growth Performance, Survival and Fatty Acid Profile of Rainbow Trout Juveniles, Oncorhynchus mykiss. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12, 661-666.
8. Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R., Sargent, J.R. 2002. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue fatty acid compositions and hepatic fatty acid metabolism. Journal of Nutrition, 132, 222-230.
9. Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 37, 911-917.
10. Dantagnan, P., Bórquez, A., Valdebenito, I., Salgado, I., Serrano, E., Izquierdo, M.S., 2007. Lipid and fatty acid composition along embryo and larval development of puye (*Galaxias maculatus* Jenyns, 1842) obtained from estuarine, fresh water and cultured populations. Journal of Fish Biololgy, 70, 770-781.
11. Eroldogan, T., Turchini, G.M., Yılmaz, A.H., Taşbozan, O., Engin, K., Olculu, A., Ozsahinoglu1, I., Mumogullarında, P., 2012. Potential of Cottonseed Oil as Fish Oil Replacer in European Sea Bass Feed Formulation. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12, 787-797.
12. Francis, D.S., Turchini, G.M., Jones, P.L., 2007. Dietary lipid source modulates in vivo fatty acid metabolism in the freshwater fish, Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). Journal of Agriculture and Food Chemistry, 55, 1582 –1591.
13. Guler, M., Yildiz, M., 2011. Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 35(3), 157-167.
14. Grisdale-Helland, B., Helland S.J., Gatlin, D.M., 2009. The effects of dietary supplementation with mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth and feed utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 283, 163–167.
15. HMSO, U.K., 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects, 1994. No.46) London: HMSO.
16. Hoffman, L.C., Prinsloo, J.F., 1995. The influence of different dietary lipids on the growth and body composition of the African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). South African Journal of Science, 91, 315–320.
17. IFFO. 2008. International Fish Meal and Fish Oil Organisation Statistical Yearbook.
18. Martino, R.C., Cyrino, J.E.P., Portz, L., Trugo, L.C., 2006, Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudo platystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. Aquaculture, 2002, 209, 233-246.
19. Menoyo, D., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Gine´s, R., Lopez- Bote, C.J., Bautista, J.M., 2004. Adaptation of lipid metabolism, tissue composition and flesh quality in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) to the replacement of dietary fish oil by linseed and soybean oils. The Bitish. Journal. Nutrition, 92, 41-52.
20. Mourente, G., 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 (*Dicentrarchus labrax* L.) over a long term growth study:

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]

effects on muscle and liver fatty acid composition and effectiveness of a fish oil finishing diet.Comprative Biochmistry and Physiology, 145(3-4), 389-399.

21. Piedecausa, M.A., Mazón, M.J., García García, B., Hernandez., M.D., 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). Aquaculture, 263, 211-219.
22. Pike, J.E., Kupiecki, F.P., Weeks, J.R., 1967. Biological activity of the prostaglandins and related analogs. In Prostaglandins, Proc. 2nd Nobel Symp., Stockholm, June 1966, ed. Bergstrom, S. & Samuelsson, B., Stockholm: Almqvist & Wiksell, 161-172.
23. Regost, C., Jakobsen, J.V., 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, 37(3), 259-271.
24. Rinchard, J., Czesny, S., Dabrowski, K., 2007. Influence of lipid class and fatty acid efficiency on survival, growth, and fatty acid composition in rainbow trout juveniles. Aquaculture, 264, 363-371.
25. Ruxton, C.H.S., Calder, P.C., Reed, S.C., Simpson, M.J.A., 2005. The impact of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids on human health. Nutrition Research Reviews, 18, 113-129.
26. Sargent, J.R., Henderson, J.R., Tocher, D.R., 1989. The lipids, In: Halver, J.E. (Ed.), FishNutrition, 2rd edition. Academic Press, New York, 153–218.
27. Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Hendersson, R.J., Tocher, D.R. 1995. Requirement criteria for essential fatty acids. Journal of applied Ichthyology, 11, 183-198.
28. Sargent, J.R., Tocher, D.R., Bell, J.G., 2002. The lipids, In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), Fish Nutrition, 3rd edition. Academic Press, San Diego, 181–257.
29. Şener, E., Yıldız, M., 2003. Effect of the different oil on growth performance and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 3, 111-116.
30. SOFIA., 2008. The State of World Fisheries and Aquaculture [online] Available from: http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.htm [Accessed 2010-02-01].
31. Torstensen, B.E., Froyland, L., Lie, O., 2004. Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oils-eff ects on Atlantic salmon (*Salmo salar*) tissue and lipoprotein composition and lippogenic enzyme activities. Aquaculture Nutrition, 10, 175-192.
32. Turchini, G.M., Torstensen, B.E., Ng, W.K. 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. Reviews in Aquaculture, 1, 10-57.
33. Valencia, I., Ansorena, D., Astiasaran, I., 2006. Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. Meat Science, 72, 727-733.
34. Zheng, X., Seiliez, I., Hastings, N., Tocher, D.R., Panserat, S., Dickson, C.A., Bergot, P., Teale, A.J., 2004. Characterization and comparison of fatty acyl Δ6 desaturase cDNAs from freshwater and marine teleost fish species. Comp. Biochem. Physiol., 139B, 269-279.

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-06-29]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1393.8.3.2.2]