بررسی امکان جایگزینی روغن های گیاهی (سبوس برنج، سویا و بزرک) به جای روغن ماهی در جیره غذایی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

حبیب اله گندمکار [۱]*؛ مهران جواهری بابلی[۲]، عین اله گرجی پور[۳] و حسین مرادیان[٤]

gandomkar.habib@gmail.com

۱و۳و٤- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، یاسوج، ایران

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز،گروه شیلات، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۲

چکیده

در این تحقیق اثرات جایگزینی روغن های گیاهی مختلف به جای روغن ماهی جیره غذایی بر روند رشد، ترکیب بیوشیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور پنج جیره غذایی ایزونیتروژنیک و ایزولیپیدیک با منابع مختلف روغن شامل: صد در صد روغن ماهی (جیره ۱)، صد در صد روغن سبوس برنج (جیره ۲)، صد در صد روغن بزرک (جیره ۳)، صد در صد روغن سویا (جیره ۴) و جیره ۵ حاوی مخلوط روغن های ماهی، سبوس برنج، بزرک و سویا با نسبت ۱:۱:۱:۱ تهیه شدند. جهت اجرای آزمایش تعداد ۴۵۰ عدد ماهی ۱±۹۰ گرمی (۱۵ تانک و ۳۰ عدد ماهی در هر تانک) ۲ بار در روز در حد سیری به مدت ۱۵ هفته تغذیه شدند. در انتهای دوره بیشترین میزان وزن نهایی در ماهیان تیمار اول (۲۸۰/۲۸ گرم) بدست آمد، با این حال اختلاف معنی داری از لحاظ وزن نهایی و فاکتور وضعیت در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. میزان FCR از ۱/۱۲ تا ۱/۲۴ متغیر بود و ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی اختلاف معنی داری را با سایر گروه ها نشان دادند. ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی کمترین میزان چربی لاشه را داشتند که اختلاف معنی داری را با سایر تیمارها نشان داد. ترکیب اسیدهای چرب بافت انعکاس دهنده ترکیب اسید چرب جیره بود. بیشترین میزان امگا ۳ در بافت فیله ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی روغن بزرک (۲۱/۸۰ درصد) و اختلاف معنی داری را با سایر تیمار ها نشان داد و کمترین آن در بافت ماهیان تغذیه شده با روغن سبوس برنج(۷/۸۴ درصد) بود. بیشترین میزان اسیدهای چرب n-۶ در بافت ماهیان تغذیه شده با جیره های غذایی حاوی روغن سویا (۳۱/۷۲ درصد) مشاهده شد و کمترین آن در بافت ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی روغن ماهی (۱۹/۱۵ درصد) بود. بیشترین میزان DHA در ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی (۱۰/۱۰ درصد) که اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد و کمترین آن در ماهیان تغذیه شده با روغن سبوس برنج (۲/۸۱درصد) و سویا (۲/۹۴ درصد) ثبت شد. در مطالعه حاضر کاهش چشمگیری در نسبت n-۶/n-۳ در ماهیان تغذیه شده با روغن سبوس برنج و سویا مشاهده شد، که از لحاظ تغذیه‌ای می‌تواند به عنوان یک نکته منفی مطرح باشد. از سوی دیگر بالاترین نسبت n-۶/n-۳ در ماهیان تغذیه شده با روغن بزرک (۰/۹۱) بود که با این نسبت در روغن ماهی (۰/۸۹) قابل مقایسه بود. نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که ترکیب مناسب روغن های گیاهی و روغن ماهی می تواند جایگزین روغن ماهی به تنهایی باشد.

کلمات کلیدی: روغن‌های گیاهی، تغذیه، شاخص‌های رشد، آبزی پروری

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

افزایش جهانی تولیدات آبزی‌پروری و کاهش هم‌زمان ذخایر ماهیان مورد استفاده جهت تولید روغن ماهی، یافتن جایگزینی برای روغن ماهی در جیره غذایی ماهیان پرورشی را به مشکلی اساسی در صنعت آبزی پروری تبدیل کرده است (Bell *et al*., 2002; Mourente *et al*., 2005; Miller *et al*., 2007).

جایگزینی روغن ماهی توسط روغن‌های گیاهی و حیوانی علاوه بر کاهش هزینه‌های پرورش، انعطاف‌پذیری بیشتری را در رفع نیازهای اسیدهای چرب به منظور بهبود سلامت مصرف کننده دارند. به عنوان مثال با بکارگیری روغن‌های گیاهی در جیره، میزان کل اسیدهای چرب اشباع کاهش پیدا خواهد کرد یا افزایش سطح اسیدهای چرب غیراشباع چند زنجیره نیز مشاهده می‌شود (Greene & Selivonchick., 1990).

بعضی از ماهی‌ها مانند ماهی قزل‌آلای رنگین کمان قادر به طویل سازی زنجیره کربنی و غیر اشباع کردن اسیدهای چرب ۱۸ کربنی، خصوصاً تبدیل اسید لینولنیک به اسیدهای چرب ۲۰ و ۲۲ کربنی گروه امگا ۳ مثل ایکوزا پنتائنوئیک اسید و دوکوزا هگزائنوئیک اسید هستند (Webster & Lim, 2002). توانائی سنتز EPA و DHA از اسید لینولنیک در ماهی قزل آلای رنگین کمان به متخصصین تغذیه امکان ساخت جیره های غذایی حاوی روغن های گیاهی ارزانتر که دارای اسید لینولنیک هستند (مانند روغن بذر کتان)، به جای استفاده از روغن های گرانتر ماهی های دریایی که غنی از EPA و DHA می‌باشند، را می‌دهد (Lovell, 1988; Webster & Lim, 2002). در پژوهش حاضر با توجه به مشکلات ذکر شده در صنعت تکثیر و پرورش قزل آلا و با در نظر گرفتن فراوانی بیشتر روغن‌های گیاهی مانند روغن سبوس برنج، روغن سویا و بزرک و هزینه کمتر تهیه آنها در مقایسه با روغن ماهی و لزوم بررسی اثرات این مواد بر فاکتورهای رشد و بقاء ماهی قزل آلای رنگین کمان جهت معرفی آنها به صنعت آبزی‌پروری مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است. روغن سبوس برنج یکی از مهمترین مواد غذایی و فرآورده قابل استخراج سبوس برنج می‌باشد، که به میزان ۱۷-۱۶ درصد وزنی از سبوس برنج قابل استخراج می‌باشد. به همین دلیل سبوس برنج علاوه بر ویژگیهای تغذیه‌ای بسیار خوب یک منبع غنی و مناسب استخراج روغن در نظرگرفته می شود. روغن سبوس برنج دارای ویژگیهای منحصر به فردی می‌باشد (Kosugi *et al*., 1994). سالانه به صورت بالقوه امکان تولید ۵۰-۴۰ هزار تن روغن سبوس برنج در کشور وجود دارد که متأسفانه این پتانسیل بسیار خوب در کشور ما به طور کامل به هدر میرود. بنابراین با توجه به مواد باارزشی که در روغن سبوس برنج وجود دارد و پتانسیلی که در کشور ما برای تولید این روغن وجود دارد، این تحقیق می‌تواند کمک بسیاری به صنعت پرورش ماهی در کشور نماید. دانه بزرک منبع خوب اسیدهای چرب مفید امگا -۳، آلفا لینولنیک اسید (ALA) می‌باشد دانه بزرک حاوی ۳۴-۲۴ درصد روغن است و به خاطر درصد بالای آلفا-لینولنیک اسید در دسته روغن های خشک شونده قرار می‌گیرد و مناسب برای تغذیه انسان نیست، ولی امروزه با تغییرات ژنتیکی انجام گرفته بر روی دانه آن، این روغن برای مصارف خوراکی مناسب گشته است.

مواد و روش کار

این تحقیق در اواخر زمستان ۱۳۹۰و اوایل بهار ۱۳۹۱ در مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج به مدت ۱۵ هفته انجام شد. اقلام جیره‌های غذایی مورد استفاده در این تحقیق براساس جدول کمیته تحقیقات بین المللی آمریکا (US National Research Council (NRC)، ۱۹۹۳ تهیه گردید. منابع روغنی در جیره ها به این صورت بود، تیمار اول (شاهد) ۱۰۰ درصد روغن ماهی و بدون روغن‌های گیاهی و در جیره‌های منابع روغن گیاهی جایگزین بعدی به ترتیب تیمار دوم ۱۰۰ درصد روغن سبوس برنج، تیمار سوم ۱۰۰ درصد روغن بزرک، تیمار چهارم ۱۰۰ درصد روغن سویا و تیمار پنجم ۲۵ درصد از هر چهار روغن ماهی، سبوس برنج، بزرک و سویا اضافه شد. لازم به توضیح است که تمامی تیمارها در ۳ تکرار انجام شده است. سایر عناصر غذایی در تمام جیره‌ها ثابت در نظر گرفته شدندو از آنها پلیت تهیه گردید. همه جیره‌ها به صورت ایزوانرژیک (۳۸۰۰ کیلو کالری انرژی قابل هضم بر کیلوگرم جیره) و با پروتئین یکسان (۴۳ درصد پروتئین خام)، با نرم افزار UFFDA براساس نیازمندیهای ماهی قزل آلا (NRC,1993) فرموله شدند. ترکیب نهایی جیره‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. برای اجرای تحقیق در داخل یک سالن سربسته، تعداد ۱۵ عدد تانک فایبرگلاس ۲۲۰ لیتری (با توزیع کاملاً تصادفی) با جریان آب ۸ لیتر در دقیقه قرار داده شدند. تعداد ۳۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزن ۱±۹۰ گرم از استخرهای دراز صید و به تانکهای گرد ۳۰۰ لیتری معرفی شدند در طول ۱۵ هفته ماهیان با جیره‌های غذایی مورد نظر

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

تحت تیمار غذادهی قرار گرفتند. میزان اکسیژن محلول دارای تغییرات جزئی بین ۸/۲۱-۸/۸۶ میلی گرم در لیتر بود. pH برابر ۷/۷۲ و میانگین دما ۱°C± ۱۱ بود. در این مطالعه دوره نوری طبیعی ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی اعمال گردید. پس از سه هفته غذادهی با جیره تجاری و سازگاری ماهیها با شرایط جدید تانک ها، تغذیه با جیره های آزمایشی شروع شد (Webster & Lim., 2002). در ابتدای دوره پرورش ماهیها در دو نوبت تا حد سیری (ساعت ۸ و ۱۳) تغذیه شدند (Greene & Selivonchick., 1990; Cabalero *et al*., 2002). میزان غذای مصرفی هر تکرار به طور روزانه ثبت گردید. تغذیه تنها در روزهای زیست سنجی انجام نگرفت.

جهت آنالیز بیوشیمیایی تقریبی جیره‌ها، بعد از ساخت پلت‌ها از هر نمونه غذا ۵ گرم (Greene & Selivonchick, 1990) برداشته شد و به منظور تعیین میزان رطوبت، خاکستر، چربی خام، کربوهیدرات و پروتئین بر اساس روش تایید شده AOAC (۱۹۹۷) به آزمایشگاه منتقل گردید. به منظور تایید صحت آزمایشات و کاهش خطا، آنالیزهای بیوشیمیایی در اواسط دوره نیز دوباره تکرار شد(جدول ۲). برای آنالیز لاشه ماهیان نیز از هر تانک ۵ ماهی کامل در روز شروع و پایان مطالعه هموژنیزه شد و به آزمایشگاه دانشگاه صنعتی اصفهان فرستاده شد.

برای آنالیز نمونه‌ها جهت تعیین میزان اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگراف ساخت کشور ایتالیا استفاده گردید و روش Folch و همکاران (۱۹۵۷) استفاده شد.

در پایان دوره شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن (WG)، درصد نرخ رشد ویژه (SGR)، درصد ضریب چاقی (CF) و شاخص‌های تغذیه نظیر ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نسبت بازده غذایی (FER) و نسبت بازده پروتئین (PER) با استفاده از فرمول های زیر محاسبه شدند (Abdelghany & Ahmad, 2002; Marcouli *et al.*, 2006).

آزمایش‌ها در قالب یک طرح کاملا تصادفی انجام شد. با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه و (ANOVA) معنی‌داری اختلاف موجود در بین میانگین‌های تیمارهای آزمایشی مشخص و سپس با استفاده از آزمون دانکن معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها به تفکیک در سطح اعتماد ۹۵ درصد ارزیابی گردید. برای انجام کارهای آماری از نرم افزار SPSS 16 استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میانگین طول و وزن کل در طول دوره دارای نوساناتی بود، با این حال بر اساس آزمون واریانس یکطرفه و تست جداساز دانکن، در انتهای دوره هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر اندازه وزن بین ماهیان تیمارهای مختلف مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). بیشترین و کمترین وزن مشاهده شده در انتهای دوره، به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۵ (۲۸۰/۲۸ و ۲۶۰/۳۹ گرم) ثبت شد. طول کل ماهیان تیمار حاوی ۱۰۰ درصد روغن ماهی (۲۸/۵۱ سانتیمتر) به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای حاوی روغن سبوس برنج، سویا و ترکیب روغنی بود و با تیمار روغن بزرک اختلاف معنی‌داری نداشت (P<۰/۰۵).

با استفاده از واریانس یک طرفه و دانکن، عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های رشد شامل وزن اولیه، وزن نهایی و ضریب چاقی (CF یا K) تیمارهای مختلف تایید شد (P>۰/۰۵). براساس داده‌های مذکور، میزان ضریب چاقی در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P<۰/۰۵). میزان نرخ رشد ویژه (SGR) به ترتیب در تیمارهای اول (۱/۱۰) و پنجم (۱/۰۲) بیشترین و کمترین بودند که تیمار اول اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد (P<۰/۰۵). سایر تیمارها از لحاظ میزان SGR اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار اول (۱/۱۲) مشاهده شد که به طور معنی‌داری از سایر تیمارها کمتر بود (P<۰/۰۵). بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی نیز مربوط به تیمارهای دوم (۱/۲۴) و پنجم (۱/۲۳) بود. نسبت راندمان پروتئین در تیمار اول (۱/۲۷) بطور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمار ها حاصل گردید و تیمارهای دوم (۱/۱۴) و پنجم (۱/۱۶) نیز کمترین میزان راندمان پروتئین را داشتند.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

جدول ۱: اجزا، ترکیب و تجزیه تقریبی جیره های غذایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

نوع ماده اولیه مصرفی(گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۱	۲	۳	٤	٥
آرد ماهی	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۰
آرد سویا	۳۲۰	۳۲۰	۳۲۰	۳۲۰	۳۲۰
آرد گندم	۲۰۲	۲۰۲	۲۰۲	۲۰۲	۲۰۲
پودر خمیر مایه	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
روغن ماهی	۸۰	۰	۰	۰	۲۰
روغن سبوس برنج	۰	۸۰	۰	۰	۲۰
روغن بزرک	۰	۰	۸۰	۰	۲۰
روغن سویا	۰	۰	۰	۸۰	۲۰
پریمیکس	۹	۹	۹	۹	۹
افزودنی	۹	۹	۹	۹	۹

جدول۲: میانگین شاخص‌های رشد ماهیان قزل‌آلای (*Oncorhynchus mykiss*) تیمارهای مختلف در طول ۱۵ هفته دوره پرورش(گرم) (Mean±SD)

وزن برحسب گرم					
تیمار / پارامتر	اول (روغن ماهی)	دوم (روغن‌سبوس برنج)	سوم (روغن بزرک)	چهارم (روغن سویا)	پنجم (ترکیب روغنی)
وزن اولیه (گرم)	۹۰/۳۷±۹/۲۰	۸۹/٦۹±۷/۱۲	۹۰/۸۲±٥/۳٦	۸۸/۱۱±٦/٦٤	۸۸/۷۷±٥/۹۲
وزن نهایی (گرم)	۲۸۰/۲۸±۱٤/۷۸	۲٦۹/۱٥±۲۰/٥٦	۲۷٤/۹۳±۱۹/۱۹	۲٦۳/۰٤±۱۱/۸۳	۲٦۰/۳۹±۲۷/۷۲
ضریب چاقی	۱/۲۰±۰/۰۳	۱/۲۸±۰/۰۳	۱/۲۳±۰/۰۱	۱/۲۸±۰/۰۲	۱/۲۲±۰/۰۳
نرخ رشد ویژه	۱/۱۰±۰/۰۸^{b}	۱/۰٥±۰/۰۷^{a}	۱/۰٥±۰/۰۳^{a}	۱/۰٤±۰/۰۳^{a}	۱/۰۲±۰/۰٦^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۱۲±۰/۰٥^{a}	۱/۲٤±۰/۰۱^{c}	۱/۱۹±۰/۰٤^{b}	۱/۱۸±۰/۰۲^{b}	۱/۲۳±۰/۰۹^{c}
نسبت بازده پروتئین	۱/۲۷±۰/۰٦^{c}	۱/۱٤±۰/۰۱^{a}	۱/۲۰±۰/۰٥^{b}	۱/۲۱±۰/۰۳^{b}	۱/۱٦±۰/۱۹^{a}

*** در هر سطر میانگین هایی که دارای یک حرف مشترک می باشند فاقد اختلاف معنی دار آماری می باشند (p >۰/۰٥).**

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

جدول۳: ترکیب جیره غذایی ماهیان قزل آلای رنگین کمان در طول دوره پرورش

تیمار غذایی / پارامتر	(روغن ماهی)	(روغن سبوس برنج)	(روغن بزرک)	(روغن سویا)	(ترکیب روغنی)
پروتئین خام (درصد)	٤٣/٠٥±٠/٢٣	٤٣/٨٩±٢/٥٨	٤٣/٥٠±٢/٣١	٤٣/٦٦±٠/٤٧	٤٣/٣٤±٠/٥٢
چربی خام (درصد)	٢٣/١٦±١/١٢	٢٣/٥٦±٠/٦٩	٢٣/١٢±١/٢٦	٢٣/٤٢±١/٢٩	٢٣/٦٩±١/٠٣
خاکستر (درصد)	٩/٥٨±٠/٢٨	٩/٣٠±٠/٤٤	٩/٥٨±٠/٣٠	٩/٢٢±٠/٦٥	٩/٣٥±٠/٤١
فیبر(درصد)	٣/٩١±٠/٥٩	٣/٠٠±٠/٢٥	٣/٩٦±٠/١١	٣/١٨±٠/٢١	٣/٢٠±٠/٧٨
کربوهیدرات (درصد)	١٩/٥٨±٠/٩٢	١٩/٦٣±٠/٦٩	١٩/٨٣±٠/٠٨	١٩/٣٨±٠/٢٠	١٩/١١±٠/١٢
رطوبت (درصد)	٩/٦٣±٠/٢٤	٩/١٢±٠/٥٦	٨/٩٧±١/١٨	٩/٣٢±٠/٨٤	٩/٥١±٠/٨٦
ماده خشک (درصد)	٩١/٧٧±٠/١٣	٩١/٠٦±٠/٣٥	٩٠/٧٧±١/٤١	٩١/٩٩±٠/١٤	٩١/٤٤±٠/٣٩

نتایج بررسی ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهیان پرورشی (جدول ۴)، بیانگر وجود اختلاف معنی داری ترکیب بیوشیمیایی لاشه شامل پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت در ماهیان قزل آلای تحت پرورش در تیمارهای مختلف می باشد. (P<۰/۰۵). کمترین مقدار پروتئین لاشه در ماهیان تیمار پنجم (۶۵/۱۲٪) و بیشترین آن در ماهیان تیمار اول (۶۸/۹۱ درصد) مشاهده شد. میزان پروتئین تیمار اول به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بود. همچنین کمترین و بیشترین میزان چربی لاشه به ترتیب در ماهیان تیمارهای دوم و چهارم (۲۲/۹۳ درصد و ۲۴/۶۴ درصد) مشاهده شد. در بین سایر تیمارها بیشترین میزان چربی به ترتیب در تیمارهای سوم، اول و پنجم (۲۲/۹۳ درصد ، ۲۳/۹۷ درصد و ۲۳/۰۱ درصد) بود. حداقل و حداکثر خاکستر لاشه به ترتیب مربوط به تیمارهای چهارم و دوم بوده (۵/۵۲ درصد و ۵/۸۰ درصد) و حداقل و حداکثر میزان رطوبت لاشه نیز به ترتیب در تیمارهای سوم و دوم مشاهده گردید (۶۸/۱۴ درصد و ۶۹/۸۷ درصد).

آنالیز ترکیب اسیدهای چرب تمام روغن‌های استفاده شده در این مطالعه قبلاً صورت گرفت. ترکیب اسیدهای چرب جیره های آزمایشی در جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به نتایج ارائه شده کمترین میزان اسیدهای چرب اشباع شده (SFA) به ترتیب در تیمارهای غذایی چهارم و سوم دیده شده است (۲۲/۳۵ و ۲۲/۳۷درصد)، اما تیمار غذایی اول واجد بیشترین درجه اشباعیت در بین تیمارهای غذایی موجود است (۳۰/۹۶ درصد).

جدول ٤- ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان بعد از ۱۵ هفته پرورش براساس درصد در ماده خشک

تیمار غذایی / پارامتر	اولیه	(روغن ماهی)	(روغن سبوس برنج)	(روغن بزرک)	(روغن سویا)	(ترکیب روغنی)
پروتئین خام(درصد)	٧٠/٢٣±٠/٣٤^{d}	٦٨/٩١±٠/٤٣^{c}	٦٦/٥٤±٢/٥٣^{b}	٦٦/٢٥±٢/٤١^{b}	٦٧/٩٩±٠/٤٢^{c}	٦٥/١٢±١/٠^{a}
چربی خام(درصد)	٢٠/١٨±١/٥٧^{a}	٢٣/٩٧±١/٨٢^{bc}	٢٢/٩٣±٠/٧٦^{b}	٢٤/٠٢±١/٨٦^{bc}	٢٤/٦٤±١/٠٩^{c}	٢٣/٠١±١/٨٣^{b}
خاکستر(درصد)	٦/١٢±٠/٣٥^{b}	٥/٦٦±٠/١٩^{a}	٥/٨٠±٠/٣٣^{a}	٥/٧٣±٠/١٩^{a}	٥/٥٢±٠/٣٣^{a}	٥/٧٧±٠/٠٩^{a}
رطوبت(درصد)	٧٥/٦٤±٠/٧١^{d}	٦٨/٨١±٠/٧٨^{ab}	٦٩/٨٧±٠/٦٠^{c}	٦٨/١٤±١/٨١^{a}	٦٩/٦٥±٠/٤٨^{c}	٦٩/٢٩±٠/٦٨^{bc}
ماده خشک(درصد)	٢٤/٣٦±٠/٧١^{a}	٣١/١٩±٠/٧٨^{cd}	٣٠/١٣±٠/٦٠^{b}	٣١/٨٦±١/٨١^{d}	٣٠/٣٥±٠/٤٨^{b}	٣٠/٧١±٠/٦٨^{bc}

*** در هر سطر میانگین هایی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی دار آماری می باشند (P >۰/۰۵).**

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

تیمارهای غذایی چهارم و اول به ترتیب بیشترین (۳۴/۳۹ درصد) و کمترین (۱۱/۵۲ درصد) میزان اسید لینولئیک (۶-۱۸:۲n) را به خود اختصاص داده اند، در حالیکه در سایر تیمارهای غذایی بیشترین میزان این نوع از اسیدهای چرب به ترتیب در تیمارهای دوم، پنجم و سوم مشاهده شده است (۲۵/۰۲، ۲۳/۱۰ و ۱۷/۵۴ درصد). میزان اسید آراشیدونیک (۶-۲۰:۴n) در تیمار غذایی دوم و سوم حداکثر (۰/۱۸ درصد) و در تیمار غذایی اول حداقل (۰/۰۶ درصد) بود. میزان این اسید چرب در تیمارهای غذایی چهارم و پنجم نیز به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۱۳ درصد می باشد.

جیره غذایی سوم (۱۰۰ درصد روغن بزرک) حاوی بیشترین میزان (۲۲/۲۵ درصد) از کل اسیدهای چرب چندگانه غیر اشباع سری ۳-n(۳-n PUFA) و جیره غذایی دوم (روغن سبوس برنج) حاوی کمترین میزان (۶/۲۶ درصد) از این اسید های چرب می باشد. (۱۶/۳۵، ۱۳/۵۵و ۷/۸۶ درصد). میزان اسید لینولنیک (۳-۱۸:۳n) در تیمارهای غذایی سوم (۲۳/۵۴ درصد) بیشترین و در تیمار اول (۲/۰۸ درصد) کمترین بود و در سایر تیمارها بیشترین میزان این نوع اسیدهای چرب به ترتیب در تیمار پنجم (۷/۵۰ درصد)، چهارم (۴/۵۵ درصد) و دوم (۲/۳۷ درصد) بیشتر بود (۰/۵۲، ۰/۴۸ و ۰/۴۴ درصد). همچنین شایان ذکر است که تیمارهای سوم و دوم به ترتیب بیشترین و کمترین نسبت ۶-n-۳/n را بخود اختصاص داده‌اند (۱/۱۵ و ۰/۲۱)، این نسبت در تیمار اول نیز ۱/۰۴ بود، این در حالی است که این نسبت در تیمارهای پنجم و چهارم به ترتیب ۰/۷۳ و ۰/۲۹ بود.

ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان پرورشی در جدول ۶ ذکر شده است. میزان اسید لینولئیک (۶-۱۸:۲n) و اسیدهای چرب چندگانه غیر اشباع سری ۶-n (۶-n PUFA) وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف را نشان می دهد (P<۰/۰۵). با توجه به توضیحات فوق، تیمارهای چهارم (۲۹/۰۰ درصد) و اول (۱۷/۰۱ درصد) به طور معنی دار (P<۰/۰۵) بیشترین و کمترین میزان این اسیدهای چرب را به خود اختصاص داده اند. از نظر میزان اسید آراشیدونیک (۶-۲۰:۴n) بیشترین و کمترین میزان آن مربوط به تیمارهای چهارم و پنجم می باشد (۰/۸۷ و ۰/۲۴ درصد). و در سایر تیمارها بیشترین میزان آن به ترتیب در تیمارهای سوم، دوم و اول مشاهده شد (۰/۵۴، ۰/۴۸ و ۰/۲۹ درصد).

بیشترین و کمترین میزان اسید لینولنیک (۳-۱۸:۳n) به ترتیب مربوط به تیمارهای سوم (۱۵/۴۳درصد) و دوم (۱/۶۶ درصد) می‌باشد. تیمارهای مختلف از نظر میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی سری ۳-n (۳-n PUFA) تفاوت معنی دار داشتند، بطوریکه تیمار سوم (روغن بزرک) به طور معنی داری (P< ۰/۰۵) بیشترین میزان این اسیدهای چرب (۲۱/۸) را به خود اختصاص داده و تیمار دوم نیز کمترین میزان این اسید چرب را داشت (۷/۸۴ درصد). در مورد میزان کل اسیدهای چرب چند غیر اشباعی (PUFA)، تیمار سوم به طور معنی دار (P<۰/۰۵) بیشتر از تیمارهای دیگر بوده (۴۵/۵۴ درصد) و تیمار دوم دارای کمترین میزان این اسیدهای چرب بود (۳۳/۷۲).

با توجه به نتایج به دست آمده، میزان اسید چرب ایکوزا پنتانوئیک اسید (۳-۲۰:۵n، EPA) در تیمار چهارم (۱/۸۴ درصد) بیشترین و در تیمار دوم (۰/۶۷ درصد) کمترین بوده، در حالی که بیشترین میزان این اسید چرب در سایر تیمارها به ترتیب مربوط به تیمارهای اول و پنجم (۱/۵۱و ۱/۳۹ درصد) می باشد که اختلاف معنی‌داری را با تیمار چهارم نشان ندادند (P>۰/۰۵). میزان اسید چرب دکوزا هگزانوئیک اسید (۳-۲۲:۶n، DHA) در بین تیمارهای مختلف دارای اختلافات معنی دار بودند (P<۰/۰۵)، بطوریکه تیمار اول دارای بیشترین (۱۰/۱۰ درصد) و تیمارهای دوم (۲/۸۱ درصد) و چهارم (۲/۹۴ درصد) دارای کمترین میزان این اسید چرب بودند. وضعیت برای میزان کل اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع سری ۳-n (۳-n PUFA) شامل EPA و DHA با وضعیت اسید چرب دکوزا هگزا نوئیک اسید (DHA) متفاوت بود.

از نظر نسبت ۶-n-۳/n بیشترین این میزان به ترتیب در تیمارهای سوم (۰/۹۱ درصد) و اول (۰/۸۹ درصد) بود که این دو با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (P<۰/۰۵). کمترین میزان این نسبت نیز در تیمارهای دوم (۰/۳) و چهارم (۰/۳۲) مشاهده گردید. تیمار پنجم که حاوی ترکیب تمام روغن‌ها بود نیز در حد وسط قرار داشت (۰/۴۹).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

جدول ۵: ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی (درصد از کل اسیدهای چرب)

اسید چرب	تیمار اول (روغن ماهی)	دوم (روغن‌سبوس برنج)	سوم (روغن بزرک)	چهارم (روغن سویا)	پنجم (ترکیب روغنی)
C۱٤:۰	۲/۳۸±۰/۰۵^{e}	۰/۹٦±۰/۰۱^{c}	۰/۸٦±۰/۰۳^{b}	۰/٦۷±۰/۰۲^{a}	۱/۳۸±۰/۰۵^{d}
C۱٤:۱n –۵	۰/۰۳۳±۰/۰۰٤^{c}	۰/۰۱۸±۰/۰۰۸^{b}	۰/۰۱۵±۰/۰۰۲^{ab}	۰/۰۱٤±۰/۰۰٤^{a}	۱/۰۱۵±۰/۰۰٤^{ab}
C۱٦:۰	۲۳/۱۸±۰/۵۵^{e}	۲۲/۱۰±۰/۳۰^{d}	۱۵/۳۵±۰/۳۰^{a}	۱٦/٤۲±۰/٤۲^{b}	۲۰/۷۹±۰/٤۵^{c}
C۱٦:۱n –۷	۵/۷۳±۰/۱۱^{d}	۳/۰٦±۰/۰٤^{b}	۲/۷۷±۰/۱۵^{a}	۲/۷۷±۰/۲۷^{a}	۳/۳۳±۰/۱۰^{c}
C۱۸:۰	۵/٤۱±۰/۳۳^{c}	۳/۵۷±۰/۱۵^{b}	۵/۲۷±۰/۱٦^{c}	۵/۷۱±۰/۲۵^{d}	۱/۸۰±۰/۱۳^{a}
C۱۸:۱n – ۹	۳۲/٤۰±۰/۱۱^{c}	۳۷/۵٤±۰/۳۲^{e}	۲۸/۱٤±۰/۷۳^{a}	۲۹/٦۷±۰/۱۳^{b}	۳٤/۰۸±۰/۰۷^{d}
C۱۸:۲n – ٦cis	۱۱/۵۲±۰/۳۵^{a}	۲۵/۰۲±۰/۱۳^{d}	۱۷/۵٤±۰/۸۵^{b}	۳٤/۳۹±۰/۳۲^{e}	۲۳/۱۰±۰/۱۳^{c}
C۱۸:۳n – ۳	۲/۰۸±۰/۰٦^{a}	۲/۳۷±۰/۱۸^{b}	۲۳/۵٤±۰/۳۳^{e}	٤/۵۵±۰/۲۵^{c}	۷/۵۰±۰/۲۲^{d}
C۲۰:۰	۰/۳۱±۰/۰۲^{c}	۰/۱۵±۰/۰۳^{b}	۰/۱٤±۰/۰۳^{b}	۰/۰۹±۰/۰۱^{a}	۰/۳۳±۰/۰۲^{c}
C:۱۸ ۳n – ٦	۰/۹٦±۰/۰۵^{d}	۰/۵۹±۰/۰٤^{c}	۰/۲۸±۰/۰۳^{a}	۰/٤۰±۰/۰۱^{b}	۰/۳۹±۰/۰۲^{b}
C۱۸:٤n– ۳	۰/۳٦±۰/۰۱^{a}	۰/٦٦±۰/۰۷^{d}	۰/٤٤±۰/۰٤^{b}	۰/٤۸±۰/۰۱^{b}	۰/۵۲±۰/۰۹^{c}
C۲۲:۰	۰/۱۹±۰/۰۰۸^{c}	۰/۰۷±۰/۰۱٤^{ab}	۰/۰٦±۰/۰۰۵^{a}	۰/۰۸±۰/۰۰۷^{b}	۰/۳۷±۰/۰۵٦^{d}
C۲۰:۳ n – ٦	۰/۵۲±۰/۰۵^{d}	۰/۳۸±۰/۰۵^{c}	۰/۳٤±۰/۰۱^{b}	۰/۲۲±۰/۰۲^{a}	۱/۰٤±۰/۰۷^{e}
C۲۰:۳ n – ۳	۰/۱۰±۰/۰۱^{a}	۰/۳۹±۰/۰۱^{e}	۰/۲٦±۰/۰۲^{d}	۰/۲٤±۰/۰۰^{c}	۰/۱۵±۰/۰۱^{b}
C۲۰:٤ n – ٦	۰/۰٦±۰/۰۱^{a}	۰/۱۸±۰/۰۲^{d}	۰/۱۸±۰/۰۱^{d}	۰/۱٦±۰/۰۰^{c}	۰/۱۳±۰/۰۱^{b}
C۲۰:۵ n – ۳	٤/٤۷±۰/۳۰^{d}	۰/۵۲±۰/۰۲^{a}	۰/۸۰±۰/۰۸^{b}	۰/۸۵±۰/۰۵^{b}	۰/۵۹±۰/۱۳^{c}
C۲۲:۵ n – ٦	۰/۰۷±۰/۰۲^{cd}	۰/۰٦±۰/۰۱^{b}	۰/۰۷±۰/۰۱^{c}	۰/۰۸±۰/۰۱^{d}	۰/۰٤±۰/۰۱^{a}
C۲۲:۵ n – ۳	۰/٤۷±۰/۰٦^{c}	۰/۱۸±۰/۰۱^{a}	۰/۲۱±۰/۰۳^{b}	۰/۲۲±۰/۰۱^{b}	۰/۲۱±۰/۰۱^{b}
C۲۲:٦ n – ۳	۸/۸۵±۰/۲۳^{e}	۱/۲۸±۰/۱٤^{a}	۱/۷٤±۰/۱۲^{d}	۱/۵۲±۰/۰۷^{b}	۲/۵۸±۰/۳۲^{c}
Saturation (∑ SFA)**	۳۰/۹٦±۲/٤٤^{c}	۲۵/۳٤±۱/۸٤^{b}	۲۲/۳۷±۱/۲۸^{a}	۲۲/۳۵±۰/۷۳^{a}	۲٦/۹۳±۲۰/۷۹^{b}
∑MUFA	۳۹/۰۰±۱/۱۷^{b}	۳۷/۹۳±۳/۸۰^{b}	۳۳/۰٦±۳/۳۲^{a}	۳۱/۹۹±۰/۵۹^{a}	۳۷/٦۱±۰/۳۷^{b}
∑PUFA	۳۰/۱۵±۱/۲۸^{a}	۳۵/۵۷±۵/۷۲^{b}	٤۲/٦۸±۳/٤٦^{c}	٤۳/۷۹±۱/۳٤^{c}	۳٤/۵۵±۳/۳۲^{b}
∑n-3PUFA	۱٦/۳۵±۳/۷۲^{c}	٦/۲٦±۱/۲۸^{a}	۲۲/۲۵±٦/۳۸^{d}	۷/۸٦±۹/۱٦^{a}	۱۳/۵۵±۲/۰۵^{b}
∑n-6PUFA	۱۷/٤۵±٦/۳۱^{a}	۲۹/۳۲±٤/٤۵^{b}	۲۰/٤۳±۳/۰۲^{a}	۲۹/۵۵±۷/۸۱^{b}	۲۱/۰۰±۵/۳۵^{a}
n-3/n-6	۱/۰٤±۰/۳۸^{c}	۰/۲۱±۰/۰۱^{a}	۱/۱۵±۰/٤٤^{c}	۰/۲۹±۰/۵۹^{a}	۰/۷۳±۰/۳۵^{b}
شاخص آتروژنز (IA[1]) ***	۰/٤۸±۰/۰۹^{d}	۰/۳۸±۰/۰٤^{b}	۰/۳۳±۰/۰۲^{a}	۰/۳۳±۰/۰۱^{a}	۰/٤٤±۰/۰۸^{c}
شاخص ترومبوژنز (IT[2])	۰/٤۸±۰/۰۳^{c}	۰/٤۹±۰/۰۷^{c}	۰/۲٤±۰/۰٦^{a}	۰/۳۳±۰/۱۰^{b}	۰/۳۷±۰۲۰^{b}

* در هر سطر میانگین هایی که دارای یک حرف مشترک می باشند فاقد اختلاف معنی دار آماری می باشند (p >۰/۰۵).

** اسیدهای چرب اشباع (SFA) شامل میریستیک اسید (۰: C۱٤)، پالمیتیک اسید(۰: C۱٦)، استاریک اسید(۰: C۱۸)، آراشیدیک اسید (۰: C۲۰)و بهنیک اسید (۰: C۲۲)، اسیدهای چرب تک غیر اشباع (MUFA) شامل (۵-n۱: C۱٤)، پالمتیولئیک اسید(۷-n۱: C۱٦)، اولئیک اسید (۹-n۱: C۱۸)، واکسینیک اسید (۷-n۱: C۱۸) وگاندوئیک اسید (۹-n۱: C۲۰)، اسیدهای چرب چندزنجیره غیر اشباع (PUFA) شامل لینولئیک اسید (٦-n۲: C۱۸)، آلفا- لینولنیک اسید (۳-n۳: C۱۸)، گاما-لینولنیک اسید (٦-n۳: C۱۸)، استاریدونیک اسید (۳-n٤: C۱۸)، دی همو گاما- لینو لنیک اسید (٦-n۳: C۲۰)، ایکوزاترینوئیک اسد(۳-n۳: C۲۰)، آراشیدونیک اسید (٦-n٤: C۲۰)، ایکوزا پنتانوئیک اسید (کلوپاندونیک اسید) (EPA) (۳-n۵: C۲۰)، دکوزا پنتانوئیک اسید (اسبوند اسید) (٦-n۵: C۲۲)، دکوزا پنتانوئیک اسید (DPA) (۳-n۵: C۲۲) و دکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) (۳-n٦: C۲۲)، اسیدهای چرب چندگانه غیر اشباع سری ۳-n (n-3PUFA) شامل آلفا- لینولنیک اسید (۳-n۳: C۱۸)، استاریدونیک اسید (۳-n٤: C۱۸)، ایکوزاترینوئیک اسد(۳-n۳: C۲۰)، ایکوزا پنتانوئیک اسید (کلوپاندونیک اسید) (EPA) (۳-n۵: C۲۰)، دکوزا پنتانوئیک اسید (DPA) (۳-n۵: C۲۲) و دکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) (۳-n٦: C۲۲)، اسیدهای چرب چندگانه غیر اشباع سری ٦-n (n-6PUFA) شامل لینولئیک اسید (٦-n۲: C۱۸)، گاما- لینولنیک اسید (٦-n۳: C۱۸)، دی همو گاما- لینو لنیک اسید (٦-n۳: C۲۰)، آراشیدونیک اسید (٦-n٤: C۲۰) ودکوزا پنتانوئیک اسید (اسبوند اسید) (٦-n۵: C۲۲) می باشند.

*** شاخص های IA و IT بر اساس ترکیب اسیدهای چرب لاشه محاسبه شد و هدف از محاسبه آن تعیین تاثیر بالقوه سلامتی در مصرف کنندگان انسانی می باشد.

[1] - Index of atherogenicity
[2] - Index of thrombogenicity

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر افزایش EPA و DHA در لاشه ماهیان نسبت به جیره های غذایی می باشد. به طوری که میزان DHA در جیره های غذایی اول تا پنجم به ترتیب ۸/۸۵، ۱/۲۸، ۱/۷۴، ۱/۵۲ و ۲/۵۸ بوده و در نقطه مقابل میزان این اسید چرب در لاشه ماهیان به ترتیب ۱۰/۱۰، ۲/۸۱، ۳/۳۹، ۲/۹۴ و ۴/۲۷ می باشد. همان گونه که داده‌ها نشان می دهند در همه تیمارها میزان DHA افزایش یافته است و تیمارهای غذایی حاوی روغن‌های گیاهی و به ویژه تیمار سوم یعنی روغن بزرک که دارای مقادیر قابل توجهی ۱۸:۳n-۳ بوده است نیز این افزایش را نشان داده اند. داده های مربوط به EPA هم همین وضعیت را دارند و در تمام تیمارها افزایش EPA در لاشه ماهیان مشاهده شده است. میزان اسید چرب ARA نیز در لاشه ماهیان افزایش محسوسی داشته است، به طوری که این میزان از ۰/۰۶، ۰/۱۸، ۰/۱۸، ۰/۱۶ و ۰/۱۳ به ترتیب در تیمارهای اول تا پنجم به ۰/۲۹، ۰/۴۸، ۰/۵۴، ۰/۸۷ و ۰/۲۴ رسیده است. تیمار چهارم که دارای بیشترین میزان ۱۸n-۶: بوده است، بیشترین میزان ARA را از خود نشان داده است.

جدول ٦: **ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان پرورشی بعد از ۱۵ هفته (درصد از کل اسیدهای چرب)**

اسید چرب	تیمار	اول (روغن ماهی)	دوم (روغن سبوس برنج)	سوم (روغن بزرک)	چهارم (روغن سویا)	پنجم (ترکیب روغنی)
C۱٤:۰		۱/٤۱±۰/۰٦^{d}	۰/۷۹±۰/۰٤^{bc}	۰/٦٦±۰/۰۲^{a}	۰/۷۷±۰/۱^{b}	۰/۸۳±۰/۰۲^{c}
C۱٤:۱n –٥		۰/۱۸±۰/۰۹^{c}	۰/۱±۰/۰٥^{b}	۰/۰۷±۰/۰۳^{ab}	۰/۱±۰/۰٤^{b}	۰/۰٥±۰/۰۱^{a}
C۱٦:۰		۱٦/٥۷±۰/۳۸^{d}	۱٦/۱۸±۰/۸۹^{c}	۱۲/۹۸±۰/۲۸^{a}	۱٤/۳۲±۰/٥۳^{b}	۱٤/٥۱±۰/۱۳^{b}
C۱٦:۱n –۷		۳/۸۲±۰/۰۸^{c}	۲/۹٦±۰/۰٥^{b}	۲/٥٥±۰/۲۱^{a}	۲/٥٥±۰/۲۷^{a}	۲/۹۲±۰/۲۲^{b}
C۱۸:۰		٤/۷۲±۰/۰۸^{b}	٤/۳±۰/۱۷^{a}	٤/٦۹±۰/۱٤^{b}	٤/٦۱±۰/۱۸^{b}	٤/۳۸±۰/۲۳^{a}
C۱۸:۱n – ۹		۳٤/۳۲±۰/٥^{c}	۳۸/٦۱±۱/٥^{d}	۳۰/۳±۰/٤۷^{a}	۳۲/۰٦±۲/۰٦^{b}	۳۳/٦٤±۰/۰٦^{c}
C۱۸:۲n – ٦cis		۱۷/۰۱±۰/۲۹^{a}	۲۳/۱۲±۱/۹۹^{c}	۲۰/۷٥±۰/۳۹^{b}	۲۹/۰۰±۰/٤۹^{e}	۲٤/۰۱±۰/٤۷^{d}
C۱۸:۳n – ۳		۲/۲۷±۰/۰۹^{b}	۱/٦٦±۰/۲۱^{a}	۱٥/٤۳±۰/۲۹^{e}	۳/٥٤±۱/۰٥^{c}	٥/٤۷±۰/۱^{d}
C۲۰:۰		۰/۷٦±۰/۰٥^{c}	۰/٤۸±۰/۰٦^{b}	۰/۳۱±۰/۲۲^{a}	۰/۷٥±۰/۲۳^{c}	۰/۹۷±۰/۱٥^{d}
C:۱۸ ۳n – ٦		۰/۹٦±۰/۰٦^{a}	۰/۸۷±۰/٤٤^{a}	۱/۸۱±۰/۷۱^{b}	۰/٦٤±۰/۳۲^{a}	۰/۹٤±۰/۱۱^{a}
C۱۸:٤n– ۳		۰/۹٤±۰/۰۲^{b}	۱/۲±۰/۰۳^{c}	۰/۷۲±۰/۰٥^{a}	۰/۸۸±۰/۲٦^{b}	۱/۱۷±۰/۰۹^{c}
C۲۲:۰		۰/٤۸±۰/۱۸^{a}	۰/٥۷±۰/٤۹^{a}	۰/۷۱±۰/۰۳^{ab}	۰/۸۸±۰/٥٦^{b}	۰/۹۱±۰/۰٤^{b}
C۲۰:۳ n – ٦		۰/۷۸±۰/۱^{b}	۱/۲٤±۰/۰٥^{c}	۰/٥٥±۰/۱^{a}	۱/۰۷±۰/۱^{c}	۰/۷۷±۰/۰٦^{b}
C۲۰:۳ n – ۳		۰/٤۱±۰/۳۱^{ab}	۰/۸٦±۰/٥٥^{c}	۰/٦٥±۰/۱٦^{bc}	۰/۸۳±۰/٤٦^{c}	۰/۲۷±۰/۱^{a}
C۲۰:٤ n – ٦		۰/۲۹±۰/۱۳^{ab}	۰/٤۸±۰/٤٤^{bc}	۰/٥٤±۰/۲۸^{c}	۰/۸۷±۰/٤۱^{d}	۰/۲٤±۰/۱۱^{a}
C۲۰:٥ n – ۳		۱/٥۱±۰/۰۹^{bc}	۰/٦۷±۰/۱۳^{a}	۱/۳٤±۰/۳۸^{b}	۱/۸٤±۰/۷٥^{c}	۱/۳۹±۱/۰۱^{bc}
C۲۲:٥ n – ٦		۰/۱±۰/۰۱^{b}	۰/۱٥±۰/۰٦^{c}	۰/۰۷±۰/۰۱^{a}	۰/۱۲±۰/۰۲^{b}	۰/۱±۰/۰۱^{b}
C۲۲:٥ n – ۳		۰/٤۷±۰/۰۸^{c}	۰/٦۱±۰/۱۲^{d}	۰/۲٤±۰/۰۳^{a}	۰/٤۲±۰/۰٤^{b}	۰/۲۸±۰/۰٦^{a}
C۲۲:٦ n – ۳		۱۰/۱۰±۰/۲۳^{d}	۲/۸۱±۰/۲٦^{a}	۳/۳۹±۰/٤۰^{b}	۲/۹٤±۰/۲۸^{a}	٤/۲۷±۰/۳٦^{c}
Saturation (Σ SFA)		۲۳/۹٦±۰/۳۲^{d}	۲۲/۳٤±۱/۱۱^{c}	۱۹/۳٦±۰/۲٤^{a}	۲۱/۳٤±۰/۷۱^{b}	۲۱/٦۲±۰/۰۹^{b}
∑MUFA		۳۸/۳٤±۰/٤۹^{d}	٤۱/٦۸±۱/٥۰^{e}	۳۲/۹٤±۰/٦٥^{a}	۳٤/۷۳±۱/۸۸^{b}	۳٦/٦۲±۰/۱۸^{c}
∑PUFA		۳٤/۸۸±۰/۷٥^{b}	۳۳/۷۲±۲/٤۳^{a}	٤٥/٥٤±۰/۹۰^{e}	٤۲/۱۹±۲/۱۹^{d}	۳۸/۹٥±۰/۳٥^{c}
∑n-3PUFA		۱۷/۰٥±۲/۱٦^{d}	۷/۸٤±۰/٦۱^{a}	۲۱/۸±۰/۰۸^{e}	۱۰/٤٦±۱/۷۲^{b}	۱۲/۸۸±۰/٦۷^{c}
∑n-6PUFA		۱۹/۱٥±۰/٤۸^{a}	۲٥/۸۸±۱/۹٤^{c}	۲۳/۷٤±۰/۸۲^{b}	۳۱/۷۲±۰/۷٦^{d}	۲٦/۰۷±۰/۳٤^{c}
n-3/n-6		۰/۸۹±۰/۱۱^{c}	۰/۳±۰/۰۱^{a}	۰/۹۱±۰/۰۲^{c}	۰/۳۲±۰/۰٥^{a}	۰/٤۹±۰/۰۳^{b}
IA		۰/۳٦±۰/۰۱^{d}	۰/۳۱±۰/۰۲^{c}	۰/۲٦±۰/۰۱^{a}	۰/۲۹±۰/۰۱^{b}	۰/۲۹±۰/۰۰^{b}
IT		۰/۲۸±۰/۰۱^{b}	۰/۳۷±۰/۰۳^{d}	۰/۱۹±۰/۰۰٥^{a}	۰/۳۰±۰/۰۲^{c}	۰/۲۸±۰/۰۰٦^{b}

*** در هر سطر میانگین هایی که دارای یک حرف مشترک می باشند فاقد اختلاف معنی‌دار آماری می باشند (p >۰/۰٥).**

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

بحث

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، ماهیان پرورشی بعد از ۱۵ هفته پرورش و تغذیه از جیره های غذایی به خوبی رشد نمودند و نسبت به جیره های غذایی واکنش مناسبی را از خود نشان دادند. رشد مناسب ماهیان و عدم وجود اختلاف معنی دار شاخص های رشد شامل وزن نهایی و ضریب چاقی (CF یا K) ماهیان نشان می‌دهد که منابع چربی پیشنهادی تست شده با درصدهای مختلف در جیره های آزمایشی اثرات منفی بر روی رشد و سلامتی ماهیان پرورشی و همچنین مصرف غذایی آنها ندارد. از لحاظ سایر شاخص های رشد شامل ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و ضریب کارایی پروتئین (PER) تیمار اول یعنی روغن ماهی شرایط بهتری را دارا می باشد که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری را نشان داده است. انواع مختلف روغن های گیاهی و جانوری به عنوان جایگزینی بخشی از روغن ماهی در جیره غذایی آبزیان مختلف مورد استفاده قرار گرفته شده است، که کاهش رشد و وزن نهایی را نسبت به روغن ماهی نداشتند (Dosanjh *et al*., 1984, 1998; Thomassen and Rosjo, 1989; Guillou *et al*., 1995). در تشابه با این مطالعات، نتایج بدست آمده در این مطالعه نیز اختلافی را در میزان رشد تیمارهای مختلف نشان نداده است. همچنین این نتایج مطابق با نتایج بدست آمده از پرورش ماهی آزاد اطلس (Rosenlund *et al*., 2000) پس از جایگزینی نیمی از روغن ماهی با ترکیب دو به دو روغن های سویا، طیور، کلزا و بزرک می باشد. نتایج محققین دیگر پس از جایگزینی روغن های گیاهی با روغن ماهی در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان (Greene & Selivonchick., 1990; Cabalero *et al*., 2002; Thanuthong *et al*., 2011) نیز نتایج مشابهی را ارائه داده اند.

برخی از مهره‌داران (اما نه همه آنها) توانایی تبدیل اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه ۱۸ کربنه به c۲۰ و c۲۲ را دارند (Cook, 1996). نتایج افزایش میزان EPA و DHA در لاشه ماهیان نسبت به جیره‌های غذایی در مطالعه حاضر نشان می‌دهند که ماهی های قزل‌آلای پرورشی قادر به طویل و غیراشباع سازی اسید لینولیئک (۱۸:۲n-۶، LA) به اسید اراشیدونیک (۲۰:۴n-۶، ARA) و همچنین اسید لینولنیک (۳-۲۰:۳n، LNA) به ایکو زا پنتانوئیک اسید (۳-۲۰:۵n، EPA) و بعد به دکوزاهگزانوئیک اسید (۳-۲۲:۶n، DHA) هستند، زیرا میزان اسید لینولئیک (۱۸:۲n-۶، LA)، اسید لینولنیک (۳-۲۰:۳n، LNA) و ایکوزا پنتا نوئیک اسید(۳-۲۰:۵n، EPA) در لاشه ماهی ها کمتر از میزان این اسیدهای چرب در غذا بوده، این درحالی است که عکس الگوی فوق در مورد میزان اسید اراشیدونیک (۲۰:۴n-۶، ARA) و دکوزاهگزا نوئیک اسید(۳-۲۲:۶n، DHA) صادق است. تغذیه از جیره های غذایی غنی از ۱۸:۲n-۶ (مانند جیره غذایی حاوی روغن سویا) به غلظت های نسبتاً بالای ۲۰:۴ n-۶ در بافت و تغذیه ماهی از جیره های غذایی غنی از ۱۸:۳n-۳ (مانند جیره غذایی حاوی روغن بزرک) به سطوح بالای بافت از ۲۰:۵n-۳ و ۲۲:۶n-۳ منتج می شود، بنابراین توانایی ماهیان قزل آلای پرورشی برای غیر اشباع سازی و کشیدگی ۱۸:۲n-۶ و ۱۸:۳n-۳ یکی از دلایلی است که می توانند چربیهای متفاوت را تا یک حد مناسب مصرف کنند (Xue *et al*., 1993). از سوی دیگر، تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان از جیره غذایی غنی از ۱۸:۲n-۶ (روغن های سویا و سبوس برنج) به سطوح نسبتاً بالای اسیدهای چرب ۲۰:۴n-۶ منتج می شود، که در این مورد Sener و همکاران (۲۰۰۵) به بهگزینی و ضرورت ۲۰:۴n-۶ دراین ماهی اشاره نموده‌اند.

Cabalero و همکاران (۲۰۰۲) طی مطالعات خود برروی ماهی قزل آلای رنگین کمان به این نتیجه رسیدند که کبد ماهیهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی روغن های ماهی آنچووی و سویا نیز افزایش مقادیر اسید های چرب ۲۰:۴n-۶ و ۲۲:۶n-۳ را به عنوان نتایج حاصل از فعال سازی آنزیم های اشباع زدا نشان دادند. Bell و همکاران (۲۰۰۲)، طی مطالعه خود بر روی اثرات جایگزین روغن نخل خرما به جای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) بعد از ۳۰ هفته

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

گزارش کردند فعالیت غیر اشباع و طویل سازی اسید چرب ۱۸:۳n-۳ در کبد به طور فزاینده با افزودن روغن خرما افزایش یافت، به طوریکه تنها ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۱۰۰ درصد روغن خرما به طور معنی‌دار با سایر تیمار ها متفاوت بودند، هر چند که این فعالیت در ماهیهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۱۰۰ درصد روغن خرما چند ۱۰ برابر بیشتر از ماهیهای تغذیه شده با جیره غذایی حاوی۱۰۰ درصد روغن ماهی بود .با توجه به اینکه اسید چرب ۲۰:۴n-۶ محصول اصلی متابولیزم ۱۸:۳n-۳ به ۲۲:۶n-۳ خصوصاً در ماهیهای با جیره غذایی حاوی ۱۰۰ درصد روغن نخل تحریک شده بود. نتایج حاصل از این تحقیق، توانایی ماهی قزل آلای رنگین کمان برای تبدیل اسید چرب ۱۸:۳n-۳به اسید چرب ۲۲:۶n-۳ را حتی زمانیکه سطوح اسید چرب ۱۸:۲n-۶ جیره غذایی بالا باشد، نشان داد که مشخص می کند هیچ ممانعتی تحت شرایط آزمایشی تست شده اتفاق نمی افتد. با توجه به نتایج به دست آمده، سطوح ۲۰:۵n-۳ بافت کمتر و سطوح ۲۲:۶n-۳ بافت بیشتر از درصد جیره های مربوطه بود.

تاثیر جیره‌های غذایی بر ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان پرورشی نشان دهنده تاثیر گذاری منابع چربی جیره های غذایی بر محتوی چربی بافت ماهیان دارند و نتایج مشابهی از مطالعات مختلف پس از جایگزینی روغن های گیاهی به دست آمده است (Greene & Selivonchick., 1990; Cabalero *et al*., 2002; Sargent *et al*., 2002; Thanuthong *et al*., 2011). این مطالعات نشان داده اند که جیره های غذایی سرشار از اسیدهای چرب ۱۸:۲n-۶ و ۱۸:۱n-۹ منجر به انباشتگی این اسیدهای چرب در کبد و بافت ماهیان خواهد شد. در این مطالعه نیز جیره های غذایی ترکیب اسید های چرب منابع چربی اضافه شده را منعکس کردند، به طوری که جیره غذایی حاوی روغن ماهی بیشترین مقدار از DHA، EPA و SFA و کمترین مقدار از n-۶PUFA به ویژه ۱۸:۲n-۶ را به خود اختصاص داده، در حالی که عکس قضیه فوق در جیره های غذایی حاوی روغنهای گیاهی صادق است. نکته قابل توجه میزان زیاد ۱۸:۳n-۳ در جیره حاوی روغن بزرک می باشد که اختلاف فاحشی را با سایر تیمارها نشان داده است. با توجه به مقادیر بالای اسید لینولنیک (۵۰ تا ۶۰٪) موجود در روغن بزرک این روغن به عنوان یکی از مهمترین روغن های گیاهی غیراشباع مطرح می باشد (Gunstone, 2010). به طور کلی اسید های چرب اشباع شده (SFA) در ارتباط منفی و کل اسیدهای چرب تک غیراشباعی (MUFA) بخصوص اسید اولئیک (۱۸:۱n-۹) در ارتباط مثبت با غلظت روغن های گیاهی جیره های غذایی بودند. در این رابطه نتایج مشابهی برروی ماهی سیم دریایی (Huang *et al*., 2007) قرمز و ماهی آزاد چینوک (Grant *et al*., 2005; Huang *et al*., 2008) گزارش شده است.

در مورد اسید های چرب به شدت غیر اشباع سری n-۳ (n-۳ PUFA) شامل ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA، ۲۰:۵n-۳) و دکوزا هگزانوئیک اسید (۲۲:۶n-۳) نیز ترکیب لاشه انعکاسی از ترکیب این اسید های چرب در جیره بود. باتوجه به بررسیهای Subhadra و همکاران (۲۰۰۶)، غلظت‌های پایین n-۳ در ماهیچه ماهیان باس دهان گشاد (*Micropterus salmoides*) انعکاسی از جیره های غذایی حاوی غلظت های پایین این اسید های چرب (جیره غذایی حاوی روغن کانولا و جیره ها ی غذایی حاوی روغن طیور می باشد). در مطالعه Green و Selivonchick (۱۹۹۰) میزان n-۳ را حدود ۱۴ درصد به دست آورده اند، با این حال میزان n-۳ را در جیره غذایی حاوی روغن بزرک و بافت ماهیان تغذیه شده با این جیره به ترتیب ۳۴/۱۳ و ۳۰/۲۹ به دست آورده اند. نتایج مطالعه حاضر بیانگر افزایش میزان اسیدهای چرب n-۳ در بافت ماهیان تغذیه شده با جیره های غذایی اول، دوم و چهارم می باشد و در ماهیان تیمارهای سوم و پنجم کاهش پیدا کرده است. Green و Selivonchick (۱۹۹۰) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که میزان n-۳ در بافت ماهیان تغذیه شده با جیره های حاوی بالاترین میزان n-۳ کاهش یافته و علت آن را به صرف سوخت و ساز، ذخیره آن نسبت داده است.

نسبت n-۶/n-۳ از ۰/۳۰ در بافت ماهیان تغذیه شده با روغن سبوس برنج تا ۰/۹۱ در بافت ماهیان تغذیه شده با روغن بزرک متغییر بود. با افزایش سطح روغن های گیاهی سویا و سبوس

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

برنج در جیره غذایی، نسبت n-۳/n-۶ در لاشه ماهی ها به طور معنی دار کاهش پیدا کرد (P<۰/۰۵). برندسن و همکاران (۲۰۰۳) طی مطالعات خود دریافتند که با افزودن هر سطحی از روغن آفتابگردان به جای روغن ماهی به جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar* L.)، نسبت n-۳/n-۶ به علت افزایش مقدار اسید چرب ۱۸:۲n-۶ کاهش می یابد. مطالعه دیگر برروی ماهی سوربیم نشان داده که امکان اصلاح نسبت n-۳/n-۶ به وسیله منابع چربی مختلف شامل روغن حیوانات خشکی زی و روغن های گیاهی وجود دارد (Martino *et al*., 2002).

بطور کلی جایگزینی منابع چربی در یک جیره کارگاهی باعث تغییرات در وزن نهایی، رشد و ضریب چاقی (CF یا K) نشد. نکته ای که وجود دارد میزان نرخ رشد ویژه، FCR و PER اختلاف معنی دار ایجاد کرده است، به طوری که ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی روغن ماهی میزان نرخ رشد ویژه، FCR و PER بهتری را نشان دادند. با جایگزین کردن روغن ماهی با روغن های گیاهی سبوس برنج و سویا در جیره غذایی، میزان کل اسیدهای چرب اشباع شده (SFA)، اسیدهای چرب به شدت غیراشباع سری n-۳ (n-۳ PUFA) شامل EPA و DHA و نسبت n-۳/n-۶ در لاشه ماهیان پرورشی کاهش و میزان اسید اولئیک (۱۸:۱n-۹)، کل اسیدهای چرب تک غیر اشباعی (MUFA)، اسید لینولئیک، اسید لینولنیک، اسیدآراشیدونیک، اسیدهای چرب چند غیر اشباعی سری n-۶ (n-۶ PUFA) و میزان کل اسید های چرب چند غیر اشباعی(PUFA) در لاشه ماهیان پرورشی افزایش یافت.

منابع

Abdelghany A. E. and Ahmad M. H., 2002. Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquaculture Research, 33, 415-423.

AOAC, 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. vol. I. Agricultural Chemicals; Contaminants, Drugs, 16th edition. AOAC International, Arlington, VA. 1298P.

Bell, G.J.; Henderson, R. J.; Tocker, D. R.; Ghee, F.M.; Dick, J. R.; Porter, A.; Smullen, R.P. and Sargent, J. R., 2002. Substituting Fish Oil with Crude Palm Oil in the Diet of Atlantic Salmon (Salmo salar) Affect Muscle Fatty Acid Composition and Hepatic Fatty Acid Metabolism. Journal of Nutrition, Vol. 132, pp.222-230.

Brown, L. 1993. Aquaculture for veterinarian : Fish husbandry and medicine, 1st ed. Pergamon Press.

Cook, H. W. 1996. In "Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes" (D. E. Vance and J. E. Vance, eds.), p. 129. Elsevier, Amsterdam.

Cowey C.B.; Adron J.W.; Walton M.J.; Murray J.; Youngson A. and Knox D., 1981. Tissue distribution, uptake, and requirement for a-tocopherol of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed diets with a minimal content of unsaturated fatty acids. Journal of Nutrition, 111, 1556-l 567.

Cowey C.B.; Adron J.W. and Youngson A., 1983. The vitamin E requirement of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) given diets containing polyunsaturated fatty acids derived from fish oil. Aquaculture, 30: 85-93.

Dosanjh, B.S., Higgs, D.A., Plotnikoff, M.D., McBride, J.R., Markert, J.R. and Buckley, J.T., 1984. Efficacy of canola oil, pork lard and

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

(Salvelinus fontinalis). Aquaculture 136, 351–362.

Henderson R.J., Sargent J.R. and Pirie B.J., 1982. Peroxisomal oxidation of fatty acids in livers of rainbow trout (*Salmo guirdneri*) fed diets of marine zooplankton. Comp. Biochem.Physiol. B, 73, 565-570.

Huang S.S.Y.; Oo A. N.; Higgs D.A; Brauner C.J. and Satoh S., 2007. Effects of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream, Pagrus major. Aquaculture, 271, 420-431.

Huang S.S.Y.; Fu C.H.L.; Higgs D.A.; Balfry S.K.; Schulte P.M. and Brauner C.J., 2008. Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ionoregulatory development of spring chinook salmon parr, Oncorhynchus tshawytscha. Aquaculture, 274: 109-117.

Loveel ,T., 1988. Nutrition and Feeding of fish. Published by Van Nosstrand Reinhold pp.260.

Marcouli P.A., Alexis M.N., Andriopoulou A. and Iliopoulou-Georgudaki J., 2006. Dietary lysine requirement of juvenile gilthead seabream Sparus aurata L. Aquacult. Nutr., 12, 25–33.

Martino R.C., Cyrino J.E.P., Portz L. and Trugo L.C., 2002. Performance and fatty acid composition of surubim (Pseudoplatystoma coruscans) fed diets with animal and plant lipids. Aquaculture, 209: 233-246.

Miller, M.R., Nichols, P.D., Carter, C.G., 2007. Replacement of fish oil with thraustochytrid Schizochytrium sp. L oil in Atlantic salmon parr marine oil singly and in combination as supplemental dietary lipid sources for juvenile coho salmon (Oncorhynchus kisutch). Aquaculture 36, 333– 345.

Dosanjh B.S.; Higgs D.A.; McKenzie D.J.; Randall D.J.; Eales J.G.; Rowshandeli N., 1998. Influence of dietary blends of menhaden oil and canola oil on growth, muscle lipid composition and thyroidal status of Atlantic salmon (Salmo salar) in sea water. Fish Physiol Biochem;19:123– 34.

Folch A.J. Lees M. and Stanley G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biology and Chemistry, 226, 497-509.

Gunstone FD., 2010. The World's Oils and Fats. *In*: Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds, (Turchini, Giovanni M., Ng, Wing-Keong and Tocher, Douglas Redford ed.) CRC Press.

Grant A.A.M.; Baker D.; Higgs D.A.; Brauner C. J.; Richards J. G.; Balfry S.K. and Schulte P.M., 2008. Effects of dietary canola oil level on growth, fatty acid composition and osmoregulatory ability of juvenile fall Chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha). Aquaculture 277 (3-4), 303-312.

Guillou A., Soucy P., Khalil M. and Adambounou L., 1995. Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

(Salmo salar L) diets. Comparative Biochemistry and Physiology A, Molecular & Integrative Physiology 148, 382–392.

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 in hepatocytes and enterocytes of European sea bass (Dicentrarcchus labrax L.). Aquaculture , Vol . 248, pp.173-186.

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 (Dicentrarchus labrax L.) over a long term growth study: Effects on muscle and liver fatty acid composition and effectiveness of a fish oil finishing diet. Comp. Biochem. Physiol. 145, 389-399.

NRC (National Research Council), 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington, DC, 114 p.

Rosenlund G., Obach A., Gisvold M., Standal H. and Tveit K., 2000. Effect of alternative lipid sources on long term growth performance and quality of Atlantic salmon (Salmo salar). The Ninth International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, May 21– 25 2000, Miyazaki, Japan. (Abstract).

Sargent J.R., Tocher D.R. and Bell J.G. 2002. The Lipids. *In*: Halver, J.E., Hardy, R.W. Eds., Fish Nutrition, 3rd ed., Academic Press; 182-246.

Sener, E., Yildiz, M. and Savas, E. 2005. Effects of Dietary Lipids on Growth and Fatty Acid Composition in Russian Sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii) Juveniles. Turk. Journal of Vetinary Animal Sciences, 29:1101-1107.

Subhadra, B.; Lochmann R.; Rawles S. and Chen R., 2006. Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition, and hematological parameters of largemouth bass Micropterus salmoides. Aquaculture 255, 210–222.

Thanuthong, T.; Francis, D.S.; Senadheera, S.D.; Jones, P.L. and Turchini, G.M, 2011. Fish oil replacement in rainbow trout diets and total dietary PUFA content: II) Effects on fatty acid metabolism and in vivo fatty acid bioconversion. Aquaculture 322-323: 99–108.

Thomassen, M.S. and Rosjo, C., 1989. Different fats in feed for salmon: influence on sensory parameters, growth rate and fatty acids in muscle and heart. Aquaculture 79, 129– 135.

Webster, C.D. and Lim, C.E., 2002. Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture. CAB International, CABI publishing , 418P.

Xue T, Hou S, Tan J. 1993. The antioxidative function of selenium in higher plants: I The inhibitive effect of selenium on lipid peroxidation and its enzymatic mechanism. Chin Sci Bull 38, 274–277.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]

Investigation on replacement of fish oil by vegetable oils (Rice bran, soybean and linseed) in diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Gandomkar H.A.[(1)*]; Javaheri Baboli M.[(2)]; Gorjipoor E.A.[(3)] and Moradyan H.[(4)]

1,3,4- Genetic and Breeding Research Center for Coldwater Fishes, Shahid Motahari Yasouj, Yasouj, 2- Azad Islamic University of Ahvaz Branch, Department of Fisheries, Ahvaz, Iran

Iran

Received: July 2011 Accepted: July 2012

Keywords: Vegetable oils; Fish oil; Fatty acid composition; Rainbow trout; Growth parameters

Abstract

The aim of the present study was to determine the impact of replacing the fish oil by alternative lipid sources in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on growth, fatty acid profiles of muscle. Five isonitrogenous and isoenergetic semipurified diets were formulated containing 100% rice bran oil (RBO), 100% linseed oil (LO), 100% Soybean oil (SO) and a 1:1:1:1 rice bran, linseed, soybeen and fish oil mixture (MX) were compared to a pure fish oil (FO) diet. The diets were fed to apparent satiation twice a day to triplicate groups of 30 rainbow trout with an initial weight of 90g for 15 weeks at 12℃.At the end of the experiment, fillet samples were collected from fish for the measurement of fatty acid profile and fillet composition. Fish fed the FO diet had the highest weight gain over the experimental period (280.28 g), However no differences in growth rate and CF were observed across diet groups. Feed conversion ratios (FCR) ranged from 1.12 to 1.24. Significant difference in FCR was found in the group fed an FO diet. The fillet lipid concentrations and fatty acid composition of the fish were significantly affected by the experimental diets. Fish fed the FO diet contained significantly lower lipid levels (20.18%) than those fed the 4 other diets. The highest level of n-3 PUFA concentrations were recorded in fish fed the LO diet (21.8) with significant difference than other diets and the lowest were in those fed the RBO diet (7.84). Fish fed the SO diet contained significantly higher level of n-6 PUFA concentrations (31.72) than other diets and the lowest were in those fed the FO diet (19.15). Fish on the FO diet had a significantly greater percentage of DHA (10.10%) in muscle tissue compared with fish on all other diets and the lowest was in those fed the RBO diet (2.81%). However, the highest level of eicosapentaenoic acid (EPA) concentrations was recorded in fish fed the SO diet (1.84%) and the lowest in those fed the diet (0.67%). This study showed considerable reductions (about 3-fold) in the n-3/n-6 ratio when FO in the fish diet was replaced by rice bran and soybean oils, which may be extremely negative from a nutritional point of view. In other hand linseed oil had the highest n-3/n-6 ratio (0.91) that was comparable with fish oil n-3/n-6 ratio (0.89). The results in this study imply that an appropriate mix of vegetable oils and FO can replace the sole use of FO in fish feeds.

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.2.10.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110123]