اثر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان بر شاخص‌های رشد و ترکیب بدن بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

کامیار جاوید رحمدل[۱]، حمید علاف نویریان[۱*]، بهرام فلاحتکار[۱]، آریا باباخانی لشکان[۱]

* navi@guilan.ac.ir

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۶

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه و ترکیب تقریبی بدن بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی انجام شد. پنج جیره آزمایشی با سطوح جایگزینی صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان با سطح یکسان پروتئین، چربی و انرژی تهیه شد. نسبت آرد ماهی در جیره شاهد ۲۸ درصد بود. بچه‌ماهیان با وزن متوسط ۰/۳۶ ± ۳/۰۳ گرم در ۱۵ مخزن فایبرگلاس توزیع شدند. پس از ۱۰ هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی، شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه مورد ارزیابی قرار گرفتند و ۶ عدد ماهی از هر مخزن جهت سنجش ترکیب تقریبی بدن صید گردید. مطابق نتایج، بیشترین وزن نهایی در تیمار ۲۵ درصد به دست آمد ($p<0/05$)، گرچه تفاوت در تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد با تیمار شاهد معنی‌دار نبود ($p>0/05$)، اما در تیمار ۱۰۰ درصد کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشد و کارایی غذا مشاهده گردید ($p<0/05$). همچنین از نظر ترکیب لاشه، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر درصد رطوبت، پروتئین و چربی وجود داشت ($p<0/05$)، اما درصد خاکستر تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد ($p>0/05$). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کنجاله آفتابگردان را می‌توان بدون تاثیر منفی بر عملکرد رشد، کارایی غذا و ترکیب بدن تا سطح ۷۵ درصد جایگزین آرد ماهی در جیره کپور معمولی در مرحله انگشت‌قد نمود.

کلمات کلیدی: جایگزینی، اقلام گیاهی، بهره‌وری پروتئین، کپورماهیان

* نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

مقدمه

آرد ماهی مهم‌ترین منبع تامین پروتئین در جیره آبزیان بوده و دسترسی به آن یکی از اصلی‌ترین عوامل محدودکننده صنعت آبزی‌پروری می‌باشد که به دلیل دارا بودن مزایایی شامل قابلیت بالای هضم (تقریبا ۹۰ درصد)، میزان اندک ترکیبات ضدمغذی و خوش‌خوراکی از اهمیت زیادی برخوردار است (Gatlin *et al*., 2007)، اما ثابت ماندن مقدار تولید و نیاز فزاینده صنعت آبزی‌پروری، به افزایش قیمت آن طی سال‌های اخیر منجر گردیده است (Hardy, 2010). عنوان گردیده است که تقاضای بخش آبزی‌پروری برای آرد ماهی تا سال ۲۰۳۰ به رقم ۱۰/۴ میلیون تن بالغ گردد که بسیار بیشتر از رقم پیش‌بینی شده ۷/۶ میلیون تن تولید جهانی این ماده غذایی در آن زمان می‌باشد (World Bank, 2013). در نتیجه عدم تامین پایدار آرد ماهی طی سال‌های آینده(Ljubojević *et al*., 2014)، لزوم انجام پژوهش‌هایی جهت یافتن منابع جایگزین برای این ماده غذایی دوچندان می‌شود. در میان منابع جایگزین، اقلام گیاهی نظیر کنجاله دانه‌های روغنی به دلیل خصوصیاتی نظیر هزینه پایین و تامین پایدار (Gatlin *et al*., 2007; Hardy, 2010) گزینه‌های مناسبی می‌باشند.

گیاه آفتابگردان با نام علمی *Helianthus annuus* L. از خانواده Asteraceae، با حجم کنونی تولید جهانی ۴۱/۳۳ میلیون تن (FAO, 2016) از مهم‌ترین دانه‌های روغنی می‌باشد. این حجم قابل توجه تولید در کنار ارزش غذایی بالا و قیمت مناسب، امتیازات این ماده غذایی برای استفاده در جیره آبزیان می‌باشند. کنجاله آفتابگردان محصول فرآیند روغن‌کشی از دانه آفتابگردان است. کنجاله آفتابگردان نسبت به سایر کنجاله‌های روغنی پر کاربرد نظیر سویا دارای مقدار کمتری فاکتورهای مهارکننده آنزیم‌های پروتئولیتیک است (Tacon, 1997). محتوای آمینواسیدی کنجاله آفتابگردان از نظر آرژنین و همچنین آمینواسیدهای گوگردی نظیر متیونین غنی است (Olvera-Novoa *et al*., 2002). آمینواسید ضروری آرژنین نقش مهمی در فرآیند رشد داشته(Fournier *et al*., 2002) و در کنار متیونین بخش مهمی از چرخه سنتز زیستی پروتئین‌ها را در بدن جاندار تشکیل می‌دهد (Li *et al*., 2007). با این وجود، میزان لایزین در کنجاله آفتابگردان نسبت به سویا پایین می‌باشد(Olvera-Novoa *et al*., 2002). در حال حاضر تجربیاتی در زمینه استفاده از کنجاله آفتابگردان در جیره گونه‌های مختلف ماهیان وجود دارد (Olvera-Novoa *et al*., 2002; Gill *et al*., 2006; Sánchez Lozano *et al*., 2007; Nogales Mérida *et al*., 2011).

یکی از گروه‌های مستعد ماهیان جهت پرورش، خانواده کپورماهیان هستند که با دارا بودن بیش از ۲۰۰۰ گونه و انتشار جهانی از مهم‌ترین و شناخته‌شده‌ترین خانواده‌های ماهیان محسوب می‌شوند (Rehman *et al*., 2013). کپور معمولی با نام علمی *Cyprinus carpio* عضو شاخص این خانواده بوده و دارای رتبه سوم جهانی بین گونه‌های آبزیان پرورشی است (FAO, 2014). کپور معمولی گونه‌ای همه‌چیزخوار بوده و طیف غذایی آن شامل موجودات کفزی، حشرات، گیاهان آبزی و پری-فیتون‌ها می‌باشد. بیشترین میزان تولید کپور معمولی در سیستم‌های با تراکم پایین و متکی بر تولیدات طبیعی استخر است (Ljubojević *et al*., 2014). به منظور افزایش بازده تولید، تامین غذای فرموله‌شده ضروری است اما هزینه تولید را افزایش می‌دهد که کاهش هزینه‌ها به واسطه استفاده از اقلام ارزان‌قیمت گیاهی امکان‌پذیر است (Ljubojević *et al*., 2015). مشخصه بارز منابع گیاهی دارا بودن میزان بالای کربوهیدرات‌هاست(Hardy, 2010) که با توجه به قابلیت بالای دستگاه گوارش کپور معمولی در هضم کربوهیدرات‌ها و استفاده موثر از آن به عنوان منبع انرژی (Takeuchi *et al*., 2002)، حضور مقادیر بالای این ماده مغذی در جیره این گونه مزیت محسوب می‌شود.

یکی از موارد مهم در جایگزینی اقلام گیاهی در جیره آبزیان، تاثیر آن‌ها بر رشد و کارایی غذا است که از جنبه اقتصادی واجد اهمیت می‌باشد. همچنین با توجه به تاثیر جیره غذایی بر ترکیب بدن ماهی، یکی از راهکارهای مناسب جهت مطالعه چرخه مصرف و ابقای مواد مغذی مختلف، بررسی ترکیب شیمیایی لاشه است که تصویری از میزان بهره‌وری مواد مغذی پراهمیت از جمله پروتئین و چربی به دست می‌دهد. بنابراین مطالعه حاضر به منظور

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

بررسی اثر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان در جیره بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه و ترکیب بدن بچه-ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

شرایط آزمایش: پژوهش حاضر به مدت ۱۰ هفته در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان در شهرستان صومعه‌سرا انجام شد. بچه-ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی از یک استخر پرورش بچه-ماهی در شهرستان صومعه‌سرا تهیه و به کارگاه مورد نظر منتقل شدند. سازش‌دهی ماهیان با محیط کارگاه به مدت ۱۴روز انجام شد و طی این دوره غذادهی روزانه در ۲ وعده با جیره پایه فاقد کنجاله آفتابگردان صورت پذیرفت. در انتهای دوره سازش‌دهی ۴۵۰ عدد بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی با میانگین وزنی ۰/۳۶ ± ۳/۰۳ گرم و طول کل متوسط ۰/۲۸ ± ۵/۹۵ سانتی‌متر به صورت تصادفی در ۱۵ مخزن فایبرگلاس مدور با حجم ۵۰۰ لیتر و میزان آبگیری ۳۰۰ لیتر توزیع شدند (۳۰ عدد ماهی در هر مخزن). آب مورد نیاز این مخازن با دبی متوسط ۰/۲۷ ± ۵/۲۳ لیتر در دقیقه، از چاه تامین می‌شد. آب مخازن جهت خروج فضولات و مواد زاید، روزانه پیش از اولین وعده غذایی سیفون گردیده و به میزان تقریبی ۶۰ درصد تعویض می‌گردید. روشنایی کارگاه بر اساس دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تامین می‌شد. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره پرورش به شرح دما ۱±۱۶ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۰/۲۷±۶/۵۱ میلی‌گرم در لیتر و pH، ۰/۵۲±۷/۶۱ بودند.

طراحی آزمایش و فرمول جیره‌های غذایی: در مطالعه حاضر ۵ تیمار غذایی و ۳ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. فرمول جیره‌های آزمایشی بر اساس نسبت‌های صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (با پوسته) تعیین گردیده و ۵ جیره با سطوح یکسان پروتئین، چربی و انرژی ساخته شد. اقلام تشکیل‌دهنده و درصد استفاده از هر کدام در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در تغذیه بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی بر اساس نسبت‌های مختلف جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان

Table 1: Ingredients and proximate composition of experimental diets used for feeding common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings based on different replacement levels of fish meal with sunflower meal

ترکیبات غذایی (٪)	سطوح جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (٪)				
	صفر	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
آرد ماهی	۲۸	۲۱	۱۴	۷	-
کنجاله آفتابگردان	-	۷	۱۴	۲۱	۲۸
کنجاله سویا	۱۹	۲۳	۲۶	۲۹	۳۴
پودر گوشت	۱۲	۱۶	۱۹	۲۳	۲۵
آرد ذرت	۱۸	۱۵	۱۲	۸	۳
آرد گندم	۱۴/۵	۹/۵	۶/۵	۳/۵	۱/۵
روغن ماهی	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
روغن کانولا	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
مکمل ویتامینه[1]	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
مکمل معدنی[2]	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
لایزین	۱	۱	۱	۱	۱
متیونین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
دی کلسیم فسفات	۱	۱	۱	۱	۱
ترکیب شیمیایی					

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

ادامه جدول ۱:

رطوبت (٪)	۱۲/۲۵	۱۱/۹۷	۱۳/۳۰	۱۲/۹۳	۱۳/۳۱
پروتئین خام (٪)	۳۵/۵۴	۳۵/۹۸	۳۵/۶۵	۳۵/۷۸	۳۵/۷۵
چربی خام (٪)	۹/۹۷	۱۰/۲۴	۱۰/۴۰	۱۰/۶۴	۱۰/۶۳
خاکستر (٪)	۸/۸۷	۹/۵۳	۸/۶۲	۹/۵۷	۱۰/۲۱
عصاره عاری از ازت (٪)	۳۳/۳۷	۳۲/۲۸	۳۲/۰۳	۳۱/۰۸	۳۰/۱۰
انرژی ناخالص (کیلوکالری / کیلوگرم)[۳]	۴۲۳۰/۲۰	۴۲۳۴/۲۰	۴۲۲۰/۳۰	۴۲۱۰/۴۰	۴۱۷۶/۶۰

۱- هر کیلوگرم مکمل ویتامینه (شرکت لابراتوارهای سیانس، قزوین، ایران) حاوی: ۱۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۴۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۴۰ گرم ویتامین E، ۲ گرم ویتامین K_3، ۶ گرم ویتامین B_1، ۸ گرم ویتامین B_2، ۱۲ گرم ویتامین B_3، ۴۰ گرم ویتامین B_5، ۴ گرم ویتامین B_6، ۲ گرم ویتامین B_9، ۰/۰۰۸ گرم ویتامین B_{12}، ۰/۲۴ گرم ویتامین H_2، ۶۰ گرم ویتامین C، ۲۰ گرم ویتامین Inositol، ۰/۲ گرم ویتامین Biotin.

۲- هر کیلوگرم مکمل معدنی (شرکت لابراتوارهای سیانس، قزوین، ایران) حاوی: ۶ گرم آهن، ۱۰ گرم روی، ۰/۰۲ گرم سلنیوم، ۰/۱ گرم کبالت، ۶ گرم مس، ۵ گرم منگنز، ۰/۶ گرم ید، ۶ گرم کولین‌کلراید.

۳- محاسبه بر اساس هر کیلوگرم پروتئین خام حاوی ۵۵ کیلوکالری، هر کیلوگرم چربی خام حاوی ۹۱ کیلوکالری و هر کیلوگرم کربوهیدرات (عصاره عاری از ازت) حاوی ۴۱ کیلوکالری انرژی ناخالص (New, 1987).

جیره‌های آزمایشی پس از ساخته شدن به صورت پلت مطابق فرمول محاسبه شده برای هر تیمار، به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد خشک و پس از بسته‌بندی جداگانه برای هر تیمار، تا روز مصرف در فریزر ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. غذادهی به ماهیان بر اساس اشتها در ۴ وعده در طول شبانه روز در ساعات ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ صورت پذیرفت (قیاسی و فلاحتکار، ۱۳۹۴).

شاخص‌های رشد: پس از بیومتری اولیه و توزیع بچه-ماهیان انگشت‌قد در مخازن فایبرگلاس، هر دو هفته یک بار به منظور سنجش روند تغییرات وزنی بیومتری صورت گرفت و در انتهای آزمایش شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه برای تیمارهای مختلف محاسبه گردید. همچنین از ۳ عدد ماهی از هر مخزن جهت تعیین شاخص‌های کبدی و احشایی نمونه‌برداری شد. شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه شامل وزن به دست آمده (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، نرخ بقا (SR)، شاخص کبدی (HSI)، شاخص احشایی (VSI)، شاخص وضعیت (CF)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، نرخ کارایی پروتئین (PER) و نرخ کارایی چربی (LER) با استفاده از روابط زیر محاسبه گردیدند (Torstensen *et al*., 2008; Nogales Mérida *et al*., 2011; Ljubojević *et al*., 2015).

WG (گرم) = (گرم) وزن نهایی - وزن اولیه (گرم)

SGR (٪/ روز) = [(Ln (وزن نهایی) - Ln (وزن اولیه)) / (طول دوره پرورش (روز)] × ۱۰۰

CF = (وزن بدن (گرم) / (طول کل (سانتیمتر))^3) × ۱۰۰

HSI (٪) = (وزن بدن / وزن کبد) × ۱۰۰

VSI (٪) = (وزن بدن / وزن توده احشایی) × ۱۰۰

SR (٪) = (تعداد ماهیان در انتها / تعداد ماهیان در ابتدا) × ۱۰۰

FCR = (گرم) غذای مصرف شده / (گرم) وزن به دست آمده

PER = (گرم) پروتئین مصرف شده / (گرم) وزن به دست آمده

LER = (گرم) چربی مصرف شده / (گرم) وزن به دست آمده

آنالیز شیمیایی جیره‌های آزمایشی و ترکیبات تقریبی بدن: برای تعیین ترکیب تقریبی بدن و جیره‌های آزمایشی از روش‌های مندرج در AOAC (2005) استفاده شد. در انتهای دوره پرورش ۶ عدد ماهی از هر مخزن جهت آنالیز ترکیب تقریبی بدن به صورت تصادفی صید گردیدند. لاشه ماهیان کشته شده در دستگاه همزن خرد گردیده و ترکیب همگنی از تمام قسمت‌های بدن به دست آمد. جهت تعیین درصد رطوبت این ترکیب همگن تا ثابت

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

شدن وزن در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد در دستگاه آون (Laboven, Tehran, Iran) خشک گردید. ماده خشک حاصله تا زمان انجام سایر آزمایشات در فریزر ۲۰- درجه سانتیگراد ذخیره گردید. برای تعیین درصد پروتئین از روش کلدال، جهت سنجش درصد چربی از دستگاه سوکسله (Bakhshi, Tehran, Iran) و حلال ان-هگزان و به منظور تعیین درصد خاکستر از سوزاندن نمونه‌ها در کوره الکتریکی (Atbin, Tehran, Iran) در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت استفاده شد.

محاسبات آماری: آنالیز آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ صورت گرفت. برای تشخیص اختلاف میانگین بین تیمارهای مختلف از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنف (Kolmogorov-Smirnov)، برای آنالیز همگنی واریانس از آزمون لون (Levene) و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی (Tukey) استفاده گردید. سطح معنی‌دار بودن در این مطالعه، ۵ درصد ($p\leq$۰/۰۵) در نظر گرفته شد و نتایج به صورت میانگین به همراه خطای استاندارد (mean ± SE) بیان گردیدند.

نتایج

نتایج شاخص‌های رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. مطابق نتایج، وزن نهایی در تیمار ۲۵ درصد تفاوت معنی-داری با سایر تیمارها داشت ($p<$۰/۰۵). همچنین تیمار ۱۰۰ درصد دارای تفاوت معنی‌داری با سایر گروه‌های آزمایشی بود ($p<$۰/۰۵). اما تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد با یکدیگر و با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p>$۰/۰۵). همچنین در نرخ رشد ویژه نیز تیمارهای ۲۵ و ۱۰۰ درصد دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر و سایر گروه‌های آزمایشی بودند ($p<$۰/۰۵). شاخص‌های کبدی و احشایی، همچنین شاخص وضعیت و نرخ بقاء تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی مختلف نشان ندادند ($p>$۰/۰۵). ضریب تبدیل غذا دارای تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۱۰۰ درصد با سایر گروه‌ها بود ($p<$۰/۰۵). نرخ کارایی پروتئین نیز در تیمار ۱۰۰ درصد تفاوت معنی‌داری با سایر گروه‌های آزمایشی داشت ($p<$۰/۰۵). نرخ کارایی چربی تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۱۰۰ درصد و تیمارهای شاهد، ۲۵ و ۵۰ درصد نشان داد ($p<$۰/۰۵)، اما تیمار ۷۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هیچ یک از گروه‌ها نداشت ($p<$۰/۰۵).

جدول ۲: شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پس از ۱۰ هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان

Table 2: Growth indices of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings after 10 weeks of feeding by experimental diets including different levels of fish meal replacement with sunflower meal

شاخص	سطوح جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (٪)				
	صفر	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
وزن اولیه (گرم)	۳/۰۰ ± ۰/۰۱	۳/۰۵ ± ۰/۰۳	۲/۹۹ ± ۰/۰۴	۳/۰۸ ± ۰/۰۲	۳/۰۱ ± ۰/۰۶
وزن نهایی (گرم)	۱۲/۵۶ ± ۰/۳۰^{b}	۱۵/۳۵ ± ۰/۴۱^{a}	۱۳/۰۷ ± ۰/۳۴^{b}	۱۲/۱۹ ± ۰/۲۲^{b}	۱۰/۱۹ ± ۰/۱۷^{c}
وزن به دست آمده (گرم)	۹/۵۶ ± ۰/۲۹^{b}	۱۲/۳۰ ± ۰/۳۸^{a}	۱۰/۰۷ ± ۰/۳۲^{b}	۹/۱۱ ± ۰/۱۹^{b}	۷/۱۸ ± ۰/۱۲^{c}
نرخ رشد ویژه (٪/ روز)	۲/۰۴ ± ۰/۰۳^{bc}	۲/۳۱ ± ۰/۰۲^{a}	۲/۱۰ ± ۰/۰۳^{b}	۱/۹۷ ± ۰/۰۱^{c}	۱/۷۴ ± ۰/۰۱^{d}
شاخص وضعیت	۱/۸۷ ± ۰/۰۷	۱/۹۸ ± ۰/۰۲	۱/۹۵ ± ۰/۰۱	۱/۹۲ ± ۰/۰۲	۱/۸۳ ± ۰/۰۱
شاخص کبدی (٪)	۲/۲۵ ± ۰/۱۱	۲/۱۵ ± ۰/۰۸	۲/۱۴ ± ۰/۰۵	۲/۲۰ ± ۰/۰۵	۲/۳۱ ± ۰/۰۷
شاخص احشایی (٪)	۱۵/۸۵ ± ۰/۸۶	۱۵/۶۸ ± ۰/۵۳	۱۶/۳۲ ± ۰/۶۴	۱۵/۳۷ ± ۰/۳۰	۱۴/۱۸ ± ۰/۱۱
نرخ بقاء (٪)	۹۷/۷۸ ± ۱/۱۱	۹۳/۳۳ ± ۱/۹۳	۹۵/۵۶ ± ۱/۱۱	۹۴/۴۴ ± ۱/۱۱	۹۲/۲۲ ± ۱/۱۱
ضریب تبدیل غذا	۱/۶۱ ± ۰/۰۴^{b}	۱/۶۲ ± ۰/۰۴^{b}	۱/۶۶ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۷۴ ± ۰/۱۱^{b}	۲/۰۵ ± ۰/۰۴^{a}
نرخ کارایی پروتئین	۱/۷۵ ± ۰/۰۴^{a}	۱/۷۱ ± ۰/۰۴^{a}	۱/۶۹ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۶۲ ± ۰/۰۹^{a}	۱/۳۶ ± ۰/۰۳^{b}
نرخ کارایی چربی	۶/۳۱ ± ۰/۲۲^{a}	۶/۰۲ ± ۰/۱۵^{a}	۵/۷۸ ± ۰/۰۷^{a}	۵/۴۵ ± ۰/۳۰^{ab}	۴/۵۹ ± ۰/۰۹^{b}

نتایج به صورت (mean ± SE, n= ۳)، حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<$۰/۰۵).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

نتایج آنالیز ترکیبات تقریبی بدن در جدول ۳ نشان داده شده است. مطابق نتایج، بیشترین میزان رطوبت لاشه در تیمار ۱۰۰ درصد مشاهده شد که دارای تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد بود ($p<۰/۰۵$). میزان پروتئین لاشه در تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد تفاوت معنی-داری با تیمارهای شاهد و ۱۰۰ درصد نشان داد ($p<۰/۰۵$). میزان چربی لاشه در تیمارهای شاهد و ۱۰۰ درصد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار بود و تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ($p<۰/۰۵$). درصد خاکستر تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p>۰/۰۵$).

جدول ۳: ترکیب تقریبی بدن بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پس از ۱۰ هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان

Table 3: Proximate body composition of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings after 10 weeks of feeding by experimental diets including different levels of fish meal replacement with sunflower meal

شاخص	سطوح جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (٪)				
	صفر	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
رطوبت (٪)	۷۳/۵۷ ± ۰/۴۳^{ab}	۷۲/۹۲ ± ۰/۳۹^{ab}	۷۱/۴۲ ± ۰/۴۷^{b}	۷۲/۷۹ ± ۰/۵۳^{b}	۷۵/۳۴ ± ۰/۷۷^{a}
پروتئین (٪)	۱۲/۹۷ ± ۰/۲۰^{b}	۱۴/۲۲ ± ۰/۲۱^{ab}	۱۵/۶۴ ± ۰/۳۰^{a}	۱۴/۸۴ ± ۰/۵۷^{a}	۱۳/۰۵ ± ۰/۱۴^{b}
چربی (٪)	۱۱/۴۳ ± ۰/۰۸^{a}	۱۰/۱۹ ± ۰/۲۶^{b}	۹/۹۷ ± ۰/۰۵^{b}	۱۰/۰۶ ± ۰/۳۲^{b}	۸/۸۹ ± ۰/۰۶^{c}
خاکستر (٪)	۱/۹۸ ± ۰/۱۵	۲/۰۳ ± ۰/۱۵	۲/۱۵ ± ۰/۱۰	۲/۱۱ ± ۰/۰۸	۲/۳۸ ± ۰/۲۳

نتایج به صورت (۶ ماهی از هر تکرار =n ,mean ± SE)،حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

بحث

بر اساس نتایج شاخص‌های رشد، تیمارهای ۲۵ و ۱۰۰ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان وزن نهایی و نرخ رشد ویژه را دارا بوده و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد. اما در سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌دار نبود. کاهش محسوس رشد در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی کنجاله آفتابگردان را می‌توان ناشی از کاهش فعالیت آنزیم‌های گوارشی پروتئولیتیک مخصوصا پروتئاز در روده و هپاتوپانکراس، در اثر افزایش سطح پروتئین‌های گیاهی و متعاقبا عدم تامین مناسب آمینواسیدهای ضروری دانست (Lin *et al.*, 2010). عنوان گردیده است که ضدمغذی‌های موجود در منابع گیاهی نظیر تانن با مهار سیستم آنزیمی هضم منجر به کاهش جذب و زیست‌فراهمی ویتامین‌ها و مواد معدنی شده (Schofield *et al.*, 2001) و این امر در کنار کیفیت پایین‌تر منابع پروتئین گیاهی نسبت به آرد ماهی به کاهش رشد و کارایی غذا منجر می‌گردد (Hardy, 2010) که می‌تواند کاهش شدید رشد در تیمار ۱۰۰ درصد را در تحقیق حاضر توجیه نماید.

Santigosa و همکاران (۲۰۰۸) در جایگزینی آرد ماهی با منابع گیاهی در جیره ماهیان قزل‌آلای رنگین-کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و سیم دریایی (*Sparus aurata*) گزارش نمودند که فعالیت آنزیم پروتئاز با افزایش سطح جایگزینی اقلام گیاهی کاهش یافت و در نتیجه، محدودیت در فرآیند هضم پروتئین‌ها و جذب آمینواسیدهای ضروری، منجر به کاهش چشمگیر رشد در تیمار جایگزینی کامل آرد ماهی با اقلام گیاهی شد که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد. در پژوهش دیگری با هدف جایگزینی کنجاله سویا به همراه آنزیم فیتاز در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان، کاهش رشد در سطوح جایگزینی بیش از ۶۰ درصد مشاهده شد(Yang *et al.*, 2010؛ Olvera-Novoa و همکاران ۲۰۰۲) در پژوهشی بر روی ماهی تیلاپیا (*Tilapia rendalli*) کاهش رشد در سطوح بالاتر از ۲۰ درصد جایگزینی آرد

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

ماهی با کنجاله آفتابگردان را مشاهده نمودند. البته در تحقیق حاضر میزان رشد و وزن نهایی تا تیمار ۷۵ درصد نسبت به گروه شاهد معنی‌دار نبود. Gill و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی بر روی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*)، تفاوتی در وزن نهایی ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف جایگزینی کنجاله آفتابگردان نسبت به گروه شاهد مشاهده ننمودند. همچنین Nogales Mérida و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که ماهیان سیم پوزه‌باریک (*Diplodus puntazzo*) تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله آفتابگردان تا سطح ۳۰ درصد، تفاوت معنی‌داری در نرخ رشد و وزن نهایی نسبت به گروه شاهد نداشتند.

شاخص‌های کبدی و احشایی تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های آزمایشی مختلف نشان ندادند. این نتایج با مشاهدات Drew و همکاران (۲۰۰۷) در جایگزینی منابع گیاهی به جای آرد ماهی در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان و مطالعه Nguyen و همکاران (۲۰۱۴) در جایگزینی اقلام گیاهی با جیره تجاری مبتنی بر پروتئین جانوری در جیره ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) مطابقت دارد. Nogales Mérida و همکاران (۲۰۱۱) در جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره سیم دریایی پوزه‌باریک تفاوت معنی‌داری در شاخص احشایی ماهیان مشاهده ننمودند، اما شاخص کبدی با افزایش سطح کنجاله آفتابگردان کاهش معنی‌داری نشان داد. عدم ایجاد تفاوت معنی‌دار در شاخص کبدی در مطالعه حاضر، نشان‌دهنده مناسب بودن این ماده غذایی از لحاظ سوخت و ساز چربی است، چرا که کبد ماهیان مهم‌ترین اندام دخیل در متابولیسم چربی و شاخص مناسبی جهت آسیب‌شناسی تغذیه به شمار می‌رود که اختلال در کار آن به واسطه اشکال در سوخت و ساز چربی‌ها، به صورت چرب شدن کبد و در نتیجه افزایش شاخص کبدی قابل رویت است(Rocha *et al.*, 1994). در تحقیق حاضر شاخص وضعیت و نرخ بقاء در گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نشان ندادند.

از لحاظ ضریب تبدیل غذا تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و سایر تیمارها به استثنای ۱۰۰ درصد وجود نداشت، اما روند افزایشی با بالا رفتن سطح کنجاله آفتابگردان در جیره مشاهده شد که نشان‌دهنده کارایی پایین‌تر تغذیه‌ای منابع گیاهی نظیر کنجاله آفتابگردان در قیاس با آرد ماهی می‌باشد (Hardy, 2010). قادری رمازی و همکاران (۱۳۹۱) نیز در جایگزینی گلوتن ذرت با آرد ماهی در جیره کپور معمولی، بیشترین میزان ضریب تبدیل غذا را در بالاترین سطح جایگزینی منبع پروتئین گیاهی مشاهده نمودند که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد. شاخص‌های نرخ کارایی پروتئین و چربی با افزایش سطح کنجاله آفتابگردان کاهش یافتند، به طوریکه این روند کاهشی در تیمار ۱۰۰ درصد معنی‌دار بود. بالا بودن شاخص‌های کارایی پروتئین و چربی در تیمارهای با سطح بالاتر آرد ماهی می‌تواند انعکاسی از تعادل مناسب آمینواسید (Zhou *et al.*, 2005) و پروفیل مناسب اسیدهای چرب ضروری (Huntingford *et al.*, 2011) در آرد ماهی نسبت به منابع پروتئین گیاهی نظیر کنجاله آفتابگردان باشد که با نتایج Olvera-Novoa و همکاران (۲۰۰۲)، قادری رمازی و همکاران (۱۳۹۱) و جلیلی و همکاران (۱۳۹۲) در جایگزینی منابع گیاهی به جای آرد ماهی در جیره ماهیان مطابقت دارد.

ترکیب شیمیایی بدن آبزیان به عوامل مختلفی شامل گونه، دمای آب، ژنتیک، وزن و فاز رشدی، نوع غذا، ترکیب جیره و نحوه غذادهی بستگی دارد(Dumas *et al.*, 2007). از نظر رطوبت لاشه اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود، به گونه‌ای که تیمار ۱۰۰ درصد بیشترین و تیمار ۵۰ درصد کمترین میزان رطوبت را دارا بودند. . از نظر سطح پروتئین لاشه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود داشت. در مجموع در گروه‌های آزمایشی مختلف افزایش سطح پروتئین لاشه نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. افزایش میزان پروتئین لاشه در اولین سطح جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره توسط Nogales Mérida و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شد، گرچه با افزایش میزان جایگزینی کنجاله آفتابگردان به سطح اولیه بازگشت. در مقابل Olvera-Novoa و همکاران (۲۰۰۲) کاهش سطح پروتئین لاشه را در اثر افزایش سطح جایگزینی کنجاله آفتابگردان مشاهده نمودند. نتیجه برخی مطالعات نیز حاکی از عدم ایجاد تفاوت معنی‌دار در سطح پروتئین لاشه در اثر جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره بوده است(Gill *et al.*, 2006; Sánchez Lozano *et*.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

al., 2007). افزایش قابل ملاحظه ابقای پروتئین در تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد را می‌توان ناشی از همراهی هر دو منبع پروتئین گیاهی و آرد ماهی و اثر مکمل آمینواسیدهای ضروری موجود در هر یک از این منابع دانست که از مصرف پروتئین برای تامین انرژی جلوگیری نموده است. همچنین کاهش ابقای پروتئین در بالاترین سطح جایگزینی نسبت به تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد نشان‌دهنده کاهش قابلیت هضم غذا به علت افزایش سطح کربوهیدرات‌های غیر قابل هضم نظیر فیبر در جیره است که موجب می‌گردد مدت ماندگاری غذا در دستگاه گوارش کاهش یافته و در نتیجه بخشی از پروتئین بدون جذب دفع شود (Hardy, 2010) که به صورت کاهش سطح پروتئین لاشه در تیمار ۱۰۰ درصد مشاهده گردید.

میزان چربی لاشه همزمان با افزایش سطح جایگزینی کنجاله آفتابگردان کاهش معنی‌داری را نشان داد، به گونه‌ای که تیمار ۱۰۰ درصد دارای کمترین سطح چربی لاشه بود. در مقابل این نتایج، برخی از پژوهش‌های پیشین در زمینه جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره ماهیان، تفاوت معنی‌داری را در میزان چربی لاشه نشان ندادند (Gill *et al*., 2006; Sánchez Lozano *et al*., 2007; Nogales Mérida *et al*., 2011). در مطالعه Olvera-Novoa و همکاران (۲۰۰۲) در جایگزینی کنجاله آفتابگردان به جای آرد ماهی در جیره ماهی تیلاپیا، جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره تا سطح ۲۰ درصد منجر به کاهش چربی لاشه شد، اما در سطوح بالاتر جایگزینی افزایش مجدد چربی لاشه رویت گردید. عنوان گردیده است که در بدن ماهیان رابطه معکوسی بین میزان چربی و رطوبت وجود دارد (Vargas *et al*., 2008). در تحقیق حاضر نیز کمترین میزان چربی مربوط به تیمار دارای بیشترین میزان رطوبت (تیمار ۱۰۰ درصد) بود. از نظر درصد خاکستر تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت که با نتایج پژوهش‌های Gill و همکاران (۲۰۰۶)، Sánchez Lozano و همکاران (۲۰۰۷) و Nogales Mérida و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. در مقابل Olvera-Novoa و همکاران (۲۰۰۲) همزمان با افزایش سطح جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره ماهی تیلاپیا، کاهش معنی‌دار سطح خاکستر لاشه را مشاهده نمودند.

به طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد، جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان تا سطح ۷۵ درصد تاثیر منفی بر نرخ رشد و وزن ماهیان نسبت به تیمار شاهد ایجاد ننمود. شاخص‌های کارایی تغذیه شامل ضریب تبدیل غذا، نرخ کارایی پروتئین و نرخ کارایی چربی نیز در تیمار ۷۵ درصد تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان ندادند. همچنین در بررسی ترکیبات تقریبی لاشه، افزایش معنی-داری در میزان ابقای پروتئین در تیمار ۷۵ درصد نسبت به گروه شاهد وجود داشت. با توجه به این نتایج و با در نظر گرفتن کاهش قابل توجه هزینه غذا در تیمار ۷۵ درصد نسبت به تیمار شاهد، مشخص گردید که جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان در جیره کپور معمولی انگشت‌قد تا این سطح امکان‌پذیر است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از ریاست محترم، مدیر محترم گروه شیلات و کارکنان و کارشناسان آزمایشگاه‌های دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، بابت مساعدت در انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

جلیلی، ر.، آق، ن.، نوری، ف. و ایمانی، ا.، ۱۳۹۲. آثار جایگزینی پودر و روغن ماهی با منابع گیاهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۶: ۱۳۱-۱۱۹.

قادری رمازی، ف.، جهانبخشی، ع. و سوداگر، م.، ۱۳۹۱. تغییرات بیوشیمیایی و خونشناسی ماهی کپور معمولی(*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با گلوتن ذرت. نشریه علوم و فنون شیلات، ۱: ۶۲-۵۳.

قیاسی، س. و فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۴. تغییرات رشد، میزان مصرف غذا و کورتیزول پلاسما در بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پس از تزریق کورتیزول. مجله علمی شیلات ایران، ۲۴: ۱۳-۱.

AOAC, 2005. Official methods of analysis of the association of analytical chemists (18th

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

ed). AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

Drew, M.D., Ogunkoya, A.E., Janz, D.M. and Van Kessel, A.G., 2007. Dietary influence of replacing fish meal and oil with canola protein concentrate and vegetable oils on growth performance, fatty acid composition and organochlorine residues in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 267: 260-268. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.01.002.

Dumas, A., De Lange, C.F., France, J. and Bureau, D.P., 2007. Quantitative description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 273: 165-181. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.09.026.

FAO, 2014. Fishery and aquaculture statistics yearbook. FAO Publications, Rome, Italy. 103 p.

FAO. 2016. http://faostat3.fao.org. Cited 2 August, 2016.

Fournier, V., Gouillou-Coustans, M.F., Metailler, R., Vachot, C., Guedes, M.J., Tulli, F. and Kaushik, S.J., 2002. Protein and arginine requirements for maintenance and nitrogen gain in four teleosts. British Journal of Nutrition, 87: 459-469. DOI: 10.1079/BJNBJN2002564.

Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealy, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R. and Wurtele, E., 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aqua feeds: a review. Aquaculture Research, 38: 551-579. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x.

Gill, N., Higgs, D.A., Skura, B.J., Rowshandeli, M., Dosanjh, B.S., Mann, J. and Gannam, A.L., 2006. Nutritive value of partially dehulled and extruded sunflower meal for post-smolt Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in sea water. Aquaculture Research, 37: 1348-1359. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2006.01567.x.

Hardy, R.W., 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. Aquaculture Research, 41: 770-776. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x.

Huntingford, F., Jobling, M. and Kadri, S., 2011. Aquaculture and behavior. John Wiley and Sons, Chichester, UK, USA. 358 p.

Li, P., Yin, Y.L., Li, D., Kim, S.W. and Wu, G., 2007. Amino acids and immune function. British Journal of Nutrition, 98: 237-252. DOI: 10.1017/S000711450769936.

Lin, S., Mai, K., Tan, B. and Liu, W., 2010. Effects of four vegetable protein supplementation on growth, digestive enzyme activities, and Liver functions of juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*). Journal of the World Aquaculture Society, 41: 583-593. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2010.00398.x.

Ljubojević, D., Ćirković, M., Novakov, N., Puvača, N., Aleksić, N., Lujić, J. and Jovanović, R., 2014. Comparison of meat

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

quality of tench (*Tinca tinca*) reared in extensive and semi-intensive culture systems. Journal of Applied Ichthyology, 30: 50-57. DOI: 10.1111/jai.12425.

Ljubojević, D., Radosavljević, V., Puvača, N., Živkov Baloš, M., Đorpević, V., Jovanović, R. and Ćirković, M., 2015. Interactive effects of dietary protein level and oil source on proximate composition and fatty acid composition in common carp (*Cyprinus carpio* L.). Journal of Food Composition and Analysis, 37: 44-50. DOI: 10.1016/j.jfca.2014.09.005.

Nguyen, V.M., Rønnestad, I., Buttle, L., Van Lai, H. and Espe, M., 2014. Evaluation of a high plant protein test diet for juvenile Cobia (*Rachycentron canadum*) in comparison to commercial diets. Journal of Agricultural and Crop Research, 2: 117-125.

New, M.B., 1987. Feed and feeding of fish and shrimp, a manual on the preparation and presentation of compound feeds for shrimp and fish in aquaculture. FAO Publications, Rome, Italy. 275p.

Nogales Mérida, S., Jover Cerdá, M., Martínez Llorens, S. and Tomás Vidal, A., 2011. Study of partial replacement of fish meal with sunflower meal on growth, amino acid retention, and body composition of sharp snout sea bream, *Diplodus puntazzo* (Actinopterygii: Perciformes: Sparidae). Acta Ichthyologica et Piscatoria, 41: 47-54. DOI: 10.3750/AIP2011.41.1.07.

Olvera-Novoa, M.A., Olivera-Castillo, L. and Martınez-Palacios, C.A., 2002. Sunflower seed meal as a protein source in diets for *Tilapia rendalli* (Bounlanger, 1896) fingerlings. Aquaculture Research, 33: 223-229. DOI: 10.1046/j.1365-2109.2002.00666.x.

Rehman, T., Asad, F., Aziz Qureshi, N. and Iqbal, S., 2013. Effect of plant feed ingredients (soybean and sunflower meal) on the growth and body composition of *Labeo rohita.* American Journal of Life Sciences, 1: 125-129.

Rocha, E., Monteiro, R.A. and Pereira, C.A., 1994. The liver of the brown trout (*Salmo trutta fario*): a light and electron microscope study. Journal of Anatomy, 185: 241-249.

Sánchez Lozano, N.B., Tomás Vidal, A, Martínez-Llorens, S., Nogales Mérida, S., Espert Blanco, J., Moñino López, A., Pla Torres M. and Jover Cerdá, M., 2007. Growth and economic profit of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed sunflower meal. Aquaculture, 272: 528-534.
DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.07.221.

Santigosa, E., Sánchez Lozano, J., Médale, F., Kaushik, S., Pérez-Sánchez Lozano, J. and Gallardo, M.A., 2008. Modifications of digestive enzymes in trout (*Oncorhynchus mykiss*) and sea bream (*Sparus aurata*) in response to dietary fish meal replacement by plant protein sources. Aquaculture, 282: 68-74. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.06.007.

Schofield, P., Mbugua, D.M. and Pell, A.N., 2001. Analysis of condensed tannins: a

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

review. Animal Feed Science and Technology, 91: 21-40.
DOI: 10.1016/S0377-8401(01)00228-0

Tacon, A.G.J., 1997. Fishmeal replacers: review of anti-nutrients within oilseeds and pulses-a limiting factor for the aqua feed green revolution? CIHEAM-Options Mediterraneennes, 22: 153-182.

Takeuchi, T., Satoh, S. and Kiron, V., 2002. Common carp, *Cyprinus carpio*. In: Webster, C.D. and Lim, C., (ed) Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI International Publishing, New York, USA. pp: 245-261.

Torstensen, B.E., Espe, M., Sanden, M., Stubhaug, I., Waagbø, R., Hemre, G.I. and Berntssen, M.H.G., 2008. Novel production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) protein based on combined replacement of fish meal and fish oil with plant meal and vegetable oil blends. Aquaculture, 285: 193-200.
DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.08.02.

Vargas, R.J., Guimarães de Souza, S.M., Kessler, A.M. and Baggio, S.R., 2008. Replacement of fish oil with vegetable oils in diets for jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard 1824): effects on performance and whole body fatty acid composition. Aquaculture Research, 39: 657-665.
DOI: 10.1111/j.1365-2109.2008.01946.x.

World Bank, 2013. Fish to 2030: prospects for fisheries and aquaculture. Report number 83177-GLB, Agriculture and Environmental Services (AES), Washington D.C., USA. 100 p.

Yang, L., Yu Hong, Y., Yuyu, W., Lei, W. and Rui Xia, W., 2010. Effects of different replacement ratio of fish meal by extruded soybean meal on growth, body composition and hematology indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Chinese Journal of Animal Nutrition, 22: 221-227.

Zhou, Q.C., Mai, K.S., Tan, B.P. and Liu, Y.J., 2005. Partial replacement of fish meal by soybean meal in diets for juvenile Cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture Nutrition, 11: 175-182.
DOI: 10.1111/j.1365-2095.2005.00335.x.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

Effect of fish meal replacement with sunflower meal on growth indices and body composition of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings

Javid Rahmdel K.[1]; Allaf Noveirian H.[1*]; Falahatkar B.[1]; Babakhani Lashkan A.[1]

[*] navi@guilan.ac.ir

1-Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.14.3]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113481]

Abstract

The present study was conducted to determine the effect of fish meal replacement with sunflower meal on growth performance, feed efficiency and body proximate composition of common carp fingerlings. Five experimental diets with replacement levels of 0, 25, 50, 75 and 100% of fish meal with sunflower meal were formulated with equal protein, fat and energy contents. Fish meal proportion of control diet was 28%. Fish with average weight of 3.03 ± 0.36 g were distributed in 15 fiberglass tanks. After 10 weeks of feeding by experimental diets, growth performance and feed efficiency were evaluated and 6 fish per tank were taken for body composition analysis. According to the results, highest final weight was derived in 25% treatment ($p<0.05$), although differences in 50 and 75% were not significant compared to control ($p>0.05$), but in 100% treatment significant decline in growth and feed efficiency was observed ($p<0.05$). Also, there was significant difference in body composition including moisture, protein and fat ($p<0.05$), but ash content showed no significant difference ($p>0.05$) among treatments. Results of this study showed, it is possible to replace fish meal with sunflower meal up to 75% in common carp fingerlings diet without negative impacts on growth performance, feed efficiency and body composition.

Keywords: Substitution, Plant ingredients, Protein utilization, Cyprinids

*Corresponding author