CC BY

مقاله علمی -پژوهشی:

اثر میوه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) اکسترود شده بر عملکرد رشد و ترکیبات لاشه کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

خدیجه موسوی[۱]، حجت اله علمداری*[۱]

*alamdari@bkatu.ac.ir; alamdari671@yahoo.com

۱- گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۴۰۱

چکیده

در این تحقیق، تاثیر مصرف آرد میوه بلوط اکسترود شده بر عملکرد رشد و ترکیبات لاشه کپور معمولی مطالعه شد. چهار نوع جیره حاوی: ۱) ۱۷ درصد آرد گندم اکسترود شده، ۲) ۵ درصد آرد گندم اکسترود نشده و ۱۲ درصد آرد گندم اکسترود شده، ۳) ۵ درصد آرد بلوط اکسترود نشده و ۱۲ درصد آرد گندم اکسترود شده و ۵ درصد آرد بلوط اکسترود شده و ۴) ۱۲ درصد آرد گندم اکسترود شده، در قالب طرح کاملاً تصادفی ارزیابی شد. پرورش در مخازن گرد ۲۵۰ لیتری، با تراکم ۱۵ قطعه ماهی با میانگین وزنی ۵/۴ گرم و با ۳ تکرار آغاز شد. بعد از ۴ هفته، تفاوت معنی‌داری در وزن و طول کل ماهی‌ها مشاهده نشد، اما پس از ۸ هفته بالاترین وزن و طول کل در صورت تغذیه از جیره ۴ مشاهده گردید. اکسترود کردن آرد بلوط اثر مثبت معنی‌دار بر وزن و طول کل داشت اما اکسترود کردن آرد گندم چنین اثری نداشت. جیره اثر معنی‌داری بر ضریب چاقی، نرخ رشد ویژه، میزان بلع غذا، ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازدهی پروتئین، نرخ بازدهی چربی، ذخیره پروتئین، میزان رطوبت لاشه و نرخ زنده‌مانی نداشت. اکسترود کردن آرد گندم و آرد بلوط اثر مثبت معنی‌دار بر ذخیره چربی داشت و این اثر در صورت مصرف آرد بلوط بیشتر بود. میزان پروتئین و خاکستر لاشه در اثر تغذیه از آرد بلوط اکسترود نشده به طور معنی‌دار کاهش یافت. تغذیه از آرد گندم یا آرد بلوط اکسترود نشده سبب کاهش معنی‌دار درصد چربی لاشه گردید و این کاهش با مصرف آرد بلوط اکسترود نشده، شدیدتر بود. در مجموع، می‌توان پس از کندن پوسته میوه بلوط، از آرد آن به جای آرد گندم در سطح ۵ درصد جیره اکسترود شده کپور معمولی استفاده نمود.

لغات کلیدی: عملکرد رشد، ترکیب لاشه، اکستروژن، میوه بلوط ایرانی، کپور معمولی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

مقدمه

مساحت زیادی از ایران پوشیده از درختان بلوط است (طالبیان نیک و علمداری، ۱۳۹۹). غلات، حبوبات و مغز دانه‌ها حاوی مقادیر متنابهی مواد مغذی است. قابلیت دسترسی زیستی به این مواد به‌خصوص زمانی‌که به فرم عمل‌آوری نشده یا خام مصرف شوند، نسبتاً پائین است. یکی از عوامل اصلی که سبب ارزش غذایی پائین‌تر دانه‌های گیاهی است، حضور عوامل ضد تغذیه‌ای طبیعی نظیر تانن‌هاست که سبب کاهش دسترسی زیستی به مواد معدنی می‌شوند (Nikmaram *et al.*, 2017).

تانن‌ها، ترکیباتی پلی‌فنولی و محلول در آب هستند که به طور گسترده در بافت‌های آوندی برگ، جوانه، دانه، ریشه و ساقه گیاهان حضور دارند (Serrano *et al.*, 2009). تانن‌ها عامل مزه تلخ بلوط هستند و در غلظت‌های بالاتر ویژگی‌های ضد تغذیه‌ای دارند. بلع مقدار زیاد تانن ممکن است سبب آسیب رساندن به بافت‌های اپیتلیوم روده، کبد و کلیه گردد (Luczaj *et al.*, 2014). اثر منفی تانن بر هضم پروتئین‌ها در ماهی به‌اثبات رسیده است (محسنی و ملک پور، ۱۳۹۷). به‌هرحال، آرد بلوط به دلیل داشتن محتوای نشاسته‌ای بالا، به عنوان جایگزینی برای آرد غلات در تولید غذا مورد توجه است (Szablowska and Tanska, 2020).

از طریق روش‌های مختلف عمل‌آوری شامل حرارت‌دهی، کاربرد آنزیم‌ها، خیساندن، جوانه‌زدن، تخمیر، قراردادن در معرض اشعه، روش‌های مکانیکی نظیر پوسته‌زدایی و آسیاب کردن یا حتی عمل‌آوری تحت فشار زیاد، حرارت‌دهی با امواج میکروویو و اکسترود کردن، می‌توان عوامل ضد تغذیه‌ای را کاهش داد (Nikmaram *et al.*, 2017). فرآیند اکستروژن(ترکیبی از تیمار کردن مکانیکی و حرارتی)، روشی سریع در تغییر ماهیت فیزیکی، شیمیایی و غذایی در مواد مغذی است و با کاربرد این تکنیک، فرصت عالی برای تولید غذاهای بر پایه بذر گیاهی و سرشار از مواد مغذی برای مصارف انسانی و جانوری ایجاد می‌گردد. عمل‌آوری غذا به روش اکستروژن یک تکنولوژی کاملاً اتوماتیک است که سبب استفاده موثرتر از انرژی در حین پخت و کنترل بهتر فرآیند می‌گردد (Alonso *et al.*, 2000). کاهش کیفیت غذایی به عنوان یک مشکل در عمل‌آوری سنتی در زمان استفاده از دماهای بالاست. از این لحاظ فرآیند اکستروژن مطلوب‌تر است، زیرا سبب ابقاء بیشتر مواد مغذی می‌گردد. این مساله به دلیل استفاده از دمای بالا اما در زمان کوتاه در این تکنولوژی است (Singh *et al.*, 2007). علاوه‌براین، در فرآیند اکستروژن، ماده خام در مدت کوتاه در معرض برش شدید مکانیکی قرار می‌گیرد و این مساله منجر به شکستن پیوندهای کووالانسی در بیوپلیمرها و تشدید تخریب ساختاری آنها به منظور ایجاد بافت جدید در فرآورده نهایی می‌شود (Carvalho and Mitchell, 2000). کاربرد فرآیند اکستروژن دارای چندین اثر مفید از جمله ژلاتینه شدن نشاسته و کاهش عوامل ضد تغذیه‌ای است (Singh *et al.*, 2007). در مجموع، به مطالعات بیشتری در شرایط داخل و خارج از بدن موجود زنده جهت ارزیابی کارایی فرآیند اکستروژن در بهبود کیفیت غذایی خوراک‌های مورد استفاده جانوران و انسان نیاز است (Nikmaram *et al.*, 2017).

کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های ماهیان پرورشی در ایران و جهان است. این گونه به دلیل همه‌چیزخوار بودن و توانایی فیزیولوژیک، قادر به تحمل گنجاندن مقادیر بیشتری از مواد اولیه با منشاء گیاهی در جیره غذایی است (Anwar *et al.*, 2020). امروزه ساخت خوراک آبزیان با استفاده از فرآیند اکستروژن انجام می‌شود. در مطالعه طالبیان نیک و علمداری (۱۳۹۹) بر کپور معمولی، پیشنهاد گردید که اثر آرد میوه بلوط به میزان کمتر از ۱۰درصد جیره مورد بررسی قرار گیرد. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر فرآیند اکستروژن بر کاهش میزان تانن در آرد بلوط و قابلیت استفاده از آن درسطح ۵ درصد جیره به منظور افزایش ایمنی غذایی است.

مواد و روش کار

ساخت غذا

میوه بلوط از دهستان توت نده (استان کهگیلویه و بویر احمد)، تهیه شد. پس از حذف دستی پیاله و حذف پوسته خارجی بلوط با چاقو، میوه به‌دست آمده به مدت حدود یک هفته و در معرض باد پنکه در دمای اتاق خشک گردید. پوسته داخلی میوه به صورت دستی حذف شد. مغز میوه بلوط، آسیاب گردیده و با الک ۲۵۰ میکرون غربال شد. آرد

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

گندم از بازار خریداری گردید. خمیر آرد بلوط با افزودن ۱۰ درصد آب معمولی و خمیر آرد گندم با افزودن ۲۰ درصد آب معمولی تهیه شد. هر کدام از خمیرها به صورت جداگانه در دستگاه اکسترودر با قطر حدیده ۳ میلی‌متر، نرخ خوراک دهی برابر با ۱۶۰-۱۵۰ گرم در دقیقه، سرعت چرخش ۲۰۰ دور در دقیقه و تحت دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. رشته‌های اکسترود شده به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق برابر با ۳۵ درجه سانتی گراد خشک، آسیاب و با الک ۲۵۰ میکرون غربال شدند. انرژی خام مواد اولیه و جیره‌های غذایی براساس میزان پروتئین خام، چربی خام و کربوهیدرات محاسبه گردید (NRC, 2011). بعد از تهیه مواد اولیه غذایی و آنالیز شیمیایی اجزاء پر مقدار از لحاظ میزان پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت، چهار نوع جیره غذایی با میزان پروتئین و انرژی یکسان به کمک نرم‌افزار UFFDA طراحی شد (جدول ۱). پس از مخلوط کردن مواد اولیه غذایی و تهیه خمیر، جیره‌های نهایی با استفاده از چرخ گوشت ساخته شد. غذاهای ساخته شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس خرد گردید. از غذاهای با اندازه ۱/۷-۱ میلی‌متر استفاده شد.

جدول۱: فرمول جیره‌های غذایی (درصد از ماده خشک)
Table 1: Formulation of diets (%DM)

اقلام غذایی	جیره ۱(درصد)	جیره ۲(درصد)	جیره ۳(درصد)	جیره ۴(درصد)
آرد بلوط اکسترود نشده	۰/۰۰	۰/۰۰	۵/۰۰	۰/۰۰
آرد بلوط اکسترود شده	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۵/۰۰
آرد گندم اکسترود نشده	۰/۰۰	۵/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
آرد گندم اکسترود شده	۱۷/۰۰	۱۲/۰۰	۱۲/۰۰	۱۲/۰۰
آرد سویا	۳۴/۵۵	۳۴/۵۴	۳۴/۴۱	۳۴/۳۷
پودر ماهی	۲۴/۶۳	۲۴/۶۳	۲۵/۲۶	۲۵/۳۱
روغن کلزا	۶/۷۸	۶/۷۸	۶/۲۸	۶/۲۸
اقلام ثابت*	۱۷/۰۵	۱۷/۰۵	۱۷/۰۵	۱۷/۰۵
مجموع	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰

*اقلام ثابت: سلولز ۱۵ درصد، دی کلسیم فسفات ۱ درصد، متیونین ۰/۴ درصد، مکمل معدنی تجاری ۰/۲۵ درصد، مکمل ویتامینی تجاری ۰/۲۵ درصد، کولین ۰/۱۵ درصد.

پرورش ماهی

پرورش در سالن با ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی در مخازن گرد پلاستیکی ۳۰۰ لیتری با حجم مفید ۲۵۰ لیتر به مدت ۸ هفته انجام شد. ۴ جیره غذایی، هر جیره با ۳ مخزن و هر مخزن با ۱۵ عدد ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۵/۴ گرم به طور تصادفی در نظر گرفته شد. سازگاری به‌مدت ۱۰ روز و با مصرف غذای تجاری کپور انجام شد. ماهیان روزانه در ساعات ۷ ، ۱۲ و ۱۷ تا حد سیری تغذیه شدند. ۲۰ دقیقه پس از هر بار غذادهی، اقدام به سیفون و جمع‌آوری غذای خورده نشده گردید. تعویض آب به میزان حدود ۸۰ درصد و هر ۳-۲ روز یک‌بار انجام شد. قبل از هر بار تعویض آب، مقادیر pH، دما و اکسیژن محلول در کلیه مخازن اندازه‌گیری شد. این مقادیر در مخازن مختلف تقریباً برابر بود به‌طوری‌که طی دوره پرورش میزان pH آب در دامنه ۸/۰۱-۷/۵۵، دمای آب ۲۵/۲-۲۲ درجه سانتی‌گراد و اکسیژن محلول در آب ۹/۷-۶/۱ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید.

نمونه‌برداری و روش‌های تجزیه‌وتحلیل

وزن تمام ماهی‌ها در ابتدای دوره و بعد از ۴ و ۸ هفته و طول کل آنها بعد از ۴ و ۸ هفته پرورش اندازه‌گیری شد. شاخص‌های نرخ رشد ویژه (SGR) و بلع غذا (FI) (Omnes *et al.*, 2017)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) (Watanabe *et al.*, 2017)، ضریب چاقی (CF) نرخ بازدهی پروتئین

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

(PER) و نرخ بازدهی چربی (LER) (Torrecillas *et al.*, 2021)، ذخیره پروتئین (PR)، ذخیره چربی (LR) و نرخ زنده‌مانی (SR) (Mazurkiewicz, 2009) و براساس روابط ذیل محاسبه گردید:

نرخ رشد ویژه (RGS، درصد در روز) = [(وزن نهایی ماهیnL – وزن اولیه ماهیnL) / (دوره پرورش (روز)] ×۱۰۰

ضریب چاقی (FC) = [وزن ماهی (گرم) / مکعب طول کل ماهی بر حسب سانتی متر] ×۱۰۰

بلع غذا (IF، گرم در کیلوگرم در روز) = (گرم در کیلوگرم وزن بدن ماهیان / میزان غذای مصرف شده / میانگین وزن بدن ماهیان = (وزن نهایی+ وزن اولیه) / ۲

ضریب تبدیل غذایی (FRC) = وزن خشک غذای مصرفی / افزایش وزن تر ماهیان

نرخ بازدهی پروتئین (REP) = افزایش وزن تر ماهیان / وزن پروتئین مصرف شده

نرخ بازدهی چربی (LER) = افزایش وزن تر ماهیان / وزن چربی مصرف شده

ذخیره پروتئین (RP، درصد) = [(پروتئین نهایی لاشه – پروتئین اولیه لاشه) / پروتئین مصرف شده] ×۱۰۰

ذخیره چربی (RL، درصد) = [(چربی نهایی لاشه – چربی اولیه لاشه) / چربی مصرفی] ×۱۰۰

نرخ زنده مانی (RS، درصد) = (تعداد ماهیان در پایان دوره / تعداد اولیه ماهیان) ×۱۰۰

در شروع دوره پرورش ۳۲ عدد ماهی از جمعیت اولیه و در پایان دوره پرورش ۴ عدد ماهی از هر مخزن در زمان ۲۴ ساعت پس از قطع غذادهی به منظور تخلیه لوله گوارش، به صورت تصادفی صید و با ضربه به سر کشته شدند. آنالیز تقریبی لاشه، مواد اولیه غذایی و جیره‌های غذایی ساخته شده از طریق روش‌های استاندارد AOAC (۲۰۰۰) تعیین شد. میزان رطوبت لاشه هر گروه از ماهیان صید شده در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تعیین گردید. میزان رطوبت مواد اولیه غذایی و جیره‌های غذایی ساخته شده در آون در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت تعیین شد. پروتئین خام به روش کلدال و از حاصل ضرب میزان نیتروژن در عدد ۶/۲۵ به‌دست آمد. چربی خام با عصاره‌گیری به روش سوکسله و با کاربرد پترولیوم اتر، تعیین شد. خاکستر با قرار دادن نمونه‌ها در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در دو دوره ۳ ساعته تعیین گردید (Thiex and Novotny, 2012). کل ترکیبات فنولی، ترکیبات فنولی غیر تاننی و تانن‌های متراکم به روش فولین‌سیوکالتئو تعیین شد (Makkar, 2003). به طور خلاصه، عصاره‌گیری از آرد بلوط با افزودن استون آبی ۷۰ درصد به نمونه، قراردادن آن در حمام آبی اولتراسونیک به مدت ۲۰ دقیقه (دو زمان ۱۰ دقیقه‌ای با فاصله ۵ دقیقه) در دمای اتاق، خنک کردن عصاره در یخچال به مدت ۱۵ دقیقه و سانتریفوژ آن به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه انجام شد. اندازه‌گیری کل ترکیبات فنولی و ترکیبات فنولی غیر تاننی در طول موج ۷۲۵ نانومتر و اندازه‌گیری تانن‌های متراکم در طول موج ۵۵۰ نانومتر انجام شد.

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

در طرح کاملاً تصادفی کلیه محاسبات با استفاده از نرم افزار SPSS نگارش ۱۶ و Excel نسخه ۲۰۱۳ انجام شد. کنترل نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، کنترل همگنی واریانس‌ها با آزمون لون، مقایسه متغیرهای مورد مطالعه با آزمون تجزیه واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

تجزیه بیوشیمیایی مواد اولیه و جیره‌های غذایی ساخته شده

نتایج ترکیبات بیوشیمیایی مواد اولیه جیره‌های غذایی در جدول ۲ ارائه گردیده است که یکسان بودن تقریبی جیره‌ها از لحاظ میزان پروتئین و انرژی خام را تایید می‌کند. با توجه به جدول ۳، میزان ترکیبات فنولی در آرد بلوط در اثر اکسترود کردن کاهش یافت. کربوهیدرات بر اساس مقادیر میانگین پروتئین خام، چربی خام و خاکستر اقلام غذایی و

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

جیره‌های غذایی محاسبه گردید. انرژی خام بر اساس ضرایب ۱۷/۲، ۲۳/۶ و ۳۹/۵ کیلو ژول در گرم به‌ترتیب برای کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها محاسبه شد.

جدول ۲: ترکیب بیوشیمیایی اقلام و جیره‌های غذایی براساس ماده خشک (انحراف استاندارد±میانگین)
Table 2: Proximate composition of ingredients and diets as DM basis (mean ± SD, n=3)

	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	خاکستر (درصد)	کربوهیدرات (درصد)	انرژی خام (کیلو ژول در گرم)
اقلام غذایی					
آرد بلوط اکسترود نشده	۴/۷۶±۰/۰۴	۹/۹۸±۰/۱۰	۱/۹۲±۰/۰۱	۸۳/۳۴	۱۹/۴۰
آرد بلوط اکسترود شده	۴/۵۵±۰/۰۵	۶/۴۸±۰/۱۶	۱/۹۶±۰/۰۱	۸۷/۰۱	۱۸/۶۰
آرد گندم اکسترود نشده	۱۲/۶۲±۰/۰۹	۱/۵۰±۰/۰۶	۰/۸۷±۰/۰۱	۸۵/۰۱	۱۸/۱۹
آرد گندم اکسترود شده	۱۲/۵۹±۰/۰۸	۰/۳۷±۰/۰۸	۰/۸۵±۰/۰۱	۸۶/۱۹	۱۷/۹۴
آرد سویا	۵۱/۳۰±۰/۶۵	۱/۱۰±۰/۰۹	۶/۷۰±۰/۰۷	۴۰/۹۰	۱۹/۶۰
پودر ماهی	۷۲/۷۰±۰/۸۰	۱۰/۴۰±۰/۰۶	۹/۴±۰/۰۱	۷/۵۰	۲۲/۵۰
جیره غذایی					
۱	۴۲/۲۸±۰/۲۷	۸/۱۳±۰/۲۹	۱۱/۳۰±۰/۰۷	۳۸/۲۹	۱۹/۷۷
۲	۴۱/۱۵±۰/۲۲	۸/۷۰±۰/۳۰	۱۱/۱۴±۰/۰۹	۳۹/۰۱	۱۹/۸۶
۳	۴۱/۶۰±۰/۰۴	۸/۹۳±۰/۲۴	۱۱/۲۱±۰/۰۹	۳۸/۲۶	۱۹/۹۲
۴	۴۰/۲۰±۰/۱۶	۸/۸۸±۰/۱۸	۱۰/۹۱±۰/۰۷	۴۰/۰۱	۱۹/۸۸

جدول ۳: ترکیبات فنولی آرد بلوط (درصد) از ماده خشک (انحراف استاندارد± میانگین)
Table 3: Phenolic compounds in oak acorn, as g/100g of DM basis (mean ± SD, n=3)

آرد بلوط	کل ترکیبات فنولی (درصد)	ترکیبات فنولی غیر تانني (درصد)	تانن های متراکم (درصد)
اکسترود نشده	۱۴/۷۱±۰/۰۵	۰/۳۵±۰/۰۵	۶/۶۰±۰/۲۴
اکسترود شده	۱۲/۴۲±۰/۵۳	۰/۳۴±۰/۰۴	۵/۷۸±۰/۱۳

شاخص‌های رشد و مصرف غذا

با توجه به جدول ۴، بعد از ۴ هفته پرورش، تفاوت معنی‌داری در وزن و طول کل ماهی‌ها مشاهده نشد، اما پس از ۸ هفته بالاترین وزن و طول کل در ماهی‌های تیمار ۴ (تغذیه شده با جیره حاوی آرد بلوط اکسترود شده) مشاهده گردید و اگرچه تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۱ و ۲ (تغذیه شده با جیره‌های فاقد آرد بلوط) نداشت، اما به‌طور معنی‌دار بیشتر از وزن و طول کل ماهی‌ها در تیمار ۳ (تغذیه شده با جیره حاوی آرد بلوط اکسترود نشده) بود. به عبارت دیگر، اکسترود کردن آرد بلوط اثر مثبت معنی‌دار بر وزن و طول کل ماهی‌ها داشت، اما اکسترود کردن آرد گندم چنین اثری بر ماهی‌ها نداشت. پس از ۸ هفته پرورش، طول کل ماهی‌های تیمار ۳ (تغذیه شده با جیره حاوی آرد بلوط اکسترود نشده) به طور معنی‌دار از طول کل ماهی‌ها در سایر تیمارها کمتر بود. نرخ زنده‌مانی به طور معنی‌دار تحت تاثیر جیره غذایی قرار نگرفت.

مطابق با جدول ۵، تغذیه با جیره‌های غذایی مختلف اثر معنی‌داری بر ضریب چاقی، نرخ رشد ویژه، میزان بلع غذا،

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازدهی پروتئین، نرخ بازدهی چربی و ذخیره پروتئین در ماهی‌ها نداشت (P>۰/۰۵). اثر تیمار غذایی بر میزان ذخیره چربی در بدن معنی‌دار بود به‌طوری‌که بیشترین میزان ذخیره چربی در تیمار ۱ (تیمار تغذیه شده با جیره فاقد آرد گندم اکسترود نشده و آرد بلوط) و کمترین مقدار آن در تیمار ۳ (تیمار تغذیه شده با جیره حاوی آرد بلوط اکسترود نشده)، مشاهده گردید. اکسترود کردن آرد گندم و آرد بلوط اثر مثبت معنی‌دار بر ذخیره چربی در بدن داشت. البته این اثر درصورت مصرف آرد بلوط به‌مراتب بیشتر بود (اختلاف ۲۱/۵۴ درصد ذخیره چربی در بدن در صورت اکسترود کردن آرد بلوط در مقایسه با اختلاف ۷/۵۶ درصد ذخیره چربی در بدن در صورت اکسترود کردن آرد گندم).

جدول ۴: شاخص‌های زیست سنجی و نرخ زنده‌مانی در تیمارهای مختلف (انحراف استاندارد±میانگین)
Table 4: Biometrical parameters and survival rate in different treatments (mean ± SD)

جیره	وزن اولیه (گرم)	وزن ۴ هفتگی (گرم)	وزن ۸ هفتگی (گرم)	طول کل ۴ هفتگی (سانتی‌متر)	طول کل ۸ هفتگی (سانتی‌متر)	نرخ زنده مانی (درصد)
۱	۵/۴۲±۰/۰۷	۱۰/۹۹±۰/۲۵	۲۲/۳۹±۰/۸۱[ab]	۸/۵۸±۰/۰۷	۱۰/۹۱±۰/۱۴[b]	۹۷/۷۸±۲/۲۲
۲	۵/۴۳±۰/۰۷	۱۰/۴۹±۰/۳۰	۲۲/۱۲±۱/۱۳[ab]	۸/۵۲±۰/۰۸	۱۰/۹۲±۰/۱۹[b]	۸۸/۸۹±۱/۱۱
۳	۵/۴۱±۰/۰۷	۱۰/۶۲±۰/۳۱	۲۰/۱۶±۰/۹۴[a]	۸/۵۲±۰/۰۸	۱۰/۴۱±۰/۱۷[a]	۷۵/۵۶±۱/۵۵
۴	۵/۴۹±۰/۰۶	۱۱/۱۷±۰/۲۹	۲۳/۹۳±۰/۹۸[b]	۸/۷۵±۰/۰۷	۱۱/۱۳±۰/۱۶[b]	۹۱/۱۱±۲/۲۲

حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۶ برای وزن و P<۰/۰۳ برای طول کل)

جدول ۵: شاخص‌های عملکرد رشد و مصرف غذا در تیمارهای مختلف (انحراف استاندارد± میانگین)
Table 5: Growth performance and feed utilization indices in different treatments (mean ± SD, n=3)

شاخص	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳	جیره ۴
ضریب چاقی (درصد)	۱/۷۰±۰/۰۱	۱/۶۷±۰/۰۴	۱/۷۵±۰/۰۱	۱/۷۰±۰/۰۴
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۲/۵۳±۰/۰۹	۲/۴۸±۰/۱۲	۲/۲۹±۰/۱۲	۲/۶۵±۰/۰۳
بلع غذا (گرم به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن در روز)	۵۰/۲۳±۰/۵۸	۴۷/۱۶±۰/۸۶	۴۳/۸۲±۳/۲۲	۵۵/۱۶±۱/۰۵
ضریب تبدیل غذایی	۲/۳۶±۰/۰۷	۲/۳۹±۰/۲۲	۲/۶۶±۰/۳۵	۲/۵۳±۰/۰۷
نرخ بازدهی پروتئین	۱/۰۰±۰/۰۳	۱/۰۳±۰/۰۹	۰/۹۳±۰/۱۱	۰/۹۸±۰/۰۳
نرخ بازدهی چربی	۵/۲۲±۰/۱۶	۴/۸۸±۰/۴۱	۴/۳۵±۰/۵۱	۴/۴۵±۰/۱۳
ذخیره پروتئین (درصد)	۱۷/۶۵±۰/۴۵	۱۸/۸۴±۱/۲۱	۱۶/۱۷±۱/۳۳	۱۷/۵۴±۰/۴۹
ذخیره چربی (درصد)	۵۸/۴۰±۰/۹۹[c]	۵۰/۸۴±۱/۸۰[b]	۳۱/۵۲±۱/۰۸[a]	۵۳/۰۶±۱/۳۲[b]

حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

ارزیابی ترکیب لاشه

در جدول ۶، نتایج مربوط به آنالیز بیوشیمیایی لاشه ارائه شده است. میزان پروتئین خام و خاکستر لاشه در اثر تغذیه با آرد بلوط اکسترود نشده به طور معنی‌دار کاهش یافت. استفاده از آرد گندم یا آرد بلوط اکسترود نشده در جیره‌های غذایی (تیمارهای ۲ و ۳) سبب کاهش معنی‌دار درصد چربی خام لاشه گردید و این کاهش در حالتی که از آرد بلوط اکسترود نشده استفاده گردید، شدیدتر بود. لاشه ماهی در تیمارهای مختلف از لحاظ میزان رطوبت تفاوت معنی‌داری با هم نداشت.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

جدول ۶: ترکیب لاشه ماهی‌ها در تیمارهای مختلف بر حسب درصد (انحراف استاندارد± میانگین)
Table 6: Carcass composition of carps in different treatments as g/100g (mean ± SD, n=3)

جیره	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	خاکستر (درصد)	رطوبت (درصد)
۱	۱۶/۳۸±۰/۱۱^{b}	۹/۰۵±۰/۳۲^{c}	۵/۳۱±۰/۰۹^{b}	۷۲/۸۲±۰/۳۷
۲	۱۶/۷۳±۰/۱۲^{b}	۸/۲۵±۰/۱۸^{b}	۵/۳۲±۰/۰۵^{b}	۷۲/۲۱±۰/۰۴
۳	۱۵/۷۰±۰/۱۳^{a}	۵/۶۲±۰/۱۷^{a}	۲/۲۴±۰/۱۲^{a}	۷۱/۶۰±۰/۶۵
۴	۱۶/۶۲±۰/۰۷^{b}	۹/۶۹±۰/۱۴^{c}	۵/۱۴±۰/۰۷^{b}	۷۱/۱۲±۰/۲۹

حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

بحث

در تلاش برای کاهش مواد ضد تغذیه‌ای، عمل‌آوری دانه‌های گیاهی از طریق فرآیند اکستروژن در تحقیقات متعدد مورد مطالعه قرار گرفته و مفید بودن این فرآیند در کاهش میزان تانن کنجاله بذر کتان (Mukhopadyay *et al*., 2007)، مخلوط سویا- میوه درخت نان آفریقایی (*Treculia africana*)، ذرت (Nwabueze, 2007)، لوبیای قرمز (Marzo *et al*., 2011)، شاه بلوط (Obiang-Obounou and Ryu, 2013) و عدس (Rathod and Annapure, 2016) به اثبات رسیده است. در مطالعه حاضر نیز کاهش میزان ترکیبات فنولی در آرد بلوط ایرانی در اثر اکسترود کردن به‌اثبات رسید.

در تحقیق بر ماهی قزل‌آلا، تفاوتی در میزان رشد ماهی در صورت تغذیه از مقادیر مختلف عصاره پوسته داخلی میوه بلوط مشاهده نشد (Bohluli *et al*., 2016). در مطالعه جیره غذایی ماهی کپور معمولی که از آرد میوه بلوط به عنوان بخشی از منبع تامین انرژی استفاده گردید، وزن‌های نهایی بالاتر در صورت مصرف جیره‌های فاقد آرد بلوط در مقایسه با جیره‌های حاوی ۱۰ درصد آرد بلوط به‌دست آمد (طالبیان نیک و علمداری، ۱۳۹۹). در بررسی استفاده از مغز میوه بلوط در سطوح ۰، ۲، ۴ و ۶ درصد جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان، بیشترین میزان وزن و طول نهایی به طور معنی‌دار در صورت کاربرد ۶ درصد بلوط به‌دست آمد (شادنوش، ۱۳۸۵). در تحقیق حاضر، بالاترین میزان وزن و طول کل نهایی در ماهی‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۵ درصد آرد بلوط اکسترود شده، مشاهده گردید که به طور معنی‌دار بیشتر از وزن و طول کل نهایی ماهی‌های تغذیه شده با جیره حاوی آرد بلوط اکسترود نشده بود. به عبارت دیگر، اکسترود کردن آرد بلوط اثر مثبت معنی‌دار بر وزن و طول کل ماهی‌ها داشت. به‌نظر می‌رسد، دلیل این امر کاهش میزان مواد ضد تغذیه‌ای (ترکیبات فنولی) در آرد بلوط و ژلاتینه شدن نشاسته در اثر اکسترود کردن (Singh *et al*., 2007) و در نتیجه، افزایش قابلیت هضم آن باشد. زیرا بخش اعظم وزن دانه گندم و میوه بلوط [۷۵ درصد دانه گندم (Wilson *et al*.,2006) و ۶۴ درصد میوه بلوط ایرانی (Saffarzadeh *et al*., 1999)]، از نشاسته تشکیل شده است. سایر محققان نیز بیان داشته‌اند که وجود تانن‌ها در آرد بلوط ممکن است عامل قابلیت هضم پائین آن باشد (Szablowska and Tanska, 2020).

تغذیه با جیره‌های غذایی مختلف اثر معنی‌داری بر ضریب چاقی، نرخ رشد ویژه، میزان بلع غذا، ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازدهی پروتئین، نرخ بازدهی چربی و ذخیره پروتئین در ماهی‌ها نداشت. دلیل احتمالی این امر سطح پائین گنجاندن آرد بلوط (۵ درصد) در جیره غذایی و شباهت زیاد آنالیز تقریبی میوه بلوط با دانه‌های غلات (Saffarzadeh *et al*., 1999) است. در پژوهش شادنوش (۱۳۸۵) نیز از لحاظ ضریب تبدیل غذایی بین تیمارهای ماهی قزل‌آلا تغذیه شده با آرد بلوط در سطوح ۴-۰ درصد جیره، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما اختلاف بین تیمارهای تغذیه شده با آرد بلوط در سطوح ۰ و ۶ درصد معنی‌دار بود.

ورود آرد بلوط اکسترود نشده به جیره غذایی به طور معنی‌دار سبب کاهش مقادیر پروتئین خام، چربی خام و خاکستر لاشه گردید که این نتیجه با مشاهدات طالبیان نیک و علمداری (۱۳۹۹) در کپور معمولی هم‌خوانی دارد. تانن‌ها موجب تشکیل کمپلکس‌های قوی با پروتئین‌ها و مواد معدنی می‌شوند (Omnes *et al*., 2017). این امر

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

منجر به کاهش دسترسی زیستی به اسیدهای آمینه و اثر بر قابلیت هضم پروتئین می‌گردد (Lampart-Szczapa *et al.*, 2003). تصور می‌شود که تانن‌های قابل هیدرولیز به عنوان بازدارنده‌های هیدرولیز نشاسته عمل می‌کنند (Lin *et al.*, 2018). بنابراین، آرد بلوط اکسترود نشده به دلیل دارا بودن مقادیر بیشتر ترکیبات فنولی، سبب افت کیفیت لاشه شد، اما استفاده از آرد بلوط اکسترود شده در سطح ۵ درصد جیره و به جای آرد گندم اکسترود شده هیچ اثر منفی بر کیفیت لاشه نداشت. در مجموع، اگر به‌جز پوست کندن، عمل‌آوری بیشتری بر میوه بلوط انجام نشود، با اطمینان می‌توان در کارخانه ساخت خوراک ماهی کپور از آرد بلوط به جای آرد گندم در سطح ۵ درصد جیره استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی سازمان صنایع کوچک و شهرک های صنعتی ایران انجام شده است. از مدیریت محترم شرکت دانش بنیان آتیه سازان نگین فراز جهت همکاری در انجام فرآیند اکستروژن، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

شادنوش، غ.، ۱۳۸۵. استفاده از مغز میوه بلوط به عنوان ماده مغذی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۵(۳):۹۶-۸۷. Doi:10.22092/isfj.2006.114883

طالبیان نیک، س. س. و علمداری، ح.، ۱۳۹۹. افزودن میوه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) به جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) و اثرات آن بر عملکرد رشد، ترکیبات لاشه و مقاومت در برابر تنش شوری. مجله علمی شیلات ایران، ۲۹(۲):۹۱-۸۳. Doi:10.22092/ISFJ.2020.121667

محسنی، م. و ملک پور، م.، ۱۳۹۷. جایگزینی پودر ماهی با کنجاله کانولا و تاثیر آن بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، برخی پارامترهای خونی و سطح هورمون های تیروئیدی تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۷(۵): ۱۴۹-۱۳۵. Doi:10.22092/ISFJ.2019.118084

Alonso, R., Grant, G., Dewey, P., and Marzo, F., 2000. Nutritional assessment in vitro and in vivo of raw and extruded peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6): 2286-2290.

Anwar, A., Wan, A.H., Omar, S., El-Haroun, E. and Davies, S.J., 2020. The potential of a solid-state fermentation supplement to augment white lupin (*Lupinus albus*) meal incorporation in diets for farmed common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Reports*, 17: 100348. Doi:10.1016/j.aqrep.2020.100348

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2000. Official Methods of Analysis 17th ed., Gaithersburg, M.D, USA. , 2200 P.

Bohlouli, S., Ghaedi, G., Heydari, M., Rahmani, A. and Sadeghi, E., 2016. Effects of dietary Persian oak (*Quercus brantii* var. *persica*) fruit extract on survival, growth performance, haematological and immunological parameters in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 22: 745-751. Doi:10.1111/anu.12290

Carvalho, C.W. and Mitchell, J.R., 2000. Effect of sugar on the extrusion of maize grits and wheat flour. *International Journal of Food Science and Technology*, 35: 569-576. Doi:10.1111/j.1365-2621.2000.00454.x

Lampart-Szczapa, E., Siger, A., Trojanowska, K., Nogala-Kalucka, M., Malecka, M. and Pacholek, B., 2003. Chemical composition and antibacterial activities of lupin seeds

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

extracts. *Nahrung/Food*, 47(5): 286-290. Doi:10.1002/food.200390068

Lin, Y., Lu, Y., Song, Z. and Huang, D., 2018. Characterizations of the endogenous starch hydrolase inhibitors in acorns of Quercus fabri Hance. *Food Chemistry*, 258: 111–117. Doi:10.1016/j.foodchem.2018.03.001

Luczaj, L., Adamczak, A. and Duda, M., 2014. Tannin content in acorns (*Quercus spp*.) from Poland. *Dendrobiology*, 72: 103–111. Doi:10.12657/denbio.072.009

Makkar, H.P.S., 2003. Quantification of tannins in tree and shrub foliage: A laboratory manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Atomic Energy Agency. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 102 P. Doi:10.1007/978-94-017-0273-7

Marzo, F., Milagro, F. I., Urdaneta, E., Barrenetxe, J. and Ibanez, F.C., 2011. Extrusion decreases the negative effects of kidney bean on enzyme and transport activities of the rat small intestine. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(5): 591-598. Doi:10.1111/j.1439-0396.2010.01088.x

Mazurkiewicz, J., 2009. Utilization of domestic plant components in diets for common carp Cyprinus carpio L. *Arch. Pol. Fish.*, 17: 5-39. Doi:10.2478/v10086-009-0001-4

Mukhopadhyay, N., Sarkar, S. and Bandyopadhyay, S., 2007. Effect of extrusion cooking on anti-nutritional factor tannin in linseed (*Linumusitatissimum*) meal. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(8): 588-594. Doi:10.1080/09637480701343952

Nikmaram, N., Leong, S.Y., Koubaa, M., Zhu, Z., Barba, F.J., Greiner, R., Oey, I. and Roohinejad, S., 2017. Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. *Food Control*, 79: 62-73. Doi:10.1016/j.foodcont.2017.03.027

NRC (National Research Council), 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academy Press. Washington, DC. 399 P.

Nwabueze, T., 2007. Effect of process variables on trypsin inhibitor activity (TIA), phytic acid and tannin content of extruded african breadfruit-corn-soy mixtures: A response surface analysis. *LWT-Food Science and Technology*, 40(1): 21-29. Doi:10.1016/j.lwt.2005.10.004

Obiang-Obounou, B.W. and Ryu, G.H., 2013. The effect of feed moisture and temperature on tannin content, antioxidant and antimicrobial activities of extruded chestnuts. *Food Chemistry*, 141: 4166–4170. Doi:10.1016/j.foodchem.2013.06.12

Omnes, M.H., Goasduff, J.L., Delliou, H.L., Bayon, N.L., Quazuguel, P. and Robin, J.H., 2017. Effects of dietary tannin on growth, feed utilization and digestibility, and carcass composition in juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture Reports*, 6: 21–27. Doi:10.1016/j.aqrep.2017.01.004

Rathod, R.P. and Annapure, U.S., 2016. Effect of extrusion process on antinutritional factors and protein and starch digestibility of lentil

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

splits. *LWT-Food Science and Technology*, 66: 114-123. Doi:10.1016/j.lwt.2015.10.028

Saffarzadeh A., Vincze L. and Csapo J., 1999. Determination of the chemical composition of acorn (*Quercus brantii*), *Pistacia atlantica*, and *Pistacia khinjk* seeds as non-conventional feedstuffs. *Acta Agraria Kaposvariensis*, 3: 59–69.

Serrano, J., Puupponen-Pimia, R., Dauer, A., Aura, A.M. and Saura-Calixto, F., 2009. Tannins: Current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 53(S2): S310-S329. Doi:10.1002/mnfr.200900039

Singh, S., Gamlath, S. and Wakeling, L., 2007. Nutritional aspects of food extrusion: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(8), 916-929.

Szablowska, E. and Tanska, M., 2020. Acorn flour properties depending on the production method and laboratory baking test results: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20: 980–1008. Doi:10.1111/1541-4337.12683

Thiex N. and Novotny,L., 2012. Determination of ash in animal feed: AOAC official method 942.05 revisited. *Journal of AOAC international*, 95 (5): 1392-1397. Doi:10.5740/jaoacint.12-129

Torrecillas, S., Montero, D., Carvalho, M., Benitez-Santana, T. and Izquierdo, M., 2021. Replacement of fish meal by Antarctic krill meal in diets for European sea bass *Dicentrarchus labrax*: Growth performance, feed utilization and liver lipid metabolism. *Aquaculture*, 545: 737166. Doi:10.1016/j.aquaculture.2021.737166

Watanabe, W.O., Ellis, S.C. and Chaves, J., 2007. Effects of dietary lipid and energy to protein ratio on growth and feed utilization of juvenile mutton snapper *Lutjanus analis* fed isonitrogenous diets at two temperatures. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(1): 30-40. Doi:10.1111/j.1749-7345.2001.tb00919.x

Wilson, J.D., Bechtel, D.B., Todd, T.C. and Seib, P.A., 2006. Measurement of wheat starch granule size distribution using image analysis and laser diffraction technology. *Cereal Chemistry*, 83: 259-268. Doi:10.1094/CC-83-0259

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]

Effect of extruded Iranian acorn (*Quercus brantii*) on the growth performance and carcass composition of common carp (*Cyprinus carpio*)

Musavi K.[1]; Alamdari H.[1]*

*alamdari@bkatu.ac.ir; alamdari671@yahoo.com

1- Department of Fishery, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Khuzestan, Iran

Abstract

In this study, the effects of dietary extruded oak acorn flour on growth performance and carcass composition of common carp were studied. Four diets were investigated in a completely randomized design included 1- extruded wheat flour (17%), 2- non-extruded wheat flour (5%) and extruded wheat flour (12%), 3- non-extruded acorn flour (5%) and extruded wheat flour (12%), and 4- extruded acorn flour (5%) and extruded wheat flour (12%). The culture was started in round tanks with a volume of 250 liters and a density of 15 fish in each tank with an initial weight of 5.4 g in three replicates. After 4 weeks, no significant difference was observed in the weight and total length of fish, but after 8 weeks, the highest weight and total length were observed in the fish fed diet 4. Extrusion of acorn flour had a significant positive effect on the weight and total length of fish, but extrusion of wheat flour did not have such an effect. Diets had no significant effect on the condition factor, specific growth rate, feed intake, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, lipid efficiency ratio, protein retention, carcass moisture content and survival rate. Extrusion of wheat flour and acorn flour had significant positive effects on lipid retention and these effects were much greater when the extruded acorn flour was consumed. The levels of carcass protein and ash were significantly reduced by feeding on non-extruded acorn flour. Consumption of non-extruded wheat flour or acorn flour caused a significant reduction in carcass lipid and this reduction was more severe when using non-extruded acorn flour. Overall after peeling the oak acorn, its flour can be used instead of wheat flour at the level of 5% of the extruded diet for common carp.

Keywords: Growth performance, Carcass composition, Extrusion, Iranian acorn, Common carp

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-12-05]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.3.2.5]