Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics

Online ISSN: 2345-427X
Print ISSN: 2345-4288

Effects of dietary Iranian acorn on the growth performance, feed utilization and carcass composition of common carp

Hojjatollah Alamdari[*1], Mehri Negahban[2], Akram Karimzadeh[3]

1. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran. E-mail: alamdari671@yahoo.com
2. Bachelor, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran. E-mail: mehrinegahban2974@gmail.com
3. Bachelor, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran. E-mail: akramkarimzadeh73@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 10.16.2022
Revised: 11.07.2022
Accepted: 12.27.2022

Keywords:
Carcass analysis,
Common carp,
Feed formulation,
Growth performance,
Oak acorn flour

ABSTRACT

Oak acorn is widely used as animal feed due to its low price. Oak acorns (*Quercus brantii*) were processed by de-hulling, drying and milling. In a corn flour, the total phenolic compounds, non-tannin phenols and condensed tannins were 14.71, 0.35 and 6.60 g/100g on the basis of dry matter respectively. Five isonitrogenous and isoenergetic diets with different levels of acorn at 0 (control), 25, 50, 75 and 100 g/kg, were prepared. A total of 435 fish (average weight 0.3 g) were randomly distributed in 15 tanks with three replicates and fed for 10 weeks. Polynomial orthogonal contrast analysis revealed that there were no significant differences in terms of feed intake, feed conversion ratio, protein retention, carcass ash and survival rate between treatments (P>0.05). Dietary intake of acorn significantly affected the weight after four weeks, final weight after 10 weeks, total length, head depth, specific growth rate, condition factor, protein efficiency ratio, lipid retention and carcass lipid and moisture contents, which represented linear order polynomial (LOP) models, but crude protein content of carcass displayed a cubic order polynomial (COP) model, using optimal acorn flour levels of 25.00-64.28 g/kg. Acorn flour improved the protein level of carcass, but deteriorated the growth performance and carcass lipid and moisture levels. Therefore, even if the amount of de-hulled acorn flour in the diet is low (2.5% of diet), it is not allowed to use it without further processing.

Cite this article: Alamdari, Hojjatollah, Negahban, Mehri, Karimzadeh, Akram. 2023. Effects of dietary Iranian acorn on the growth performance, feed utilization and carcass composition of common carp. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 12 (3), 17-27.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/japu.2022.20679.1716
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

شاپا آنلاین: ۲۳۴۵-۴۲۷X
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۴۲۸۸

اثرات تغذیه با بلوط ایرانی بر عملکرد رشد، مصرف خوراک و ترکیب لاشه ماهی کپور معمولی

حجت‌اله علمداری*[۱]، مهری نگهبان[۲]، اکرم کریم‌زاده[۳]

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.
رایانامه: alamdari671@yahoo.com

۲. دانش‌آموخته کارشناسی گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.
رایانامه: mehrinegahban2974@gmail.com

۳. دانش‌آموخته کارشناسی گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.
رایانامه: akramkarimzadeh73@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۴
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۶

واژه‌های کلیدی:
آرد بلوط،
آنالیز لاشه،
عملکرد رشد،
فرمولاسیون غذایی،
کپور معمولی

چکیده

از میوه بلوط به دلیل قیمت پایین به وفور به عنوان خوراک دام استفاده می‌شود. میوه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) تحت فرآیند کندن پوسته، خشک کردن و آسیاب کردن قرار گرفت. کل ترکیبات فنولی، ترکیبات فنولی غیرتانینی و تانن‌های متراکم در آرد بلوط به‌ترتیب ۱۴/۷۱، ۰/۳۵ و ۶/۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک بود. پنج جیره با پروتئین و انرژی یکسان و سطوح متفاوت آرد بلوط برابر با ۰ (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم در کیلوگرم آماده شد. تعداد ۴۳۵ قطعه بچه‌ماهی ۰/۳ گرمی به‌طور تصادفی در ۱۵ مخزن با سه تکرار توزیع و به‌مدت ۱۰ هفته تغذیه شدند. آنالیز مقایسه چندجمله‌ای متعامد نشان داد از لحاظ بلع غذا، ضریب تبدیل غذایی، ذخیره پروتئین، درصد خاکستر لاشه و نرخ زنده‌مانی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت ($P>0/05$). تغذیه از بلوط به‌طور معنی‌دار بر وزن ماهی پس از چهار هفته، وزن نهایی پس از ۱۰ هفته، طول کل، ارتفاع سر، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی، نرخ بازدهی پروتئین، ذخیره چربی و محتوای چربی و رطوبت لاشه مطابق با مدل چندجمله‌ای خطی (LOP) و بر محتوای پروتئین خام لاشه مطابق با مدل چندجمله‌ای مکعبی (COP) با سطح بهینه بلوط برابر با ۲۵/۰۰-۶۴/۲۸ گرم در کیلوگرم اثر گذاشت. مصرف آرد بلوط سبب بهبود سطح پروتئین لاشه شد اما بر عملکرد رشد و سطوح رطوبت و چربی لاشه اثر منفی داشت. بنابراین حتی اگر مقدار آرد بلوط فاقد پوسته در جیره کم (۲/۵ درصد) باشد، مصرف آن بدون عمل‌آوری بیش‌تر مجاز نیست.

استناد: علمداری، حجت‌اله، نگهبان، مهری، کریم‌زاده، اکرم (۱۴۰۲). اثرات تغذیه با بلوط ایرانی بر عملکرد رشد، مصرف خوراک و ترکیب لاشه ماهی کپور معمولی. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۲ (۳)، ۲۷-۱۷.
DOI: 10.22069/japu.2022.20679.1716

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

در سال‌های اخیر به منظور تامین تقاضای خوراک ماهی، استفاده از مواد اولیه غذایی گیاهی در جیره‌های غذایی ماهیان افزایش یافته است (۱). علاقه زیادی به مطالعه گیاهان وحشی به‌منظور استفاده از آن‌ها به‌جای تولیدات گیاهی کشاورزی وجود دارد. میوه‌های جمع‌آوری شده از درختان جنگلی از طریق تامین خوراک‌های ارزان و با ارزش غذایی بالا سبب بهبود امنیت غذایی می‌شوند. میوه‌های بلوط به‌شدت و در وهله اول مورد نیاز تعداد زیادی از گونه‌های پرندگان و جانوران جهت زمستان‌گذرانی هستند و هزاران سال است که از میوه بلوط به‌عنوان خوراک دام استفاده شده است (۲). ازآنجایی‌که بلوط منبع خوبی از اسیدهای چرب غیراشباع است، به‌عنوان ماده اولیه برای تولید روغن بلوط استفاده می‌شود (۳). به‌طور سنتی میوه بلوط به‌عنوان یک خوراک یا ماده اولیه در زمان قحطی مورد توجه بوده و به‌تازگی چندین ویژگی مفید آن مورد تأیید قرار گرفته است (٤). میوه بلوط جهت انجام تحقیقات مقایسه‌ای، ظرفیت بالقوه بالایی دارد و به نظر می رسد که در شرف افزایش سریع استفاده از آن برای کاربردهای مختلف هستیم (٤).

بلوط حاوی مقادیر زیادی ترکیبات تاننی است (۵). مطالعات کمی بر روی اثرات تانن‌ها بر ماهیان پرورشی انجام شده است. این ترکیبات دارای ویژگی‌های مفیدی شامل خواص آنتی‌اکسیدانی، تحریک سیستم ایمنی و اثرات مختلف بر سلامت هستند اما خواص ضد تغذیه‌ای هم دارند. تانن‌ها دارای فعالیت ضد میکروبی در ماهیان هستند. مواد اولیه غذایی حاوی تانن به دلیل کاهش خوشخوراکی غذا سبب کاهش میزان بلع غذا می شوند. تانن‌ها از طریق مکانیسم‌های مختلف شامل ایجاد کمپلکس‌های قوی با مواد مغذی مانند پروتئین‌ها و مواد معدنی، دفع ترکیبات پروتئینی با منشاء داخلی بدن و غیرفعال‌سازی آنزیم‌های گوارشی بر عملکرد جانور اثر می‌گذارند (٦). پژوهش‌گران پیشنهاد بررسی مقادیر کم‌تر از ۱۰۰ گرم آرد بلوط در هر کیلوگرم از جیره غذایی کپور معمولی را داده‌اند (۷). هدف از این پژوهش، بررسی اثرات مصرف سطوح پایین آرد بلوط پوسته‌زدایی شده بر عملکرد رشد، مصرف غذا و ترکیب لاشه کپور معمولی بود.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی غذا: میوه بلوط از جنگل‌های یاسوج جمع‌آوری گردید. پوسته خارجی و داخلی میوه جدا و مغز آن به‌مدت یک هفته در سایه خشک شد. سپس آسیاب گردید و به‌کمک غربال با چشمه ۲۵۰ میکرون الک شد. به‌کمک نرم‌افزار جیره‌نویسی یو–اف–اف–دی–اِ (UFFDA)، پنج نوع جیره غذایی با میزان پروتئین و انرژی یکسان و سطوح صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم آرد بلوط در هر کیلوگرم فرموله شد (جدول ۱). به‌وسیله چرخ گوشت خمیر غذا چرخ شد. سپس در آون با دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت خشک گردید. هر نوع غذا پس از آسیاب کردن، غربال شد تا پلت‌های با اندازه ۰/۵ تا ۱/۰ میلی‌متر به‌دست آید.

جدول ۱- فرمول جیره‌های غذایی آزمایشی بر حسب گرم در کیلوگرم ماده خشک.

اقلام غذایی (گرم در کیلوگرم)	جیره ۰ (شاهد)	جیره ۲۵	جیره ۵۰	جیره ۷۵	جیره ۱۰۰
آرد بلوط	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
آرد گندم	۲۵۰/۰	۲۲۵/۰	۲۰۰/۰	۱۷۵/۰	۱۵۰/۰
آرد سویا	٤۲۱/۰	٤۲٤/٦	٤۲۷/٤	٤۳۰/۲	٤۳۵/۰
پودر ماهی کیلکا با ۷۲/۷ درصد پروتئین	۱۷۰/۵	۱۷۰/۰	۱۷۰/۰	۱۷۰/۰	۱۷۰/۰
روغن کلزا	٦٤/۱	٦۱/۹	۵۹/۵	۵۷/۲	۵۳/۸
آلفا سلولز	۷۳/۰	۷۲/۰	۷۱/٦	۷۱/۱	٦۹/۷
متیونین	٤/۹	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
اقلام ثابت*	۱٦/۵	۱٦/۵	۱٦/۵	۱٦/۵	۱٦/۵
مجموع	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰

* دی‌کلسیم‌فسفات، مکمل معدنی تجاری، مکمل ویتامینی تجاری و کولین خریداری شده از کارخانه خوراک آبزیان بیضا فارس و به‌ترتیب برابر با ۱۰، ۲/۵، ۲/۵ و ۱/۵ گرم در کیلوگرم

پرورش ماهی: سازگاری ماهی در سالن به مدت دو هفته و با مصرف غذای پلت تجاری (پروتئین خام ٤۰ درصد، چربی خام ۱۰ درصد، خاکستر ۱۰ درصد و رطوبت ۱۰ درصد) انجام شد. تعداد ٤۳۵ قطعه بچه‌ماهی در ۱۵ مخزن پلاستیکی ۲۰۰ لیتری (۵ تیمار با ۳ تکرار) در قالب طرح کاملاً تصادفی توزیع شده و به‌مدت ۱۰ هفته پرورش یافتند. غذادهی سه بار در روز تا حد سیری انجام شد. پلت‌های خورده نشده بعد از ۲۰ دقیقه جمع‌آوری و در فریزر نگهداری می‌شد. در پایان دوره، وزن خشک پلت‌های خورده شده جهت محاسبات در نظر گرفته شد. تعویض آب به‌میزان ۵۰ تا ۷۵ درصد، یک‌بار در هفته طی پنج هفته اول و دوبار در هفته در ادامه دوره انجام شد. مقادیر میانگین و انحراف معیار دما، اکسیژن محلول و pH آب طی دوره پرورش به‌ترتیب برابر با ۱/٤ ± ۲۳/۸ درجه سانتی‌گراد، ۱/۷ ± ۷/۰ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۳ ± ۸/۰ بود. دوره نوری شامل ۱٤ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی بود.

روش‌های نمونه‌برداری و آنالیز: همه ماهی‌ها در ابتدا، پس از چهار هفته و در پایان دوره پرورش وزن شدند. طول کل و ارتفاع سر ۱۵ عدد ماهی از هر مخزن (٤۵ عدد ماهی از هر تیمار) در پایان دوره به‌طور تصادفی اندازه‌گیری و شاخص‌های نرخ رشد ویژه (SGR) و بلع غذا (FI) مطابق نظر اُمنس و همکاران (۲۰۱۷) (٦)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) طبق نظر واتانابه و همکاران (۲۰۰۱) (۸)، ضریب چاقی (CF) و نرخ بازدهی پروتئین (PER) طبق نظر تورسیلاس و همکاران (۲۰۲۱) (۹)، ذخیره پروتئین (PR)، ذخیره چربی (LR) و نرخ زنده‌مانی (SR) مطابق نظر مازورکیویز (۲۰۰۹) (۱۰) و بر اساس فرمول‌های ذیل محاسبه گردید:

۱۰۰ × [مدت پرورش برحسب روز / (وزن اولیه ماهی Ln – وزن نهایی ماهی Ln)] = نرخ رشد ویژه (درصد در روز، SGR)

۱۰۰ × (طول کل نهایی ماهی بر حسب سانتی‌متر مکعب / وزن نهایی ماهی برحسب گرم) = ضریب چاقی (CF)

مدت پرورش بر حسب روز / میانگین وزن ماهی / غذای مصرف شده = بلع غذا (گرم به کیلوگرم در روز، FI)

۲ / (وزن نهایی ماهی + وزن اولیه ماهی) = میانگین وزن ماهی

افزایش وزن تر ماهی / وزن خشک غذای خورده شده = ضریب تبدیل غذایی (FCR)

وزن پروتئین خورده شده / افزایش وزن تر ماهی = نرخ بازدهی پروتئین (PER)

۱۰۰ × [وزن پروتئین خورده شده / (پروتئین اولیه لاشه – پروتئین نهایی لاشه)] = ذخیره پروتئین (درصد، PR)

۱۰۰ × [وزن چربی خورده شده / (چربی اولیه لاشه – چربی نهایی لاشه)] = ذخیره چربی (درصد، LR)

۱۰۰ × (تعداد اولیه ماهیان / تعداد نهایی ماهیان) = نرخ زنده‌مانی (درصد، SR)

در شروع دوره پرورش، ۳۰ قطعه ماهی از جمعیت اولیه و در پایان دوره ۱۰ قطعه ماهی از هر مخزن به‌طور تصادفی صید شد. ۲٤ ساعت قبل از صید اقدام به قطع غذادهی شد تا لوله گوارش تخلیه گردد. لاشه‌های ماهیان هر مخزن با هم مخلوط گردید. جهت آنالیز تقریبی لاشه، مواد اولیه و جیره‌های غذایی به‌طور خلاصه پروتئین خام به روش کلدال و با ضریب ٦/۲۵، چربی خام با مصرف پترولیوم‌اتر به روش سوکسله به‌مدت ۸ ساعت و رطوبت با قرار دادن در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ساعت تعیین گردید (۱۱). خاکستر با گذاشتن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در دو مدت ۳ ساعته و رعایت فاصله بین این دو زمان جهت کاهش دما و ورود هوای تازه به کوره تعیین شد (۱۲). میزان ترکیبات فنولی به روش فولین– سیوکالتئو تعیین گردید. برای این منظور، استخراج عصاره تانن به‌وسیله استون آبی ۷۰ درصد و در حمام آبی اولتراسونیک به‌مدت ۲۰ دقیقه (دو مرتبه ۱۰ دقیقه‌ای با فاصله ۵ دقیقه از هم) انجام شد. سوپرناتانت با انجام سانتریفوژ به‌مدت ۱۰ دقیقه و با شدت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌دست آمد. اندازه‌گیری کل ترکیبات فنولی و ترکیبات فنولی غیر تانن در طول موج ۷۲۵ نانومتر و اندازه‌گیری تانن‌های متراکم در طول موج ۵۵۰ نانومتر انجام شد (۱۳).

تحلیل آماری: داده‌ها به کمک برنامه آماری SPSS نسخه ۱٦ و نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ آنالیز شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و هموژن بودن واریانس‌ها با آزمون لون کنترل گردید. به‌منظور ارزیابی معنی‌دار بودن اثر آرد بلوط بر پارامترهای اندازه‌گیری، آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) داده‌ها انجام شد (P<۰/۰۵). مقایسه‌های چندجمله‌ای متعامد (خطی، مربعی و مکعبی) جهت ارزیابی پاسخ‌ها به همه متغیرهای وابسته مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

در آرد بلوط، کل ترکیبات فنولی، ترکیبات فنولی غیرتانینی و تانن‌های متراکم به‌ترتیب برابر با ۰/۵۰ ± ۱٤/۷۱، ۰/۰۵ ± ۰/۳۵ و ۰/۲٤ ± ٦/٦۰ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک بود. ترکیب بیوشیمیایی مواد اولیه و غذاهای ساخته شده در جدول ۲ ارائه شده است. مقدار کربوهیدرات‌ها در آرد گندم و آرد بلوط و نیز میزان پروتئین و انرژی خام جیره‌ها یکسان بود.

جدول ۲- ترکیب بیوشیمیایی اقلام و جیره‌های غذایی براساس ماده خشک (انحراف استاندارد ± میانگین).

	پروتئین خام (گرم در کیلوگرم)	چربی خام (گرم در کیلوگرم)	خاکستر (گرم در کیلوگرم)	کربوهیدرات (گرم در کیلوگرم)	انرژی خام (کیلو ژول در گرم)
اقلام غذایی					
آرد گندم	۱۳۹/۷ ± ۱/۳	۷/۳ ± ۰/۷	۱۵/۵ ± ۰/٤	۸۳۷/۵	۱۸/۰
آرد مغز بلوط	٦۱/٦ ± ٤/۰	۹۹/۷ ± ۲/۱	٦/۷ ± ۰/۱	۸۳۲/۰	۱۹/۷
آرد سویا	۵۱۳/۰ ± ٦/۵	۱۱/۰ ± ۰/۹	٦۷/۰ ± ۰/۷	٤۰۹/۰	۱۹/٦
پودر ماهی کیلکا	۷۲۷/۰ ± ۸/۰	۱۰٤/۰ ± ۰/٦	۹٤/۰ ± ۰/۱	۷۵/۰	۲۲/۵
جیره غذایی					
۰	٤۱۹/۵ ± ٦/٤	۹۵/٦ ± ۲/٤	۵۸/۱ ± ۰/۳	٤۲٦/۸	۲۱/۰
۲۵	٤۱۰/۷ ± ۲/۰	۸۱/٤ ± ٤/۱	۵۷/۲ ± ۱/۹	٤۵۰/۷	۲۰/۷
۵۰	٤۱٦/۱ ± ۸/٤	۸۳/٤ ± ۲/٦	٦۰/۲ ± ۱/۹	٤٤۰/۳	۲۰/۷
۷۵	٤۲۳/٦ ± ٤/۹	۸۸/۱ ± ۲/۳	۵۹/۲ ± ۱/۲	٤۲۹/۱	۲۰/۸
۱۰۰	٤۱۲/۳ ± ۱۷/۲	۹۰/۷ ± ۱/۰	۵۷/۲ ± ۱/۷	٤۳۹/۸	۲۰/۹

مقدار کربوهیدرات بر اساس مقادیر میانگین پروتئین خام، چربی خام و خاکستر محاسبه گردید. انرژی خام بر اساس ضرایب ۱۷/۲، ۲۳/٦ و ۳۹/۵ کیلو ژول در گرم به‌ترتیب برای کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها محاسبه شد (١٤)

شاخص‌های زیست‌سنجی و نرخ زنده‌مانی در جدول ۳ ارائه شده است. بعد از چهار هفته پرورش، وزن ماهیان از ۲/۳ تا ۲/۷ برابر و بعد از ۱۰ هفته از ٤/۱ تا ٦/۹ برابر در تمام تیمارها در مقایسه با وزن اولیه افزایش یافت. وزن بعد از چهار و ۱۰ هفته، طول کل و ارتفاع سر، بهترین تبعیت را از مدل‌های چندجمله‌ای خطی (LOP) داشتند. نرخ زنده‌مانی در تیمارها مشابه بود.

جدول ۳- شاخص‌های زیست‌سنجی و نرخ زنده‌مانی در تیمارهای مختلف (انحراف استاندارد ± میانگین).

جیره غذایی	وزن اولیه (گرم)	وزن ٤ هفتگی (گرم)	وزن ۱۰ هفتگی (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)	ارتفاع سر (سانتی‌متر)	نرخ زنده‌مانی (درصد)
۰	۰/۳۰±۰/۰۲	۰/۸۲ ±۰/۲۱	۲/۰۷±۰/۸٦	٤/٦۱±۰/۰۵	۰/۷۷±۰/۰۷	۹۷/۷±٤/۰
۲۵	۰/۳۰±۰/۰۳	۰/۷۸±۰/۱۹	۲/۰۰±۰/۸٦	٤/٦۲±۰/۵۸	۰/۷٤±۰/۱۰	۹۷/۷±۲/۰
۵۰	۰/۳۰±۰/۰۳	۰/٦۹±۰/۱٦	۱/٤۲±۰/٤۹	٤/۳٤±۰/٤٤	۰/۷۰±۰/۰۹	۱۰۰/۰±۰/۰
۷۵	۰/۳۰±۰/۰۳	۰/۸۲±۰/۱۸	۱/۸۵±۰/٦۲	٤/۵٦±۰/۵۱	۰/۷۲±۰/۰۸	۱۰۰/۰±۰/۰
۱۰۰	۰/۳۰±۰/۰۳	۰/۷۱±۰/۱۷	۱/۲۳±۰/٦۰	٤/۱۲±۰/٦٦	۰/٦٦±۰/۱۱	۱۰۰/۰±۰/۰
ANOVA						
P-value	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳٦۹
رگرسیون						
مدل	ندارد	خطی	خطی	خطی	خطی	ندارد
P-value	–	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	–
R^2 تصحیح شده	–	۰/۰۱۸	۰/۱۳۳	۰/۰٦۲	۰/۱۰۰	–

شاخص‌های عملکرد رشد و مصرف غذا در جدول ٤ نشان داده شده است. خوردن بلوط به‌طور معنی‌دار بر نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی، نرخ بازدهی پروتئین و ذخیره چربی مطابق مدل‌های چندجمله‌ای خطی (LOP) اثر گذاشت اما از لحاظ بلع غذا، ضریب تبدیل غذایی و ذخیره پروتئین تفاوت‌های معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت.

جدول ٤- عملکرد رشد و مصرف غذا در تیمارهای مختلف (انحراف استاندارد ± میانگین).

جیره غذایی	SGR (درصد در روز)	CF	FI (گرم به کیلوگرم در روز)	FCR	PER	PR (درصد)	LR (درصد)
۰	۲/۸±۰/۱	۲/۱±۰/۲	٥٦/۰±۰/٤	۲/٥±۰/۰	۰/۹±۰/۰	۱۸/۹±۱/٤	٥۹/۳±۱/۲
۲٥	۲/۷±۰/۲	۲/۰±۰/۱	٥۱/٤±۱/٦	۲/٤±۰/۱	۱/۰±۰/۰	۱۷/۳±٤/٤	٥۳/٥±٦/۳
٥۰	۲/۲±۰/٤	۱/۷±۰/۱	٥۱/٦±۳/۳	۲/۸±۰/٥	۰/۹±۰/۲	۱۹/۱±۲/۰	٥۳/۸±۱/٥
۷٥	۲/٦±۰/۲	۱/۹±۰/۰	٥۰/۸±۲/٥	۲/٤±۰/۰	۱/۰±۰/۰	۱٦/۱±۲/۱	٤۲/۳±۱/۲
۱۰۰	۲/۰±۰/۲	۱/۸±۰/۲	٥۳/۷±۰/۸	۳/۰±۰/۲	۰/۸±۰/۱	۱٦/۱±۰/۳	٥۱/٤±۰/٥
ANOVA							
P-value	۰/۰۱۱	۰/۰۳۲	۰/۰٥۱	۰/۰٥۲	۰/۰۳۲	۰/٤۲۳	۰/۰۰۱
رگرسیون							
مدل	خطی	خطی	ندارد	ندارد	خطی	ندارد	خطی
P-value	۰/۰۱۰	۰/۰۰۳	–	–	۰/۰٤٥	–	۰/۰۱۱
R^2 تصحیح‌شده	۰/۳٦۹	۰/۰۲۸	–	–	۰/۱۰۰	–	۰/۳٥٥

SGR: نرخ رشد ویژه؛CF: ضریب چاقی؛ FI: بلع غذا؛ FCR: ضریب تبدیل غذایی؛ PER: نرخ بازدهی پروتئین؛ PR: ذخیره پروتئین؛ LR: ذخیره چربی

ترکیب شیمیایی لاشه ماهی‌ها در جدول ٥ ارائه شده است. هیچ تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان خاکستر لاشه بین تیمارها وجود نداشت. روابط بین سطوح آرد بلوط در جیره‌های غذایی و مقادیر چربی و رطوبت لاشه، بهترین تبعیت را از مدل‌های چندجمله‌ای خطی (LOP) داشت درحالی‌که میزان پروتئین خام لاشه تابع مدل چندجمله‌ای مکعبی (COP) و با سطوح بهینه آرد بلوط بین ۲٥ تا ٦٤/۲۸ گرم به ازای هر کیلوگرم غذا بود.

جدول ۵- ترکیب شیمیایی لاشه ماهی‌ها در تیمارهای مختلف بر حسب گرم در کیلوگرم (انحراف استاندارد ± میانگین).

جیره غذایی (گرم در کیلوگرم)	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	رطوبت
۰	۱۷۰/۳±۰/۳	۱۱۲/۲±۱/٤	۱۹/۱±۱/۱	۷۱۹/۹±۲/۵
۲۵	۱٦۷/۲±۰/۳	۱۰۳/۷±۱/۲	۱٦/۵±۰/۳	۷۳۱/٦±۰/۹
۵۰	۱٦۸/٦±۰/۲	۱۰۳/۳±۲/۰	۱۸/٤±۰/۳	۷۳۳/۲±۲/۷
۷۵	۱۷۱/۱±۰/۱	۱۰۱/۱±۰/۷	۱۷/۳±۰/٦	۷۳۸/٦±۳/٦
۱۰۰	۱٦٤/۲±۰/۱	۹۵/۵±۱/۹	۱۸/۷±۱/۸	۷٤٦/۲±۷/۹
ANOVA				
P-value	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰	۰/۰۵٦	۰/۰۰۰
رگرسیون				
مدل	مکعبی	خطی	ندارد	خطی
P-value	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰	–	۰/۰۰۰
R^2 تصحیح شده	۰/۵۳٦	۰/۸۳۷	–	۰/۸۰۵
سطح بهینه آرد بلوط در جیره	٦٤/۲۸-۲۵/۰۰	ندارد	–	ندارد

بحث

آنالیز تقریبی نشان داد که ترکیب شیمیایی مغز بلوط شبیه غلات بوده و مقدار کربوهیدرات‌ها در آرد گندم و آرد بلوط بسیار مشابه است. بنابراین هم‌نظر با وینها و همکاران (۲۰۱٦) از آرد بلوط می‌توان به‌عنوان یک منبع انرژی در جیره غذایی استفاده نمود (٤). در این پژوهش، مقادیر کل ترکیبات فنولی و تانن‌های متراکم در آرد بلوط به‌ترتیب برابر با ۱٤/۷۱ و ٦/٦۰ گرم در ۱۰۰ گرم برحسب ماده خشک بود. این مقادیر بیش‌تر از گزارش پژوهش‌گران دیگر (۱۵) است. به هر حال میزان تانن در خوراک به گونه، واریته، مرحله بلوغ و بخش‌های مختلف گیاه، فصل و فرآیندهای عمل‌آوری بستگی دارد (٦). اطلاعات محدودی درباره اثرات میوه بلوط به‌عنوان یک ماده اولیه غذایی بر جانوران آبزی وجود دارد (۱٦). مشخص شده است که وجود مقادیر زیاد تانن در جیره‌های غذایی دارای اثرات مضر بر ماهیان است (۱۷). تانن‌های متراکم موجود در تفاله مغز نارگیل به‌میزان ۲٤ گرم در کیلوگرم حتی وقتی‌که میزان گنجاندن تفاله مغز نارگیل در جیره غذایی برابر با ۲۰۰ یا ۲۵۰ گرم در کیلوگرم بود منجر به کاهش عملکرد رشد ماهی تیلاپیا و روهو (*Labeo rohita*) در مرحله انگشت‌قد شد (۱۸ و ۱۹). با این وجود در ماهی قزل‌آلای تغذیه شده با کلزا، نخود و کنجاله یا کنسانتره پروتئینی سویا (به‌میزان ۳۰۰ گرم در کیلوگرم جیره، با مقادیر تانن بین ٤/۹ تا ۱۰/٦ گرم در کیلوگرم ماده خشک)، نرخ رشد تحت‌تأثیر تانن قرار نگرفت (۲۰). عملکرد رشد پائین کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۵/۷ گرم در کیلوگرم و ۱۱/٤ گرم در کیلوگرم تانن در آزمایشی اثبات شده است (۲۱). در پژوهشی دیگر بر روی کپور معمولی زمانی که پودر تانن گیاه کوبراچو (*Loxopterigium loetzil*) به‌میزان ۲۰ گرم در کیلوگرم به جیره غذایی افزوده شد، هیچگونه اثری بر بلع غذا، افزایش وزن و ترکیب لاشه بعد از ۸٤ روز نداشت اما همین مقدار تانن قابل هیدرولیز (اسید تانیک) موجب بروز اثرات منفی بعد از ۲۸ روز و

پس‌زدن کامل غذا بعد از ٤٠ روز از شروع دوره غذادهی گردید (١٧). این نتایج متفاوت ممکن است ناشی از تفاوت در میزان تحمل گونه‌های مختلف ماهیان و ساختار شیمیایی تانن‌ها یا اثرات متقابل آن‌ها بر سایر ترکیبات موجود در جیره غذایی باشد. تانن‌های گونه‌های گیاهی مختلف از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی با هم متفاوتند و بنابراین دارای اثرات بیولوژیکی متنوعی می باشند (٥). تانن‌ها میزان بلع غذا در قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با کنجاله کلزا (٢٢)، تیلاپیای تغذیه شده با آرد باقلا (٢٣) و سی‌باس اروپایی تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی مقدار زیاد تانن (٦) را کاهش دادند. در مطالعه حاضر، میزان بلع غذا، ضریب تبدیل غذایی و ذخیره پروتئین تحت‌تأثیر سطوح مصرف آرد بلوط قرار نگرفت. عدم تاثیر تانن بر میزان بلع غذا، تأییدکننده سطح پائین تانن در جیره غذایی است. مصرف آرد بلوط به‌طور معنی‌دار سبب کاهش وزن پس از چهار هفته، وزن بعد از ١٠ هفته، طول کل، ارتفاع سر، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی، نرخ بازدهی پروتئین، ذخیره چربی و چربی لاشه طبق مدل‌های چندجمله‌ای خطی شد. به‌نظر می‌رسد دلیل این پاسخ‌ها مزیت نسبی نشاسته گندم نسبت به نشاسته میوه بلوط باشد. نشاسته اساساً از دو پلیمر دی- گلوکز به نام‌های آمیلوز و آمیلوپکتین تشکیل شده است. آمیلوز دارای ساختار مولکولی متراکم‌تر از آمیلوپکتین است اما آمیلوپکتین منطقه سطحی بزرگ‌تری دارد و بنابراین حساس‌تر از آمیلوز در برابر هیدرولیز است. درنتیجه نشاسته با سطح بالای آمیلوپکتین سریع‌تر از نشاسته با سطوح پائین‌تر آن هضم می‌شود (٢٤). مقدار خالص آمیلوز در نشاسته میوه بلوط (٣١/٤ درصد) به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از مقدار آن در نشاسته‌های گندم (٢١/٦ تا ٢٥/٨ درصد)، سیب‌زمینی (١٦/٩ تا ١٩/٨ درصد)، ذرت (٢١/٤ تا ٢٢/٥ درصد) و برنج (٢٠/٥ درصد) می‌باشد (٢٥). ویژگی‌های نشاسته شامل اندازه گرانول‌ها، سطح گرانول و ترکیب آن بر قابلیت هضم نشاسته مؤثرند. گرانول‌های کوچک نشاسته سریع‌تر از انواع بزرگ‌تر آن هضم می شوند. حفره‌های خیلی کوچک و شکاف‌های گرانول منجر به هضم سریع‌تر نشاسته می‌شوند. بر این اساس نشاسته‌های غلات سریع‌تر از نشاسته‌های غده‌های سیب‌زمینی و حبوبات هضم می‌شوند (٢٤). مطابق نظر پژوهش‌گران، گرانول‌های نشاسته بلوط بیش‌تر شبیه به نشاسته حبوبات هستند تا نشاسته غلات (٢٦). احتمالاً قابلیت هضم بالاتر نشاسته گندم در مقایسه با نشاسته میوه بلوط عامل مدل‌های چندجمله‌ای خطی مذکور و عملکرد بهتر در تیمار شاهد بوده است. اثر منفی چندین ماده اولیه غذایی حاوی تانن بر میزان ذخیره چربی در لاشه و احشاء ماهیان به اثبات رسیده است. حسین و همکاران (٢٠٠١) بعد از تغذیه کپور معمولی از تانن‌های متراکم، ذخیره کم‌تر چربی در لاشه ماهی را مشاهده نمودند (٢٧). کاهش چربی لاشه بعد از مصرف تانن ممکن است به دلیل جلوگیری از سنتز یا جابجایی چربی‌ها در اثر تشکیل کمپلکس بین تانن و آنزیم‌های مرتبط با این مسیرها باشد (٦). در این پژوهش، چربی لاشه بعد از مصرف بلوط مطابق مدل چندجمله‌ای خطی کاهش یافت که می‌تواند به‌دلیل حضور تانن‌ها در جیره غذایی طی دوره طولانی‌مدت و یا قابلیت هضم بیش‌تر آرد گندم در مقایسه با آرد بلوط باشد. در جانوران، مقدار چربی کل بدن هم‌زمان با کاهش میزان رطوبت آن، افزایش می‌یابد (٢٨). موافق با این قانون، میزان رطوبت لاشه بعد از بلع بلوط، طبق مدل چندجمله‌ای خطی افزایش یافت. نارویی و علمداری (٢٠٢٢) نشان دادند که مصرف آرد بلوط در سطح ٥ درصد جیره منجر به افت کیفیت لاشه کپور معمولی می‌گردد (٢٩). در پژوهش حاضر، گنجاندن آرد بلوط پوسته‌زدایی شده در جیره غذایی

ماهی بر عملکرد رشد و هم‌چنین سطوح چربی و رطوبت لاشه اثر منفی داشت اما سبب بهبود سطح پروتئین لاشه گردید. محتوای پروتئین خام لاشه از مدل چندجمله‌ای مکعبی تبعیت نمود و از لحاظ این شاخص، سطوح بهینه آرد بلوط برابر با ۲۵ تا ٦٤/۲۸ گرم در کیلوگرم غذا بود. به هر حال مکانیسم سمیت در بلوط (۳۰) و عوامل بازدهی پائین مصرف آن به‌طور کامل شناخته نشده است و به مطالعات بیش‌تری در این خصوص نیاز است. در مجموع اگر بعد از پوسته‌زدایی، عمل‌آوری بیش‌تری بر روی مغز میوه بلوط انجام نشود، استفاده از آرد آن در جیره غذایی ماهی کپور توصیه نمی‌شود.

منابع

1. Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2015). Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*. 23, 1-10.
2. Ozcan, T. (2006). Total protein and amino acid compositions in the acorns of Turkish *Quercus* L. taxa. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53, 419-29.
3. Tejerina, D., Garcia-Torres, S., Vaca, M. C., Vasquez, F. M., & Cava, R. (2011). Acorns (*Quercus rotundifolia* Lam.) and grass as natural sources of antioxidants and fatty acids in the "montanera" feeding of Iberian pig: intra- and inter-annual variations. *Food Chemistry*. 124, 997-1004.
4. Vinha, A. F., Barreira, J. C. M., Costa, A. S. G., & Oliveira, M. B. P. P. (2016). A new age for *Quercus* spp. fruits: review on nutritional and phytochemical composition and related biological activities of acorns. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 15, 947-981.
5. Frutos, P., Hervas, G., Giraldez, F. J., & Mantecon, A. R. (2004). Review. Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2, 191-202.
6. Omnes, M. H., Goasduff, J. L., Delliou, H. L., Bayon, N. L., Quazuguel, P., & 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.
7. Talebian Nik, S. S., & Alamdari, H. (2020). Adding Iranian oak acorn (*Quercus brantii*) to the diet of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) and its effects on growth performance, carcass composition and resistance to salinity stress. *Iranian Scientific Fisheries Journal*. 29 (2), 83-91.
8. Watanabe, W. O., Ellis, S. C., & Chaves, J. (2001). 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.
9. Torrecillas, S., Montero, D., Carvalho, M., Benitez-Santana, T., & 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.
10. Mazurkiewicz, J. (2009). Utilization of domestic plant components in diets for common carp *Cyprinus carpio* L. *Archives of Polish Fisheries*, 17, 5-39.
11. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2000). Official Methods of Analysis 17th ed. Washington D.C., 2200 p.
12. Thiex, N., & Novotny, L. (2012). Determination of ash in animal feed: AOAC official method 942.05 revisited. *Journal of AOAC international*, 95 (5), 1392-1397.
13. Makkar, H. P. S. (2003). Quantification of tannins in tree foliage: A laboratory manual. FAO/IAEA.
14. NRC (National Research Council). (2011). Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academy Press. Washington, D.C., 376 p.
15. Keshavarzi, S., Houshmand, M., & Bahreini Behzadi, M. R. (2017). Age-specific response of broilers to dietary

inclusion of a high-tannin feedstuff. *Poultry Science Journal*. 5 (2), 83-90.
16. Huang, Q., Liu, X., Zhao, G., Hu, T., & Wang, Y. (2018). Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Animal Nutrition*. 4, 137-150.
17. Becker, K., & Makkar, H. P. S. (1999). Effects of dietary tannic acid and quebracho tannin on growth performance and metabolic rates of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 175, 327-335.
18. Jackson, A. J., Capper, B. S., & Matty, A. J. (1982). Evaluation of some plant protein in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*. 27 (2), 97-109.
19. Mukhopadhyay, N., & Ray, A. K. (1999). Utilization of copra meal in the formulation of compound diets for rohu, *Labeo rohita*, fingerlings. *Journal of Applied Ichthyology*. 15, 127-131.
20. Collins, S. A., Mansfield, G. S., Desai, A. R., Van Kessel, A. G., Hill, J. E., & Drew, M. D. (2013). Structural equation modeling of antinutrients in rainbow trout diets and their impact on feed intake and growth. *Aquaculture*, 416, 219-227.
21. Hossain, M. A., & Jauncey, K. (1989). Nutritional evaluation of some Bangladeshi oilseed meals as partial substitutes for fish meal in the diet of common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture Research*, 20, 255-268.
22. Mwachireya, S. A., Beames, R. M., Higgs, D. A., & Dosanjh, B. S. (1999). Digestibility of canola protein products derived from the physical, enzymatic and chemical processing of commercial canola meal in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) held in fresh water. *Aquacult Nutrition*. 5, 73-82.
23. Gaber, M. M. (2006). Partial and complete replacement of fish meal by broad bean meal in feeds for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L., fry. *Aquaculture Research*, 37, 986-993.
24. Horstmann, S. W., Lynch, K. M., & Arendt, E. K. (2017). Starch characteristics linked to gluten-free products. *Foods*, 6 (29), 1-21.
25. Stevenson, D. G., Jane, J. L., & Inglett, G. E. (2006). Physicochemical properties of pin oak (*Quercus palustris* Muenchh.) acorn starch. Starch/Staerke 58, 553-560.
26. Cappai, M. G., Wolf, P., Pinna, W., & Kamphues, J. (2013). Pigs use endogenous proline to cope with acorn (*Quercus pubescens* Willd.) combined diets high in hydrolysable tannins. *Livestock Science*, 155, 316-322.
27. Hossain, M. A., Focken, U., & Becker, K. (2001). Evaluation of an unconventional legume seed, *Sesbania aculeata*, as a dietary protein source for common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 198, 129-140.
28. Fauconneau, B., Alami-Duranteb, H., Larochec, M., Marceld, J., & Vallot, D. (1995). Growth and meat quality relations in carp. *Aquaculture*, 129, 265-297.
29. Narui, M., & Alamdari, H. (2022). Effect of feeding with soaked and fermented Iranian acorn (*Quercus brantii*) on the growth, feed utilization and carcass composition of common carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*. 31 (1), 47-56.
30. Smith, S., Naylor, R. J., Knowles, E. J., Mair, T. S., Cahalan, S. D., Fews, D., & Dunkel, B. (2015). Suspected acorn toxicity in nine horses. *Equine Veterinary Journal*. 47, 568-72.