16(1) 93-98, Spring 2024

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effect of *Paulownia fortunei* extract on growth performance and digestive enzymatic activities in goldfish (*Carassius auratus*)

Reza Nahavandi [1], Saeid Tamadoni Jahromi [2], Soghra Mehravar [3], Siamak Behzadi [2], Mohammad Khalil Pazir [4], Sajjad Pormozaffar [5*], Abolfazl Nourozi [6]

[1]*Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran*
[2]*Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran*
[3]*Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.*
[4]*Iranian Shrimp Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education & Extention Organization, Bushehr, Iran*
[5]*Persian Gulf Mollusks Research Station, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Bandar-e- Lengeh, Iran*
[6]*Faculty of Veterinary Medicine, University of Shiraz, Shiraz, Iran*

Key Words

Goldfish
Paulownia extract
Growth parameters
Digestive enzyme

Abstract

Introduction: This experiment was conducted to evaluate the effect of different levels of supplementation of *P. fortunei* on the growth performance and digestive enzymatic activities of goldfish (*Carassius auratus*) for 8 weeks.

Materials & Methods: Goldfish (with an average initial weight of 12±0.10g) were divided into four experimental treatments with three replicates (30 fish/ replicate) which contained control treatment (without paulownia extract) and three treatments were supplemented with paulownia extracts 1, 2, and 3 percent/kg diet.

Results: The results showed that the highest final weight, weight gain, specific growth rate, and condition factor were observed in fish fed with 3% paulownia extract. Significant differences were observed in the activity of digestive enzymes (proteases, amylase, and lipase). The highest proteases, amylase, and lipase activities were observed in paulownia extract at 3%.

Conclusion: The results of this study showed that goldfish fed the diet containing paulownia extract had better growth performance and activity of digestive enzymes compared to other groups. Therefore, the administration of paulownia extract at 3% is recommended to use in the goldfish diet.

* Corresponding Author's email: Sajjad5550@gmail.com
Received: 4 January 2023; Reviewed: 4 February 2023; Revised: 6 April 2023; Accepted: 9 May 2023
(DOI): 10.70102/AEJ.2025.16.1.11

مقاله پژوهشی

تاثیر عصاره گیاه پالونیا فورتونی (*Paulownia fortunei*) بر شاخص‌های رشد و آنزیم‌های گوارشی در ماهی قرمز (*Carassius auratus*)

رضا نهاوندی[1]، سعید تمدنی‌جهرمی[2]، صغری مهرآور[3]، سیامک بهزادی[2]، محمد خلیل‌پذیر[4]، سجاد پورمظفر*[5]، ابوالفضل نوروزی[6]

[1] موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
[2] پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. بندرعباس، ایران
[3] گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گرگان، ایران
[4] پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. بوشهر، ایران
[5] ایستگاه تحقیقات نرمتنان خلیج فارس، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. بندرلنگه، ایران
[6] دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

کلمات کلیدی

ماهی قرمز
عصاره گیاه پالونیا
شاخص‌های رشد
آنزیم‌های گوارشی

چکیده

مقدمه: در این مطالعه اثر عصاره گیاه پالونیا بر عملکرد رشد و آنزیم‌های گوارشی در ماهی قرمز (*C. auratus*) به‌مدت ۸ هفته بررسی شد.

مواد و روش‌ها: بچه‌ماهیان (با میانگین وزن اولیه ۰/۱۰±۱۲/۰۰ گرم) به چهار تیمار با سه تکرار به‌ازای هر تیمار تقسیم شدند (۳۰ قطعه در هر تکرار) که شامل یک تیمار شاهد (بدون استفاده از عصاره پالونیا) و سه تیمار حاوی عصاره پالونیا با مقادیر ۱، ۲ و ۳ درصد در هر کیلوگرم جیره بود.

نتایج: نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیش‌ترین وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و شاخص وضعیت در ماهیان تغذیه شده با ۳ درصد عصاره پالونیا در کیلوگرم جیره غذایی مشاهده شد. میزان اختلاف معنی‌داری در فعالیت آنزیم‌های گوارشی (لیپاز، پروتئاز و آمیلاز) میان تیمارها مشاهده شد ($p\leq0/05$)؛ به‌طوری‌که بالاترین فعالیت آنزیم‌های لیپاز، پروتئاز و آمیلاز در تیمار حاوی ۳ درصد عصاره پالونیا در کیلوگرم جیره مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزودن عصاره گیاه پالونیا در جیره غذایی اثر مثبت در بهبود عملکرد رشد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی در بچه‌ماهی قرمز داشت، بنابراین افزودن عصاره گیاه پالونیا به‌میزان ۳ درصد در جیره غذایی ماهی قرمز به‌منظور بهبود عملکرد رشد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی توصیه می‌گردد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Sajjad5550@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴ دی ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۱۵ بهمن ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱۷ فروردین ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۹ اردیبهشت ۱۴۰۲
(DOI): 10.70102/AEJ.2025.16.1.11

مقدمه

در حال حاضر با توجه به روند روز افزون جمعیت جهان یکی از معضلات اساسی جوامع بشری فراهم نمودن غذا و منابع پروتئینی برای جمعیت رو به رشد کره زمین است (۹). آبزی‌پروری به‌عنوان یک راهکار اساسی، می‌تواند از طریق تامین پروتئین مورد نیاز انسان، نقش مهمی را در این زمینه ایفا کند. آبزی‌پروری با سرعت بیش‌تری در مقایسه با سایر بخش‌های تولید منابع غذایی حیوانی در حال پیشرفت است و از چندین دهه گذشته به سرعت به یک صنعت پویا و رو به‌رشد تبدیل شده است. امروزه آبزی‌پروری از رشد نسبتاً خوبی برخوردار است ولی‌وجود بیماری‌های مختلف تا حدودی مانع از رشد آن شده و خسارات اقتصادی را بر پرورش‌دهندگان تحمیل نموده است (۹). یکی از مشکلات صنعت پرورش ماهی در ایران، کاهش بازدهی و بالا بودن هزینه‌های تولید است. بنابراین، محققین زیادی به‌دنبال استفاده از محرک‌های رشد و ایمنی در راستای افزایش بازدهی در کوتاه‌ترین بازده زمانی و کاهش هزینه‌های تولید می‌باشند. بنابراین استفاده از محرک‌های گیاهی می‌تواند قابل توجه باشد. حداکثر سوددهی در آبزی پروری از طریق بهبود شرایط کیفی آب، افزایش تراکم، استفاده از مکمل‌های (آنتی‌بیوتیکی، گیاهی و غیره) کنترل بیماری‌ها، بهبود جیره‌های غذایی فرموله شده، استفاده از تکنولوژی‌های نوین پرورش و انتخاب گونه مناسب انجام می‌شود (۱۱). از دیگر روش‌های افزایش تولید، می‌توان به کنترل بیماری اشاره کرد که در این زمینه استفاده از داروها و ترکیبات گیاهی ضدمیکروبی (آنتی‌بیوتیک و ترکیبات گیاهی) مطرح شده است. معمولاً پرورش دهندگان به‌هنگام مشاهده شیوع بیماری، خودسرانه از آنتی‌بیوتیک‌ها برای درمان و حتی کنترل بیماری استفاده می‌کنند. البته برخی از این مواد در کنار استفاده از مقادیر بالای آن‌ها منجر به بهبود رشد و مقابله با بیماری‌ها می‌شود. اما خود این مواد باعث ایجاد مشکلات جدیدی در بخش تولید شده است که مقاوم شدن عوامل بیماری‌زا (۲۳)، تغییر فلور میکروبی روده (که باعث تغییرات در سلامت میزبان می‌شود) به‌سوی فلور نامتعادل، انتقال این مواد به انسان‌ها (بزرگنمایی زیستی)، آلودگی‌های زیست‌محیطی و افزایش هزینه‌های جاری تولید ماهی برخی از مشکلات هستند (۱۱). این تغییرات باعث شده است که در اغلب کشورهای دنیا، استفاده از آنتی‌بیوتیک ممنوع شود. امکان جایگزینی مواد افزودنی جدید طبیعی به‌جای آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره غذایی حیوانات در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. برخی از آن‌ها نشان داده‌اند که می‌توان برخی از مواد گیاهی مانند عصاره گیاهی را برای افزایش کارایی جیره به آن افزود (۱۲). مکمل‌ها و داروهای گیاهی به‌عنوان تحریک‌کننده رشد هزاران سال است که توسط انسان مصرف می‌شوند. این دسته از گیاهان حاوی مواد و ترکیبات فعالی مانند پلی‌ساکاریدها، آلکالوئیدها یا فلاونوئیدها هستند. استفاده از افزودنی‌های گیاهی در آبزی‌پروری یکی از روش‌های ارزان‌تر و ایمن‌تر از جنبه مسائل زیست‌محیطی در مقایسه با داروهای شیمیایی است. گیاهان دارویی دارای ترکیبات و مواد موثره‌ای هستند که منجر به تسریع و تسهیل عمل جذب روده، بهبود اثرات درمانی و کاهش اثرات جانبی و سمیت داروهای شیمیایی می‌شود (۱۶). محرک‌های رشد گیاهی مزیت‌های متعددی نسبت به محرک‌های رشد مصنوعی دارند که می‌توان به در دسترس بودن، آسیب کم‌تر برای محیط زیست، امکان تولید در سطح وسیع و هزینه کم‌تر تولید اشاره کرد (۱۶). در سال‌های اخیر علاقه و تمایل زیادی برای به کارگیری این گیاهان در جیره آبزیان ایجاد شده است (۱۶). گیاه پالونیا فورتونی (*Paulownia fortunei*) از تیره گیاه میمون (Schrophulariaceae) است. پالونیا گونه بومی کشور چین از ۲۶۰۰ سال پیش شناخته شده است (۱۸). برگ این گیاه با داشتن ترکیبات پلی ساکارید با خواص آنتی‌اکسیدانی جهت تولید داروهای گیاهی (۲۴)، با داشتن ۲۵ درصد پروتئین به‌عنوان خوراک دام و نیز در تولید کودهای آلی استفاده می‌گردد (۴). ترکیبات فنولی مکمل‌های گیاهی اثر آنتی‌اکسیدانی دارند. این مواد به نوبه خود منجر به تغییر فلور روده خواهد شد، بنابراین منجر به افزایش هضم‌پذیری و جذب مواد غذایی می‌شود. ماهی قرمز (*Carassius auratus*) از خانواده کپور ماهیان بوده و به لحاظ شرایط زیستی و تغذیه‌ای شبیه کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) می‌باشد (۱۹). ماهی‌های قرمز به‌عنوان عضو کوچک خانواده ماهی کپور، بومی شرق آسیا هستند که برای نخستین بار اواخر قرن هفدهم به اروپا وارد شدند. بخشی از شهرت ماهی قرمز به مقاومت این گونه بر می‌گردد. ماهی قرمز می‌تواند به‌عنوان یک گونه مناسب جهت مدل سازی در مطالعات تغذیه‌ای، تولیدمثلی، فیزیولوژیکی مورد استفاده قرار گیرد (۱۹). باتوجه به این‌که مطالعه‌ای بر روی اثرات عصاره گیاه پالونیا در بر روی شاخص‌های رشد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی در ماهی قرمز انجام نگرفته است، بنابراین هدف از این آزمایش بررسی تاثیر عصاره گیاه پالونیا (*P. fortunei*) بر شاخص‌های رشد و فعالیت برخی از آنزیم‌های گوارشی در ماهی قرمز (*C. auratus*) است.

مواد و روش‌ها

تهیه بچه‌ماهی و پرورش آن جهت آماده‌سازی برای آزمایش:

در این آزمایش بچه‌ماهیان قرمز با میانگین وزن ۰/۱۰±۱۲/۰۰ گرم از مرکز تکثیر ماهیان قرمز از شهر رشت خریداری شدند. در این آزمایش از ۳۶۰ قطعه بچه ماهی قرمز استفاده شد. بچه ماهیان پس

از گذراندن یک‌دوره ۱۴ روزه برای سازگاری با شرایط محیط پرورش، در مخازن ۳۰۰ لیتری نگه‌داری شدند. بچه‌ماهیان به‌صورت تصادفی در ۴ تیمار و ۳ تکرار (هر تکرار ۳۰ قطعه بچه‌ماهی) توزیع شدند. در مجموع از ۳۶۰ بچه ماهی قرمز استفاده شد. غذادهی به ماهیان به مدت ۸ هفته انجام گردید.

عصاره گیاه پالونیا: برگ گیاه پالونیا تهیه و برای عصاره‌گیری برگ‌های گیاه پس از شستشو، در سایه خشک و توسط آسیاب برقی کاملاً خرد شد. به‌ازای هر ۱۰۰ گرم پودر گیاه خشک پالونیا، ۵۰۰ میلی‌لیتر الکل اتانولی ۸۰ درصد اضافه شد. برای ترکیب و استخراج مواد موثره، به‌مدت ۷۲ ساعت بر روی دستگاه شیکر قرار داده شد. محتویات از کاغذصافی عبورداده شد تا عصاره از پودربرگ جدا شود (۱۵). عصاره گیاه پالونیا با کمک دستگاه روتاری مدل HS2005S ساخت کشور کره در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تلغیظ شد. عصاره به‌دست آمده در ظرف شیشه‌ای تیره رنگ درون یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردید.

تیمارها: در این آزمایش ۴ تیمار شامل: تیمار ۱ (جیره تجاری یا تیمار شاهد)، تیمار ۲ (جیره حاوی ۱ درصد عصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره غذایی)، تیمار ۳ (جیره‌حاوی ۲ درصدعصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره‌غذایی) و تیمار ۴ (جیره‌حاوی ۳ درصدعصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره غذایی) بود (۲۴). برای تغذیه ماهیان از جیره مخصوص کپورماهیان ساخت شرکت فرادانه (۳درصدوزن‌بدن) استفاده گردید. عصاره پالونیا به‌روش اسپری به جیره‌های آزمایش اضافه شد.

زیست‌سنجی و بررسی شاخص‌های رشد: در پایان آزمایش پس از ۲۴ ساعت گرسنگی، بچه‌ماهیان موجود در هر تکرار بی‌هوش شده و به‌منظور سنجش شاخص‌های رشد، طول و وزن آن‌ها برای محاسبه افزایش وزن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، شاخص وضعیت (CF) و بازماندگی از طریق معادلات زیر محاسبه گردید (۲۵).

افزایش وزن بدن = میانگین وزن نهایی- میانگین وزن ابتدایی

نرخ رشد ویژه (درصد) = [(لگاریتم طبیعی وزن نهایی- لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی) ÷ (طول دوره پرورش)] × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی= میزان غذای خورده شده (گرم) ÷ افزایش وزن بدن (گرم)

شاخص وضعیت= [(وزن نهایی (گرم) / طول۳ (سانتی متر)] × ۱۰۰

بازماندگی (درصد) = [(تعداد تلفات – تعداد کل ماهیان) × تعداد کل ماهیان] × ۱۰۰

نمونه‌برداری از روده به‌منظور بررسی فعالیت آنزیم‌های گوارشی: در پایان دوره آزمایش به‌منظور تعیین میزان فعالیت آنزیم‌های لیپاز، آمیلاز و پروتئاز گوارشی، غذادهی ۴۸ ساعت قبل از نمونه‌برداری قطع گردید (۷). بعد از قطع نخاع کردن ماهیان، سریعاً در مجاورت یخ کالبدگشایی صورت گرفت. سپس روده با دقت جدا و در محور طولی با دقت بریده شد و پس از تخلیه محتویات داخل آن، با آب مقطر به‌خوبی شسته شد (۵) تا مواد غذایی باقی‌مانده در روده خارج شود. نمونه‌ها تا زمان آزمایش در شرایط انجماد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها، ابتدا نمونه‌ها از شرایط انجماد خارج و وزن شدند و بعد با نسبت وزنی به حجمی 1 (W/V) به ۵ با کلریدسدیم ۰/۲ مولاربا هم‌زن‌برقی مخلوط شدند (۱۳). سوسپانسیون به‌دست آمده با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی در میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی‌لیتری (با سه تکرار برای هر تیمار) به‌منظور سنجش فعالیت آنزیمی جمع‌آوری شد.

فعالیت آنزیم‌های گوارشی: فعالیت آنزیم آمیلاز، لیپاز و پروتئاز به‌روش آنزیمی، کالری‌متری با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون (ایران) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS مدل ۶۵۰۵، کشور انگلستان) انجام شد. طبق دستورالعمل شرکت سازنده، آمیلاز، لیپاز و پروتئاز براساس روش Lorentz اندازه‌گیری شد (۲۶). برای اندازه‌گیری فعالیت آمیلاز، لیپاز و پروتئاز جذب نوری به‌ترتیب در طول موج‌های ۴۰۵، ۵۸۰ و ۴۶۰ نانومتر قرائت شد. فعالیت آنزیم‌های گوارشی براساس واحد بر لیتر با سه تکرار برای هر نمونه محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و آنزیم‌های گوارشی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و پس از آزمون مقایسه چنددامنه‌ای دانکن، در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین تیمارهای مختلف صورت گرفت. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 در محیط ویندوز و از نرم‌افزار Microsoft Excel 2013 استفاده شد.

نتایج

جدول ۱ شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان قرمز تغذیه شده با جیره‌های مختلف در پایان دوره آزمایش را نشان می‌دهد. نتایج آزمایش نشان داد که بیش‌ترین وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و شاخص وضعیت در تیمار ۴ حاوی ۳ درصد عصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره غذایی مشاهده گردید که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ($p\leq۰/۰۵$). بیش‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱ (شاهد) مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت ($p\leq۰/۰۵$).

میزان بازماندگی بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌داری نداشت(p>۰/۰۵). نتایج مربوط به‌میزان فعالیت آنزیم‌های لیپاز، آمیلاز و پروتئاز روده بچه‌ماهیان قرمز تغذیه‌شده با رژیم‌های غذایی مختلف در پایان آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. اضافه کردن عصاره گیاه پالونیا به جیره غذایی با غلظت‌های مختلف منجر به افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم لیپاز، پروتئاز و آمیلاز در مقایسه با تیمار شاهد شد (p≤۰/۰۵). بیش‌ترین فعالیت آنزیم‌های لیپاز (۱/۲۱ ± ۲۳/۷۵ واحد بر لیتر)، پروتئاز (۵/۱۸±۳۱۰/۱۷ واحد بر لیتر) و آمیلاز (۱۱/۱۰±۶۴۸/۲۲ واحد بر لیتر) در تیمار حاوی ۳ درصد عصاره پالونیا در کیلوگرم جیره مشاهده شد.

جدول ۱:مقایسه میانگین شاخص‌های رشد در تیمارهای آزمایش بچه‌ماهیان قرمز (*C. auratus*) تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره پالونیا

فاکتورها /تیمارها	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
وزن اولیه (گرم)	۱۲/۰۰ ± ۰/۱۱	۱۲/۰۰ ± ۰/۰۹	۱۲/۰۰ ± ۰/۱۰	۱۲/۰۰ ± ۰/۱۰
وزن نهایی (گرم)	۳۳/۰۹ ± ۰/۱۷^{d}	۳۶/۱۶ ± ۰/۱۰^{c}	۳۸/۱۲ ± ۰/۰۷^{b}	۴۲/۲۴ ± ۰/۲۱^{a}
افزایش وزن (گرم)	۲۱/۱۴ ± ۰/۳۴^{d}	۲۴/۲۵ ± ۰/۲۵^{c}	۲۶/۱۰ ± ۰/۰۶^{b}	۳۰/۱۴ ± ۰/۲۰^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد)	۲/۳۵ ± ۰/۰۵^{c}	۲/۴۰ ± ۰/۰۲^{c}	۲/۴۲ ± ۰/۰۳^{b}	۲/۶۶ ± ۰/۰۵^{a}
شاخص وضعیت	۱/۳۴ ± ۰/۰۲^{d}	۱/۴۰ ± ۰/۰۳^{c}	۱/۴۵ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۵۶ ± ۰/۰۴^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۱۴ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۰۷ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۰۷ ± ۰/۰۱^{b}	۱/۰۲ ± ۰/۰۲^{c}
بازماندگی (درصد)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی می‌باشد (p≤۰/۰۵).

*جیره تجاری (تیمار ۱)، جیره حاوی ۱ درصد عصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره غذایی (تیمار ۲)، جیره حاوی ۲ درصد عصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره غذایی (تیمار ۳)، جیره حاوی ۳ درصد عصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره غذایی (تیمار ۴)

جدول ۲: آنزیم‌های کبدی بچه‌ماهیان قرمز (*C. auratus*) تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره پالونیا

فعالیت آنزیم (واحد بین‌الملل بر لیتر)	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
لیپاز	۱۴/۲۲ ± ۱/۲۴^{c}	۱۷/۴۶ ± ۱/۸۱^{b}	۱۷/۴۸ ± ۱/۴۷^{b}	۲۳/۷۵ ± ۱/۲۱^{a}
پروتئاز	۲۶۶/۱۷ ± ۴/۲۴^{c}	۲۷۹/۷۲ ± ۸/۱۹^{b}	۲۸۲/۳۲ ± ۹/۲۳^{b}	۳۱۰/۱۷ ± ۵/۱۸^{a}
آمیلاز	۵۷۷/۱۸ ± ۹/۵۵^{c}	۶۰۴/۲۰ ± ۸/۱۸^{b}	۶۰۶/۱۶ ± ۶/۲۷^{b}	۶۴۸/۲۲ ± ۱۱/۱۰ ^{a}

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی می‌باشد (p≤۰/۰۵).

*جیره تجاری (تیمار ۱)، جیره حاوی ۱ درصد عصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره‌غذایی (تیمار ۲)، جیره حاوی ۲ درصد عصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره‌غذایی (تیمار ۳)، جیره حاوی ۳ درصد عصاره پالونیا در هر کیلوگرم جیره‌غذایی (تیمار ۴)

بحث

از هزاران سال قبل محصولات طبیعی ازجمله گیاهان با داشتن ترکیبات فعال موثره با اهداف مختلفی مورد استفاده قرار می‌گرفت که می‌توان به خاصیت درمانی، محرک رشد و تحریک اشتها اشاره کرد (۸). امروزه با شناخت‌ارزش انقلاب‌سبز و هم‌چنین اثرات زیست محیطی مواد محرک سیستم ایمنی با منشأ طبیعی، استفاده از این مواد طبیعی جهت بهبود و تحریک فعالیت سیستم غیراختصاصی و مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا در صنعت آبزی‌پروری افزایش یافته است (۸). محصولات گیاهی به‌دلیل وجود برخی ترکیبات از جمله آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، کارتنوئیدها، روغن‌های ضروری و... جهت درمان بیماری‌های مختلف و تقویت سیستم ایمنی استفاده می‌شوند. فرآورده‌های گیاهی شناخته‌شده به‌دلیل داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی نقش مهمی در کنترل بیماری‌ها دارند(۶).در سال‌های اخیر به‌دلیل توجه به حفظ محیط‌زیست و بهره‌گیری از مواد فاقد باقی‌ماندگی در محیط زیست، استفاده از مواد محرک رشد و ایمنی گیاهی در حال افزایش می‌باشد. به‌طورکلی برای افزایش میزان مقاومت در برابر ابتلا به بیماری‌ها و کاهش میزان مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها، امروزه افزودن محرک‌های ایمنی به غذاها رایج شده است (۲۱). موفقیت‌های زیادی در استفاده از گیاهان دارویی به جهت بهبود عملکرد شاخص‌های رشد در آبزیان حاصل شده است که یکی از این گیاهان دارویی گیاه پالونیا است. در این مطالعه، عملکرد رشد و آنزیم‌های گوارشی در ماهی قرمز موردبررسی قرار گرفت. فاکتورهایی هم‌چون وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، شاخص وضعیت و ضریب تبدیل غذایی اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای استفاده‌کننده از عصاره پالونیا داشتند. در مطالعه حاضر

بالاترین شاخص‌های رشد در تیمار ۴ حاوی ۳ درصد عصاره پالونیا در جیره غذایی مشاهده شد. کم‌ترین میزان شاخص‌های رشد در تیمار شاهد مشاهده شد که در این تیمار از عصاره پالونیا در جیره غذایی ماهیان استفاده نشده بود. Hamidi و همکاران، در مطالعاتی که بر روی تاثیر استفاده برخی از عصارهای گیاهی بر شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) انجام دادند، گزارش کردند که شاخص‌های رشد در تیمارهای تغذیه شده با عصاره گیاه پالونیا نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بهبود یافته است (۱۴) که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. هم‌چنین برخی محققان گزارش کردند که استفاده از ترکیبات گیاهی باعث افزایش جذب مواد غذایی از طریق تحریک آنزیم‌های هضم‌کننده می‌شود که در نتیجه باعث افزایش شاخص‌های رشد در ماهیان می‌گردد به‌عنوان مثال Adeli و همکاران، در مطالعاتی که بر روی تاثیر عصاره گیاه به لیمو (*Aloysia citrodora*) بر روی عملکرد رشد در بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام دادند، گزارش کردند که شاخص‌های رشد در تیمارهای تغذیه شده با عصاره به لیمو نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بهبود یافته است (۱). Bahadri و همکاران، در مطالعاتی که بر روی تاثیر عصاره گیاه مورد (*Myrtus communis*) بر روی پارامترهای رشد بچه‌ماهیان کپور معمولی (*C. carpio*) انجام دادند، گزارش کردند که شاخص‌های رشد در تیمارهای تغذیه شده با غذای حاوی ۵۰۰ و ۷۰۰ میلی‌گرم عصاره مورد نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بهبود یافته است (۳). Mohammadi و همکاران، در مطالعه‌ای که بر روی تاثیر عصاره هیدروالکلی گیاه اسفرزه (*Plantago ovate*) بر روی پارامترهای رشد در بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام دادند، گزارش کردند که شاخص‌های رشد در تیمارهای تغذیه شده با غذای حاوی ۰/۵ و ۱ درصد عصاره اسفرزه نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بهبود یافته است (۲۰). تغذیه یکی از پرهزینه‌ترین بخش‌های آبزی‌پروری است و بهینه‌سازی آن می‌تواند نقش بسیار مهمی را در کاهش هزینه‌های تولید داشته باشد. یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان مقدار ضریب تبدیل غذایی است، چرا که علاوه بر کاهش هزینه‌های غذا و غذادهی به سبب مقدار کم‌تر غذادهی، از آلودگی ثانویه آب محیط پرورش و به تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری می‌کند. ضریب تبدیل غذایی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت تغذیه به‌شمار می‌آید. در مطالعه حاضر کم‌ترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۴ که حاوی ۳ درصد عصاره پالونیا در هرکیلوگرم جیره غذایی بود مشاهده گردید. بهبود ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای آزمایشی می‌تواند به این معنی باشد که رژیم غذایی حاوی عصاره گیاه پالونیا به‌عنوان محرک اشتها عمل کرده است و سبب افزایش قابلیت هضم شده و به نوبه خود باعث افزایش رشد شده است (۲۲). نتایج آزمایش نشان داد که میزان بازماندگی بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت. نداشتن اختلاف معنی‌داری در میزان بازماندگی نشان می‌دهد که اضافه کردن عصاره گیاه پالونیا در میزان تلفات ماهی قرمز تاثیر سویی نداشته است که این عامل خود یکی از عوامل مهم در انتخاب یک افزودنی مناسب در جیره غذایی آبزی می‌باشد. میزان فعالیت آنزیمی در ماهی تحت تاثیر گونه، عادت غذایی، ترکیبات شیمیایی غذا، ژنتیک، ریخت شناسی روده و غیره تغییر خواهد کرد (۱۷). در این مطالعه میزان فعالیت آنزیم لیپاز، پروتئاز و آمیلاز در تیمار حاوی ۳ درصد عصاره پالونیا در کیلوگرم جیره به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمار شاهد بود. مطالعه بر روی کاربرد عصاره گیاهی در جیره غذایی آبزیان نشان می‌دهد که این ترکیبات به‌عنوان یک افزودنی غذایی می‌توانند فعالیت آنزیمی را در آبزیان افزایش دهند (۱۷). افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، نقش مهمی در هضم و جذب غذا و افزایش رشد آبزیان دارد. Hamidi و همکاران، گزارش دادند که فعالیت آنزیمی گوارشی (لیپاز، پروتئاز و آمیلاز) در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با عصاره گیاه پالونیا نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۱۴) که با نتایج ما هم‌خوانی دارد. هم‌چنین برخی محققان گزارش کردند که استفاده از ترکیبات گیاهی باعث افزایش فعالیت آنزیم گوارشی می‌شود به‌عنوان مثال Akbari و همکاران، در مطالعاتی که بر روی تاثیر عصاره خارخاسک (*Tribulus terrestris*) بر میزان آنزیم‌های گوارشی در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) انجام دادند، گزارش کردند که میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی (لیپاز، پروتئاز و آمیلاز) در تیمارهای تغذیه شده با عصاره خارخاسک افزایش قابل توجهی نسبت به تیمار شاهد داشت (۲). دلیل آن را می‌توان وجود ترکیبات طبیعی از جمله آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، ساپونین‌ها و فلانوئیدها دانست که محرک گوارش هستند. Fereidouni و همکاران، در مطالعاتی که بر روی تاثیر عصاره سیر (*Allium sativum*) بر میزان آنزیم‌های گوارشی در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) انجام دادند، گزارش کردند که میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی (لیپاز، پروتئاز و آمیلاز) در ماهی کفال خاکستری در تیمارهای تغذیه شده با عصاره خارخاسک، افزایش قابل توجهی نسبت به تیمار شاهد داشت (۱۰). نتایج این آزمایش نشان داد که افزودن گیاه پالونیا به جیره غذایی ماهی قرمز منجر به بهبود عملکرد رشد (وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، شاخص وضعیت و ضریب تبدیل غذایی) و فعالیت آنزیم‌های گوارشی (لیپاز، پروتئاز و آمیلاز) در این ماهی شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزودن ۳ درصد گیاه پالونیا در جیره غذایی ماهی قرمز توصیه می‌گردد.

منابع

1. **Adeli, A., Shalomofer, M. and Akrami, R., 2018.** Effect of lemon plant extract (*Aloysia citrodora*) on growth performance and some liver enzymes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. Journal of Animal Physiology and Development. 3: 27-36. (In Persian)
2. **Akbari, P., Dliran, S. and Amini, Z., 2019.** Effect of Tribulus terrestris extract on liver enzymes and digestive in gray mullet (*Mugil cephalus*). Journal of Aquaculture Development. 4: 13-25. (In Persian)
3. **Bahadri, Sh., Rumiani, L. and Dezful Nejad, M., 2016.** The effect of Myrtus communis extract on the growth parameters of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. Iranian Journal of Biology. 3: 255-266. (In Persian)
4. **Bashir, M., Uzair, M. and Chaudhry, B.A., 2015.** A review of phytochemical and biological studies on conocarpus erectus combretaceae. Pakistan Journal of Pharmaceutical Research. 4: 107-115.
5. **Chong, A., Hashim, R. and Tang, L., 2002.** Partial characterization and activities of protease from the digestive trac t of discus fish (*Symphysodon aequifasciata*). Aquaculture. 20: 321-331.
6. **Citarasu, T., Immanuel, G. and Marian, M.P., 1998.** Effects of feeding Artemia enriched with stresstol and cod liveroil on growth and stress resistance in the Indian white shrimp (*Penaeus indicus*) post larvae. Asian Fisheries Science. 12: 65-75.
7. **Dequara, S., Jauncey, K. and Agius, C., 2003.** Enzyme activities and PH variations in the digestive tract of gilthead sea bream. Journal of Fish Biology. 62: 1033-1043.
8. **Esteban, M.A., 2012.** An Overview of the Immunological Defenses in Fish Skin. International Scholarly Research Network. 1-29.
9. **FAO. 2002.** The state of world fisheries and aquacultures. SOFIA, Rome, Italy.
10. **Fereidouni, M.S., Akbary, P. and Soltanian, S., 2015.** Survival rate and biochemical parameters in *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) larve fed garlic (*Allium sativum*) extract. American Journal of Molecular Biology. 5: 7-15.
11. **Gatlin, D.M., Li, P., Wang, X., Burr, G.S., Castille, F. and Lawrnce, A.L., 2006.** Potentiol application of prebiotics in aquaculture. 8th International Symposium on Aquaculture Nutrition. 2: 14-20.
12. **Gholipour, H., Jamali, F., Jafaryan, H. and Gholamalipor, E., 2017.** Dietary effect of Lippia citrodora essential oil on some hematological, biochemical, growth performance and body composition of *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. Iranian Journal of Aquatic Animal Health. 3: 1-15.
13. **Gawlicka, A., Parrent, B. and Opstad, I., 2000.** Activity of digestive enzyme in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) indication of readiness for first feeding. Aquaculture. 84: 304-314.
14. **Hamidi, M., Adineh, H., Harsij, M. and Gholipour, H., 2019.** The effect of some herbal extracts on nutrition and growth performance, digestive enzymes activity and immune parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Scientific Fisheries Journal. 28: 47-57.
15. **Haghighati, F., Jafari, S. and Beyt, E.J., 2003.** Comparison of antimicrobial effects of ten Herbal extracts with chlorhexidine on three different oral pathogens; an in vitro study. Hakim Research Journal. 6: 71-76.
16. **Harikrishnan, R., Kim, J.S., Kim, M.C., Balasundaram, C. and Heo, M.S., 2011.** Lactuca indica extract as feed additive enhances immunological parameters and disease resistance in *Epinephelus bruneus* to Streptococcus iniae. Aquaculture. 318: 43-48.
17. **Huyghebaert, G., Ducatelle, R. and Immerseel, F., 2011.** An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. Veterinary Journal. 187: 182-188.
18. **Jimenez, L., Rodrıguez, A., Ferrer, J.L., Perez, A. and Angulo, V., 2005.** La Paulownia: una planta de rapido crecimiento como materia prima para lafabricacion depapel. Afinidad. 62: 100-105.
19. **Mimeault, C., Woodhouse, A. and Rudeau, V., 2005.** The human lipid regulator, gemfibrozil bioconentrates and reduces testosterone in the Common carp (*Cyprinus carpio*). Aquatic Toxicology. 73: 44-54.
20. **Mohammadi, M., Alishahi, M., Arman, A. and Jahantigh, R., 2013.** Effect of hydroalcoholic extract of plantago ovate on growth parameters and liver enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Scientific Research Journal of Experimental Animal Biology. 4: 31-41.
21. **Parodi, T.V., Cunha, M.A., Becker, A.G., Zeppenfeld, C.C., Martins, D.I. and Koakoski, G., 2014.** Anesthetic activity of the essential oil of *Aloysia triphylla* and effectiveness in reducing stress during transport of albino and gray strains of silver catfish, *Rhamdia quelen*. Fish Physiology and Biochemistry. 40: 323-34.
22. **Romano, N., Koh, C.B. and Ng, W.K., 2015.** Dietary microencapsulated organic acids blend enhances growth, phosphorus utilization, immune response, hepatopancreatic integrity and resistance against *Vibrio harveyi* in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture. 43: 228-236.
23. **Riviere P., and Laurent I., 2024.** Fish Migration Patterns in Riverine Ecosystems A Telemetry Study. Aquatic Ecosystems and Environmental Frontiers. 2(4): 29-32.
24. **Wang, Q., Meng, X., Zhu, L., Xu, Y., Cui, W., He, X. and Zhu, R., 2019.** A polysaccharide found in *Paulownia fortunei* flowers can enhance cellular and humoral immunity in chickens. International Journal of Biological Mmacromolecules. 5: 213-219.
25. **Yang, S.D., Lin, T.S., Liu, F. and Liou, H., 2007.** Influence of dietary phosphorus levels on growth, metabolic response and body composition of juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). Aquaculture. 230: 405-413.
26. **Lorentz, K., 1998.** Approved recommendation on IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 9. IFCC method for alpha-amylase (1,4-alpha-D-glucan 4-glucanohydrolase, EC 3.2.1.1). International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC). Committee on Enzymes. Clin Chem Lab Med. 36(3): 185-203. DOI: 10.1515/CCLM.1998.034.