



Original Research Paper

Growth performance and survival in goldfish (*Carassius auratus*) fed with different levels of pomegranate peel powder (*Punica granatum*)

Delara Sepehrfar^{*1}, Mohammad Sudagar¹, Hamed Paknejad¹, Siamak Yousefi Siahkalroudi², Parisa Norouzitallab³

¹Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

²Department of Biology, Faculty of Biological Sciences, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Pishva, Iran

³Department of Animal Nutrition and Management, Faculty of Veterinary Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden

Key Words

Herbal supplement
Punica granatum peel powder
 Growth
 Survival
Carassius auratus

Abstract

Introduction: Achieving the sustainable development of aquaculture requires the use of new techniques, in which different strategies have been used, and the use of plant extracts, phytochemicals, and plant secondary metabolites due to their cheapness, availability, few side effects, and effective compounds and diverse has increased. This study was conducted to evaluate the growth and survival indicators of goldfish (*Carassius auratus*) fed with different levels of pomegranate peel powder (*Punica granatum*).

Materials & Methods: 300 pieces of goldfish (*Carassius auratus*), apparently healthy, had passed the winter period in the pool environment, based on a completely random design, 20 pieces of goldfish with an average weight of 17.39 ± 1.71 grams were distributed in 12 tanks. Then, they were reared with the basic diet as a control diet and three experimental diets containing 1, 2, and 4% of pomegranate peel powder.

Results: The initial weight was not significantly different in any of the treatments ($P < 0.05$), but the highest percentage of body weight increase, specific growth rate, final weight, and body weight increase observed in the 4% treatment, which showed a significant difference with the other treatments ($P > 0.05$); The food conversion ratio decreased in the treatments compared to the control group, and the fourth treatment showed a significant difference from the control ($P < 0.05$); Also, an increase and maintenance of 100% survival were observed in fish ($P < 0.05$).

Conclusion: According to the results of the use of herbal supplements such as pomegranate peel powder with antioxidant properties, by increasing the secretion of digestive enzymes, they lead to improved growth performance and increased nutrient absorption, and according to the findings, the amount of 4% pomegranate peel powder in the goldfish diet to improve growth performance and survival is recommended.

* Corresponding Author's email: delara.sepehrfar_s97@gau.ac.ir

Received: 29 November 2022; Reviewed: 29 December 2022; Revised: 28 February 2023; Accepted: 30 March 2023

(DOI): 10.22034/AEJ.2023.384249.2931

مقاله پژوهشی

عملکرد رشد و بقا در ماهی گلدفیش (*Carassius auratus*) تغذیه شده با سطوح مختلف پودر پوست انار (*Punica granatum*)

دل‌آرا سپهرفر*^۱، محمد سوداگر^۱، حامد پاکنژاد^۱، سیامک یوسفی سیاه‌کلرودی^۲، پریسا نوروزی‌طلب^۳

^۱ گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
^۲ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، پیشوا، ایران
^۳ گروه تغذیه و مدیریت دام، دانشکده علوم دامپزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی سوئد، اوپسالا، سوئد

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: دستیابی به توسعه پایدار آبی‌پروری نیازمند به‌کارگیری تکنیک‌های نوین می‌باشد که در این راستا استراتژی‌های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است و استفاده از عصاره‌های گیاهی، فیتوکمیکال‌ها و متابولیت‌های ثانویه گیاهی به‌دلیل ارزان بودن، در دسترس بودن، عوارض جانبی کم، داشتن ترکیبات مؤثر و متنوع افزایش یافته است. این پژوهش به‌منظور ارزیابی شاخص‌های رشد و بقا ماهی گلدفیش (*Carassius auratus*) تغذیه شده با سطوح مختلف پودر پوست انار (*Punica granatum*) صورت گرفت.

مکمل گیاهی
پودر پوست انار
رشد
بقا
گلدفیش

مواد و روش‌ها: تعداد ۳۰۰ قطعه بچه‌ماهی گلدفیش به ظاهر سالم که دوره زمستانی گذرانی را در محیط استخر طی کرده بودند براساس یک طرح کاملاً تصادفی در ۱۲ تانک به تعداد ۲۰ قطعه گلدفیش با میانگین وزنی $17/71 \pm 17/39$ گرم توزیع گردید. سپس با جیره پایه به‌عنوان جیره شاهد و سه جیره آزمایشی حاوی ۱، ۲ و ۴ درصد پودر پوست انار پرورش داده شدند.

نتایج: وزن اولیه در هیچ‌یک از تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$)، اما بیش‌ترین درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، میزان وزن نهایی و افزایش وزن بدن در تیمار ۴ درصد مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P < 0/05$)؛ ضریب تبدیل غذایی در تیمارها نسبت به گروه شاهد کاهش یافت و تیمار چهارم به‌صورت چشمگیری با شاهد اختلاف نشان داد ($P < 0/05$)؛ هم‌چنین افزایش و حفظ ۱۰۰ درصدی بقا در ماهیان مشاهده شد و در هیچ‌کدام از تیمارها میزان بقا اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری: تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از مکمل‌های گیاهی هم‌چون پودر پوست انار با خاصیت آنتی‌اکسیدانی، با افزایش ترشح آنزیم‌های گوارشی منجر به بهبود عملکرد رشد و افزایش جذب مواد غذایی می‌شوند. براساس یافته‌های مطالعه حاضر، میزان ۴ درصد پودر پوست انار در جیره ماهی گلدفیش برای بهبود عملکرد رشد و بقا توصیه می‌شود.

مقدمه

خوراکی جیره شده و جذب غذا را افزایش می‌دهد که باعث بهبود رشد و پایین آمدن ضریب تبدیل می‌گردد (۴). تمامی فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی انار مربوط به ترکیبات فنولی می‌باشد که بخش اعظم این ترکیبات در پوست انار شامل پلی‌فنول‌ها مانند تانن‌ها است. پوست انار هیچ‌گونه عوارض جانبی و تداخل دارویی شناخته‌شده‌ای ندارد اما به دلیل وجود تانن دارای تلخی می‌باشد، این مسئله استفاده از آن را در صنایع غذایی محدود ساخته، با این حال تانن دارای خواص دارویی مهم هم‌چون رفع التهاب روده و ورم هموروئید است. از سوی دیگر، وجود فیبر و آنتی‌اکسیدان در پوست انار، محققین و صنایع را مشتاق می‌سازد تا در تولیدات محصولات غذایی از آن استفاده نمایند. به‌منظور رفع این مشکل از درصدهای پایین‌تر پوست انار خشک شده و یا از عصاره ریزپوشانی شده آن استفاده می‌شود (۲۳). در تحقیقی درصدهای صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد پوست انار در جیره غذایی ماهی کپور معمولی بررسی شد، نتایج نشان داد عملکرد رشد در درصدهای بالا مانند ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد کاهش یافته است و ضعیف‌ترین پارامترهای رشد در تیمار ۱۵ و ۲۰ درصد پوست انار مشاهده شد و بهترین سطح مکمل پوست انار ۵ درصد توصیه گردید (۳۷)؛ هم‌چنین سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد عصاره پوست انار در جیره غذایی بچه ماهیان انگشت‌قد رهو (*Labeo rohita*) بررسی شد و نتایج به‌طور قابل توجهی افزایش نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن و بهبود عملکرد رشد را در تیمار ۰/۵ درصد عصاره پوست انار نشان داد (۱۴). هدف از مطالعه حاضر ارزیابی عملکرد رشد و بقا در ماهیان گلدفیش تغذیه‌شده با سطوح مختلف پودر پوست انار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش تعداد ۳۰۰ قطعه بچه‌ماهی گلدفیش (*C. auratus*) به ظاهر سالم که دوره زمستانی‌گذرانی را در محیط استخر طی کرده بودند، از استخر پرورش ماهی به آزمایشگاه انتقال داده شدند و بعد از یک دوره سازگاری (حدود ۱۰ روز) و تغذیه با جیره پایه (جدول ۲)، ماهیان زیست‌سنجی شدند و براساس یک طرح کاملاً تصادفی ۱۲ تانک فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری با حجم آبیگری ۱۵۰ لیتر در ۴ گروه آزمایشی با سه تکرار، به تعداد ۲۰ قطعه گلدفیش با میانگین وزنی $17/39 \pm 1/71$ گرم ماهی‌دار شدند. قبل از انتقال بچه‌ماهی‌ها به واحدهای آزمایشی، به‌منظور جلوگیری از خطر انتقال بیماری، تانک‌ها با استفاده از نمک کاملاً ضدعفونی شدند. هوادهی تانک‌ها با استفاده از سنگ هوا متصل به هواده مرکزی انجام شد. به‌منظور جلوگیری از آلودگی و خارج کردن غذای باقی‌مانده و فضولات، روزانه و به مرور زمان برای کاهش استرس ماهیان یک روز در میان

این روزها دستیابی به توسعه پایدار آبی‌پروری نیازمند به‌کارگیری تکنیک‌های نوین می‌باشد، در این راستا صنعت آبی‌پروری برای افزایش تولید آبی‌زان از طریق اثرگذاری بر رشد و کاهش تلفات، استراتژی‌های مختلفی مانند افزودنی‌های خوراکی هم‌چون مواد محرک ایمنی، پروبیوتیک‌ها، ویتامین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، هورمون‌ها، آنزیم‌های خوراکی و گیاهان دارویی را اعمال کرده است. یکی از راهکارها استفاده از عصاره‌های گیاهی، فیتوکمیکال‌ها و متابولیت‌های ثانویه گیاهی برای بهبود وضعیت ایمنی است که یک استراتژی مهم برای تولید محصولات آبی‌زی از طریق دستیابی به الگوها و عوامل آنابولیکی بوده و می‌تواند افزایش بازدهی رشد را به همراه داشته باشد که به‌علت آسیب کم‌تر وارده به آبی‌زان و محیط‌زیست از اهداف مهم مدیریت پرورشی قلمداد می‌گردد (۸). بسیاری از اثرات سنتی گیاهان دارویی چون سیر، موسیر، سیاه‌دانه، سرخارگل، پیاز، نعناع، پوست انار و غیره به دلیل ارزان بودن، در دسترس بودن، عوارض جانبی کم، داشتن ترکیبات مؤثر و متنوع، در مطالعات مدرن به اثبات رسیده است (۳۵). امروزه با توسعه کارخانجات تهیه کنسانتره و آبمیوه‌فروشی‌ها، میزان زیادی پوست انار که حدود ۵۰ درصد از کل میوه را تشکیل می‌دهند، بلااستفاده و ضایع می‌گردد. پودر پوست انار منبع ارزشمندی از ترکیبات زیست‌فعال و سرشار از مواد معدنی است که در آماده‌سازی مواد غذایی، می‌توان از این زباله‌های کشاورزی معمولاً دور ریخته شده محصولاتی با ارزش افزوده تولید کرد تا به‌عنوان یک راه‌حل مناسب برای رفع مشکل کمبود مواد مغذی در نظر گرفته شود (۱۸). انار با نام علمی *Punica granatum L.* یکی از اعضای شناخته شده خانواده Punicaceae بوده که شامل دو گونه *P. granatum* (بومی مناطق مدیترانه و ایران) و گونه *P. protopunica* (اندوژن جزایر سوکوترا) می‌باشد (۱۱) و انار به‌دلیل داشتن فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی، داشتن پکتین و فیبر می‌تواند کاندیدای مناسبی برای افزودنی‌ها و نگهدارنده‌های غذایی باشد و دارای خصوصیات دارویی و کاربردی متنوعی است. انار به‌عنوان منبع اصلی فلاونوئیدها، منیزیم، پتاسیم و آهن شناخته شده و پوست انار یک منبع غنی از آنتی‌اکسیدان بوده به گونه‌ای که خواص آنتی‌اکسیدانی انار سه برابر قوی‌تر از شراب قرمز و برابر با عصاره چای سبز است (۳۱) و جیره‌های فرموله با پوست انار، با توسعه بافت روده در مراحل ابتدایی زندگی آبی‌زی و افزایش کلونی‌های باکتریایی مفید مستقر در روده مانند باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک، باعث توسعه سیستم ایمنی روده شده و کارایی عمل جذب را بالا برده در نتیجه مقاومت بدن افزایش خواهد یافت. علاوه‌براین مکمل پوست انار موجب خوش

براساس سطوح مختلف پودر پوست انار شامل ۱، ۲ و ۴ درصد یعنی مقدار ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم پودر پوست انار به هر کیلوگرم از جیره پایه اضافه گردید (۵). بدین صورت که ابتدا غذای اکستروود پودر شد سپس براساس طرح آزمایش، جیره‌های غذایی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده و با پودر پوست انار توسط محلول ژلاتین ۱ درصد مخلوط گردید، پس از آن با دستگاه غذاساز دستی با سایز ۲ میلی‌متر متناسب با سایز دهان ماهیان غذای مذکور ساخته شد. (۳۳). بعد در مجاورت هوا خشک شده و پس از شماره گذاری در زیپ‌کیپ‌های پلاستیکی در یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

به میزان ۵۰ درصد آب تانک‌ها تعویض شد. به علت استفاده از آب شهری در آزمایش، به منظور کلرزدایی به مدت ۲۴ ساعت قبل از استفاده هوادهی انجام شد. پارامترهای کیفی آب مانند درجه حرارت، pH به صورت روزانه و میزان اکسیژن محلول هر هفته یکبار اندازه‌گیری گردید (جدول ۱).

پارامتر	مقدار
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۶/۸۱±۰/۲۹
درجه حرارت (سانتی‌گراد)	۲۵±۵/۲۲
pH	۷/۸±۰/۲۱

در این آزمایش یک جیره پایه که ترکیب و درصد اجزا آن در جدول ۲ ارائه شده است، به عنوان جیره شاهد و سه جیره آزمایشی

جدول ۲: ترکیب و آنالیز تقریبی جیره تجاری فرادانه مورد استفاده در تغذیه ماهیان

اجزای جیره	پروتئین خام	چربی خام	فیبر خام	خاکستر	رطوبت	سفر کل
درصد اجزاء جیره (%)	۳۸-۳۵	۸-۴	۷-۴	۱۱-۷	۱۱-۵	۱-۱/۵

آورده سپس با ساچوک ماهیان صید شدند، و در یک ظرف یک لیتری با ترازوی دیجیتالی با دقت ۱ گرم توزین گردیدند. به منظور کاهش تلفات حاصل از استرس ناشی از دستکاری ماهیان، ۱۲ ساعت قبل و بعد از زیست‌سنجی غذادهی قطع می‌گردید. چگونگی عملکرد سطوح مختلف پودر پوست انار در جیره غذایی و مقایسه آن‌ها بر عملکرد رشد، با توجه به زیست‌سنجی‌های انجام شده، براساس فرمول‌های زیر بررسی شد (۲۹).

وزن اولیه - وزن نهایی = افزایش وزن

$100 \times (\text{وزن اولیه} / (\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی})) = \text{درصد افزایش وزن (WG)}$

$100 \times (\text{دوره پرورش (روز)} / (\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی})) = \text{نرخ رشد ویژه (SGR)}$

$(\text{وزن کل اولیه} - \text{وزن کل نهایی}) / (\text{کل مانده غذا} - \text{کل غذای مصرفی}) = \text{ضریب تبدیل غذایی (FCR)}$

$100 \times (\text{تعداد اولیه ماهیان} / \text{تعداد نهایی ماهیان}) = \text{نرخ بقا}$

وزن نهایی و افزایش وزن بدن در تیمار ۴ درصد مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P < 0/05$)؛ وزن نهایی در تیمار ۲ درصد و شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند ($P < 0/05$)، اما تیمار ۱ درصد با شاهد و ۲ درصد اختلاف معنی‌دار نشان نداد ($P > 0/05$). بیش‌ترین درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه در تیمار ۴ درصد پودر پوست انار بود که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌دار داشت ($P < 0/05$)؛ هم‌چنین ضریب تبدیل غذایی در تیمارها نسبت به گروه شاهد کاهش یافته است و تیمار چهارم به صورت چشمگیری با شاهد اختلاف نشان داد ($P < 0/05$). نتایج این مطالعه نشان داد استفاده از پودر پوست انار نه تنها موجب تقویت عملکرد رشد، بلکه باعث افزایش و حفظ ۱۰۰ درصدی بقا در ماهیان شد ($P > 0/05$).

غذادهی برحسب درصد وزن بدن، دمای آب و ماهیت کار ماهیان، روزانه به‌ازای ۴ درصد از وزن بدن طی ۳ نوبت (صبح، ظهر و عصر) به مدت حدود ۷۰ روز انجام شد (۵). در طول دوره آزمایش روزانه ماهی‌ها از نظر وضعیت ظاهری با نظارت بر حرکات، نحوه شنا، رفتارهای تغذیه‌ای، اشتها، تحرک بیش‌ازحد یا کم‌تحرکی به صورت چشمی بررسی شدند. برای تعیین عملکرد جیره غذایی و رشد ماهیان، زیست‌سنجی آن‌ها در سه مرحله (اول، وسط و آخر دوره) صورت گرفت. بدین منظور ابتدا سطح آب تمامی تیمارها را پایین

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نسخه ۲۵ نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. نخست نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون (شاپیرو-ویلک) مورد آزمون قرار گرفت. سپس مقایسه میانگین داده‌ها در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) انجام شد. برای جداسازی گروه‌های همگن از آزمون توکی در سطح احتمال ۹۵٪ استفاده شد. نتایج به صورت $\text{Mean} \pm \text{SD}$ گزارش شدند.

نتایج

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۳، وزن اولیه در هیچ‌یک از تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$)، اما بیش‌ترین میزان

جدول ۳: مقایسه شاخص‌های رشد ماهیان گلدفیش تغذیه شده با سطوح مختلف پودر پوست انار

شاخص‌های رشد	شاهد	۱ درصد	۲ درصد	۴ درصد
وزن اولیه (گرم)	۱۶/۷۹±۱/۹۳ ^a	۱۶/۸۰±۱/۳۱ ^a	۱۸/۴۱±۲/۱۲ ^a	۱۷/۵۸±۲/۲۴ ^a
وزن نهایی (گرم)	۲۶/۱۹±۲/۱۵ ^c	۲۷/۸۰±۰/۷۸ ^{bc}	۳۰/۱۳±۱/۴۵ ^b	۳۳/۶۵±۰/۹۹ ^a
افزایش وزن بدن (گرم)	۹/۳۹±۰/۳۰ ^b	۱۱/۰۰±۱/۲۵ ^b	۱۱/۷۲±۲/۰۳ ^b	۱۶/۰۷±۱/۲۵ ^a
درصد افزایش وزن	۵۶/۳۳±۵/۰۴ ^b	۶۶/۱۰±۱۲/۵۹ ^{ab}	۶۴/۹۳±۱۷/۷۲ ^{ab}	۹۳/۱۳±۲۰/۵۰ ^a
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۰/۹۹±۰/۰۷ ^b	۱/۱۲±۰/۱۶ ^{ab}	۱/۱۰±۰/۳۴ ^{ab}	۱/۴۵±۰/۲۲ ^a
ضریب تبدیل غذایی (کیلوگرم)	۲/۴۱±۰/۲۲ ^a	۲/۰۸±۰/۳۵ ^{ab}	۲/۱۹±۰/۶۲ ^{ab}	۱/۴۹±۰/۲۹ ^b
بقا (درصد)	۱۰۰ ^a	۱۰۰ ^a	۱۰۰ ^a	۱۰۰ ^a

حروف مشابه در یک ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P > 0.05$).

بحث

با توجه به این که تغذیه آبزبان بیش از ۵۰ درصد هزینه را به خود اختصاص می‌دهد و به دلیل شرایط استرسی موجود در مراکز تکثیر و پرورش لازم است برای ارتقا میزان مقاومت ماهیان و افزایش رشد و بازماندگی از ترکیبات مناسبی در تغذیه آن‌ها استفاده شود که در جهت بهبود کارایی مصرف غذا بسیار کارآمد بوده و هدف اولیه آبی‌پروری تجاری محسوب می‌گردد زیرا با کاهش تلفات لاروها و بچه ماهیان در مراکز تکثیر و پرورش نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۲۵). طبق تحقیقات گذشته استفاده از مکمل‌های گیاهی هم‌چون پودر پوست انار با خاصیت آنتی‌اکسیدانی، با افزایش ترشح آنزیم‌های گوارشی منجر به بهبود عملکرد رشد و افزایش جذب مواد غذایی می‌شوند (۳۲). در پژوهش حاضر استفاده از پودر پوست انار منجر به بهبود شاخص‌های رشد گردید و بیش‌ترین درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه در تیمار تغذیه شده با مکمل شده با ۴ درصد پودر پوست انار مشاهده شد. این افزایش رشد می‌تواند به دلیل تحریک اشتها و هم‌چنین افزایش قابلیت هضم‌پذیری به‌واسطه افزایش سنتز پروتئین و بهبود کارایی غذا باشد. در این خصوص پودر پوست انار با خاصیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت ضدباکتریایی و فعالیت‌های دارویی مختلف به دلیل حضور تانن، آلکالوئیدها و فنول‌هایی نظیر تانن‌ها، اسیدالزئیک و اسیدگالیک با تاثیر بر آنزیم‌های گوارشی موجب بهبود رشد و افزایش وزن بدن می‌شود (۱۳). هم‌چنین پوست انار سرشار از ویتامین‌ها و مواد تحریک‌کننده اشتها است که به‌عنوان یک منبع غنی از آنتوسیانین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها به رشد و سلامت بیش‌تر کمک می‌کند (۷). از طرفی در پرورش آبزبان مقدار ضریب تبدیل غذایی یکی از عوامل اقتصادی مهم محسوب می‌شود و کاهش هزینه‌های غذا و غذایی به سبب مقدار کم‌تر غذایی از آلودگی‌های ثانویه آب محیط پرورش و به تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری خواهد کرد (۲۴). در این مطالعه پودر پوست انار با سطح ۴ گرم در کیلوگرم جیره موجب کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش نرخ رشد ویژه گردید. هم‌چنین میزان بازماندگی در تمام تیمارها ۱۰۰ درصد بود هرچند قبل از شروع آزمایش میزان تلفات بالا بود که با توجه به رسیدگی‌ها میزان تلفات به صفر رسید و نتایج آزمایش نشان داد استفاده از پودر پوست انار در جیره با وجود تغییر رنگ

غذا، احتمالاً طعم آن را بهتر نموده که ماهیان از خوردن آن امتناع نمی‌کنند. اما به‌طور کلی، اثر افزایش‌دهندگی رشد با مکمل‌های گیاهی به‌عنوان فیتواستروژن‌ها به غلظت مناسب، ترکیب رژیم غذایی و مدیریت پایه پرورشی بستگی دارد، زیرا از نظر بیولوژیکی تانن‌ها، ساپونین‌ها و فلاونوئیدها، فیتوبیوتیک‌های اصلی فعال موجود در پودر پوست انار هستند که استفاده بیش‌از حد آن‌ها تأثیرات منفی بر خوش‌خوراکی و هضم دارد (۲۰). گیاهان دارویی می‌توانند هم‌زمان به‌عنوان محرک رشد و تعدیل‌کننده ایمنی عمل کنند. در تحقیق دیگری تحریک فاکتورهای رشد تحت اثر بهبود وضعیت ایمنی ماهیان بود (۳). طبق تحقیقات تقویت ایمنی ماهی با رشد ماهی ارتباط مستقیم دارد. بسیاری از مطالعات ثابت کرده‌اند که گیاهان دارویی می‌توانند به‌عنوان محرک اشتها و محرک رشد استفاده شوند (۶، ۲۷). معمولاً این فرآیند با افزایش آنزیم‌های گوارشی و سپس افزایش نرخ رشد و بقای ماهی آغاز می‌شود. تاکنون تحقیقات زیادی در مورد اثرات گیاهان بر شاخص‌های رشد و سیستم ایمنی آبزبان صورت گرفته است. اثر کاتشین استخراج شده از چای سبز که در پوست انار نیز موجود است بر برخی شاخص‌های رشد در ماهیان کاراس معمولی (۱۵)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (۲۶)، تیلاپیای نیل (۱)، سنگ‌ماهی (۱۷) و کفشک ماهی زیتونی (۹) بررسی شد و این ترکیب پلی‌فنولی نتایج متفاوتی نشان داد. در برخی منجر به کاهش شاخص‌های رشد و در برخی باعث افزایش آن‌ها شد که احتمالاً به دلیل تفاوت گونه‌ای، سن ماهی، غلظت مکمل، نحوه به‌کارگیری و طول دوره تغذیه می‌باشد. اثر آنتی‌اکسیدانی گیاهان مختلف بر عملکرد رشد ماهیان انجام شده است. در تحقیقی اثر مکمل عصاره الکلی پوست انار در سطوح صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بر شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان انگشت‌قد *Labeo rohita* (روهو) بررسی شد و نتایج به‌طور قابل توجهی افزایش درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه (SGR) را در گروه تغذیه شده با ۰/۵ درصد پوست انار در جیره غذایی نشان داد (۱۴). در پژوهش دیگری اثر عصاره گیاهی داروش (*Viscum album*) که مشابه پوست انار حاوی ترکیبات آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، تانن‌ها، آنتراکونینون‌ها، ساپونین‌ها، گلوکوزیدها، آمین‌ها، ترپنوئیدها و استیل کولین است و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی و ضدویروسی، ضدالتهابی و محرک سیستم ایمنی می‌باشد، بر عملکرد

- hydrophila* infection. Journal of the World Aquaculture Society. 41: 203-213. <https://doi.org/10.1111/j.1749.7345.2010.00360.x>.
2. **Affah, D., Arief, M. and Al-Arif, M.A., 2021.** The effect of garlic (*Allium sativum*) and turmeric (*Curcuma longa*) extract addition in commercial feed on feeding rate, feed efficiency and feed conversion ratio of gouramy fish (*Osphronemus gouramy*). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 679(1): 012073. IOP Publishing. <http://doi.10.1088/1755-1315/679/1/012073>.
 3. **Alishahi, M., Mesbah, M. and Shirali, T., 2017.** Comparison of the effect of oral and injection of *Echinacea purpurea* extract on some hematological and immune parameters of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*), Journal of Veterinary Research. 72(2): 251-259. (In Persian)
 4. **Alkhatib, M., Fayad, C., Badran, A., Hamade, K., Daou, A., Baydoun, E. and Hijazi, A., 2022.** Preventive and Therapeutic Effects of *Punica granatum* (Pomegranate) in Respiratory and Digestive Diseases: A Review. Applied Sciences, 12(23): 12326. <https://doi.org/10.3390/app122312326>.
 5. **Amiri, A., Daneshyar, M. and BehrouzLak, M.A., 2021.** Effect of different levels of peppermint and rosemary herbal powder mixture on performance, carcass characteristics and some blood parameters of Japanese quails challenged with dexamethasone. Journal of Animal Environment, 13(2): 169-178. (In Persian) <http://doi.org/10.22034/AEJ.2021.136663>
 6. **Avazeh, A., Adel, M., Shekarabi, S.P.H., Emamadi, H., Dawood, M.A., Omid, A.H. and Bavarsad, M., 2021.** Effects of dietary pomegranate peel meal on the growth performance, blood indices, and innate immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Annals of Animal Science. 21(1): 233-244. <https://doi.org/10.2478/a0as-2020-0064>.
 7. **Awad, E. and Awaad, A., 2017.** Role of medicinal plants on growth performance and immune status in fish. Fish & shellfish immunology. 67: 40-54. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.05.034>.
 8. **Babu, K.D., Sharma, J., Maity, A., Singh, N.V., Patil, P.G., Shilpa, P. and Marathe, R.A., 2021.** Pomegranate: An ancient fruit for health and nutrition. Progressive Horticulture. 53(1): 3-13.
 9. **Chakraborty, S.B., Horn, P. and Hancz, C., 2014.** Application of phytochemicals as growth-promoters and endocrine modulators in fish culture. Reviews in Aquaculture. 6(1): 1-19. <https://doi.org/10.1111/raq.12021>.
 10. **Cho, S.H., Lee, S.M., Park, B.H., Ji, S.C., Lee, J. and Bae, J., 2007.** Effect of dietary inclusion of various sources of green tea on growth, body composition and blood chemistry of the juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. Fish Physiology & Biochemistry. 49: 33-35. <https://doi.org/10.1007/s10695-006-9116-3>.
 11. **de Souza Silva, L.T., de Pádua Pereira, U., de Oliveira, H.M., Brasil, E.M., Pereira, S.A., Chagas, E.C. and Martins, M.L., 2019.** Hemato-immunological and zootechnical parameters of Nile tilapia fed essential oil of *Mentha piperita* after challenge with *Streptococcus agalactiae*. Aquaculture. 506: 205-211. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.03.035>.
 12. **Eghbali, S., Askari, S.F., Avan, R. and Sahebkar, A., 2021.** Therapeutic effects of *Punica granatum* (pomegranate): an updated review of clinical trials. Journal of Nutrition & Metabolism. <https://doi.org/10.1155/2021/5297162>.
 13. **Fagnon, M.S., Thorin, C. and Calvez, S., 2020.** Meta-analysis of dietary supplementation effect of turmeric and curcumin on growth performance in fish. Reviews in Aquaculture. 12(4): 2268-2283. <https://doi.org/10.1111/raq.12433>.
 14. **Ghorbani, E., Dabbagh Moghaddam, A., Sharifan, A. and Kiani, H., 2021.** Emergency food product packaging by pectin-based antimicrobial coatings functionalized by pomegranate peel extracts. Journal of Food Quality. <https://doi.org/10.1155/2021/6631021>.
 15. **Gupta, S.K., Gupta, A., Sarkar, B., Gupta, R., Kumar, M., Kumari, A. and Foyzal, M.J., 2023.** Pomegranate (*Punica granatum*) peel extract supplementation in diet

رشد تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) بررسی شد و نتایج نشان دهنده افزایش میزان شاخص‌های رشد بود (۲۱). نتایج این مطالعه با برخی مطالعات هم‌راستا و با برخی مغایر است. از مطالعات هم‌راستا افزایش عملکرد رشد در ماهیان تغذیه شده با اسانس گیاه مرزه خوزستانی (*Satureja khuzestanica*) در کپور معمولی، مورد (*Myrtus communis*) در ماهی زبرا، مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) در کپور ماهیان، آویشن (*Thymus vulgaris*) در قزل‌آلای رنگین کمان، زنجبیل (*Zingiber officinale*) در پاکوی سیاه (*Colossoma macropomum*)، پودر سیر (*Allium sativum*) در ماهی گورامی، گلپر (*Heracleum persicum*) در کپور معمولی، نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) و پیاز (*Allium cepa*) در تیلایپای نیل گزارش شده است (۲۲، ۲۳، ۲۸، ۳۷، ۲، ۱۰، ۳۶، ۱۶). همچنین افزودن ۵ درصد پوست انار در جیره ماهی *Oreochromis niloticus* به دلیل ترکیبات فنلی و تاننی با تحریک اشتها منجر به بهبود عملکرد رشد و وضعیت بقا شد (۳۴). هرچند در تحقیق (۳۰) افزودن ۴ درصد پودر پوست انار در ماهی کاراس طلایی به دلیل میزان بالای تانن‌ها باعث کاهش جذب غذا، کاهش قابلیت هضم پروتئین و کربوهیدرات‌ها، آهسته شدن حرکات روده و افت خوش‌خوراکی غذا و متعاقباً کاهش شاخص‌های رشد نسبت به شاهد شد. پژوهشی روی اثرات سطوح مختلف عصاره گیاه آلوئه‌ورا در جیره غذایی بر پارامترهای کیفیت آب، عملکرد رشد و پارامترهای هماتولوژیک بچه‌ماهی *Oreochromis niloticus* انجام شد و نتایج نشان داد وزن نهایی، طول نهایی، میانگین افزایش وزن روزانه (گرم)، افزایش وزن خالص (گرم) و نرخ رشد ویژه (٪) در سطوح ۱٪ و ۲٪ آلوئه‌ورا در مقایسه با گروه شاهد ۳ درصد آلوئه‌ورا به طور معنی‌داری بیش‌تر بود و کم‌ترین ضریب تبدیل غذایی در گروه ۲٪ ثبت گردید (۳۳). عوامل بسیاری هم‌چون گونه ماهی، سن گونه پرورشی، گونه گیاه و ترکیبات فعال آن، زمان استفاده و مدت آزمایش، شرایط محیط پرورش، رفتارهای غذایی و دوره‌های غذادهی، خصوصیات فیزیولوژیکی و غیره بر تاثیر فیتوکمیکال‌ها بر عملکرد رشد اثرگذار است (۱۲، ۱۹). سطوح بالای مکمل باعث کاهش عملکرد رشد می‌شود که می‌تواند به محتوای بالای پلی‌فنل‌ها و الیاف نسبت داده شود. علاوه بر این تاثیرات منفی بر رشد ممکن است به ترکیبات سمی، غلظت‌های بیش از حد، یا شرایط آلرژیک مربوط شود و غلظت‌های بیش از حد پوست انار به دلیل فیبر بالا و پلی‌فنول‌هایش می‌تواند میزان مصرف خوراک را کاهش دهد و آنزیم‌های گوارشی را مختل کند (۵). به‌طور کلی با توجه به یافته‌های این پژوهش میزان ۴ درصد پودر پوست انار در جیره ماهی گلدفیش برای بهبود عملکرد رشد و بقا به شرکت‌های تولید غذا و خوراک آبزیان و سازمان‌های اجرایی توصیه می‌شود.

منابع

1. **Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Seden, M.E.A. and Saker, S.F.M., 2010.** Use of green tea, *Camellia sinensis* L., in practical diet for growth and protection of Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus* L.), against *Aeromonas*

- enhances antioxidant-immune-capacity, resistance to *Aeromonas sobria* challenge, and growth of *Cyprinus carpio*. Fish & Shellfish Immunology. 127: 340-348. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.06.030>.
30. **Rawski, M., Mazurkiewicz, J., Kierończyk, B. and Józefiak, D., 2020.** Black soldier fly full-fat larvae meal as an alternative to fish meal and fish oil in *Siberian sturgeon* nutrition: The effects on physical properties of the feed, animal growth performance, and feed acceptance and utilization. Animals. 10(11): 2119. <https://doi.org/10.3390/ani10112119>.
 31. **Rokhnare, Z., Ahmadniaye Motlaqh, H., Safari, A. and Selahvarzi, Y., 2018.** Changes in the population of bacteria and yeasts in the intestine of crucian carp (*Carassius auratus*) in response to diets containing pomegranate peel extract (*Punica granatum*). The 7th National Fisheries Conference of Iran. November 8-9. University of Lorestan. 58-48. (In Persian)
 32. **Rosenblat, M. and Aviram, M., 2006.** Antioxidative properties of pomegranate: in vitro studies. In Pomegranates, CRC Press, eBook. ISBN 9780429125539. 49-62.
 33. **Safari, R., Hoseinifar, S.H., Van Doan, H. and Dadar, M., 2017.** The effects of dietary Myrtle (*Myrtus communis*) on skin mucus immune parameters and mRNA levels of growth, antioxidant and immune related genes in zebrafish (*Danio rerio*). Fish & shellfish immunology. 66: 264-269. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.05.007>.
 34. **Sepehrfar, D., Hoseinifar, S.H. and Jafarnodeh, A., 2021.** The effects of singular or combined administration of *Pediococcus acidilactici* and Raffinose on blood and non-specific immune parameters of goldfish (*Carassius auratus*). Journal of Animal Environment. 13(3): 269-276. (In Persian) <https://doi.org/10.22034/AEJ.2020.254009.2383>
 35. **Syed, R., Masood, Z., Hassan, H. U., Khan, W., Mushtaq, S., Ali, A. and Ullah, A., 2022.** Growth performance, haematological assessment and chemical composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fed different levels of *Aloe vera* extract as feed additives in a closed aquaculture system. Saudi journal of biological sciences. 29(1): 296-303. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.098>.
 36. **Toutou, M.M., Osman, A.L.G.M., Farrag, M.M.S., Badrey, A.E.A. and Moustafa, M.A., 2019.** Growth performance, feed utilization and gut histology of monosex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with varying levels of pomegranate (*Punica granatum*) peel residues. AACL Bioflux. 12(1): 298-309.
 37. **Yatoo, M., Gopalakrishnan, A., Saxena, A., Parray, O.R., Tufani, N.A., Chakraborty, S. and Iqbal, H., 2018.** Anti-inflammatory drugs and herbs with special emphasis on herbal medicines for countering inflammatory diseases and disorders-a review. Recent patents on inflammation & allergy drug discovery. 12(1): 39-58. <https://doi.org/10.2174/1872213X12666180115153635>.
 38. **Younes, A.M., Gaafar, A.Y., Abu-Bryka, A.E.D.Z., Awad, E.S., Abo-Aziza, F., Abd El-Aziz, T.H. and Abbas, W.T., 2021.** Effects of Onion (*Allium cepa*) in diets of *Oreochromis niloticus*: Growth improvement, antioxidant, anti-inflammatory and disease resistance perspectives. Aquaculture Research. 52(5): 2324-2334. <https://doi.org/10.1111/are.15084>.
 39. **Yousefi, M., Hoseini, S.M., Kulikov, E.V., Babichev, N.V., Bolshakova, M.V., Shopinskaya, M.I. and Zharov, A.N., 2023.** Effects of dietary pomegranate peel supplementation on growth performance and biochemical responses of common carp, *Cyprinus carpio*, to chronic crowding stress. Aquaculture Reports. 30: 101532. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101532>.
 40. **Zargar, A., Rahimi-Afzal, Z., Soltani, E., Taheri Mirghaed, A., Ebrahimzadeh-Mousavi, H.A., Soltani, M. and Yuosefi, P., 2019.** Growth performance, immune response and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed *Thymus vulgaris* essential oils. Aquaculture Research. 50(11): 3097-3106. <https://doi.org/10.1111/are.14243>.
 16. **Heydariye, M. and Sheikhzadeh, N., 2019.** The effect of catechin polyphenol composition in green tea on growth performance, some blood and mucus indices of common carp (*Carassius carassius*). Fisheries, Journal of Natural Resources of Iran. 72(3): 259-269. (In Persian)
 17. **Hoseinifar, S.H., Zoheiri, F. and Lazado, C.C., 2016.** Dietary phytoimmunostimulant Persian hogweed (*Heracleum persicum*) has more remarkable impacts on skin mucus than on serum in common carp (*Cyprinus carpio*). Fish & shellfish immunology. 59: 77-82. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.10.025>.
 18. **Hwang, J.H., Lee, S.W., Rha, S.J., Yoon, H.S, Park, E.S., Han, K.H. and Kim, S.J., 2013.** Dietary green tea extract improves growth performance, body composition, and stress recovery in the juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. Aquaculture International. 21: 525-538. <https://doi.org/10.1007/s10499-012-9586-5>.
 19. **Jalal, H., Pal, M.A., Ahmad, S.R., Rather, M., Andrabi, M. and Hamdani, S., 2018.** Physico-chemical and functional properties of pomegranate peel and seed powder. J. Pharm. Innov. 7: 1127-1131.
 20. **Mansour, A.T., Omar, E.A., Srour, T.M. and Yousef, M.I., 2018.** Effect of three natural phytochemicals supplementation on growth performance, testosterone level and feed utilization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture Nutrition. 24(1): 408-415. <https://doi.org/10.1111/anu.12572>.
 21. **Monir, W., Abdel-Rahman, M.A., Hassan, S. E. D. and Awad, S. M., 2020.** Pomegranate peel and moringa-based diets enhanced biochemical and immune parameters of Nile tilapia against bacterial infection by *Aeromonas hydrophila*. Microbial pathogenesis. 145: 104202. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104202>.
 22. **Moradi, S., Falahatkar, B., Sattari, M. and Alishahi, M., 2018.** The effect of different levels of hydroalcoholic extract of mistletoe (*Viscum album*) on the growth and hematological indicators of Siberian carp (*Acipenser baerii*). Aquaculture Science Journal. 6(2): 1-12. (In Persian)
 23. **Mousavi, E., Mohammadiazarm, H., Mousavi, S.M. and Ghatrami, E.R., 2016.** Effects of inulin, savory and onion powders in diet of juveniles carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus 1758) on gut micro flora, immune response and blood biochemical parameters. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 16(4): 831-838.
 24. **Naqavi, M. and Seidalangi, Z., 2017.** The effect of adding red pomegranate peel powder and cardamom on sensory and rheological properties of oil cake, Iranian Journal of Nutritional Sciences and Food Industries. 12(4): 83-94. (In Persian)
 25. **Nathanailides, C., Kolygas, M., Choremi, K., Mavraganis, T., Gouva, E., Vidalis, K. and Athanassopoulou, F., 2021.** Probiotics Have the Potential to Significantly Mitigate the Environmental Impact of Freshwater Fish Farms. Fishes. 6(4): 76. <https://doi.org/10.3390/fishes6040076>.
 26. **Naylor, R.L., Hardy, R.W., Buschmann, A.H., Bush, S.R., Cao, L., Klinger, D.H. and Troell, M., 2021.** A 20 year retrospective review of global aquaculture. Nature. 591(7851): 551-563. <https://doi.org/10.1038/s41586.021.03736.4>.
 27. **Nootash, S., Sheikhzadeh, N., Baradaran, B., Khani Oushani, A., Maleki Moghadam, M.R. and Nofouzi, K., 2013.** Green tea (*Camellia sinensis*) administration induces expression of immune relevant genes and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish and Shellfish Immunology. 35: 1916-1923. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.09.030>.
 28. **Oluwafemi, R.A., Olawale, I. and Alagbe, J.O., 2020.** Recent trends in the utilization of medicinal plants as growth promoters in poultry nutrition-A review. Research in Agricultural and Veterinary Sciences. 4(1): 5-11.
 29. **Rahman, A.N.A., Van Doan, H., Elsheshtawy, H.M., Dawood, A., Salem, S.M., Sheraiha, N.I. and Mahboub, H.H., 2022.** Dietary Salvia officinalis leaves