دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره ششم، شماره سوم، پاییز ۹۷
http://jair.gonbad.ac.ir

تأثیر استفاده از سطوح مختلف پودر بذر استبرق (*Calotropis procera*) در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792 بر شاخص‌های رشد، کارآیی تغذیه و میکروبیوتای روده

امید صفری[1]، حمیدرضا احمدنیای مطلق[*1]
[1]استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
تاریخ ارسال: ۹۵/۶/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۲۰

چکیده

مطالعه حاضر به‌منظور بررسی پتانسیل استفاده از پودر بذر گیاه استبرق (*C. procera*) در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) در پنج سطح ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد به‌علاوه شاهد (صفر درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. جهت انجام آزمایش ۳۶۰۰ قطعه بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۳/۶۴±۱۱/۵ گرم) در ۱۸ عدد حوضچه تقسیم شدند و پس از یک دوره سازگاری دو هفته‌ای به‌مدت ۵۶ روز با شش جیره آزمایشی تغذیه شدند. شاخص‌های رشد، کبدی، امعاء و احشاء کارآیی تغذیه به همراه ترکیب شیمیایی لاشه، بقا و ضریب تبدیل غذایی و میکروبیوتای روده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد افزایش میزان پودر بذر استبرق در جیره غذایی ماهیان تا سطح ۴٪ موجب افزایش معنی‌دار رشد ویژه و تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک روده نسبت به تیمار شاهد شد. نسبت کارآیی پروتئین با افزایش سطح پودر بذر استبرق به میزان ۳ تا ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد ولی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی وجود نداشت. همچنین میزان بقا، ضریب تبدیل غذایی، شاخص کبدی و شاخص امعا و احشا به‌ترتیب در تیمارهای دارای سطوح ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد پودر بذر استبرق در بهترین وضعیت خود قرار گرفتند. نتایج نشان داد که استفاده از حداکثر ۳٪ پودر بذر استبرق به‌عنوان یک افزودنی غذایی گیاهی می‌تواند گزینه مناسبی جهت استفاده در جیره قزل‌آلای رنگین کمان باشد.

***واژه‌های کلیدی*: *O. mykiss*، پودر بذر استبرق، رشد، میکروبیوتای روده**

*نویسنده مسئول: ahmadniae@ferdowsi.um.ac.ir

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

مقدمه

از میان تمامی منابع غذایی مورد استفاده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، منابع غذایی حیوانی و به‌ویژه پودر ماهی که اصلی‌ترین منبع پروتئین حیوانی می‌باشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Bhosale *et al*., 2010)، اما به دلایل گوناگون در سالیان اخیر استفاده از پودر ماهی همواره با موانع دشواری همراه بوده است. باتوجه به افزایش توسعه پرورش متراکم ماهیان آب شیرین در دنیا رقابت بسیار شدیدی جهت مصرف منابع محدود پودر ماهی به وجود آمده است (FAO, 2010). این در حالی است که کاهش ذخایر جهانی ماهی و روند رو به افزایش قوانین سخت‌گیرانه بهره‌برداری از منابع دریایی موجبات تعطیلی بسیاری از کارخانه‌های تولید پودر ماهی از جمله کارخانه‌های ایرانی را فراهم آورده است. علاوه بر آن تولید پودر ماهی در مناطق خاصی از جهان وجود دارد که باعث گران‌تر شدن قیمت آن و مشکلات ناشی از دسترسی به آن در بسیاری از کشورهای فعال در صنعت آبزی‌پروری شده است. همچنین از نظر بهداشتی کیفیت پودر ماهی متغیر بوده و در بسیاری موارد باعث بروز مشکلاتی مانند آلودگی‌های قارچی و کمبودهای ویتامینی در جیره غذایی می‌گردد (Mokhayer, 2006). بنابراین توجه به منابع جدید پروتئینی با قابلیت جایگزینی با پودر ماهی در صنعت تولید غذای آبزیان در شرایط اخیر، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. به همین دلیل در سالیان اخیر مطالعات زیادی در مورد جایگزینی انواع پروتئین‌های گیاهی با آرد ماهی صورت گرفته است.

استبرق با نام علمی *Calotropis procera* از خانواده Asclepiadaceae درختچه‌ای با ارتفاع ۲/۵ متر است (Vadlapudi *et al*., 2012). این گیاه نیازهای اکولوژیکی پایینی داشته و در زمین‌هایی که برای کشاورزی مناسب نیستند و دارای شرایط گرم، کم آب، سنگلاخی و قلیایی هستند (Meena *et al*., 2011)، به‌خوبی رشد می‌کند و در چنین شرایطی در تمام مدت سال دارای گل و میوه می‌باشد (Little *et al*., 1974). این گیاه بومی بخش‌هایی از آفریقا، شبه جزیره عربستان، جنوب و جنوب شرق آسیا بوده (Rahman and Wilcock, 1991) و در ایران نیز در نقاط گرمسیری از استان خوزستان تا سیستان و بلوچستان تا ارتفاع ۱۱۰۰ متری از سطح دریا دیده می‌شود (Sabeti, 1995).

بیشتر تحقیقات انجام شده روی این گیاه در مورد خواص دارویی آن است (Oudhia and Dixit, 1994; Oudhia, 1999). همچنین قسمت‌های مختلف این گیاه به‌عنوان ضد باکتری، ضد قارچ و ضدویروس معرفی شده‌است (Oliveira *et al*., 2010; Freitas *et al*., 2011; Ishnava *et al*., 2011). در صنعت آبزی‌پروری نیز از فرآورده شیرابه آن به‌عنوان ضد عفونی کننده آب استفاده شده است (Velmurugan *et al*., 2012). صفری و همکاران (Safari *et al*., 2013) گزارش کردند که چربی‌های ضروری استخراج شده از پودر بذر استبرق بر فعالیت‌های بیولوژیکی برخی از گروه‌های باکتریایی تأثیر گذاشته و باعث کنترل رشد این باکتری‌ها می‌شود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

مطالعات نشان داده است که افزودنی‌های گیاهی می‌توانـد سـبب افـزایش رشـد (Shalaby *et al*., 2006)، تحریک اشتها (Citarasu, 2010)، عملکرد سیستم ایمنـی (Ergün *et al*., 2011)، بهبـود رنـگ پوست، افزایش درصد تفریخ و مقاومت در برابر بیماری‌ها در ماهیـان پرورشـی (Yılmaz *et al*., 2011) شود. محققین از دانه خرنوب (Carob seed) در جیره غذایی بچه‌ماهیـان مـیش‌مـاهی (*Argyrosomus regius*) در سطوح ۷۵، ۱۵۰ و ۲۵ گرم در کیلوگرم استفاده کردند. نتایج نشان داد که جـایگزینی دانـه خرنوب با پروتئین تا سطح ۲۲۵ گرم در کیلوگرم شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه را تحـت تـأثیر قـرار نداده و فعالیت آنزیم‌های گوارشی با افزایش میزان دانـه خرنـوب کـاهش یافـت (Couto *et al*., 2016). طی مطالعه‌ای تأثیر استفاده از آویشن، رزماری و شنبلیله به‌عنوان افزودنی غـذایی، بـر رشـد و ترکیـب لاشه ماهی سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد استفاده از آویشن سبب افزایش معنی‌دار کارآیی پروتئین در جیره غذایی شد امـا تفـاوت معنـی‌داری در میـزان افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه مشاهده نشد.

هرچند که در مطالعات پیشین، استفاده از میوه، بذر، برگ، ساقه و ریشه گیاهان مختلـف در جیـره غذایی آبزیان گزارش شده است (Nakagawa *et al*., 2007)، اطلاعات محدودی در رابطه با کاربردهـای بذر استبرق در آبزی پروری وجود دارد و هیچ گزارشی در رابطه استفاده از اسـتبرق بـه‌عنـوان افزودنـی غذایی آبزیان یافت نشد. لذا هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی امکان استفاده از سطوح مختلـف پـودر بذر استبرق به‌عنوان افزودنی غذایی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در کارگاه پرورشی ماهی قـزل‌آلای رنگـین‌کمـان شهرسـتان مشـهد (طرقبـه، مشـهد، خراسان رضوی) انجام شد. از تعداد ۳۶۰۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمـان بـا وزن متوسـط ۳/۶۴ ± ۱۱/۵ گرم جهت انجام آزمایش (۲۰۰ قطعه در هر واحد آزمایشی) استفاده گردیـد. ماهیـان مـورد نظـر تهیه و بعد از دو هفته سازگاری، در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد آزمایش قرار گرفتند. هر واحد شامل حوضچه‌های پرورشی با ابعـاد ۰/۵×۱×۱۰ متـر بـود. تغذیـه ماهیـان در دوره سـازگاری بـا اسـتفاده از جیره‌های تجاری (EFT1، شرکت اصفهان مکمل، اصفهان، ایران) صورت گرفت. این آزمـایش دارای ۱۸ واحد آزمایشی بوده از طرح کاملاً تصادفی به‌دلیل شرایط یکنواخت آزمایشگاهی استفاده شـد. جیـره‌هـا (در سه تکرار) به‌صورت تصادفی بین واحدهای آزمایشی توزیع شد. تغذیه ماهیان در حد اشتها و سه بار در روز (در سـاعات ۷:۰۰، ۱۳:۰۰ و ۱۸:۰۰)، طـی ۵۶ روز انجـام شـد (Safari, 2011). زیسـت‌سـنجی ماهیان هر ۱۴ روز انجام شد. شاخص‌های فیزیکوشیمیایی شامل دما ۱۶/۱۵ درجه سـانتی‌گـراد، پـی‌اچ

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

برابر با ۷/۱، اکسیژن محلـول ۷/۹ میلـی‌گـرم در لیتـر توسـط دسـتگاه دیجیتـال سـنجش پارامترهـای فیزیکوشیمیایی آب (HOAIMA© Canada 00987) سنجش شد.

جدول ۱- فرمولاسیون و ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک) جیره غذایی شاهد ماهی قزل‌آلای‌رنگین‌کمان (*O. mykiss*)

اقلام غذایی	درصد
پودر ماهی	۵۰
پودر بذر استبرق	۰
کنجاله سویا	۸
آرد گندم	۴/۵
آرد ذرت	۵/۶
گلوتن ذرت	۱۰/۳
روغن ماهی	۹
روغن سویا	۹
کولین کلراید (۷۰ درصد)	۰/۱
ویتامین C	۰/۵
مکمل ویتامینی[۱]	۱/۵
مکمل مواد معدنی[۱]	۱
دی کلسیم فسفات (۹۵ درصد)	۰/۴۹
مارکر اکسید ایتریوم	۰/۰۱
ترکیب شیمیایی (برحسب درصد ماده خشک)	
پروتئین خام (درصد)	۴۵/۰۳
چربی خام (درصد)	۱۸/۴۰
انرژی خام (مگا ژول بر کیلوگرم)	۱۸/۸۰
نسبت پروتئین خام به انرژی ناخالص (گرم بر مگاژول)	۲۳/۹۵

[۱] مکمل معدنی (در هر کیلوگرم) حاوی منیزیم، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۴۰ میلی‌گرم؛ مس، ۵ میلی‌گرم؛ کبالت،۰/۱ میلی‌گرم؛ ید،۱ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدان، ۱۰۰ میلی‌گرم و مکمل ویتامینی (در هـر کیلـوگرم) حـاوی ویتـامین E، ۳۰ میلی‌گرم؛ ویتامین K، ۳ میلی‌گرم؛ تیامین، ۲ میلی‌گرم؛ ریبـوفلاوین، ۷ میلـی‌گـرم؛ پیریدوکسـین، ۳ میلـی‌گـرم؛ پانتوتنیک اسید، ۱۸ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۴۰ میلی‌گرم؛ فولاسین، ۱/۵ میلی‌گرم؛ کولین، ۶۰۰ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۷ میلی‌گرم و سیانوکوبالامین، ۰/۰۲ میلی‌گرم بود (تهیه شده از شرکت کیمیا رشد، گلستان، گرگان، ایران).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

تهیه جیره‌های غذایی: از پودر بذر استبرق در سطوح ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد به همراه یک جیره غذایی شاهد (در مجموع شش تیمار و هر یک در سه تکرار) استفاده شد (جدول ۱). جیره‌های غذایی (حاوی ۴۵ درصد پروتئین خام و نسبت پروتئین خام به انرژی ناخالص ۲۳/۴ گرم بر مگاژول) با کمک نرم‌افزار جیره‌نویسی UFFDA فرموله شد (National Research Council, 1993). جیره‌های غذایی آزمایشی حاوی پروتئین و انرژی برابر بود. اجزاء جیره‌های غذایی با افزودن آب به شکل خمیری یکنواخت تبدیل و سپس خمیر حاصل از دستگاه چرخ گوشت با قطر چشمه ۲ میلی‌متر عبور داده شد (Hardy and Barrows, 2002). در نهایت پلت‌های مرطوب در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک (Farhangi and Carter, 2001)، بسته‌بندی و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

آنالیزهای شیمیایی و شاخص‌های رشد: پروتئین خام (از طریق روش کلدال)، چربی خام (به روش سوکسله)، انرژی خام (از طریق بمب الکتریکی مدل پار)، فیبر خام، خاکستر (با استفاده از کوره الکتریکی در ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۶ ساعت)، فسفر (به روش تیتراسیون با مولیبدات وانادیوم) و عصاره عاری از نیتروژن (به‌صورت محاسباتی) پودر بذر استبرق، اقلام غذایی، جیره‌های غذایی آزمایشی و لاشه ماهیان (n=۳) به روش نمونه‌برداری تصادفی نقطه‌ای ساده پس از این که نمونه‌ها جمع آوری شد و در آون ۱۰۵°C به‌مدت ۶ ساعت به وزن ثابت رسیدند، طبق روش‌های استاندارد انجام شد (Association of Official Analytical Chemists, 2005). جیره‌های آزمایشی در شرایط خلا خشک (۱۰۰- درجه سانتی‌گراد)، سپس در دمای ۵۵۰ سانتی‌گراد به‌مدت ۶ ساعت به خاکستر تبدیل و با اسیدهای پرکلریک و نیتریک هضم گردید.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی بذر استبرق (بر حسب درصد ماده خشک) مورد استفاده در تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*)

ترکیب شیمیایی	مقدار
ماده خشک (درصد)	۹۵/۷۱
پروتئین خام (درصد)	۴/۷۵
چربی خام (درصد)	۲۰/۱۱
فیبر خام (درصد)	۳۸/۵۷
خاکستر (درصد)	۵/۰۴
عصاره عاری از ازت (درصد)	۲۷/۲۹
فسفر (درصد)	۱/۵۴
کلسیم (درصد)	۲/۳۵
انرژی ناخالص (مگاژول برکیلوگرم)	۱/۹۸۸

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

ترکیب شیمیایی پودر بذر استبرق: پودر بذر استبرق حاوی ۴/۷۵ درصد پروتئین خام بوده ولی حاوی مقدار زیادی فیبر خام (۳۸/۵۷ درصد) می‌باشد. میزان چربی خام در این دانه ۲۰/۱۱ درصد است (جدول ۲).

ارزیابی شاخص‌های رشد: با استفاده از معیارهایی نظیر میزان ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، شاخص وضعیت، بازده کارآیی پروتئین (PER)، چربی (LER) و انرژی (EER)، ارزش تولیدی پروتئین (PPV)، چربی (LPV) و انرژی (EPV) جیره‌های غذایی آزمایشی مورد مطالعه قرار گرفتند (Glencross *et al.*, 2007; Farhangi and Carter, 2001):

ضریب رشد ویژه = $\left[\ln \text{وزن نهایی} - \ln \text{وزن ابتدایی}\right] \times 100$

ضریب تبدیل غذایی = $\left(\text{میزان افزایش وزن} / \text{غذای شده مصرف}\right)$

شاخص وضعیت = $\left(\text{وزن نهایی} / \text{طول کل}^3\right) \times 100$

بازده کارآیی پروتئین = (میزان افزایش وزن) / (چربی خام مصرف شده)

ارزش تولیدی پروتئین = (پروتئین باز جذب شده) / (پروتئین مصرف شده) × 100

بازده کارآیی چربی = (میزان افزایش وزن) / (پروتئین خام مصرف شده)

ارزش تولیدی چربی = (چربی باز جذب شده) / (چربی مصرف شده) × 100

بازده کارآیی انرژی = (میزان افزایش وزن) / (انرژی خام مصرف شده)

ارزش تولیدی انرژی = (انرژی باز جذب شده / انرژی مصرف شده) × 100

در معادلات فوق W_i، W_f و Wgain به‌ترتیب حاکی از وزن اولیه، وزن نهایی و اضافه وزن (به گرم)، t دوره زمانی (روز) و Feed consumed میزان مصرف غذا (به گرم) است. همچنین مقدار مصرف غذا به‌صورت تجمعی در یک دوره زمانی مشخص گزارش شد.

شاخص‌های باکتریایی: در پایان آزمایش جهت بررسی تأثیر پودر بذر بر ترکیب باکتریایی دستگاه گوارش، از هر تکرار به‌صورت تصادفی ۳ ماهی به‌عنوان نمونه صید شد. پس از بیهوش کردن ماهیان با استفاده از دوز مناسب پودر گل میخک، سطح بدن ماهیان توسط الکل ۷۰ درصد ضد عفونی شده و از روده ماهیان طبق دستورالعمل استاندارد (Mahious and Ollevier, 2005) نمونه‌برداری شد. نمونه‌های روده پس از انتقال به آزمایشگاه به‌وسیله هاون چینی استریل هموژن شد. پس از تهیه نمونه هموژن با استفاده از محلول نمکی استریل نرمال (Nacl w/v 0.9 درصد) رقت‌های مختلف در دامنه 10^{-1} تا 10^{-8} تهیه گردید. از رقت‌های مورد نظر تحت شرایط استریل حجمی معادل ۰/۱ میلی‌لیتر برداشته و به پلیت حاوی محیط کشت منتقل شد برای شمارش تعداد کل باکتری‌های هوازی و تعداد کل

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

باکتری‌های اسیدلاکتیک قابل شمارش (LAB) به‌ترتیب از محیط کشت Plate Count Agar و MRS Agar استفاده شد (Mahious and Ollevier, 2005).

انکوباسیون بلیت‌ها به‌مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت در دمای اتاق و در شرایط هوازی انجام شد. تعداد باکتری‌ها در هر یک نمونه‌ها بر اساس واحد کلنی CFU (تعداد کلنی × عکس ضریب رقیق‌سازی= CFU/g intestine) شمارش و تعیین شد.

آنالیز آماری: کلیه داده‌های درصدی به‌صورت $\arcsin\sqrt{x}$ تبدیل شدند. بعد از تحقق دو شرط اصلی آزمون‌های پارامتریک تجزیه واریانس (همگن بودن واریانس و نرمال بودن داده‌ها)، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) برای مقایسه واریانس بین تیمارها و از آزمون دانکن برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها (در سطح اعتماد ۵ درصد) با کمک نرم‌افزار آماری تحت ویندوز SPSS-18 استفاده گردید.

نتایج

شاخص‌های رشد: نتایج حاصل از میانگین وزن بدن ماهیان نشان داد که از ابتدا تا پایان دوره آزمایش با افزایش سطح پودر بذر استبرق تا میزان ۴٪ میانگین وزن ماهیان به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت و پس از آن مجدداً کاهش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) مشاهده شد (جدول ۳).

شاخص وضعیت به‌دست آمده در این آزمایش بالاتر از یک بود و اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد (جدول ۳). نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان رشد ویژه ماهیان در طول مدت آزمایش نشان داد که با افزایش میزان پودر بذر استبرق در جیره غذایی ماهیان تا سطح ۴٪ بر میزان رشد ویژه به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت ($P<۰/۰۵$) و پس از آن با افزایش این ماده غذایی میزان رشد ویژه کاهش معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$) (جدول۳).

ضریب تبدیل غذایی: با افزودن ۱ درصد پودر بذر استبرق ضریب تبدیل غذایی به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد شد ($P<۰/۰۵$) و پس از آن با افزایش این ماده غذایی تا میزان ۳-۲ درصد، ضریب تبدیل غذایی به حداقل میزان خود رسید (جدول ۴)؛ اما پس از افزایش بیشتر پودر بذر استبرق ضریب تبدیل غذایی به‌تدریج افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

جدول ۳- مقایسه میانگین (± خطای استاندارد) وزن، شاخص وضعیت و میزان رشد ویژه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف پودر بذر استبرق در مدت ۵۶ روز (n=۳)

تیمار	شاهد	سطوح مختلف پودر بذر استبرق (درصد)				
		۱	۲	۳	۴	۵
وزن اولیه (گرم)	۱۱/۴۰±۳/۶۵	۱۱/۵۰±۳/۶۴	۱۱/۶۰ ±۳/۶۴	۱۱/۷۰±۳/۶۶	۱۱/۴۰±۳/۶۴	۱۱/۸۰±۳/۷۰
وزن نهایی (گرم)	۳۳/۵۰±۳/۶۰^{a}	۳۷/۷۰±۳/۸۰^{b}	۳۷/۳۰±۳/۰۴^{b}	۴۱/۷۰±۳/۹۴^{c}	۴۲/۸۰±۳/۶۴^{cd}	۳۶/۷۰±۳/۶۴^{b}
شاخص وضعیت(درصد)	۱/۱۸±۰/۴۲	۱/۱۷±۰/۷۳	۱/۱۹±۰/۵۲	۱/۲۲±۰/۳۱	۱/۲۴±۰/۴۰	۱/۲۹±۰/۳۲
رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۹۲±۰/۲۳^{a}	۲/۱۲±۰/۲۲^{c}	۲/۰۹±۰/۲۳^{c}	۲/۲۷±۰/۲۳^{d}	۲/۳۶±۰/۳۰^{e}	۲/۰۳±۰/۲۰^{b}

ردیف‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری با هم ندارند.

[1] Standard Error of Mean (SEM)

میزان بقاء در تمامی تیمارهای آزمایشی که با غذای حاوی سطوح مختلف پودر بذر استبرق تغذیه شده بودند، نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). این افزایش میزان درصد بقا تا تیمار حاوی ۲ درصد پودر بذر استبرق (۱۰/۱۴±۹۱/۷) افزایش نشان داد (P<۰/۰۵) و پس از آن روند کاهشی خود را ادامه داد (جدول ۴).

شاخص کبدی و شاخص امعاء و احشاء: با افزایش میزان پودر بذر استبرق در جیره غذایی ماهیان تا میزان ۴٪ میزان شاخص کبدی افزایش معنی‌داری را نشان داد (p<۰/۰۵) و پس از آن این شاخص با کاهش مواجه شد (جدول ۴). همچنین با افزایش این ماده غذایی تا سطح ۵٪ شاخص امعا و احشا افزایش معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد نشان داد (P<۰/۰۵).

شاخص‌های کارآیی لاشه ماهیان: با افزایش میزان پودر بذر استبرق در جیره غذایی ماهیان، نسبت کارآیی پروتئین و ارزش تولیدی پروتئین تا میزان ۳٪ افزایش معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵) و پس از آن با جیره‌های غذایی حاوی ۴ و ۵ درصد پودر بذر استبرق تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۵). در همین ارتباط، با افزایش میزان پودر بذر استبرق در جیره غذایی ماهیان از ۱ به ۵ درصد، شاخص‌های کارآیی تغذیه چربی و انرژی روندهای افزایشی معنی‌داری (P<۰/۰۵) را نشان دادند و به بیشترین مقادیر خود در جیره غذایی حاوی ۵٪ بذر استبرق به‌ترتیب ۵/۳۲±۲/۹۳ و ۴/۴۷±۳/۰۷ رسیدند (جدول ۵).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

جدول ۴- مقایسه میانگین (±خطای استاندارد) ضریب تبدیل غذایی، بقاء، شاخص کبدی و شاخص امعاء و احشاء ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف پودر بذر استبرق در مدت ۵۶ روز (n=۳)

تیمار	شاهد	سطوح مختلف پودر بذر استبرق (درصد)				
		۱	۲	۳	۴	۵
ضریب تبدیل غذایی	۱/۷۱±۰/۲۱^{c}	۱/۴۹±۰/۱۰^{b}	۱/۳۱±۰/۱۰^{a}	۱/۳۸±۰/۱۱^{ab}	۱/۴۷±۰/۱۰^{b}	۱/۹۲±۰/۱۱^{d}
بقاء (درصد)	۸۲/۰±۸/۶۶^{a}	۹۰/۷±۸/۱۴^{c}	۹۱/۷±۷/۹۱^{e}	۹۰/۱±۸/۰۶^{d}	۸۹/۴±۸/۵۷^{c}	۸۶/۸±۹/۱۲^{b}
شاخص کبدی(درصد)	۱/۴۳±۰/۲۰^{b}	۱/۴۸±۰/۲۱^{d}	۱/۴۵±۰/۲۱^{c}	۱/۵۰±۰/۲۰^{e}	۱/۴۸±۰/۲۲^{d}	۱/۳۷±۰/۲۰^{a}
شاخص امعاء و احشاء (درصد)	۱۰/۱۳±۱/۳۲^{a}	۱۱/۳۵±۱/۳۷^{b}	۱۲/۶۰±۱/۵۵^{c}	۱۳/۴۱±۱/۴۸^{d}	۱۴/۳۸±۱/۹۰^{e}	۱۵/۲۴±۱/۸۳^{f}

ردیف‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری با هم ندارند.

ترکیبات شیمیایی لاشه ماهیان آزمایشی: میزان ماده خشک لاشه ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی شاهد (۲۵/۱۳ درصد) و حاوی سطوح مختلف پودر بذر استبرق (۲۵/۳۶-۲۵/۲۰ درصد) تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۶). میزان چربی خام (از ۲/۸۶ به ۲/۹۷ درصد) و پروتئین خام (از ۲۰/۶۵ به ۲۱/۳۷ درصد) لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی آزمایشی با افزایش سطح استفاده از پودر بذر استبرق (از ۱ به ۵ درصد) روند افزایشی معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد (به‌ترتیب ۲۰/۶۷ و ۲/۸۴ درصد) نشان داد ($P<0/05$) (جدول ۶). در مقابل مقدار فسفر (از ۱/۲۶ به ۰/۹۱ درصد) لاشه ماهیان تغذیه شده روندی کاهشی معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد (۱/۲۷ درصد) نشان داد ($P<0/05$) (جدول ۶).

جدول ۵- مقایسه میانگین (±خطای استاندارد) شاخص‌های کارآیی تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف پودر بذر استبرق در مدت ۵۶ روز (n=۳)

تیمار	شاهد	سطوح مختلف پودر بذر استبرق (درصد)				
		۱	۲	۳	۴	۵
نسبت کارآیی پروتئین	۲/۱۷±۰/۳۱^{a}	۲/۳۶±۰/۲۱^{b}	۲/۵۹±۰/۳۰^{b}	۳/۴۸±۰/۲۹^{c}	۳/۴۹±۰/۳۲^{c}	۳/۴۷±۰/۲۵^{c}
نسبت کارآیی چربی	۳/۲۶±۰/۲۹^{a}	۳/۶۸±۰/۳۳^{b}	۳/۸۹±۰/۳۳^{b}	۴/۷۰±۰/۴۱^{c}	۴/۷۲±۰/۴۷^{c}	۵/۳۲±۰/۴۹^{d}
نسبت کارآیی انرژی	۲/۱۷±۰/۹۹^{a}	۲/۳۶±۰/۹۱^{b}	۲/۵۹±۰/۲۷^{b}	۳/۴۸±۰/۳۹^{c}	۳/۴۹±۰/۳۹^{c}	۴/۴۷±۰/۵۰^{d}
ارزش تولیدی‌پروتئین(درصد)	۴۷/۱۷±۵/۲۶^{a}	۴۹/۰۶±۴/۰۲^{b}	۴۹/۷۹±۵/۴۹^{c}	۵۲/۳۸±۶/۱۱^{d}	۵۲/۷۹±۶/۵۰^{d}	۵۲/۵۰±۵/۷۸^{d}
ارزش تولیدی چربی(درصد)	۶۹/۶۶±۷/۵۰^{a}	۷۰/۷۸±۷/۰۳^{b}	۷۱/۱۳±۸/۵۲^{b}	۷۲/۳۴±۷/۲۵^{c}	۷۲/۶۵±۸/۰۰^{c}	۷۴/۹۲±۸/۴۴^{d}
ارزش تولیدی انرژی(درصد)	۷۰/۲۷±۶/۹۳^{a}	۷۵/۳۱±۷/۴۹^{b}	۷۵/۵۸±۷/۴۴^{b}	۷۸/۳۰±۸/۰۰^{c}	۷۸/۴۱±۷/۸۹^{c}	۸۰/۴۹±۹/۳۶^{d}

ردیف‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

جدول ۶- مقایسه میانگین (±خطای استاندارد) مقایسه ترکیب بیوشیمیایی لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) تغذیه شده (برحسب وزن تر، درصد) با جیره‌های غذایی شاهد و حاوی سطوح مختلف پودر بذر استبرق (n=۳)

تیمار	شاهد	سطوح مختلف پودر بذر استبرق (درصد)				
		۱	۲	۳	۴	۵
ماده خشک	۲۵/۱۳±۴/۹۳^{a}	۲۵/۲۰±۵/۱۲^{a}	۲۵/۳۵±۳/۲۱^{ab}	۲۵/۳۶±۵/۰۳^{ab}	۲۵/۳۴±۴/۲۲^{ab}	۲۵/۳۵±۴/۲۵^{ab}
پروتئین خام	۲۰/۶۷±۴/۲۵^{a}	۲۰/۶۵±۴/۲۳^{a}	۲۰/۸۳±۵/۰۲^{a}	۲۱/۲۴±۵/۱۸^{ab}	۲۱/۳۴±۲/۶۴^{b}	۲۱/۳۷±۳/۲۸^{b}
چربی خام	۲/۸۴±۰/۲۷^{a}	۲/۸۶±۰/۲۵^{a}	۲/۸۹±۰/۲۸^{a}	۲/۹۱±۰/۲۸^{ab}	۲/۹۵±۰/۳۰^{b}	۲/۹۷±۰/۳۰^{b}
انرژی خام (مگا ژول در کیلوگرم)	۴/۷۹±۰/۵۱^{a}	۴/۸۴±۰/۵۸^{a}	۴/۸۵±۰/۵۲^{ab}	۴/۹۷±۰/۴۶^{b}	۵/۰۱±۰/۵۲^{b}	۵/۰۸±۰/۶۰^{b}
خاکستر	۲/۲۶±۰/۲۱^{a}	۲/۲۸±۰/۲۱^{a}	۲/۳۲±۰/۲۱^{ab}	۲/۳۵±۰/۲۱^{b}	۲/۳۸±۰/۲۱^{b}	۲/۴۷±۰/۲۱^{c}
فسفر	۱/۲۷±۰/۰۹^{d}	۱/۲۶±۰/۰۹^{d}	۱/۱۵±۰/۰۹^{c}	۱/۰۰±۰/۰۹^{b}	۰/۹۸±۰/۰۸^{b}	۰/۹۱±۰/۰۹^{a}

ردیف‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری با هم ندارند.

تغییرات فلور باکتریایی دستگاه گوارش ماهیان آزمایشی: نتایج نشان داد با افزایش میزان پودر بذر استبرق تا سطح ۴٪ تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک افزایش پیدا می‌کند (P<۰/۰۵) اما هنگامی‌که این میزان به ۵٪ می‌رسد روند کاهشی آغاز می‌شود (جدول ۷). هرچند تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک در این سطح همچنان بیشتر از تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک گروه شاهد است (P<۰/۰۵).

جدول ۷- مقایسه میانگین (± خطای استاندارد) تعداد کل باکتری‌های هوازی و باکتری‌های اسیدلاکتیک (تعداد کلنی در هر گرم روده) و نسبت شمارش باکتری‌های اسیدلاکتیک به شمارش کلی باکتری‌های هوازی موجود در روده قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف پودر بذر استبرق در مدت ۵۶ روز (n=۳)

تیمار	شاهد	سطوح مختلف پودر بذر استبرق (درصد)				
		۱	۲	۳	۴	۵
تعداد کل باکتری‌ها ($\times۱۰^{۶}$)	۴/۸۵±۰/۴۹	۴/۸۳±۰/۴۹	۴/۷۵±۰/۴۸	۴/۶۶±۰/۴۹	۴/۷۹±۰/۵۱	۴/۹۰±۰/۵۰
تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک ($\times۱۰^{۴}$)	۳/۲±۰/۳۵^{a}	۴/۷±۰/۳۵^{c}	۵/۰±۰/۲۹ ^{c}	۵/۳±۰/۳۱^{cd}	۶/۱۰±۰/۵۲^{e}	۳/۴±۰/۳۹^{b}
نسبت تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک به تعداد کل باکتری‌ها ($۱۰^{۳}$)	۶/۶۰±۰/۵۸ ^{a}	۹/۷۰±۱/۰^{b}	۱۰/۵±۱/۰^{bc}	۱۱/۴۰±۰/۹۹^{c}	۱۲/۷۰±۰/۹۹^{d}	۶/۹۰±۰/۵۲^{a}

ردیف های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

بحث و نتیجه‌گیری

توجه به فن‌آوری‌های تولید فرآورده‌های جدید با ارزش افزوده بالا از منابع پروتئین گیاهی تجدیدپذیر، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش روی صنعت تولید غذای آبزیان با چشم‌انداز آبزی‌پروری پایدار و ارگانیک محسوب می‌شود (Safari, 2011). در مطالعه حاضر بهبود در شاخص‌های رشد تا سطح ۴٪ جیره غذایی روند افزایشی نشان داد و پس از آن با شیب کندی از شاخص‌های رشد کاسته شد، اما همچنان شاخص‌های رشد ماهیان نسبت به جیره غذایی بدون پودر بذر استبرق (جیره شاهد) مطلوب‌تر بود.

محققین اثرات گیاه لیوول را در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ و ۲ و ۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در مدت ۱۱۲ روز در جیره غذایی ماهی *Labeo rohita* بررسی کردند. نتایج نشان داد که ماهیان تیمار ۲٪ بیشترین میزان رشد را دارند. ماهیانی که در جیره غذایی آن‌ها از این گیاه استفاده شده بود کارآیی غذایی بالاتر و نسبت جذب پروتئین و کربوهیدرات بهتر و توانایی هضم بهتری در مقایسه با گروه کنترل نشان داد. همچنین نسبت RNA به DNA در عضلات و کبد آن‌ها بالاتر از گروه کنترل بود. این ماهیان دارای چربی و پروتئین لاشه بالاتری نیز بودند. طی مطالعه‌ایی سطوح مختلف زیره سیاه، سیر و بیوژن تجاری را در مورد میزان رشد ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) در دو فصل تابستان و زمستان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که طی ماه‌های تابستان تیمارهای مختلف از نظر رشد اختلاف معنی‌داری نشان نداند اما در دوره زمستان تیمار دریافت کننده ۱٪ سیر رشد را در ماهی مورد نظر افزایش داد (Diab *et al.*, 2008).

یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان میزان ضریب تبدیل غذایی است. ضریب تبدیل غذایی ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۲٪ پودر بذر استبرق (۱/۳۱) تفاوت آماری معنی‌داری ($P<0/05$) را با تیمار شاهد (۱/۷۱) بعد از ۵۶ روز تغذیه نشان داد. این امر می‌تواند به‌دلیل بهبود فلور باکتریایی روده ماهیان تغذیه شده با پودر بذر استبرق و به تبع آن افزایش کارآیی غذا باشد. همچنین افزایش کارآیی هضم کربوهیدرات‌ها نیز می‌تواند یکی دیگر از عوامل کاهش ضریب تبدیل غذایی باشد. هرچند که بین ضریب تبدیل غذایی ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۲ و ۳ درصد پودر بذر استبرق تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش میزان پودر بذر استبرق در جیره غذایی ماهیان تا سطح ۴٪ موجب افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) میزان رشد ویژه (۲/۳۶ درصد در روز) نسبت به تیمار شاهد (۱/۹۲ درصد در روز) گردید. در مطالعه حاضر باتوجه به حداقل میزان مشاهده شده ضریب تبدیل غذایی در تیمار حاوی ۲٪ پودر بذر استبرق، می‌توان این مقدار را به‌عنوان سطح مطلوب قلمداد نمود زیرا 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 خواهد کرد (Falahatkar *et al.*, 2006).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

نسبت کارآیی پروتئین با افزایش سطح استفاده از پودر بذر استبرق در سطوح ۳ تا ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد ولی تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. با این حال، بیشترین میزان کارآیی چربی (۵/۳۲) و انرژی (۴/۴۷) در جیره غذایی حاوی ۵٪ پودر بذر استبرق مشاهده شد. در مطالعه مشابهی، استفاده از آویشن در جیره غذایی ماهی سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) به میزان ۱٪، منجر به افزایش کارآیی پروتئین شد در حالی‌که شاخص‌های رشد در مطالعه مورد نظر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (Yılmaz and Ergün, 2011).

شاخص امعا و احشاء در ماهیانی که با جیره حاوی ۵٪ پودر بذر استبرق تغذیه شده بودند در بالاترین سطح قرار داشت، این مسئله احتمالاً به‌دلیل وجود میزان بالای چربی در بذر گیاه استبرق می‌باشد. در مورد شاخص کبدی نیز ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۳٪ پودر بذر استبرق بالاترین میزان این شاخص را نشان دادند، اما میزان بالای شاخص کبدی در این تیمار علاوه بر وجود چربی تجمع یافته در کبد می‌تواند به‌دلیل تجمع مواد متفاوت دیگر در کبد باشد.

در دهه اخیر به نقش باکتری‌های موجود در دستگاه گوارش در تنظیم فیزولوژی رشد و تولید مثل آبزیان توجه ویژه‌ای شده است. جوامع باکتریایی پروبیوتیکی موجود در دستگاه گوارش با تولید مواد مغذی ضروری مانند اسیدهای چرب ضروری و آنزیم‌های گوارشی (آمیلاز، پروتئاز و لیپاز)، کارآیی هضم پروتئین و چربی‌ها را در جیره افزایش می‌دهند. باکتری‌های اسیدلاکتیک ازجمله مهم‌ترین، پرکاربردترین و موفق‌ترین پروبیوتیک‌ها می‌باشد که بیش از ۵۰ گونه را شامل می‌شوند (Tannock, 2004). این باکتری‌ها گروهی از باکتری‌های گرم مثبت، میله‌ای و یا گرد هستند که اسپور تولید نمی‌کنند، کاتالاز منفی و اکسیداز منفی می‌باشند، این باکتری‌ها از کربوهیدرات‌ها به‌عنوان انرژی استفاده کرده و اسیدلاکتیک تولید می‌کنند (Ahmadnia, 2015). در مطالعه حاضر تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک دستگاه گوارش در تمامی تیمارهای تغذیه‌شده با جیره غذایی حاوی پودر دانه استبرق افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد. این باکتری‌ها با افزودن پودر دانه استبرق تا سطح ۴٪ روند افزایشی داشته و پس از آن رو به کاهش نهادند. به‌نظر می‌رسد پودر دانه استبرق با دارا بودن خصوصیات پربیوتیکی منجر به افزایش تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک دستگاه گوارش ماهیان شده است. باتوجه به نتایج آنالیز شیمیایی، پودر دانه استبرق دارای میزان زیادی فیبر غیر قابل هضم می‌باشد. بر اساس تعریف، پربیوتیک ماده غذایی غیر قابل هضمی است که از طریق تحریک رشد و فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های مفید موجود در روده (مانند باکتری‌های اسیدلاکتیک) اثرات سودمندی برای میزبان داشته و می‌تواند سلامتی و رشد میزبان را بهبود بخشد (Hoseinifar *et al*., 2015). هرچند برای ادعای این فرضیه نیاز به تحقیقات گسترده‌تری می‌باشد.

در مجموع مطالعه حاضر نشان داد که اگر هدف وزن نهایی و میزان رشد ویژه باشد تا میزان ۴٪ پودر بذر استبرق را می‌توان در جیره غذایی ماهی استفاده نمود. در صورتی‌که هدف شاخص‌های دیگری همچون

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

نسبت کارآیی چربی و انرژی باشد بسته به هدف جیره‌نویسی می‌توان تا ۵٪ از پودر بذر استبرق را در جیره غذایی ماهی بکار برد. باتوجه به اینکه تولید بذر این گیاه در مقادیر زیاد در اواخر پاییز و اوایل زمستان اتفاق می‌افتد و به سهولت قابل برداشت می‌باشد (Francis, 2001)، استفاده از آن به‌عنوان بخشی از خوراک آبزیان که بیشترین سهم را در هزینه‌های تولید دارا است، می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش دهد.

منابع

Ahmadnia H.R. 2015. Effects of *Lactobacillus rhamnosus* and lactoferrin on gut microbiota, skin mucus and reproductive parameters in female *Carassius auratus*. Ph.D thesis, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. Gorgan, Iran. (In Persian).

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis (16th edn). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA. 771 P.

Bhosale S.V., Bhilave M.P., Nadaf S.B. 2010. Formulation of Fish Feed using Ingredients from Plant Sources. Research Journal of Agricultural Sciences, 1(3): 284-287.

Citarasu T. 2010. Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. Aquaculture International, 18: 403-414.

Couto N., Wood J., Barber J. 2016. The role of glutathione reductase and related enzymes on cellular redox homoeostasis network. Free Radical Biology and Medicine, 95: 27-42.

Diab D.L., Gillespie M.A., Highhouse S. 2008. Are maximizers really unhappy? The measurement of maximizing tendency. Judgment and Decision Making, 3: 364-370.

FAO. 2010. The state of world aquaculture. Updated 2010. [Cited 18 December 2010]. Available from: www.fao.org.

Freitas C.D.T., Nogueira F.C.S., Vasconcelos I.M., Oliveira J.T.A., Domont G.B., Ramos M.V. 2011. Osmotin purified from the latex of *Calotropis procera*: Biochemical characterization, biological activity and role in plant defense. Plant Physiology Biochemistry, 49: 738-743.

Ergün S., Yılmaz S., Yigit, M. 2011. Effects of thyme, rosemary and fenugreek on some hematological and immunological parameters of tilapia, *Oreochromis mossambicus*. Mediterranean Aquaculture, 20: 19-21.

Falahatkar B., Soltani M., Abtahi B., Kalbasi M., Porkazemi M., Yasemi M. 2006. Effects of vitamin C on some growth parameters, survival and hepatosomatic index in juvenile cultured beluga, *Huso huso*. Pajouhesh & Sazandegi, 72: 98-103

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

Farhangi M., Carter CG. 2001. Growth, physiological and immunological responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to different dietary inclusion levels of dehulled lupin (*Lupinus angustifolius*). Aquaculture Research, 32: 329-340.

Francis JK. 2001. *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. International Institute of Tropical Forestry, Jardín Botánico Sur, 102(2): 61-256.

Glencross B.D., Booth M., Allan G.L. 2007. A feed is only as good as its ingredients- a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. Aquaculture Nutrition, 13: 17-34.

Hardy RW., Barrows F. 2002. Diet Formulation and Manufacture. In: Halver JE, Hardy RW (Eds.). Fish Nutrition. Academic Press, pp: 505-600.

Hoseinifar S.H., Esteban M.Á., Cuesta A., Sun Y.Z. 2015. Prebiotics and Fish Immune Response: A Review of Current Knowledge and Future Perspectives. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 23: 315-328.

Ishnava K.P., Chauhan J.B., Garg A.A., Thakkar A.M. 2011. Antibacterial and phytochemical studies on *Calotropis gigantia* (L.) R. Br. Latex against selected cariogenic bacteria. Saudi Journal of Biology Science, 19(1): 34-41.

Little E.L., Woodbury R.O., Wadsworth F.H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands.Vol. 2. Agriculture Handbook. U.S. Department of Agriculture, Washingtion, DC. 1024 P.

Mahious A., Ollevier F. 2005. Probiotics and prebiotics in aquaculture: a review. In: 1st Regional workshop on techniques for enrichment of live food for use in larviculture AAARC, pp: 17-26.

Meena A.K., Yadav A., Rao M.M. 2011. Ayurvedic uses and pharmacological activities of *Calotropis procera* Linn. Asian Journal of Traditional Medicines, 6(2): 45-53.

Mokhayer B. 2006. Diseases of farmed fish. The University of Tehran Press, Tehran. 428 P. (In Persian).

Nakagawa H., Sato M., Gatlin D.M. 2007. Dietary Supplements for the Health and Quality of Cultured Fish. CAB International. USA. 256 P.

National Research Council (NRC). 1993. Nutrient Requirements of Fish. Washington, DC: National Academy Press. 114 P.

Oliveira J.S., Costa-Lotufo L.V., Bezerra D.P., Alencar N.M.N., Marinho-Filho J.D.B., Figueiredo I.S.T. 2010. In vivo growth inhibition of sarcoma 180 by latex proteins from *Calotropis procera*. Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol, 382: 139-149.

Oudhia P. 1999. Studies on allelopahty and medicinal weeds in chickpea fields. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter, 6: 29-33.

Oudhia P., Dixit A. 1994. Weeds in Ambikapur region (Madhya Pradesh) and their traditional use. Weeds News, 1(2): 19-21.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

Rahman M.A., Wilcock C.C. 1991. A taxonomic revision of Calotropis (Asclepiadaceae). Nordic Journal of Botany, 11(3): 301-308.

Sabeti H. 1995. Forests, Trees and Shrubs of Iran. Yazd University Press. 410 P. (In Persian).

Safari O. 2011. Study on the production of canola protein concentrate through different processing methods (physical, chemical and biological) with aim of using in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Ph.D thesis, University of Tehran. (In Persian).

Safari O., Mehraban M., Ahmadnia H.R. 2013. Study on the biological activity of essential oils in *Calotropis persica* and *Vitex pseudo onegund*. The second national congress on medicinal plants. Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. (In Persian).

Shalaby A., Khattab Y., Abdel Rahman A. 2006. Effects of Garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases, 12: 172-201.

Tannock G.W. 2004. A special fondness for *lactobacilli*. Applied and Environmental Microbiology, 70: 3189-3194.

Vadlapudi V., Behara M., Kaladhar DSVGK., Suresh kumar SVN., Seshagiri B., John Paul M. 2012. Antimicrobial profile of crude extracts *Calotropis procera* and *Centella asiatica* against some important pathogens. Indian Journal of Science and Technology, 5(8): 3132-3136.

Velmurugan S., Viji V.T., Babu M.M., Punitha M.J., Citarasu T. 2012. Antimicrobial effect of *Calotropis procera* active principles against aquatic microbial pathogens isolated from shrimp and fishes. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 1: 812-817.

Yılmaz S., Ergün, S. 2011. Effect of red pepper (*Capsicum annum*) on pigmentation of blue streak hap (*Labidochromis caeruleus*). Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, 63:1-6.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-01]