"مقاله پژوهشی"

اثر افزودن عصاره میوه گیاه آقطی (*Sambucus ebulus*) بر عملکرد رشد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی سرم و ارزیابی ژن‌های مرتبط با ایمنی در ماهی کپور معمولی(*Cyprinus carpio*)

حسین تقیان[۱]، محمدسوداگر[۱]*، سیامک یوسفی[۲]، حامدپاکنژاد[۱]، علی حاجی‌بگلو[۲]

۱-گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲-گروه شیلات، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۳

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، تعیین اثر سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی بر عملکرد رشد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی سرم و ژن‌های مرتبط با ایمنی در ماهی کپور معمولی بود. تعداد ۱۲۰ قطعه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۱/۰۸± ۷ گرم به صورت مجزا با سه سطح عصاره میوه گیاه آقطی در رژیم غذایی شامل: ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصدعصاره به ازای جیره وگروه شاهد به مدت ۶۰ روز تغذیه شدند. در پایان دوره آزمایش، شاخص‌های رشد، آنتی‌اکسیدانی و بیان ژن‌های دخیل در ایمنی مورد بررسی قرارگرفتند. نتایج نشان داد که سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد در مقایسه با گروه شاهد نداشت. شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی تیمار تغذیه‌شده با سطح ۰/۳ درصد سبب کاهش معنی‌دار شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در مقایسه با سایر تیمارها و گروه شاهد گردید. علاوه‌بر این، ارزیابی نتایج حاصل از بررسی بیان نسبی ژن‌های Lyz و TNF-α در ماهی کپور معمولی نشان داد که سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی باعث افزایش معنی‌دار بیان این ژن‌ها در مقایسه با گروه شاهد شد. به‌طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که به‌کارگیری ۰/۳ درصد عصاره میوه گیاه آقطی توانست به‌عنوان یک مکمل غذایی جهت بهبود شاخص‌های ایمنی و آنتی‌اکسیدانی کپور معمولی گردد. بنابراین، افزودن ۰/۳ درصد عصاره میوه گیاه آقطی به جیره ماهی کپور معمولی توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: عصاره میوه آقطی، کپورمعمولی، رشد، ایمنی، آنتی اکسیدان.

* عهده‌دار مکاتبات: sugdagar@gau.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

مقدمه

رشد بهینه ماهیان ارتباط نزدیکی به نوع غذا و کیفیت مواد غذایی مورد استفاده دارد. امروزه بهره‌گیری از مکمل‌های غذایی از جمله راه‌کارهایی است که علاوه بر تأمین مواد مغذی جهت رشد و تکامل موجودات آبزی، می‌توانند افزایش سلامت و مقاومت نسبت به استرس و عوامل بیماری‌زا را به همراه داشته باشند. مکمل‌های غذایی یا افزودنی‌ها برای بهبود کارایی رشد، سلامت و زیبایی آبزی، افزایش پایداری پلت و بهبود طعم غذا به کار می‌روند (Vulevic *et al.*, 2004).

در سال‌های اخیر، استفاده از گیاهان دارویی در صنعت آبزی‌پروری به عنوان محرک ایمنی جهت تقویت سیستم ایمنی غیراختصاصی ماهیان رایج شده است (Rao *et al.*, 2006؛ قیاسی و همکاران، ۱۴۰۱). در بین محرک‌های ایمنی متعدد، محرک‌های ایمنی با منشاء گیاهی مطلوب‌تر می‌باشد (Harikrishnan *et al.*, 2011)؛ خطرات احتمالی کمتر بر موجود زنده و محیط زیست، عدم ایجاد مقاومت دارویی، ارزان بودن، پایداری و در دسترس بودن گیاهان دارویی توجهات زیادی را در سطح جهان به ویژه کشورهای پیشرفته به خود جلب نموده است (خدادادی و رنجبر، ۱۳۹۵).

برخی از مطالعات نشان داده‌اند که عصاره گیاهان مختلف می‌توانند باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی، کاهش زمان دوره پرورش برای عرضه به بازار و کاهش هزینه‌های پرورش شوند (Javed *et al.*, 2009). در سال‌های اخیر شناسایی گیاهان دارویی و بومی با خواص آنتی‌اکسیدان که در بهبود سلامتی موجودات زنده موثر باشد، بسیار مورد توجه محققان سازمان جهانی بهداشت قرار گرفته است.

گیاه دارویی آقطی از گونه‌های ارزشمند دارویی شمال ایران می‌باشد و سالیان درازی است که مردم بومی استان مازندران به طرق مختلف در طب سنتی از فرآورده‌های آن پیشگیری و درمان بیماری‌های شایع خود استفاده‌های دارویی می‌برند. این گیاه متعلق به خانواده Caprifoliaceae می‌باشد، گیاهی است چند ساله، عمدتاً خزان‌کننده با برگ‌های سبز رنگ، گوشوارک‌دار و حدود ۵ تا ۱۱ برگچه دارد که در اواخر بهار با گل‌های ریز سفید یا کرم رنگ پدیدار می‌شوند (حسینی شکرابی و همکاران، ۱۳۹۹).

بررسی‌های انجام‌شده نشان داده‌اند که میوه و سایر بخش‌های گیاه آقطی حاوی ترکیبات مختلف عصاره، فلانوئیدهای (روتین، کوئرستین، ایزوکوئرستین، استراگالین و نیکتوفلورین)، اسیدهای فنلی، موسیلاژ، تانن، الکالوئید، تری‌ترپن، پکتین، رزین و ویتامین A و C (در میوه‌ها)، آنتوسیانین، سیانوژنیک گلیکوزید (در برگ‌ها) و ویبورینک اسید، ساپونین، کارتنوئیدها، مشتقات کافئیک اسید، ایبولیتین‌ها و مواد فرار می‌باشد (Mumcuoglu *et al.*, 2007). در مطالعات آزمایشگاهی وضعیت ضد التهابی و ضد ویروسی این گیاه به علت وجود فلاونوئیدها و تری‌ترپن‌ها گزارش شده است (Newall *et al.*, 1996). Bobek و همکاران، (۲۰۰۱) نشان دادند که رژیم حاوی عصاره گیاه آقطی اثر دفاعی آنتی‌اکسیداتیو را افزایش می‌دهد.

ماهی کپور معمولی از گونه‌های مهم اقتصادی در آب شیرین به شمار می‌آید و از معدود گونه‌هایی است که می‌توان آن را به عنوان ماهی اهلی به شمار آورد. مقاومت بالا نسبت به تغییرات محیطی، گوشت لذیذ، رشد سریع و قدرت تطابق زیاد در محیط‌ها و شرایط مختلف آبی، سبب شده که از ماهی کپور به‌عنوان گونه

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

ارجـح در پـرورش تـوأم کپورماهیـان اسـتفاده شـود. همچنین از دیـدگاه اقتصـادی نیـز بـازار پسـندی بـالایی برخـوردار مـی‌باشـد و از جملـه ماهیـان مهـم اقتصـادی شیلاتی به‌شمار می‌رود (Chirwa *et al*., 2019؛ هرسیج و آدینه، ۱۳۹۶؛ قیاسی و همکاران، ۱۳۹۹). بـا توجـه بـه اهمیت اقتصادی ایـن گونـه پرورشـی، هـدف از مطالعـه حاضر، بررسی تأثیر استفاده عصاره میوه گیاه آقطـی بـر عملکرد رشـد، برخـی از شـاخص‌هـای ایمنـی، فعالیـت آنتی‌اکسیدانی سرم و ارزیابی ژن‌هـای مـرتبط بـا ایمنـی (TNF و Lyz) در ماهی کپور معمولی بود.

مواد و روش‌ها

طراحی آزمایش: بـرای انجـام ایـن پـژوهش، تعـداد ۱۲۰ قطعه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۱/۰۸± ۷ گـرم از مرکـز تکثیـر و پـرورش آبزیـان شـهید رجـایی سـاری تهیـه و بـه سـالن پـرورش مـاهی شـهید فضـلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگـان منتقل شدند. ماهیان پس از دو هفته سازگاری با شـرایط محیطـی، در قالـب یـک طـرح کـاملاً تصـادفی در چهارگروه تغذیه‌ای با جیره‌های حاوی ۰ (گروه شاهد)، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد عصاره میـوه گیـاه آقطـی تغذیـه شـدند (امینـی و همکـاران، ۱۳۹۴). در طـول دوره غذادهی، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب به صـورت روزانه اندازه‌گیری و بررسی می‌شد؛ دمـای آب ۱/۲۴ ± ۲۸ درجـه سـانتی‌گـراد، اسـیدیته ۰/۵ ± ۷/۱ و میـزان اکسیژن محلول نیـز ۰/۶ ± ۵/۱ میلی‌گـرم در لیتـر بـود. برای خنثی کردن اثرات احتمـالی محلـول ژلاتـین، تنهـا محلول ژلاتین ۵ درصد بدون عصاره میوه گیاه آقطی به جیره گروه شاهد اسپری شـد. جیـره‌هـا پـس از آمـاده‌سازی، به مدت ۴۸ ساعت در هوای آزاد و دمای محیط و با رعایت نکات بهداشتی خشک گردیدند و تـا زمـان مصـرف در دمـای ۲۰- درجـه سـانتی‌گـراد نگهـداری شدند. غذادهی ماهیـان روزانـه بـه میـزان ۳ درصـد وزن بدن، ۳ مرتبه در روز و در طی یک بازه زمـانی ۶۰ روزه انجام گرفت.

تهیه عصاره: نمونه‌ی گیـاهی از رویشـگاه‌هـای طبیعـی استان مازندران تهیه و پـس از تاییـد توسـط گیـاه‌شـناس دانشکده گیاه پزشکی، در شرایط سایه و در دمای اتـاق به مدت ۴۸ ساعت خشک شـد. در ایـن مطالعـه از میـوه گیـاه بـرای تهیـه عصـاره اسـتفاده شـد. پـس از آسـیاب کردن، محتویات حاصله از الک با چشـمه ۰/۵ میکـرون عبـور داده شـدند تـا پـودر حاصـله کـاملا یکدسـت و یکنواخت باشد. روش عصاره‌گیـری بـه روش Hajdú و همکاران (۲۰۰۷) صورت گرفت؛ سپس عصاره اولیه بـه دست آمده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تحـت خـلاء به مدت ۶ ساعت توسط دسـتگاه تبخیـر دورانـی تغلـیظ شده و تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد.

سنجش شاخص‌های رشد: جهت بررسی تاثیر عصاره میوه گیاه آقطی بر شاخص‌های رشد ماهی کپور معمولی، زیست سنجی ماهیان در آخر دوره پرورش انجام گردید.۲۴ ساعت قبل از هر بار زیست‌سنجی، تغذیه ماهیان متوقف و پس از حصول اطمینان از دفع کامل محتویات لوله گوارش، وزن ماهیان با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ و طول آن‌ها با استفاده از خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر مورد سنجش قرار گرفت. شاخص‌های رشد شامل میزان نرخ رشد ویژه (SGR)، افزایش وزن (BWG)، ضریب چاقی (CF)، و ضریب تبدیل غذایی (FCR) در ماهی کپور معمولی بر اساس فرمول‌های ذیل تعیین گردید (Sajeevan *et al*., 2014):

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

وزن اولیه (گرم) –وزن نهایی (گرم) = افزایش وزن بدن (گرم)

۱۰۰ ×[وزن اولیه (گرم) / افزایش وزن (گرم)] = درصد افزایش وزن (درصد)

۱۰۰ ×[طول دوره پرورش (روز) / (لگاریتم طبیعی وزن اولیه – لگاریتم طبیعی وزن نهایی)] = نرخ رشد ویژه (درصد در روز)

[افزایش وزن (گرم) / مقدار غذای مصرفی (گرم)] = ضریب تبدیل غذایی

طول نهایی ^{3}(سانتی‌متر) / ۱۰۰ × وزن نهایی (گرم) = ضریب چاقی

سنجش شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی سرم: به‌منظور بررسی تاثیر عصاره میوه گیاه آقطی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماهی کپور معمولی، ۲۴ ساعت پس از اتمام دوره پرورشی و توقف تغذیه خون‌گیری از ساقه دمی ماهیان صورت گرفت. به این صورت که تعداد ۳ قطعه ماهی از هر تکرار به صورت تصادفی صید و پس از بیهوشی با پودر گل میخک (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) با استفاده از سرنگ ۲ سی‌سی فاقد ماده‌ی ضد انعقاد عملیات خونگیری انجام شد. به منظور اندازه‌گیری آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز از کیت‌های سنجش نوند سلامت و طبق دستورالعمل پیشنهادی شرکت سازنده و مندرج روی بسته استفاده گردید. از این‌رو، جهت اندازه‌گیری آنزیم سوپراکسید دیسموتاز از روش نیترو بلو تترازولیوم هیدروکلوراید استفاده شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۶۰ نانومتر و با استفاده از اسپکتروفتومتر خوانده شد. فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز بر اساس میزان پروتئین موجود در بافت محاسبه شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۳۴۰ نانومتر ثبت شد. فعالیت آنزیمی کاتالاز نیز در طول موج ۵۶۰ نانومتر قرائت گردید.

سنجش بیان نسبی ژن‌های ایمنی

نمونه‌برداری از بافت: پس از اتمام دوره پرورش و تغذیه، به‌منظور بررسی میزان بیان ژن‌های مرتبط با ایمنی (Lyz و TNF-a) از هر تیمار ۳ قطعه ماهی صید گردید. ماهیان صید شده قبل از نمونه‌برداری توسط پودر گل میخک به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم در یک لیتر آب بی‌هوش شدند. پس از بیهوشی توسط پنبه آغشته به الکل سطح بدن ماهی کاملاً استریل شده و سریعا اقدام به جمع‌آوری بافت پوست و روده گردید. نمونه بافت‌های به دست آمده در تیوپ‌های استریل قرار گرفتند و سریعاً به تانک ازت مایع منتقل شدند تا زمان استخراج RNA در فریزر با دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. استخراج RNA بر اساس روش Awad و همکاران (۲۰۱۳) توسط ماده هضم‌کننده RNAx-Plus و طبق دستورالعمل پیشنهادیه شرکت سازنده انجام شد. ارزیابی کیفی RNA کل توسط دستگاه الکتروفورز و ژل آگارز ۱٪ در دستگاه مستندساز ژل (ساخت انگلستان) با استفاده از پرتو فرابنفش صورت گرفت، همچنین، کمیت RNA که همان غلظت آن است، با استفاده از دستگاه نانودراپ (ساخت کشور انگلستان) در طول موج‌های ۲۳۰، ۲۶۰، ۲۸۰ و ۳۲۰ نانومتر تعیین شد. در مرحله بعد، برای حذف DNA، از دستورالعمل به کارگیری آنزیم هضم‌کننده DNA با استفاده از کیت شرکت فرمنتاز محصول کشور آمریکا استفاده شد. برای سنتز cDNA نیز، از مسترمیکس سنتز cDNA شرکت جینت بایو ساخت کشور کره و طبق

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

دستورالعمل پیشنهادی شرکت سازنده استفاده شد (Miandare *et al*., 2013).

آغازگرهای مورد استفاده در این آزمایش از مطالعات قبلی گرفته شدند و با آزمایش کردن در دستگاه PCR بهترین دما برای تکثیر آن‌ها به دست آمد. مشخصات آغازگرهای مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است.

برای انجام Real time PCR نمونه‌ها در تیوپ‌های مخصوص آن و در ۳ تکرار با حجم ۲۰ میکرولیتر حاوی ۱۰ میکرولیتر بافرسایبرگرین، ۱ میکرولیتر آغازگر پیش رونده ژن هدف و رفرنس، ۱ میکرولیتر آغازگر پس رونده ژن هدف و رفرنس، ۲/۸ میکرولیتر آب تزریق، ۰/۲ آنزیم تگ پلیمراز و ۵ میکرولیتر cDNA رقیق شده بود. نتایج به دست آمده توسط دستگاه Real time PCR تحت عنوان CT می‌باشد که نشان‌دهنده تعداد چرخه‌هایی است که سیگنال فلورسنت نسخه‌های ژنی را شناسایی می‌کند (Miandare et al., 2013).

جدول۱: توالی آغازگرهای استفاده شده برای بیان ژن‌های مرتبط با ایمنی در کپورماهیان معمولی.

ژن	توالی پرایمر	سایز محصول (bp)
TNF-α	رفت:GCTGTCTGCTTCACGCTCAA	۱۰۶
	برگشت:CCTTGGAAGTGACATTTGCTTTT	
LYZ	رفت:GTGTCTGATGTGGCTGTGCT	۱۶۰
	برگشت:TTCCCCAGGTATCCCATGAT	
actin Beta	رفت:CCCTGCATGGATGTGTGGAT	۱۸۶
	برگشت:GGGTGACACCATCACCAGAG	

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه صورت پذیرفت. همچنین، نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و بارتلت بررسی شد. در تمام بررسی‌ها سطح معنی‌دار بودن اختلاف‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. نتایج به صورت انحراف معیار± میانگین می‌باشند. همچنین، داده‌های به دست آمده از سنجش بیان نسبی ژن‌های مربوطه در مقایسه با ژن رفرنس از روش $۲^{-\Delta\Delta Ct}$ استفاده شد و تمامی نمودارهای احتمالی در نرم‌افزار Excel (۲۰۱۰) رسم گردید (Pfaffl *et al*., 2002).

نتایج

بررسی شاخص‌های رشد

اثر سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی بر شاخص‌های رشد در جدول ۲ ارائه گردیده است. بر اساس نتایج مشخص گردید که سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی تاثیر معناداری بر وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی و ضریب تبدیل غذایی نداشته است (p>۰/۰۵). همچنین، هیچ تاثیری بر میزان بازماندگی نداشت و هیچ تفاوت معناداری میان

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$).

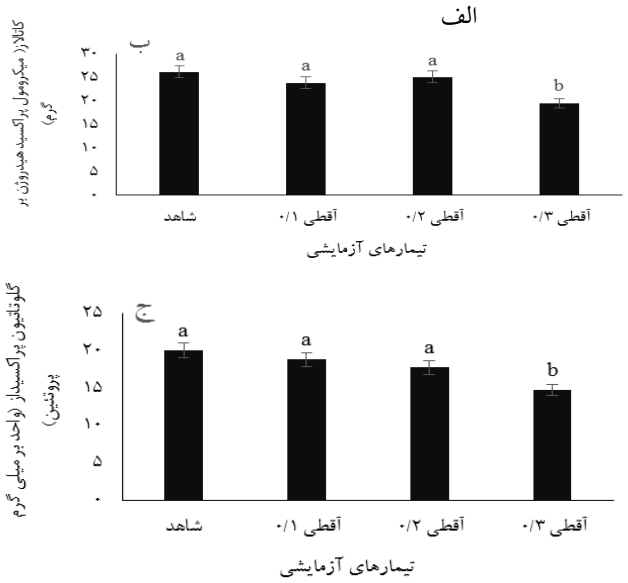
جدول ۲: بررسی شاخص‌های رشد در ماهی کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی در مدت ۶۰ روز

شاخص‌های رشد	شاهد	۰/۱ درصد	۰/۲ درصد	۰/۳ درصد
وزن اولیه (گرم)	۷/۱±۰/۱	۷±۰/۱	۷/۱±۰/۱	۷±۰/۱
طول اولیه (سانتی‌متر)	۷/۰۳±۰/۰۷	۷/۱۳±۰/۰۳	۶/۹۴±۰/۰۴	۷/۱±۰/۱۵
وزن نهایی (گرم)	۱۸/۹±۱	۱۷±۰/۶	۱۷/۵±۱/۳	۱۸/۴±۰/۴
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱۰/۳۶±۰/۱۰	۹/۹۴±۰/۱۳	۱۰/۱۷±۰/۲۲	۱۰/۲۶±۰/۱۲
درصد افزایش وزن بدن (درصد)	۱۶۶±۱۸/۸	۱۴۲/۷±۷/۲	۱۴۶/۳±۱۹/۷[a]	۱۶۳/۵±۷/۵
ضریب چاقی	۱/۶±۰/۱	۱/۷±۰/۱	۱/۶±۰/۱	۱/۷±۰/۱
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۰/۸۱±۰/۰۶	۰/۷۴±۰/۰۲	۰/۷۵±۰/۰۶	۰/۸۱±۰/۰۲
ضریب تبدیل غذایی	۲/۹±۰/۱	۳/۱±۰/۱	۳/۱±۰/۲	۲/۹±۰/۰
بازماندگی (درصد)	۱۰۰±۰	۱۰۰±۰	۱۰۰±۰	۱۰۰±۰

عدم وجود حروف انگلیسی نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در هر ردیف می‌باشد ($p>۰/۰۵$).

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سرم

نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های آنزیمی تیمارهای آزمایشی در شکل ۱ ارایه گردیده است. همانطور که مشاهده می‌شود عصاره میوه گیاه آقطی در سطح ۰/۳ درصد، سبب کاهش معنادار شاخص‌های آنتی-اکسیدانی اندازه‌گیری در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد گردید ($p<۰/۰۵$). در تیمارهای تغذیه شده با سطوح ۰/۱ و ۰/۲ درصد عصاره میوه گیاه آقطی تاثیر معناداری در شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

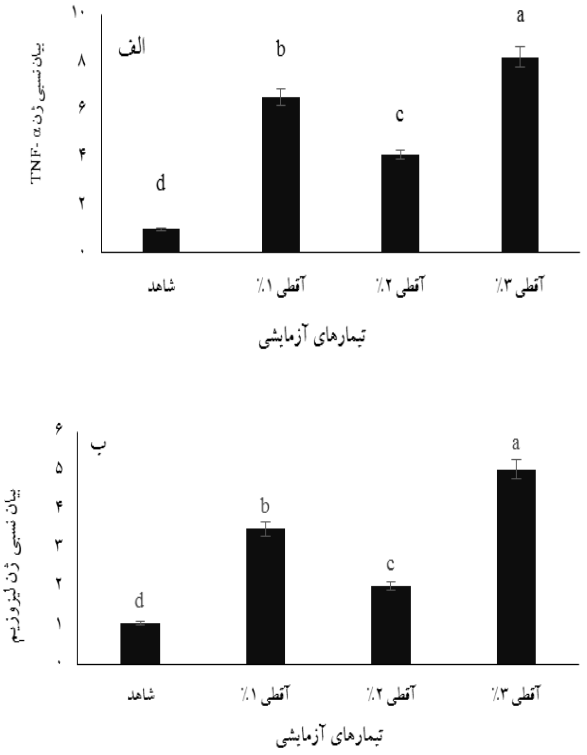


شکل ۱: غلظت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی سرم خون کپورماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت عصاره میوه گیاه آقطی به مدت ۶۰ روز؛ الف) سوپراکسیدازدسموتاز، ب) کاتالاز و ج) گلوتاتیون پراکسیداز. حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون، نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

مقادیر نسبی بیان ژن‌های ایمنی

ارزیابی نتایج حاصل از بیان ژن‌های مرتبط با ایمنی در ماهی کپور معمولی در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی باعث افزایش معنادار بیان ژن TNF-α و Lyz در مقایسه با گروه شاهد شد ($p<۰/۰۵$)؛ به طوری‌که تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۰/۳ درصد عصاره میوه گیاه آقطی بیشترین و تیمار شاهد نیز کمترین میزان بیان نسبی این ژن را نشان دادند.



شکل۲: بیان نسبی ژن‌های مرتبط با ایمنی؛ الف) TNF-α و ب) Lyz در ماهی کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی.
حروف انگلیسی متفاوت بالای هر ستون نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

بحث

امروز استفاده از رژیم غذایی حاوی محصولات گیاهی به دلیل طیف وسیعی از خواص مفید از جمله تحریک و تقویت سیستم ایمنی در بسیاری از کشورها توسعه یافته است (Guardiola *et al*., 2016; Citarasu, 2010; Ahmadifar *et al*., 2014). در تحقیق حاضر نیز، از عصاره گیاهی جهت بررسی تاثیر آن بر شاخص‌های رشد و ایمنی استفاده گردید. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از عصاره میوه گیاه آقطی در سطوح ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد تاثیر معناداری بر شاخص‌های رشد در ماهی کپور معمولی نداشته است. در تضاد با نتایج مطالعه حاضر، حسینی شکرابی و همکاران (۱۳۹۹) بیان کردند که استفاده از عصاره گیاه آقطی با میزان ۱۰ گرم در کیلوگرم غذا سبب افزایش معنادار شاخص‌های رشد گردید. در تحقیق حاضر علی‌رغم این که عصاره‌های گیاهی بر سوخت و ساز بدن ماهیان تاثیرات مثبت می‌گذارند، هیچ تفاوتی در رشد گروه‌های تیمار و گروه شاهد مشاهده نشد. با این حال، نتایج نشان داد که سطوح متفاوت این عصاره هیچ تاثیر منفی روی رشد نداشت. در تقابل با نتایج مطالعه حاضر، Farrell و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای پس از بررسی تاثیر تغذیه موش‌ها با جیره‌های حاوی عصاره گیاه آقطی گزارش کردند که استفاده از عصاره این گیاه سبب کاهش وزن در گروه‌های تیمار در مقایسه با گروه شاهد شد.

درصد بازماندگی نشان‌دهنده ایمنی در مقابل عوامل بیماری‌زا و استرس‌های محیطی می‌باشد با این حال، درصد بازماندگی ماهیان در این آزمایش در تمامی تیمارها تفاوتی با گروه شاهد نداشت و در کل دوره تلفاتی مشاهده نشد که شاید بتوان این موضوع را به کیفیت بالای آب و فراهم بودن شرایط بهینه پرورش و نگهداری نسبت داد، این نتایج با نتایج تحقیقات Akrami و همکاران (a.b ۲۰۰۹) و شفیقی و

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

بحرکاظمی (۱۳۹۷) در ارتباط با عدم تاثیر معنی‌دار محرک‌های ایمنی در درصد بازماندگی میزبان مطابقت دارد.

بررسی شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی نشان داد که افزودن عصاره میوه گیاه آقطی به جیره ماهی کپور معمولی تاثیر معناداری در فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز داشته است؛ به‌طوری که کاهش معناداری میان تیمار تغذیه شده با جیره حاوی عصاره میوه گیاه آقطی ۰/۳ درصد با سایر گروه‌های آزمایشی و گروه شاهد مشاهده شد. میوه گیاه آقطی غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان مانند ترکیب‌های فنلی می‌باشد. ترکیبات پلی‌فنلی و فلاونوئیدهای موجود در گیاه آقطی می‌توانند سلول را در برابر تخلیه گلوتاتیون احیاء، با افزایش ظرفیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی محافظت نمایند (Młynarczyk *et al*., 2018). همچنین این گیاه دارای مقادیر زیاد ویتامین C و E است و خاصیت آنتی‌اکسیدانی بسیار زیادی دارد (Fazio *et al*., 2013). آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نقش اساسی در حفاظت از بافت‌های بدن در مقابل رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارد و به منظور مقابله با رادیکال‌های آزاد سوپراکسید به مولکول اکسیژن معمولی یا هیدروژن پراکسید تبدیل می‌شود؛ بنابراین، از علل کاهش معنادار در غلظت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در تیمار حاوی ۰/۳ درصد عصاره میوه گیاه آقطی در این مطالعه می‌توان به دلیل عملکرد مشابه ویتامین‌های C و E در حذف رادیکال‌های آزاد توجیه نمود، زیرا در این صورت مقادیر کمتری از آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز صرف فرآیند خنثی‌سازی و دفع رادیکال‌های آزاد می‌شود و در نهایت مقادیر کمتری از آن ترشح‌شده و یا در همان میزان همیشگی ترشح می‌شود (Farzollahi, *et al*., 2019; Vettrivel *et al*., 2013). کاتالاز نیز، آنزیم تجزیه‌کننده پراکسید هیدروژن به آب و مولکول اکسیژن می‌باشد و نقش مهمی در سیستم آنتی‌اکسیدانی دارد. غلظت اندازه‌گیری‌شده این آنزیم نیز تفاوت معناداری در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۰/۳ درصد عصاره میوه گیاه آقطی با سایر تیمارها و گروه شاهد نشان نداد.کاهش معنادار غلظت آنزیم کاتالاز در این تیمار می‌تواند به علت ترکیبات فنولیک موجود در عصاره میوه گیاه آقطی باشد که خود به‌عنوان دهنده‌های هیدروژن، گیرنده‌های فلزات و احیا کنندگی عمل می‌کنند.

گلوتاتیون پراکسیداز آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی می‌باشد که نقش اساسی در محافظت اجزای مهم سلولی را در برابر واکنش با گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار (پراکسیدها و رادیکال‌های آزاد) دارد. گلوتاتیون با ترکیباتی که رادیکال آزاد دارند واکنش داده و ترکیب می‌شود و در نهایت از بدن خارج می‌گردد (Peixoto *et al*., 2016). این آنزیم نیز در مطالعه حاضر در تیمار تغذیه شده با ۰/۳ درصد عصاره میوه گیاه آقطی کاهش معناداری را نشان داد. همان‌طور که اشاره شد ازآن‌جایی که گیاه آقطی یکی از گیاهان دارای مقادیر بالای خاصیت آنتی‌اکسدانی می‌باشد (Pliszka *et al*., 2005; Zheng, and Wang, 2003)؛ مقادیر بالای آنتوسیانین‌ها در این گیاه یکی از عوامل حائر اهمیت در افزایش ایمنی آنتی‌اکسیدانی در نظر گرفته می‌شود (Młynarczyk *et al*., 2018). به‌طور کلی می‌توان چنین بیان داشت که کاهش معنادار سطوح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در تیمار تغذیه شده با عصاره آقطی در سطح ۰/۳ درصد گویای تاثیر موثر عصاره گیاه آقطی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

در خنثی کردن هیدروکسی رادیکال‌های آزاد بوده است که در نهایت منجر به کاهش میزان تولید پراکسید هیدروژن شده است و در پی آن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کمتری تولید شده است؛ چرا که، بدن پیوسته در حال مواجهه با شرایطی است که ممکن است بر اثر استرس‌های محیطی نیاز به تولید این آنزیم‌ها و رساندن بدن به حالت پایدار باشد. در همین راستا می‌توان به موارد مشابه در ارتباط با استفاده از عصاره‌های گیاهی به عنوان محرک ایمنی اشاره کرد. به عنوان مثال، Li و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی تاثیر گیاه آلیوم مونگولیسوم (*Allium mongolicum*) بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی ماهی سرماری (*Channa argus*) گزارش کردند که استفاده از این عصاره تغییر معناداری در میزان شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در این ماهی ایجاد نکرده است. نتایج حاصل از بررسی تأثیر افزودن ویتامین E و C به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی شامل: سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز نیز سبب کاهش معناداری این آنزیم‌ها در گروه‌های تیمار در مقایسه با گروه شاهد شد (میرواقفی و همکاران، ۱۳۹۴) که نتایج تحقیقات فوق با نتایج این مطالعه همسو می‌باشد؛ چرا که عصاره میوه گیاه آقطی دارای مقادیر قابل توجهی ویتامین E و C است.

براساس نتایج حاصل از این بررسی، تغذیه با جیره حاوی سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی باعث افزایش معناداری بیان ژن TNF-α و Lyz در ماهی کپور معمولی در مقایسه با گروه شاهد گردید. به‌طوری که بیشترین میزان بیان این ژن‌ها در تیمار حاوی سطح۰/۳ درصد عصاره میوه گیاه آقطی به ثبت رسید. در سیستم ایمنی ماهیان و در رابطه با التهابات مولکول سایتوکینی فاکتور نکروز کننده تومور نقش مهمی دارد که در پی ایجاد تحریک سیستم ایمنی از گلبول‌های سفید ترشح می‌شود که یک تعدیل کننده اصلی و سایتوکین موثر بر پاسخ‌های التهابی و ضد میکروبی می‌باشد (Grayfer *et al*., 2008) که علاوه بر خون در کلیه نیز تولید می‌شود (Savan and Sakai, 2006). صفری و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که استفاده از از عصاره هیدرو الکلی گیاه آنغوزه توانست به واسطه افزایش بیان نسبی سایتوکین‌های التهابی به بهبود وضعیت ایمنی در ماهی گورخری (*Danio rerio*) کمک نماید. نتایج حاصل از پژوهش Zemheri-Navruz و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که استفاده از عصاره برگ زیتون (*Olea europea*) در جیره غذایی ماهی کپور معمولی سبب افزایش معنادار بیان ژن TNF-a شده است. همچنین گزارش شده است که استفاده از عصاره گیاه پنج انگشت (*Vitex agnus-castus*) در جیره غذایی ماهی قرمز(*Carassius auratus*) افزایش معنادار در بیان ژن TNF-a را به دنبال داشت (Rashmeei *et al*., 2020). فاکتور نکروز کننده تومور آلفا همانند سایر اعضای خانواده خود به صورت یک تریمر به پذیرنده‌ی خود متصل می‌شود. این حالت موجب اتصال متقاطع پذیرنده‌ها به وسیله لیگاند می‌شود که سپس موجب انتقال پیام به‌درون سلول می‌گردد. از جمله عناصر تغذیه‌ای که سبب افزایش ترشح سایتوکین‌ها، اینترلوکین‌ها و عامل نکروز توموری الفا می‌گردند وجود مقادیر زیاد بتاگلوکان، پلی ساکاریدهای سولفاته و یا نوکلئوتیدها می‌باشد (قائدی و همکاران، ۱۳۹۳) که بر اساس گزارش Młynarczyk و همکاران (۲۰۱۸) گیاه آقطی یکی از منابع غنی پلی‌ساکاریدی می‌باشد که می‌تواند از جمله

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

عوامل توجیه کننده افزایش بیان ژن‌های ایمنی در این بررسی باشد. این فاکتور به‌صورت یک پیش پپتید ساخته می‌شود و سپس در درون سلول، به‌وسیله یک آنزیم مبدل فاکتور نکروزکننده تومور آلفا (TACE)[۲] پردازش شده، به فرم بالغ خود بدل می‌شود که ترشحی است و ۱۵۷ اسید آمینه طول دارد. تمامی این مطالعات موید تاثیر مثبت برخی از عصاره‌های گیاهی بر شاخص‌های ایمنی ماهیان می‌باشند،که این نتایج نیز با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت دارد.

لیزوزیم نیز، یکی از شاخص‌های بسیار مهم در سیستم ایمنی ماهی می‌باشد زیرا به‌طور مستقیم سبب فعال‌سازی لکوسیت‌ها و ماکروفاژها شده و عمل فاگوسیتوز را در ماهیان آب شیرین افزایش می‌دهد (Siwicki and Anderson, 1993). لذا افزایش آن می‌تواند از جمله موارد مهم جهت پیشگیری از بروز بیماری در ماهی باشد. در تطابق با نتایج مطالعه حاضر، قرایی و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی تاثیر عصاره گیاه خارخاسک (*Tribulus terrestris*) بر بیان ژن لیزوزیم در ماهی گورخری نشان دادند که تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف این عصاره افزایش معناداری در مقایسه با گروه شاهد داشتند. Beltrán و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که استفاده از پوست لیمو در جیره شانک ماهی (*Sparus aurata*) به مدت ۳۰ روز سبب افزایش معناداری در میزان شاخص‌های ایمنی در این ماهی شده است. لیزوزیم آنزیمی کاتیونی است که پپتیدوگلیکان موجود در دیواره سلول باکتریایی را می‌شکند، بنابراین تولیدمثل باکتری‌ها را در موجودات زنده مهار می‌کند (Saurabh and Sahoo, 2008). ترکیبات گیاهی می‌توانند سلول‌های کبدی و خونی را تحریک به آزادسازی بیشتر لیزوزیم نمایند (Liu *et al*., 2016; Angela *et al*., 2020). سیستم ایمنی به تعداد محدودی از گیرنده‌های شناسایی الگومانند گیرنده‌های شبه‌تول که مسؤول شناسایی الگوهای عامل بیماری‌زا هستند، متکی است. فعال شدن این گیرنده‌ها سبب القا پاسخ‌های ایمنی شامل تولید ایزوزیم، سایتوکین‌های پیش التهابی مانند اینترلوکین‌ها می‌شود (Angela *et al*., 2020). که این امر می‌تواند از دلایل توجیه افزایش بیان ژن‌های ایمنی در ماهیان کپورمعمولی تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی باشد. چرا که ترکیبات موجود در این گیاه مانند یک محرک سبب تحریک ایمنی و القای ایمنی ذاتی در ماهیان تغذیه شده با این عصاره در مقایسه با گروه شاهد گردید. با توجه به اینکه استفاده از عصاره‌های گیاهان مختلف در بسیاری از گونه‌های ماهیان سبب بهبود پاسخ ایمنی در آن‌ها شده است (Awad *et al*., 2013) و دسترسی به اغلب عصاره‌های گیاهی ارزان و آسان می‌باشد؛ لذا، بسیاری از محققین علاقه‌مند به استفاده از عصاره‌های گیاهی به عنوان جایگزینی برای محرک‌های مصنوعی می‌باشند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که جیره غذایی حاوی سطوح مختلف عصاره میوه گیاه آقطی بر شاخص‌های رشد در ماهی کپور معمولی تاثیر معناداری نداشت. ولی، استفاده از عصاره میوه گیاه آقطی در سطح ۰/۳ درصد سبب کاهش معنادار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گردید. استفاده از عصاره میوه این گیاه سبب افزایش معنادار در بیان ژن‌های ایمنی (TNF-α و Lyz) در کپور ماهیان شد. بنابراین می‌توان چنین بیان داشت

[۲] Tumor necrosis factor alpha

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

که عصاره میوه گیاه آقطی از جمله مواد طبیعی می‌باشد که بر عملکرد سیستم ایمنی ماهی کپور معمولی اثر مثبت می‌گذارد و استفاده از عصاره آن از راه تجویز خوراکی توانست موجب بهبود شاخص‌های آنتی-اکسیدانی و سیستم ایمنی در ماهی کپور معمولی گردد. از این رو، به نظر می‌رسد که استفاده از عصاره میوه گیاه آقطی به عنوان یک محرک ایمنی طبیعی و ارزان قیمت حاوی سطوح بالای پروتئین و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به عنوان مکمل غذایی مناسب برای ماهیان کپور معمولی در نظر گرفته شود. هر چند مطالعات گسترده‌تر جهت درک بهتر نقش عصاره میوه گیاه آقطی در پاسخ‌های ایمنی در سطح مولکولی مورد نیاز می‌باشد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. امینی، ب.، کرامت، ج.، حجت الاسلام، م.، جهادی، م.، محمودیان، ک.، ۱۳۹۴. ارزیابی اثرات آنتی‌اکسیدانی عصاره گیاه مرزه زراعی در روغن کلزا و روغن ماهی کیلکا. علوم غذایی و تغذیه، ۱۲(۳)، ۳۸-۲۹.

۲. حسینی شکرابی، س. پ.، شاه رکنی، ش.، نظری، ک.، شمسایی، م.، توتونچی، س.، ۱۳۹۹. تاثیر سطوح مختلف عصاره گیاه آقطی بر عملکرد رشد و پاسخ ایمنی ماهی کپور معمولی. مجله علمی شیلات ایران، ۳۰(۱)،۸۳-۹۲.

۳. خدادادی، م.، رنجبر، ش. و.، ۱۳۹۵. تأثیر افزودن پودر چای سبز *Camellia sinensis* به جیره‌ی غذایی بر برخی فاکتورهای ایمنی و پروتئین‌های سرم در ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio*. مجله دامپزشکی ایران، ۱۲(۲)، ۴۳-۵۴.

۴. شفیقی، ط.، بحرکاظمی، م.، ۱۳۹۷. تأثیر سطوح متفاوت پری بیوتیک اینولین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه بچه ماهی آمور (*Ctenopharyngodon* idella). مجله علمی- پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۷(۲)، ۳۲-۲۳.

۵. صفری، ر.، مقدم‌فر، س.، ایمانپور، م.ر.، شعبانی، ع.، جافر نوده، ع.، ۱۳۹۵. ارزیابی اثرات ناپلی غنی شده با یُد بر بیان ژن‌های آنتی‌اکسیدانی و ایمنی در ماهی زبرا گوره خری (*Danio rerio*). مجله بوم شناسی آبزیان، ۶(۱)، ۱۰۱-۹۳.

۶. قائدی، ع.، صحافی، ه.ح.، ضرغام، د.، ۱۳۹۳. نقش تغذیه در افزایش کارایی سیستم ایمنی ماهیان. نشریه آبزیان زینتی، ۱(۴)، ۲۸-۲۱.

۷. قرایی، ا.، ابراهیمی جرجانی، ح.، میردارهریجانی، ج.، کلنگی میاندره، ح.، ۱۳۹۸. بررسی تاثیر عصاره گیاه خارخاسک (*Tribulus terrestris*) خوراکی بر بیان ژن‌های لیزوزیم، IL1 و TNF در ماهی گورخری. مجله آبزیان زینتی، ۶(۱)، ۵۰- ۴۱.

۸. قیاسی، م.، سلیمانی، ن.، شجاعی، ل.، بینایی، م.، ۱۳۹۹. ارزیابی تغییرات برخی شاخص‌های خونی، سرمی و ایمنی ماهیان کپور معمولی طی زمستان گذرانی. توسعه آ بزی‌پروری، ۱۴(۱): ۸۱-۹۱.

۹. قیاسی، م.، بینایی، م.، قائدنیا، ب.، فارابی، س. م. و.، علوی، ا.، ۱۴۰۱. ارزیابی اثر اسانس

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

اکالیپتوس بر شاخص‌های رشد، خون، ایمنی و افزایش مقاومت در برابر آئروموناس هیدروفیلا در ماهیان کپور پرورشی. توسعه آبزی‌پروری، ۱۶(۲): ۱۳۱-۱۱۹.

۱۰. میرواقفی، ع.، علی، م.، اسدی جمنانی، ف.، ۱۳۹۴. بررسی تأثیر افزودن ویتامین E سلنیوم و Cبه جیره بر پارامترهای شاخص در سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. نشریه پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی، ۲(۴)،۴۸- ۳۳.

۱۱. هرسیج، م.، آدینه، ح.، ۱۳۹۶. امکان‌سنجی پرورش ماهی کپورمعمولی در پساب تصفیه شده از ضایعات کشتارگاهی طیور: بررسی کیفیت آب، عملکرد رشد و ترکیبات بدن. توسعه آبزی‌پروری، ۱۱(۳)، ۱۲۳-۱۳۵.

12. Ahmadifar, E., Mansour, M.R., Amirkolaie, A.K., Rayeni, M.F., 2014. Growth efficiency, survival and haematological changes in great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758) juveniles fed diets supplemented with different levels of thymol–carvacrol. Animal Feed Science and Technology, 198, 304-308.
13. Akrami, R., Hajimoradloo, A., Matinfar, A., Abedian Kenari, A., Alimohammadi, A., 2009a. The effects of dietary inulin on growth performance, nutrition, survival and body composition of juvenile beluga (*Huso huso*). Journal of World Aquaculture Society, 40(6), 771-779.
14. Akrami, R., Ghelichi, A., Manuchehri, H., 2009b. Effect of dietary inulin as prebiotic on growth performance and survival of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Marine Science and Technology, 4, 1-9.
15. Angela, C., Wang, W., Lyu, H., Zhou, Y., Huang, X., 2020. The effect of dietary supplementation of *Astragalus membranaceus* and *Bupleurum chinense* on the growth performance, immune-related enzyme activities and genes expression in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Fish and Shellfish Immunology, 107, 379-384.
16. Awad, E., Austin, D., Lyndon, A.R., 2013. Effect of black cumin seed oil (Nigella sativa) and nettle extract (Quercetin) on enhancement of immunity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), Aquaculture, 388, 193-197.
17. Bobek, P., Nosalova, V., Cerna, S., 2001. Influation of diet containing extract of black elder (*Sambucus njgra*) on colitis in rats. Bratislava, 50(6), 643-648.
18. Beltrán, J.M.G., Espinosa, C., Guardiola, F.A., Esteban, M.Á., 2017. Dietary dehydrated lemon peel improves the immune but not the antioxidant status of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Fish and shellfish immunology, 64, 426-436.
19. Citarasu, T., 2010. Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. Aquaculture International, 18(3),403-414.
20. Chirwa, E.R., Kassam, D., Jere, W.L., 2019. The farming of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in malawi: Review about history and policy research directions. International Journal of Social Sciences: Current and Future Research Trends, 1(1), 56-69.
21. Farzollahi, H., Sarvi Moghanlou, K., Imani, A., 2019. Single and combined effects of Chicory (*Cichorium intybus* L.) and Hypericum perforatum extracts on immune indices and antioxidant enzymes activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Fisheries Science, 1, 165-176.
22. Farrell, N.J., Norris, G.H., Ryan, J., Porter, C.M., Jiang, C., Blesso, C.N., 2015. Black elderberry extract attenuates inflammation and metabolic dysfunction in diet-induced obese mice. British Journal of Nutrition, 114(8), 1123-1131.
23. Fazio, A., Plastina, P., Meijerink, J., Witkamp, R.F., Gabriele, B., 2013. Comparative analyses of seeds of wild fruits of *Rubus* and *Sambucus* species from Southern Italy: Fatty acid composition of the oil, total phenolic content, antioxidant and anti-inflammatory properties of the methanolic extracts. Food chemistry, 140(4), 817-824.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

Nikinmaa, M., 2013. Developmental transcription of genes putatively associated with growth in two sturgeon species of different growth rate, General and comparative endocrinology, 182, 41-47.
32. Mumcuoglu, M., Ferne, M., Safirman, D., 2007. Elderberry (*Sambucus nigra* L.). Encyclopedia of Dietary Supplements. Biotechnology, 7(18), 3188-3192.
33. Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., Łysiak, G.P., 2018. Bioactive properties of *Sambucus nigra* L. as a functional ingredient for food and pharmaceutical industry. Journal of functional foods, 40, 377-390.
34. Newall, C.A., Anderson, L.A. and Phillipson, J.D. 1996. Herbal Medicines: A Guide for Health-Care Professionals.London, The Pharmaceutical Press. pp.104-110.
35. Pfaffl, M. W., Horgan, G. W., Dempfle, L., 2002. Relative expression software tool (REST) for group-wise comparison and statistical analysis of relative expression results in real-time PCR. Nucleic Acids Research, 30, 36-36.
36. Pliszka, B., Wazbinska, J., Puczel, U., Huszcza-Ciolkowska, G., 2005. Biologicznie czynne zwiazki polifenolowe zawarte w owocach roznych odmian hodowlanych i dziko rosnacego bzu czarnego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 2(507), 443-449.
37. Peixoto, M.J., Svendsen, J.C., Malte, H., Pereira, L.F., Carvalho, P., Pereira, R., Gonçalves, J.F., Ozório, R.O., 2016. Diets supplemented with seaweed affect metabolic rate, innate immune, and antioxidant responses, but not individual growth rate in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Journal of Applied Phycology, 28(3), 2061-2071.
38. Rao, Y.V., Das, B.K., Jyotyrmayee, P., Chakrabarti, R., 2006. Effect of *Achyranthes aspera* on the immunity and survival of Labeo rohita infected with *Aeromonas hydrophila*. Fish and Shellfish Immunology, 20(3), 263-273.
39. Rashmeei, M., Shekarabi, S.P.H., Mehrgan, M.S., Paknejad, H., 2020. Stimulatory effect of dietary chasteberry (*Vitex agnus-*
24. Guardiola, F.A., Porcino, C., Cerezuela, R., Cuesta, A., Faggio, C., Esteban, M.A., 2016. Impact of date palm fruits extracts and probiotic enriched diet on antioxidant status, innate immune response and immune-related gene expression of European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Fish and shellfish immunology, 52, 298-308.
25. Grayfer, L., Walsh, J.G., Belosevic, M., 2008. Characterization and functional analysis of goldfish (*Carassius auratus* L.) tumor necrosis factor-alpha. Developmental & Comparative Immunology, 32(5), 532-543.
26. Hajdú, Z.1, Hohmann, J., Forgo, P., Martinek, T., Dervarics, M., Zupkó, I., Falkay, G., Cossuta, D., Máthé, I., 2007. Diterpenoids and flavonoids from the fruits of Vitex agnuscastus and antioxidant activity of the fruit extracts and their constituents. Phytotherapy Research, 21(4), 391-404.
27. Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Heo., M.S., 2011. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. Aquaculture, 317, 1-15.
28. Javed, M., Durrani, F.R., Hafeez, A., Khan, R.U., Ahmad, I., 2009. Effect of aqueous extract of plant mixture on carcass quality of broiler chicks. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 4(1), 37-40.
29. Li, M., Zhu, X., Tian, J., Liu, M., Wang, G., 2019. Dietary flavonoids from Allium mongolicum Regel promotes growth, improves immune, antioxidant status, immune-related signaling molecules and disease resistance in juvenile northern snakehead fish (*Channa argus*). Aquaculture, 501, 473-481.
30. Liu, Y., Song, L., Sun, Y., Liu, T., Hou, F., Liu, X., 2016. Comparison of immune response in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, after knock down of Toll and IMD gene in vivo. Developmental & Comparative Immunology, 60, 41-52.
31. Miandare, H.K., Farahmand, H., Akbarzadeh, A., Ramezanpour, S., Kaiya, H., Miyazato, M., Rytkönen, K.T.,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]

lingonberries. Journal of Agricultural and food Chemistry, 51(2), 502-509.

castus) extract on immunity, some immune-related gene expression, and resistance against *Aeromonas hydrophila* infection in goldfish (*Carassius auratus*). Fish and Shellfish Immunology, 107, 129-136.

40. Sajeevan, S., Varkey, A. M. T., Vadakkedath, M., 2014. Biometric parameters of the Redline torpedo fish Puntius denisonii Day 1865, an endemic barb in the Western Ghats Hotspots of Southern India. International Journal of Aquatic Biology, 2(2), 75-84.
41. Siwicki, A.K., Anderson, D.P., 1993. Nonspecific defense mechanisms assay in fish: II. Potential killing activity of neutrophils and macrophages, lysozyme activity in serum and organs and total immunoglobulin level in serum. Fish Disease Diagnosis and Prevention Methods Olsztyn, Poland, 105-12.
42. Saurabh, S., Sahoo, P.K., 2008. Lysozyme: an important defence molecule of fish innate immune system. Aquaculture research, 39(3), 223-239.
43. Savan, R., Sakai, M., 2006. Genomics of fish cytokines. Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics, 1(1), 89-101.
44. Vulevic, J., Rastall, R.A., Gibson, G.R., 2004. Developing a quantitative approach for determining the in vitro prebiotic potential of dietary oligosaccharides. FEMS microbiology letters, 236(1), 153-159.
45. Vettrivel, C., Pugazhendy, K., Meenambal, M., Jayanthi, C., 2013. Curative Efficacy of *Spirulina against* lead acetate toxicity on the *Cyprinus carpio* (Linn.) Fresh Water Fish. Int. Journal of Pharmaceutical and Biological Science Archiv, 4(3), 537-542.
46. Zemheri-Navruz, F., Acar, Ü., Yılmaz, S., 2019. Dietary supplementation of olive leaf extract increases haematological, serum biochemical parameters and immune related genes expression level in common carp (*Cyprinus carpio*) juveniles. Fish and shellfish immunology, 89, 672-676.
47. Zheng, W., Wang, S.Y. 2003. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.1.1.0]
[DOI: 10.61186/aqudev.17.1.1]