(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

مقاله پژوهشی

اثرات عصاره آبی میوه زغال‌اخته (*Cornus mas*) بر برخی از پارامترهای رشد، شاخص‌های خون‌شناسی و ایمنی غیراختصاصی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

- **سهند خیاطی‌شیره‌جینی***: گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- **محمد کاظمیان**: گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۸

چکیده

در مطالعه حاضر تأثیر عصاره آبی میوه زغال‌اخته بر پارامترهای رشد، خون‌شناسی و ایمنی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بررسی شد. پس از گذراندن یک‌دوره یک هفته‌ای جهت سازگاری با شرایط جدید، ۹۶ عدد بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۲/۷۲±۴۰ گرم در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تیمار آزمایشی به همراه یک گروه شاهد هرکدام با سه تکرار تقسیم شدند. بچه‌ماهیان ۸ هفته با سطوح ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره آبی میوه زغال‌اخته در ۱۲ آکواریوم با حجم آبگیری ۱۸۰ لیتر تغذیه شدند. در پایان دوره غذادهی، خونگیری از ورید ساقه دمی انجام شد. تمامی فاکتورهای رشد بین تیمارهای آزمایشی افزایش معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد داشتند و بیش‌ترین میزان آن‌ها در تیمار حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره ثبت گردید ($p<0/05$). بیش‌ترین تعداد گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید، هماتوکریت، لنفوسیت، پروتئین کل، کورتیزول، ایمنوگلبولین کل، گلوتاتیون اس ترانسفراز، گلوتاتیون ردوکتاز، کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره آبی میوه زغال‌اخته ثبت شد ($p<0/05$). کم‌ترین میزان MCV، MCH، گلوکز و مالون دی‌آلدهید نیز در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره زغال‌اخته ثبت شد ($p<0/05$). در مجموع، به‌نظر می‌رسد عصاره میوه زغال‌اخته به‌دلیل داشتن مقادیر بالایی از ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و آنتوسیانینی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی است و توانایی زیادی در دفع رادیکال‌های آزاد دارد. این خواص می‌تواند موجب تقویت سیستم ایمنی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان گردد. براساس نتایج تحقیق حاضر استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره زغال‌اخته در هر کیلوگرم جیره غذایی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: زغال‌اخته، رشد، ایمنی، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، قزل‌آلای رنگین‌کمان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: sahandkhaiaty@yahoo.com

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

مقدمه

رشدو توسعه‌چشمگیر صنعت آبزی‌پروری درطول‌سال‌های اخیر هم‌سو با تغییر رویه پرورش از سمت پرورش نیمه گسترده به سمت روش پرورش متراکم حاصل شد. پرورش متراکم ماهی باعث ایجاد محیطی پر استرس می‌شود که منجر به سرکوب سیستم ایمنی و افزایش حساسیت ماهیان به بیماری‌های عفونی می‌گردد (Harikrishnan و همکاران، ۲۰۱۱). تقریباً، یک سوم تا نیمی از ماهیان در طول دوره پرورش به‌علت بیماری‌های مختلف قبل از این‌که بتوانند به اندازه قابل فروش برسند از بین می‌روند، بنابراین، بیماری می‌تواند باعث از دست رفتن بخش قابل‌توجهی از منابع مالی از طریق مرگ و میر، کاهش نرخ رشد، کاهش کیفیت گوشت و در نتیجه کاهش میزان فروش و حاشیه سود گردد (Smith و همکاران، ۲۰۰۳). انواع مختلف داروهایی شیمیایی مانند آنتی‌بیوتیک‌ها و ضدعفونی‌کننده‌ها به‌طور سنتی در درمان و پیشگیری بیماری‌های در ماهی پرورشی استفاده می‌شود. با توجه به تأثیرات نامطلوب این ترکیبات نمی‌توان مصرف مداوم آن‌ها را توصیه کرد (Ringo و همکاران، ۲۰۱۰). از اثربخش بودن آن‌ها برای درمان بیماری‌های مختلف نیز نمی‌توان با اطمینان صحبت کرد (Romero Ormazábal و همکاران، ۲۰۱۲). کشورها بسیاری استفاده از مواد شیمیایی برای درمان را ممنوع کرده و حاضر به واردات محصولات آبزی که با آنتی‌بیوتیک‌ها و سایر مواد شیمیایی درمان شده، نیستند. ازاین‌رو، محققان در تلاش برای بهره‌برداری از محصولات طبیعی مانند گیاهان دارویی برای توسعه مکمل‌های غذایی جایگزین هستند که قابلیت افزایش رشد، سلامت و بهبود سیستم ایمنی ماهیان دارند (Syahidah و همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به این‌که استفاده از گیاهان دارویی برای درمان ارزان‌تر هستند و اثربخشی بالاتری نیز دارند، از آن‌ها به‌عنوان یک منبع مهم و امیدوارکننده برای درمان ماهیان پرورشی یاد می‌شود (Madhuri و همکاران، ۲۰۱۲). در دهه‌های اخیر نیز موفقیت‌های زیادی در استفاده از گیاهان دارویی در صنعت آبزی پروری حاصل شده است (Hahm و همکاران، ۲۰۰۱). داروهای با منشأ گیاهی با اهداف مختلفی در صنعت آبزی‌پروری کاربرد دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به تحریک سیستم ایمنی (Carbone و Fagio، ۲۰۱۶)، ایفای نقش به‌عنوان پروبیوتیک، درمان بیماری‌های عفونی، آرام‌بخش و بی‌هوشی‌کننده (Hahm و همکاران، ۲۰۰۱) و ترمیم زخم‌های سطحی در حمام درمانی با محرک‌های ایمنی گیاهی (کاظمی‌پور و همکاران، ۱۳۸۴) اشاره نمود. مطالعات انجام شده پیرامون تأثیر گیاهان دارویی بر تقویت و تحریک دستگاه ایمنی آبزیان علیه عوامل بیماری‌زا نشان‌دهنده اثرات قابل توجه گیاهان دارویی در تقویت و تحریک دستگاه ایمنی آبزیان می‌باشد (Nya و Austin، ۲۰۱۱؛ Alishahi و همکاران، ۲۰۱۰). از گیاهان دارویی به‌عنوان مکمل‌های غذایی نیز استفاده می‌شود. ترکیبات گیاهی با تأثیر روی شاخص‌های تغذیه‌ای مانند هضم و جذب بهتر، اثرات ضد باکتریایی، تغییر در فعالیت آنزیم‌های گوارشی می‌توانند مفید باشند (Bomba و همکاران، ۲۰۰۲). تأثیر گیاهان یا عصاره آن‌ها در افزایش رشد وابسته به غلظت مورد استفاده، ترکیبات غذای پایه و نحوه مدیریت و شرایط کشت آن گیاه می‌باشد (Nasir و Grashorn، ۲۰۱۰). زغال‌اخته (*Cornus mas*) یکی از گیاهان میوه‌دار ارزشمندی است که به‌دلیل برخورداری از خواص تغذیه‌ای بالا مانند دارا بودن مقادیر قابل توجهی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مثل آنتوسیانین، فلاونوییدها و ترکیبات فنولی که باعث افزایش مقاومت در برابر رادیکال‌های آزاد می‌گردند، اخیراً مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Zhang و همکاران، ۲۰۰۸). در سال‌های اخیر توجه مصرف‌کنندگان نسبت به میوه‌های کم‌تر شناخته شده که دارای طعم و مزه و کیفیت غیرمعمول بوده و اثر آن‌ها غنی از ترکیبات آنتوسیانینی و آنتی‌اکسیدان‌هاست، رو به افزایش است (Ercisli و همکاران، ۲۰۰۸). با توجه به موارد ذکر شده مطالعه‌حاضر باهدف بررسی تأثیر عصاره میوه زغال‌اخته بر پارامترهای رشد، شاخص‌های خون‌شناسی و ایمنی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه و ذخیره‌سازی ماهیان: تحقیق حاضر به‌مدت ۸ هفته در یک کارگاه خصوصی پرورش ماهیان زینتی در منطقه شرق شهر تهران انجام شد. تعداد ۹۶ عدد بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۰/۱۲±۴۰ گرم از یکی از مراکز تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی (هراز، بابل) خریداری و در کیسه‌های پلاستیکی دو لایه که یک‌سوم آن با آب و دوسوم آن با هوا پر شده بود، به محل انجام آزمایش منتقل شدند. بچه‌ماهیان بلافاصله با محلول نمک ۳ درصد ضدعفونی شدند (Tukmechi و همکاران، ۲۰۱۱). به‌مدت یک هفته جهت سازگاری با شرایط جدید و جیره پایه قرنطینه شدند و پس از گذراندن دوره سازگاری، به شکل تصادفی در چهار تیمار آزمایشی، هر کدام با سه تکرار در ۱۲ آکواریوم شیشه‌ای با ظرفیت ۱۸۰ لیتر با تراکم ۸ عدد بچه‌ماهی در هر آکواریوم تقسیم شدند. آب مورد استفاده برای آکواریوم‌ها از آب‌شهری تأمین شد. به‌منظور ایجاد شرایط مطلوب و خارج کردن مواد دفعی و باقی‌مانده‌های غذایی از محیط پرورش هر ۶ ساعت یک‌بار ۷۵ درصد از آب هر آکواریوم تخلیه و مجدداً با آب تازه، هوادهی شده و کلرزدایی شده پر می‌شد. میانگین دما، pH و اکسیژن محلول در طول دوره آزمایش به‌ترتیب معادل ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد، ۷/۹ و ۹/۸ میلی‌گرم در لیتر بود.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

تهیه عصاره آبی از میوه زغال اخته: برای تهیه عصاره، ابتدا میوه‌ها از یکی از باغات تجاری منطقه کلیبر در استان آذربایجان‌شرقی در اواخر تابستان ۱۳۹۷ جمع‌آوری شد. پس از انتقال میوه‌ها به محیط آزمایشگاه عملیات آماده‌سازی شامل جدا کردن مواد زائد، خشک کردن دور از نور آفتاب در دمای آزمایشگاه و پاک کردن آن‌ها انجام شد. پس از شستشو و تمیز کردن میوه‌ها، تهیه عصاره آبی مطابق روش Niea و همکاران (۲۰۰۸) انجام شد. به‌طور خلاصه در این روش، ابتدا مقداری از میوه‌های زغال‌اخته پس از خشک شدن در سایه، با آسیاب برقی به‌خوبی پودر شد. سپس ۳۰۰ گرم از آن با ۲ لیتر آب مخلوط شد و به‌مدت ۳ ساعت در دستگاه بن‌ماری در دمای ۱۰۰ سانتی‌گراد قرار گرفت. پس‌ازآن، عصاره آبی توسط کاغذ صافی نمره ۴۲ واتمن دو بار صاف گردید و به کمک دستگاه روتاری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۵ ساعت حلال آن تبخیر شد و عصاره آبی خالص به‌دست آمد. پس از جداسازی عصاره، به آن ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول اضافه شد و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا پلی‌ساکاریدهای محلول در آن رسوب نماید. محلول حاصل با دور ۳۸۶۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و عصاره حاصل پس از جداسازی در فالکون تیوب‌های ۵۰ میلی‌لیتری ذخیره شد و تا زمان استفاده در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردید.

آماده‌سازی غذاو غذادهی: تغذیه بچه‌ماهیان باخوراک اکسترود ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌صورت پلت (GFT-2، شرکت تولیدی فرادانه شهرکرد) انجام شد. آنالیز تقریبی غذای مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. به‌منظور آماده‌سازی جیره‌های غذایی، ابتدا مقدار غذای روزانه برای هر تیمار براساس جداول استاندارد غذادهی و بر حسب دمای آب و درصد وزن بدن محاسبه شد (Hardy، ۲۰۰۲). پس از محاسبه میزان عصاره مورد نیاز برای هر تیمار، مقدار عصاره محاسبه شده در غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی (Salejda و همکاران، ۲۰۱۸) پس از مخلوط شدن با ۴۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژیک استریل توسط افشانه روی ۱۰۰ گرم غذا اسپری شد. به‌منظور حفظ عصاره اضافه شده به غذا به همین ترتیب میزان ۲٪ ژلاتین نیز به غذا اضافه شد. برای ایجاد شرایط یکسان بین تیمارهای آزمایشی روی جیره غذایی گروه شاهد نیز سرم فیزیولوژیک استریل به‌همراه ژلاتین اضافه شد. غذای تهیه شده در دمای اتاق به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شد و در ظروف پلاستیکی دربسته در داخل یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگه‌داری شد. غذادهی به بچه‌ماهیان ۳ مرتبه در روز به‌طور دستی در ساعات ۸ صبح، ۱۳ ظهر و ۱۸ شب انجام شد.

زیست‌سنجی: به‌منظور بررسی تأثیر عصاره آبی میوه زغال‌اخته بر میزان رشد بچه‌ماهیان، عملیات زیست‌سنجی در ابتدا و انتهای دوره آزمایش انجام شد. وزن بچه‌ماهیان با ترازوی دیجیتال Kern مدل PFB-1500 ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۱ گرم و طول آن‌ها با تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. محاسبه شاخص‌های رشد براساس فرمول‌های ذیل انجام شد (Bendich، ۱۹۸۹؛ Takeuchi و Watanabe، ۱۹۸۲):

درصد افزایش وزن بدن=

[وزن اولیه (گرم)/ (وزن اولیه (گرم)–وزن انتهایی (گرم)] ×۱۰۰

نرخ رشد ویژه=

[مدت مطالعه/ (لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم)- لگاریتم طبیعی وزن انتهایی (گرم)] ×۱۰۰

شاخص وضعیت=

((۳ طول انتهایی (سانتی‌متر)/ وزن انتهایی (گرم)) ×۱۰۰

درصد میانگین رشد روزانه=

۱۰۰×[مدت مطالعه/ (وزن اولیه –وزن انتهایی (گرم)]

ضریب تبدیل غذایی=

افزایش وزن بدن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم)

کارایی غذا (درصد) =

(مقدار غذای خورده شده به گرم/ افزایش وزن بدن به گرم) ×۱۰۰

درصد بازماندگی=

(تعداد بچه ماهیان باقی‌مانده در انتهای دوره/ تعداد بچه‌ماهیان ابتدای دوره) ×۱۰۰

جدول ۱: آنالیز تقریبی غذای تجاری مورد استفاده

اجزای جیره	درصد
حداقل پروتئین خام	۳۸
حداقل چربی خام	۱۳
حداقل فیبر خام	۲
حداقل خاکستر	۷
حداقل رطوبت	۵
حداقل فسفر	۱

خونگیری و تهیه نمونه‌های خون: در پایان دوره آزمایش نمونه‌برداری از خون بچه‌ماهیان انجام‌شد. پس از اتمام دوره ۸ هفته‌ای غذادهی به‌منظور سنجش پارامترهای هماتولوژی و پروفایل بیوشیمی سرم، تمام بچه‌ماهیان موجود در هر مخزن صید شده و در مخزن حاوی ۲۰۰ppm پودر گل میخک بی‌هوش شدند (مهرابی، ۱۳۷۶). بعد از بی‌هوشی، خونگیری از ورید ساقه دمی انجام شد و از هر نمونه مقدار ۲ سی‌سی خون گرفته شد مقدار ۱ میلی‌لیتر از نمونه‌های خون برای جداسازی سرم به لوله‌های اپندورف فاقد ماده ضدانعقاد هپارین و ۱ میلی‌لیتر به لوله‌های اپندورف حاوی ماده ضدانعقاد هپارین (۰/۱۰ میلی‌لیتر به‌ازای هر ۰/۵ میلی‌لیتر خون) منتقل شد. جهت انجام مطالعات سرولوژی خون موجود در لوله‌های اپندورف فاقد ماده ضد انعقاد هپارین با سانتریفیوژ Eppendorf مدل 5415D ساخت کشور

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

آلمان با سرعت ۵۰۰۰rpm به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد تا سرم از خون جدا گردید (جلالی‌حاجی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۸). سرم به‌دست آمده تازمان شروع آزمایشات مربوط به بررسی پارامترهای بیوشیمیایی سرم‌خون در شرایط فریزر (در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد) نگه‌داری شد.

سنجش فاکتورهای خونی: شمارش تعداد گلبول‌های قرمز به روش دستی و با استفاده از رقت‌سازی با محلول هایم (Hayem's fluid)، لام هموسیتومتر و میکروسکوپ نوری انجام شد (Ellis، ۱۹۹۰). شمارش گلبول‌های سفید نیز به‌روش مستقیم (هموسیتومتر) با رقیق کردن خون به نسبت ۱ به ۲۰۰ در محلول رقیق‌کننده نات و هریک (Natt and Herrick's Solution) (جدول ۲)، لام نئوبار و میکروسکوپ نوری انجام شد (Houston و همکاران، ۱۹۹۰). برای شمارش تفریقی گلبول‌های سفید، درصد هر یک از گلبول‌های سفید از شمارش صد گلبول سفید در گسترش خون رنگ‌آمیزی شده با گیمسا تعیین گردید (Borges و همکاران، ۲۰۰۴). مقدار هموگلوبین (Hp) به‌روش استاندارد سیانیت هموگلوبین (Feldman و همکاران، ۲۰۰۰)، درصد هماتوکریت (PCV) به‌روش متداول میکروهماتوکریت (Řehulka، ۲۰۰۲) و اندیس‌های گلبولی با استفاده از فرمول‌های مربوطه اندازه‌گیری شد (Asadi و همکاران، ۲۰۱۲).

$$MCV\ (Mean\ Corpuscular\ Volume)=(Hct\times 1000)/RBC(10^{6}mm^{-3})$$

$$MCH\ (Mean\ Corpuscular\ Hemoglobin)=Hb(g/dl^{-1})/RBC(10^{6}\ mm^{-3})$$

$$MCHC\ (Mean\ Corpuscular\ Hemoglobin\ Concentration)=Hb/Hct$$

سنجش پارامترهای بیوشیمیایی سرم: برای انجام آنالیزهای بیوشیمیایی به‌روش فتومتریک از دستگاه اسپکتروفتومتر UV/Vis مدل ۲۱۰۰ ساخت شرکت (USA) Unico و کیت‌های تشخیص کمی شرکت پارس آزمون (کرج) برای هر کدام از فاکتورهای بیوشیمیایی سرم استفاده شد. روش اندازه‌گیری و سنجش پارامترهای بیوشیمیایی مطابق با دستورالعمل مندرج در کیت‌های مربوطه انجام شد. سنجش ایمنوگلوبولین باروش توصیفی Siwicki و همکاران (۱۹۹۴) با کیت سنجش پروتئین تام به‌روش رنگ‌سنجی برادفورد (Bradford) (Kruger، ۱۹۹۶) انجام شد. اندازه‌گیری میزان کورتیزول با کیت i-CHROMA محصول کشور کره جنوبی و دستگاه الایزا ریدر (ELISA-Reader) انجام شد (Sahoo و Mukherjee، ۱۹۹۹). اندازه‌گیری گلوکز به‌روش گلوکزاکسیداز (Sacks، ۱۹۹۹)، اندازه‌گیری پروتئین تام به‌روش بیوره (Johnson و همکاران، ۱۹۹۹)، اندازه‌گیری آلبومین به‌روش برموکرزول گرین (Johnson و همکاران، ۱۹۹۹) و اندازه‌گیری گلبولین براساس نسبت آلبومین به پروتئین کل محاسبه شد (Johnson و همکاران، ۱۹۹۹).

سنجش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سرم: اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون اس. ترانسفراز (GST) با روش توصیفی Habig و همکاران (۱۹۷۴)، میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز (GR) با روش توصیفی Cohen و Duvel (۱۹۸۸)، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) باروش توصیفی Goth (۱۹۹۱)، میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) باروش توصیفی Winterbourn (۱۹۷۵) و با اقتباس از راهنمای آنزیم Worthington (۱۹۹۳)، میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) با کیت‌های تجاری شرکت RANDOX، ساخت کشور ایرلندو اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم مالون دی‌آلدهید (MDA) با روش کالری‌متری انجام شد (گودرزی و همکاران، ۱۳۸۶).

آنالیز آماری: برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۳) استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف، مقایسه واریانس تیمارها با آزمون واریانس یک‌طرفه و بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن بررسی شد. در تمامی بررسی‌ها سطح معنی‌دار بودن اختلاف‌ها کم‌تر از $p<0/05$ درنظر گرفته شد. داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار گزارش شد.

نتایج

پارامترهای رشد: براساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، بچه ماهیان تغذیه کرده از جیره‌های مکمل‌سازی شده با عصاره آبی میوه زغال‌اخته در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از میزان رشد بهتری نسبت به گروه شاهد برخوردار بودند ($p<0/05$). براساس نتایج به‌دست آمده ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره در هر کیلوگرم جیره غذایی کاهش معنی‌داری در مقایسه با اسیر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد نشان داد ($p<0/05$). بررسی نتایج به‌صورت درون گروهی نشان داد که با افزایش غلظت عصاره در جیره، ضریب تبدیل غذایی روندی نزولی داشت و این روند در تمامی موارد از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود ($p<0/05$). بالاترین میزان وزن نهایی، افزایش وزن، میانگین رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، نرخ کارایی غذا و شاخص وضعیت نیز در تیمار تغذیه کرده از ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره در هر کیلوگرم جیره غذایی افزایش معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی نشان داد ($p<0/05$).

شاخص‌های خون‌شناسی: براساس نتایج ارائه شده در جدول ۳، به‌کارگیری عصاره آبی میوه زغال‌اخته در جیره غذایی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث افزایش معنی‌دار تعداد گلبول قرمز، تعداد، گلبول‌های سفید، درصد هماتوکریت، درصد لنفوسیت شد ($p<0/05$). استفاده از عصاره آبی میوه زغال‌اخته کاهش معنی‌داری را نیز در میزان MCV و MCH در پی داشت ($p<0/05$)، اما تاثیری در مقدار هموگلوبین، MCHC، مونوسیت، نوتروفیل و ائوزینوفیل نداشت ($p>0/05$).

شاخص‌های بیوشیمیایی سرم: براساس نتایج ارائه شده در جدول ۴ مقدار پروتئین تام، کورتیزول و ایمنوگلبولین کل تحت تأثیر عصاره آبی میوه زغال‌اخته افزایش معنی‌داری را در مقایسه با گروه

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

شاهد نشان دادند (p<۰/۰۵). استفاده از عصاره آبی میوه زغال اخته باعث کاهش معنی‌دار گلوکز خون نیز شد (p<۰/۰۵). مقدار آلبومین و گلبولین نیز فاقد هرگونه اختلاف آماری معنی‌دار بودند (p>۰/۰۵).

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی: براساس نتایج ارائه شده در جدول ۵ اختلاف آماری‌معنی‌داری در میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز بین تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد (p>۰/۰۵). میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون. اس. ترانسفراز، کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز با افزایش میزان غلظت عصاره در جیره افزایش معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). میزان فعالیت آنزیم مالون دی آلدهید نیز با افزایش میزان غلظت عصاره روندی نزولی داشت. این روند نزولی بین هر سه تیمار آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد معنی‌دار بود (p<۰/۰۵).

جدول ۲: مقایسه پارامترهای رشد بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در انتهای دوره غذادهی

شاخص	تیمار شاهد	۲۵ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته	۵۰ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته	۱۰۰ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته
وزن نهایی (گرم)	۸۴/۷±۲۶/۰۴c	۸۸/۵±۵۶/۶۷b	۹۰/۷±۶۴/۲۷ab	۹۳/۶±۸۴/۸۳a
افزایش وزن (٪)	۱۱۰/۱۷±۶۷/۶۰c	۱۲۱/۱۵±۴۰/۶۹b	۱۲۶/۱۸±۶۲/۱۹ab	۱۳۴/۱۷±۶۲/۰۸a
میانگین رشد روزانه (٪)	۷۹/۱۲±۰۵/۵۷c	۸۶/۱۰±۷۱/۵۵b	۹۰/۱۲±۴۴/۹۹ab	۹۶/۱۲±۱۵/۲۰a
نرخ رشد ویژه (٪/روز)	۱/۰±۶۴/۱۹c	۱/۰±۷۶/۲۵b	۱/۰±۸۱/۱۷ab	۱/۰±۸۸/۳۶a
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰±۳۷/۱۲a	۱/۰±۳۰/۰۹b	۱/۰±۲۷/۰۷bc	۱/۰±۲۳/۰۴c
نرخ کارایی غذا (٪)	۷۳/۶±۲۷/۱۲c	۵±۷۷/۱۹b	۷۸/۶±۸۲/۳۲ab	۸۱/۵±۶۰/۹۴a
شاخص وضعیت (٪)	۱/۰±۹۰/۱۸b	۱/۰±۹۹/۱۲ab	۲/۰±۰۴/۲۳a	۲/۰±۰۸/۱۹a

جدول ۳: مقایسه شاخص‌های خون‌شناسی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در انتهای دوره آزمایش

شاخص	تیمار شاهد	۲۵ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته	۵۰ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته	۱۰۰ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته
تعداد گلبول قرمز ($10^6/m^{-3}$)	۰/۰±۹۸/۰۴c	۱/۱۹±۰/۱۴b	۱/۲۱±۰/۳۶b	۱/۳۲±۰/۴۱a
تعداد گلبول سفید ($10^3/m^{-3}$)	۱۰/۲±۴۲/۹۱c	۱۲/۸۹±۴/۵۷b	۱۴/۳۶±۳/۰۲ab	۱۵/۵۱±۴/۳۷a
هموگلوبین (گرم/دسی‌لیتر)	۴/۰±۹۸/۱۲a	۵/۱۵±۰/۴۶a	۵/۲۵±۰/۲۷a	۴/۹۴±۰/۶۴a
هماتوکریت (٪)	۴۱/۲±۲۹/۱۵c	۴۴/۵۷±۱/۰۹b	۴۴/۱۹±۲/۰۱b	۴۷/۰۳±۱/۶۷a
MCV (fl)	۴۵۳/۱۱±۴۲/۱۵a	۳۷۸/۱۴±۱۶/۳۲ab	۴۱۵/۶۷±۲۱/۸۸ab	۳۴۳/۵۲±۱۹/۴۲b
MCH (پیکوگرم)	۶۲/۱۴±۱/۱۶a	۵۵/۰۹±۹/۵۵b	۵۱/۸۶±۴/۹۹c	۴۷/۳۱±۸/۳۹d
MCHC (٪)	۱۳/۵۶±۰/۷۱a	۱۳/۷۷±۰/۱۹a	۱۴/۵۱±۰/۴۷a	۱۴/۷۸±۰/۱۸a
لنفوسیت (٪)	۶۷±۲/۶۴c	۶۸/۲±۵۱/۱۷b	۷۰/۶۳±۰/۸۵b	۷۲/۰±۲۵/۵۵a
مونوسیت (٪)	۵/۴۳±۱/۱۳a	۴/۶۶±۱/۰۲a	۴/۶۱±۱/۹۹a	۴/۳۶±۲/۲۲a
نوتروفیل (٪)	۲۲/۴۳±۱/۶۳a	۲۱/۹۶±۲/۴۹a	۲۰/۲±۷۶/۰۶a	۲۰/۲±۳۱/۲۱a
ائوزینوفیل (٪)	۴/۵۵±۲/۲۸a	۴/۴۱±۱/۷۳a	۳/۹۵±۲/۶۲a	۳/۵۵±۲/۲۸a

جدول ۴: مقایسه پارامترهای بیوشیمیایی سرم بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در انتهای دوره آزمایش

شاخص	تیمار شاهد	۲۵ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته	۵۰ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته	۱۰۰ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته
پروتئین تام (گرم/دسی‌لیتر)	۴/۰±۵۸/۳۳c	۵/۳۳±۰/۶۴ab	۵/۴۸±۰/۲۷ab	۷/۶۴±۰/۴۷a
گلوکز (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۸۱/۰۷±۳/۷۱a	۷۵/۰۶±۲/۸۸ab	۷۶/۴±۷۳/۷۵ab	۷۱/۵۶±۲/۱۷c
کورتیزول (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۱۷/۱±۸۰/۲۱d	۱۹/۱۷±۳/۶۷c	۳۰/۵۳±۴/۲۴b	۳۲/۰۳±۵/۱۵a
آلبومین (گرم/دسی‌لیتر)	۱/۰±۳۰/۳۲a	۱/۳۳±۰/۰۸a	۱/۳۱±۰/۴۳a	۱/۳۵±۰/۲۹a
گلبولین (گرم/دسی‌لیتر)	۳/۰±۱۰/۳۲a	۳/۹۱±۰/۵۱a	۳/۵۴±۰/۶۹a	۳/۳۵±۰/۵۱a
ایمنوگلبولین کل (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۱۷/۲۴±۰/۸۹c	۱۹/۰±۵۶/۳۷b	۱۹/۴۱±۰/۹۷b	۲۳/۷۹±۰/۵۶a

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

جدول ۵: مقایسه آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سرم بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در انتهای دوره آزمایش

شاخص	تیمار شاهد	۲۵ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته	۵۰ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته	۱۰۰ (میلی‌گرم/کیلوگرم) عصاره زغال‌اخته
GST(mmol/ml)	۷۵/۷±۱۳/۱۹d	۱۵۲/۱۵±۹۶/۰۴c	۲۱۰/۳۱±۱۴/۳۶b	۲۴۷/۳۵±۸/۹۳a
GR(mmol/ml)	۲۳/۱±۱۴/۳۶a	۲۴/۹۷±۱/۲۷a	۲۶/۳±۶۷/۸۴a	۲۷/۷۱±۰/۶۶a
CAT(U/ml)	۱۳۴/۱۴±۶۲/۹۷c	۱۴۱/۵±۷۸/۶۷b	۱۴۲/۷۱±۴/۱۸b	۱۴۶/۳۳±۱/۲۵a
SOD(U/ml)	۹۱/۲±۴۸/۱۰d	۱۰۰/۲±۲۲/۳۷c	۱۰۹/۸۶±۵/۱۶b	۱۱۷/۲۳±۴/۵۷a
GPX(mU/ml)	۲۱/۲±۴۹/۵۸d	۲۷/۶۸±۱/۰۵c	۳۳/۶۱±۲/۱۴b	۴۱/۹۶±۱/۸۷a
MDA(mmol/ml)	۱۰۴/۶۷±۶/۰۶a	۸۹/۱۵±۳۷/۴۴b	۸۶/۴۵±۲/۹۶b	۷۱/۹۲±۶/۴۴c

بحث

بسیاری از مطالعات تأثیرات مثبت گیاهان دارویی را به‌عنوان افزایش‌دهنده رشد در گونه‌های مختلف آبزیان گزارش داده‌اند (Syahidah و همکاران، ۲۰۱۵). براساس گزارش Lee و Gao (۲۰۱۲) استفاده از گیاهان به‌دلیل دارا بودن طعم و مزه مناسب فعالیت خود را با تغییر در الگوی غذا خوردن، ترشح آنزیم‌های گوارشی و بالا بردن میزان غذای دریافتی در تغذیه آبزیان مؤثر خواهند بود. تحریک ترشحات آنزیمی مثل افزایش ترشح بزاق، آنزیم‌های گوارشی، صفرا و موکوس را می‌توان به‌عنوان یکی از فعالیت‌های مهم افزودنی‌های غذایی درنظر گرفت (Adams، ۲۰۰۵). با توجه به تغییرات فاکتورهای ایمنی (افزایش سطح پروتئین کل، کورتیزول، گلبولین، آلبومین و ایمنوگلبولین کل و کاهش گلوکز) در ماهیان تغذیه شده با عصاره زغال‌اخته و تأثیر معنی‌دار افزایش وزن در تیمارهای حاوی عصاره زغال‌اخته، می‌توان نتایج به‌دست آمده را به حضور عصاره میوه زغال‌اخته در جیره نسبت داد. هم‌سو با این نتایج استفاده از گونه‌های مختلف گیاهان دارویی مانند شبدر قرمز (*Trifolium pratense*)، زیره (*Carum carvi*) و ریحان (*Ocimum basilium*) در جیره غذایی تأثیرات مثبت بر پارامترهای رشد و تغذیه انواع مختلف ماهیان تیلاپیا داشتند (Ahmad و Abdel-Tawwab، ۲۰۱۱؛ Metwally، ۲۰۰۹؛ El-Dakar و همکاران، ۲۰۰۸؛ Turan، ۲۰۰۶). Hwang و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند که استفاده از عصاره متانولی چای سبز (*Camellia sinensis*) باعث افزایش رشد و کارایی تغذیه در صخره‌ماهی سیاه (*Sebastess chlegeli*) شد. مطالعه انجام شده توسط Giannenas و همکاران (۲۰۱۲) اثر جیره‌های غذایی مکمل شده با تیمول و کارواکرول را در عملکرد رشد و فلور باکتریایی روده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار دادند. این محققین دریافتند که تغذیه با این دو جیره موجب افزایش وزن بیش‌تر و ضریب تبدیل غذایی پایین‌تر در ماهیان شده است که هم‌سو با نتایج حاضر بود. دلیل این یافته را به خواص ضدباکتریایی قوی کارواکرول و تیمول در بازدارندگی شدید جمعیت بی‌هوازی فلور زیستی روده ماهی نسبت دادند. ثابت شده است که افزودن گیاهان دارویی به جیره به‌وضوح باعث بهبود پارامترهای خونی ماهی می‌گردد (Najafpour و همکاران، ۲۰۱۲؛ Farahi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Salah Mesalhy و همکاران، ۲۰۰۸). در تحقیق حاضر استفاده از عصاره میوه زغال‌اخته باعث افزایش تعداد گلبول‌های سفید و درصد لنفوسیت‌های خون شد. در توجیه نتایج به‌دست آمده Harikrishnan و همکاران (۲۰۰۳) با افزودن عصاره‌های گیاهی شاهد افزایش تعداد و نسبت لکوسیت‌های خون در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بودند. این محققین دلیل این نتایج را اثر غیراختصاصی محرک‌های سیستم ایمنی مانند مکمل‌های گیاهی از طریق افزایش فعالیت فاگوسیتوزی و تعداد لنفوسیت‌ها گزارش دادند. Sahu و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی مشابه نشان دادند که هسته تخم انبه (*Mangifera*) به‌عنوان یک محرک ایمنی سبب بالا رفتن سطح لوکوسیت‌های خون در ماهی روهو (*Labeo rohita*) شد. روزی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۱ درصد دارچین افزایش معنی‌داری در تعداد گلبول‌های سفید، درصد لنفوسیت و درصد نوتروفیل های خون ماهی گرین ترور (*Andinocara rivulatus*) را گزارش دادند. Fazlolahzadeh و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر افزودن پودر سیر به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان افزایش درصد لنفوسیت‌های خون را گزارش دادند. Nya و Austin (۲۰۰۹) افزایش درصد لنفوسیت‌های خون در قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با پودر گیاه زنجبیل (*Zingiber officinale*) را گزارش دادند در مطالعه ایمانی (۱۳۹۲) کم‌ترین تعداد گلبول سفید خون ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان در گروه شاهد و بیش‌ترین تعداد آن در تیمار ۰/۵ درصد عصاره سیر و ۱ درصد عصاره گیاه سرخارگل ثبت شد. این محققین کاهش معنی‌دار میزان هموگلوبین و درصد هماتوکریت را نیز در تیمارهای مذکور گزارش دادند (ایمانی، ۱۳۹۲).

مقدار بالای گلبول قرمز و هموگلوبین پاسخی به افزایش تقاضای سوخت‌وساز در بدن است. افزایش تعداد گلبول‌های قرمز و به‌دنبال آن افزایش درصد هماتوکریت نیز بیانگر تقاضای بالا برای دست‌یابی به سطح اکسیژن بیش‌تر جهت انجام سوخت و ساز بیش‌تر است

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

(Satheeshkumar و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیق حاضر استفاده از عصاره زغال‌اخته تأثیر معنی‌داری بر میزان هموگلوبین خون بچه‌ماهیان قزل آلای رنگین‌کمان نداشت، اما باعث افزایش تعداد گلبول‌های قرمز و درصد هماتوکریت شد. در تائید این نتایج، Hajibeglou و Sudagar (۲۰۱۰) با بررسی تأثیر عصاره ۱۱ گیاه دارویی بر فاکتورهای خون شناسی بچه‌ماهیان کپورمعمولی افزایش مقدار هموگلوبین را گزارش دادند. صابرزاده (۱۳۹۴) با به‌کارگیری عصاره گیاه سنبل‌الطیب (*Valerian officinalis*) افزایش معنی‌داری در تعداد گلبول‌های قرمز خون ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان را گزارش دادند. این محققین هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در میزان هموگلوبین و هماتوکریت مشاهده نکردند. Shalaby و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش دادند که افزودن سیر به جیره ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) باعث افزایش تعداد گلبول‌های قرمز می‌گردد. Ashraf و Goda (۲۰۰۸) با بررسی تأثیر غنی‌سازی جیره ماهیان تیلاپیا با گیاه جنسینگ (Gensana® ^{G115}) شاهد افزایش تعداد گلبول‌های قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین بودند.

در ماهیان سیستم ایمنی ذاتی یا غیراختصاصی یک مکانیسم دفاع اساسی در برابر عوامل بیماری‌زا محسوب می‌شود. تقویت این سیستم برای ماهیان پرورشی بسیار ارزشمند است، چراکه ماهیان در شرایط پرورشی به‌دلیل تراکم زیاد در برابر بسیاری از عوامل بیماری‌زا بسیار آسیب‌پذیرند (Dixon و Stet، ۲۰۰۱). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزودن عصاره میوه زغال‌اخته به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان باعث افزایش عملکرد ایمنی در این گونه می‌گردد. براساس نتایج به‌دست آمده میزان پروتئین کل، کورتیزول و ایمنوگلبولین خون بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تأثیر عصاره میوه زغال‌اخته در مقایسه با گروه شاهد افزایش داشت و سطح گلوکز کاهش یافته بود. تقویت سیستم ایمنی ماهی دم زرد ژاپنی (*Seriola quinqueradiata*) که با مکمل دارویی حاوی *Quillaja saponin* تغذیه شده بود مؤید این نتایج است (Ninomiya و همکاران، ۱۹۹۵). در مطالعه دیگری افزودن مکمل غذایی حاوی عصاره گیاهی*Catharantus roseus* به جیره غذایی ماهی روهو (*Labeo rohito*) نیز موجب افزایش پاسخ ایمنی این ماهی گردید (Nguyen و همکاران، ۲۰۰۲). محیط زندگی و شرایط پرورش ماهی‌ها، محتویات و متابولیت‌های خون آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. استرس که می‌تواند ناشی از عوامل محیطی و آلاینده‌ها باشد، تغییرات زیادی در سطح هورمون‌ها، پروتئین‌ها، قند، کلسترول و دیگر ترکیبات خون ماهیان ایجاد می‌کند (Bahmani و همکاران، ۲۰۰۱). استفاده از سطوح مختلف عصاره ریواس (*Rheum officinale*) به‌مدت ۱۰ هفته منجربه کاهش اثرات منفی تنش ازدحام جمعیت در بچه‌ماهیان کپورمعمولی شد. در تحقیق مذکور گزارش شد که سطح کورتیزول و گلوکز سرم در خون بچه‌ماهیان دریافت‌کننده عصاره در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافت (Xie و همکاران، ۲۰۰۸).

به‌نظر می‌رسد در تحقیق حاضر محتوی پروتئین کل به‌دنبال افزایش سطح گلبول‌های سفید و افزایش ایمنوگلوبولین‌ها افزایش یافته باشد. به‌طورکلی افزایش پروتئین‌های سرم نشان‌دهنده افزایش توان قدرت دفاعی ماهی است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که پروتئین کل در نتیجه افزایش گلبول‌های سفید که منبع مهمی برای تولید انواع ترکیبات بیوشیمیایی مانند پروتئین سرم، لیزوزیم، فاکتورهای کمپلمان و پپتیدهای ضدباکتریایی است، افزایش می‌یابد (Misra و همکاران، ۲۰۰۶). مطالعات مشابه حاکی از افزایش گلبول‌های سفید و به‌دنبال آن افزایش میزان پروتئین کل سرم در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Nya و Austin، ۲۰۰۹) و ماهی روهو (*Labeo rohita*) (Sahu و همکاران، ۲۰۰۷) می‌باشد. نتایج تأثیر آلوئه ورا بر تغییرات میزان پروتئین تام در ماهی کپور معمولی نیز مؤید این نتایج است (Alishahi و همکاران، ۲۰۱۰).

لنفوسیت‌ها در اثر تحریک، پلاسماسل‌ها را تولید می‌کنند که قادر به ترشح ایمنوگلبولین می‌باشند (توکلی و اخلاقی، ۱۳۸۸). به‌نظر می‌رسد برخی ترکیبات بیوشیمیایی موجود در میوه زغال‌اخته با تحریک تولید لنفوسیت‌ها موجب افزایش سطح ایمنوگلبولین کل در سرم شده باشد (Gannam و Schrock، ۱۹۹۹). مطالعات مشابه نیز حاکی از افزایش سطح ایمنوگلوبولین سرم در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تحت تأثیر محرک‌های ایمنی گیاهی است (Nya و Austin، ۲۰۰۹). مصرف آلوئه‌ورا (*Aloe vera*) سبب افزایش معنی‌دار میزان کل ایمنوگلوبولین های سرم در ماهی کپور معمولی شد (Alishahi و همکاران، ۲۰۱۰). عطائی‌مهر و همکاران (۱۳۹۳) نیز با تغذیه بچه ماهیان قزل‌آلای ۵۰ گرمی به‌مدت ۳۰ روز با ۰/۱، ۰/۵ و ۱ درصد آلوئه‌ورا تغییرات معنی‌داری در میزان IgM، IgA و IgG گزارش دادند. استفاده از کیتوزان در جیره ماهی روهو (*Labeo rohita*) منجر به افزایش میزان کورتیزول سرم خون ماهیان نسبت به گروه شاهد شد (Sahoo و Mukherjee، ۱۹۹۹). در مطالعه کیان‌طاهری (۱۳۹۴) نیز استفاده از ۱، ۲، ۳ و ۴ درصد عصاره یونجه (*Medicago sativa*) در جیره بچه‌ماهیان کپورمعمولی پس از ۸ هفته تغذیه افزایش معنی‌داری در میزان کورتیزول گزارش شد. گیاهان دارویی با خواص آنتی‌اکسیدانی بالا منجر به کاهش گلوکز خون و افزایش پروتئین بدن می‌شوند (Banaee و همکاران، ۲۰۱۱؛ Sharma و همکاران، ۲۰۱۰). ضمن آن‌که فلاونوییدها موجود در گیاهان دارویی نیز تأثیرات زیادی در کاهش گلوکز خون دارند (فلاح‌حسینی و همکاران، ۱۳۸۴). هم‌سو با نتایج حاضر کاهش سطح گلوکز خون در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

تأثیر عصاره بومادران (Nafisi Bahabadi و همکاران، ۲۰۱۴) و گربه‌ماهی آفریقایی تحت تأثیر سیر و پیاز (Al-Salahy، ۲۰۰۲) گزارش شده است. Ji و همکاران (۲۰۰۷) نیز کاهش غلظت گلوکز را در ماهی فلاندر ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) که با مخلوط چند گیاه تغذیه شده بودند، گزارش دادند.

تحقیقات درباره اثرات محصولات گیاهی بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی آبزیان بسیار محدود است (Jawad و همکاران، ۲۰۰۴). مشخص‌شده است که برخی از محصولات گیاهی ازجمله اسانس پونه کوهی دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی می‌باشد که با محتوای فنلی گیاه در ارتباط است (Lo و Cheung، ۲۰۰۵). براساس نتایج ارائه شده توسط Ilaiyaraja و همکاران (۲۰۱۰) می‌توان این چنین بیان کرد که ترکیبات فنولیک موجود در میوه‌ها، سبزیجات و گیاهان دارویی به دلیل این‌که به‌عنوان دهنده‌های هیدروژن، عوامل احیاکننده، کاهش یکتایی اکسیژن و رباینده فلزات عمل می‌کنند آنتی‌اکسیدان‌های خوبی باشند. تصور بر این است که فنل‌های گیاهی از طریق فعالیت آنتی‌اکسیدانی اثرات مهاری بر رادیکال‌های آزاد و در نتیجه حفاظت اجزای سلولی در برابر آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد دارند، اما با توجه به ساختار شیمیایی متنوع آن‌ها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها متفاوت است (Dapkevicius و همکاران، ۲۰۰۲). طیف گسترده‌ای از ترکیبات شیمیایی موجود در گیاهان دارویی دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی هستند که به آبزیان برای مقابله با استرس‌های اکسیداتیو ناشی از آسیب رادیکال‌های آزاد و در نتیجه بهبود وضعیت فیزیولوژیکی عمومی ماهیان کمک می‌نماید (Chakraborty و Hancz، ۲۰۱۱؛ Ali و همکاران، ۲۰۰۸).

در مطالعه Metwally (۲۰۰۹) تغذیه ماهیان تیلاپیا از جیره‌های حاوی سطوح مختلف سیر باعث افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز شد، اما در مطالعه Wu و همکاران (۲۰۰۷) استفاده از چند گیاه دارویی مختلف در جیره غذایی بچه‌ماهیان کپورمعمولی کاهش میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز را در پی داشت. در مطالعه اعزازملکی (۱۳۹۴) گزارش شد که دوز ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پودر گیاه ماهور (*Verbascum speciosum*) باعث افزایش فعالیت پراکسیداز در سرم خون ماهی قزل آلای رنگین‌کمان می‌گردد. در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور معمولی فعالیت بالای پراکسیداز به‌ترتیب به‌دنبال تجویز عصاره‌های *Eclipta alba* و *Euphorbia hitra* مشاهده شده است (Pratheepa و Sukumaran، ۲۰۱۴؛ Christybapita و همکاران، ۲۰۰۷).

ارزیابی تأثیر چند گیاه دارویی ازجمله آویشن (*Thymus vulgaris*)، شنبلیله (*Trigonela foenum graecum*) و چریش (*Azadirachta indica*) بر استرس اکسیداتیو ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) نشان داد که با افزودن این گیاهان داروئی به جیره غذایی غلظت مالون دی‌آلدهید، ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی و گلوتاتیون در بافت‌های مختلف و خون تغییر می‌یابد (Antache و همکاران، ۲۰۱۳). واعظ (۱۳۹۴) گزارش داد که استفاده از پودر پیاز، مرزه و مخلوط آن‌ها باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز و کاهش میزان مالون دی آلدهید در سرم خون ماهیان جوان کپورمعمولی شد. استفاده از کارواکرول و تیمول در جیره ماهی قزل‌آلا وضعیت آنتی‌اکسیدانی این ماهی را تحت تأثیر قرار داد و موجب بهبود معنی‌دار فعالیت آنزیم گلوتاتیون شد. در مطالعه مذکور سطوح نسبتاً پایین کارواکرول و تیمول به‌عنوان افزودنی‌های غذایی گیاهی تأثیرات مثبتی بر عملکرد رشد ماهی قزل‌آلا با اثرات آشکار به سمت دفاع آنتی‌اکسیدانی و وضعیت ایمنی ذاتی بود (Giannenas و همکاران، ۲۰۱۲).

در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد استفاده از عصاره میوه زغال‌اخته دارای تاثیرات مثبت و معنی‌داری بر رشد، پارامترهای خون‌شناسی، فاکتورهای بیوشیمیایی سرم و آنزیم‌های دخیل در سیستم دفاعی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بود. این نتایج را می‌توان این‌چنین توجیه کرد که زغال‌اخته احتمالاً به‌دلیل دارا بودن ترکیبات مختلفی مانند پلی‌فنول‌ها و فلاونوئیدها دارای خواص بسیار زیادی ازجمله خواص آنتی‌اکسیدانی و دفع رادیکال‌های آزاد است که می‌تواند موجب تقویت سیستم ایمنی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان گردد. در واقع تأثیر تحریکی این عصاره بر سیستم ایمنی را می‌توان به مواد مؤثره آن نسبت داد.

منابع

۱. **اعزازی‌ملکی، ا.، ۱۳۹۵.** مطالعه اثر گیاه گل ماهور (*Verbascum speciosum*) بر سیستم ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). پایان‌نامه دوره دکتری، دانشگاه تبریز، ۵۰ صفحه.

۲. **ایمانی، م.، ۱۳۹۲.** تأثیر گیاهان دارویی سیر (*Allium sativa* L.) و سرخارگل (*Echinacea purpurea*) بر شاخص‌های رشد، پارامترهای خونی و مقاومت در برابر آلودگی باکتریایی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss* W.). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه ارومیه، ۵۳ صفحه.

۳. **توکلی، ه. و اخلاقی، م.، ۱۳۸۸.** بررسی میزان تغییرات لیزوزیم، ایمنوگلبولین، گلبول‌ها و هماتوکریت خون در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به‌دنبال عفونت تجربی با *آئروموناس هیدروفیلای* بیماری‌زا. مجله تحقیقات دامپزشکی. دوره ۶۴، شماره ۲، صفحات ۱۵۷ تا ۱۶۲

۴. **جلالی‌حاجی‌آبادی،م.ع.؛ صادقی، ع.ا.؛محبوبی‌صوفیانی، ن.ا.؛ چمنی،م.و ریاضی، غ.ح.، ۱۳۸۸.** اثر مکمل L- کارنیتین

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

بر فراسنجه‌های خونی و رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم آب و خاک. دوره ۱۳، شماره ۴۷ (الف)، صفحات ۱۰۵ تا ۱۱۵.

۵. **روزی، ی.؛ مورکی، ن.؛ ذریه‌زهرا، س.ج. و حقیقی، م.، ۱۳۹۲.** بررسی اثر سطوح مختلف پودر دارچین در جیره غذایی ماهی گرین ترور (*Andinocara rivulatus*) بر شاخص‌های خونی، گلوکز خون و میزان بقا. فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری. دوره ۱، پیش‌شماره ۱، صفحات ۴۱ تا ۵۲.

۶. **صابرزاده، م.، ۱۳۹۴.** اثر استفاده از عصاره گیاه سنبل‌الطیب (*Valerian officinalis*) بر فاکتورهای بیوشیمیایی، پلاسمای خون در هنگام حمل و نقل و خواص شیمیایی و میکروبی فیله ماهی قزل آلای رنگین‌کمان در یخچال. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، موسسه آموزش عالی خزر. ۷۳ صفحه.

۷. **عطائی‌مهر، ب.؛ باقری، پ.؛ امتیازجو، م. و یوسفی سیاه کلرودی، س.، ۱۳۹۳.** بررسی اثر گیاه آلوئه ورا (*Aloe vera*) بر تغییرات میزان ایمونوگلوبولین های IgM، IgA و IgG، پروتئین کل و شمارش تفریقی گلبول‌های سفید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران). دوره ۲۷، شماره ۱، صفحات ۸۹ تا ۹۹.

۸. **فلاح‌حسینی، ح.؛ فخرزاده، ح.؛ لاریجانی، ب. و شیخ‌سامانی، ا.، ۱۳۸۴.** مروری بر گیاهان دارویی مورد استفاده در دیابت. فصلنامه گیاهان دارویی. دوره ۵، ویژه‌نامه دیابت، صفحات ۱تا ۹

۹. **کاظمی‌پور، ی.؛ رضایی، م. و کیوانی، ی.، ۱۳۸۴.** مقایسه کیفی اثر سیر و عصاره بابونه و گل خطمی در ترمیم ظاهری زخم‌های سطحی ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*). پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. دوره ۱۷، شماره ۱، صفحات ۹۳ تا ۹۷.

۱۰. **کیان‌طاهری، م.، ۱۳۹۴.** استفاده از سطوح مختلف گیاه یونجه (پودر و عصاره) به‌عنوان مکمل ایمنی در غذای ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۶۲ صفحه.

۱۱. **گودرزی، م.ت.؛ نویدی‌عباسپور، ع.ا.؛ رضایی، م.؛ بابا احمدی رضایی، ح. و انصاری، م.، ۱۳۸۶.** آسیب اکسیداتیو DNA و لیپیدها و ارتباط آن با گلیکاسیون پروتئین در بیماران دیابتی نوع یک. مجله پزشکی بالینی ابن سینا. دوره ۱۴، شماره ۴، صفحات ۳۳ تا ۳۷.

۱۲. **مهرابی، ی.، ۱۳۷۶.** مطالعه اثر بی‌هوشی پودر گل میخک بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. فصلنامه آبزی‌پرور. دوره ۶، شماره ۲۱، صفحات ۳۶ تا ۳۹.

۱۳. **واعظ، ر.، ۱۳۹۴.** اثر پودر پیاز، مرزه و اینولین بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و فاکتورهای خونی در ماهیان جوان کپورمعمولی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ۴۷ صفحه.

14. **Adams, C.A., 2006.** Nutrition-based health. Nutrition-based health in animal production. Nutr. Res. Rev. Vol. 19, pp: 79-89.

15. **Ahmad, M.H. and Abdel-Tawwab, M., 2011.**The use of caraway seed meal as a feed additive in fish diets: Growth performance, feed utilization, and whole-body composition of Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*) (L.) fingerlings. Aquaculture. Vol. 314, No. 1-4, pp: 110-114.

16. **Ali, S.S.; Kasoju, N.; Luthra, A.; Singh, A.; Sharanabasava, H.; Sahu, A. and Bora, U., 2008.** Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. Food. Res. Int. Vol. 41, No. 1, pp: 1-15.

17. **Alishahi, M.; Ranjbar, M.M.; Ghorbanpour, M.; Peyghan, R.; Mesbah, M. and Razi jalali, M., 2010.** Effects of dietary *Aloe vera* on some specific nonspecific immunity in the common carp (*Cyprinus carpio*). Iran. J. Vet. Med. Vol. 4, No. 3, pp: 189-195.

18. **Antache, A.; Cristea, V.; Grecu, I.; Dediu, L.; Docan, A.; Mocanu, M.; Placinta, S. and Coada, M.T., 2013.** The influence of some phytobiotics on oxidative stress at *Oreochromis niloticus* grown in an intensive recirculating aquaculture system. Lucrări Ştiinţifice-Seria Zootehnie. Vol. 59, pp: 253-257.

19. **Asadi, M.; Mirvaghefei, A.; Nematollahi, M.; Banaee, M. and Ahmadi, K., 2012.** Effects of Watercress (*Nasturtium nasturtium*) extract on selected immunological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Open. Vet. J. Vol. 2, No. 1, pp: 32-39.

20. **Ashraf, M.A. and Goda, S., 2008.** Effect of Dietary Ginseng Herb (Ginsana-G115) supplementation on growth, feed utilization, and hematological indices of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), fingerlings. J. world. Aquacult. Soc. Vol. 39, No. 2, pp: 205-214.

21. **Bahmani, M.; Kazemi, R. and Donskaya, P., 2001.** A comparative study of some hematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). Fish Physiol. Biochem. Vol. 24, No. 2, pp: 135-140.

22. **Banaee, M.; Sureda, A.; Mirvaghefi, A.R. and Rafei, G.R., 2011.** Effects of long-term silymarin oral supplementation on the blood biochemical profile of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish Physiol. Biochem. Vol. 37, No. 4, pp: 885-896.

23. **Bendich, A., 1989.** Carotenoids and the immune response. J. Nutr. Vol. 119, No. 1, pp: 112-115.

24. **Bomba, A.; Nemcova, R.; Gancarcikova, S.; Herich, R.; Guba, P. and Mudronov, D., 2002.** Improvement of the probiotic effect of micro-organisms by their combination whit maltodextrins, fructo-oligosaccharides and poly unsaturated fatty acids. Br. J. Nutr. Vol. 88, No. 1, pp: 95-99.

25. **Borges, A.; Scotti, L.V.; Siqueira, D.R.; Jurinitz, D.F. and Wassermann, G.F., 2004.** Hematologic and serum biochemical values for jundia´ (*Rhamdia quelen*). Fish Physiol. Biochem. Vol. 30, No. 1, pp: 21-25.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

26. **Carbone, D. and Faggio, C., 2016.** Importance of prebiotics in aquaculture as immunostimulants. Effects on immune system of *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. Fish Shellfish Immunol. Vol. 54, pp: 172-178.

27. **Chakraborty, S.B. and Hancz, C., 2011.** Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. Rev. Aquac. Vol. 3, No. 3, pp: 103-119.

28. **Christybapita, D.; Divyagnaneswari, M. and Michael, R.D., 2007.** Oral administration of *Eclipta alba* leaf aqueous extract enhances the non-specific immune responses and disease resistance of *Oreochromis mossambicus*. Fish. Shellfish. Immunol. Vol. 23, No. 4, pp: 840-852.

29. **Cohen, M.B. and Duvel, D.L., 1988.** Characterization of the inhibition of glutathione reductase and the recovery of enzyme activity in exponentially growing murine leukemia (11210) cells treated with 1, 3-bis (2-chloroethyl) -1-nitrosourea. Biochem. Pharmacol. Vol. 37, No. 17, pp: 3317-3320.

30. **Dapkevicius, A.; Van Beek, T.A.; Lelyveld, G.P.; van Veldhuizen, A.; de Groot, A.; Linssen, J.P. and Venskutonis, R., 2002.** Isolation and structure elucidation of radical scavengers from Thymus vulgaris leaves. J. Nat. Prod. Vol. 65, No. 6, pp: 892-896.

31. **Dixon, B. and Stet, R.J., 2001.** The relationship between major histocompatibility receptors and innate immunity in teleost fish. Dev. Comp. Immunol. Vol. 25, No. 8-9, pp: 683-699.

32. **El-Dakar, A.Y.; Hassanien, G.D.; Gad, S.S. and Sakr, S.E., 2008.** Use of dried basil leaves as a feeding attractant for hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*, Fingerlings. Mediterranean Aqua. J. Vol. 1, No. 1, pp: 35-44.

33. **Ellis, A.E., 1990.** Lysozyme assays. In: Techniques in Fish Immunology. Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Roberson, B.S., van Muiswinkel, W.B. (eds.). SOS Publications. New Jersey, USA. pp: 101-113.

34. **Ercisli, S.; Orhan, E.; Esitken, A.; Yildirim, N. and Agar, G., 2008.** Relationships among some cornelian cherry genotypes (*Cornus mas* L.) based on RAPD analysis. Genet. Resour. Crop. Evol. Vol. 55, No. 4, pp: 613-618.

35. **Farahi, A.; Kasiri, M.; Sudagar, M.; SoleymaniIraei, M. and Darvishi, M., 2010.** Effect of garlic (*Alliumsativum*) on growth factors, some hematological parameters and body compositions in rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*). Bioflux. Vol. 3, No. 4, pp: 317-323.

36. **Fazlolahzadeh, F.; Keramati, K.; Nazifi, S.; Shirian, S. and Seifi, S., 2011**. Effect of Garlic (*Allium sativum*) on Hematological Parameters and Plasma Activities of ALT and AST of *Rainbow trout* in Temperature Stress. Aust. J. Basic. Appl. Sci. Vol. 5, No. 9, pp: 84-90.

37. **Gannam, A.L. and Schrock, R.M., 1999.** Immuno stimulants in Fish Diets. J Appl Aquaculture. Vol. 9, No. 4, pp: 53-89.

38. **Giannenas, I.; Triantafillou, E.L.; Stavrakakis, S.; Margaroni, M.; Mavridis, S.; Steiner, T. and Karagouni, E., 2012.** Assessment of dietary supplementation with carvacrol or thymol containing feed additives on performance, intestinal microbiota and antioxidant status of. rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 350-353, pp: 26-32.

39. **Goth, L., 1991.** A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. Clin. Chim. Acta. Vol. 196, No. 2-3, pp: 143-152.

40. **Habig, W.H.; Pabst, M.J. and Jakoby, W.B., 1974.** Glutathione S-transferases. J. Biol. Chem. Vol. 2499, No. 22, pp: 7130-7139.

41. **Hahm, D.H.; Yeom, M.; Lee, E.H.; Shim, I.; Lee, H.J. and Kim, H.Y., 2001.** Effect of *Scutellariae radix* as a novel antibacterial herb on the ppk (Polyphosphate kinase) mutant of *Salmonella typhimurium*. J. Microb. Biotech. Vol. 11, No. 6, pp: 1061-1065.

42. **Hajibeglou, A. and Sudagar, M., 2010.** Immune response of common carp (C*yprinus carpio*) fed with herbal immunostimulants diets. Agri. J. Vol. 5, No. 3, pp: 163-172.

43. **Hardy, R.W., 2002.** Nutrient requairment dnd feeding of fish for aquaculture, CABI Publishing, Walling ford, Oxon, United Kingdom. pp: 184-202.

44. **Harikrishnan, R.; Balasundaram, C. and Heo, M.S., 2011.** Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. Aquaculture. Vol. 317, No. 1-4, pp: 1-15.

45. **Harikrishnan, R.; Nisha, R.M. and Balasundaram, C., 2003.** Hematological and biochemical parameters in common carp, Cyprinus carpio, following herbal treatment for Aeromonas hydrophila infection. Aquaculture. Vol. 221, No. 1-4, pp: 41-50.

46. **Houston, A.H., 1997.** Are the classical hematological variables acceptable indicators of fish health? Trans. Am. Fish. Soc. Vol. 126, No, 6, pp: 879-894.

47. **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*. Aquacult Int. Vol. 21, No. 3, pp: 525-538.

48. **Jawad, L.A.; Al-Mukhtar, M.A. and Ahmed, H.K., 2004.** The relationship between haematocrit and some biological parameters of the Indian Shad, *Tenualosa ilisha* (Family Clupeidae). Animal Biodiv. Cons. Vol. 27, pp: 47-52.

49. **Ji, S.C.; Jeong, G.S.; Im, G.S.; Lee, S.W.; Yoo, J.H. and Taki, K., 2007.** Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization and stress recovery of Japanese flounder. Fisheries. Sci. Vol. 73, No. 1, pp: 70-76.

50. **Johnson, A.M.; Rohlfs, E.M. and Silverman, L.M., 1999.** Proteins. In: Burtis, C.A., Ashwood, E.R., editors. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company. pp: 477-540.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). J Fish Dis. Vol. 32, No. 11, pp: 971-977.

65. **Pratheepa, V. and Sukumaran, N., 2014.** Effect of *Euphorbia hirta* plant leaf extract on immunostimulant response of *Aeromonas hydrophila* infected *Cyprinus carpio*. Peer J. Vol. 32, No. 2, pp: e641.

66. **Rehulka, J., 2000.** Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 190, No. 1-2, pp: 27-47.

67. **Ringø, E.; Løvmo, L.; Kristiansen, M.; Bakken, Y.; Salinas, I.; Myklebust, R.; Olsen, R.E. and Mayhew, T.M., 2010.** Lactic acid bacteria *vs*. pathogens in the gastrointestinal tract of fish: a review. Aquac. Res. Vol. 41, No. 4, pp: 451-467.

68. **Romero Ormazábal, J.M.; Feijoó, C.G. and Navarrete Wallace, P.A., 2012**. Antibiotics in aquaculture–use, abuse and alternatives. Health and Environment in Aquaculture. pp: 159-198.

69. **Sacks, D.B., 1999.** Carbohydrates. In Burtis, C.A., Ashwood, E.R., editors. Tietz Textbook of clinical chemistry. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company. pp: 750-808.

70. **Sahoo, P.K. and Mukherjee, S.C., 1999.** Influence of the immunostimulant, chitosan on immune responses of healthy and cortisol-treated rohu (*Labeo rohita*). J. Aquac. Trop. Vol. 14, No. 3, pp: 209-215.

71. **Sahu, S.; Das, B.K.; Pradhan, J.; Mohapatra, B.C.; Mishra B.K. and Sarangi, A., 2007.** Effect of *Magnifera indica* kernel as a feed additive on immunity and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* fingerlings. Fish. Shellfish. Immunol. Vol. 23, No., pp: 109-118.

72. **Salah Mesalhy, A.; Nashwa, M.A.A. and Mohamed Fathi, M., 2008.** Effect of garlic on the survival, growth, resistance and quality of *Oreochromis niloticus*. 8th International symposium on Tilapia in aquaculture. pp: 277-296.

73. **Salejda, A.M; Kucharska, A.Z. and Krasnowska, G., 2018.** Effect of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) Juice on Selected Quality Properties of Beef Burgers. J. Food. Qual. Vol. 8, https://doi.org/10.1155/2018/1563651.

74. **Satheeshkumar, P.; Ananthan, G.; Kumar, D.S. and Jagadeesan, L., 2012.** Haematology and biochemical parameters of different feeding behaviour of teleost fishes from Vellar estuary, India. Comp. Clin. Pathol. Vol. 21, No. 6, pp: 1187-1191.

75. **Shalaby, A.M.; Khattab, Y.M. and Abdel Rahman, A.M., 2006.** Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus). J. Venom. Anim. Toxins. Incl. Trop. Dis. Vol. 12, No. 2, pp: 172-201.

76. **Sharma, V.; Sharma, A. and Kansal, L., 2010.** The effect of oral administration of *Allium sativum* extracts on lead

51. **Kruger, N.J., 1996**. The Bradford method for protein quantization. In: Walker, J.M. Ed., the protein protocols Handbook, Vol. 1: Human Press, Totowa, NJ, USA, pp: 11-15.

52. **Lee, J.Y. and Gao, Y., 2012.** Review of the application of garlic, *Allium sativum*, in aquaculture. J World Aquac Soc. Vol. 43, No. 4, pp: 447-458.

53. **Lo, K.M. and Cheung, P.C.K., 2005**. Antioxidant activity of extracts from the fruiting bodies of *Agrocybe aegerita* var. Alba. Food. Chem. Vol. 89, No. 4, pp: 533-539.

54. **Madhuri, S.; Mandloi, A.K.; Govind, P. and Sahni, Y.P., 2012.** Antimicrobial activity of some medicinal plants against fish pathogens. Int. Res J Pharm. Vol. 3, No. 4, pp: 28-30.

55. **Metwally, M.A.A., 2009.** Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*). World J. Fish & Marine Sci. Vol. 1, No. 1, pp: 56-64.

56. **Misra, C.K.; Mukherjee, D. and Meher, P.K., 2006.** The immunomodulatory effects of tuftsin the non-specific immune system of Indian Major carp, *Labeo rohita*. Fish. Shellfish. Immunol. Vol. 20, No. 5, pp: 728-738.

57. **Nafisi Bahabadi, M.; Banaee, M.; Taaghiyan, M. and Nematdoust Haghi, B., 2014.** Effect of dietary administration of Yarrow extract on growth performance and blood biochemical parameters of Rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). Int. J. Aquatic Biol. Vol. 2, No. 5, pp: 275-285.

58. **Najafpour, B.; Imanpoor, M.R. and Shabani, A., 2012.** Effects of *Rheum rebis*Extract on the Blood Parameters and Responses of *Rutilusfrisiikutum*under Heat Stress. Glob. Vet. Vol. 8, No. 3, pp: 222-228.

59. **Nasir, Z. and Grashorn, M., 2010.** Effect of intermittent application of different *Echinacea purpurea* juices on broiler performance and some blood parameters. Archiv für geflügelkunde. Vol. 74, No. 1, pp: 36-42.

60. **Nguyen, T.T.T.; Mukherjee, S.C. and Pani, P.K., 2002.** Studies on the immunostimulatory effect of certain plant extracts on fish. Abstracts: AH-13, the Sixth Indian Fisheries Forum, Mumbai, India. pp: 153.

61. **Niea S.P.; Xie M.Y.; Fu Z.H.; Wan Y.Q. and Yan, A.P., 2008.** Study on the purification and chemical compositions of tea glycoprotein. Carbohy. Poly. Vol. 71, No, 4. pp: 626-633.

62. **Ninomiya, M.; Hatta, H.; Fujiki, M.; Kim, M.; Yamamoto, T. and Kusuda, R., 1995.** Enhancement of chemotactic activity of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) leucocytes by oral administration of *quillaja saponin*. Fish. Shellfish. Immunol. Vol. 5, No. 4, pp: 325-328.

63. **Nya, E.J. and Austin, B., 2011.** Development of immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) to *Aeromonas hydrophila* after the dietary application of garlic. Fish. Shellfish. Immunol. Vol. 30, No. 3, pp: 845-850.

64. **Nya, E.J. and Austin, B., 2009.** Use of dietary ginger, *Zingiber officinale Roscoe*, as an

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

nitrate induced toxicity in male mice. Food. Chem. Toxicol. Vol. 48, No. 3, pp: 928-936.

77. **Siwicki, A.K.; Anderson, D.P. and Rumsey, G.L., 1994.** Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. Vet Immunol Immunopathol. Vol. 41, No. 1-2, pp: 125-139.

78. **Smith, V.J.; Brown, J.H. and Hauton, C., 2003**. Immunostimulation in crustaceans: does it really protect against infection? Fish. Shellfish. Immunol. Vol. 15, No. 1, pp: 71-90.

79. **Syahidah, A.; Saad, C.R.; Daud, H.M. and Abdelhadi, Y.M., 2015**. Status and potential of herbal applications in aquaculture: A review. Iran. J. fish. sci. Vol. 14, No. 1, pp: 27-44.

80. **Takeuchi, T. and Watanabe, T., 1982.** Effect of variouse polyunsaturated fatty acid on growth and fatty acid compositions of Rainbow trout, Coho salmon and Chum salmon. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. Vol. 48, No. 12, pp: 1745 -1752.

81. **Tukmechi, A.; Rahmati Andani, H.R.; Manaffar, R. and Sheikhzadeh, N., 2011**. Dietary administration of beta mercapto-ethanol treated *Saccharomyces cerevisiae* enhanced the growth, innate immune response and disease resistance of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Fish. Shellfish. Immunol. Vol. 30, No. 3, pp: 923-928.

82. **Turan, F., 2006**. Improvement of growth performance in tilapia (*Oreochromis aureus* Linnaeus) by supplementation of redclover *Trifolium pratense* in diets. Isr. J. Aquac. Vol. 58, No. 1, pp: 34-38.

83. **Winterbourn, C.C.; Hawkins, R.E.; Brian, M. and Carrell, R.W., 1975.** The estimation of red cell superoxide dismutase activity. J. Clin. Lab. Med. Vol. 85, No. 2, pp: 337-41.

84. **Worthington, C.C., 1993.** Worthington Enzyme Manual. Enzymes and related Biochemicals Worthington Chemical. New Jersey, USA. 730 P.

85. **Wu, G.; Yuan, C.; Shen, M.; Tang, J.; Gong, Y.; Li, D.; Sun, F.; Huang, C. and Han, X., 2007.** Immunological and biochemical parameters in carp (*Cyprinus carpio*) after Qompsell feed ingredients for long-term administration. Aquac. Res. Vol. 38, No. 3, pp: 246-255.

86. **Xie, J.; Liu, B.; Zhou, Q.; Su, Y.; He, Y.; Pan, L.; Ge, X. and Xu, P., 2008.** Effects of anthraquinone extract from rhubarb *Rheum officinale* Bail on the crowding stress response and growth of common carp *Cyprinus carpio* var. Jian. Aquaculture. Vol. 281, No. 1-4, pp: 5-11.

87. **Zhang, X.; Yang, F.; Zhang, X.; Xu, Y.; Liao, T.; Song, S. and Wang, H., 2008.** Induction of hepatic enzymes and oxidative stress in Chinese rare minnow (*Gobio cyprisrarus*) exposed to waterborne hexabromocyclododecane (HBCDD). Aquat. Toxicol. Vol. 86, No, 1. pp: 4-11.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.131216

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 4, Winter 2020

Effect of fruit aqueous extracts from cornelian cherry (*Cornus mas* L.) on some of growth parameters, hematological and non-specific immune indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Juvenile

- **Sahand Khayati Shirehjini*:** Department of Fisheries, Faculty of Marin Science and Technology, Tehran North Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
- **Mohammad Kazemian:** Department of Fisheries, Faculty of Marin Science and Technology, Tehran North Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: August 2019 Accepted: November 2019

Key words: *Cornus mas*, Growth, Immunity, Antioxidant enzymes, Rainbow trout

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of different level of fruit aqueous extracts from cornelian cherry (*Cornus mas*) on growth, hematological and immunity parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). After 1 weeks for adaptation to the new condition, 96 *O. mykiss* juvenile with 40±2.73g average weight randomly distributed in to 12 aquarium tanks with the capacity of 180 L with four treatments and three replicates. Each treatment feed with fruit aqueous extracts from *C. mas* by 0 (control group), 25, 50 and 100 mg/kg for 8 weeks. At the end of the feeding period, blood samples were taken from caudal vein of fish fries. Most of the growth parameters by significant difference from the control group was observed in 100 mg/kg fruit extracts from *C. mas* ($p<0.05$). Most of the RBC, WBC, HCT, Lym, Tp, Cor, Ig, GST, GR, CAT, SOD and GPX was recorded in 100 mg/kg *C. mas* extracts ($p<0.05$). However, the lowest value of MCV, MCH, Glu and MDA activity recorded in 100 mg/kg *C. mas* extracts ($p<0.05$). In conclusion, it seems that fruit extracts from *cornus mas* for the reason that high level of total phenol, flavonoids and anthocyanins compounds has high antioxidant properties as well as inhibitory activity of free radicals. These properties can enhance the immune system of rainbow trout. Based on the results of these study the use of 100 mg/kg fruit aqueous extracts from *Cornus mas* extracts had the best results and can be recommended.

* Corresponding Author's email: sahandkhaiaty@yahoo.com