Journal of Aquaculture Development
Vol. 19, No. 1, 2025, Pages: 47-60
DOI: 10.71901/jad-2024-1-815

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

Effect of *Cinnamomum verum* Powder on the antioxidant defense, liver enzymes and chemical composition muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Fatahi, A.R. [1], Faghani, H.[1*], Mohammad Nejad Shamoushaki, M.[2], Mousavi Sabet, H.[3]

1- Department of Fishery, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran
2- Department of Fishery, Bandar Gaz Branch, Islamic Azad University, Bandar Gaz, Iran
3- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

Received: 15 April 2023 **Accepted: 16 July 2023**

Abstract:

Introduction: Immunostimulants are biologically active compounds, either natural or synthetic, that possess the ability to enhance immune system functionality. These compounds predominantly affect the innate (nonspecific) immune system, which plays a crucial and efficient role in safeguarding the health of fish. Furthermore, immunostimulants may contribute to improved adaptive immune responses, including promoting enhanced antibody production. In this research, the effects of dietary Cinnamomum powder (*Cinnamomum verum*) on the antioxidant defense, liver enzymes and chemical composition body of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were investigated.

Materials and methods: 750 specimens of rainbow trout with initial average weight of 20±5 g were separate in five treatments of 0, 1, 3, 6 and 12 g cinnamon powder per kg diet. Findings were done in three replicates for 60 days in 15 fiberglass tanks with capacity of 1000 liters. The experimental feeding regime was carried out over a period of 8 weeks (60 days). Upon the conclusion of the trial, blood samples were collected from the experimental fish, and comprehensive analyses of chemical composition body, liver enzyme activity, and antioxidant enzyme profiles were conducted.

Results and Discussion: The results showed that with increasing cinnamomum concentration, the activity of AST and ALT enzymes decreased significantly (p<0.05), but the trend decrease of ALP enzyme was not significant (p>0.05). The activity levels of superoxide dismutase and Catalase in serum increased significantly but the level of malondialdehyde decreased significantly with increasing the amount of plant powder in the diet (p<0.05). Analysis of chemical composition showed that the highest and lowest mean protein and fat content of the treatments were in the treatment of 12 g kg^{-1} of cinnamon powder respectively that significant difference between treatments (p<0.05). There was no significant difference between mean of moisture and ash content among treatments (p>0.05).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

Conclusion: According to the finding of the present research, cinnamomum powder at a concentration of 6 and 12 grams per kilogram of food can improve antioxidant indices, liver enzymes and chemical composition muscle of rainbow trout fingerlings.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, Cinnamon, chemical composition body, antioxidant indices, liver enzymes

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

* *Corresponding Author: Hamid_faghani1@yahoo.com*

نشریه توسعه آبزی‌پروری، سال نوزدهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۴، صفحه های ۶۰-۴۷
DOI: 10.71901/jad-2024-1-815

"مقاله پژوهشی"

تاثیر پودر دارچین بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، کبدی و ترکیبات شیمیایی بدن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

عبدالرضا فتاحی[۱]، حمید فغانی[۱*]، مجید محمدنژاد شموشکی[۲]، سیدحامد موسوی ثابت[۳]

۱- گروه شیلات، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
۲- گروه شیلات، واحد بندرگز، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرگز، ایران
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، واحد صومعه سرا، گیلان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۲۵

چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر پودر دارچین (*Cinnamomum verum*) بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنزیم‌های کبدی و ترکیبات شیمیایی بدن بچه ماهیان انگشت قد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بود. بچه ماهیان با میانگین وزن ۵±۲۰ گرم در ۵ تیمار (شاهد، ۱، ۳، ۶ و ۱۲ گرم پودر دارچین در ۱ کیلوگرم غذا) با ۳ تکرار در مدت ۸ هفته مورد بررسی قرارگرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت دارچین، فعالیت آنزیم‌های AST و ALT کاهش معنی‌داری یافت ($p<$ ۰/۰۵)، اما روند کاهش آنزیم ALP معنی دار نبود ($p>$۰/۰۵). تغییرات چربی و پروتئین بدن به ترتیب با کاهش و افزایش معنی‌داری همراه بود ($p<$ ۰/۰۵)، اما میزان خاکستر و رطوبت فیله ها تغییرات معنی‌داری نشان نداد ($p>$۰/۰۵). سطح فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز سرم خون با افزایش معنی‌داری مواجه شد ($p<$ ۰/۰۵)، اما سطح آنزیم مالون دی آلدئید با کاهش معنی‌داری همراه بود ($p<$ ۰/۰۵). با توجه به یافته های تحقیق حاضر، پودر دارچین در غلظت های ۶ و ۱۲ گرم در هر کیلوگرم خوراک می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های آنتی اکسیدانی، آنزیم‌های کبدی و ترکیبات شیمیایی بدن بچه ماهیان انگشت قد قزل‌آلای رنگین‌کمان گردد.

کلمات کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، دارچین، شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات شیمیایی بدن، آنزیم‌های کبدی

* عهده‌دار مکاتبات: hamid_faghani1@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

مقدمه

آبزی‌پروری یکی از بخش‌های مهم تولید غذا با بیشترین رشد در دنیاست که از پنج دهه گذشته تاکنون (۱۹۷۰ تا ۲۰۲۰) با متوسط رشد سالانه ۹/۲ درصدی همراه بوده است. با کاهش میزان صید و صیادی در سال‌های اخیر بیش از نیمی از نیازهای غذایی به آبزیان در دنیا (بیش از ۱۰ درصد کل پروتئین حیوانی مورد نیاز انسان) از طریق آبزی‌پروری تامین می‌گردد (FAO, 2020). با توجه به رشد سریع آبزی‌پروری در بسیاری از کشورها عواملی مانند افزایش تراکم، دستکاری، تغییرات ناگهانی دما، کاهش کیفیت آب و غذا منجر به تغیرات فیریولوژیک در ماهی از جمله استرس یا تضعیف سیستم ایمنی می‌شود، که حساسیت به عوامل بیماری‌زا را افزایش می‌دهد (Quesada *et al.*, 2013). یکی از روش‌های جلوگیری از ضررهای ناشی از بیماری‌ها، پیشگیری و کنترل آنهاست که طی سالیان گذشته استفاده پیشگیرانه و درمانی با استفاده از آنتی‌بیوتیک ها مرسوم بوده است. استفاده از آنتی‌بیوتیک ها و پیشگیری کننده‌های شیمیایی، مشکلات عدیده‌ای همچون ایجاد مقاومت دارویی، تجمع و باقیماندن این مواد در بدن ماهیان پرورشی، ایجاد مخاطرات بهداشتی برای مصرف‌کنندگان و نیز آلودگی محیط زیست را به دنبال دارد (Pirali Khairabadi *et al.*, 2018). بدون شک استفاده از ترکیبات طبیعی با دارا بودن خواص دارویی و ضد میکروبی می‌تواند روش ایده الی برای پیشگیری و درمان بیماری‌های عفونی باشد. بر این اساس در دهه های گذشته تلاش‌های بسیاری برای معرفی مواد طبیعی جهت استفاده در آبزیان انجام شده، که نتایج آنها چشمگیر بوده است (Tangestani *et al.*, 2011). در بین ماهیان پرورشی، ماهیان سردآبی به ویژه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا این ماهی آسانتر به غذای دستی عادت کرده و نسبت به تغییرات محیطی و درجه حرارت و کیفیت آب از حساسیت کمتری برخوردار است و شرایط پرورشی را تحمل می‌کند (Tovar-Ramirez *et al.*, 2002; Wache *et al.*, 2006). محرک‌های ایمنی، ترکیبات زیستی طبیعی یا سنتتیک هستند که قابلیت فعال ازی سیستم ایمنی را دارند. بیشتر محرک‌های ایمنی سیستم ایمنی غیراختصاصی را تحت تاثیر قرار می‌دهند،که برای ماهی بسیار مفید و کارامد است و ممکن است اثرات مثبتی نیز بر تولید پادتن داشته باشد. همچنین محرک‌های ایمنی را می‌توان به راحتی در دسترس ماهیان کوچکتر نیز قرار داد (Kunttu *et al.*, 2009). محرک‌های ایمنی گیاهی به دلیل تحریک سیستم ایمنی غیر اختصاصی، افزایش تحمل تنش‌های محیطی، کاهش تلفات ناشی از ویروس، باکتری و عفونت‌های انگلی، دسترسی بالا، کاهش خطرات زیست محیطی و آبزی‌پروری، قیمت پائین تر، بهبود شاخص‌های رشد، تسریع روند جذب گوارشی، تقویت اثر درمانی و نیز کاهش عوارض جانبی و سمیت از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Dugenci *et al.*, 2003; Amar *et al.*, 2004; Rao *et al.*, 2006; Adedeji *et al.*, 2008). ترکیبات

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

تشکیل دهنده دارچین شامل کلسیم، قند، ویتامین C و K، مواد معدنی شامل آهن و منگنز می باشد. دارچین حاوی ۱-۰/۵ درصد روغن فرار است که بطور عمده از سینامآلدئید (۵۰/۵ درصد)، اوژنول (۷/۴ درصد)، سینامیک اسید، متوکسی سینامآلدئید و سینامآلدئید استات (۷/۸ درصد) تشکیل شده‌است (Kunkel, 1978). خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارچین به دلیل وجود ترکیباتی نظیر اوژنول، کاریونیلن، سینئول و سینامآلدئید می‌باشد. سینامآلدئید و همچنین اوژنول دارای خواص ضد میکروبی و ضد قارچی نیز است. سینامآلدئید موجود در دارچین سبب تحریک سیستم ایمنی شده و این سیستم را در برابر هجوم عوامل عفونی حمایت می‌کند (Mushlova *et al.*, 2009). تحقیقات مختلفی در رابطه با تاثیر دارچین بر شاخص‌های خون و ایمنی آبزیان منتشر شده‌است (Rozi *et al.*, 2013; Fattahi *et al.*, 2019; Ravard Shiri *et al.*, 2022; Abdel Wahab *et al.*, 2007; Ahmad *et al.*, 2011). اما در خصوص تاثیر این ماده بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی، آنزیم‌های کبدی و ترکیبات شیمیایی مطالعات کمی وجود دارد. Bertina و Chelemaldezfulnejad در سال ۲۰۱۷، اثر پودر دارچین بر شاخص‌های رشد، بقا و ترکیبات شیمیایی عضله ماهی کپور معمولی را بررسی‌نمودند. نتایج نشان داد که تیمار ۱۰ گرم پودر دارچین سبب افزایش معنی‌دار سطح پروتئین و رطوبت و کاهش معنی‌دار چربی لاشه گردید، اما تاثیر معنی‌داری بر میزان خاکستر نداشت. در مطالعه Khani و همکاران در سال ۲۰۱۶، اثر حفاظتی دارچین بر کاهش سمیت آفلاتوکسین B_1 در بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را بررسی نمودند. نتایج بیانگر آن بود که افزودن اسانس دارچین فعالیت آنزیم ALP سرم ماهیان قرارگرفته در معرض آفلاتوکسین را کاهش داد. این در حالی بود که تأثیری بر میزان AST نداشت. در مطالعه Hamed و همکاران در سال ۲۰۲۲، اثرات ترمیم کنندگی دارچین بر سمیت ناشی از سرب در بچه ماهیان انگشت قد ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) مورد بررسی قرار گرفت. آنها بیان داشتند که دارچین در تیمار ۱۰ گرم بر کیلوگرم خوراک و همچنین در تیمار ترکیب با سرب توانست اثر سمیت ناشی از سرب را کاهش دهد. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر پودر دارچین بر شاخص های آنتی اکسیدانی، آنزیم‌های کبدی و ترکیبات شیمیایی بدن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد ۷۵۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با متوسط وزنی ۵±۲۵ گرم از یک مزرعه خصوصی تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان (تنکابن، مازندران) خریداری گردید. پس از نگهداری یک هفته ایی در شرایط قرنطینه به مزرعه محل انجام تحقیق واقع در روستای دوهزار (تنکابن، مازندران) منتقل شدند. در طول این مطالعه ماهیان در قالب ۵ تیمار (شاهد، ۱، ۳، ۶ و ۱۲ گرم پودر دارچین در ۱ کیلوگرم غذا با ۳ تکرار و در هر تکرار ۵۰ قطعه) در ۱۵ عدد مخزن فایبرگلاس با حجم ۱۰۰۰ لیتر و آب ورودی ۲ لیتر درثانیه، به مدت ۸ هفته (۶۰ روز) مورد تغذیه

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

قرارگرفتند. جیره پایه مورد استفاده در طول دوره از نوع FFT_2 و GFT_1 ساخت شرکت خوراک فرا دانه (شهرکرد، چهارمحال بختیاری) بود. جهت تهیه جیره‌های آزمایشی پودر دارچین براساس میزان مصرفی تیمارها تهیه و پس از حل شدن در آب به خوراک ها اسپری گردید. بعد از خشک شدن در بسته‌های مشخص نگهداری گردید. میزان غذادهی روزانه، ۱/۵ درصد میانگین وزن بدن ماهیان، در چهار نوبت؛ طی ساعات ۷، ۱۲ ، ۱۶ و ۲۰ انجام گرفت (Falahatkar *et al*., 2022). فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در تمام طول دوره بصورت هر دو هفته یکبار توسط دستگاه مولتی متر پرتابل HACH مدل HQ40d مورد سنجش قرارگرفتند.

نمونه برداری از ماهیان

جهت بررسی فاکتورهای خونی در انتهای دوره، تغذیه ماهیان به مدت ۴۸ ساعت قطع شد و پس از بیهوشی با گل میخک (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به وسیله سرنگ ۵ میلی‌متری و سر سوزن شماره ۲۱ از ساقه دمی آنها خونگیری بعمل آمد. نمونه‌های خون به لوله آزمایش حاوی هپارین (۰/۱ سی سی) منتقل شده و جهت بررسی‌های بعدی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Haghighi, 2010).

اندازه گیری ترکیبات لاشه

جهت برآورد ترکیبات بدن ماهیان، بعد از ۸ هفته تغذیه از هر تیمار بصورت تصادفی ۹ ماهی انتخاب شدند. پس از برداشتن روده ها و سایر احشاء و همچنین جدا کردن سر و دم و باله ها، فیله ماهیان جدا و خرد گردید. قبل شروع آنالیز، مخلوط به دست آمده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد در شرایط فریزر نگهداری شدند. ترکیب شیمیایی لاشه طبق روش‌های استاندارد (AOAC, 1995) محاسبه شد (Ahmad *et al*., 2018). رطوبت با به دست آوردن وزن خشک نمونه‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۲ ساعت و خاکستر با سوزاندن نمونه ها در کوره‌های حرارتی (Heraeus, Germany) با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۲۴ ساعت، پروتئین خام به روش کجلدال (Kjeldahl apparatus, nitrogen × 6.25) و چربی خام به شیوه استخراج لیپید با اتر نفتی توسط دستگاه سوکسله (model 1043 Extraction Unit; Tecator, Sweden) محاسبه شد (In, 1999).

آنزیم‌های کبدی

جهت بررسی آنزیم‌های کبدی شامل آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST)، آلانین ترانسفراز (ALT) و آلکالین فسفاتاز، ابتدا نمونه‌های خونی با دستگاه Z 206 A، ساخت کشور آلمان با ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. نمونه پلاسما جداشده و توسط کیت‌های مخصوص اندازه‌گیری شدند (Smith *et al*., 2000).

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

میزان کاتالاز در سرم طبق روش (Aebi, 1984) اندازه‌گیری شد. این روش براساس تجزیه پراکسید هیدروژن توسط کاتالاز طراحی شده است. با اضافه کردن ۰/۵ میلی‌لیتر از H_2O_2 با غلظت mM_{50} به مخلوط واکنش شروع شد. کاهش جذب ناشی از تجزیه پراکسید هیدروژن در ۲۴۰ نانومتر که متناسب با فعالیت کاتالاز در فواصل ۱ ، ۲ و ۳ دقیقه اندازه‌گیری و با توجه به میانگین جذب در دقیقه فعالیت کاتالاز بر حسب U/ml اندازه گیری شد (Aghamirkarimi, 2019). فعالیت سرمی سوپر اکسید دیسموتاز طبق روش (Kakar, 1984) اندازه‌گیری شد. اساس این

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

روش مهار رنگ آبی تترازولیوم فورمازان توسط سوپر اکسید دیسموتاز در مخلوط واکنش حاوی فنازین متوسولفات- نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید احیاء نیتروبلوتترازولیوم (NADH) است. واکنش با اضافه کردن ۰/۲ میلی‌لیتر از محلول NADH با غلظت µM ۷۵۰ در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد شروع شد. پس از ۹۰ ثانیه واکنش با اضافه کردن ۰/۱ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال متوقف شد و ۴ میلی‌لیتر بوتانول به مخلوط واکنش اضافه و خوب ورتکس شد. مخلوط به مدت ۵ دقیقه در ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد و جذب نوری فاز رویی در ۵۶۰ نانومتر در مقابل بوتانول اندازه گیری شد. فعالیت در واحد U/ml بیان شد (Aghamirkarimi, 2019). سنجش فعالیت آنزیم‌های مالون دی آلدئید (MDA) براساس روش Bradford (1976) در طول موج ۵۹۳ نانومتر گلوتاتیون احیا شده و براساس روش Ellman (1959) در طول موج ۴۱۲ نانومتر محاسبه گردید (Johnson *et al*., 1999).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و با استفاده از تجزیه واریانس یکطرفه صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد مشخص گردید.

نتایج

بررسی‌ها نشان داد که سطح فعالیت آنزیم‌های AST و ALT در قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزایش میزان دارچین، کاهش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$)، اما کاهش سطح آنزیم ALP معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). سطح آنزیم AST در تیمار ۲ اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت ($p>۰/۰۵$)، اما سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان دادند ($p<۰/۰۵$). سطح فعالیت آنزیم ALT در تیمار ۵ بیشترین کاهش را نسبت به تیمار شاهد نشان ($p<۰/۰۵$). ضمن اینکه سطح فعالیت آنزیم ALP با کاهش مواجه شد اما تغییرات آن معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) (جدول ۱).

نتایج آنزیم‌های آنتی اکسیدانی سرم خون ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان داد که سطح آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز با افزایش معنی‌داری مواجه گردید ($p<۰/۰۵$). اما سطح آنزیم مالون دی آلدئید با کاهش معنی‌داری همراه بود ($p<۰/۰۵$). بیشترین سطح سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز مربوط به تیمار ۵ بود، که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت ($p<۰/۰۵$). ضمن اینکه کمترین مقدار آنزیم مالون دی آلدئید مربوط به تیمار ۵ بود، که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد از خود نشان داد ($p<۰/۰۵$) (جدول ۲).

از لحاظ ترکیب شیمیائی بدن ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بیشترین درصد پروتئین لاشه به تیمار ۵ و کمترین میزان درصد چربی به تیمار ۵ اختصاص داشت ($p<۰/۰۵$). اما میزان خاکستر و رطوبت لاشه در تیمارهای مختلف تغییرات معنی‌داری را نشان نداد ($p>۰/۰۵$). هر چند درصد چربی با افزایش میزان دارچین در تیمارهای مختلف با کاهش مواجه بود اما تغییرات آن معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) (جدول ۳).

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

جدول ۱: تغییرات فعالیت آنزیم‌های کبدی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره های مختلف

Table 1: Changes in liver enzyme activity of Rainbow trout fry fed with different diets

Treatments	AST(U/l)	ALT(U/l)	ALP(U/l)
control	330/28±19/65[a]	18/98±1/16[a]	639/87±40/63[a]
2	328/57±22/31[a]	19/03±1/36[a]	619/43±31/29[a]
3	312/22±7/89[ab]	18/25±0/95[a]	634/59±35/08[a]
4	312/28±15/09[ab]	15/56±1/41[b]	631/08±22/20[a]
5	306/21±24/14[b]	15/48±1/19[b]	625/25±29/83[a]

جدول ۲: تغییرات آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره های مختلف

Table 3: Changes in serum antioxidant enzymes of Rainbow trout fry fed with different diets

Treatments	Malondialdehyde (µmol/L)	Superoxide dismutase (U/mL)	Catalase (U/mL)
control	5/68±0/24[d]	77/15±3/51[a]	17/28±1/04[a]
2	4/27±0/36[c]	78/89±3/03[a]	18/26±1/11[a]
3	3/38±0/29[b]	78/52±3/79[b]	19/94±1/24[b]
4	3/17±0/18[b]	91/97±2/98[b]	20/54±1/32[b]
5	1/07±0/09[a]	97/01±3/83[c]	21/73±1/08[c]

جدول ۳: تغییرات ترکیب بدن ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره های مختلف

Table 2: Changes in body composition of Rainbow trout fry fed with different diets

Treatments	Moisture (%)	Protein (%)	fat (%)	Ash(%)
control	78/64±1/14[a]	14/11±0/88[a]	4/11±0/11[a]	1/15±0/06[a]
2	78/95±1/21[a]	14/18±0/87[a]	3/77±0/28[b]	1/14±0/05[a]
3	78/69±1/08[a]	14/45±0/91[a]	3/69±0/32[b]	1/18±0/06[a]
4	78/44±1/11[a]	15/13±0/59[b]	3/65±0/14[b]	1/14±0/04[a]
5	78/58±1/33[a]	15/18±0/68[b]	3/57±0/19[b]	1/16±0/04[a]

بحث

اسانس‌های گیاهی موجود در ترکیبات گیاهی می‌تواند موجب تحریک اشتها، تحریک ترشح شیره گوارشی، افزایش جذب و خوش خوراکی غذا، حفظ سلامت و بهبود ریخت شناسی و یکپارچگی روده، ارتقاء سیستم ایمنی، افزایش توان آنتی‌اکسیدانی، اثرات ضدمیکروبی و ضد التهابی و همچنین محافظت از بیماری‌ها گردد

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

Mohiti-Asli and Ghanaatparast-Rashti,) 2018; Heba *et al*., 2022). در تحقیق حاضر با افزایش غلظت دارچین در جیره، سطح فعالیت آنزیم‌های AST و ALT با کاهش معنی‌داری مواجه گردید، اما روند کاهش آنزیم ALP معنی‌دار نبود. در مطالعه Hamed و همکاران در سال ۲۰۲۲ سطح فعالیت آنزیم‌های AST و ALT در تیمار پودر دارچین (سطح ۱۰ گرم بر کیلوگرم جیره) در تغذیه ماهی تیلاپیای نیل با کاهش مواجه گردید. در مطالعه Nejat Sanati و Zamini در سال ۲۰۱۷، عصاره ۱ درصد هیدرو الکلی بابونه و رازیانه در جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی سبب کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های کبدی AST و ALT گردید. در مطالعه Qutbuddin و همکاران (۲۰۱۷)، عصاره سیر (*Allium sativum*) در تغذیه ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) سبب کاهش سطح آنزیم‌های AST و ALP در تمامی تیمارها گردید و بهترین غلظت آن ۱/۵ درصد بود. اما میزان آنزیم ALT تغییراتی نشان نداد. در مطالعه Naeiji و همکاران در سال ۲۰۱۳ مشخص شد که عصاره سیر سبب کاهش سطح آنزیم‌های AST و ALPدر ماهی کپور معمولی گردید. در تحقیق Rakhshani و همکاران (۲۰۲۲)، پودر گیاه گلدر (*Otostegia persica*) تاثیر معنی‌داری بر آنزیم‌های کبدی نداشت. در برخی مطالعات نیز ترکیبات گیاهی موجب افزایش سطح آنزیم‌های کبدی گردید. بطوریکه در مطالعه Taghian و همکاران (۲۰۱۳)؛ تجویز ۱ درصد خوراکی عصاره هیدروالکلی بومادران (*Achillea millefolium*) سبب افزایش معنی‌دار سطح فعالیت آنزیم AST و ALP در قزل‌آلای رنگین‌کمان گردید. لذا یافته‌های این تحقیق با نتایج Nejat Sanati and Zamini (2017); Qutbuddin *et al*., (2017); Naeiji *et al*., (2013); Hamed *et al*., (2022) همخوانی داشت، و لی با نتایج مطالعه Taghian و همکاران در سال ۲۰۱۳ همسو نمی‌باشد. در اثر آسیب غشای سلولی ممکن است آنزیم‌های آلانین آمینو ترانسفراز (AST) وآسپارتات آمینو ترانسفراز (ALT) که در داخل میتوکندری سلولها در بافتهای مختلفی از جمله کبد، قلب، ماهیچه های اسکلتی، کلیه، پانکراس، طحال، گلبول‌های قرمز و آبشش ماهیها یافت می‌شوند، به داخل خون آزاد شوند و سطح فعالیت آنها در خون افزایش یابد (Banaee *et al*., 2011). از طرفی نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که ترکیبات گیاهی موجب افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های AST و ALT می‌گردد، که ممکن است به اختلال در عملکرد کبد ناشی از ترکیبات ضد تغذیه‌ای ترکیبات گیاهی مرتبط باشد (Rezaie and Jaymand, 2002). لذا کاهش سطح این آنزیم‌ها در تحقیق حاضر می‌تواند نشان از تاثیر مثبت پودر دارچین بر فعالیت آنزیم‌های کبدی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان باشد. دلیل تناقض نتایج مطالعات می‌تواند به تفاوت گونه ای، اختلاف در میزان و نوع ترکیب بکارگیری شده از گیاه و شرایط محیطی برگردد. در مطالعه حاضر سطح فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز سرم با افزایش معنی‌داری مواجه شد، اما سطح

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

آنزیم مالون دی آلدئید با کاهش معنی‌داری همراه بود. در مطالعه Hamed و همکاران (۲۰۲۲)، سطح فعالیت شاخص‌های سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز در تیمار حاوی پودر دارچین (سطح ۱۰ گرم بر کیلوگرم جیره) با افزایش معنی‌داری مواجه گردید. در مطالعه Magara و همکاران (۲۰۲۲)، سطح ۰/۵ درصد از مایع فوق بحرانی (F1-BEO) گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) توانست نشانگرهای زیستی استرس از جمله سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و مالون دی آلدئید را در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان افزایش دهد. در مطالعه Mohammadi و همکاران (۲۰۲۱)، عصاره هسته انگور در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره توانست سطح آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز را افزایش دهد، اما فعالیت کاتالاز با کاهش مواجه شد. در تحقیق Farz Elahi و همکاران (۲۰۱۹)، سطوح مجزا و ترکیبی کاسنی (*Cichorium intybus*) و علف چای (*Hypericum perforatum*) سبب افزایش معنی‌دار سطح سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز شد. در تحقیق Rakhshani و همکاران در سال ۲۰۲۱، سطح ۱ درصد گیاه گلدر (*Otostegia persica*) توانست میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز را با افزایش معنی‌داری مواجه سازد. لذا یافته‌های تحقیق حاضر از لحاظ افزایش فعالیت آنزیم‌های سو پراکسید دیسموتاز و کاتالاز با نتایج مطالعات Magara و همکاران (۲۰۲۲) و Hamed و همکاران (۲۰۲۲) و از لحاظ افزایش سطح آنزیم سو پراکسید دیسموتاز با نتایج مطالعه Mohammadi و همکاران (۲۰۲۱) و همچنین از نظر سطح آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز با نتایج مطالعه Farz Elahi و همکاران (۲۰۱۹) و Rakhshani و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد. دارچین به دلیل وجود ترکیبات زیستی فعال از جمله روغن‌های ضروری (سینامیک آلدئید و سینامیل آلدئید)، پلی‌فنل‌ها، تانین‌ها، ساپونین‌ها، فلاونوئیدها و کربوئیدرات‌ها (Gruenwald *et al.*, 2010) می‌تواند سبب افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گردد (Lin *et al.*, 2003; Shan *et al.*, 2009; Luczaj *et al.*, 2009). کیفیت گوشت ماهی تحت تاثیر عوامل مختلفی همچون نوع تغذیه و مواد غذائی مصرف شده در مراحل پرورش قرار می‌گیرد (Khoshkholgh *et al.*, 2016). در تحقیق حاضر بیشترین میزان پروتئین و کمترین میزان چربی فیله در تیمار ۵ (۱۲ گرم پودر دارچین در هر کیلوگرم خوراک) مشاهده گردید. اما میزان خاکستر و رطوبت بدن تغییراتی نداشت. در تحقیق Zhai و همکاران (۲۰۱۴)، بیشترین سطح پروتئین خام و کمترین سطح چربی خام در فیله ماهیان تیلاپیای نیل تغذیه شده با عصاره انگور (حاوی پروسیانیدین) و همچنین عدم تغییرات رطوبت و خاکستر گزارش گردید. در تحقیق Mohammadi و همکاران (۲۰۲۱)، افزایش پروتئین فیله در تغذیه کپور معمولی با عصاره هسته انگور گزارش گردید؛ اما تغییری در چربی، رطوبت و خاکستر فیله ایجاد نشد. در تحقیق Alikhani و همکاران (۲۰۱۹)، گیاه خرفه

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

(*Portulaca oleracea*) سبب افزایش سطح پروتئین و خاکستر فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان و کاهش سطح چربی و رطوبت فیله گردید. اما در تحقیق Banam و همکاران (۲۰۱۶)، پودر پیاز (*Allium cepa*) اثری بر سطوح پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر فیله ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نداشت. در مطالعه Bertina و Chelemal Dezfulnejad (۲۰۱۷)، تیمار ۱۰ گرم پودر دارچین سبب افزایش معنی‌دار سطح پروتئین و رطوبت و کاهش معنی‌دار چربی لاشه گردید، اما تاثیر معنی‌داری بر میزان خاکستر نداشت. در مطالعه Abdel Wahab *et al.*, (2007)، پودر دارچین تاثیر معنی‌دار بر شاخص‌های کیفیت لاشه ماهی تیلاپیای نیل نداشت. لذا یافته‌های این تحقیق با نتایج مطالعه Zhai و همکاران (۲۰۱۴)، Alikhani و همکاران (۲۰۱۹) و از لحاظ افزایش پروتئین با نتایج مطالعه Mohammadi و همکاران (۲۰۲۱) و از لحاظ افزایش سطح پروتئین و کاهش میزان چربی با مطالعه Bertina و Chelemal Dezfulnejad (۲۰۱۷) همخوانی داشت. در تحقیقات مرتبط با ترکیبات گیاهی، دلیل افزایش سطح پروتئین فیله ماهیان را به نقش ترکیبات زیست فعال موجود در عصاره‌ها و ترکیبات گیاهی به دلیل رسوب پروتئین نسبت می‌دهند (Zheng *et al.*, 2009). با توجه به یافته‌های این تحقیق می‌توان اظهار داشت پودر دارچین بویژه در سطوح ۶ و ۱۲ گرم در هر کیلوگرم خوراک می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی، آنزیم‌های کبدی و ترکیبات شیمیایی بدن بچه ماهیان انگشت قد قزل‌آلای رنگین‌کمان گردد.

سپاسگزاری

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

منابع

1. Abdel Wahab, A.M., Hassouna, M.M., EAbd El-Maksoud, A.M.S., Abd El Tawab, A., Abu-Seef, A.M.M., 2007. Cinnamon as a feed supplemented in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets reared in earthen ponds. *Egyption Journal of Nutrition Feeds, 10*(2), pp.881–890.
2. Adedeji, O.S., Farinu, G.O., Olayemi, T.B., Ameen, S.A., Babatunde, G.M., 2008. The use of bitter kola (*Garcinia kola*) dry seed powder as a natural growth promoting agent in broiler chicks. *Research Journal of Poultry Science, 2*, pp.78-81.
3. Ahmad, M.H., EL Mesallamy, A.M.D., Samir, F., Zahran, F., 2011. Effect of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) on Growth Performance, Feed Utilization, Whole-Body Composition, and Resistance to Aeromonas hydrophila in Nile Tilapia. *Journal of Applied Aquaculture, 23*, pp.289-298. DOI: 10.1080/10454438.2011.626350
4. Alikhani, M., Shamsaie-e-Mahrajan, M., Haghighi, M., Soltani, M., Kamali, A., 2019. Effects of oral purslane (*Portulaca oleracea*) dry extract on some growth indices, carcass quality and intestinal microbial flora of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Journal of Animal Environment, 12*(1), pp.229-236. (In Persian).
5. Amar, E.C., Kiron, V., Satoh, S. Watanabe, T., 2004. Enhancement of innate immunity in reinbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) associated with dietary intake of carotenoids from natural

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

products. *Fish and Shellfish Immunology, 16*(4), pp.527-537. DOI: 10.1016/j.fsi.2003.09.004

6. AOAC., 1995. Official methods of Analysis. 16th Ed., Association of official Analytical Chemists. Arlington. VA, USA.
7. Aghamirkarimi, Sh., Mashinchianmoradi, A., Sharifpour, A., Jamili, Sh., Ghavam Mostafavi, P., 2019. The effect of copper nanoparticles on Caspian Sea rudd (*Rutillus rutillus caspicus*), changes in antioxidant enzymes and liver tissue damage. *Iranian Journal of Fisheries, 27*(5), pp.125-134. (In Persian). DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118088
8. Bertina, S., Chelemal Dezfulnejad, M., 2017. The effect of cinnamon powder (*Cinnamomum zelanicum*) in the diet on growth, survival and muscle chemical composition of common carp. *Renewable Natural Resources Research, 8*(1), pp.79-91. (In Persian).
9. Banaee, M., Sureda, A., Mirvaghefi, A.R., Rafei. G.R., 2011. Effects of long-term silymarin oral supplementation on the blood biochemical profile of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry, 37*(4), pp.887-896. DOI: 10.1007/s10695-011-9486-z
10. Dügenci, S.K., Arda, N., Candan, A., 2003. Some medicinal plants as immunostimulant for fish. *Journal of Ethnopharmacology, 88*(1), pp.99-106. DOI: 10.1016/S0378-8741(03)00182-X
11. FAO., 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020- Meeting the sustainable development goals. *Food and Agriculture Organization, Rome*, 210 p.
12. Fattahi, A., Faghani, H., Mohammadnejad, M., Mousavi Sabet, S.H., 2019. The effect of cinnamon powder (*Cinnamomum verum*) on growth, survival and hematological indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Animal Biology, 13*(2), pp.87-99. (In Persian).
13. Farz Elahi, L., Sarvi Moghanloo, K., Imani, A., 2019. Separate and combined effects of chicory (*Cichorium intybus*) and St. John's wort (*Hypericum perforatum*) extracts on immune indices and antioxidant enzyme activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries, 28*(2), pp.141-152. (In Persian). DOI: .201ISFJ109.119048
14. Falahatkar, B. Gholami, Sh., Rasouli Kargar, A., Effatpanah, A., 2022. Effect of different feeding levels on food consumption, growth indices and feeding performance of Iranian persicus fry at high temperature. *Iranian Journal of Fisheries, 31*(6), pp.39-50. (In Persian).
15. Gruenwald, J., Freder, J., Armbruester, N., 2010. Cinnamon and health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50*(9), pp.822–834. DOI: 0.1080/10408390902773052
16. Haghighi, M., 2010. Laboratory methods of fish hematology. National Fisheries Science Research Institute. 84 p. (In Persian).
17. Heba, S.H., Ismal, S.M., Abdel-Tawwab M., 2022. Modulatory effects of dietary cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) against waterborne lead toxicity in Nile tilapia fingerlings: Growth performance, hematology-biochemical, innate immunity, and hepatic antioxidant indices. *Aquaculture Reports, 25*(6), pp.101190. DOI: 10.1016/j.aqrep.2022.101190
18. In, A., 1999. Official methods of analysis. *Association of Official Analytical Chemists*, pp.881-882.
19. Johnson, A.M., Rohlfs, E.M., Silverman, L.M., 1999. Proteins. In: Burtis, C.A., Ashwood, E.R., editors. 3rd edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 540 p.
20. Khoshkholgh, M.R., Mosapour Shajani, M., Mohammadi Baresari, M., 2016. The Possibility of Partial Replacement of Olive Pomace with Some Dietary Items of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fisheries, 69*(2), pp.189-200. (In Persian). DOI: 10.22059/jfisheries.2016.59850
21. Khani, S., Sarvi Moghanloo, K., Ahmad Imani, A., Naser Agh, N., Razi, M. 2016. Protective effect of adding cinnamon essential oil (*Cinnamomum verum*) to the diet in reducing aflatoxin B1 toxicity in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fisheries, Iranian Journal of*

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

10.1080/09712119.2017.1284074
29. Mushlova, Z., Schindler, I., Staeck, W., 2009. Desscription of *Andinoacara stalsbergi* (Teleostei: Cichlidae: Cichlasomatini) from pacific coastal rivers in Peru/and annotation on the phylogeny of the genus. *Vertebrate Zoology, 59*(2), pp.131-141. DOI: 10.3897/vz.59.e30965
30. Nejat Sanadi, A., Zamini, A., 2017. Effects of hydroalcoholic extracts of chamomile (*Matricaria recutita*) and fennel (*Foeniculum vulgare*) on blood and immune indices of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. *Journal of Aquaculture Development, 11*(4), pp.105-121. (In Persian).
31. Naeiji, N., Shahsavani, D., Baghshani, H., 2013. Effect of dietary garlic supplementation on lipid peroxidation and protein oxidation biomarkers of tissues as well as some serum biochemical parameters in common carp *Cyprinus carpio*. *Fisheries Science, 79*(4), pp.699–705. (In Persian).
32. Pirali Khairabadi, A., Soltaninejad, Z., Nematollahi, A., Nikkhah, F., 2018. Comparison of the antibacterial effect of mountain celery (*Kelussia odoratissima*) extract with commonly used antibiotics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farming. *Journal of Aquaculture Development, 12*(2), pp.36-27. (In Persian).
33. Quesada, S.P., Paschoal, J.A., Reyes, F.G.R., 2013. Considerations on the aquaculture development and on the use of veterinary drugs: special issue for fluoroquinolones, A review. *Food Science, 78*(9), pp.1321-1333. DOI: 10.1111/1750-3841.12222
34. Qotbuddin, N., Saqaei, A., Maniat, M., Qotbuddin, Z., 2017. The effect of garlic extract (*Allium sativum*) on blood biochemical and immune indices in Oscar fish (*Astronotus ocellatus*). *Iranian Fisheries Scientific Journal, 26*(6), pp.151-160. DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115697
35. Rakhshani, A., Alizadeh Doghikalai, A., Ahmadifer, A., Shahriari Moghadam, M., 2022. The effect of diet containing golder plant powder (*Otostegia persica*) on blood, *Natural Resources, 69*(4), pp.481-495. (In Persian). DOI: 10.22059/jfisheries.2017.63901
22. Kunkel, E., 1978. Flowering trees in subtropical garden boston. W. Tunk Publisher, England. 254-258p.
23. Kunttu, H.M., Valtonen, E.T., Suomalainen, L.R., Vielma, J. & Jokinen, I.E., 2009. The efficacy of two immunostimulants against *Flavobacterium* columnare infection in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology, 26*(6), pp.850-857. DOI: 10.1016/j.fsi.2009.03.013
24. Lin, C.C., Wu, S.J., Chang, C.H., Ng, L.T., 2003. Antioxidant activity of *Cinnamomum cassia. Phytotherapy Research, 17*, pp.726–730. DOI: 10.1002/ptr.1190
25. Luczaj, W., Zapora, E., Szczepa´nski, M., Wnuczko, K., Skrzydlewska, E., 2009. Polyphenols action against oxidative stress formation in endothelial cells. *Acta Poloniae Pharmaceutica, 66*, pp.617–624.
26. Magara, G., Prearo, M., Vercelli, C., Barbero, R., Micera, M., Botto, A., Caimi, Ch., Caldaroni, B., Margherita Bertea, C., Mannino, G., Barceló, D., Renzi, M., Gasco, L., Re, G., Dondo, A., Antonia Elia, C., Pastorino, P., 2022. Modulation of Antioxidant Defense in Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fed with a Diet Supplemented by the Waste Derived from the Supercritical Fluid Extraction of Basil (*Ocimum basilicum*). *Antioxidants, 11(2),* 415, pp.1-20. DOI: 10.3390/antiox11020415
27. Mohammadi, Y., Bahrami Kamangar, B., Zarei, M.A., 2021. Effects of diets containing grape seed proanthocyanidin extract on the growth and oxidative capacity of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture, 540*, pp.1-8. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2021.736689
28. Mohiti-Asli, M., Ghanaatparast-Rashti, M., 2018. Comparing the effects of a combined phytogenic feed additive with an individual essential oil of oregano on intestinal morphology and micro flora in broilers. *Journal of Applied Animal Research, 46*(1), pp.184-189. DOI:

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]

antioxidant and immune indices of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Physiology and Biotechnology*, *9*(1), pp.55-39. (In Persian). DOI: 10.22124/japb.2021.15640.1368

36. Ravardshiri, M., Bahram, S., Javadian, S.R., Bahrkazemi, M., 2023. Effect of different levels of cinnamon and carbohydrates on growth factors and immune indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Animal Biology*, *14*(3), pp.181-193. (In Persian). DOI: 10.22092/ijfs.2023.130376
37. Rozi, Y., Morki, N., Zarieh Zahra, S.J., Haghighi, M., 2013. Effect of Different Levels of Powdered Cinnamon (Cinnamomum zeylanicm) in the Diet of Fish Green Terror (Andinocara rivulatus) Index, Blood Glucose and Survival. *Journal of Reproduction and Aquaculture Sciences*, *3*, pp.41-52. (In Persian).
38. Rao, Y.V., Das, B.K., Pardhan, J., 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), pp.263-273. DOI: 10.1016/j.fsi.2005.04.006
39. Rezaie, M.B., Jaymand, K., 2002. Study of chemical constituent oil of *Lippia citriodora*. *Pajouhesh va Sazandegi*, *53*, pp.13-15. (In Persian).
40. Shan, B., Cai, Y. Z., Brooks, J.D., Corke, H., 2009. Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. *Journal science. Food Agriculture*, *89*(11), pp.1879–1885. DOI: 10.1002/jsfa.3667
41. Smith, D.R., Padilla, W.J., Vier, D., Nemat-Nasser, S.C. and Schultz, S., 2000. Composite medium with simultaneously negative permeability and permittivity. *Physical Review Letters*, *84*(4), pp.41–84. DOI: 10.1103/PhysRevLett.84.4184
42. Tangestani, R., Alizade dughikolaei, E., Ebrahimi, E., Zare, P., 2011. Effect of garlic (*Allium sativum*) essential oil as an immunostimulant on hematological indices of juvenile beluga (*Huso huso*). *Journal of Veterinary Research*, *66*(3), pp.209-218. (In Persian).
43. Taghian, M., Nafisi Bahbadi, M., Banei, M., 2013. Effect of oral administrations of yarrow extract on blood biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Utilization and Cultivation of Aquatics*, *2*(4), pp.73-87. (In Persian). DOI: 20.1001.1.2345427.1392.2.4.6.6
44. Tovar-Ramirez, D., Zambonino, J., Cahu, C., Gatesoupe, F.J., Vazquez-Juarez, R., Lésel, R., 2002. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) *larvae*. *Aquaculture*, *204*(1), pp.113-123. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00650-0
45. Wache, Y., Auffray, F., Gatesoupe, F.J., Zambonino, J., Gayet, V., Labbe, L., Quentel, C., 2006. Cross effects of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and Rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, fry. *Aquaculture*, *258*(1-4), pp.470-478. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.04.002
46. Zhai, S.W., Lu, J.J., Hao C., 2014. Effects of Dietary Grape Seed Proanthocyanidins on Growth Performance, Some Serum Biochemical Parameters and Body Composition of Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Fingerlings. *Italian Journal of Animal Science*, *13*(3), pp.536-540. DOI: 10.4081/ijas.2014.3357
47. Zheng, Z.L., Tan, J.Y.W., Liu, H.Y., Zhou, X.H., Xiang, X., Wang, K.Y., 2009. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum L.*) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctuatus*). *Aquaculture*, *229(3-4)*, pp.214-21. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2009.04.025

[Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-815]