

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

Fatahi, A.R.<sup>1</sup>, Faghani, H.<sup>1\*</sup>, Mohammad Nejad Shamoushaki, M.<sup>2</sup>, Mousavi Sabet, H.<sup>3</sup>

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  $20 \pm 5$  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  $\text{kg}^{-1}$  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 ( $p > 0.05$ ).

**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

---

\* Corresponding Author: [Hamid\\_faghani1@yahoo.com](mailto:Hamid_faghani1@yahoo.com)

## "مقاله پژوهشی"

تأثیر پودر دارچین بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، کبدی و ترکیبات شیمیایی بدن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)عبدالرضا فتحی<sup>۱</sup>، حمید فغانی<sup>۱\*</sup>، مجید محمدنژاد شמושکی<sup>۲</sup>، سیدحامد موسوی ثابت<sup>۳</sup>

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 پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۶

## چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی تأثیر پودر دارچین (*Cinnamomum verum*) بر فعالیت آنزیم‌های کبدی و ترکیبات شیمیایی بدن بچه ماهیان انگشت قد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بود. بچه ماهیان با میانگین وزن  $20 \pm 5$  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 قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت دارچین، فعالیت آنزیم‌های AST و ALT کاهش معنی‌داری یافت ( $p < 0/05$ )، اما روند کاهش آنزیم ALP معنی‌دار نبود ( $p > 0/05$ ). تغییرات چربی و پروتئین بدن به ترتیب با کاهش و افزایش معنی‌داری همراه بود ( $p < 0/05$ )، اما میزان خاکستر و رطوبت فیله‌ها تغییرات معنی‌داری نشان نداد ( $p > 0/05$ ). سطح فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز سرم خون با افزایش معنی‌داری مواجه شد ( $p < 0/05$ )، اما سطح آنزیم مالون دی‌آلدئید با کاهش معنی‌داری همراه بود ( $p < 0/05$ ). با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر، پودر دارچین در غلظت‌های 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.

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

## مقدمه

آبزی پروری یکی از بخش‌های مهم تولید غذا با بیشترین رشد در دنیا است 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 آبیان در دنیا (بیش از ۱۰ درصد کل پروتئین حیوانی مورد نیاز انسان) از طریق آبی پروری تامین می‌گردد (FAO, 2020). با توجه به رشد سریع آبی پروری در بسیاری از کشورها عواملی مانند افزایش تراکم، دستکاری، تغییرات ناگهانی دما، کاهش کیفیت آب و غذا منجر به تغییرات فیزیولوژیک 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 آنتی‌بیوتیک‌ها مرسوم بوده است. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و پیشگیری کننده‌های شیمیایی، مشکلات عدیده‌ای همچون ایجاد مقاومت دارویی، تجمع و باقیماندن این مواد در بدن ماهیان پرورشی، ایجاد مخاطرات بهداشتی برای مصرف کنندگان 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 ایده‌آلی برای پیشگیری و درمان بیماری‌های عفونی باشد. بر این اساس در دهه‌های گذشته

تلاش‌های بسیاری برای معرفی مواد طبیعی جهت استفاده در آبیان انجام شده، که نتایج آنها چشمگیر بوده است (Tangestani et al., 2011). در بین ماهیان پرورشی، ماهیان سردآبی به ویژه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*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 کارآمد 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 غیراختصاصی، افزایش تحمل تنش‌های محیطی، کاهش تلفات ناشی از ویروس، باکتری و عفونت‌های انگلی، دسترسی بالا، کاهش خطرات زیست محیطی و آبی پروری، قیمت پائین تر، بهبود شاخص‌های رشد، تسریع روند جذب گوارشی، تقویت اثر درمانی و نیز کاهش عوارض جانبی و سمیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Dugenci et al., 2003; Amar et al., 2004; Rao et al., 2006; Adedeji et al., 2008). ترکیبات

حفاظتی دارچین بر کاهش سمیت آفلاتوکسین B<sub>1</sub> 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 ترمیم‌کنندگی دارچین بر سمیت ناشی از سرب در بچه ماهیان انگشت قد ماهی تیلایپای 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 تأثیر بودر دارچین بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی، 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  $25 \pm 5$  گرم از یک مزرعه خصوصی تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان (تنکابن، مازندران) خریداری گردید. پس از نگهداری یک هفته‌ای 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 بودر 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

تشکیل دهنده دارچین شامل کلسیم، قند، ویتامین C و K، مواد معدنی شامل آهن و منگنز می‌باشد. دارچین حاوی ۱-۰/۵ درصد روغن فرار است که بطور عمده از سینامالدهید (۵۰/۵ درصد)، اوژنول (۷/۴ درصد)، سینامیک اسید، متوکسی سینامالدهید و سینامالدهید استات (۷/۸ درصد) تشکیل شده است (Kunkel, 1978). خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارچین به دلیل وجود ترکیباتی نظیر اوژنول، کاربونیلن، سینئول و سینامالدهید می‌باشد. سینامالدهید و همچنین اوژنول دارای خواص ضد میکروبی و ضد قارچی نیز است. سینامالدهید 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 تأثیر دارچین بر شاخص‌های خون و ایمنی آبزبان منتشر شده است (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 تأثیر این ماده بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی، آنزیم‌های کبدی و ترکیبات شیمیایی مطالعات کمی وجود دارد. Bertina و Chelemaldezfulnejad در سال ۲۰۱۷، اثر بودر دارچین بر شاخص‌های رشد، بقا و ترکیبات شیمیایی عضله ماهی کپور معمولی را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تیمار ۱۰ گرم بودر دارچین سبب افزایش معنی‌دار سطح پروتئین و رطوبت و کاهش معنی‌دار چربی لاشه گردید، اما تأثیر معنی‌داری بر میزان خاکستر نداشت. در مطالعه Khani و همکاران در سال ۲۰۱۶، اثر

(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 نمونه‌ها در کوره‌های حرارتی (Heraeus, Germany) با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۲۴ ساعت، پروتئین خام به روش کجلدال (Kjeldahl apparatus, nitrogen  $\times 6.25$ ) 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 آسپارات 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 جدا شده 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 اندازه‌گیری شد (Aghamirkarimi, 2019). فعالیت سرمی سوپر اکسید دیسموتاز طبق روش (Kakar, 1984) اندازه‌گیری شد. اساس این

قرار گرفتند. جیره پایه مورد استفاده در طول دوره از نوع  $FFT_2$  و  $GFT_1$  ساخت شرکت خوراک فرا دانه (شهرکرد، چهارمحل بختیاری) بود. جهت تهیه جیره‌های آزمایشی پودر دارچین براساس میزان مصرفی تیمارها تهیه و پس از حل شدن در آب به خوراک‌ها 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 قرار گرفتند.

### 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).

### اندازه‌گیری ترکیبات لاشه

جهت برآورد ترکیبات بدن ماهیان، بعد از ۸ هفته تغذیه از هر تیمار بصورت تصادفی ۹ ماهی انتخاب شدند. پس از برداشتن روده‌ها و سایر احشاء و همچنین جدا کردن سر و دم و باله‌ها، 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

نبود ( $p > 0/05$ ). سطح آنزیم AST در تیمار ۲ اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت ( $p > 0/05$ ), اما سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان دادند ( $p < 0/05$ ). سطح فعالیت آنزیم ALT در تیمار ۵ بیشترین کاهش را نسبت به تیمار شاهد نشان ( $p < 0/05$ ). ضمن اینکه سطح فعالیت آنزیم ALP با کاهش مواجه شد اما تغییرات آن معنی‌دار نبود ( $p > 0/05$ ) (جدول ۱).

نتایج آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سرم خون ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان داد که سطح آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز با افزایش معنی‌داری مواجه گردید ( $p < 0/05$ ). اما سطح آنزیم مالون دی‌آلدئید با کاهش معنی‌داری همراه بود ( $p < 0/05$ ). بیشترین سطح سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز مربوط به تیمار ۵ بود، که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت ( $p < 0/05$ ). ضمن اینکه کمترین مقدار آنزیم مالون دی‌آلدئید مربوط به تیمار ۵ بود، که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد از خود نشان داد ( $p < 0/05$ ) (جدول ۲).

از لحاظ ترکیب شیمیایی بدن ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بیشترین درصد پروتئین لاشه به تیمار ۵ و کمترین میزان درصد چربی به تیمار ۵ اختصاص داشت ( $p < 0/05$ ). اما میزان خاکستر و رطوبت لاشه در تیمارهای مختلف تغییرات معنی‌داری را نشان نداد ( $p > 0/05$ ). هر چند درصد چربی با افزایش میزان دارچین در تیمارهای مختلف با کاهش مواجه بود اما تغییرات آن معنی‌دار نبود ( $p > 0/05$ ) (جدول ۳).

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  $\mu\text{M}$  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 سانتیفریوژ شد و جذب نوری فاز رویی در ۵۶۰ نانومتر در مقابل بوتانول اندازه‌گیری شد. فعالیت در واحد U/ml بیان شد (Aghamirkarimi, 2019). سنجش فعالیت آنزیم‌های مالون دی‌آلدئید (MDA) براساس روش Bradford (1976) در طول موج ۵۹۳ نانومتر گلوکوتایون 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 ( $p < 0/05$ ), اما کاهش سطح آنزیم ALP معنی‌دار

جدول ۱: تغییرات فعالیت آنزیم‌های کبدی ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان 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 <sup>a</sup>	18/98±1/16 <sup>a</sup>	639/87±40/63 <sup>a</sup>
2	328/57±22/31 <sup>a</sup>	19/03±1/36 <sup>a</sup>	619/43±31/29 <sup>a</sup>
3	312/22±7/89 <sup>ab</sup>	18/25±0/95 <sup>a</sup>	634/59±35/08 <sup>a</sup>
4	312/28±15/09 <sup>ab</sup>	15/56±1/41 <sup>b</sup>	631/08±22/20 <sup>a</sup>
5	306/21±24/14 <sup>b</sup>	15/48±1/19 <sup>b</sup>	625/25±29/83 <sup>a</sup>

جدول ۲: تغییرات آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان 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 <sup>d</sup>	77/15±3/51 <sup>a</sup>	17/28±1/04 <sup>a</sup>
2	4/27±0/36 <sup>c</sup>	78/89±3/03 <sup>a</sup>	18/26±1/11 <sup>a</sup>
3	3/38±0/29 <sup>b</sup>	78/52±3/79 <sup>b</sup>	19/94±1/24 <sup>b</sup>
4	3/17±0/18 <sup>b</sup>	91/97±2/98 <sup>b</sup>	20/54±1/32 <sup>b</sup>
5	1/07±0/09 <sup>a</sup>	97/01±3/83 <sup>c</sup>	21/73±1/08 <sup>c</sup>

جدول ۳: تغییرات ترکیب بدن ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان 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 <sup>a</sup>	14/11±0/88 <sup>a</sup>	4/11±0/11 <sup>a</sup>	1/15±0/06 <sup>a</sup>
2	78/95±1/21 <sup>a</sup>	14/18±0/87 <sup>a</sup>	3/77±0/28 <sup>b</sup>	1/14±0/05 <sup>a</sup>
3	78/69±1/08 <sup>a</sup>	14/45±0/91 <sup>a</sup>	3/69±0/32 <sup>b</sup>	1/18±0/06 <sup>a</sup>
4	78/44±1/11 <sup>a</sup>	15/13±0/59 <sup>b</sup>	3/65±0/14 <sup>b</sup>	1/14±0/04 <sup>a</sup>
5	78/58±1/33 <sup>a</sup>	15/18±0/68 <sup>b</sup>	3/57±0/19 <sup>b</sup>	1/16±0/04 <sup>a</sup>

## بحث

غذا، حفظ سلامت و بهبود ریخت شناسی و یکپارچگی روده، ارتقاء سیستم ایمنی، افزایش توان آنتی‌اکسیدانی، اثرات ضد میکروبی و ضد التهابی و همچنین محافظت از بیماری‌ها گردد

اسانس‌های گیاهی موجود در ترکیبات گیاهی می‌تواند موجب تحریک اشتها، تحریک ترشح شیره گوارشی، افزایش جذب و خوش خوراکی



*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) داشت، ولی با نتایج مطالعه Taghian و همکاران در سال ۲۰۱۳ همسوزی باشد. در اثر آسیب غشای سلولی ممکن است آنزیم‌های آلانین آمینو ترانسفراز (AST) و آسپاراتات آمینو ترانسفراز (ALT) که در داخل میتوکندری سلولها در بافتهای مختلفی از جمله کبد، قلب، ماهیچه‌های 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 تأثیر مثبت بودر دارچین بر فعالیت آنزیم‌های کبدی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان باشد. دلیل تناقض نتایج مطالعات می‌تواند به تفاوت گونه‌ای، 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

( 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 بودر دارچین (سطح ۱۰ گرم بر کیلوگرم جیره) در تغذیه ماهی تیلاپای 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 ALP در ماهی کپور معمولی گردید. در تحقیق Rakhshani و همکاران (۲۰۲۲)، بودر گیاه گلدر (*Otostegia persica*) تأثیر 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*)

سطح آنزیم سو پراکسید دیسموتاز با نتایج مطالعه Mohammadi و همکاران (۲۰۲۱) و همچنین از نظر سطح آنزیم‌های سوپراکسید 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 غذایی 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 تیلایای 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

آنزیم مالون دی آلدئید با کاهش معنی‌داری همراه بود. در مطالعه Hamed و همکاران (۲۰۲۲)، سطح فعالیت شاخص‌های سوپراکسید 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 فوق‌بحرانی (F1-BEO) گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) توانست نشانگرهای زیستی استرس از جمله سوپراکسید 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 سوپراکسید 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 سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز با نتایج مطالعات Magara و همکاران (۲۰۲۲) و Hamed و همکاران (۲۰۲۲) و از لحاظ افزایش

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. and Abu-Seef, A.M.M., 2007. Cinnamon as a feed supplemented in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets reared in earthen ponds. *Egyptian Journal of Nutrition Feeds*, 10(2), pp.881–890.
2. Adedeji, O.S., Farinu, G.O., Olayemi, T.B., Ameen, S.A. and 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. and 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., Haghghi, M., Soltani, M. and 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. and Watanabe, T., 2004. Enhancement of innate immunity in reinbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) associated with dietary intake of carotenoids from natural

(*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 زیست‌فعال 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

- trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 28(2), pp.141-152. DOI: .2011SFJ109.119048 [In Persian]
14. Falahatkar, B. Gholami, Sh., Rasouli Kargar, A. and Effatpanah, A., 2022. Effect of different feeding rates on feed intake, growth and nutritional performance in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) at high temperature. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 31(6), pp.39-50. [In Persian]
  15. Gruenwald, J., Freder, J. and 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. and 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. and Silverman, L.M., 1999. Proteins. In: Burtis, C.A., Ashwood, E.R., editors. 3<sup>rd</sup> edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 540 p.
  20. Khoshkholgh, M.R., Mosapour Shajani, M. and 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. DOI: 10.22059/jfisheries.2016.59850 [In Persian]
  21. Khani, S., Sarvi Moghanloo, K., Ahmad Imani, A., Naser Agh, N. and Razi, M., 2016. Protective effect of adding cinnamon essential oil (*Cinnamomum verum*) to the 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. and Ghavam Mostafavi, P., 2019. The effect of copper nanoparticles on Caspian Sea rudd (*Rutilus rutilus caspicus*), changes in antioxidant enzymes and liver tissue damage. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 27(5), pp.125-134. DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118088 [In Persian]
  8. Bertina, S. and Chelema Dezfulejad, 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. and 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. and 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. and 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. and 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

- intestinal morphology and micro flora in broilers. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), pp.184-189. DOI: 10.1080/09712119.2017.1284074
29. Mushlova, Z., Schindler, I. and Staeck, W., 2009. Description 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. and 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. and 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. and 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. and 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. and 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. and Shahriari Moghadam, diet in reducing aflatoxin B1 toxicity in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fisheries, Iranian Journal of Natural Resources*, 69(4), pp.481-495. DOI: 10.22059/jfisheries.2017.63901 [In Persian]
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. and 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. and 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., Szczepański, M., Wnuczko, K. and 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 Berteola, C., Mannino, G., Barceló, D., Renzi, M., Gasco, L., Re, G., Dondo, A., Antonia Elia, C. and 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. and 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. and Ghanaatparast-Rashti, M., 2018. Comparing the effects of a combined phyto-genic feed additive with an individual essential oil of oregano on

- 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. and 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. DOI: 20.1001.1.2345427.1392.2.4.6.6 [In Persian]
44. Tovar-Ramirez, D., Zambonino, J., Cahu, C., Gatesoupe, F.J., Vazquez-Juarez, R. and 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. and 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. and 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. and 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
- M., 2022. The effect of diet containing golder plant powder (*Otostegia persica*) on blood, antioxidant and immune indices of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Physiology and Biotechnology*, 9(1), pp.55-39. DOI: 10.22124/japb.2021.15640.1368 [In Persian]
36. Ravardshiri, M., Bahram, S., Javadian, S.R. and 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. DOI: 10.22092/ijfs.2023.130376 [In Persian]
37. Rozi, Y., Morki, N., Zariéh Zahra, S.J. and 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. and 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. and 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. and 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. and Zare, P., 2011. Effect of garlic (*Allium sativum*) essential oil as an