فصلنامه علمی ـ پژوهشی
دورهٔ ٦، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹٦، صفحه ۲۹ – ٤۲

اثر مکمل دیواره سلولی مخمر (*Saccharomyces cerevisiae*) و اسانس دارچین (*Cinnamomum verum*) بر شاخص‌های رشد، بیوشیمی خون و ایمنی بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

سیران خانی[۱]، کوروش سروی مغانلو[۲*]، احمد ایمانی[۲]، ناصر آق[۳]، رضا جلیلی[٤]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳- دانشیار، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه، ارومیه ، ایران
٤- دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

دریافت:۱۳۹۵/۰٤/۲ پذیرش:۹٦/۰۱/۱۹
* نویسنده مسئول مقاله: k.sarvimoghanlou@urmia.ac.ir

چکیده:

اثر افزودن دیواره سلولی مخمر (*Saccharomyces cerevisiae*) و اسانس دارچین (*Cinnamomum verum*) به جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر برخی از فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون و ایمنی انجام شد. با استفاده از آزمایش عاملی ۲×۲، بچه ماهی (۱/۲۰ ± ۹/٦۷ گرم) با ٤ نوع جیره غذایی (شاهد و جیره‌های حاوی ۱/۵ درصد دیواره سلولی مخمر، ۱ درصد اسانس دارچین و استفاده توأم از ۱/۵ درصد مخمر و ۱ درصد اسانس دارچین) به‌مدت ٦۰ روز پرورش داده شدند. نتایج بیانگر کاهش نرخ رشد ویژه و وزن بدن در تیمار حاوی اسانس دارچین بود ($p\leq۰/۰۵$)، اما اختلاف معناداری در ضریب تبدیل غذایی تیمارها مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). بیشترین مقدار شاخص کبدی در تیمار حاوی ۱ درصد اسانس دارچین مشاهده شد ($p\leq۰/۰۵$). از نظر شاخص‌های خونی، بیشترین تعداد گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبین در تیمار حاوی ۱ درصد اسانس مشاهده شد ($p\leq۰/۰۵$). درصد هماتوکریت نیز در حضور هم‌زمان دیواره مخمر و اسانس دارچین به بالاترین سطح رسید. میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در تیمار حاوی دیواره سلولی مخمر نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت ($p\leq۰/۰۵$). همچنین اسانس دارچین باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز، آسپارتات آمینو ترانسفراز و گاما گلوتامیل ترانسفراز گردید ($p\leq۰/۰۵$). بیشترین میزان پروتئین کل، گلبولین و لیزوزیم سرم خون نیز در تیمار حاوی ۱/۵ درصد دیواره سلولی مخمر مشاهده شد ($p\leq۰/۰۵$). نتایج نشان می‌دهد که استفاده هم‌زمان دیواره سلولی مخمر و اسانس دارچین در جیره غذایی باعث تقویت سیستم ایمنی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود.

کلید واژگان: دیواره سلولی مخمر، اسانس دارچین، بیوشیمی سرم، ایمنی، قزل‌آلای رنگین‌کمان

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری برای رویارویی و غلبه بر مشکل کمبود زمین و منابع آبی، ناگزیر به افزایش تراکم در واحد سطح و کاهش میزان استفاده از آب و زمین است. این مسئله موجب افزایش تنش‌های محیطی و ضعف آبزی پرورشی در برابر بیماری‌ها می‌شود. به موارد فوق می‌توان عدم شناخت کافی ما از احتیاجات غذایی آبزیان به‌ویژه در شرایط نامناسب محیطی و کیفیت نامطلوب خوراک را نیز اضافه کرد. در پرورش آبزیان، پیشگیری از وقوع بیماری‌ها از طریق اجرای صحیح برنامه‌های امنیت زیستی اهمیت بسیار زیادی دارد و در صورت بروز کاستی در این زمینه، بیماری به‌وقوع می‌پیوندد. مقوله پیشگیری مستلزم اطمینان از عملکرد مناسب سیستم ایمنی آبزی است. در سال‌های اخیر، افزودن محرک‌های ایمنی به جیره غذایی ماهیان پرورشی برای تقویت ایمنی ذاتی و مقاوم‌سازی آبزیان در برابر بیماری‌ها رایج، می‌تواند جایگزین مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها شود. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها از جهات مختلف تهدیدی برای انسان و محیط‌زیست محسوب می‌شود. افزایش باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها، تخریب و تهدید محیط‌زیست به‌ویژه در اثر ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به آب‌های سطحی و عوارض جانبی این داروها بر بدن ماهی و سرانجام مصرف‌کننده نهایی (انسان) از جدی‌ترین معایب استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها عنوان شده است (Serrano, 2005; Alishahi et al., 2011).

ماهیان به‌علت قرارگیری در سطوح پایین‌تر تکاملی نسبت به حیوانات خون گرم، دارای سیستم ایمنی ساده‌تری هستند و سیستم ایمنی غیراختصاصی وظیفه اصلی مقابله با عوامل بیماری‌زا را بر عهده دارد. این وضعیت ویژه باعث اهمیت خاص محرک‌های ایمنی در ماهیان شده است، به‌طوری‌که استفاده از محرک‌های ایمنی به‌همراه واکسن‌ها، موجب افزایش عملکرد سیستم ایمنی آبزی می‌گردد (Iwama and Nakanishi, 1996).

در بین محرک‌های ایمنی، پربیوتیک‌ها در بسیاری از موارد قادر به تأثیرگذاری بسیار بالایی بر شاخص‌های رشد و ایمنی ماهیان هستند (Verschuere et al., 2000). مخمرها، مهم‌ترین و پرکاربردترین میکروارگانیزم‌های مورد استفاده در صنایع غذایی از جمله تولید عصاره مخمر به‌شمار می‌روند (Irianto and Austin, 2002). معمولاً مخمر صنعتی یا به‌صورت زنده برای تغذیه غذاهای زنده به‌کار می‌رود و یا پس از عمل‌آوری به‌عنوان یک ترکیب غذایی در صنعت آبزی‌پروری استفاده می‌شود (Stones and Mills, 2004). مخمرها از نظر ارزش غذایی دارای مواد مغذی مطلوبی بوده و از نظر اقتصادی قابلیت تولید انبوه دارند (Tacon, 1994; Li and Gatlin, 2003). دیواره سلولی مخمر (*Saccharomyces cerevisiae*) حاوی انواعی از ترکیبات محرک ایمنی مانند β- گلوکان‌ها (از پلی‌ساکاریدها)، الیگوساکاریدهای مانان و کیتین است و باعث تقویت پاسخ‌های ایمنی (Siwicki et al., 1994; Ortuno et al., 2002) و رشد (Rumsey et al., 1991; Oliva-Teles and Goncalves, 2001) در گونه‌های مختلف ماهیان می‌شود (Li and Gatlin, 2003). برای مثال دیواره سلولی مخمر در سطح ۱/۵ درصد در ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*)، در سطح ۲ درصد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و در سطح ۳ درصد در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) باعث بهبود سیستم ایمنی شده است (Etesamipour et al., 2013). مخمر به‌عنوان یکی از پری‌بیوتیک‌های مورد استفاده در جیره غذایی آبزیان شامل بتاگلوکان و مانان اولیگوساکارید است. مانان اولیگوساکارید موجود در دیواره سلولی مخمر با اتصال به سلول‌های پوششی دیواره

داخلی روده از تحریک غیرسودمند سیستم ایمنی حیوان می‌کاهد و به این طریق موجب مصونیت حیوان در برابر بیماری‌ها می‌شود (Li and Gatlin, 2003).

کاربرد گسترده ترکیبات طبیعی و گیاهی در درمان طیف وسیعی از بیماری‌های انسان موجب شد تا امکان استفاده از این ترکیبات در درمان بیماری‌های سایر موجودات زنده نیز بررسی شود. این ترکیبات ارزان و بدون عوارض جانبی برای موجودات زنده و انسان می‌باشند. بنابراین استفاده از آنها از نظر محیط‌زیستی نیز از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Kazemipour et al., 2005). ترکیبات طبیعی با وجود تأثیر کند، اثر بسیار پایدارتری در مقایسه با سایر داروها دارند. این مواد به‌علت دارا بودن مواد مؤثر مختلف می‌توانند در درمان بسیاری از بیماری‌ها کاربرد داشته باشند. همچنین این مواد مؤثر همواره از یک حالت تعادل زیستی برخوردارند و از این‌رو در بدن انباشته نشده و اثرهای جانبی بر جای نمی‌گذارند (Hahm et al., 2001; Shoohani et al., 2010).

داروهایی با منشأ گیاهی با اهداف مختلف در صنعت آبزی‌پروری کاربرد دارند که از جمله آنها می‌توان به تحریک سیستم ایمنی ماهی و سایر آبزیان پرورشی (Bisignano et al., 2001; Dong et al., 2003)، ایفای نقش به‌عنوان پربیوتیک، درمان بیماری‌های عفونی، آرام‌بخشی و بیهوشی ماهی (Hahm et al., 2001) و ترمیم زخم‌های سطحی در روش حمام درمانی با محرک‌های ایمنی گیاهی (Janz et al., 2007) اشاره کرد. یکی از گیاهان دارویی شناخته شده در طب سنتی ایران و همچنین در مطالعات بالینی انسانی و دامی، گیاه دارچین می‌باشد. اسانس دارچین که تنها قسمت مهم دارچین است به مقدار یک درصد در پوست درخت مذکور وجود دارد. خواص ضدمیکروبی و ضدقارچی دارچین به‌علت وجود ترکیباتی نظیر اوژنول، سینئول و سینام‌آلدئید می‌باشد. ترکیب سینام‌آلدئید موجود در دارچین سبب تحریک سیستم ایمنی می‌گردد (Mushlova et al., 2009). همچنین دارچین به‌علت داشتن تانن موجب تسهیل هضم غذا و جریان گردش خون می‌شود (Ranjan et al., 2012). تأثیر مثبت پودر دارچین به‌عنوان ماده محرک رشد و سیستم ایمنی در ماهی تیلاپیا (Ahmad et al., 2011) و ماهی گرین ترور *Andinocara rivulatus* گزارش شده است (Roozi et al., 2013). همچنین سنام‌آلدئید می‌تواند با اثر تخریبی خود در بخش درونی سلول‌های باکتریایی و اختلال در متابولیسم سلولی، عوامل بیماری‌زا را از بین برده و با حفظ تعادل میکروبی دستگاه گوارش موجب بهبود عملکرد حیوان می‌گردد (Kalantar Nistanaki, 2011). با توجه به اهمیت دیواره سلولی مخمر و اسانس دارچین در تقویت سیستم ایمنی ماهیان، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر استفاده هم‌زمان دیواره سلولی مخمر و اسانس دارچین بر سیستم ایمنی، شاخص‌های خونی، بیوشیمی سرم و شاخص‌های رشد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) طرح‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه شامل ٤ تیمار (هر تیمار دارای سه تکرار) بود که به‌صورت آزمایش عاملی ۲×۲ و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و به‌مدت ٦٠ روز انجام شد (جدول ۱). تعداد ۲۷٦ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی (۱/۲۰±۹/٦۷ گرم) از یکی از مراکز تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی تهیه و به سالن تکثیر و پرورش آبزیان پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه منتقل شد. پس از گذراندن دو هفته دوره قرنطینه و سازش با شرایط جدید، بچه ماهیان با محلول نمک ۳ درصد ضدعفونی و به‌طور تصادفی با تراکم

٢٣ قطعه در هر مخزن (١٢ مخزن ٣٠٠ لیتری) میان تیمارها توزیع شدند. برای ساخت جیره‌های آزمایشی، ابتدا جیره غذایی تجاری (کارخانه فرادانه شهرکرد، FFT2) که دارای ٤٢ درصد پروتئین خام، ٢٠ درصد چربی خام و ٤٥٥٠ کالری بر کیلوگرم انرژی خام بود، تهیه و به کمک آسیاب ضدعفونی شده، آسیاب گردید. سپس با توجه به تیمارهای مورد نظر، مقادیر مختلف دیواره سلولی مخمر به‌همراه اسانس دارچین به غذای پودر شده افزوده شد. در مرحله بعدی با افزودن آب به‌میزان لازم، خمیر به‌دست آمده به کمک چرخ گوشت صنعتی به‌صورت رشته‌های نازک درآمده و به‌مدت ٢٤ ساعت در دمای اتاق و یک شب در آون ٥٠ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس رشته‌های حاصل شده به قطعات کوچک‌تر شکسته شد و پس از زدودن خاکه‌ها با استفاده از الک (اندازه چشمه 1mm)، در کیسه‌های یک کیلوگرمی و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بچه ماهیان روزانه در سه وعده غذایی با فواصل زمانی ٦ ساعت (ساعت‌های ٨، ١٤ و ٢٠) و با توجه به دمای آب و وزن ماهیان (معادل ٣/٥ درصد وزن بدن) غذادهی شدند (Lovell, 2003). طی دوره پرورش، میانگین دمای آب (١٥±٠/٥)، اکسیژن محلول آب (٨/٤±٠/٢) و شرایط روشنایی سالن به‌صورت ١٥ ساعت روشنایی و ٩ ساعت تاریکی بود.

جدول ١ تیمارهای مختلف آزمایشی

تیمار	غذای استفاده شده
شاهد	غذای تجاری
مخمر	غذای تجاری – ١/٥ درصد دیواره سلولی مخمر
دارچین	غذای تجاری – ١ درصد اسانس دارچین
مخمر+ دارچین	غذای تجاری – ١/٥ درصد دیواره سلولی مخمر – ١ درصد اسانس دارچین

زیست‌سنجی ماهیان و تعیین میزان جیره روزانه به‌منظور جلوگیری از ورود تنش به ماهیان هر ١٥ روز انجام شد. برای جلوگیری از ورود استرس بیشتر به ماهیان، از پودر گل میخک برای بیهوش کردن آنها طی مراحل زیست‌سنجی استفاده گردید. عواملی از قبیل ضریب رشد ویژه (SGR, $\%day^{-1}$)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و افزایش وزن بدن به گرم (WG) براساس روابط زیر محاسبه شد (Imani et al., 2009):

ضریب رشد ویژه ($SGR\ \%day^{-1}$) = [(لگاریتم طبیعی وزن ثانویه –لگاریتم طبیعی وزن اولیه)÷ مدت زمان افزایش وزن]× ١٠٠

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = غذای خورده شده (گرم) ÷ افزایش وزن (گرم)

افزایش وزن بدن (WG)= [(میانگین وزن ثانویه– میانگین وزن اولیه)÷ میانگین وزن اولیه]

شاخص کبدی= [وزن کبد ماهی به گرم ÷ وزن ماهی به گرم]× ١٠٠

برای بررسی فراسنجه‌های خون‌شناسی، در پایان آزمایش از هر تیمار تعداد ٦ ماهی (هر تکرار ٢ قطعه ماهی) به‌طور تصادفی انتخاب و عمل خونگیری با استفاده از سرنگ‌های آغشته به هپارین انجام شد. البته ٢٤ ساعت پیش از خونگیری، ماهیان قطع غذا شدند. شاخص‌های خونی (تعداد گلبول‌های قرمز، درصد هماتوکریت، غلظت هموگلوبین و تعداد گلبول‌های سفید) با روش‌های استاندارد شمارش شدند (Simmons, 1997).

بـه‌منظـور سـنجش فراسـنجه‌ای بیوشـیمیایی سـرم، نمونه‌های خون تهیه شده با سـرنگ‌هـای بـدون هپـارین، به‌مدت یک ساعت در دمای اتاق منعقد گردید و سپس در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در rpm ۳۰۰۰، به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و سرم حاصل به‌طـور جداگانـه در دمـای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Siwicki et al., 1994). در نهایت شاخص‌های بیوشـیمیایی خـون شـامل آنـزیم‌هـای آلکالین فسفاتاز (ALP)، آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسـفراز (ALT)، گامـا گلوتامیـل ترانسـفراز (GGT)، پروتئین کل، آلبومین و گلبولین طبق دسـتورالعمل شـرکت سـازنده کیـت (پـارس آزمـون) ارزیـابی شـدند. همچنین فعالیت لیزوزیم سـرم براسـاس روش Clerton و همکاران (2001) و بر مبنای لیز باکتری گرم مثبت حساس به آنـزیم لیـزوزیم، *Micrococcus luteus*، بـا مشخصـات Sigma, M 3770, St. Louis, (USA) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آمـاری داده‌هـا از نـرم‌افـزار آمـاری Minitabنسخه ١٦ استفاده شـد. تجزیـه و تحلیـل آمـاری داده‌ها با استفاده از آنالیز واریـانس دو طرفـه انجـام شـد. طبیعی بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به‌ترتیب با استفاده از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و بارتلـت بررسـی شد. در تمام بررسی‌ها سطح معنادار بودن اختلاف‌ها کمتر از ۰/۰۵ بود و نتایج به‌صورت Mean ± SE گزارش شدند.

نتایج

نتایج مربوط به آنالیز واریانس شاخص‌های رشد در جدول ۲ و شاخص‌های مختلف بیوشیمیایی و ایمنی سنجش شده در گروه‌های مختلـف آزمایشـی در جـدول ۳ ارائـه شـده است. نتایج آنالیز واریانس مربوط بـه تعـداد گلبـول‌هـای سفید خون، فعالیت آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز و ضریب تبدیل غذایی به‌دلیل نبود اختلاف معنادار میـان تیمارهـای مختلف، ارائه نشده است (p>۰/۰۵).

جدول ۲ نتایج آنالیز واریانس شاخص‌های رشد در گروه‌های مختلف آزمایشی در پایان دوره پرورش

عامل	HSI	SGR	WG
	P-value	P-value	P-value
مخمر	۰/٤۰۷	۰/٦۲۳	۰/٦٦۲
دارچین	**۰/۰۰۹**	۰/۰۱٤	**۰/۰٤۹**
مخمر + دارچین	۰/۷۷۹	۰/۸۹۲	۰/۹۰۰

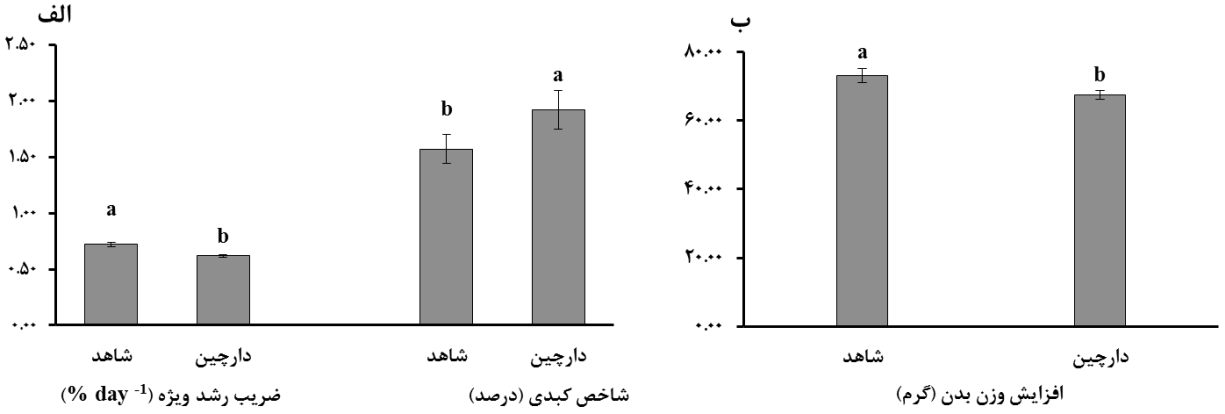
HSI: شاخص کبدی (درصد)، SGR : نرخ رشد ویژه ($\%day^{-1}$)، WG: افزایش وزن بدن (گرم).

جدول ۳ نتایج آنالیز واریانس شاخص‌های بیوشیمیایی خون و ایمنی در گروه‌های مختلف آزمایشی در پایان دوره پرورش

عامل	RBC	Hct	Hb	ALP	AST	GGT	TP	ALB	GLB	Lys
	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value
مخمر	۰/۰۵۹	۰/۲۸۹	۰/۰۵۷	۰/۱۳۱	۰/۰۰۰	۰/۹۰۱	۰/۰۰۱	۰/٤۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
دارچین	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/٤۹۲	۰/۹۷۷	۰/۰۲۸	۰/۰۰۷	۰/۳۸۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰
مخمر + دارچین	۰/۱۱۵	**۰/۰٤۳**	۰/۱۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۳۳۷	۰/۰۰۰	**۰/۰۲۲**	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

RBC: گلبول‌های قرمز خون ($cell/ml \times 10^6$)، Hct: هماتوکریت (درصد)، Hb: غلظت هموگلوبین (g/dL)، ALP: آلکالین فسـفاتاز (U/l)، AST: آسـپارتات آمینـو ترانسفراز (U/l)، GGT: گاما گلوتامیل ترانسفراز (U/l)، TP: پروتئین کل (g/l)، ALB: آلبومین (g/l)، GLB: گلبولین (g/l)، Lys: لیزوزیم (µg/ml)

در تحقیق حاضر با افزودن ١ درصد اسانس دارچین به جیره غذایی، نرخ رشد ویژه بـه شـکل معنـاداری کـاهش یافت درحالی‌که شاخص کبدی تحت تأثیر اسانس دارچین افزایش یافت (p≤٠/٠٥، شکل ١ الف). همچنین شـاخص افزایش وزن بدن در تیمار حاوی اسانس نسبت بـه تیمـار شاهد کاهش معناداری داشت (p≤٠/٠٥، شکل ١، ب).



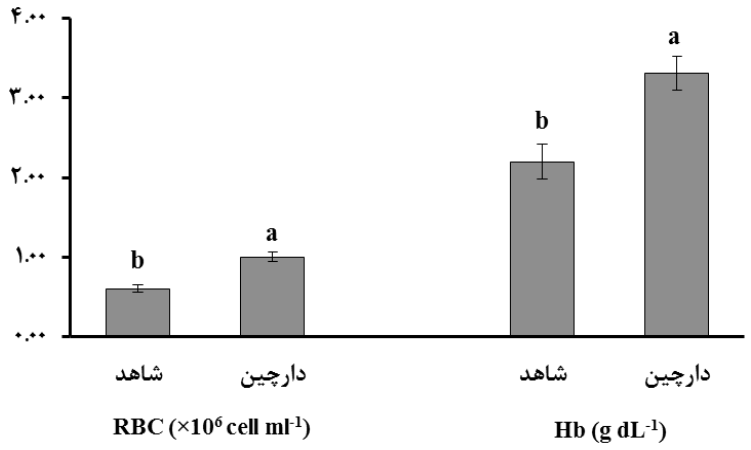
شکل ١ تأثیر اسانس دارچین بر میزان نرخ رشد ویژه و افزایش وزن بدن و شاخص کبدی

بررسی نتایج شاخص‌های خونی بیانگر ایـن بـود کـه درصد هماتوکریت خون تحت تـأثیر اثـر متقابـل مخمـر- دارچین قرار گرفت و بالاترین درصد هماتوکریت در تیمار مخمر+ دارچین (حاوی ١/٥ درصد دیواره سلولی مخمر و ١ درصد اسانس دارچین) مشاهده شد (p≤٠/٠٥، جـدول ٤). در حالی‌که تعداد گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبین خون تنها تحت تأثیر اسانس دارچین موجود در جیره‌های آزمایشی قرار گرفت، به‌طوری‌که با افزودن اسانس به جیره غذایی، تعداد گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبین خـون به‌طور معناداری افزایش یافت (p≤٠/٠٥، شکل ٢).

جدول ٤ تأثیر دیواره سلولی مخمر، اسانس دارچین جیره غذایی بر درصد هماتوکریت

تیمار	درصد هماتوکریت
شاهد	٢٤/١٢±٣/٦b*
مخمر	٢١/٢٤±٣/٨b
دارچین	٣٠/٠٨±٢/٩ab
مخمر+ دارچین	٣٨/٨٤±٢/١a

*حروف متفاوت در هر ستون، نشانه وجود تفاوت آماری معنادار میان تیمارها است (p<٠/٠٥)



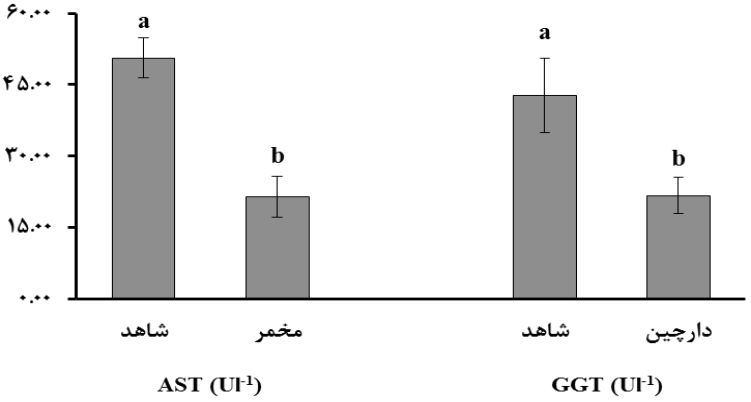
شکل ۲ تأثیر اسانس دارچین بر تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) و غلظت هموگلوبین خون (Hb).

در تحقیق حاضر، فراسنجه‌های بیوشیمیایی مانند ALP، AST، ALT و GGT به‌عنوان شاخص‌های سلامت ماهی ارزیابی شدند. فعالیت ALP سرم تحت تأثیر اثر مخمر- دارچین قرار گرفت، درحالی‌که فعالیت AST تنها تحت تأثیر دیواره سلولی مخمر و فعالیت GGT تنها تحت تأثیر اسانس دارچین موجود در جیره‌های آزمایشی بود (جدول ۳). بیشترین میزان فعالیت ALP در تیمار مخمر (حاوی ۱/۵ درصد دیواره سلولی مخمر) مشاهده شد ($p\leq ۰/۰۵$، جدول ۵)، درحالی‌که دیواره سلولی مخمر باعث کاهش فعالیت AST و اسانس دارچین منجر به کاهش فعالیت GGT گردید ($p\leq ۰/۰۵$ شکل ۳).

جدول ۵ تأثیر دیواره سلولی مخمر و اسانس دارچین جیره غذایی بر میزان آنزیم آلکالین فسفاتاز

تیمار	آلکالین فسفاتاز (U/l)
شاهد	۵۹۶/۲۰±۳۱۴/۸۰[b*]
مخمر	۱۶۷۱/۴۳±۱۴۳/۱۲[a]
دارچین	۱۴۴۶/۱۱±۱۶۹/۳۵[a]
مخمر+ دارچین	۷۲۱/۴۲±۱۳۷/۲۸[b]

*حروف متفاوت در هر ستون، نشانه وجود تفاوت آماری معنادار میان تیمارها است ($p <۰/۰۵$)



شکل ۳ تأثیر اسانس دارچین بر میزان فعالیت آنزیم‌های آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) و آنزیم گاما گلوتامیل ترانسفراز (GGT).

اثر متقابل دیواره سلولی مخمر- اسانس بر میزان پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و فعالیت لیزوزیم معنادار بود (جدول ٣، p≤٠/٠٥). بیشترین میزان شاخص‌های ایمنی مربوط به تیمارهای حاوی ١/٥ درصد دیواره سلولی مخمر بود (p≤٠/٠٥، جدول ٦). کمترین میزان فعالیت پروتئین کل و گلبولین در تیمار شاهد مشاهده شد (p≤٠/٠٥). همچنین، کمترین میزان آلبومین در تیمار مخمر+ دارچین (حاوی ١/٥ درصد دیواره سلولی مخمر و حاوی ١ درصد اسانس، ٧/٢٢±٠/٦) و کمترین میزان فعالیت لیزوزیم در تیمار دارچین (٢/٩٢±٠/٢٤) مشاهده شد (p≤٠/٠٥، جدول ٦).

جدول ٦ تأثیر غلظت‌های مختلف دیواره سلولی مخمر و اسانس دارچین بر میزان فعالیت پروتئین کل، آلبومین، گلبولین و لیزوزیم

تیمار	پروتئین کل (g/l)	آلبومین (µg/ml)	گلبولین (g/l)	فعالیت لیزوزیم (µg/ml)
شاهد	٣٠/٦٨±١/٦^{b*}	٨/٨٥±٠/٦^{a}	٢٢/١٣±١/٧٥^{b}	٥/٠٧±١/٣٤^{b}
مخمر	٧٠/٣٢±٢/٤^{a}	٩/٨٨±١/٢^{a}	٦٠/٤٣±٢/٣٨^{a}	٢١/٩٢±٣/٠٤^{a}
دارچین	٣٨/٤٧±٨/١^{b}	٩/٨٥±٠/٢٩^{a}	٢٨/٥٨±٨/ ١٠^{b}	٢/٩٢±٠/ ٢٤^{b}
مخمر+ دارچین	٣٤/٦٥±٣/٤^{b}	٧/٢٢±٠/٦^{a}	٢٧/٤٢±٣/ ٧^{b}	٣/٣٠±٠/ ٣^{b}

*حروف متفاوت در هر ستون، نشانه وجود تفاوت آماری معنادار میان تیمارها است (p <٠/٠٥)

بحث

به‌منظور آبزی‌پروری پایدار و تولید با بهره‌وری بالا، ارائه راه‌حل‌های مناسب برای حفظ و بهبود سلامتی حیوان به‌منظور جلوگیری و کنترل ایمن عوامل بیماری‌زا ضروری است (Soltani et al., 2008). استفاده از ترکیبات طبیعی بدون آثار زیانبار برای محیط‌زیست و همچنین مصرف‌کننده نهایی، می‌تواند نیل به اهداف فوق را تسهیل کند. در مطالعه حاضر تأثیر دیواره سلولی مخمر و اسانس دارچین بر سیستم ایمنی، شاخص‌های خونی، بیوشیمی سرم و شاخص‌های رشد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی شد. براساس نتایج تحقیق حاضر با افزودن اسانس دارچین به جیره غذایی، درصد رشد ویژه و شاخص افزایش وزن بدن کاهش یافت. در این خصوص، در پژوهشی اثر عصاره گیاه اسفرزه بر شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی شد و براساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین درصد رشد ویژه و افزایش وزن بدن در تیمارهای بدون عصاره هیدروالکلی گیاه اسفرزه بود که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت (Mohammadi et al., 2014). Ebrahimi و همکاران (٢٠١٣)، در یک آزمایش ٨ هفته‌ای تأثیر سطوح اسانس سیر شامل ٥٠، ١٠٠، ١٥٠ و ٢٠٠ میلی‌گرم در کیلوگرم را بر رشد و تغذیه فیل ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی بررسی کردند. نتایج نشان‌دهندهٔ افزایش اندک شاخص‌های رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی همراه با افزایش سطح اسانس سیر بود. سطح ١٥٠ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس سیر بهترین عملکرد رشد را در بچه ماهیان نشان داد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی نداشت، زیرا در این تحقیق ضریب تبدیل غذایی افزایش معناداری نداشت و وزن بدن و نرخ رشد ویژه هم در تیمار بدون اسانس افزایش یافت. این امر می‌تواند به‌دلیل تفاوت در نوع گونه، غلظت و نوع اسانس و طول دوره استفاده باشد. علاوه بر این بیشترین میزان شاخص کبدی در تیمار ١ درصد اسانس دارچین مشاهده

شد. مشابه نتایج این تحقیق، Mohammadi و همکاران(۲۰۱٤) در تحقیقی، تأثیر عصاره گیاه اسفرزه را بر شاخص کبدی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی و بالاترین میزان شاخص کبدی را در تیمار تغذیه شده با ۱ درصد عصاره گیاه اسفرزه گزارش کردند. از آنجا که ماهی در شرایط نامناسب محیطی معمولاً از کبد کوچک‌تری برخوردار است، به‌نظر می‌رسد اسانس دارچین از طریق افزایش ذخایر انرژی، باعث بهبود سلامتی ماهیان شده باشد (Dong et al., 2012).

مطالعه شاخص‌های خونی می‌تواند در شناخت وضعیت تغذیه و تعیین شرایط بهداشتی و سلامت ماهی مفید باشد (Bahmani et al., 2001). در مطالعه حاضر، بالاترین درصد هماتوکریت خون در تیمار حاوی ۱/۵ درصد دیواره سلولی مخمر و ۱ درصد اسانس دارچین مشاهده شد. درحالی‌که با افزودن اسانس به جیره غذایی، تعداد گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبین خون به‌طور معناداری افزایش یافت. Ahmad و همکاران (۲۰۱۱) پودر دارچین را به‌عنوان ماده محرک رشد و سیستم ایمنی در ماهی تیلاپیا به‌کار بردند. آنها مشاهده کردند که افزودن پودر دارچین به جیره غذایی ماهی تیلاپیای نیل منجر به افزایش معنادار هماتوکریت می‌گردد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. بر خلاف نتایج مطالعه حاضر، در پژوهش Rezaei و همکاران (۲۰۱۲)، اثرهای عصاره گیاه مریم‌گلی بر هماتوکریت خون گربه ماهی پنگوسی بررسی شد و نتایج آنها نشان داد که تفاوت معناداری از نظر میزان هماتوکریت خون میان تیمارهای مختلف وجود نداشت. این عدم همخوانی در نتایج مطالعات مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در ترکیبات مؤثر گیاهان مختلف، شرایط فیزیولوژیک ماهی، شرایط پرورش، گونه، ترکیب جیره غذایی و ... باشد. در بررسی اثر افزودن پودر سیر به جیره غذایی روی شاخص‌های خونی فیل ماهی مشخص شد که پودر سیر موجب افزایش میزان هموگلوبین و تعداد کل گلبول قرمز ماهیان شد، اما غلظت هموگلوبین در بین دو تیمار سیر و شاهد تفاوت معناداری نداشت. همچنین درصد هماتوکریت و تعداد گلبول سفید در گروه سیر بالاتر از گروه شاهد بود (Nazerian et al., 2013). به‌نظر می‌رسد که اسانس‌های گیاهی از طریق ۱: کاهش زیان‌های ناشی از نوسان دائم آنتی‌ژن‌های خارجی و ناآشنای وارد شده به لوله گوارش، ۲: افزایش روند تمایز سلول‌های بنیادی موجود در سیستم ایمنی مستقر در دستگاه گوارش و ۳: از طریق ایجاد تعادل میکروبی در دستگاه گوارش موجب تقویت و بهبود عملکرد سیستم ایمنی حیوان می‌شوند (Kalantar Nistanaki, 2011).

میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی سرم خون شامل AST، ALT، ALP و GGT می‌تواند برای ارزیابی سلامت ماهی استفاده شود (Jefferson et al., 2012). در تحقیق حاضر با افزودن دیواره سلولی مخمر، فعالیت آنزیم AST به‌طور معناداری کاهش یافت. همچنین اسانس دارچین به جیره غذایی باعث کاهش قابل توجه فعالیت GGT شد. در پژوهشی اثر سطوح مختلف عصاره نعناع فلفلی بر شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی شد. نتایج نشان داد که میزان فعالیت گاما گلوتامیل ترانسفراز در حضور عصاره نعناع به‌طور معناداری کاهش می‌یابد (Adel et al., 2015) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. این آنزیم‌ها هنگام ورود آسیب به بافت کبد فعالیت بالایی خواهند داشت و در نتیجه در حضور اسانس یا عصاره گیاهی که عملکردی تقویت‌کننده دارند، دارای کمترین فعالیت خواهند بود. تعامل میان ترکیبات فعال گیاهی از جمله فلاوونوئیدها، فسفولیپیدها و پروتئین‌های غشای سلولی یکی از

مهم‌ترین مکانیسم‌های عملکرد این ترکیبات محسوب می‌شوند. چربی‌هایی مثل فسفولیپید، اسفنگولیپید و ایکوزونویدها در فرایندهای مهم سلولی از جمله تزاید، متابولیسم و آپوپتوز نقش دارند. هر گونه تغییر در پیام‌های سلولی منجر به ایجاد آسیب و تغییرات فیزیولوژیک نامناسب می‌شود. مواد مؤثر موجود در عصاره‌های گیاهی از طریق تنظیم این علایم سلولی به یکپارچگی غشای سلولی کمک می‌کنند (Verstraeten et al., 2010). نتایج مشابهی هنگام استفاده از سطوح مختلف نعناع فلفلی در جیره ماهی باس دریایی گزارش شده است (Talpur, 2014). اسانس دارچین نیز ممکن است با تثبیت غشای سلولی، شدت آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد را کاهش دهد. علاوه بر این، اسانس دارچین می‌تواند با مهار رادیکال‌های آزاد و افزایش سرعت ترمیم سلولی از پیشرفت آسیب‌ها بکاهد (Osawa and Kato, 2005). در این میان آنتی‌اکسیدان‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین راه مبارزه با رادیکال‌های آزاد و بازسازی سلول‌های تخریب شده مطرح هستند. (Zeinab-Yousef, 2012). علاوه بر این، اسانس دارچین موجب افزایش کارایی سیستم ایمنی بدن در برابر انواع بیماری‌ها می‌شود. با این وجود، استفاده از این گیاه در جیره غذایی کپور معمولی موجب تغییر معنادار فعالیت آلکالین فسفاتاز و گاما گلوتامیل ترانسفراز شد (Hajibeglou and Sudagar, 2010).

در این راستا طبق نتایج تحقیق حاضر، بیشترین میزان فعالیت آلبومین، گلبولین، پروتئین کل و لیزوزیم مربوط به تیمارهای حاوی ١/٥ درصد دیواره سلولی مخمر بود. مطالعات دیگر نیز به نقش مثبت دیواره سلولی مخمر در تقویت سیستم ایمنی اشاره کرده‌اند. در نتیجه بررسی اثر دیواره سلولی مخمر بر شاخص‌های ایمنی فیل ماهی مشاهده شد که در حضور دیواره سلولی مخمر کل شاخص‌های ایمنی (آلبومین، گلبولین، پروتئین کل و لیزوزیم) نسبت به تیمار شاهد افزایش معناداری داشته‌اند (Hasanpour Fattahi et al., 2014). در مطالعه‌ای دیگر، Javaheri Baboli و Daer (2015) اثر سطوح مختلف دیواره سلولی مخمر را بر شاخص‌های خونی و ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی کردند که نتایج نشان داد میزان فعالیت شاخص‌های ایمنی در حضور دیواره سلولی مخمر به‌طور معناداری افزایش یافت. در واقع دیواره سلولی مخمر به‌دلیل داشتن بتا گلوکان باعث تقویت فعالیت شاخص‌های ایمنی می‌شود.

براساس نتایج تحقیق حاضر می‌توان بیان کرد که اسانس دارچین علی‌رغم این‌که تأثیری در افزایش رشد نداشت، ولی باعث بهبود فراسنجه‌های خونی گردید. همچنین افزودن ١ درصد اسانس دارچین باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های کبدی شد که بیانگر سلامتی کبد ماهیان است. نکته دیگر این‌که افزودن ١/٥ درصد دیواره سلولی مخمر به جیره غذایی، منجر به تقویت سیستم ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود. بنابراین با توجه به نتایج تحقیق حاضر، به‌نظر می‌رسد تیمار ترکیب مخمر و دارچین (استفاده هم‌زمان دیواره سلولی مخمر و اسانس دارچین در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان) برای تقویت سیستم ایمنی و افزایش مقاومت ماهی در برابر شرایط نامساعد محیطی مفید باشد.

منابع:

Adel, M., Pourgholam, R., Zorriehzahra, S.J. and Ghiasi, M. 2015. The effect of different level of *Mentha piperita* on some of the hematological, biochemical and immune parameters of *Oncorhynchus mykiss*. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 24(1): 37-47. (Abstract in English).

Ahmad, M. H., El Mesallamy, A. M., 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(4): 289–298.

Alishahi, M., Soltani, M., Mesbah, M. and Esmaeilli Rad, A. 2011. Effects of dietary *Silybum marianum* extract on immune parameters of the common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Veterinary Research*, 66(3): 255-263. (Abstract in English).

Bahmani, M., Donskaya, P. and Kazemi, R. 2001. A comparative study of haematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 24:135-140.

Bisignano, G., Laganà, M.G. and Trombetta, D. 2001. In vitro antibacterial activity of some aliphatic aldehydes from *Olea europaea* L. *EMS Microbiology Letters*, 20: 9-13.

Cheng, Z.J., Hardy, R.W. and Huige, J.J. 2004. Apparent digestibility coefficients of nutrients in brewer's and rendered animal by-products for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbum). *Aquaculture Research*, 35: 1–9.

Clerton, P., Troutaud, D., Verlhac, V., Gabraudan, J. and Deschaux, P. 2001. Dietary vitamin E and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) phagocyte function: effect on gut and head kidney leucocyte. *Fish and Shellfish Immunology*, 11: 1-13.

Dong, G. L., Hyung, K. K., Park, Y., Park, S. C., Woo, E. R. and Hye, G. J. 2003. Gram-positive bacteria specific properties of silybin derived from *Silybum marianum*. *Archives of Pharmacology Research*, 30: 597-600.

Dong, G., Xie, S. and Zhu, X. 2012. Responses of yellow catfish (*Peletobagrus fulvidraco* Richardson) exposed to dietary cyanobacteria and subsequent recovery. *Toxicon*, 60: 1298-1306.

Ebrahimi, E., Tangestani, R., Alizade dughikolaei, E. and Zare, P. 2013. Effect of garlic (*Allium sativum*) essential oil on growth parameters, feeding and carcass composition of juvenile beluga (*Huso huso*). *Journal of Khoramshahr Marine Science and Technology*, 11(4): 1-12. (Abstract in English).

Etesamipour, M., Zamini, A., Farokhrooz, m. 2013. The study Of the effects Of Probiotic Yeast Cell Wall (*Saccharomyces cerevisia*) on Changes in blood indices and Immunity Of Rainbow Trout Fry (*Oncorhynchus mykiss*).*The quarterly Journal of Physiology and Development*, 7(2): 11-22. (in Persin).

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*. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 11: 1061-1065.

Hajibeglou, A. and Sudagar, M. 2010. Immune response of common carp (*Cyprinus caprio*) fed with herbal immunostimulants diets. *Agricultural Journal*, 5: 163-172.

Hasanpour Fattahi A., Jafaryan H., Khosravi A. and Abdollahi Arpanahi, D. 2014. The probiotic effects of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus niger* on the growth and some immunity factors of cultured juvenile beluga sturgeon (*Huso huso*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 23(2): 21-34. (Abstract in English).

Imani, A., Farhangi, M., Yazdanparast, R., Bakhtiyari, M., Shokouh Saljooghi1, Z. and Mojazi Amiri, B. 2009. Feed and growth efficiency indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during different deprivation and re-feeding periods. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 18(2): 1-12. (Abstract in English).

Irianto, A. and Austin, B. 2002. Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Diseases*, 25: 633-642.

Iwama, G., and Nakanishi, T. 1996. Innate Immunity in fish, P73-114, In: Iwama, G., Nakanishi, T., Hoar, W. and Randall, D. (eds.), The fish immune system. Organ, Pathogen, and Environment. Academic Press, San Diego, USA, P380.

Janz, J. A. M., Morel, P. C. H., Wilkinson, B. H. P. and Purchas, R.W. 2007. Preliminary investigation of the effects of low-level dietary inclusion of fragrant essential oils and oleoresins on pig performance and pork quality. *Meat Science*, 75: 350-355.

Javaheri Baboli, M. and Daer, N. 2015. Prebiotic effect of different levels of the cell wall of the yeast Saccharomyces cerevisiae on growth, survival, Open retardation and blood indices of rainbow trout

Oliva-Teles, A. and Goncalves, P. 2001. Partial replacement of fishmeal by brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae* in diets for sea bass *Dicentrarchus labrax* juveniles. *Aquaculture*, 202: 269-278.

Ortuno, J., Cuesta, A., Rodríguez, A., Esteban, M.A. and Meseguer, J. 2002. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 85: 41-50.

Osawa, T. and Kato, Y. 2005. Protective role of antioxidative food factors in oxidative stress caused by hyperglycemia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1043(1): 440-451.

Ranjan, S., Dasgupta, N., Saha, P., Rakshit, M. and Ramalingam, C. 2012. Comparative study of antibacterial activity of garlic and cinnamon at different temperature and its application on preservation of fish. *Advances in Applied Science Research*, 3: 495–501.

Rezaei, M.H., Sourinejad, I., Soltanian, S. and Yousefzadi, M. 2012. Study of some growth and hematology indices of catfish Pangasianodon hypophthalmus after diet supplementation with Salvia macrosiphon extract. *Journal of Aquatic Ecology*, 2(2): 43-28. (Abstract in English).

Roozi, Y., Moraki, N., Zoriyeh 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. *Breeding and Aquaculture Sciences Quarterly*, 1(3): 41-52. (in Persian).

Rumsey, G.L., Winfree, R.A. and Hughes, S.G. 1992. Nutritional values of dietary nucleic acids and purine bases to rainbow trout. *Aquaculture*, 108: 97-110.

Serrano, P.H., 2005. Responsible use of antibiotics in aquaculture, Fisheries Technical Paper 469, Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy.

Shoohani, B., Hemati, A.A. and Taheri Moghadam, M. 2010. Effects of *Scrophularia striata* extract on wound healing in rabbit. *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences*, 17(4): 9-16. (Abstract in English).

(*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fisheries (Iranian Journal of Natural Resources)*, 67(4): 511-522. (Abstract in English).

Jefferson, R. G. L. Marcio, Q. C. S., Cleusa, S. O. A. Sanny, M. S. A. and Gabriela, M.V. 2012. Parasitological evaluation and body indices of *osteoglossum bicirrhosum* (vandelli, 1829) traded in a fair of manaus amazonas, brazil. *Journal of Fisheries Sciences*, 6: 263–270.

Kalantar Nistanaki, M. 2011. Medicinal plant and plant products. Marz-e-danesh publication, Tehran, Iran, P160. (in Persin).

Kazemipour, Y., Rezaei, M. and Keyvani, Y. 2005. Qualitative comparison of effects of garlic and mallow and motherworth extracts in healing of superfacial wounds in the common carp (*Cyprinus carpio*). *Pajouhesh-va-Sazandegi (66 in Animal and Fisheries Sciences)*, 17(1): 93-97. (Abstract in English).

Kim, D.H. and Austin B. 2006. Cytokine expression in leucocytes and gut cells of rainbow trout, *Oncorynchus mykiis (*Walbaum), Infected by probiotics. *Veterinary Immunology and immunopathology*, 114: 297-304.

Li, P. and Gatlin, D.M. 2003. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). *Aquaculture*, 219: 681-692.

Lovell R. T. 2003. Diet and Fish Husbandry, P703-754, In: Halver, J.E. and Hardy, R.W. (eds.), Fish Nutrition. Academic Press, San Diego, USA, P824.

Mohammadi, M.J., Alishahi, M., Aramoon, A., Jehantigh, R., khaje Jopash, E., Zarifjoo, M. and Dehdar, H. 2014. Effects of *Plantago ovata* extract on growth parameters, liver and spleen of juvenile *Oncorhynchus mykiss*. *Experimental Animal Biology*, 2(4): 31-41. (Abstract in English).

Mushlova, Z., Schindler, I. and Staeck, W. 2009. Desscription of *Andinoacara stalsbergis* (Teleostei:Cichlidae:Cichlasomatini) from pacific coastal rivers in Peru/and annotation on the phylogeny of the genus. *Vertebrate Zoology*, 59:131-141.

Nazerian, S., Gholipour, H., Jafarian, H. and Esmaeili, A. 2013. Effect of dietary garlic powder on some hematological indices of beluga (*Huso huso*). *Breeding and Aquaculture Sciences Journal*, 1: 69-78. (in Persin).

survival, immune response and disease resistance of Asian seabass, *Lates calcarifer* (Bloch) against *Vibrio harveyi* infection. *Aquaculture*, (420–421): 71–78.

Van Vleet, J.F. and Ferrans, V.J. 1992. Etiologic factors and pathologic alterations in selenium-vitamin E deficiency and excess in animals and humans. *Biological Trace Element Research*, 33: 1–12.

Verschuere L., Rombaut G., Sorgeloos P. and Verstraete W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbilogy and Molecular Biology Reviews*, 64: 655-671.

Verstraeten S.V., Fraga C.G. and Oteiza P.I. 2010. Flavonoids-Membrane Interactions: Consequences for Biological Actions. In: Fraga, C.G., (Ed), Plnat Phenolics and Human Helath: Biochemistry, Nutrition and Pharmacology. John Wiley and Sons Incorporation, New Jersey, pp. 108-135.

Zeinab-Yousef, A. 2012. Biochemical evaluation of some natural products against toxicity induced by anti-tubercular drugs in rats. *New York Science Journal*. 5(10): 69-80.

Simmons A. 1997. Simmons, A., 1997. Hematology Simmons and Butterworth Heinemann Medical. University Press, UK, P507.

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. Veterinary *Immunology and Immunopathology*, 41: 125-139.

Soltani, M., Mousavi, M., Nikbakht, Gh. and Ahmadzadeh, E.A.H. 2008. Epizootic outbreaks of Lactococcus garvieae in farmed rainbow trout in Iran. *Bulletin of European Association of Fish Pathologists*, 28: 207- 12.

Stones, C.S. and Mills, D.V. 2004. The use of live yeast and yeast culture products in aquaculture. *International Aquafeed Journal*, 7: 28-34.

Tacon, A.G.J. 1994. Feed ingredients for carnivorous fish species: alternatives to fish meal and other fishery resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Fisheries Circular 881 Rome, Italy, P35.

Talpur, A.D. 2014. *Mentha piperita* (Pepper mint) as feed additive enhanced growth performance,

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 6, No. 3, Autumn 2017

The effect of dietary yeast cell wall (*Saccharomyces cerevisiae*) and cinnamon essential oil (*Cinnamomum verum*) supplementation on growth indices, blood biochemstry and innate immunity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings

Siran Khani[1], Koroush Sarvi Moghanlou[2*], Ahmad Imani[2], Naser Agh[3], Reza Jalili[4]

1-MSc. Graduate, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran
2-Assistant Prof., Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran
3-Associate Prof., Urmia Lake Research Institute, Urmia University, Iran
4-Ph.D Student, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran

Received: 08.04.2014 Accepted: 26.06.2016
*Corresponding author : k.sarvimoghanlou@urmia.ac.ir

Abstract:
The effect of dietary yeast cell wall (*Saccharomyces cerevisiae*) and cinnamon essential oil (*Cinnamomum verum*) supplementation on growth indices, serum biochemical parameters and immunity of rainbow trout fingerlings was evaluated. Using a 2×2 factorial experiment, 276 fingerlings (9.67±1.20 g) were fed four experimental diets (including control diet, diet supplemented with 1.5% yeast cell wall or 1% cinnamon essential oil, and a diet containing 1.5% yeast cell wall and 1% cinnamon essential oil) for 60-days. Results indicated that the specific growth rate and weight gain significantly decreased in fish fed diet supplemented with 1% cinnamon essential oil ($p \leq 0.05$), but feed conversion ratio didn't differ among treatments ($p > 0.05$). Fish fed diets containing 1% cinnamon essential oil had the highest hepatosomatic index ($p \leq 0.05$). The highest RBC count and blood hemoglobin content belonged to group fed diet containing 1% cinnamon essential oil ($p \leq 0.05$). Simultaneous feeding with yeast cell wall and cinnamon essential oil significantly resulted in higher hematocrit value. Serum alkaline phosphatase activity was significantly increased in group fed diet containing 1.5% yeast cell wall. Dietary cinnamon essential oil supplementation also resulted in lower alkaline phosphatase, aspartate aminotransferase and gamma glutamyltransferase activity of serum ($p \leq 0.05$). The highest serum total protein and globulin content and lysozyme activity were observed in fish fed diet only supplemented with yeast cell wall ($p \leq 0.05$). In conclusion, dietary cinnamon essential oil and yeast cell wall inclusion resulted in improved immunity of rainbow trout fingerlings.

Keywords: Yeast cell wall, Cinnamon essential oil, Serum biochemistry, Immunity, Rainbow trout.