

"مقاله پژوهشی"

اثر افزودنی‌های گیاهی کورکومین و عصاره هیدروالکلی زنجبیل بر شاخص های رشد و بیوشیمیایی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

شاهین بختیاری آقمسجد^{۱*}، میر مسعود سجادی^۱، بهرام فلاحتکار^۱، رقیه صفری^۲

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

۲- گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۹

چکیده

در این آزمایش اثر کورکومین و عصاره هیدروالکلی زنجبیل به صورت مجزا و ترکیبی بر عملکرد رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی خون در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل سطوح صفر (شاهد)، ۰/۵ درصد عصاره هیدروالکلی زنجبیل، ۰/۵ درصد کورکومین و ترکیب ۰/۵ درصد کورکومین و ۰/۵ درصد عصاره هیدروالکلی زنجبیل در قالب ۴ تیمار با ۳ تکرار طراحی و به مدت ۸ هفته اجرا گردید. در انتهای دوره، فاکتورهای رشد اندازه گیری و محاسبه شدند. جهت بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی از سرم خون ماهی استفاده شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های رشد در تیمارهای حاوی عصاره هیدروالکلی زنجبیل و کورکومین نسبت به گروه شاهد بهبود یافته و دارای تفاوت معنی‌داری بودند ($p < 0/05$). در شاخص‌های بیوشیمیایی خون تفاوتی بین میزان گلوکز، آلکالین فسفاتاز (ALP) و کلسترول خون در ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره‌های تغذیه شده با سطوح مختلف کورکومین و عصاره هیدروالکلی زنجبیل و جیره ترکیبی مشاهده نشد ($p > 0/05$). در میزان تری گلیسرید و پروتئین کل خون بین تیمار شاهد و تیمار حاوی عصاره هیدروالکلی زنجبیل با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0/05$). نتایج تحقیق کنونی نشان داد که استفاده از کورکومین و عصاره هیدروالکلی زنجبیل به صورت ترکیبی باعث افزایش معنی‌دار رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌شود، اما بهترین عملکرد در گروه حاوی ترکیب عصاره هیدروالکلی زنجبیل و کورکومین مشاهده شد.

کلمات کلیدی: رشد، بیوشیمیایی پلاسما، کورکومین، قزل‌آلای رنگین کمان.

مقدمه

در چند دهه گذشته، صنعت آبرزی پروری دارای سریع‌ترین رشد در بخش تولید مواد غذایی در جهان بوده است. تولید ماهی در طول دوره پرورش با عوامل محدودکننده مانند بیماری‌ها و شرایط نامطلوب روبه‌رو است. در سال‌های گذشته محرک‌های ایمنی در صنعت آبرزی پروری به منظور تقویت و افزایش فعالیت مکانیسم‌های دفاع اختصاصی و غیراختصاصی به عنوان جایگزینی مناسب برای آنتی‌بیوتیک‌ها معرفی شده‌اند (Sakai, 1999). آنتی‌بیوتیک‌ها به دلایل مختلف می‌توانند تهدیدی برای محیط زیست و سلامتی انسان‌ها باشند. به خصوص هنگامی که آنتی‌بیوتیک‌ها وارد آب‌های سطحی شوند، امکان افزایش باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها، تخریب و تهدید محیط زیست وجود دارد و عوارض جانبی بر سیستم ایمنی ماهی، که از مهم‌ترین تهدیدهای آنتی‌بیوتیک‌ها محسوب می‌شوند را به دنبال خواهد داشت (Harikrishnan et al., 2003). محرک‌های ایمنی علاوه بر افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها، موجب افزایش رشد و بقا هم می‌گردند. بنابراین به نظر می‌رسد که محرک‌های ایمنی به عنوان یک جایگزین مناسب برای آنتی‌بیوتیک‌ها و حتی واکسیناسیون برای کنترل بیماری‌ها و افزایش رشد باشند (Swain et al., 2006). از مهم‌ترین مسائل پرورش در محیط‌های مصنوعی توجه به امر تغذیه است که نقش مهمی در عملکرد سیستم ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌ها ایفا می‌کند (Falahatkar et al., 2006)، که در این بین برخی گیاهان دارویی با طیف وسیعی از ویژگی‌های مفید از جمله تحریک و بهبود عملکرد رشد و تغذیه، دسترسی آسان، کم هزینه بودن تولید آن‌ها، عدم ایجاد پیامدهای زیست محیطی و پایین بودن

عوارض جانبی شان نسبت به داروهای شیمیایی، عدم ایجاد مقاومت نسبی عوامل بیماری‌زا به داروهای گیاهی، انحصاری بودن درمان برخی از بیماری‌ها با گیاهان دارویی و وجود تجربیات مختلف بالینی در این خصوص سبب شده تا این منابع با ارزش از جایگاه خاصی در این صنعت برخوردار باشند (قاسمی پیربلوطی، ۱۳۸۸). زنجبیل با نام علمی *Zingiber officinale* یک گیاه ریزوم دار است که تا ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر رشد می‌کند. گرچه معمولاً از زنجبیل به عنوان ریشه آن گیاه نام برده می‌شود، اما در واقع قسمت مورد استفاده گیاه ساقه متورم شده زیرزمینی آن می‌باشد که ریزوم نام دارد. ریزوم این گیاه زردرنگ، معطر، ضخیم، دکمه‌دار و گوشتی می‌باشد. از آنجایی که زنجبیل نوعی گیاه زیرزمینی است لذا ساقه آن به صورت ریزوم در زیرزمین رشد و نمو پیدا می‌کند. ریشه اصلی این گیاه از گره‌های موجود روی ساقه‌های ریشه‌دار آن نمو می‌کند. زنجبیل شامل ترکیبات: کلسیم، فسفر، سدیم، پتاسیم، آهن، کروم، منیزیم، کبالت، روی، سلنیوم، جیوه، کلر، برم، فلور، روییدیم، اسکاندیوم، سسیوم، تیامین، ریوفلاوین، نیاسین، پیروودوکسین و ویتامین‌ها (C, A, E)، ترکیبات تند، رزین‌ها، پروتئین‌ها، سلولز، پنتوزن و نشاسته، می‌باشد (Vasala, 2012). از ویژگی‌های بارز زنجبیل این است که برای طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ernest and Pittler, 2000) و این به دلیل داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی (Grzanna et al., 2005)، فعالیت ضد سرطانی و تأثیر بر سلول‌های سرطانی، خاصیت ضد تهوع، کاهش فشار خون در انسان (Sang et al., 2009)، درمان بیماری‌های قلبی و عروقی (Nicoll and Henein, 2007)، کنترل کننده

باکتری های بیماری زا (Jagetia et al., 2003)، فعالیت- های ضد قارچی (Agarwa et al., 2001)، ضد ویروسی (Denyer et al., 1994) و تقویت کننده سیستم ایمنی بدن (Nya and Austin, 2009) است. در تحقیقات مختلف اثرات تحریکی رشد و ایمنی این گیاه در آبزیان پرورشی گزارش شده است که می توان به تأثیرات تجویز خوراکی زنجبیل در فیل ماهی پرورشی (*Huso Huso*) توسط Gholipour Kanani و همکاران (۲۰۱۴)، Nya و Austin در سال ۲۰۰۹ در ماهی قزل آلائی رنگین کمان، El-Desoulky و همکاران در سال ۲۰۱۲ در خرچنگ دراز آب شیرین، Talpur و همکاران در سال ۲۰۱۳ در ماهی باس آسیایی، Dugenci و همکاران در سال ۲۰۰۳، Haghighi و Sharif Rohani در سال ۲۰۱۳ در ماهی قزل آلائی رنگین کمان اشاره کردند. همچنین گیاه زردچوبه به دلیل ویژگی های منحصر به فردش در سراسر جهان به عنوان یک ماده کارآمد شناخته شده است. گیاه زردچوبه از خانواده زنجبیل (*Zingiberaceae*) با نام علمی *Curcuma logna* شناخته می شود. این گیاه به صورت سنتی در صنایع غذایی و دارویی کاربردهای فراوانی دارد. خواص آنتی اکسیدانی، ضد باکتریایی، ضد تورم و ضد سرطان ریزوم زردچوبه به اثبات رسیده است (عشقی و همکاران، ۱۳۹۲). ریزوم زردچوبه حاوی سه آنالوگ مهم می باشد: کورکومین، دمتوکسی کورکومین و بیس دمتوکسی کورکومین که در مجموع کورکومینوئیدها نامیده می شوند. در میان این سه کورکومینوئید، کورکومین در زردچوبه از همه فراوان تر است. کورکومین یک پلی فنول آبگریز زرد است و معمولاً به عنوان ماده طعم دهنده، رنگ دهنده و همچنین نگهدارنده مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرد (Mirzaei, et al., 2017). خواص ضدباکتریایی و آنتی اکسیدانی به دلیل کورکومین موجود در زردچوبه می باشد که به طور صنعتی از ماده خام آن تولید می گردد (پزشک و همکاران، ۱۳۸۸). تحقیقات اخیر در ماهی *Anabas testudineus* نشان داد که رژیم غذایی حاوی کورکومین به میزان ۵ تا ۱۰ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی می تواند باعث حفظ نظم طبیعی در بافت کبد، پانکراس و مراکز ماکروفاژ - ملانوسیت شود (Manju et al., 2012). Behera و همکاران در سال ۲۰۱۱ پیشنهاد کردند کورکومین می تواند به عنوان یک ماده محرک ایمنی در کپور هندی (*Labeo rohita*) تأثیر مثبت داشته باشد. همچنین کورکومین باعث بهبود عملکرد رشد و فعالیت آنزیم های هضمی در ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) و افزایش عملکرد رشد و ایمنی در ماهی تیلپیا (*Oreochromis niloticus*) شده است (Behera et al., 2011; Cui et al., 2013; Zhongze et al., 2003). مطالعات مختلفی در ارتباط با اثرات افزودنی های گیاهی مختلف بر ماهیان بر روی گونه های مختلف انجام شده است. واحدی و همکاران در سال ۱۳۹۷ در تحقیقی با اضافه کردن عصاره هیدروالکلی آنگوزه (*Ferula assafoetida*) در غذای ماهی گورخری به بررسی بیان ژن های مرتبط با دفاع آنتی اکسیدانی و رشد پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از عصاره آنگوزه می تواند عملکرد سیستم آنتی اکسیدانی و رشد در ماهی گورخری را بهبود دهد. حسین نژاد جدیدی و همکاران در سال ۱۳۹۸ در تحقیقی با اضافه کردن پودر آلوئه ورا در غذای ماهی طلایی (*Carassios auratus*) به بررسی شاخص های رشد پرداختند و اختلاف معنی

باکتری های بیماری زا (Jagetia et al., 2003)، فعالیت- های ضد قارچی (Agarwa et al., 2001)، ضد ویروسی (Denyer et al., 1994) و تقویت کننده سیستم ایمنی بدن (Nya and Austin, 2009) است. در تحقیقات مختلف اثرات تحریکی رشد و ایمنی این گیاه در آبزیان پرورشی گزارش شده است که می توان به تأثیرات تجویز خوراکی زنجبیل در فیل ماهی پرورشی (*Huso Huso*) توسط Gholipour Kanani و همکاران (۲۰۱۴)، Nya و Austin در سال ۲۰۰۹ در ماهی قزل آلائی رنگین کمان، El-Desoulky و همکاران در سال ۲۰۱۲ در خرچنگ دراز آب شیرین، Talpur و همکاران در سال ۲۰۱۳ در ماهی باس آسیایی، Dugenci و همکاران در سال ۲۰۰۳، Haghighi و Sharif Rohani در سال ۲۰۱۳ در ماهی قزل آلائی رنگین کمان اشاره کردند. همچنین گیاه زردچوبه به دلیل ویژگی های منحصر به فردش در سراسر جهان به عنوان یک ماده کارآمد شناخته شده است. گیاه زردچوبه از خانواده زنجبیل (*Zingiberaceae*) با نام علمی *Curcuma logna* شناخته می شود. این گیاه به صورت سنتی در صنایع غذایی و دارویی کاربردهای فراوانی دارد. خواص آنتی اکسیدانی، ضد باکتریایی، ضد تورم و ضد سرطان ریزوم زردچوبه به اثبات رسیده است (عشقی و همکاران، ۱۳۹۲). ریزوم زردچوبه حاوی سه آنالوگ مهم می باشد: کورکومین، دمتوکسی کورکومین و بیس دمتوکسی کورکومین که در مجموع کورکومینوئیدها نامیده می شوند. در میان این سه کورکومینوئید، کورکومین در زردچوبه از همه فراوان تر است. کورکومین یک پلی فنول آبگریز زرد است و معمولاً به عنوان ماده طعم دهنده، رنگ دهنده و همچنین نگهدارنده مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرد (Mirzaei, et al., 2017). خواص ضدباکتریایی و آنتی اکسیدانی به دلیل کورکومین موجود در زردچوبه می باشد که به طور صنعتی از ماده خام آن تولید می گردد (پزشک و همکاران، ۱۳۸۸). تحقیقات اخیر در ماهی *Anabas testudineus* نشان داد که رژیم غذایی حاوی کورکومین به میزان ۵ تا ۱۰ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی می تواند باعث حفظ نظم طبیعی در بافت کبد، پانکراس و مراکز ماکروفاژ - ملانوسیت شود (Manju et al., 2012). Behera و همکاران در سال ۲۰۱۱ پیشنهاد کردند کورکومین می تواند به عنوان یک ماده محرک ایمنی در کپور هندی (*Labeo rohita*) تأثیر مثبت داشته باشد. همچنین کورکومین باعث بهبود عملکرد رشد و فعالیت آنزیم های هضمی در ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) و افزایش عملکرد رشد و ایمنی در ماهی تیلپیا (*Oreochromis niloticus*) شده است (Behera et al., 2011; Cui et al., 2013; Zhongze et al., 2003). مطالعات مختلفی در ارتباط با اثرات افزودنی های گیاهی مختلف بر ماهیان بر روی گونه های مختلف انجام شده است. واحدی و همکاران در سال ۱۳۹۷ در تحقیقی با اضافه کردن عصاره هیدروالکلی آنگوزه (*Ferula assafoetida*) در غذای ماهی گورخری به بررسی بیان ژن های مرتبط با دفاع آنتی اکسیدانی و رشد پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از عصاره آنگوزه می تواند عملکرد سیستم آنتی اکسیدانی و رشد در ماهی گورخری را بهبود دهد. حسین نژاد جدیدی و همکاران در سال ۱۳۹۸ در تحقیقی با اضافه کردن پودر آلوئه ورا در غذای ماهی طلایی (*Carassios auratus*) به بررسی شاخص های رشد پرداختند و اختلاف معنی

داری را مشاهده کردند. همچنین کمالی و همکاران در سال ۱۳۹۷ با افزودن فلفل قرمز و زنجبیل در غذای ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) شاخص‌های رشد و تغذیه را مورد بررسی قرار دادند و بهبودی را در شاخص‌های رشد مشاهده کردند.

اغلب این مطالعات در ارتباط با اثرات مواد افزودنی گیاهی جهت تقویت سیستم ایمنی در مقابل بیماری بوده است. همچنین بررسی مطالعات مختلف نشان می‌دهد که تاکنون مطالعات اندکی در مورد اثرات افزودنی‌های گیاهی بر روی فاکتورهای رشد و فاکتورهای بیوشیمیایی خون در ماهیان سردآبی صورت گرفته است. و مطالعه‌ای در ارتباط با اثرات توام کورکومین و زنجبیل بر روی ماهیان سردآبی انجام نشده است. لذا مطالعه کنونی با هدف اثر افزودنی‌های گیاهی کورکومین و عصاره هیدروالکلی زنجبیل بر شاخص‌های رشد و بیوشیمیایی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها طراحی آزمایش

این مطالعه در تابستان ۱۳۹۸ به مدت ۸ هفته در مزرعه پرورش ماهی انگولش در شهرستان رضوانشهر (استان گیلان) بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان انجام گرفت. جهت انجام این آزمایش، ۴ تیمار با ۳ تکرار در نظر گرفته شد. بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین-کمان از مزرعه تولید بچه ماهی دکتر جوادی در شهرستان صومعه سرا تهیه و با ماشین مخصوص حمل ماهی به محل مورد نظر حمل شدند. به منظور تطابق با شرایط محیطی به مدت ۲ هفته در مخازن فایبرگلاس نگهداری و با یک جیره پایه تغذیه شدند. بر اساس طرح

آزمایش، تعداد ۱۲ عدد مخزن فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری آبرگیری و به عنوان واحد آزمایشی انتخاب شدند. نحوه چینش تانک‌ها برای تکرارهای مربوط به هر تیمار به صورت تصادفی و براساس قرعه کشی انجام شد. سپس کلیه بچه ماهی‌های قزل‌آلای رنگین کمان زیست‌سنجی شده و با میانگین وزنی 0.1 ± 0.07 گرم (میانگین $\pm$ انحراف معیار) با تراکم ۳۰ عدد در هر مخزن ذخیره‌سازی شدند. به منظور خروج فضولات و مواد زاید، آب تانک هر روز غروب پس از آخرین وعده غذایی سیفون گردیده و تا ۲۵ درصد تعویض می‌شد. در صورت مشاهده تلفات در حوضچه‌ها بلافاصله ماهی‌های تلف‌شده خارج شده و تعداد تلفات و شماره تانک‌ها ثبت گردید. روشنایی مزرعه نیز توسط لامپ فلوروسنت سفید بر اساس دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی (از ساعت ۸ الی ۲۰) و ۱۲ ساعت تاریکی (از ساعت ۲۰ الی ۸) برای هر تانک تامین شد. فاکتورهای فیزیکی شیمیایی مانند درجه حرارت 12 ± 2 سانتی‌گراد، pH 7.45 ± 0.08 و اکسیژن 7 ± 0.45 میلی گرم بر لیتر به ترتیب با استفاده از دماسنج، pH متر و اکسیژن متر اندازه گیری شد. هوادهی آب از طریق سنگ هوا متصل به کمپرسور مرکزی انجام شد.

آماده سازی جیره

در این تحقیق از جیره غذایی شرکت بیضاء (شیراز، ایران) استفاده شد. همچنین کورکومین از شرکت دارویی دینه (قزوین، ایران) و عصاره هیدروالکلی زنجبیل از شرکت دارویی سها جیسا (مازندران، ایران) تهیه شد. کورکومین و عصاره هیدروالکلی زنجبیل با نسبت‌های صفر، جیره حاوی ۰/۵ درصد عصاره هیدروالکلی زنجبیل، جیره حاوی ۰/۵ درصد

داده های به دست آمده از زیست سنجی ها بر اساس فرمول های موجود محاسبه و برخی از فاکتورهای رشد به شرح زیر تعیین گردید (فلاحکار، ۱۳۹۳):

وزن اولیه - وزن نهایی = افزایش وزن (گرم) (WG)
 میانگین وزن نهایی = درصد افزایش وزن بدن (درصد) (BWI)
 $100 \times (\text{میانگین وزن اولیه}) / (\text{میانگین وزن اولیه} - \text{لگاریتم وزن نهایی}) = \text{نرخ رشد ویژه (درصد در روز)} (SGR)$
 $100 \times (\text{مدت زمان آزمایش}) / (\text{لگاریتم وزن اولیه} - \text{لگاریتم وزن نهایی}) = \text{ضریب چاقی (CF)}$
 افزایش وزن کسب شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی (FCR)
 کل غذای خورده شده (گرم)
 پروتئین خورده شده (گرم) = نسبت بازده پروتئین (PER)
 افزایش وزن کسب شده (گرم)
 چربی خورده شده (گرم) = نسبت بازده چربی (LER)
 افزایش وزن کسب شده (گرم)

کورکومین و ترکیب جیره حاوی ۰/۵ درصد کورکومین و ۰/۵ درصد عصاره هیدروالکلی زنجبیل به جیره غذایی اضافه شدند. غذادهی در حد سیری با جیره های آماده شده صورت گرفت. سپس برای آماده سازی جیره ابتدا کورکومین در اتانول ۹۶ درصد حل شد (۰ میلی لیتر به ازای هر ۵ گرم کورکومین) و به همراه عصاره هیدروالکلی زنجبیل در سطح ۰/۵ درصد بر سطح پلت های غذایی اسپری شد. در گروه شاهد صرفاً اتانول بر روی غذا اضافه گشت و در نهایت به مدت ۲۴ ساعت در معرض هوای اتاق قرار گرفت تا اتانول اضافه شده به طور کامل بخار شود (بیک زاده و همکاران، ۱۳۹۹). غذادهی در حد سیری در ۴ نوبت (ساعات ۷:۰۰، ۱۰:۰۰، ۱۳:۰۰ و ۱۶:۰۰) با جیره های آماده شده صورت می گرفت.

نمونه گیری خون و تعیین فاکتورهای بیوشیمیایی

ماهی های هر تیمار را برداشته و پس از بیهوشی با ۵ میلی گرم در لیتر پودر گل میخک، با استفاده از سرنگ تیوب دار از قسمت ساقه دمی خون گرفته می شد. خون هر ماهی به طور جداگانه در داخل ویال های استریل ریخته و داخل یخچال به مدت یک ساعت نگهداری شد، تا خون کاملاً منعقد شود و سرم جدا گردد. سپس ویال های حاوی خون را با استفاده از سانتریفیوژ در دمای اتاق در ۶۰۰۰ هزار دور بر دقیقه سانتریفیوژ گردید و مایع رویی به ویال جدید انتقال یافت و در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد برای انجام آزمایش ها نگهداری گردید.

پروتئین کل بر مبنای روش بیوره (Biuret) با استفاده از کیت اختصاصی شرکت پارس آزمون

زیست سنجی و اندازه گیری شاخص های رشد برای آگاهی از عملکرد جیره غذایی، چگونگی رشد بچه ماهیان و تعیین میزان غذای مورد نیاز، بچه ماهیان در فواصل زمانی دو هفته یک بار زیست سنجی شدند. برای جلوگیری از وارد شدن استرس به ماهیان، ۲۴ ساعت قبل از زیست سنجی غذادهی قطع می شد. قبل از زیست سنجی ماهیان با ۲۰۰ ppm پودر گل میخک بیهوش می شدند. بچه ماهیان با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردیدند. همچنین طول کل آن ها با استفاده از خط کش با دقت ۱ میلی متر اندازه گیری شد. لازم به ذکر است که به دلیل تحت استرس بودن و امکان وقوع تلفات، غذادهی بعد از زیست سنجی صورت نمی گرفت.

(کرج، ایران) و در طول موج ۵۴۶ نانومتر انجام شد (Bradford, 1976). اندازه گیری گلوکز سرم با استفاده از روش فتومتریک و با به کار گیری کیت تجاری گلوکز شرکت پارس آزمون (کرج، ایران) و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. که در طول موج ۵۴۶ نانومتر، مقدار گلوکز پلاسما خون با استفاده از فرمول زیر اندازه گیری شد (Burtis et al., 2012). اندازه گیری کلسترول پلاسما با استفاده از روش فتومتریک و با بکارگیری کیت تجاری کلسترول شرکت پارس آزمون (کرج، ایران) و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۶ نانومتر اندازه گیری شد (Burtis et al., 2012). اندازه گیری تری گلیسرید پلاسما با استفاده از روش فتومتریک و با به کارگیری کیت تجاری اندازه گیری تری گلیسرید پلاسما شرکت پارس آزمون (کرج، ایران) و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۶ نانومتر اندازه گیری شد (Burtis et al., 2012). اندازه گیری آلکالین فسفاتاز پلاسما با استفاده از روش فتومتریک و با به کارگیری کیت تجاری آلکالین فسفاتاز شرکت پارس آزمون (کرج، ایران) و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۰۵ نانومتر انجام شد. (Tomas, 1998).

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از این مطالعه با استفاده از نرم افزار SPSS (Version 24, IBM, Armonk, NY, USA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای کنترل نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف، برای کنترل همگنی واریانس‌ها از آزمون Levene و جهت مشخص نمودن اختلاف میانگین بین تیمارهای

مختلف از آنالیز واریانس دو طرفه (Two-way ANOVA) استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها، آزمون Duncan مورد استفاده قرار گرفت. آنالیزها در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

اثرات ترکیب عصاره هیدروالکلی زنجبیل و کورکومین و اثرات هر یک از آنها به طور مجزا، بر شاخص‌های رشد و تغذیه بچه ماهی قزل آلا پس از ۸ هفته تغذیه در جدول ۱ نشان داده شده‌است. در شاخص وزن کسب شده اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد ($p < 0/05$)، در این شاخص در تیمارهای حاوی عصاره هیدروالکلی زنجبیل و کورکومین و استفاده ترکیبی از این دو اختلاف معنی داری با تیمار شاهد مشاهده شد ($p < 0/05$). همچنین در تیمارهای حاوی عصاره هیدروالکلی زنجبیل و کورکومین و استفاده ترکیبی از این دو در مقدار ضریب تبدیل غذایی اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p > 0/05$). شاخص درصد افزایش وزن نیز اختلاف معنی داری بین تیمار حاوی ترکیب عصاره زنجبیل و کورکومین با دیگر تیمارهای آزمایشی نشان داد ($p < 0/05$). همچنین در تیمار حاوی ترکیب عصاره هیدروالکلی زنجبیل و کورکومین نرخ رشد ویژه، افزایش معنی داری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی نشان داد ($p < 0/05$). در شاخص‌های بازده پروتئین و بازده چربی اختلاف معنی داری بین تیمار حاوی ترکیب عصاره زنجبیل و کورکومین با سایر تیمارهای آزمایشی مشاهده شد ($p < 0/05$).

جدول ۱: مقایسه عملکرد رشد بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان تغذیه شده با جیره های حاوی عصاره زنجبیل و کورکومین پس از ۸ هفته آزمایش.

تیمارهای مختلف (درصد)				
C _{0.5} +G _{0.5}	C _{0.5}	G _{0.5}	C ₀ +G ₀	فاکتورهای رشد
۷/۴۳±۰/۲۱	۷/۴۵±۰/۲۴	۷/۶۲±۰/۱۹	۷/۶۴±۰/۱۳	وزن اولیه (g)
۴۶/۰±۵/۵۵ ^a	۴۰/۰±۴۴/۵ ^b	۴۱/۱±۷/۵ ^b	۳۷/۲±۵۶/۱۱ ^c	وزن نهایی (g)
۸/۷۳±۰/۷	۹/۲۳±۰/۲۸	۹/۳۳±۰/۵۷	۸/۹±۰/۳	طول اولیه (cm)
۱۶/۶۶±۰/۳	۱۶/۴۱±۰/۰۲	۱۷/۱±۰/۳۴	۱۶/۰۳±۰/۱۵	طول نهایی (cm)
۳۸/۳۳±۱/۱۹	۳۴/۰۷±۱/۲۵ ^b	۳۳/۷۸±۱/۸۰ ^b	۳۲/۳۳±۰/۵۷ ^b	وزن کسب شده (g)
۳/۲۷±۰/۰۴ ^a	۳/۰۲±۰/۰۹ ^b	۳/۰۳±۰/۱۲ ^b	۲/۸۴±۰/۱۲ ^b	نرخ رشد ویژه (%/day)
۰/۹۵±۰/۰۷ ^a	۰/۷۹±۰/۰۹ ^a	۰/۸۳±۰/۰۴ ^a	۰/۹۱±۰/۰۸ ^a	ضرب چاقی
۰/۹۴±۰/۱	۰/۹۴±۰/۰۱	۱/۰۹±۰/۰۳ ^a	۱/۱۱±۰/۰۴ ^b	ضرب تبدیل غذایی
۵۲۵/۹۲±۱۵/۰۶ ^a	۴۴۷/۸۵±۲۷/۹۱ ^b	۴۴۳/۲۴±۳۷/۸۳ ^b	۳۹۱/۷۹±۳۴/۱۸ ^b	درصد افزایش وزن بدن (g)
۱/۳۰±۰/۰۳ ^a	۱/۲۸±۰/۰۱ ^a	۱/۲۶±۰/۰۲ ^a	۱/۱۷±۰/۰۵ ^b	بازده پروتئین
۵/۵۴±۰/۱۳ ^a	۵/۴۲±۰/۰۴ ^a	۵/۳۵±۰/۱۱ ^a	۴/۸۶±۰/۲۵ ^b	بازده چربی
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بازماندگی (درصد)

C₀+G₀: تیمار فاقد کورکومین، C_{0.5}: تیمار حاوی ۵ گرم کورکومین در هر کیلوگرم، G_{0.5}: تیمار حاوی ۵ گرم زنجبیل در هر کیلوگرم، C_{0.5}+G_{0.5}: تیمار ترکیبی ۵ گرم کورکومین و ۵ گرم زنجبیل در هر کیلوگرم
حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه ها می باشد ($p \leq 0.05$).

تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده شد ($p < 0.05$). در میزان کلسترول خون در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$). در میزان پروتئین کل در تیمار ترکیبی عصاره زنجبیل و کورکومین نسبت به سایر تیمارها اختلاف معناداری مشاهده شد ($p < 0.05$). میزان آنزیم کبدی آلکالین فسفاتاز اختلاف معنی داری بین تیمارهای آزمایشی با شاهد را نشان داد ($p < 0.05$).

نتایج بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون پس از هشت هفته تغذیه با جیره های حاوی کورکومین و عصاره زنجبیل و همچنین ترکیب این دو در جدول ۲ نشان داده شده است. در شاخص های بیوشیمیایی خون تفاوتی بین میزان گلوکز در ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره های تغذیه شده با سطوح مختلف کورکومین و عصاره زنجبیل و جیره ترکیبی مشاهده نشد ($p > 0.05$). در میزان تری گلیسرید خون در تیمار شاهد و تیمار حاوی عصاره زنجبیل نسبت به دیگر

جدول ۲: مقایسه برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان تغذیه شده با جیره های حاوی عصاره زنجبیل و کورکومین پس از ۸ هفته آزمایش.

تیمارهای مختلف (درصد)				
C _{0.5} +G _{0.5}	C _{0.5}	G _{0.5}	C ₀ +G ₀	شاخص های بیوشیمیایی
۴/۷۶±۰/۳۸۵ ^a	۴/۴۹±۰/۰۴۶ ^{ab}	۴/۲۴±۰/۲۱۵ ^b	۴/۲۲±۰/۱۲۵ ^b	پروتئین کل (g/dl)
۵۹۹/۴۱±۳۳/۱۵ ^a	۵۵۱±۸/۸۰ ^a	۵۲۸±۱۴/۳۵ ^a	۴۵۷±۲۸/۱۶ ^b	آلکالین فسفاتاز (u/l)
۴۴/۲۱±۴/۵۸ ^a	۳۹/۳۳±۳/۵۱ ^a	۳۹/۳۳±۳/۵۱ ^a	۳۵/۲۲±۱/۲۰ ^a	گلوکز (mg/dl)
۲۱۱/۲۳±۲۹/۱۳ ^b	۲۱۵/۳۳±۹/۰۱ ^b	۲۵۸/۶۶±۶/۶۵ ^a	۲۸۱/۶۶±۲۳/۱۸ ^a	تری گلیسرید (mg/dl)
۲۱۴/۳۳±۳۱/۲۲ ^a	۲۱۷/۳۳±۱۰/۲۱ ^a	۲۳۹/۳۳±۷/۵۰ ^a	۲۱۶/۳۳±۳/۰۵ ^a	کلسترول (mg/dl)

C₀+G₀: تیمار فاقد کورکومین، C_{0.5}: تیمار حاوی ۵ گرم کورکومین در هر کیلوگرم، G_{0.5}: تیمار حاوی ۵ گرم زنجبیل در هر کیلوگرم، C_{0.5}+G_{0.5}:

تیمار ترکیبی ۵ گرم کورکومین و ۵ گرم زنجبیل در هر کیلوگرم

حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه ها می باشد (p≤0.05).

بحث

عملکرد رشد

با وجود فعالیت های دارویی و ایمنی زایی مطلوب استفاده از گیاهان دارویی در جیره ماهیان، تا به امروز در مورد استفاده از کورکومین و عصاره هیدروالکلی زنجبیل در پرورش ماهی قزل آلا اطلاعات کمی وجود دارد. آزمایش حاضر نشان داد که گنجاندن کورکومین و زنجبیل به صورت تکی و ترکیبی باعث افزایش معنی دار عملکرد رشد و سایر فاکتورهای آن در غذای قزل-آلا می شود، اما بهترین عملکرد در گروه حاوی ترکیب عصاره زنجبیل و کورکومین مشاهده شد. نظری و همکاران در سال ۱۳۹۶ از کورکومین در جیره غذایی ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) استفاده کردند. ماهیان با جیره غذایی حاوی سطوح مختلف کورکومین شامل صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم کورکومین در کیلوگرم جیره غذایی به مدت ۵۶ روز تغذیه شدند. بیشترین وزن نهایی، طول نهایی، وزن کسب شده، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد روزانه و نرخ رشد ویژه در تیمار C۵ مشاهده شد.

Mahmud و همکاران (۲۰۱۷) از کورکومین در

جیره غذایی ماهی تیلپیا (*Oreochromis niloticus*)

استفاده کردند. بیشترین وزن نهایی، نرخ رشد روزانه و نرخ رشد ویژه در تیمار حاوی ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم کورکومین مشاهده شد. تفاوت در میزان اثربخشی کورکومین در جیره غذایی، احتمالاً به گونه مورد مطالعه، شرایط و مدت پرورش وابسته بوده است. همچنین در تایید یافته های حاضر، Sodamola و همکاران (۲۰۱۶) از گیاه زردچوبه به عنوان افزودنی گیاهی در جیره غذایی گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) استفاده کردند و گزارش نمودند که استفاده از این گیاه باعث افزایش رشد در گربه ماهی شد و بهترین رشد در ۷/۵ گرم زردچوبه مشاهده گردید. Leya و همکاران (۲۰۱۷) از کورکومین در جیره غذایی کپور مریگال (*Cirrhinus mrigala*) استفاده کردند. ماهیان در ۵ سطح مختلف کورکومین (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۲ و ۲/۵ درصد) به مدت ۴۵ روز تغذیه شدند و در نهایت بیشترین نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و کمترین ضریب تبدیل غذایی در

تیمار حاوی ۱/۵ درصد کورکومین مشاهده شد. Jiang و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که بهترین عملکرد رشد، فعالیت آنزیم های گوارشی روده و ظرفیت آنتی اکسیدانی آن با استفاده از ۵ گرم در کیلوگرم زردچوبه در ماهی کاراس (*Carassius auratus*) حاصل شده است. بهبود رشد در استفاده از خوراک همراه با کورکومین می تواند به سه موضوع اصلی مرتبط باشد. در مرحله اول، گزارش شده است که کورکومین از طریق بهبود فعالیت های تریپسین و لیپاز در سلول های کبدی و روده و همچنین فعالیت آمیلاز در سلول های کبدی باعث بهبود عملکرد رشد می شود. در مرحله دوم، کورکومین توانایی افزایش فعالیت فسفاتاز قلیایی روده، گاما گلوتامیل تریپتیداز و کراتین کیناز را دارا می باشد. این آنزیم ها در روده واقع شده و مسئول مراحل نهایی تجزیه و جذب مواد مغذی هستند. در نتیجه، کورکومین می تواند بهره برداری از مواد مغذی را تا حد زیادی تقویت کند. سرانجام، کورکومین می تواند اثر تقویت کننده رشد داشته باشد که با اثر ضد باکتریایی قوی آن، که به غلظت آن وابسته است ارتباط دارد (Jiang et al., 2016). نتایج مطالعه کنونی نشان داد که عصاره هیدروالکلی زنجبیل تاثیر مثبتی در افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه داشته است. این نتایج با نتایج سایر محققان در گونه های دیگر مطابقت دارد. Chang و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که افزودن زینجرون با سطوح ۱، ۲/۵ و ۵ میلی گرم بر کیلوگرم به جیره غذایی میگوی پاسبید غربی (*Litopenaeus vannamei*) افزایش معنی داری از لحاظ شاخص های رشد نسبت به گروه شاهد داشته است و دریافتند که این ترکیبات می توانند میزان شاخص های رشد را در این میگو افزایش دهد. EL-

Desouky و همکاران (۲۰۱۲) با افزودن سطح ۱/۵ و ۳ درصد پودر گیاه زنجبیل و ۲ و ۴ درصد نوعی چمن به جیره غذایی میگوی غول پیکر آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) مطلوب ترین شاخص های رشد از لحاظ افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و ضریب چاقی را در تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد مشاهده کردند. Gholipour Kanani و همکاران در سال (۲۰۱۴) با افزودن ۱ گرم پودر زنجبیل به ازای ۱۰۰ گرم غذا به جیره فیل ماهی پرورشی (*Huso huso*) تفاوت معنی داری را در شاخص های رشد بین تیمار زنجبیل و گروه شاهد مشاهده نکردند. Nya و Austin (۲۰۱۲) در ماهی قزل آلائی رنگین کمان و Talpur و همکاران (۲۰۱۳) در ماهی باس آسیایی (*Lates calcarifer*) تاثیر مثبت پودر زنجبیل را بر عملکرد رشد گزارش کردند. علت احتمالی افزایش در شاخص های رشد را می توان به ترکیبات فعال در زنجبیل نسبت داد (Grzanna et al., 2005). ترکیبات فعال زنجبیل شامل جینجرون، شاگول، پرادول و زینجرون (Chang et al., 2012) است که باعث تحریک اشتها، ترشح آنزیم های گوارشی در آبزی و در نتیجه بهبود فرآیند هضم می شود (Grzanna et al., 2005). زنجبیل با تحریک ترشح صفرا از کبد و آنزیم های پانکراسی باعث هضم سریع مواد غذایی می شود و به متعادل کردن باکتری های روده کمک می کند (Platel and Srinivasan, 2004). همچنین ریشه زنجبیل حاوی سطح بالایی از آنزیم های پروتئولیتیک و لیپولیتیک گیاهی است که منجر به بهبود هضم پروتئین و لیپید جیره غذایی می شود (Venkatramalingam et al., 2007).

شاخص های بیوشیمیایی

در مطالعه حاضر کمترین میزان گلوکز در تیمار شاهد مشاهده شد اما تفاوت معنی دار با دیگر تیمارها نداشت. همچنین کمترین میزان کلسترول در تیمار ترکیب کورکومین و عصاره زنجبیل مشاهده شد اما در این فاکتور هم در بین تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نشد. میزان تری گلیسرید در تیمار حاوی کورکومین و تیمار ترکیب کورکومین و عصاره زنجبیل نسبت به دیگر تیمارها کاهش معنی داری را نشان داد. میزان آلکالین فسفاتاز به صورت معنی داری در تمام تیمارها نسبت به شاهد افزایش یافت و میزان پروتئین کل در تیمار حاوی ترکیب کورکومین و عصاره زنجبیل نسبت به دیگر تیمارها افزایش یافت. خورشیدی و همکاران (۱۳۹۵) که به بررسی تاثیر سطوح مختلف کورکومین بر فاکتورهای بیوشیمیایی خون کپور معمولی پرداختند بیان نمودند که کمترین میزان گلوکز در تیمار ۱/۵ درصد کورکومین مشاهده شده است. در مطالعه ای دیگر Fallah و Mirzaei (۲۰۱۶) بیان کردند کورکومین باعث کاهش تری گلیسرید پلاسما می شود و دلیل آن را نقش کورکومین در افزایش کاتابولیسم لیپید و کاهش رسوبات چربی اعلام کردند. این تاثیر گذاری به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی کورکومین، کنترل سطوح بعضی هورمون ها و مهار فعالیت برخی از لیپازها می باشد. در مطابقت با مطالعه حاضر، Sodamola و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر زردچوبه را بر روی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم گربه ماهی آفریقایی بررسی کردند. ماهیان به مدت ۷ هفته در پنج تیمار مختلف (صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد زرد چوبه) تغذیه شدند. کمترین میزان کلسترول در تیمار دارای ۷/۵ درصد زردچوبه مشاهده شد. کاهش

کلسترول همانند مطالعه حاضر بود اما میزان تری گلیسرید در مطالعه مذکور برخلاف تحقیق حاضر تغییری نداشت. همچنین Talpur و همکاران در سال (۲۰۱۳) با افزودن زنجبیل به جیره غذایی ماهی سی باس آسیایی افزایش معنی داری پروتئین کل و آلبومین و کاهش معنی دار گلوکز، تری گلیسرید و کلسترول در تیمارهای آزمایشی حاوی پودر زنجبیل به ویژه سطح ۱۰ گرم زنجبیل مشاهده کردند. Gholipour و Kanani و همکاران در سال (۲۰۱۴) با افزودن ۱ گرم پودر زنجبیل به ازای ۱۰۰ گرم غذا به جیره فیل ماهی پرورشی تفاوت معنی داری در مقادیر آلبومین و آنزیم آلکالین فسفاتاز و بین تیمار زنجبیل و گروه شاهد مشاهده نکردند که در مغایرت با مطالعه حاضر بود. احتمال بهبود شاخص های بیوشیمی در این مطالعه را می توان این گونه توجیه کرد که پلی فنول ها و فلاونوئیدها از مواد زیست فعال موجود در زنجبیل هستند که خاصیت آنتی اکسیدانی داشته و به عنوان مکانیسم حفاظتی در برابر استرس در پیشگیری از عفونت نقش دارند. همچنین مشخص شده که ساپونین در کاهش کلسترول، بهبود هایپرلیپویدمیا، کاهش قند خون و خواص ضد میکروبی برای جلوگیری از آسیب توسط پاتوژن های خارجی نقش دارد (Otunola et al., 2010). مشخص شده که افزایش سطح پروتئین پلاسما در ماهیان تغذیه شده با عصاره های گیاهی یکی از شاخص های مکانیسم دفاعی هومورال است (Dugenci et al., 2003).

بنابراین با توجه به اهمیت پرورش ماهیان سردآبی در کشور و توجه به عواملی که باعث بهبود شرایط رشد و پارامترهای فیزیولوژیک در سیستم بدنی این گونه می شود، استفاده از عصاره هیدروالکلی زنجبیل و

کورکومین در جیره ماهی قزل آلا رنگین کمان از جنبه های تولیدی و اقتصادی تأثیر مثبت در تحریک ایمنی این ماهی داشته و با توجه به دلایل مختلف از جمله عدم مشاهده تأثیر سوء بر سلامتی ماهی ها در طول مصرف، سهولت مصرف، هزینه های پائین تهیه و امکان تولید داخلی قابل توصیه می باشد. همچنین با توجه به این که کورکومین و عصاره زنجبیل به عنوان ماده طبیعی و دارویی تأثیرات مثبتی را بر عملکرد رشد، تغذیه ای و برخی شاخص های بیوشیمیایی داشته است، از این حیث می تواند در جیره غذایی این گونه مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می دانیم از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نمایم.

منابع

۱. بیک زاده، آ.، ایمانیپور، م.، تقی زاده، و.، ۱۳۹۴. اثر بلندمدت کورتیزول خوراکی بر مقاومت به تنش شوری در بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله یافته های نوین در علوم زیستی، ۲(۲)، ۱۰۳-۱۱۲.
۲. پزشکی، س.، رضایی، م.، راشدی، ح.، حسینی، ه.، ۱۳۸۸. مطالعه اثر ضد باکتریایی و ضد اکسیداسیونی عصاره زردچوبه (*Curcuma long*) در شرایط آزمایشگاهی بر ماهی قزل آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۹(۳۵)، ۸۷-۷۷.

۳. حسین نژاد جدیدی، م.، خوش خلق، م.ر.، نویریان، ح.ع.، ۱۳۹۸. اثر سطح مختلف پودر آلوئه ورا (*Aloe vera*) بر عملکرد رشد و شاخص های هماتولوژیک ماهی طلایی (*Carassios auratus*). نشریه توسعه آبرزی پروری، ۱۳(۴)، ۵۲-۳۷.
۴. خورشیدی، ز.، مغانلو، ک.، ایمانی، ا.، بهروزی، ش.، ۱۳۹۶. تأثیر خوراکی کورکومین بر فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). دومین کنگره سراسری در مسیر توسعه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فرهنگیان استان گلستان (۲۲ اردیبهشت)، صفحات ۱ تا ۸.
۵. عشقی، ن.، خداپرست، م.، حسینی، ف.، بلوریان، ش.، ۱۳۹۲. مقایسه کارایی آنتی اکسیدانی کورکومین زردچوبه با آنتی اکسیدان های طبیعی و سنتزی در سیستم مدل غذایی (روغن سویا). مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۵(۱)، ۶۵ تا ۷۸.
۶. فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۳. تغذیه و جیره نویسی آبزیان. موسسه آموزش عالی علمی و کاربردی جهاد کشاورزی، ۳۳۴ صفحه.
۷. قاسمی پیربلوطی، ع.، ۱۳۸۸. گیاهان دارویی و معطر (شناخت و بررسی آنها). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۵۷۴ صفحه.
۸. کمالی، م.، جرجانی، س.، قلیچی، ا.، ۱۳۹۷. تأثیر فلفل قرمز (*Capsicum annum*) و زنجبیل (*Zingibe rofficinale*) بر شاخص های رشد، تغذیه، بازماندگی و ترکیب لاشه ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*). نشریه توسعه آبرزی پروری، ۱۲(۴)، ۱۲۰-۱۰۷.

16. Cui, H., Liu, B., Ge, X.P., Xie, J., Xu, P., Zhou, Q., 2013. Effects of dietary curcumin on growth performance, biochemical parameters, HSP70 gene expression and resistance to (*Streptococcus iniae*) of juvenile gift tilapia, (*Oreochromis niloticus*). The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 66, 986-996.
17. Denyer, C.V., Jackson P., Loakes, D.M., Ellis, M.R., Young, D.A.B., 1994. Isolation of antirhinoviral sesquiterpenes from ginger (*Zingiber officinale*). Journal of Natural Product, 57(5), 658-662.
18. Dugenci, S.K., Arda, N., Candan, A., 2003. Some medicinal plants as immunostimulant for fish. Journal of Ethnopharmacology. 88(1), 99-106.
19. El-Desouky, H., El-Asely, A., Shaheen, A.A., Abbass, A., 2012. Effects of *Zingiber officinalis* and *Cyanodon dactylon* on the growth performance and immune parameters of *Macrobrachium rosenbergii*. World Journal of Fish and Marine Sciences. 4 (3), 301-307.
20. Ernst, E., Pittler, M.H., 2000. Efficacy of ginger for nausea and vomiting: a systematic review of randomized clinical trials. British Journal of Anaesthesia, 84, 367-371.
21. Falahatkar, B., Soltani, M., Abtahi, B., Kalbassi, M.R., Poorkazemi, M., Yasemi, M. 2006. Effect of vitamin C on growth performance, survival rate and liver somatic index in great sturgeon (*Huso huso*) juvenile. Iranian Journal of Research and Development in Livestock and Aquaculture, 72: 98-103.
22. Fallah, R., Mirzaei, E., 2016. Effect of dietary inclusion of turmeric and thyme powders on performance, blood parameters and immune system of broiler chickens. Journal of Livestock Science, 7, 180-186.
23. Feng, T., Su, H., Ding, Z.H., Zheng, Y.T., Li, Y., Leng, Y., Liu, J.K., 2011. Chemical constituents and their bioactivities of "Tongling white ginger" (*Zingiber officinale*). Agricultural and Food Chemistry, 5, 11690-11695.
24. Gholipour Kanani, H., Nobahar, Z., Kakoolaki, Sh., Jafarian, H., 2014. Effect of ginger- and garlic supplemented diet on
۹. نظری، ر.، سجادی، م.، فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۶. تاثیر سطوح مختلف کورکومین بر عملکرد رشد و شاخص های بیوشیمیایی ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*). نشریه علوم آبرزی پروری، ۷(۱۲)، ۱-۱۱.
۱۰. واحدی، ف.، صفری، ر.، شعبانی، ع.، حسینی فر، ح.، کلنگی میاندره، ح.، ۱۳۹۷. اثرات به کارگیری عصاره هیدروالکلی آنغوزه در جیره بر بیان ژن های مرتبط با دفاع آنتی اکسیدانی و رشد در ماهی گورخری (*Danio rerio*). نشریه توسعه آبرزی پروری، ۱۲(۱)، ۸۹-۹۷.
11. Agarwa, M., Walia, S., Dhingra, S., Khambay, B.P.S. 2001. Insect growth inhibition, antifeedant and antifungal activity of compounds isolated/derived from *Zingiber officinale* roscoe (ginger) rhizomes. Pest Management Science, 57: 289-300.
12. Behera, T., Swain, P., Sahoo, S.K., Mohapatra, D., Das, B.K., 2011. Immunostimulatory effects of curcumin in fish (*Labeo rohita*). Indian Journal of Natural Products and Resources. 2, 184-188.
13. Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72, 248-254.
14. Burtis, C.A., Ashwood, E.R., Burns, D.E. 2012. Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics. Elsevier Health Sciences. Philadelphia, USA. 2256 p.
15. Chang, Y.P., Liu, C.H., Wu, C.C., Chiang, C.M., Lian, J.L., Hsieh, S.L., 2012. Dietary administration of dietary curcumin supplementation on growth performance, and resistance to *Vibrio alginolyticus* in pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) juveniles. Fish and Shell fish Immunology, 32, 284-290.

- Current Microbiology and Applied Sciences, 6, 1230-1243.
32. Mahmoud, H.K., Al-Sagheer, A.A., Reda, F.M., Mahgoub, S.A., Ayyat, M.S., 2017. Dietary curcumin supplement influence on growth, immunity, antioxidant status, and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 475, 16-23.
 33. Manju, M., Akbarsha, M.A., Oommen, O.V., 2012. In vivo protective effect of dietary curcumin in fish (*Anabas testudineus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 38, 309-318.
 34. Mirzaei, H., Shakeri, A., Rashidi, B., Jalili, A., Banikazemi, Z., Sahebkar, A., 2017. Phytosomal curcumin: A review of pharmacokinetic, experimental and clinical studies. *Biomed Pharmacother*, 85, 102-112.
 35. Nicoll, R., Henein, M.Y., 2007. Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A hot remedy for cardiovascular disease?. *International Journal of Cardiology*, 131, 408-409.
 36. Nya, E.J., Austin, B., 2009. Use of dietary ginger, (*Zingiber officinale*) Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophilla* infections in rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*) (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 32, 971-977.
 37. Otunola, G.A., Oloyede, O.B., Oladiji, A.T., Afolayan, A.J., 2010. Comparative analysis of the chemical composition of three spices – *Allium sativum* L. *Zingiber officinale* Rosc. and *Capsicum frutescens* L. commonly consumed in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 9(41), 6927–6931.
 38. Platel, K., Srinivasan, K., 2004. Digestive stimulant action of spices: A myth or reality?, *Indian Journal of Medical Research*. Vol. 119, pp :167-179.
 39. Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172: 63-92.
 40. Sang, S., Hong, J., Wu, H., Liu, J., Yang, C.S., Pan, M.H., Badmev, V., HO, C.H.T., 2009. Increased growth inhibitory effects on human cancer cells and antiinflammatory potency of shogaols from (*Zingiber officinale*) relative to gingerols . growth performance, some hematological parameters and immune responses in juvenile *Huso huso*. *Journal of Fish Physiol Biochem*. 40, 481–490.
 25. Grzanna, R., Lindmark, L., Frondoza, C.G., 2005. Ginger—anherbal medicinal product with broad anti inflammatory actions. *Journal Medicinal of Food*, 8, 125-130.
 26. Grzanna, R., Lindmark. L., Frondoza, C., 2005. Ginger-an herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. *Journal of Medical food*, 8(2), 125-132.
 27. Haghighi, M., Rohani, M.S., 2013. The effects of powdered ginger (*Zingiber officinale*) on the haematological and immunological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Jornal of Medicinal Plant and Herbal Therapy Research*, 1, 8-12.
 28. Harikrishnan, R., Nisha, M.R., Balasundaram C., 2003. Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophilainfection*. *Aquaculture*, 221, 41-50.
 29. Jagetia, G.C., Baliga, M.S., Venkatesh, P., Ulloor, J.N. 2003. Influence of ginger rhizome (*Zingiber officinale* Rosc) on survival, glutathione and lipid peroxidation in mice after whole body exposure to gamma radiation. *Radiation Research*, 160, 84-592.
 30. Jiang, J., Wu, X.Y., Zhou, X.Q., Feng, L., Liu, Y., Jiang, W.D., and Zhao, Y., 2016. Effects of dietary curcumin supplementation on growth performance, intestinal digestive enzyme activities and antioxidant capacity of crucian carp *Carassius auratus*. *Aquaculture*. 463, 174-180.
 31. Leya, T., Raman, R.P., Srivastava, P.P., Kumar K., Ahmad I., Gora A.H., Poojary N., Kumar, S., Dar, S.A., 2017. Effects of curcumin supplemented diet on growth and non-specific immune parameters of *Cirrhinus mrigala* against *Edwardsiella tarda* Infection. *International Journal of*

- Journal of Agricultural and Chemistry, 57, 10645-10650.
41. Sodamola, M.O., Jimoh W.A., Adejola Y.A., Akinbola D.D., Olanrewaju A., Apiakason E., 2016. Effect of turmeric (*Curcuma longa*) root powder (TRP) on the growth performance, hematology and serum biochemistry of African catfish (*Clarias gariepinus*). Academia Journal of Agricultural Research, 4, 597-593.
 42. Swain, P.S., Dash, P.K., Sahoo, P., Routray, S.K., Sahoo S.D., Gupta P.K., Meher N., 2006. Nonspecific immune parameters of brood Indian major carp *Labeo rohita* and their seasonal variations. Fish and Shellfish Immunology, 22, 38-43.
 43. Talpur, A.D., Ikhwanuddin, M., Ambok Bolong, A., 2013. Nutritional effects on ginger *Zingiber officinal* Roscoe on immune response of Asian sea bass *Lates calcarifer* and disease resistance against *Vibrio harveyi*. Aquaculture, 400-401, 46-52.
 44. Tomas, L., 1998. Clinical Laboratory Diagnostics, 1 st ed. Frankfurt: TH-Books Verlagsgesellschaft, 1526 p.
 45. Vasala, P.A., 2012. Ginger. In: Peter K.V. (Eds.) Handbook of herbs and spices. Woodhead Publishing Limited, India. Pp, 319-335.
 46. Venkataramalingam, K., Godwin, C.J., Citarasu, T., 2007. Zingiber officinalis, an herbal appetizer in the tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius) larviculture. Aquaculture Nutrition, 13, 439-443.
 47. Zhongze, H., Jiufeng, Y., Zhijing, T., 2003. Effect of curcumin on the growth and activity of digestive enzyme in grass carps (*Ctenopharyngodon idella*). Cereal and Feed Industry, 51, 75-81.