تاثیر سطوح مختلف کورکومین بر عملکرد رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی ماهی اسکار *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831)

راضیه نظری[1]، میرمسعود سجادی[1]، بهرام فلاحتکار[*1،2]

[1]گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.

[2]گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

*نویسنده مسئول: falahatkar@guilan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۹

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تاثیر سطوح مختلف کورکومین بر عملکرد رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی ماهی اسکار بود. برای این منظور ۱۵۰ قطعه ماهی اسکار با میانگین وزن اولیه ۵/۱۹±۰/۰۱ گرم و طول متوسط ۶/۳۲±۰/۰۶ سانتی‌متر به‌طور تصادفی به ۵ گروه تقسیم بندی شدند. ماهیان با جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف کورکومین شامل صفر (C_0)، ۵ (C_5)، ۱۰ (C_{10})، ۱۵ (C_{15}) و ۲۰ (C_{20}) گرم کورکومین در کیلوگرم جیره غذایی به‌مدت ۵۶ روز تغذیه شدند. زیست‌سنجی ماهیان هر دو هفته یک‌بار انجام گرفت. تفاوت معنی‌دار در نتایج رشد، در هفته آخر بیومتری دیده شد. بیشترین وزن نهایی، طول نهایی، وزن کسب شده، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد روزانه، نرخ رشد ویژه و کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار C_5 مشاهده شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). تفاوت معنی‌داری در فاکتور وضعیت بین تیمار شاهد و سایر تیمارها حاصل نشد ($P>۰/۰۵$). کمترین میزان گلوکز و کلسترول در تیمار C_{15} و کمترین میزان تری‌گلیسرید نیز در تیمار C_5 مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). در کل دوره پرورش تلفاتی مشاهده نشد و درصد بقا ۱۰۰ درصد بود. نتایج نشان دهنده تاثیرات مثبت کورکومین بر شاخص های رشد و برخی شاخص های بیوشیمیایی در ماهی اسکار بوده است.

واژگان کلیدی: رشد، بیوشیمیایی پلاسما، کورکومین، ماهی اسکار.

مقدمه

اهمیت اقتصادی ماهیان زینتی کمتر از ماهیان خوراکی نیست، به‌طوری‌که امروزه پرورش این ماهیان تبدیل به تجارتی منحصر به‌فرد در مقایسه با سایر عرصه‌های تجاری در صنعت آبزی‌پروری شده است و از این جهت انجام پروژه‌های تحقیقاتی در این زمینه بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در کنار فاکتورهای ارتقا دهنده رشد، رفاه و سلامت ماهیان پرورشی به یک نگرانی عمومی در حال توسعه تبدیل شده است، تا جایی که امروزه یکی از جنبه‌های مهم در توسعه آبزی‌پروری، توجه به سلامت و رفاه جانوران پرورشی می‌باشد (Gosh *et al.*, 2008). بنابراین امروزه محققین در پی یافتن مسیرهایی جهت بهبود شرایط فیزیولوژیک، رشد بهتر و عملکرد بالای سیستم ایمنی آبزیان هستند. بخشی از پروژه‌های تحقیقاتی که در این خصوص به اجرا در می‌آیند، بر بهبود بازده رشد و کارآیی جیره مصرفی تاکید دارند (Javed *et al.*, 2009). به همین جهت، مطالعه بر روی فاکتورهایی از قبیل رشد، بقا و نیز راه‌های افزایش مقاومت ماهیان امری مهم می‌باشد. از طرفی، تغذیه یک جنبه مهم در آبزی‌پروری می‌باشد. از آن‌جایی که تغذیه بخش زیادی از هزینه‌های پرورش را به خود اختصاص می‌دهد، پرورش‌دهندگان باید توجه خاصی به آن داشته باشند (Harikrishan *et al.*, 2011). امروزه جهت برآورده کردن این نیازها، از افزودنی‌ها و ترکیبات گیاهی در جیره آبزیان استفاده می‌کنند به طوری که اخیرا استفاده از این ترکیبات به‌طور وسیعی در حال گسترش می‌باشد و تحقیقات مختلفی بر روی پتانسیل به‌کارگیری این مواد انجام شده است (فرهنگی و همکاران، ۱۳۹۲; Bureau *et al.*, 2006; Cui *et al.*, 2013). در بین افزودنی‌ها و ترکیبات غذایی، گیاه زردچوبه به‌سبب ویژگی‌های منحصر به فردش در سراسر جهان به‌عنوان یک ماده کارآمد شناخته شده است. گیاه زردچوبه از خانواده زنجبیل Zingiberacea با نام علمی (*Curcuma longa*) و با نام انگلیسی Turmeric شناخته می‌شود. این گیاه

به صورت سنتی در صنایع غذایی و دارویی کاربردهای فراوانی دارد. خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی، ضدتورم و ضدسرطان ریزوم زردچوبه به اثبات رسیده است (عشقی و همکاران، ۱۳۹۲). ریزوم زردچوبه حاوی سه آنالوگ مهم شامل کورکومین، دمتوکسی کورکومین و بیس دمتوکسی کورکومین می‌باشد که در مجموع کورکومینوئیدها نامیده می‌شوند. کورکومین تجاری استخراج شده از ریزوم زردچوبه دارای ۵۵ درصد کورکومین، ۱۵ درصد دمتوکسی کورکومین و ۳ درصد بیس دمتوکسی کورکومین می‌باشد (Zhang *et al.*, 2008). خواص ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی گیاه زردچوبه به‌دلیل کورکومین موجود در آن می‌باشد (پزشک و همکاران، ۱۳۹۱). در تحقیقات اخیر استفاده از کورکومین در جیره غذایی آبزیان مورد توجه قرار گرفته است به طوری که در مطالعه Jiang و همکاران (۲۰۱۶) استفاده از ۵ گرم کورکومین در جیره غذایی ماهی طلایی (*Carassius auratus*) باعث بهبود عملکرد رشد در این ماهی شده است. همچنین در مطالعه Cui و همکاران (۲۰۱۳) به کار بردن کورکومین در جیره غذایی ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) باعث بهبود عملکرد رشد و شاخص های بیوشیمیایی پلاسما در ماهی مذکور شده است. یکی از راهکارهای بسیار مناسب جهت بررسی اثربخشی ماده مورد استفاده در جیره غذایی آبزیان، مطالعه بر روی شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما می‌باشد، زیرا خون شاخص مهمی برای بررسی وضعیت فیزیولوژیک و کنترل سلامت موجودات زنده می‌باشد (Marking and Meyer, 1985). از طرفی تغییرات ایجاد شده در شاخص‌های خونی می‌تواند تحت تاثیر عوامل محیطی باشد (Deng *et al.*, 2006). به همین جهت تغییرات عمده‌ای در ترکیب خون ماهی، در واکنش به شرایط تغذیه‌ای و محیطی صورت می‌گیرد مانند نوسان‌هایی که در مقادیر گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید، پروتئین و دیگر اجزای خون ایجاد می‌شود. در نتیجه آنالیز شاخص‌های خون در ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک ماهی بسیار موثر می‌باشد (Kumar *et al.*, 2006).

سیچلاید ماهیان شامل ۴۰۰ گونه مختلف بوده و یکی از خانواده‌های بسیار معروف در بین ماهیان تزئینی می‌باشند. همچنین ماهیان این خانواده به واسطه تنوع رنگی موجود در ساختار بدنی خود در بین زیست‌شناسان بسیار مورد توجه می‌باشند (Maan and Sefc, 2013). یکی از پرطرفدارترین ماهیان این خانواده، ماهی اسکار با نام علمی *Astronotus ocellatus* می‌باشد که در کشور ما نیز از مهم‌ترین و پرفروش‌ترین ماهیان آکواریومی محسوب می‌شود. ماهی اسکار به‌واسطه زیبایی ظاهری و همچنین رفتار اجتماعی، گویی که دارای شخصیت و هوش می‌باشد، در بین طرفداران جایگاه ویژه‌ای دارد (Alishahi *et al.*, 2014).

مطالعات متفاوتی در خصوص بررسی اثرات موجود در گیاه زردچوبه بر عملکرد رشد و شاخص-های فیزیولوژیک آبزیان انجام شده است. اما تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با اثرات کورکومین در جیره غذایی ماهی اسکار صورت نگرفته است. بنابراین در مطالعه حاضر، از کورکومین به‌عنوان افزودنی گیاهی و طبیعی در جیره غذایی استفاده شد و شاخص‌های رشد، تغذیه و برخی پارامترهای بیوشیمیایی از قبیل گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید مورد سنجش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

شرایط آزمایش: مطالعه حاضر به‌مدت ۸ هفته در کارگاه تکثیر و پرورش آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان بر روی ماهی اسکار انجام گرفت. ماهیان از شرکت ایران آکواریوم (تبریز، ایران) خریداری و به کارگاه تکثیر و پرورش آبزیان منتقل شدند. ماهیان پس از دو هفته سازش‌دهی با شرایط کارگاه، از نظر سلامتی و وضع ظاهری بررسی شدند. سپس ماهیان با میانگین وزنی ۰/۰۱±۵/۱۹ گرم و میانگین طولی متوسط ۰/۰۶±۶/۳۲ سانتی‌متر به‌صورت تصادفی در ۱۵ تانک به ابعاد ۲۰×۵۰×۸۰ سانتی‌متری با حجم آبگیری ۶۴ لیتر توزیع شدند (۱۰ قطعه ماهی در هر تانک). نحوه چینش تانک‌ها به صورت بلوک‌بندی و انتخاب تانک‌ها برای تکرارهای مربوط به هر تیمار به‌صورت تصادفی و براساس قرعه‌کشی انجام شد. به‌منظور خروج فضولات و مواد زاید، آب تانک‌ها هر روز غروب پس از آخرین وعده غذایی سیفون گردیده و تا ۲۵ درصد تعویض می‌شد.

روشنایی کارگاه نیز به‌وسیله لامپ‌های فلوئورسنت 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 گردید. اکسیژن رسانی از طریق پمپ مرکزی به‌طور یکسان در هر ۱۵ تانک صورت گرفت. دمای آب به‌وسیله بخاری برقی ۳۰۰ واتی ترموستات‌دار (ماهیران، تهران، ایران) در هر تانک تنظیم می‌شد. به‌منظور اندازه‌گیری دمای آب از دماسنج جیوه‌ای استفاده شد. میانگین دمای تانک‌ها در طول دوره پرورش ۱/۶±۲۸ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین اکسیژن محلول و pH به‌ترتیب ۰/۵۸±۶/۸۷ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۵۲±۷/۵ بود. به منظور انجام آزمایش حاضر، پنج تیمار با سه تکرار در نظر گرفته شد. با توجه به مطالعات گذشته و اثر پذیری مقادیر به کار گرفته شده، میزان کورکومین در نظر گرفته شده در مطالعه حاضر، در سطوح صفر (C_0)، ۵ (C_5)، ۱۰ (C_{10})، ۱۵ (C_{15}) و ۲۰ (C_{20}) گرم به هر کیلوگرم جیره غذایی اضافه شد (Mukherjee *et al*., 2009; Jiang *et al*., 2016; Sodamola *et al*., 2016). غذادهی در حد سیری در سه نوبت (ساعات ۹:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۱۹:۰۰) با جیره‌های آماده شده صورت می‌گرفت. در مطالعه حاضر از جیره غذایی (پروتئین ۵۲ درصد، چربی ۱۲/۵ درصد، فیبر خام ۱/۵ درصد، انرژی قابل هضم ۴۳۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم و فسفر قابل جذب ۱٪) شرکت ۲۱ بیضاء (شیراز، ایران) با اندازه ۱/۸-۱/۲ میلی‌متر استفاده شد. همچنین کورکومین از شرکت دارویی دینه (قزوین، ایران) تهیه شد. سپس جهت آماده‌سازی جیره غذایی، ابتدا کورکومین در اتانول ۹۶ درصد حل شد (۱۰ میلی‌لیتر به ازای هر ۵ گرم کورکومین) سپس بر سطح پلت‌های غذایی و صرفاً الکل بر روی گروه شاهد اسپری شد و در نهایت به مدت ۲۴ ساعت در معرض هوای اتاق قرار گرفت تا اتانول اضافه شده به‌طور کامل بخار شود (بیک زاده و همکاران، ۱۳۹۴).

محاسبه شاخص‌های رشد: به‌منظور سنجش روند تغییرات وزنی و شاخص‌های رشد و به‌صورت منظم و هر دو هفته یک‌بار زیست‌سنجی صورت گرفت. برای جلوگیری از وارد شدن استرس به ماهیان، ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی غذادهی قطع می‌شد. جهت بیهوشی ماهیان برای انجام زیست‌سنجی از ppm ۲۰۰ پودر گل میخک استفاده شد. اندازه‌گیری طول و وزن به‌ترتیب به وسیله خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم انجام گرفت. شاخص‌های رشد با استفاده از فرمول‌های زیر مورد محاسبه قرار گرفت (Falahatkar *et al*., 2006):

وزن کسب‌شده (g) = وزن نهایی - وزن اولیه

فاکتور وضعیت = وزن نهایی / (طول کل نهایی)^3 × ۱۰۰

نرخ رشد روزانه (g/day) = (میانگین وزن اولیه - میانگین وزن نهایی) / تعداد روزهای آزمایش

نرخ رشد ویژه (%/day) = (لگاریتم وزن اولیه - لگاریتم وزن نهایی) / طول دوره پرورشی × ۱۰۰

درصد افزایش وزن بدن= (میانگین وزن اولیه - میانگین وزن نهایی) / میانگین وزن اولیه× ۱۰۰

درصد بقا = (تعداد ماهیان در پایان آزمایش / تعداد ماهیان در آغاز آزمایش) × ۱۰۰

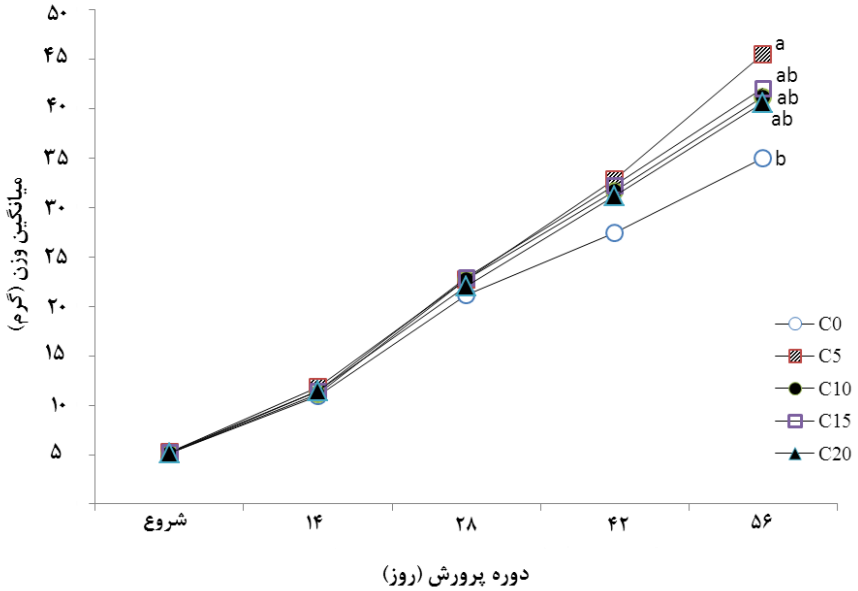
نمونه‌گیری و اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی: در پایان آزمایش از هر تیمار ۶ ماهی (از هر تکرار ۲ قطعه) انتخاب شدند و خون‌گیری از آن‌ها به‌عمل آمد. به‌دلیل حجم کم، خون گرفته شده از هر ۲ ماهی با هم ترکیب شد. خون‌گیری به‌وسیله سرنگ ۲ میلی-لیتری هپارینه از ورید ساقه دمی ماهیان انجام شد. نمونه‌ها به لوله‌های آزمایش تخلیه شدند و جداسازی پلاسما پس از ۱۰ دقیقه با دور g ۱۲۱۰ انجام شد. نمونه‌های پلاسما پس از جداسازی توسط سمپلر به ویال‌های ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل شدند و تا زمان انجام آزمایشات در فریزر در دمای ۸۰- درجه سانتی-گراد ذخیره سازی شدند. جهت تعیین گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید پلاسما از کیت اختصاصی (Pars Azmoun, Karaj, Iran) و دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico, New Jersey, USA) استفاده شد، به این ترتیب که نمونه‌های پلاسما پس از حل شدن در محلول کیت با غلظت ۱۰ میکرولیتر در میلی‌لیتر داخل کووت، به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند تا واکنش مورد نیاز بین گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید موجود در پلاسما با آنزیم اختصاصی موجود در کیت مخصوص هر پارامتر انجام شود. این مقادیر از طریق روش فتومتریک و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۶ نانومتر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Burtis *et al*., 2012).

تحلیل آماری: داده‌های حاصل از مطالعه حاضر با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Version 21, IBM, Armonk, NY, USA) مورد 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 یک‌طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها، آزمون Duncan مورد استفاده قرار گرفت. آنالیزها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

نتایج

شاخص‌های رشد: روند افزایش وزن بچه ماهیان اسکار تغذیه شده با سطوح مختلف کورکومین طی ۸ هفته غذادهی در شکل ۱ نشان داده شده است. به طوری‌که در هفته هشتم، افزایش وزن در تیمار C_5 نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری حاصل شد ($P<0/05$). نتایج به دست آمده حاصل از بررسی شاخص‌های رشد طی ۸ هفته غذادهی (جدول ۱) نشان داد که استفاده از سطوح مختلف کورکومین در جیره غذایی ماهی اسکار باعث بهبود عملکرد رشد و شاخص‌های رشد شده است. تیمار C_5 با ۴۵/۵۱±۳/۷۱ گرم وزن نهایی بهترین عملکرد رشد و تیمار شاهد با ۳۵/۰۲±۳/۳۴ گرم کمترین وزن نهایی را به‌خود اختصاص دادند ($P<0/05$) از لحاظ طول نهایی در تیمارهای C_5 و شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P<0/05$). بین تیمارهای C_5 و شاهد از لحاظ وزن کسب‌شده تفاوت معنی‌داری حاصل شد ($P<0/05$)، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین وزن کسب‌شده به ترتیب در تیمارهای C_5 به‌میزان ۴۰/۳۰±۲/۵۶ گرم و شاهد به مقدار ۲۹/۸۳±۰/۵۵ گرم مشاهده شد. فاکتور وضعیت بین تیمارهای تغذیه شده با کورکومین و تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت ($P>0/05$). بیشترین میزان نرخ رشد ویژه در تیمار C_5 و کمترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده شد. از لحاظ ضریب تبدیل غذایی بین تیمار شاهد و C_5 تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P<0/05$)، به‌طوری‌که کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار C_5 و بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد. در کل دوره پرورش تلفاتی مشاهده نشد و درصد بقا ۱۰۰ درصد بود.

شاخص‌های بیوشیمیایی: نتایج ارزیابی شاخص های بیوشیمیایی نشان داد فاکتور کلوگز پلاسما در



شکل ۱ - روند افزایش وزن بچه ماهیان اسکار (*Astronotus ocellatus*) تغذیه شده با سطوح مختلف کورکومین پس از ۸ هفته غذادهی (میانگین ± خطای استاندارد). وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ردیف بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار است. C_0: تیمار شاهد، C_5: تیمار حاوی ۵ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، C_{10}: تیمار حاوی ۱۰ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، C_{15}: تیمار حاوی ۱۵ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، C_{20}: تیمار حاوی ۲۰ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره.

جدول ۱- عملکرد رشد بچه ماهیان اسکار (*Astronotus ocellatus*) تغذیه شده با سطوح مختلف کورکومین طی ۸ هفته غذادهی (میانگین ± خطای استاندارد).

	سطوح کورکومین جیره (گرم در کیلوگرم)				
فاکتورهای رشد	C_0	C_5	C_{10}	C_{15}	C_{20}
وزن اولیه (g)	۵/۱۹ ± ۰/۰۱	۵/۲۵ ± ۰/۰۶	۵/۱۹ ± ۰/۰۱	۵/۲۳ ± ۰/۰۸	۵/۱۸ ± ۰/۰۱
وزن نهایی (g)	۳۵/۰۲ ± ۰/۵۵^{b}	۴۵/۵۱ ± ۲/۵۸^{a}	۴۱/۲ ± ۰/۸۵^{ab}	۴۲/۰۱ ± ۴/۰۴^{ab}	۴۰/۵۶ ± ۱/۵۲^{ab}
طول کل اولیه (cm)	۶/۳۲ ± ۰/۰۶	۶/۴۰ ± ۰/۰۹	۶/۲۵ ± ۰/۱۳	۶/۳۷ ± ۰/۰۹	۶/۳۷ ± ۰/۱۱
طول نهایی (cm)	۱۱/۸۴ ± ۰/۴۸^{b}	۱۳/۲۶ ± ۰/۰۹^{a}	۱۲/۲۴ ± ۰/۳۸^{ab}	۱۲/۵۱ ± ۰/۲۱^{ab}	۱۲/۴۲ ± ۰/۱۷^{ab}
وزن کسب‌شده (g)	۲۹/۸۳ ± ۰/۵۵^{b}	۴۰/۳۰ ± ۲/۵۶^{a}	۳۶/۰۱ ± ۰/۸۵^{ab}	۳۶/۷۴ ± ۴/۰۲^{ab}	۳۵/۳۸ ± ۱/۵۱^{ab}
افزایش وزن بدن (%)	۵۷۴/۷۵ ± ۱/۰۵^{b}	۷۷۲/۶۸ ± ۴/۵^{a}	۶۹۳/۸۲ ± ۱/۶^{ab}	۶۹۶/۵۴ ± ۶/۴^{ab}	۶۸۲/۵۱ ± ۲/۸^{ab}
فاکتور وضعیت	۲/۱۵ ± ۰/۳۱	۱/۹۴ ± ۰/۰۹	۲/۲۷ ± ۰/۲۳	۲/۱۲ ± ۰/۰۹	۲/۱۱ ± ۰/۰۳
نرخ رشد روزانه (g/day)	۰/۵۲ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۷۱ ± ۰/۰۴^{a}	۰/۶۴ ± ۰/۰۱^{ab}	۰/۶۵ ± ۰/۰۷^{ab}	۰/۶۳ ± ۰/۰۲^{ab}
نرخ رشد ویژه (%/day)	۳/۱۴ ± ۰/۲^{b}	۳/۸۶ ± ۰/۱۳^{a}	۳/۶۹ ± ۰/۲۸^{ab}	۳/۶۸ ± ۰/۲۹^{ab}	۳/۶۶ ± ۰/۱^{ab}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۱۰ ± ۰/۱۴^{a}	۰/۷ ± ۰/۰۸^{b}	۰/۹۶ ± ۰/۱۷^{ab}	۰/۸۰ ± ۰/۱۵^{ab}	۰/۷۳ ± ۰/۱۰^{ab}
درصد بقا	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ردیف بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار است. C_0: تیمار شاهد، C_5: تیمار حاوی ۵ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، C_{10}: تیمار حاوی ۱۰ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، C_{15}: تیمار حاوی ۱۵ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، C_{20}: تیمار حاوی ۲۰ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره.

جدول ۲- مقایسه شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما خون ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) طی ۸ هفته تغذیه با سطوح مختلف کورکومین (n=۲؛ میانگین ± خطای استاندارد).

	سطوح کورکومین جیره (گرم در کیلوگرم)				
شاخص‌های بیوشیمیایی	C_0	C_5	C_{10}	C_{15}	C_{20}
گلوکز (mg/dL)	۸۹/۶۶ ± ۳/۵۳^{a}	۸۴/۴۷ ± ۳/۹۰^{ab}	۸۱/۰۴ ± ۷/۴^{b}	۶۶/۰۸ ± ۰/۴^{c}	۷۸/۷۱ ± ۴/۴۱^{bc}
کلسترول (mg/dL)	۱۴۵/۷۹ ± ۷/۴^{a}	۱۳۲/۷۳ ± ۱/۶۰^{b}	۱۲۹/۹۰ ± ۳/۷۴^{b}	۱۲۸/۶۲ ± ۰/۸^{b}	۱۳۳/۵۳ ± ۹/۹۲^{b}
تری‌گلیسرید (mg/dL)	۱۰۳/۲۰ ± ۳/۰۰^{a}	۶۶/۶۶ ± ۴/۲۲^{b}	۸۲/۲۹ ± ۰/۹^{b}	۷۹/۶۵ ± ۸/۵۰^{b}	۱۰۰/۳۸ ± ۵/۵۳^{a}

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ردیف بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار است. C_0: تیمار شاهد، C_5: تیمار حاوی ۵ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، C_{10}: تیمار حاوی ۱۰ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، C_{15}: تیمار حاوی ۱۵ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، C_{20}: تیمار حاوی ۲۰ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره.

ماهی اسکار در طی ۵۶ روز غذادهی با جیره‌های حاوی سطوح مختلف کورکومین تغییر کرد به‌طوری‌که کمترین میزان گلوکز در تیمار C_{15} (۶۶/۸۸±۰/۴ mg/dL) حاصل شد و بین این تیمار با تیمارهای C_0، C_5 و C_{10} تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده شد (جدول ۲). سطح کلسترول پلاسما در اسکار ماهیان با تغذیه از سطوح مختلف کورکومین دارای تغییراتی بوده است، به‌طوری‌که با افزایش میزان کورکومین در جیره غذایی ماهی، سطح کلسترول نیز کاهش یافته است. بیشترین میزان کلسترول در تیمار شاهد (۱۴۵/۷۹±۷/۴ mg/dL) و کمترین سطح آن در تیمار C_{15} (۱۳۳/۵۳±۹/۹۲ mg/dL) مشاهده شد، اما بین تیمارهای دارای کورکومین تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). کم‌ترین میزان تری گلیسرید نیز در تیمار C_5 مشاهده شد ($P<۰/۰۵$).

بحث

در مطالعه حاضر تیمار C_5 بهترین عملکرد رشد از نظر وزن کسب شده، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی را در بین ماهیانی که با کورکومین تغذیه کرده بودند، نشان داد. بهبود عملکرد رشد در مطالعه حاضر در مطابقت با تحقیقات گذشته بر روی ماهی آمور (Zhongze *et al.*, 2003)، تیلاپیا (Immanuel *et al.*, 2009)، کپور هندی (Basha *et al.*, 2013) می‌باشد. همچنین Mukherjee و همکاران (۲۰۰۹)، Lawhavinit و همکاران (۲۰۱۱) و Manju و همکاران (۲۰۱۲) به تاثیرات مثبت کورکومین در بهبود و افزایش شاخص-های رشد آبزیان اشاره کردند. در راستای مطالعه

حاضر، (Leya *et al.*, 2017) از کورکومین در جیره غذایی کپور مریگال (*Cirrhinus mrigala*) استفاده کردند. ماهیان در ۵ سطح مختلف کورکومین (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) به‌مدت 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 که از لحاظ اثربخشی کورکومین در بهبود شاخص‌های رشد با مطالعه حاضر مطابقت دارد. دلیل احتمالی آن را می‌توان به ساختار منحصر به‌فرد گیاه زردچوبه و ماده موثر آن کورکومین نسبت داد که می‌توانند باعث بهبود عملکرد دستگاه گوارش و در نهایت جذب بهتر و بیشتر موادمغذی شوند (Jiang *et al.*, 2016). Mahmoud و همکاران (۲۰۱۷) از کورکومین در جیره غذایی ماهی تیلاپیا استفاده کردند. بیشترین وزن نهایی، نرخ رشد روزانه و نرخ رشد ویژه در تیمار حاوی ۵۰ میلی‌گرم 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 یافته‌های حاضر، Sodamola و همکاران (۲۰۱۶) از گیاه زردچوبه به عنوان افزودنی گیاهی در جیره غذایی گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) استفاده کردند. ماهیان تغذیه شده با ۷/۵ درصد زردچوبه بالاترین وزن کسب‌شده، میزان غذای مصرفی و همچنین کمترین ضریب تبدیل غذایی را نشان دادند. از طرفی نتایج حاصل از تحقیق حاضر با مطالعه Jiang و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد. در تحقیق مذکور ماهی طلایی در سه تیمار صفر، ۱ و ۵ گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره، به مدت ۱۰۵ روز تغذیه شدند و میزان ۵ گرم کورکومین در جیره غذایی ماهیان، باعث افزایش معنی‌داری در وزن نهایی کسب‌شده و نرخ رشد ویژه شد، به‌علاوه بیشترین کارآیی غذا در همین تیمار مشاهده شد. گزارش‌ها نشان داده است که کورکومین می‌تواند توانایی فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز روده، گاماگلوتامیل ترانس پپتیداز و کراتین کیناز را بالا ببرد. این آنزیم‌ها در قسمت ابتدایی روده قرار گرفته‌اند و به تجزیه و جذب بهتر کمک می‌کنند. بنابراین کورکومین احتمالاً می‌تواند تا حد زیادی باعث افزایش جذب بهتر مواد مغذی شود و در نهایت افزایش رشد آبزی را در پی داشته باشد. در مطالعه‌ای دیگر محققان از شش رژیم غذایی فرموله شده با سطوح مختلف کورکومین در جیره غذایی ماهی سیم (*Megalobrama amblycephala*) استفاده کردند (Xia *et al.*, 2015). میزان بهینه مصرف کورکومین در این ماهی ۶۰ میلی‌گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره غذایی پیشنهاد شد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد. تفاوت در میزان اثربخشی افزودنی استفاده شده در تحقیق مذکور می‌تواند به عوامل مختلفی از جمله نوع گونه و یا شرایط آزمایش بستگی داشته باشد. با این‌حال مطابق با مطالعه حاضر، کورکومین باعث افزایش معنی‌دار در نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردید. همچنین فاکتور وضعیت به مانند تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. گاهی مقدار بیش از حد کورکومین ممکن است تعادل جمعیت باکتری‌های مفید روده را برهم زند و یا به‌دلیل وجود برخی ضدمغذی‌ها در ساختار زردچوبه، بر دلپذیری و خوش‌خوراکی جیره غذایی تاثیر بگذارد (Xie *et al.*, 2008). در مطالعه حاضر با اینکه در تیمار C_{20} کاهش رشد نسبت به تیمار C_{15} مشاهده شد ولی با این حال، نسبت به گروه شاهد، افزایش رشد حاصل شد. بنابراین احتمالاً مقادیر کورکومین استفاده شده در جیره غذایی ماهیان اسکار به میزانی نبوده است تا در عدم خوش‌خوراکی جیره تاثیر داشته باشد. در واقع به‌نظر می‌رسد به‌دلیل وجود مواد ضدمغذی در ساختار و ترکیب گیاه زردچوبه، علی‌رغم اثرات مثبت کورکومین، با افزایش میزان آن نتایج به‌صورت خطی دیده نمی‌شود. از طرفی به‌نظر می‌رسد کورکومین عملکرد دستگاه گوارش را بهبود بخشیده است و فعالیت آنزیم‌های گوارشی را افزایش داده و باعث بهبود شاخص های رشد در اسکار ماهیان تغذیه شده با کورکومین شده است. Cui و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تاثیر جیره‌های غذایی حاوی کورکومین بر عملکرد رشد و پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی تیلاپیا پرداختند. محققین بیان کردند استفاده از کورکومین همانند مطالعه حاضر، باعث بهبود عملکرد رشد در این ماهی می‌شود. بهترین عملکرد رشد از نظر افزایش وزن نهایی، نرخ رشد

ویژه، درصد افزایش وزن بدن و بالاترین کارآیی غذا در ماهیانی که با ۱۵۰ میلی‌گرم کورکومین در هر کیلوگرم جیره تغذیه شده بودند، مشاهده شد. دلیل احتمالی این افزایش را می‌توان به کورکومین نسبت داد که محتوای پروتئین روده و هپاتوپانکراس را به واسطه افزایش آنزیم‌های هضمی از قبیل لیپاز، کیموتریپسین و آمیلاز توسعه و افزایش می‌دهد. از این رو قابلیت جذب پروتئین در روده بالا می‌رود. آنزیم‌های گوارشی نقش کلیدی در هضم مواد مغذی ایجاد می‌کنند که فعالیت آن‌ها بیانگر ظرفیت گوارش می‌باشد و می‌تواند به‌طور مستقیم بر نرخ رشد ماهی تاثیرگذار باشد (Jiang *et al.*, 2016).

در مطالعه حاضر، کمترین میزان گلوکز و کلسترول پلاسما در تیمار C_{15} مشاهده شد، اما کمترین سطح تری‌گلیسرید در تیمار حاوی ۵ گرم کورکومین مشاهده شد که با نتایج حاصل از مطالعه خورشیدی و همکاران (۱۳۹۵) که به بررسی تاثیر سطوح مختلف کورکومین بر فاکتورهای بیوشیمیایی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پرداخته بودند، همسو بوده است. آن‌ها کمترین میزان گلوکز و کلسترول را در تیمار حاوی ۱/۵ گرم کورکومین مشاهده کردند. نتایج حاصل از مطالعه Fallah و Mirzaei (۲۰۱۶) با تحقیق حاضر همسو بوده است. آن‌ها بیان کردند کورکومین باعث کاهش تری-گلیسرید پلاسما می‌شود و دلیل احتمالی آن را نقش کورکومین در افزایش کاتابولیسم لیپید و کاهش رسوبات چربی اعلام کردند. این تاثیرگذاری به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی کورکومین، کنترل سطوح بعضی هورمون‌ها 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 گربه‌ماهی آفریقایی بررسی کردند. ماهیان به مدت ۸ هفته در پنج تیمار مختلف (صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد زردچوبه) تغذیه شدند. کمترین میزان کلسترول در تیمار دارای ۷/۵ درصد زردچوبه مشاهده شد. کاهش کلسترول همانند مطالعه حاضر بود اما میزان تری‌گلیسرید در مطالعه مذکور برخلاف تحقیق حاضر تغییری نداشت. در تایید یافته مطالعه حاضر، Fujiwara و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند کورکومین تولیدات گلوکز کبدی را کاهش می‌دهد. آن‌ها بیان کردند کورکومین می‌تواند از گلوکونئوژنز و گلیکوژنولیز کبدی از طریق سرکوب فعالیت‌های گلوکز ۶- فسفاتاز و فسفوآنول پیروات کربوکسی کیناز جلوگیری کند. باتوجه به خواص منحصر به‌فرد کورکومین در کاهش چربی و قند خون به‌نظر می‌رسد ماهیان اسکار نیز در مواجه با این خواص توانسته‌اند باعث کاهش ذخیره گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید در خون خود شوند. Yousef و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر کورکومین بر فاکتورهای بیوشیمیایی سرم موش‌های آلوده به سدیم آرسنیک را بررسی کردند. موش‌ها در چهار گروه شامل تیمار شاهد، ۱۵ میلی‌گرم کورکومین به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن، ۵ میلی‌گرم سدیم آرسنیک به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و سدیم آرسنیک به‌همراه کورکومین تیماربندی شدند. نتایج نشان داد سطح گلوکز، کلسترول و تری گلیسرید در تیمار دوم (دارای کورکومین) نسبت به سایر تیمارها کاهش پیدا کرد. کاهش سطح گلوکز در مطالعه حاضر با نتایج مطالعه Srinivasan (۲۰۰۵) مشابه می‌باشد. وی بیان کرد مصرف روزانه کورکومین نه تنها سطح قند خون را کاهش می‌دهد بلکه میزان انسولین لازم برای نوروگلیسمی را کاهش می‌دهد. مطابق با یافته‌های مطالعه حاضر، Pari و Amali (۲۰۰۵) نشان دادند استفاده از کورکومین در جیره غذایی موش‌ها می‌تواند باعث کاهش کلسترول کل و LDL و افزایش HDL و تری گلیسرید شود. در واقع کورکومین از سه طریق می‌تواند کلسترول پلاسما را کاهش دهد: (الف) مصرف کلسترول در دستگاه گوارش را مهار می‌کند، (ب) قادر است کلسترول- LDL را از طریق گیرنده‌های LDL، از خون خارج کند و (ج) می‌تواند فعالیت آنزیم‌های کاهش‌دهنده کلسترول به‌خصوص کلسترول-۷- هیدروکسیلاز را افزایش دهد (Peschel *et al.*, 2007). احتمالاً ماهیان اسکار تغذیه شده با کورکومین به‌خوبی توانسته‌اند کلسترول را از بافت‌های غیر کبدی خارج کنند و به کبد، جائی‌که کلسترول کاتابولیزه می‌شود، انتقال دهند. نتایج مطالعه Deshpande و همکاران (۱۹۹۷) با مطالعه حاضر همسو بوده است. این محققین اعلام کردند عصاره زردچوبه در درمان و حفظ سطح پائین کلسترول و تری گلیسرید پلاسما مفید است. به‌نظر

می‌رسد گیاه زردچوبه دارای اثر هیپوکلسترولمی می‌باشد به‌این ترتیب که باعث افزایش کلسترول دفعی در صفرا و افزایش چربی‌های مدفوع می‌شود این بدین معنی است که کورکومین سبب می‌شود کلسترول بیش از حد رژیم غذایی دفع شود. بنابراین، در مطالعه حاضر، کورکومین مورد استفاده، در مقایسه با ماهیانی که در جیره غذایی آن‌ها کورکومین وجود نداشت، سبب مهار تجمع کلسترول و تری‌گلیسرید اضافی و کاهش سطح آن‌ها در دستگاه گوارش شد. از آنجایی که همیشه بین فاکتورهای رشد و بیوشیمیایی خون رابطه مستقیم وجود ندارد، بنابراین در نتایج حاصل از اندازه گیری رشد و پارامترهای بیوشیمیایی تطابقی دیده نشد، چراکه فاکتورهای خونی تحت تاثیر عوامل مختلفی تغییر می‌کنند و در مطالعه حاضر نیز اثرگذاری کورکومین در موارد ذکرشده متفاوت بوده است.

به‌طور کلی با توجه به اهمیت ماهیان زینتی، به خصوص ماهی اسکار در بین آکواریوم داران و پرورش دهندگان، توجه به عواملی که باعث بهبود شرایط رشد و پارامترهای فیزیولوزیک در سیستم بدنی این گونه می‌شود، مورد حمایت قرار می‌گیرد. اما با توجه به این‌که کورکومین به‌عنوان ماده طبیعی و دارویی تاثیرات مثبتی را بر عملکرد رشد، تغذیه ای و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی داشته است، از این حیث می‌تواند در جیره غذایی این گونه مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

در پایان نگارندگان این مطالعه مراتب قدردانی و سپاس خود را از شرکت دارویی دینه، مسئولین محترم آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی صومعه‌سرا و دانشجویان گرامی نغمه جعفری، سکینه ابراهیمی، حامد عبدالله پور، عرفان اکبری نرگسی و سینا شجاعی به دلیل مساعدت و همکاری در مراحل انجام این تحقیق، صمیمانه ابراز می‌نمایند.

منابع

بیک‌زاده، آ.، ایمان‌پور، م.، تقی‌زاده، و. ۱۳۹۴. اثر بلندمدت کورتیزول خوراکی بر مقاومت به تنش شوری در بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله یافته‌های نوین در علوم زیستی، دوره ۲، شماره ۲، صفحات: ۱۱۲-۱۰۳.

پزشک، س.، رضایی، م.، راشدی، ح.، حسینی، ه. ۱۳۹۱. مطالعه اثر ضد باکتریایی و ضد اکسیداسیونی عصاره زردچوبه (*Curcuma longa*) در شرایط آزمایشگاهی بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۳۵، شماره ۹، صفحات: ۸۷-۷۷.

خورشیدی، ز.، مغانلو، ک.، ایمانی، ا.، بهروزی، ش. ۱۳۹۵. تاثیر 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: ۸-۱.

عشقی، ن.، خداپرست، م.، حسینی، ف.، بلوریان، ش. ۱۳۹۲. مقایسه کارآیی آنتی‌اکسیدانی کورکومین زردچوبه با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی در سیستم مدل غذایی (روغن سویا). مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، دوره ۵، شماره ۱، صفحات: ۲۳-۱۳.

فرهنگی، م.، احمدی، س.، رفیعی، غ.، قاعدنیا، ب.، تقوی، د. ۱۳۹۲. بررسی اثر سطوح مختلف رنگدانه آستازانتین در جیره غذایی بر شاخص‌های بیوشیمیایی و ایمنی غیراختصاصی میگوی جوان پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) در مواجهه با تنش کاهش شدید اکسیژن. مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۱۲، شماره ۲، صفحات: ۱۱۴-۱۰۳.

Alishahi M., Karamifar M., Mesbah M., Zarei M. 2014. Comparison of the effect of astaxanthin and (*Dunaliella salina*) algae on skin carotenoid, lipid peroxidation and coloration of (*Heros severus*). *Journal of Veterinary Research* 69, 95-102.

Basha K.A., Raman R.P., Prasad K.P., Kumar K., Nilavan E., Kumar S. 2013. Effect of dietary supplemented andrographolide on growth, non-specific immune parameters and resistance against *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* (Hamilton). *Fish and Shellfish Immunology* 35, 1433-1441.

Bureau D.P., Hua K., Cho C.Y. 2006. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growing from 150 to 600 g. *Aquaculture Research* 37, 1090-1098.

Burtis C.A., Ashwood E.R., Bruns D.E. 2012. Tietz textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics-e-book. Elsevier Health Sciences. 100 p.

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 Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 66, 986-996.

Deng J., Mai K., Ai Q., Zhang W., Wang X., Xu W., Liufu Z. 2006. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture* 258, 503-513.

Deshpande U.R., Gadre S.G., Raste A.S., Pillai D., Bhide S.V., Samuel A.M. 1998. Protective effect of turmeric (*Curcuma longa* L.) extract on carbon tetrachloride-induced liver damage in rats. *Indian Journal of Experimental Biology* 36, 573-577.

Falahatkar B., Soltani M., Abtahi B., Kalbassi M.R., Pourkazemi M. 2006. Effects of dietary vitamin C supplementation on performance, tissue chemical composition and alkaline phosphatase activity in Great sturgeon (*Huso huso*). *Journal of Applied Ichthyology* 22, 283-286.

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.

Fujiwara H., Hosokawa M., Zhou X., Fujimoto S., Fukuda K., Toyoda K., Nishi Y., Fujita Y., Yamada K., Yamada Y., Seino Y. 2008. Curcumin inhibits glucose production in isolated mice hepatocytes. *Diabetes Research and Clinical Practice* 80, 185-191.

Ghosh S., Sinha A., Sahu C. 2008. Dietary probiotic supplementation in growth and health of live-bearing ornamental fishes. *Aquaculture Nutrition* 14, 289-299.

Harikrishnan R., Balasundaram C., Heo M.S. 2011. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture* 317, 1-15.

Immanuel G., Uma R.P., Iyapparaj P., Citarasu T., Punitha Peter S.M., Michael Babu M., Palavesam A. 2009. Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Journal of Fish Biology* 74, 1462-1475.

Javed M., Durrani F.R., Hafeez A., Khan R.U., Ahmad I. 2009. Effect of aqueous extract of plant mixture on carcass quality of broiler chicks. *Journal of Agricultural and Biological Science* 4, 37-40.

Jiang J., Wu X.Y., Zhou X.Q., Feng L., Liu Y., Jiang W.D., Wu P., 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.

Kumar G.S., Nayaka H., Dharmesh S.M., Salimath P.V. 2006. Free and bound phenolic antioxidants in amla (*Emblica officinalis*) and turmeric (*Curcuma longa*). *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 446-452.

Lawhavinit O.A., Sincharoenpokai P., Sunthornandh P., Kasetsart J. 2011. Effects of ethanol tumeric (*Curcuma longa* Linn.) extract against shrimp pathogenic (*Vibrio* spp.) and on growth performance and immune status of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Natural Science* 45, 70-77.

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 Current Microbiology and Applied Sciences* 6, 1230-1243.

Maan M.E., Sefc K.M. 2013. Colour variation in cichlid fish: developmental mechanisms, selective pressures and evolutionary consequences. *Seminars in Cell and Developmental Biology* 24, 516-528.

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.

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.

Marking L.L., Meyer F.P. 1985. Are better anesthetics needed in fisheries? *Fisheries* 10, 2-5.

Mukherjee A., Mandal B., Banerjee S. 2009. Turmeric as a carotenoid source on pigmentation and growth of fantail guppy (*Poecilia reticulate*). *Proceedings of the Zoological Society* 62, 119-123.

Pari L., Amali D.R. 2005. Protective role of tetrahydrocurcumin (THC) an active principle of turmeric on chloroquine induced hepatotoxicity in rats. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 8, 115-123.

Peschel D., Koerting R., Nass N. 2007. Curcumin induces changes in expression of genes involved in cholesterol homeostasis. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 18, 113-119.

Srinivasan K. 2005. Spices as influencers of body metabolism: an overview of three decades of research. *Food Research International* 38, 77-86.

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, 593-597.

Xia S.L., Ge X.P., Liu B., Xie J., Miao L.H., Ren M.C., Zhou Q.L., Zhang W.X., Jiang X.J., Chen R.L., Pan L.K. 2015. Effects of supplemented dietary curcumin on growth and non-specific immune responses in juvenile Wuchang bream (*Megalobrama amblycephala*). *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 67, 1-12.

Xie J., Liu B., Zhou Q., Su Y., He Y., Pan L., Xu P. 2008. Effects of anthraquinone extract from rhubarb *Rheum officinale* Bail on the crowding stress response and growth of common carp *Cyprinus carpio*. *Aquaculture* 281, 5-11.

Yousef M.I., El-Demerdash F.M., Radwan F.M. 2008. Sodium arsenite induced biochemical perturbations in rats: ameliorating effect of curcumin. *Food and Chemical Toxicology* 46, 3506-3511.

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, 75-84.

Zhang J.S., Guan J., Yang F.Q., Liu H.G., Cheng X.J., Li S.P. 2008. Qualitative and quantitative analysis of four species of Curcuma rhizomes using twice development thin layer chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 48, 1024-1028.

The effects of different levels of dietary curcumin on growth performance and biochemical parameters of Oscar fish *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831)

Razie Nazari[1], Mir Masoud Sajjadi[1], Bahram Falahatkar[*1, 2]

[1]Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.
[2]Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran.
*Corresponding author: falahatkar@guilan.ac.ir
Received: 2019/1/27 Accepted: 2019/4/1

Abstract
This study was carried out to evaluate the effects of different levels of dietary curcumin on growth performance and biochemical parameters of Oscar (*Astronotus ocellatus*). A total number of 150 fish with initial average weight of 5.19±0.01 g and average total length of 6.32±0.06 cm were randomly distributed into 5 treatments. Fish were fed with diet containing different levels of curcumin, including control group without curcumin (C_0), 5 (C_5), 10 (C_{10}), 15 (C_{15}) and 20 (C_{20}) g curcumin kg^{-1} diet for 56 days. Growth indices were measured every 2 weeks interval. Significant differences were observed in the fourth week. The results showed that highest final body weight, final length, weight gain, body weight gain, daily growth rate, specific growth rate and the lowest FCR were observed in C_5 treatment compared to those fed the control diet (P<0.05). There were no significant differences in condition factor between control and other treatments (P>0.05). The lowest plasma glucose and cholesterol levels were measured in C_{15} and the lowest triglyceride level was found in C_5 treatment (P<0.05). There was no mortality during the trial. The results showed that using curcumin can cause effective results in the growth performance and some biochemical parameters in Oscar fish.

Keywords: Plasma biochemistry, Curcumin, Growth, Turmeric, *Astronotus ocellatus*.