13 (2) 357-364, Summer 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

The effect of different lycopene levels on bio-chemical hemolymph parameters, total carotenoid content and intestinal microbial flora of the Oriental River Prawn, *Macrobrachium nipponense* (de Haan, 1849)

Mohammad Ettefaghdoost* *, *Hamid Alaf Noveirian

Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

Key Words
Lycopene
Hemolymph
Intestinal microbial flora
Oriental River Prawn
Pigment

Abstract

Introduction: The present research was conducted to evaluate the effects of different levels of lycopene pigment on bio-chemical hemolymph parameters, total carotenoid content and intestinal microbial flora of Oriental river prawn.

Materials & Methods: In this experiment, two hundred and twenty-five prawns with mean weight of 1.40±0.07 gram were fed by five dietary treatments containing different levels of lycopene zero (control), 50, 100, 150 and 200 milligrams lycopene per kilogram diet for eight weeks.

Result: Results from the measurement of hemolymph bio-chemical parameters at the end of the culture period showed that experimental diets containing lycopene pigment in most of these parameters showed a significant difference with the control treatment ($p<0.05$). However, calcium, phosphorus and cholesterol were not affected by different levels of lycopene ($p>0.05$). Indices of urea, glucose, uric acid, creatinine, and triglycerides were significantly lower in treatments fed with lycopene than control treatment, whereas the highest levels of HDL and LDL were observed in treatments containing lycopene ($p<0.05$). Measuring the total carotenoid content of experimental treatments showed a significant difference and also evaluation of the intestinal microbial flora at the end of the experimental period indicated that there was significant difference in the total bacteria count between the experimental treatments ($p<0.05$).

Conclusion: Finally, the results of this study showed that increased levels of dietary lycopene improved the bio-chemical hemolymph parameters and total carotenoid content of the Oriental river prawn and adding 200 milligrams lycopene per kilogram of this pigment to the diet was suggested to improve the parameters that mentioned of this prawn.

* Corresponding Author's email: ettefaghdoost@phd.guilan.ac.ir
Received: 7 April 2020; Reviewed: 21 May 2020; Revised: 16 July 2020; Accepted: 17 August 2020
(DOI): 10.22034/aej.2021.138843

مقاله پژوهشی

اثر سطوح متفاوت لیکوپن بر شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف، محتوای کاروتنوئید کل و فلور میکروبی روده میگوی رودخانه‌ای شرق *Macrobrachium nipponense* (de Haan, 1849)

محمد اتفاق‌دوست*، حمید علاف‌نویریان

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

کلمات کلیدی

لیکوپن
همولنف
فلور میکروبی روده
میگوی رودخانه‌ای شرق
رنگدانه

چکیده

مقدمه: مطالعه حاضر به‌منظور ارزیابی تأثیرات سطوح مختلف رنگدانه لیکوپن بر روی شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف، محتوای کاروتنوئید کل و فلور میکروبی روده میگوی رودخانه‌ای شرق انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: در این آزمایش ۲۲۵ قطعه میگو با وزن متوسط ۰/۰۷±۱/۴۰ گرم به‌وسیله پنج تیمار غذایی شامل مقادیر مختلف لیکوپن صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم لیکوپن در کیلوگرم جیره به‌مدت هشت هفته، مورد تغذیه قرار گرفتند.

نتایج: یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف در پایان دوره پرورش نشان داد که جیره‌های آزمایشی حاوی رنگدانه لیکوپن در اکثر این شاخص‌ها اختلاف معنی‌دار آماری را با تیمار شاهد از خود نشان دادند ($p<0/05$). درحالی‌که شاخص‌های کلسیم، فسفر و کلسترول تحت تأثیر سطوح مختلف لیکوپن قرار نگرفتند ($p>0/05$). شاخص‌های اوره، گلوکز، اوریک اسید، کراتینین و تری‌گلیسیرید در تیمارهای تغذیه شده با لیکوپن به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد مشاهده شد، با این وجود بیش‌ترین میزان سطوح HDL و LDL در تیمارهای حاوی لیکوپن به‌دست آمد ($p<0/05$). اندازه‌گیری محتوای کاروتنوئید کل تیمارهای آزمایشی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار آن‌ها بود و هم‌چنین بررسی فلور میکروبی روده در انتهای دوره آزمایش، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار آماری شمارش کل باکتری‌ها در بین تیمارهای آزمایشی بود ($p<0/05$).

نتیجه‌گیری و بحث: در نهایت، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزایش سطوح لیکوپن جیره غذایی موجب بهبود شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف و محتوای کاروتنوئید کل میگوی رودخانه‌ای شرق گردید و افزودن میزان ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از این رنگدانه به جیره غذایی با هدف بهبود شاخص‌های اشاره شده این میگو پیشنهاد گردید.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ettefaghdoost@phd.guilan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۹ فروردین ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱ خرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۲۶ تیر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲۷ مرداد ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.138843

مقدمه

میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) یکی از گونه میگوهای مهم آب شیرین خانواده پالامونیده (Palaemonidae) و از جنس بازوبلند (*Macrobrachium*) است که دارای اهمیت اقتصادی بوده و تمایز میگوهای این جنس نسبت به دیگر میگوهای آب‌شور خانواده پنائیده (Penaeidae) برخورداری از بازوهای طویل در دومین جفت از بازوهای راه‌رونده و همین‌طور قرارگیری پوسته بنددوم شکمی بر روی پوسته اولین و دومین بند شکمی می‌باشد (Fu و همکاران، ۲۰۰۴). این میگو علاوه بر این‌که در مراحل لاروی به‌میزان حدود ۲۰ درصد از سرعت رشد و بقای بیش‌تری نسبت به میگوی غول پیکر آب شرین (*Macrobrachium rosenbergii*) برخوردار است، قابلیت تحمل دماهای پایین در فصل زمستان را نیز دارد. میگوی رودخانه‌ای شرق به‌علت بهره‌مندی از ویژگی‌های قابل توجهی همانند سازگاری و بازماندگی بالا در برابر تغییرات درجه حرارت محیط (به‌ویژه دماهای پایین)، عملکرد رشد مناسب در شرایط طبیعی، وجود گوناگونی در شرایط پرورش (استخر، سیستم‌های نیمه‌متراکم و متراکم، قفس، مزارع برنج به‌صورت پلی‌کالچر و غیره)، سهولت تکثیر و تولیدمثل، هم‌چنین بازدهی و صرفه اقتصادی قابل تأمل به‌دلیل برخورداری از طول دوره کوتاه مدت پرورشی (در حدود ۸۰ روز) در مقایسه با دیگر گونه‌های میگوهای پرورشی، زمینه ساز معرفی و انتقال این میگو به سایر کشورهای جهان گردید (Pillay و Kutty، ۲۰۰۵). میگوی آب شیرین رودخانه‌ای شرق در کشور ایران علاوه بر تالاب انزلی و نواحی جنوبی دریای خزر، در بیش‌تر رودخانه‌ها و آبگیرهای مناطق شمال شرق و غرب کشور نیز زیست می‌کند (De Grave و Ghane، ۲۰۰۶). این گونه با توجه به این‌که به‌طور ویژه‌ای در آب شیرین تخم‌ریزی می‌کند و قابلیت بالایی که از نظر آبزی‌پروری دارد و هم‌چنین با توجه به ویژگی‌هایی که پیش‌تر مورد اشاره قرار گرفت، می‌تواند گونه‌ای مطلوب به‌منظور آبزی‌پروری در مناطقی که از منابع آبی لب‌شور، کم‌شور و شیرین برخوردارند، محسوب گردد (New و Nair، ۲۰۱۲). به همین دلیل توجه ویژه به مباحث مرتبط با آبزی‌پروری این میگو، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و به‌کارگیری از جیره غذایی مطلوب و اختصاصی، موجب می‌گردد تا رشد بهینه این گونه در شرایط پرورشی تسریع گردد. با توجه به آن‌که بهبود عملکرد رشد ازجمله بخش‌های مهمی است که همواره باید مورد توجه قرار گیرد، بنابراین پژوهشگران بر این باور می‌باشند که افزایش راندمان تکثیر و پرورش میگو به ترکیب‌بندی جیره و مواد مغذی افزودنی به آن وابستگی دارد. به‌دلیل اهمیت قابل توجه رنگدانه‌های کاروتنوئیدی در فرآیند تغذیه و پرورش آبزیان با هدف ایجاد رشد مطلوب و بهبود عملکرد تغذیه‌ای، بهبود ایمنی، افزایش رنگپذیری آن‌ها به‌منظور بازارپسندی بیش‌تر و بقای بالاتر در برابر تنش‌های محیطی، موجب افزایش مقدار تقاضاها برای استفاده از این رنگدانه‌ها در محصولات مورد استفاده در آبزی پروری گردیده است (Mahfuzur و همکاران، ۲۰۱۸). به همین دلیل مطالعات بسیاری در ارتباط با این زمینه بر روی آبزیان صورت گرفته است که می‌توان به پژوهش‌های مخلص‌آبادی و همکاران (۱۳۹۷)، علی و همکاران (۱۳۹۸)، Flores و همکاران (۲۰۰۷)، Chuchird و همکاران (۲۰۱۵) و هم‌چنین Wade و همکاران (۲۰۱۷) اشاره کرد. لذا با توجه به ویژگی‌های قابل ملاحظه‌ای که در ارتباط با اهمیت آبزی پروری میگوی رودخانه‌ای شرق بیان گردید، ضرورت ایجاب می‌نمود تا در ارتباط افزودنی‌های جیره غذایی این گونه تحقیق بیش‌تری صورت پذیرد تا بتوان به یک فرمول تجاری اختصاصی و بهینه به‌منظور آبزی پروری آن دست یافت. درنتیجه در مطالعه کنونی سعی گردید به بررسی اثرات رنگدانه کاروتنوئیدی لیکوپن بر روی شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف، محتوای کاروتنوئید کل و فلور میکروبی روده میگوی رودخانه‌ای شرق به‌عنوان یک گونه دارای پتانسیل اقتصادی و قابلیت پرورش مطلوب در منابع مختلف آب‌شیرین کشور ایران پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

میگو و شرایط پرورش: پژوهش کنونی در تابستان سال ۱۳۹۸ در مرکز آکواریوم فیشلند (رشت، گیلان، ایران) به‌مدت ۸ هفته، انجام گرفت. میگوهای مورد مطالعه توسط تور و هم‌چنین تله با محدوده وزن ۱/۵-۱ گرم و طول کل حدود ۵ سانتی‌متر از رودخانه سیاه درویشان (طول و عرض جغرافیایی ۴۹°۳۰ شرقی؛ ۳۷°۲۵ شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۵- متر، صومعه سرا، استان گیلان، ایران) که از جمله مناطق مهم زیست این میگو در نواحی جنوبی دریای خزر است، صید و به محل آزمایش منتقل شدند. میگوها به‌منظور سازگار گردیدن با شرایط فیزیکی و شیمیایی آب، به‌مدت زمان ۱۴ روز در مخزن ۷۰۰ لیتری مورد نگه‌داری قرار گرفتند و در طی مدت زمان مذکور با جیره غذایی پایه میگوی رودخانه‌ای شرق (پروتئین ۴۵ درصد، چربی ۵ درصد، خاکستر ۱۴ درصد، رطوبت ۱۰- ۹ درصد، انرژی ۱۸ کیلوژول در گرم، قطر ۱ میلی‌متر) براساس مقدار اشتها تغذیه گردیدند (Ettefaghdoost و همکاران، ۲۰۱۸). بعد از طی دوره تطابق، میگوها زیست‌سنجی شدند و با میانگین وزن ۱/۴۰±۰/۰۷ گرم و طول کل ۵±۰/۳۲ سانتی‌متر، مورد جداسازی قرارگرفتند و به‌طور کاملاً تصادفی بین ۱۵ آکواریوم شیشه‌ای به تعداد ۱۵ نمونه در هر آکواریوم تقسیم گردیدند. حجم استفاده گردیده و آبگیری شده برای تیمارها، ۶۰ لیتر و منبع آب به‌کار رفته برای آکواریوم‌ها آب شهری بود که پیش از استفاده در مخازن پرورشی، به جهت کلرزدایی در آن به‌صورت مداوم هوادهی به‌مدت زمان ۲۴ ساعت، انجام گرفت. هوادهی در آکواریوم‌های

نگه‌داری میگو در کل طول دوره مطالعه به شکل پیوسته با بهره‌گیری از سنگ هوا که به هواده مرکزی دانر (AP-100، نیویورک، آمریکا) اتصال یافته بود، انجام پذیرفت. آب آکواریوم‌های پرورشی به‌طور یک روز در میان پیش از غذادهی به مقدار یک‌سوم ظرفیت آن و در زمان زیست‌سنجی تمام ظرفیت آن مورد تعویض قرار گرفت و با آب کلرزدایی شده جایگزین گردید. تنظیم طول دوره نوری در دوره پرورش به‌صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تعبیه شد که به‌وسیله لامپ فلورسنت با رنگ سفید انجام پذیرفت.

ساخت جیره و طراحی آزمایش: تنظیم جیره‌های آزمایشی براساس جیره پایه میگوی رودخانه‌ای شرق با استفاده از برنامه جیره نویسی لیندو (نسخه ۱۰، ایلینوی، آمریکا) انجام گرفت. پس از تهیه گردیدن بخش‌های مختلف اقلام غذایی جیره فرآیند ساخت جیره‌های غذایی صورت پذیرفت، در ابتدا مواد اولیه توسط آسیاب مولینکس (AR1044، پاریس، فرانسه) به‌طور کامل پودر و پس از آن به کمک الک ۱۰۰ میکرونی غربال شدند تا زمانی‌که نمونه‌ای یکنواخت به‌دست آمد و در صورت وجود ناخالصی از آن جداسازی گردید. مواد اولیه موردنیاز برای تهیه جیره‌های آزمایشی با بهره‌گیری‌از ترازوی دیجیتال، مورد توزین قرار گرفتند و همه اجزای جیره با دقت به‌مدت زمان ۱۰ تا ۱۵ دقیقه با همدیگر مخلوط گردیدند. در نهایت به مخلوط حاصل شده، میزان ۳۰ درصد ماده خشک آب مقطر نیز افزوده شد. مخلوط‌های اولیه غذایی تهیه شده، به دستگاه اکسترودر مویانگ (HSH10،جیانگسو، چین) وارد گردیدند و جیره‌هایی نهایی با اندازه‌ای در حدود ۱ میلی‌متر از آن‌ها تولید شد. در نهایت به جیره‌های آماده شده، پس از حل نمودن پودر لیکوپن ۱۰ درصد شرکت آدونیس دارو (تهران، تهران، ایران) در آب مقطر توسط همزن مغناطیسی INTLLAB™ (MS-500، کوالالامپور، مالزی)، بر جیره‌های آزمایشی اسپری گردید. بعد از خشک شدن نمونه‌های غذایی، جیره‌های فراهم آمده در دمای ۱۶- درجه سانتی‌گراد فریزر مورد نگه‌داری قرار گرفتند. به‌دلیل حساسیت رنگدانه لیکوپن به نور و دما، جیره‌های مصرفی روزانه در یخچال (دمای حدود ۴ درجه سانتی‌گراد) و داخل ظروف و پلاستیک تیره رنگ، نگه‌داری شدند. تیمارهای آزمایشی شامل پنج جیره غذایی با سطوح مختلف رنگدانه‌های کاروتنوئیدی صفر (بدون رنگدانه یا شاهد)، لیکوپن (سطوح ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم رنگدانه در کیلوگرم جیره) برحسب جیره غذایی پایه مورد مطالعه میگوی رودخانه‌ای شرق بود که در آن نمونه‌های میگو به‌مدت زمان ۸ هفته در پنج تیمار آزمایشی و سه تکرار، تغذیه گردیدند. غذادهی به آن‌ها در چهار نوبت (ساعات ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰) به‌صورت دستی و به اندازه سه درصد غذادهی با احتساب میانگین وزن توده زنده انجام گرفت (Ding و همکاران، ۲۰۱۷؛ Ettefaghdoost و Alaf Noveirian، ۲۰۱۷). اقلام‌غذایی و تجزیه تقریبی جیره‌های غذایی استفاده گردیده برای پرورش میگوی رودخانه‌ای شرق در پژوهش حاضر، در جدول ۱ آورده شده است (AOAC، ۲۰۱۶).

فرآیند همولنف گیری: در انتهای دوره آزمایش، نمونه‌گیری از همولنف‌میگوهای‌تغذیه‌گردیده‌با سطوح مختلف رنگدانه کاروتنوئیدی لیکوپن انجام پذیرفت. در ابتدا بعد از قطع غذادهی به‌مدت زمان ۲۴ ساعت و قرار گرفتن نمونه‌ها با مدت زمان ۱۵ دقیقه در تشت دارای یخ‌خشک (دمای ۴ درجه‌سانتی‌گراد)به‌منظور جلوگیری‌از بروز استرس و کاهش تحرک میگوها، از هر تکرار نمونه‌ها به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب و جهت نمونه‌گیری همولنف با استفاده از سرنگ انسولین (۱ میلی‌لیتر)دارای سرسوزن‌شماره۲۶G که‌درون‌سرنگ‌جهت جلوگیری از انعقاد با ۰/۴ میلی‌لیتر محلول ضدانعقاد آلزور (۱۱۵ میلی‌مول گلوکز، ۲۷ میلی‌مول سیترات سدیم، ۳۳۶ میلی‌مول سدیم کلرید، ۹ میلی‌مول اتیلن دی آمین ترا استیک‌اسید،pH: ۷/۳) با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و نسبت ۱:۱ آغشته شده بود، انجام گرفت. برای انجام این کار، نوک سوزن سرنگ مورد استفاده را در ناحیه سینوس شکمی (پاهای اول و دوم شنا در کنار طناب عصبی شکمی) با زاویه مورب ۴۵ درجه در زیر لایه قشری پوسته به آرامی فرو گردید و از هر نمونه به‌میزان حداکثر همولنف (حدود ۵ درصد وزن بدن میگو) اخذ و پس از آن سرنگ‌های نمونه‌گیری، تکان داده شد تا همولنف میگو با محلول ضدانعقاد کاملاً مخلوط شود. نمونه‌های اخذ شده تا مرحله آنالیز نمونه‌ها، در میکروتیوب‌های جداگانه و در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد Esco Lexicon® (UUS 668A-1، تورنتو، کانادا) نگه‌داری گردیدند. میکروتیوب‌های‌حاوی‌نمونه پس‌از انتقال ازفریزر ۸۰-درجه‌سانتی‌گراد به محل آزمایشگاه با دمای اتاق (درجه حرارت حدود ۲۷ درجه سانتی گراد) فرآیند یخ زدایی انجام گرفت و سپس به‌وسیله دستگاه ورتکس (Vortex) دنا تجهیز (R3، تهران، ایران) در مدت زمان ۲۰-۳۰ ثانیه نمونه‌ها به‌طور کامل همگن و برای انجام آنالیزهای مورد نظر به‌کار گرفته شد (Chien و Shiau، ۲۰۰۵؛ Niu و همکاران، ۲۰۰۹؛ Zhao و همکاران، ۲۰۱۶).

تعیین‌شاخص‌های‌بیوشیمیایی:به‌منظوراندازه‌گیری‌شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف، ترکیب‌های نمونه و محلول ضدانعقاد با ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت زمان ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ Hettich® (ROTINA 420R، توتلینگن، آلمان) شدند. پس از آن بخش‌بالایی نمونه‌های‌سانتریفیوژ شده به‌وسیله میکروپیپت (سمپلر) Sartorius (Biohit Proline®، گوتینگن، آلمان) جداسازی و جهت‌سنجش‌شاخص‌های بیوشیمیایی به میکروتیوب ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل گردیدند که‌اندازه‌گیری این‌شاخص‌ها‌به‌وسیله‌دستگاه اتوآنالایزر بیوشیمیایی (AutoAnalyzer) Roche/Hitachi (سری ۹۰۲، توکیو،

ژاپن) و رنگ‌سنجی توسط کیت‌های تشخیصی آزمایشگاهی پارس آزمون (کرج، البرز، ایران) انجام گرفت. در این مطالعه شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما شامل:اوره، گلوکز، اوریک‌اسید، کراتینین، کلسیم، فسفر، کلسترول، تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Zhao و همکاران، ۲۰۱۶).

جدول ۱: اقلام غذایی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی میگوی رودخانه‌ای شرق

	رنگدانه لیکوپن (میلی‌گرم در کیلوگرم)				
	صفر	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰
ترکیبات جیره (٪)					
آرد ماهی[۱]	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
آرد سویا	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
آرد گندم	۷	۷	۷	۷	۷
آرد ذرت	۷	۷	۷	۷	۷
پروتئین کازئین[۲]	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
مکمل ویتامینی[۳]	۲	۲	۲	۲	۲
مکمل معدنی[۴]	۲	۲	۲	۲	۲
کلسترول[۵]	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
ویتامین C آبزیان[۶]	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
دی کلسیم فسفات[۷]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
پرکننده (کربوکسی متیل سلولز)[۸]	۵/۲	۵/۱۹۵	۵/۱۹	۵/۱۸۵	۵/۱۸
کاروتنوئید (لیکوپن)[۹]	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۲
تجزیه تقریبی (درصد ماده خشک)					
رطوبت	۹/۴۳	۹/۶۲	۹/۵۹	۹/۳۲	۹/۱۷
پروتئین	۴۴/۸۶	۴۴/۷۱	۴۴/۵۷	۴۴/۶۱	۴۴/۸۵
چربی	۴/۸۸	۵/۱۹	۴/۶۳	۴/۴۹	۴/۸۰
فیبر	۲/۷۹	۲/۹۱	۲/۸۴	۲/۷۸	۲/۶۹
خاکستر	۱۴/۶۶	۱۴/۸۳	۱۴/۳۶	۱۴/۲۹	۱۴/۴۷
عصاره عاری از ازت	۳۲/۸۱	۳۲/۳۶	۳۳/۶۰	۳۳/۸۳	۳۳/۱۹
انرژی ناخالص (کیلوژول بر گرم)[۱۰]	۱۸/۲۳	۱۸/۳۸	۱۸/۱۹	۱۸/۱۲	۱۸/۰۵
کاروتنوئید کل (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۴/۵۲	۵۱/۸۹	۱۰۸/۰۶	۱۵۵/۷۷	۱۹۸/۴۱

[۱]شرکت خوراک دام و آبزیان مازندران (ساری، مازندران، ایران)، [۲]شرکت لابراتوارهای Quelab (مونترآل، کبک، کانادا)، [۳]شرکت لابراتوارهای سیانس (قزوین، قزوین، ایران)- هر ۱۰۰۰ گرم مکمل ویتامینه شامل؛ ۱۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی رتینول، ۴۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی کوله کلسیفرول، ۴۰ گرم آلفا توکوفرول، ۲ گرم منادیون، ۶ گرم تیامین، ۸ گرم ریبوفلاوین، ویتامین ۱۲ گرم نیاسین، ۴۰ گرم پانتوتنیک اسید، ۴ گرم پیریدوکسین، ۲ گرم فولیک اسید، ۶۰ گرم اسکوربیک اسید، ۲۴۰ میلی‌گرم بیوتین، ۲۰ گرم اینوزیتول، ۲۰ گرم بوتیل هیدروکسی تولوئن، [۴]شرکت لابراتوارهای سیانس (قزوین، قزوین، ایران)- هر ۱۰۰۰ گرم مکمل معدنی شامل؛ ۲۰ گرم آهن، ۶۰ گرم روی، ۴۰۰۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۲۰۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۴۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۸۰ میلی‌گرم ید، ۸۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، [۵]شرکت سیگما آلدریچ (سنت لوئیس، میزوری، ایالات متحده آمریکا)، [۶]شرکت لابراتوارهای سیانس (قزوین، قزوین، ایران)- هر ۱۰۰۰ گرم ویتامین C شامل؛ ۵۰۰ گرم Stay-C 35، [۷]شرکت ارس تابان (آمل، مازندران، ایران)، [۸]شرکت کیمیا تهران اسید (تهران، تهران، ایران)، [۹]شرکت آدونیس دارو (تهران، تهران، ایران)، [۱۰]محاسبه انرژی ناخالص براساس؛ پروتئین (۱۶/۷ کیلوژول بر گرم)، چربی (۳۷/۶ کیلوژول بر گرم)، کربوهیدرات (۱۶/۷ کیلوژول بر گرم)

تعیین محتوای کاروتنوئید کل: به‌جهت سنجش میزان محتوای کاروتنوئید کل در پوسته و بافت عضله نمونه‌های میگو، از روش جذب نوری بهره گرفته شد. در ابتدا، مقدار یک گرم از پوسته و یک گرم از بافت عضله (نمونه همگن شده) به‌طور جداگانه به لوله‌های فالکون انتقال یافتند. پس از آن به نمونه‌ها، ۱۰ میلی‌لیتر آستون (۹۸ درصد) و ۲ گرم سدیم سولفات خشک (Na_2SO_4) مرک (No. EMSURE®) Supelco™ 106649، نیوجرسی، آمریکا) افزوده و به‌وسیله هموژنایزر درمدت ۱۰ دقیقه کاملاً مخلوط گردیدند. نمونه‌های تهیه‌شده، به‌مدت زمان ۷۲ ساعت در محیطی تاریک و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال مورد نگه‌داری قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها توسط کاغذ صافی Whatman® (Grade 4، سنت لوئیس، آمریکا) فیلتر شدند و در ادامه فرآیند خالص‌سازی آن‌ها با اضافه نمودن متوالی ۱۰ میلی‌لیتر استون

به‌میزان ۳ مرتبه انجام گرفت و در طی آن با ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت زمان ۱۰ دقیقه، سانتریفیوژ شدند. در نهایت، میزان جذب فاز مایع به‌کمک دستگاه اسپکتروفتومتر Jenway® (UV/Vis، استافوردشر، انگلستان) در طول موج ۴۵۰ نانومتر سنجش شد و از ضریب خاموشی ۲۵۰۰ به‌منظور محاسبه محتوای کاروتنوئید کل با احتساب میکروگرم بر گرم وزن نمونه، استفاده گردید (Parisenti و همکاران، ۲۰۱۱؛ Hu و همکاران، ۲۰۱۹).

تعیین فلور میکروبی روده: به‌منظور شمارش تعداد کل باکتری‌های روده و هم‌چنین تعداد کل باکتری‌های اسیدلاکتیک روده میگوها، به‌مدت زمان ۴۸ ساعت پیش از نمونه‌برداری غذادهی به آن‌ها متوقف گردید. نمونه‌ها به‌طور تصادفی انتخاب و توسط تری کائین متان سولفونات (MS_{222}) با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌هوش شدند. سپس با قرار دادن در آب مقطر مورد شستشو قرار گرفتند بعد از جدا نمودن پوسته خارجی میگوها، ناحیه پشتی آن‌ها به‌وسیله اسکالپل استریل کالبدگشایی و بخش روده با تیغ جراحی و به‌کمک پنس خارج گردید و نمونه‌های روده پس از تخلیه کامل محتویات، توزین شدند. نمونه‌های تهیه شده به همراه نسبت‌های ۱ به ۹ وزن آن‌ها با محلول نمکی نرمال استریل (NaCl وزنی/حجمی ۰/۸۷ درصد) توسط دستگاه ورتکس در مدت‌زمان ۲ دقیقه کاملاً یکنواخت شدند. از محلول به‌دست آمده، رقت‌های ممتد و سریالی در دامنه 10^{-1} تا 10^{-10} تهیه گردیدو در ادامه، میزان ۱۰۰ میکرولیتر از آن به‌وسیله سمپلر برداشته شد و به پلیت‌های محیط کشت تریپتیک سوی آگار (Trypticase soy agar- TSA Quelab (مونترآل، کبک، کانادا) برای تعیین میزان تعداد کل باکتری‌های روده و محیط کشت ام آر اس آگار (de Man, Rogosa and Sharpe- MRS Quelab (مونترآل، کبک، کانادا) برای تعیین میزان تعداد کل باکتری‌های اسید لاکتیک روده منتقل و به صورت سطحی در آن پخش گردید. فرآیند انکوباسیون پلیت‌های TSA (شرایط هوازی-دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و پلیت‌های MRS (شرایط بی‌هوازی-دمای ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد) به‌مدت‌زمان ۴۸ ساعت انجام گرفت. در نهایت بعد از سپری شدن انکوباسیون، شمارش باکتری‌های هر پلیت براساس لگاریتم واحد تشکیل کلنی در گرم وزن روده (Colony forming unit- CFU) انجام پذیرفت (Chuchird و همکاران، ۲۰۱۵؛ Miao و همکاران، ۲۰۱۷).

نتایج

شاخص‌های بیوشیمیایی: نتایج شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف میگوی رودخانه‌ای شرق تغذیه گردیده باسطوح متفاوت رنگدانه لیکوپن در جدول ۲ بیان شده است که یافته‌های به‌دست آمده نشان داد که اکثر این شاخص‌ها تحت تأثیر سطوح مختلف رنگدانه لیکوپن قرار گرفتند ($p<0/05$). درحالی‌که شاخص‌های مورد اندازه‌گیری کلسیم، فسفر و کلسترول در تیمارهای مختلف آزمایشی اختلاف معنی‌داری را از خود نشان ندادند ($p>0/05$). بالاترین میزان اروه، گلوکز، اوریک اسید، کراتینین و تری‌گلیسیرید در تیماربدون رنگدانه‌لیکوپن یا شاهد مشاهده گردید و شاخص‌های بیان شده با افزایش سطوح لیکوپن جیره، کاهش معنی‌داری را از خود نشان دادند ($p<0/05$). کم‌ترین میزان HDL و LDL در تیمار شاهد اندازه‌گیری گردید، درحالی‌که شاخص‌های مذکور در تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم لیکوپن، به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها بیش‌تر بود ($p<0/05$).

جدول ۲: مقایسه میانگین (± انحراف معیار) شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) نسبت به اثر سطوح متفاوت لیکوپن (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) در پایان دوره پرورش

شاخص‌های بیوشیمیایی (میلی‌گرم در دسی لیتر)	رنگدانه لیکوپن (میلی‌گرم در کیلوگرم)					One- way ANOVA		
	صفر	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	F	d.f.	P
اوره	۱۲/۲۲±۰/۲۶^{a}	۱۱/۳۵±۰/۱۶^{b}	۱۱/۳۷±۰/۱۹^{b}	۱۱/۱۵±۰/۲۱^{b}	۱۱/۰۵±۰/۱۷^{b}	۱۵/۹۲۳	۴	۰/۰۰۰
گلوکز	۳۸/۳۶±۰/۳۳^{a}	۳۶/۴۰±۰/۴۱^{b}	۳۵/۸۲±۰/۲۴^{c}	۳۶/۴۶±۰/۲۰^{b}	۳۵/۰۱±۰/۲۷^{d}	۱۰۲/۱۴۰	۴	۰/۰۰۰
اوریک اسید	۱/۴۷±۰/۱۲^{a}	۱/۴۲±۰/۱۵^{a}	۱/۳۴±۰/۱۹^{b}	۱/۳۳±۰/۱۰^{b}	۱/۲۷±۰/۱۷^{c}	۱۶/۵۲۲	۴	۰/۰۰۰
کراتینین	۰/۲۱±۰/۰۱^{a}	۰/۱۹±۰/۰۲^{ab}	۰/۱۷±۰/۰۱^{b}	۰/۱۷±۰/۰۲^{bc}	۰/۱۴±۰/۰۱^{c}	۷/۹۵۸	۴	۰/۰۰۶
کلسیم	۶۸/۸۸±۱/۸۳	۶۹/۴۴±۲/۳۸	۶۸/۴۹±۱/۵۶	۶۹/۹۸±۱/۴۳	۶۸/۳۸±۱/۶۴	۰/۴۱۶	۴	۰/۷۹۳
فسفر	۱۳/۰۵±۰/۵۶	۱۳/۲۰±۰/۶۷	۱۳/۰۴±۰/۳۴	۱۳/۱۷±۰/۳۳	۱۳/۰۹±۰/۲۲	۰/۰۸۱	۴	۰/۹۸۶
کلسترول	۴۶/۹۳±۰/۶۴	۴۶/۸۴±۰/۱۹	۴۶/۷۸±۰/۹۰	۴۶/۶۸±۰/۱۲	۴۶/۴۵±۰/۵۰	۰/۴۰۹	۴	۰/۷۹۸
تری گلیسیرید	۷۵/۰۸±۰/۴۷^{a}	۷۱/۱۰±۰/۲۵^{b}	۷۱/۲۱±۰/۳۰^{b}	۶۹/۳۰±۰/۸۷^{c}	۶۶/۰۴±۰/۳۶^{d}	۱۲۸/۹۷۰	۴	۰/۰۰۰
HDL	۱۰/۱۶±۰/۴۱^{d}	۱۱/۲۹±۰/۳۲^{c}	۱۲/۳۵±۰/۴۴^{b}	۱۱/۹۰±۰/۲۹^{bc}	۱۳/۲۲±۰/۶۲^{a}	۲۱/۵۹۳	۴	۰/۰۰۰
LDL	۴/۳۱±۰/۲۸^{d}	۴/۹۱±۰/۱۳^{c}	۵/۶۰±۰/۲۱^{b}	۶/۱۶±۰/۱۹^{a}	۶/۲۵±۰/۱۵^{a}	۵۰/۹۸۰	۴	۰/۰۰۰

اعداد با حروف نامشابه، بیانگر تفاوت معنی‌دار ردیف‌های مختلف با یکدیگر است ($P<0/05$).

محتوای کاروتنوئید کل: نتایج به‌دست آمده از سنجش محتوای کاروتنوئید کل نمونه‌های پوسته و بافت عضله میگوهای مورد مطالعه در جدول ۳ بیان شده است که این نتایج نشان داد، تیمارهای حاوی رنگدانه لیکوپن تفاوت معنی‌داری را از نظر آماری با تیمار شاهد از خود نشان دادند ($p<۰/۰۵$). بیش‌ترین میزان محتوای کاروتنوئید کل بخش‌های پوسته و عضله نمونه‌های میگوی مورد مطالعه در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم لیکوپن جیره حاصل گردید، درحالی‌که کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

فلور میکروبی روده: یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری فلور میکروبی روده میگوی رودخانه‌ای شرق در جدول ۴ آورده شده است. نتایج مشاهده شده از سنجش، بیانگر آن بود که شمارش کل باکتری‌ها تفاوت معنی‌دار آماری را در بین تیمارهای مختلف آزمایشی از خود نشان داد ($p<۰/۰۵$)، درحالی‌که باکتری‌های اسیدلاکتیک روده این میگو تحت تأثیر مقادیر مختلف رنگدانه لیکوپن جیره غذایی قرار نگرفتند و اختلاف معنی‌دار آماری در آن‌ها مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$).

جدول ۳: مقایسه میانگین (± انحراف معیار) محتوای کاروتنوئید بدن میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) نسبت به اثر سطوح متفاوت لیکوپن (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) در پایان دوره پرورش

محتوای کاروتنوئید کل (میکروگرم در گرم)	رنگدانه لیکوپن (میلی گرم در کیلوگرم)					One- way ANOVA		
	صفر	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	F	d.f.	P
بافت عضله	۱/۱۹±۰/۰۷^{d}	۱۵/۷۳±۰/۸۵^{c}	۱۸/۹۴±۰/۴۴^{b}	۱۹/۸۶±۰/۳۸^{b}	۲۱/۲۰±۰/۵۹^{a}	۷۱۳/۸۰۳	۴	۰/۰۰۰
پوسته	۳/۷۳±۴۲^{e}	۳۱/۴۹±۱/۳۶^{d}	۵۹/۶۸±۲/۹۴^{c}	۶۷/۵۰±۲/۷۰^{b}	۷۱/۲۵±۲/۳۹^{a}	۵۶۴/۶۴۶	۴	۰/۰۰۰

اعداد با حروف نامشابه، بیانگر تفاوت معنی‌دار ردیف‌های مختلف با یکدیگر است ($P<۰/۰۵$).

جدول ۴: مقایسه میانگین (± انحراف معیار) فلور میکروبی روده میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) نسبت به اثر سطوح متفاوت لیکوپن (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) در پایان دوره پرورش

فلور میکروبی روده (لگاریتم ۱۰ واحد تشکیل کلنی در گرم)	رنگدانه لیکوپن (میلی‌گرم در کیلوگرم)					One- way ANOVA		
	صفر	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	F	d.f.	P
شمارش کل باکتری‌ها	۷/۵۴±۰/۱۶^{a}	۷/۳۹±۰/۱۲^{ab}	۷/۱۸±۰/۲۰^{bc}	۶/۹۳±۰/۱۵^{cd}	۶/۷۵±۰/۱۰^{d}	۱۷/۰۵۱	۴	۰/۰۰۰
باکتری‌های اسیدلاکتیک	۱/۱۸±۰/۰۱	۱/۱۹±۰/۰۳	۱/۲۱±۰/۰۴	۱/۱۹±۰/۰۲	۱/۲۳±۰/۰۲	۲/۱۱۰	۴	۰/۱۵۴

اعداد با حروف نامشابه، بیانگر تفاوت معنی‌دار ردیف‌های مختلف با یکدیگر است ($P<۰/۰۵$).

بحث

رنگدانه لیکوپن به‌دلیل دارا بودن طولانی‌ترین زنجیره هیدروکربنی دربین کاروتنوئیدها با یازده پیوند دوگانه (حدود ۲۰۴۸ ترکیب هندسی) از مهم‌ترین رنگدانه‌های کاروتنوئیدی (به‌لحاظ خاصیت آنتی‌اکسیدانی) و یک ریز مغذی اصلی و مهم در جیره غذایی آبزیان به‌شمار می‌آید که همانند سایر کاروتنوئیدها به‌صورت زیستی در میگوها تشکیل نمی‌گردد و در نتیجه میگوها باید آن‌ها را از طریق رژیم غذایی خود، دریافت کنند ولی با این وجود میگوها و به‌طورکلی سخت‌پوستان از توانایی تبدیل رنگدانه‌های کاروتنوئیدی به یکدیگر برخوردار هستند (Mao و همکاران، ۲۰۱۷). از جمله سایر نقش‌های مهم رنگدانه‌های کاروتنوئیدی همانند افزایش کارآیی ایمنی غیراختصاصی، افزایش سطح تحمل در مقابل استرس حاصل از نوسانات فیزیکوشیمیایی آب، محافظت از بافت‌های مختلف در برابر نور فرابنفش، سرعت بخشیدن به رشد و بلوغ جنسی و هم‌چنین نقش مؤثر به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان بسیار قوی را بیان نمود (Galasso و همکاران، ۲۰۱۷). در مطالعه حاضر شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف به‌غیر از شاخص‌های کلسیم، فسفر و کلسترول در تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف لیکوپن، تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد از خود نشان دادند. در تیمارهای آزمایشی با افزایش مقادیر لیکوپن جیره، شاخص‌های اوره، گلوکز، اوریک اسید، کراتینین و تری‌گلیسیرید به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش پیدا نمود، درحالی‌که در شاخص‌های HDL و LDL افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید. پژوهش کنونی با مطالعه Farhangi و همکاران (۲۰۱۴) دارای هم‌خوانی بود. در تحقیق آن با بررسی اثر سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تیمار رنگدانه آستازانتین بر روی برخی شاخص‌های بیوشیمیایی میگوی جوان پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) با میانگین وزن ۱۷/۳۹ گرم در مدت ۶۰ روز به این نتیجه دست یافتند میگوهای تغذیه شده با مقادیر مختلف رنگدانه، اختلاف معنی‌دار آماری در شاخص‌های اندازه‌گیری شده بیوشیمیایی همولنف با تیمار شاهد از خود نشان

دادند. در مطالعه حاضر همانگونه که پیش‌تر بدان اشاره گردید، شاخص‌های کلسیم، فسفر و کلسترول تحت تأثیر سطوح مختلف لیکوپن قرار نگرفتند که ازجمله دلایل آن می‌توان نقش موثر وجود تفاوت مقادیر آن‌ها در جیره‌های غذایی اشاره کرد که در واقع شاخص‌های مورد اشاره عمدتاً تحت تأثیر سطوح آن‌ها در رژیم غذایی هستند (Zhou و همکاران، ۲۰۱۷). در این مطالعه شاخص‌های گلوگز و تری‌گلیسیرید در تیمارهای تغذیه شده با لیکوپن به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کم‌تر بودند که نتایج حاصل از این پژوهش با تحقیقات Alitabar و همکاران (۲۰۱۷) با مطالعه اثر رنگدانه آستازانتین بر ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین وزن ۲۱/۲۹ گرم، Alizadeh و همکاران (۲۰۱۷) بر روی ماهی قزل آلای رنگین کمان با سطوح مختلف آستازانتین (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره غذایی) و Rigi Ghazagh و همکاران (۲۰۱۷) بر روی ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) با میانگین وزن ۱۱/۷۷ گرم تغذیه شده با سطوح مختلف رنگدانه آستازانتین (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم) دارای مطابقت بود. زیرا در آزمایشات ایشان با افزایش مقادیر آستازانتین جیره غذایی، سطوح تری‌گلیسیرید و گلوکز به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش پیدا نمود که با توجه به این‌که گلوکز به‌عنوان شاخص استرس کوتاه مدت در آبزیان شناخته شده است با کاهش میزان آن در تیمارهای تغذیه‌شده با رنگدانه، نقش موثر این رنگدانه‌های کاروتنوئیدی در کاهش برخی از استرس‌های فیزیولوژیک را مشخص می‌نماید (Mahfuzur و همکاران، ۲۰۱۸). در تیمارهای حاوی رنگدانه لیکوپن تری‌گلیسیرید نیز به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد به‌دست آمد که در نتیجه تأثیرگذاری این رنگدانه در افزایش توانایی دفاعی بدن در برابر استرس اکسیدشوندگی از طریق جفت‌شدن رنگدانه کاروتنوئیدی با اسیدهای چرب و استری شدن آن که در نتیجه موجب تجمع پایین‌تری از تری‌گلیسیرید می‌گردد (Weintraub و همکاران، ۲۰۱۷). این در حالی است که یافته‌های حاصل شده از مطالعه حاضر با پژوهش Flores و همکاران (۲۰۰۷) بر روی پست لارو میگوی پاسفید غربی تغذیه شده با جیره‌های حاوی رنگدانه آستازانتین صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، هم‌خوانی نداشت زیرا در آزمایش آن‌ها با افزایش مقادیر این رنگدانه در جیره غذایی، سطوح گلوگز همولنف به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا نمود. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش مقادیر رنگدانه لیکوپن جیره غذایی، میزان کاروتنوئید کل بخش‌های پوسته و عضله میگوی مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا نمود که این یافته‌ها با تحقیق Wade و همکاران (۲۰۱۷) با آزمایش سطوح متفاوت رنگدانه آستازانتین بر روی میگوی ببری سیاه (*Penaeus monodon*) با میانگین وزن ۷/۲۴ گرم دارای مطابقت بود. در مطالعه کنونی نتایج حاصل از بررسی فلور میکروبی روده، بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار آماری شمارش کل باکتری‌ها در بین تیمارهای مختلف آزمایشی بود که این یافته‌ها با تحقیق Chuchird و همکاران (۲۰۱۵) در ارتباط با تأثیر سطوح مختلف رنگدانه آستازانتین بر روی پست لارو میگوی پاسفید غربی دارای هم‌خوانی بود، چون در آزمایش آن‌ها نیز با افزایش مقادیر این رنگدانه در جیره غذایی، شمارش کل باکتری‌های روده میگوی مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری از خود کاهش نشان داد.

درنهایت، یافته‌های حاصل از مطالعه کنونی نشان داد که افزایش سطوح لیکوپن جیره غذایی موجب بهبود شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف و محتوای کاروتنوئید کل میگوی رودخانه‌ای شرق گردید که نشان‌دهنده اهمیت قابل ملاحظه رنگدانه لیکوپن در افزایش عملکرد بهنیه فرآیندهای سوخت و ساز سلولی و تأثیرگذاری مطلوب بر استرس‌های کوتاه مدت فیزیولوژیک و رنگ‌پذیری می‌باشد. در نتیجه با مشاهده و ارزیابی یافته‌های به‌دست آمده، افزودن مقادیر این رنگدانه کاروتنوئیدی تا سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم لیکوپن به جیره غذایی با هدف بهبود شاخص‌های بیوشیمیایی همولنف و محتوای کاروتنوئید کل این میگو، پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱. **علی، م.؛ اکبری، پ.؛ غلام‌حسینی، ا. و فریدونی، م.س.، ۱۳۹۸.** اثر مکمل غذایی آستاگزانتین بر عملکرد رشد، بقاء و برخی شاخص‌های ایمنی ذاتی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله محیط زیست جانوری. سال ۱۱، شماره ۱، صفحات ۲۲۵ تا ۲۳۰.

۲. **مخلص‌آبادی، ا.؛ درافشان، س. و پیکان‌حیرتی، ف.، ۱۳۹۷.** تأثیر دوره محرومیت غذایی بر شاخص‌های خون‌شناسی ماهی پرت (*Cichlasoma synspilum* ♀ × *Cichlasoma citrinellum* ♂) تغذیه شده با جیره حاوی آستاگزانتین و نمک صفراوی. مجله محیط زیست جانوری. سال ۱۰، شماره ۴، صفحات ۴۰۷ تا ۴۱۴.

3. **Alitabar, A.; Hosseinifard, S.M. and Ghobadi, S., 2017.** Comparative effect of Astaxanthine and red beet (*Beta vulgaris conditiva*) on blood serum factors of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Breeding and Aquaculture Sciences. Vol. 4, No. 11, pp: 43-50.

4. **Alizadeh, M.; Khanjani, M.H.; Karimi, O.; Ansari, R. and Rafieepour, A., 2017.** The effect of different levels of synthetic and algal astaxanthin (*Heamatococcus pluvialis*) on some biochemical parameters of blood serum in Rainbow trout broodstock *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792). Aquaculture Nutrition. Vol. 5, No. 2, pp: 47-64.

5. **AOAC. 2016.** Official Methods of Analysis, 20th Ed. (Editor: Dr. George W. Latimer, Jr.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA. 3172 p.

6. **Chien, Y.H. and Shiau, W.C., 2005.** The effects of dietary supplementation of algae and synthetic astaxanthin on body

astaxanthin, survival, growth, and low dissolved oxygen stress resistance of kuruma prawn, *Marsupenaeus japonicus* Bate. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol. 318, No. 2, pp: 201-211.

7. **Chuchird, N.; Rorkwiree, P. and Rairat, T., 2015.** Effect of dietary formic acid and astaxanthin on the survival and growth of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and their resistance to *Vibrio parahaemolyticus*. Springer Plus. Vol. 4, No. 1, pp: 440-452.

8. **De Grave, S. and Ghane, A., 2006.** The establishment of the oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense* (de Haan, 1849) in Anzali Lagoon, Iran. Aquatic Invasions. Vol. 1, No. 4, pp: 204-208.

9. **Ding, Z.; Kong, Y.; Zhang, Y.; Li, J.; Cao, F.; Zhou, J. and Ye, J., 2017.** Effect of feeding frequency on growth, body composition, antioxidant status and mRNA expression of immunodependent genes before or after ammonia-N stress in juvenile oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense*. Fish & shellfish immunology. Vol. 68, pp: 428-434.

10. **Ettefaghdoost, M. and Alaf Noveirian, H., 2017.** The effect of different feeding rates on growth indices, feed conversion ratio and body composition of Oriental River prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849). Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol. 25, No. 5, pp: 97-112.

11. **Ettefaghdoost, M.; Alaf Noveirian, H. and Falahatkar, B., 2018.** Growth performance, feed efficiency and whole–body chemical composition of the oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense*, fed different dietary protein to lipid ratio. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 17, No. 3, pp: 585-602.

12. **Farhangi, M.; Ahmadi, S.; Rafiee, G.; Ghaednia, B. and Taghavi, D., 2014.** Evaluation of the effect of different dietary levels of astaxanthin pigment on some biochemical parameters and non-specific immuno of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) juveniles faced with a sharp decline in oxygen tension. Journal of Khoramshahr Marine science and technology. Vol. 12, No. 2, pp: 103-114.

13. **Fu, H.; Gong, Y.; Wu, Y.; Xu, P. and Wu, C., 2004.** Artificial interspecific hybridization between *Macrobrachium* species. Aquaculture. Vol. 232, No. 1-4, pp: 215-223.

14. **Galasso, C.; Corinaldesi, C. and Sansone, C., 2017.** Carotenoids from Marine Organisms: Biological Functions and Industrial Applications. Antioxidants. Vol. 6, No. 4, pp: 96.

15. **Hu, J.; Lu, W.; Lv, M.; Wang, Y.; Ding, R. and Wang, L., 2019.** Extraction and purification of astaxanthin from shrimp shells and the effects of different treatments on its content. Revista Brasileira de Farmacognosia. Vol. 29, No. 1, pp: 24-29.

16. **Mahfuzur, R.; Lutzu, G.A.; Alam, A.; Sarker, P.; Chowdhury, M.K.; Parsaeimehr, A.; Liang, Y. and Daroch, M., 2018** .Microalgae in aquafeeds for a sustainable aquaculture industry. Journal of Applied Phycology. Vol. 30, No. 1, pp: 197-213.

17. **Mao, X.; Guo, N.; Sun, J. and Xue, C., 2017.** Comprehensive utilization of shrimp waste based on biotechnological methods: A review. Journal of Cleaner Production. Vol. 143, pp: 814-823.

18. **Miao, S.; Zhu, J.; Zhao, C.; Sun, L.; Zhang, X. and Chen, G., 2017.** Effects of C/N ratio control combined with probiotics on the immune response, disease resistance, intestinal microbiota and morphology of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). Aquaculture. Vol. 476, pp: 125-133.

19. **New, M.B. and Nair, C.M., 2012.** Global scale of freshwater prawn farming. Aquaculture Research. Vol. 43, No. 7, pp: 960-969.

20. **Niu, J.; Tian, L.X.; Liu, Y.J.; Yang, H.J.; Ye, C.X.; Gao, W. and Mai, K.S., 2009.** Effect of dietary astaxanthin on growth, survival, and stress tolerance of postlarval shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 40, No. 6, pp: 795-802.

21. **Parisenti, J.; Beirão, L.; Maraschin, M.; Mourino, J.; Do Nascimento Vieira, F.; Bedin, L. and Rodrigues, E., 2011.** Pigmentation and carotenoid content of shrimp fed with *Haematococcus pluvialis* and soy lecithin. Aquaculture Nutrition. Vol. 17, No. 2, pp: 530-535.

22. **Pillay, T.V.R. and Kutty, M.N., 2005.** Aquaculture: Principles and Practices, 2nd Edition, Wiley-Blackwell publishing, New Jersey, USA. 640 p.

23. **Rigi Ghazagh, H.; Aberomand, A.; Ziaienezhad, S. and Akbary, P., 2017.** Effect of astaxanthin on growth, body chemical composition and some blood serum biochemical indices in grey mullet, (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758). Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol. 26, No. 2, pp: 15-24.

24. **Wade, N.M.; Cheers, S.; Bourne, N.; Irvin, S.; Blyth, D. and Glencross, B.D., 2017.** Dietary astaxanthin levels affect colour, growth, carotenoid digestibility and the accumulation of specific carotenoid esters in the Giant Tiger Shrimp, *Penaeus monodon*. Aquaculture Research. Vol. 48, No. 2, pp: 395-406.

25. **Wang, Z.; Cai, C.F.; Cao, X.M.; Zhu, J.M.; He, J.; Wu, P. and Ye, Y.T., 2018.** Supplementation of dietary astaxanthin alleviated oxidative damage induced by chronic high pH stress, and enhanced carapace astaxanthin concentration of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*. Aquaculture. Vol. 483, No. 1, pp: 230-237.

26. **Weintraub, S.; Shpigel, T.; Harris, L.; Schuster, R.; Lewis, E. and Lewitus, D., 2017.** Astaxanthin-based polymers as new antimicrobial compounds. Polymer Chemistry. Vol. 8, No. 29, pp: 4182-4189.

27. **Zhao, W.; Wang, Z.; Yu, Y.; Qi, Z.; Lü, L.; Zhang, Y. and Lü, F., 2016.** Growth and antioxidant status of oriental river prawn Macrobrachium nipponense fed with diets containing vitamin E. Chinese Journal of Oceanology and Limnology. Vol. 34, No. 3, pp: 477-483.