DOI: 10.22092/VJ.2020.343452.1735
شماره ۱۳۳ زمستان ۱۴۰۰
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

اثر رنگدانه لیکوپن بر عملکرد رشد، کارایی غذا و ترکیبات بیوشیمیایی بدن میگوی رودخانه‌ای شرق *Macrobrachium nipponense* (De Haan,1849)

• **محمد اتفاق دوست (نویسنده مسئول)**
گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران
• **حمید علاف نویریان**
گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۹-۰۴-۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹-۰۵-۲۰
Email: ettefaghdoost@phd.guilan.ac.ir

چکیده

مطالعه کنونی به منظور بررسی اثر سطوح مختلف رنگدانه لیکوپن بر روی شاخص‌های رشد، کارایی غذا و ترکیبات بیوشیمیایی بدن میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) انجام گرفت. در این پژوهش ۲۲۵ قطعه میگو با میانگین وزن ۰/۰۷± ۱/۴۰ g به وسیله ۵ تیمار غذایی شامل سطوح متفاوت لیکوپن صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ mg/kg لیکوپن جیره به مدت ۸ هفته مورد غذادهی قرار گرفتند. در پایان دوره پرورش، میگوها توسط ترازوی دیجیتال زیست‌سنجی شدند و ترکیبات تقریبی بدن نمونه‌ها بر اساس روش AOAC مورد تجزیه قرار گرفت. یافته‌های حاصل نشان داد که جیره‌های حاوی رنگدانه لیکوپن، اختلاف معنی‌دار آماری را با تیمار شاهد از خود نشان دادند (p<۰/۰۵). درحالی‌که شاخص هپاتوسوماتیک، تحت تاثیر تیمارهای متفاوت لیکوپن قرار نگرفت (p>۰/۰۵). بیشترین افزایش وزن، میزان بقا و کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۲۰۰ mg/kg لیکوپن جیره مشاهده شد. رطوبت، پروتئین و چربی لاشه دارای تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد بودند (p<۰/۰۵) ولی خاکستر تیمارهای آزمایشی، اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (p>۰/۰۵). نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که افزایش سطوح لیکوپن جیره غذایی موجب بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای میگوی رودخانه‌ای شرق شد و افزودن میزان ۲۰۰ mg/kg لیکوپن به جیره غذایی با هدف بهبود عملکرد رشد، کارایی غذا و کیفیت لاشه این میگو پیشنهاد گردید.

کلمات کلیدی: ترکیب لاشه، کارایی غذا، شاخص‌های رشد، لیکوپن، میگوی رودخانه‌ای شرق

● Veterinary Researches & Biological Products No 133 pp: 168-176

The effect of lycopene pigment on growth performance, feed efficiency and body composition of the Oriental River Prawn, *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849)

By: Ettefaghdoost, M., (Corresponding Author) Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran. and Alaf Noveirian, H., Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.

Received: 2020-06-26 **Accepted: 2020-08-10**

Email: ettefaghdoost@phd.guilan.ac.ir

The present research was conducted to investigate the effect of different levels of lycopene pigment on growth indices, feed efficiency and bio-chemical composition of Oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*). In this study, 225 prawns with mean weight of 1.40±0.07 gram were fed by 5 dietary treatments containing different levels of lycopene zero (control), 50, 100, 150 and 200 milligrams lycopene per kilogram diet for 8 weeks. At the end of culture period, prawns were biometry with a digital scale and approximate body composition of samples was analyzed according to the AOAC method. Results showed that the diets containing lycopene showed a significant difference with the control treatment ($p<0.05$). However, hepatosomatic index was not affected by different lycopene treatments ($p>0.05$). The highest weight gain, survival rate and lowest feed conversion ratio were observed in 150 milligrams lycopene per kilogram diet. Carcass moisture, protein and lipid were significantly different from control treatment ($p<0.05$) but the ash of experimental treatments had no significant difference with control treatment ($p>0.05$). The results of this study showed that increased levels of dietary lycopene improved the growth and nutritional indices of the Oriental river prawn and adding 200 milligrams per kilogram lycopene to the diet was suggested to improve the growth performance, feed efficiency and carcass quality of this prawn.

Keyword: Carcass composition, Feed efficiency, Growth Indices, Lycopene, Oriental river prawn

مقدمه

میگوي رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) یکی از گونه میگوهاي مهم آب شیرین خانواده پالامونیده (Palaemonidae) و از جنس بازوبلند (*Macrobrachium*) است که دارای اهمیت اقتصادی می‌باشد (۹). این میگو علاوه بر اینکه در مراحل لاروی به میزان 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. میگوي رودخانه‌ای شرق به علت بهره‌مندی از ویژگی‌های قابل توجهی همانند سازگاری و بازماندگی بالا در برابر تغییرات درجه حرارت محیط (به ویژه دماهای پایین)، عملکرد رشد مناسب در شرایط طبیعی، وجود گوناگونی در شرایط پرورش (استخر، سیستم‌های نیمه متراکم و متراکم، قفس، مزارع برنج به صورت پلی‌کالچر و غیره)، سهولت تکثیر و تولید مثل، همچنین بازدهی و صرفه اقتصادی قابل تأمل به دلیل 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 (۲۰). 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 (۵). این گونه با توجه به اینکه به طور 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 به منظور آبزی‌پروری در مناطقی که از منابع آبی لب‌شور، کم‌شور و شیرین برخوردارند، محسوب گردد (۱۸). به همین دلیل توجه ویژه به مباحث مرتبط با آبزی‌پروری این میگو، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و به کارگیری از جیره غذایی مطلوب و اختصاصی، موجب می‌گردد تا رشد بهینه این گونه در شرایط پرورشی تسریع گردد. با توجه به آنکه که بهبود عملکرد رشد از جمله 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. به دلیل 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 به منظور بازارپسندی بیشتر و بقای بالاتر در برابر تنش‌های محیطی، موجب افزایش مقدار

تقاضاها برای استفاده از این رنگدانه‌ها در محصولات مورد استفاده در آبزی‌پروری گردیده است (۱۵). به همین دلیل مطالعات بسیاری در ارتباط با این زمینه بر روی آبزیان صورت گرفته است که می‌توان به پژوهش‌های Zhang و همکاران (۲۰۱۳)، Wade و همکاران (۲۰۱۷) و همچنین Wang و همکاران (۲۰۱۸) اشاره کرد (۲۱،۲۲،۲۴). لذا با توجه به ویژگی‌های قابل ملاحظه‌ای که در ارتباط با اهمیت آبزی‌پروری 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 به منظور آبزی‌پروری آن دست یافت. در نتیجه در مطالعه کنونی سعی گردید به بررسی اثرات رنگدانه کاروتنوئیدی لیکوپن بر شاخص‌های رشد، تغذیه‌ای و ترکیبات تقریبی لاشه میگوی رودخانه‌ای شرق به عنوان یک گونه دارای پتانسیل اقتصادی و قابلیت پرورش مطلوب در منابع مختلف آب شیرین کشور ایران پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

میگو و شرایط پرورش

پژوهش کنونی در تابستان سال ۱۳۹۸ در مرکز آکواریوم فیشلند (رشت، گیلان، ایران) به مدت ۸ هفته، انجام گرفت. میگوهای مورد مطالعه توسط تور و همچنین تله با محدوده وزن ۱ g الی ۱/۵ و طول کل حدود ۵ cm از رودخانه سیاه درویشان (طول و عرض جغرافیایی '۴۹°۳۰ شرقی; '۳۷°۲۵ شمالی، ارتفاع از سطح دریا m ۱۵-، صومعه‌سرا، 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 به منظور سازگار گردیدن با شرایط فیزیکی و شیمیایی آب، به مدت زمان ۱۴ روز در مخزن ۷۰۰ L مورد نگهداری قرار گرفتند و در طی مدت زمان مذکور با جیره غذایی پایه میگوی رودخانه‌ای شرق (پروتئین ٪۴۵، چربی٪۵، خاکستر ٪۱۴، رطوبت ۱۰- ۹٪، انرژی kj/g ۱۸، قطر mm ۱) بر اساس مقدار اشتها تغذیه گردیدند (۸). بعد از طی دوره تطابق، میگوها زیست‌سنجی شدند و با میانگین وزن g ۰/۰۷ ± ۱/۴۰ و طول کل cm ۰/۳۲ ± ۵، مورد جداسازی قرار گرفتند و به طور کاملاً تصادفی بین ۱۵ آکواریوم شیشه‌ای به تعداد ۱۵ نمونه در هر آکواریوم تقسیم گردیدند. حجم استفاده گردیده و آبگیری شده برای تیمارها،L۶۰ و منبع آب به کاررفته برای آکواریوم‌ها آب شهری بود که پیش از استفاده در مخازن پرورشی، به جهت کلرزدایی در آن به صورت مداوم هوادهی به مدت 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-۱۰۰، نیویورک، آمریکا) اتصال یافته بود، انجام پذیرفت. آب آکواریوم‌های پرورشی به طور 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 به صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تعبیه شد که به وسیله لامپ فلورسنت با رنگ سفید انجام پذیرفت. شاخص‌های کیفیت آب همانند دما و اکسیژن محلول به طور روزانه و سایر شاخص‌ها همچون pH، آمونیوم، نیتریت، نیترات، فسفات و سختی کل در زمان هر زیست‌سنجی توسط دستگاه‌های دیجیتال مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (۲). دما توسط دماسنج دیجیتال میله‌ای TFA (TH-30.1054، ورتهایم، آلمان)، pH با دستگاه میلواکی (Mi411، راکی ماونت، آمریکا)، اکسیژن محلول با دستگاه هانا (HI-9147، وونساکیت، آمریکا)، آمونیوم، نیتریت، نیترات با میلواکی (Mi407، راکی ماونت، آمریکا)، فسفات با میلواکی (Mi407، راکی ماونت، آمریکا) و میزان سختی کل با دستگاه سختی سنج HM (T-3، ردوندو بیچ، آمریکا) سنجش گردید.

ساخت جیره و طراحی آزمایش

تنظیم جیره‌های آزمایشی بر اساس جیره پایه میگوی رودخانه‌ای شرق با استفاده از برنامه جیره‌نویسی 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 (AR۱۰۴۴، پاریس، فرانسه) به طور کامل پودر و پس از آن به کمک الک ۱۰۰ µm غربال شدند تا زمانی‌که نمونه‌ای یکنواخت به‌دست آمد و در صورت وجود ناخالصی از آن جداسازی گردید. مواد اولیه مورد نیاز برای تهیه جیره‌های آزمایشی با بهره‌گیری از ترازوی دیجیتال، مورد توزین قرار گرفتند و همه اجزای جیره با دقت به مدت 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 (HSH۱۰، جیانگسو، چین) وارد گردیدند و جیره‌هایی نهایی با اندازه‌ای در حدود ۱ mm از آن‌ها تولید شد. در نهایت به جیره‌های آماده شده، پس از حل نمودن پودر لیکوپن۱۰٪ 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. به دلیل 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 mg/kg) بر حسب جیره غذایی پایه مورد مطالعه میگوی رودخانه‌ای شرق بود که در آن نمونه‌های میگو به مدت زمان ۸ هفته در پنج تیمار آزمایشی و سه تکرار، تغذیه گردیدند. غذادهی به آن‌ها در چهار نوبت (ساعات ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰) به صورت دستی و به اندازه سه درصد غذادهی با احتساب میانگین وزن توده زنده انجام گرفت (۶،۷). اقلام غذایی و تجزیه تقریبی جیره‌های غذایی استفاده گردیده برای پرورش میگوی رودخانه‌ای شرق در پژوهش حاضر، در جدول ۱ آورده شده است (۱).

تعیین شاخص‌های رشد و کارایی غذا

عمل بیومتری میگوها در ابتدای دوره برای همه آن‌ها و پس از آن، به صورت هر دو هفته یکبار انجام گرفت. برای انجام این فرآیند پس از قطع نمودن غذادهی میگوها به مدت زمان ۲۴ ساعت، نمونه‌ها از آکواریوم‌ها خارج گردیدند و به صورت انفرادی با ترازوی دیجیتال با سطح دقت g

جدول ۱- اقلام غذایی و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی میگوی رودخانه ای شرق.

	رنگدانه لیکوپن (mg/kg)				
	صفر	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰
ترکیبات جیره (٪)					
آرد ماهی۱	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 کازئین۲	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
مکمل ویتامینی۳	۲	۲	۲	۲	۲
مکمل معدنی۴	۲	۲	۲	۲	۲
کلسترول۵	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
ویتامین C آبزیان۶	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
دی کلسیم فسفات۷	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
پرکننده ۸(CMC)	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 (kj/g)۱۰	۱۸/۲۳	۱۸/۳۸	۱۸/۱۹	۱۸/۱۲	۱۸/۰۵
کاروتنوئید کل (mg/kg)	۴/۵۲	۵۱/۸۹	۱۰۸/۰۶	۱۵۵/۷۷	۱۹۸/۴۱

۱شرکت خوراک دام و آبزیان مازندران (ساری، مازندران، ایران).

۲شرکت لابراتوارهای Quelab (مونترآل، کبک، کانادا).

۳شرکت لابراتوارهای سیانس (قزوین، قزوین، ایران)- هر g ۱۰۰۰ مکمل ویتامینه شامل؛IU ۱۶۰۰۰۰۰ رتینول،IU ۴۰۰۰۰۰ کوله کلسیفرول،g ۴۰ آلفا توکوفرول،g ۲ منادیون،g ۶ تیامین،g ۸ ریبوفلاوین، ویتامین g ۱۲ نیاسین،g ۴۰ پانتوتنیک اسید،g ۴ پیریدوکسین،g ۲ فولیک اسید،g ۶۰ اسکوربیک اسید،mg ۲۴۰ بیوتین،g ۲۰ اینوزیتول،g ۲۰ بوتیل هیدروکسی تولوئن.

۴شرکت لابراتوارهای سیانس (قزوین، قزوین، ایران)- هر g ۱۰۰۰ مکمل معدنی شامل؛g ۲۰ آهن،g ۶۰ روی،mg ۴۰۰۰ سلنیوم،mg ۲۰۰۰ کبالت،mg ۵۰۰۰ مس،mg ۴۰۰۰ منگنز،mg ۸۰ ید،mg ۸۰۰۰۰ کولین کلراید

۵شرکت سیگما آلدریچ (سنت لوئیس، میزوری، ایالات متحده آمریکا).

۶شرکت لابراتوارهای سیانس (قزوین، قزوین، ایران)- هر g ۱۰۰۰ ویتامین C شامل؛g ۵۰۰ Stay-C 35 .

۷شرکت ارس تابان (آمل، مازندران، ایران).

۸شرکت کیمیا تهران اسید (تهران، تهران، ایران).

۹شرکت آدونیس دارو (تهران، تهران، ایران).

۱۰محاسبه انرژی ناخالص بر اساس؛ پروتئین (۱۶/۷kj/g)، چربی (۳۷/۶kj/g)،کربوهیدرات (۱۶/۷kj/g).

۰/۰۱ توزین شدند. شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای مانند میانگین افزایش وزن بدن (WG)، درصد افزایش وزن (BWI)، درصد افزایش وزن روزانه (ADG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، شاخص هپاتوسوماتیک (HSI)، نرخ بازده پروتئین (PER)، نرخ بازده چربی (LER)، درصد ارزش تولیدی پروتئین (PPV) و درصد ارزش تولیدی چربی (LPV)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و درصد بقا (SR) بر اساس فرمول‌های زیر مورد محاسبه قرار گرفت (۲۱).

(g) میانگین وزن ابتدای دوره- (g) میانگین وزن انتهای دوره = (g) میانگین افزایش وزن (WG)

۱۰۰ × (وزن اولیه/ WG) = (٪) درصد افزایش وزن (BWI)

۱۰۰ × [تعداد روزهای پرورش × (وزن اولیه/ WG)] = (٪) افزایش وزن روزانه (ADG)

۱۰۰ × [(طول دوره پرورش / (g) وزن ابتدای دوره Ln -وزن انتهای دوره Ln)] = (٪) نرخ رشد ویژه (SGR)

(وزن بدن / وزن هپاتوپانکراس) = (٪) شاخص هپاتوسوماتیک (HSI)

(g) مقدار کل پروتئین مصرف شده / (g) میانگین افزایش وزن = (g)نرخ بازده پروتئین (PER)

(g) مقدار کل چربی مصرف شده / (g) میانگین افزایش وزن = (g) نرخ بازده چربی (LER)

۱۰۰× کل پروتئین مصرف شده / (پروتئین لاشه در ابتدای دوره – پروتئین لاشه در انتهای دوره) = (٪) ارزش تولیدی پروتئین (PPV)

۱۰۰× کل چربی مصرف شده / (چربی لاشه در ابتدای دوره – چربی لاشه در انتهای دوره) = (٪) ارزش تولیدی چربی (LPV)

(g) افزایش وزن / (g) مقدار غذای مصرف شده = (g) ضریب تبدیل غذایی (FCR)

۱۰۰ × (تعداد میگوها در ابتدای دوره / تعداد میگوها در انتهای دوره) = (٪) بازماندگی (SR)

تجزیه تقریبی لاشه

ترکیبات بیوشیمیایی بدن شامل اندازه گیری رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر بر اساس روش (AOAC, 2016) صورت گرفت. به این ترتیب که رطوبت توسط خشک گردیدن نمونه‌ها با دمای حدود ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به وسیله آون تا رسیدن به وزن ثابت، پروتئین خام با روش کجلدال (N× ۶/۲۵)، چربی خام به شیوه سوکسله و و در نهایت خاکستر نیز توسط کوره الکتریکی با قرار دادن نمونه‌ها به مدت زمان ۸ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، سنجش گردید (۱).

تجزیه و تحلیل آماري داده‌ها

ابتدا وضعیت داده‌ها با بهره‌گیری از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) به منظور نرمال بودن و آزمون لون (Levene) برای همگنی واریانس‌ها مورد بررسی قرار گرفت و تجزیه و تحلیل داده‌ها، با آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) به کمک نرم‌افزار آی‌بی‌ام SPSS (نسخه 22، نورث کسل، آمریکا) انجام پذیرفت. پس از آن مقایسه میانگین تیمارها، بر طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan's multiple range) در سطح اطمینان ۹۵٪ تعیین شد و در نهایت برای ترسیم جداول از نرم‌افزار مایکروسافت اکسل (نسخه 2013،

جدول ۲- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) شاخص های کیفیت آب میگوی رودخانه ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) تغذیه شده با سطوح متفاوت لیکوپن (mg/kg) در طول دوره پرورشی.

پارامترها	رنگدانه لیکوپن (mg/kg)					One- way ANOVA
	صفر	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	p
دما (C°)	۲۵/۵۷ ± ۰/۶۲	۲۵/۷۲ ± ۰/۵۶	۲۴/۸۵ ± ۰/۴۰	۲۵/۰۴ ± ۰/۳۱	۲۴/۷۰ ± ۰/۷۳	۰/۳۶۴
pH	۶/۸۵ ± ۰/۰۴	۶/۹۳ ± ۰/۱۳	۶/۹۱ ± ۰/۲۸	۷/۰۳ ± ۰/۲۵	۷/۰۴ ± ۰/۱۰	۰/۷۰۱
اکسیژن محلول (mg/l)	۶/۵۲ ± ۰/۱۳^{c}	۶/۹۵ ± ۰/۱۶^{b}	۶/۹۰ ± ۰/۰۴^{b}	۷/۱۴ ± ۰/۰۵^{a}	۷/۱۴ ± ۰/۰۷^{a}	۰/۰۰۰
آمونیوم (mg/l)	۰/۸۳ ± ۰/۰۱	۰/۷۸ ± ۰/۰۶	۰/۸۲ ± ۰/۰۵	۰/۷۵ ± ۰/۰۶	۰/۷۶ ± ۰/۰۱	۰/۲۴۰
نیتریت (mg/l)	۰/۱۴ ± ۰/۰۱	۰/۱۲ ± ۰/۰۱	۰/۱۳ ± ۰/۰۲	۰/۱۲ ± ۰/۰۳	۰/۱۲ ± ۰/۰۱	۰/۴۶۱
نیترات (mg/l)	۰/۱۸ ± ۰/۰۳	۰/۱۸ ± ۰/۰۱	۰/۱۶ ± ۰/۰۱	۰/۱۷ ± ۰/۰۱	۰/۱۷ ± ۰/۰۱	۰/۵۵۷
فسفات (mg/l)	۰/۰۲ ± ۰/۰۰	۰/۰۲ ± ۰/۰۱	۰/۰۲ ± ۰/۰۱	۰/۰۲ ± ۰/۰۰	۰/۰۱ ± ۰/۰۱	۰/۵۸۰
سختی کل (mg/l)	۱۳۵/۳۰ ± ۲/۶۶	۱۲۹/۸۳ ± ۲/۸۹	۱۳۱/۰۷ ± ۲/۹۶	۱۳۲/۹۸ ± ۲/۷۶	۱۳۲/۵۳ ± ۳/۱۷	۰/۲۷۲

اعداد با حروف متفاوت، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ردیف‌های مختلف با یکدیگر است (p<۰/۰۵).

ردموند، آمریکا) استفاده گردید، همچنین داده‌های درون متن به صورت میانگین ± انحراف معیار (Mean±Standard deviation) بیان شده است.

نتایج

شاخص‌های کیفیت آب

با توجه به اهمیت قابل‌ملاحظه پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب از جمله دما، اکسیژن محلول، pH، عوامل نیتروژنه و غیره و همینطور اثرات این عوامل بر میزان کارایی تغذیه و در نهایت عملکرد رشد میگوها، شاخص‌های بیان شده در طول مدت دوره پرورش میگوی رودخانه‌ای شرق (M. nipponense)، با دقت مورد اندازه سنجش قرار گرفتند که یافته‌های به دست آمده از آن‌ها در جدول ۲ آورده شده است. دما، pH، آمونیوم، نیتریت، نیترات، فسفات و سختی کل آب تیمارهای مختلف در طول دوره آزمایش، اختلاف معنی‌دار آماری را از خود نشان ندادند ($p>0/05$). با این وجود میزان اکسیژن محلول تحت تأثیر تفاوت سطوح رنگدانه لیکوپن در تیمارهای مختلف غذایی قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری را از خود نشان داد ($p<0/05$). تیمار شاهد میزان اکسیژن محلول آن به طور معنی داری کمتر از تیمارهای سطوح مختلف رنگدانه لیکوپن بود و بیشترین میزان اکسیژن محلول در تیمارهای با سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ mg/kg مشاهده گردید ($p<0/05$).

شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه

یافته‌های مورد اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای میگوهای رودخانه‌ای شرق تغذیه گردیده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف رنگدانه لیکوپن در جدول ۳ آمده است. بر اساس این نتایج، همه این فاکتورها به غیر از شاخص هپاتوسوماتیک به طور معنی‌داری تحت تأثیر مقادیر متفاوت لیکوپن جیره قرار گرفتند ($p<0/05$). نتایج نشان داد که افزایش میزان لیکوپن جیره باعث بهبود عملکرد رشد میگوی رودخانه‌ای شرق شده است که اختلاف معنی‌دار آماری را با تیمار شاهد از خود نشان دادند ($p<0/05$). بالاترین افزایش وزن بدن، افزایش وزن روزانه، نرخ رشد ویژه، نرخ بازده پروتئین و چربی در تیمار ۲۰۰ mg/kg لیکوپن جیره و پایین‌ترین میزان آن‌ها در تیمار شاهد به دست آمد. کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ mg/kg لیکوپن جیره حاصل گردید. همچنین تیمارهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ mg/kg لیکوپن جیره، بیشترین درصد بازماندگی را ازخود نشان دادند درحالی‌که کمترین میزان بقا به تیمار شاهد تعلق داشت. همانطور که قبلتر به آن اشاره شد شاخص هپاتوسوماتیک، تحت تأثیر تیمارهای متفاوت رنگدانه لیکوپن قرار نگرفت و میان جیره‌های آزمایشی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$).

ترکیبات بیوشیمیایی بدن

نتایج حاصل شده از تجزیه تقریبی لاشه میگوی رودخانه‌ای شرق در جدول ۴ آورده شده است. این یافته‌ها نشان داد که ترکیبات بیوشیمیایی بدن همچون رطوبت، پروتئین و چربی تحت تأثیر سطوح مختلف رنگدانه لیکوپن قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد از خود نشان دادند ($p<0/05$). در حالی‌که با ارزیابی درصد خاکستر لاشه اختلاف معنی‌داری در میان تیمارهای متفاوت آزمایشی مشاهده نگردید ($p>0/05$).

جدول ۳- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) شاخص های رشد و کارایی غذا در میگوی رودخانه ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) تغذیه شده با سطوح متفاوت لیکوپن (mg/kg) در پایان دوره پرورش

شاخص‌ها	رنگدانه لیکوپن (mg/kg)					One- way ANOVA
	صفر	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	p
وزن اولیه (g)	۱/۴۰ ± ۰/۰۷	۱/۴۰ ± ۰/۰۷	۱/۴۰ ± ۰/۰۷	۱/۴۰ ± ۰/۰۷	۱/۴۰ ± ۰/۰۷	–
وزن نهایی (g)	۳/۶۵ ± ۰/۰۸^{e}	۴/۲۵ ± ۰/۱۳^{d}	۴/۵۶ ± ۰/۰۹^{c}	۵/۱۴ ± ۰/۰۶^{b}	۵/۴۰ ± ۰/۱۱^{a}	۰/۰۰۰
افزایش وزن (g)	۲/۲۵ ± ۰/۰۶^{e}	۲/۸۵ ± ۰/۰۸^{d}	۳/۱۶ ± ۰/۰۵^{c}	۳/۷۴ ± ۰/۰۶^{b}	۳/۹۹ ± ۰/۰۴^{a}	۰/۰۰۰
افزایش وزن (٪)	۱۶۰/۹۵ ± ۵/۸۱^{e}	۲۰۳/۵۶ ± ۵/۱۶^{d}	۲۲۵/۹۵ ± ۲/۸۸^{c}	۲۶۷/۱۴ ± ۴/۴۶^{b}	۲۸۵/۴۶ ± ۲/۸۷^{a}	۰/۰۰۰
افزایش وزن روزانه (٪)	۲/۸۷ ± ۰/۱۰^{e}	۳/۶۳ ± ۰/۰۹^{d}	۴/۰۲ ± ۰/۰۶^{c}	۴/۷۶ ± ۰/۰۸^{b}	۵/۰۹ ± ۰/۰۵^{a}	۰/۰۰۰
نرخ رشد ویژه (٪ / day)	۰/۷۳ ± ۰/۰۲^{d}	۰/۸۵ ± ۰/۰۳^{c}	۰/۹۱ ± ۰/۰۱^{e}	۰/۹۹ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۰۴ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۰۰۰
شاخص هپاتوسوماتیک (٪)	۴/۶۲ ± ۰/۱۶	۴/۹۳ ± ۰/۱۴	۴/۷۸ ± ۰/۳۵	۵/۱۰ ± ۰/۳۱	۴/۹۷ ± ۰/۲۵	۰/۲۴۹
نرخ بازده پروتئین	۰/۳۷ ± ۰/۰۵^{d}	۰/۴۷ ± ۰/۰۳^{c}	۰/۵۳ ± ۰/۰۲^{bc}	۰/۵۷ ± ۰/۰۵^{b}	۰/۶۹ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۰۰۰
نرخ بازده چربی	۱/۴۱ ± ۰/۰۴^{e}	۱/۷۵ ± ۰/۰۳^{d}	۱/۹۸ ± ۰/۰۴^{c}	۲/۱۳ ± ۰/۰۳^{b}	۲/۵۷ ± ۰/۰۴^{a}	۰/۰۰۰
ارزش تولیدی پروتئین (٪)	۶/۰۱ ± ۰/۸۶^{c}	۷/۰۳ ± ۰/۶۳^{c}	۸/۲۷ ± ۰/۷۴^{b}	۱۰/۳۱ ± ۰/۴۱^{a}	۱۰/۹۹ ± ۰/۵۸^{a}	۰/۰۰۰
ارزش تولیدی چربی (٪)	۱۴/۱۰ ± ۲/۱۳^{c}	۳۱/۵۱ ± ۴/۸۴^{b}	۴۰/۱۹ ± ۳/۱۸^{a}	۴۱/۹۶ ± ۲/۰۱^{a}	۴۳/۸۹ ± ۱/۹۳^{a}	۰/۰۰۰
ضریب تبدیل غذایی	۲/۴۱ ± ۰/۱۱^{a}	۱/۹۲ ± ۰/۰۸^{b}	۱/۷۱ ± ۰/۰۶^{c}	۱/۶۲ ± ۰/۰۵^{d}	۱/۴۶ ± ۰/۰۹^{e}	۰/۰۰۰
میزان بقا (٪)	۷۵/۴۴ ± ۳/۹۵^{c}	۸۶/۶۷ ± ۶/۶۶^{b}	۹۵/۵۵ ± ۳/۸۵^{ab}	۹۳/۳۳ ± ۶/۶۶^{ab}	۹۷/۷۸ ± ۳/۸۵^{a}	۰/۰۰۲

اعداد با حروف متفاوت، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ردیف‌های مختلف با یکدیگر است ($p<0/05$).

بحث

رنگدانه لیکوپن به دلیل دارا بودن طولانی‌ترین زنجیره هیدروکربنی در بین کاروتنوئیدها با یازده پیوند دوگانه (حدود ۲۰۴۸ ترکیب هندسی) از مهم‌ترین رنگدانه‌های کاروتنوئیدی (به لحاظ خاصیت آنتی اکسیدانی) و یک ریز مغذی اصلی و مهم در جیره غذایی آبزیان به شمار می‌آید که همانند سایر کاروتنوئیدها به صورت 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 به طور کلی سخت‌پوستان از توانایی تبدیل رنگدانه‌های کاروتنوئیدی به یکدیگر برخوردار هستند (۱۷). در نتیجه به دلیل اهمیت رنگدانه‌های کاروتنوئیدی همچون لیکوپن در عملکرد رشد و کارآیی تغذیه آبزیان، در مطالعه حاضر سعی گردید، اثرات اضافه نمودن مقادیر متفاوت آن در جیره غذایی با هدف بهبود شاخص‌های رشد و ترکیبات بیوشیمیایی بدن میگوی مورد پژوهش، بررسی صورت گیرد. در تحقیق کنونی نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری شاخص‌های کیفیت آب، اختلاف معنی‌دار آماری را در همه شاخص‌ها به جز اکسیژن محلول از خود نشان نداد که با مطالعه Niu و همکاران (۲۰۰۹) بر روی میگوی پاسفید مطابقت داشت که در آزمایش آن‌ها مشخص گردید با افزایش میزان رنگدانه کاروتنوئیدی آستازانتین جیره، اکسیژن محلول به طور معنی‌داری افزایش پیدا نمود که این امر بیانگر تأثیر قابل توجه رنگدانه‌های کاروتنوئیدی بر روی کاهش سطح استرس اکسیداتیو در میگوی مطالعه شده، می‌باشد (۱۰). یافته‌های حاصل شده از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای نشان داد که با افزودن مقادیر لیکوپن جیره، میزان شاخص‌های رشد و کارآیی غذا به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت و ضریب تبدیل غذایی تیمارهای حاوی رنگدانه لیکوپن، کاهش معنی داری از خود نشان دادند. نتایج به دست آمده از این مطالعه با تحقیق Cheng و Wu (۲۰۱۹) که به بررسی اثرات رنگدانه آستازانتین روی شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای خرچنگ مردابی قرمز (*Procambarus clarkii*) پرداختند که یافته‌های مطالعه ایشان پس از اتمام دوره پرورشی نشان داد که افزودن آستازانتین به جیره غذایی خرچنگ مورد پژوهش به طور معنی‌داری باعث افزایش شاخص‌های رشد نسبت به تیمار شاهد گردید و پژوهش Han و همکاران (۲۰۱۸) بر تأثیرات رنگدانه آستازانتین روی عملکرد رشد خرچنگ آبی ژاپنی (*Portunus trituberculatus*) که در آن گروه‌های تغذیه شده با رنگدانه آستازانتین وزن کسب شده بیشتری نسبت به گروه شاهد، نشان دادند. همچنین تحقیق Wang و همکاران (۲۰۱۸) بر تأثیر سطوح متفاوت آستازانتین روی شاخص‌های رشد و کارآیی تغذیه‌ای میگوی ژاپنی (*Marsupenaeus japonicus*) که در آن تیمار میگوهای غذادهی شده با میزان ۴۰۰ mg/kg آستازانتین جیره غذایی، بهترین عملکرد رشد و تغذیه‌ای را برخوردار بودند و مطالعه Wade و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی اثر چهار سطح متفاوت آستازانتین (مقادیر رنگدانه صفر، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ mg/kg) بر این شاخص‌ها در میگوی ببری سیاه (*Penaeus monodon*) پرداختند. یافته‌های مطالعه ایشان نشان داد که تیمار میگوهای تغذیه شده با mg/ ۱۰۰ kg، بالاترین سطح رشد را داشتند و در نهایت تحقیق Zhang و همکاران (۲۰۱۳) که با انجام مطالعه‌ای در ارتباط با اثر مقادیر مختلف رنگدانه آستازانتین با میزان سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ mg/kg آستازانتین بر شاخص‌های رشد میگوی پاسفید (*Litopenaeus vannamei*)، بعد از اتمام طول دوره آزمایشی به این نتیجه رسیدند که میگوهای تحت غذادهی با میزان ۱۲۵ و ۱۵۰ mg/kg آستازانتین، وزن کسب شده، ضریب رشد ویژه بیشتری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی از خود نشان دادند، مشابهت داشت. مقایسه یافته‌های به دست آمده از مطالعات بیان شده با پژوهش کنونی، بیانگر این امر بود که افزایش سطوح رنگدانه‌های کاروتنوئیدی همچون لیکوپن به جیره غذایی باعث بهبود شاخص‌های رشد و کارایی غذایی گردیده است که از جمله دلایل آن می‌توان به نقش مؤثر این رنگدانه به عنوان واسطه در سوخت و ساز بدن، بهبود کارآیی مواد غذایی با تسریع فرآیند هضم و جذب آن‌ها و در نتیجه بهبود عملکرد رشد و تغذیه‌ای، اشاره کرد، همچنین رنگدانه‌های کاروتنوئیدی از طریق کوتاه نمودن چرخه پوست‌اندازی در سخت‌پوستان و علاوه بر آن با مهار نسبی نیکوتین‌آمید آدنین دی‌نوکلئوتید فسفات، زمینه‌ساز کاهش

جدول ۴- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) ترکیبات بیوشیمیایی بدن میگوی رودخانه ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) تغذیه شده با سطوح متفاوت لیکوپن (mg/kg) در پایان دوره پرورش.

ترکیبات بیوشیمیایی بدن	رنگدانه لیکوپن (mg/kg)					One- way ANOVA
	صفر	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	p
رطوبت (٪)	۷۵/۰۹ ± ۰/۴۸^{a}	۷۳/۶۲ ± ۰/۴۱^{b}	۷۳/۲۱ ± ۰/۱۱^{b}	۷۱/۸۶ ± ۰/c۲۰	۷۱/۴۶ ± ۰/۲۴^{c}	۰/۰۰۰
پروتئین (٪)	۱۵/۱۷ ± ۰/۳۳^{c}	۱۶/۲۴ ± ۰/۱۳^{b}	۱۶/۶۵ ± ۰/۱۸^{b}	۱۷/۶۶ ± ۰/a۱۱	۱۷/۹۰ ± ۰/۳۹^{a}	۰/۰۰۰
چربی (٪)	۲/۵۸ ± ۰/۳۶^{c}	۳/۸۱ ± ۰/۱۸^{b}	۴/۳۶ ± ۰/۰۶^{a}	۴/۲۷ ± ۰/a۱۴	۴/۳۴ ± ۰/۰۹^{a}	۰/۰۰۰
خاکستر (٪)	۵/۸۱ ± ۰/۲۸	۵/۹۳ ± ۰/۲۱	۵/۸۱ ± ۰/۱۵	۵/۸۷ ± ۰/۱۰	۵/۹۰ ± ۰/۱۲	۰/۹۹۸

اعداد با حروف متفاوت، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ردیف‌های مختلف با یکدیگر است (p< ۰/۰۵).

انرژی مصرفی و در نتیجه موجب تسریع در افزایش رشد بهینه این آبزیان می‌گردند (۳،۱۲،۱۴،۲۴). از جمله سایر نقش‌های مهم آن 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 به عنوان یک آنتی‌اکسیدان بسیار قوی را بیان نمود (۱۰). اما نتایج حاصل از این مطالعه با پژوهش Göçer و همکاران (۲۰۰۶) بر روی تأثیرات سطوح مختلف رنگدانه آستازانتین روی شاخص‌های رشد میگوی ببری سبز (*Penaeus semisulcatus*) هم‌خوانی نداشت زیرا در تحقیق آن‌ها اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده نگردید که عامل مغایرت این یافته‌ها را می‌توان اختلاف در گونه‌ها و در نتیجه اثرگذاری متفاوت رنگدانه‌های کاروتنوئیدی به دلیل اختلاف در عادات تغذیه‌ای و همچنین تفاوت در جیره‌بندی تیمارهای غذایی آن‌ها اشاره نمود (۱۳). در مطالعه حاضر میزان بازماندگی میگوهای مورد غذادهی با جیره‌های شامل رنگدانه لیکوپن به صورت معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد به دست آمد که این یافته‌ها با مطالعات Niu و همکاران (۲۰۰۹) بر روی تأثیر جیره حاوی رنگدانه آستازانتین بر روی میزان بقای پست لارو میگوی پاسفید و همینطور Daly و همکاران (۲۰۱۳) بر خرچنگ قرمز (*Paralithodes camtschaticus*) تطابق داشت که از جمله علت‌های ارتباط مثبت افزایش میزان بقا با افزودن مقادیر لیکوپن جیره غذایی را نقش مؤثر این رنگدانه کاروتنوئیدی در بهبود عملکرد سیستم ایمنی آبزیان به دلیل ویژگی آنتی‌اکسیدانی مناسب آن از طریق مهار رادیکال‌های آزاد (رادیکال‌های هیدروکسیل و پروکسیل) و فرم‌های فعال اکسیژن در طول فرآیندهای سوخت‌وسازی و شرایط استرس زا محسوب نمود که در نتیجه این امر باعث کاهش استرس و افزایش مقاومت آبزیان می‌شود (۲۳). در این پژوهش با افزایش مقدار لیکوپن جیره غذایی، پروتئین خام و چربی خام لاشه به طور معنی‌داری افزایش پیدا نمود و نتایج به دست آمده از بررسی ترکیبات بیوشمیایی بدن مشخص گردید که ارتباط مثبتی بین افزودن سطوح لیکوپن تیمارهای غذایی و بهبود کیفیت لاشه وجود دارد. نتایج به دست آمده از پژوهش کنونی با تحقیقات Göçer و همکاران (۲۰۰۶) بر میگوی ببری سبز و Jin و همکاران (۲۰۱۴) بر روی میگوی ببری سیاه همخوانی داشت زیرا در مطالعات آن‌ها با افزایش مقدار آستازانتین جیره غذایی کیفیت لاشه گونه‌های مورد مطالعه، بهبود پیدا نمود. با توجه به نقش قابل توجهی که مجموعه رنگدانه‌های کاروتنوئیدی بر سوخت و ساز پروتئین‌ها و چربی‌ها دارد، علت‌های تأثیرگذاری معنی‌دار این رنگدانه بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن توجیه می‌گردد (۱۹،۲۳).

نتیجه‌گیری کلی

در نهایت، نتایج حاصل از پژوهش کنونی نشان داد که افزایش سطوح رنگدانه لیکوپن جیره غذایی موجب بهبود عملکرد رشد، شاخص‌های کارآیی تغذیه و همچنین کیفیت لاشه میگوی رودخانه‌ای شرق گردید که نشان‌دهنده اهمیت قابل ملاحظه رنگدانه لیکوپن در افزایش رشد و عملکرد بهنیه فرآیندهای سوخت‌وساز سلولی است. در نتیجه با مشاهده و بررسی نتایج به دست آمده، افزودن میزان این رنگدانه کاروتنوئیدی تا سطوح ۲۰۰ mg/kg لیکوپن به جیره غذایی با هدف افزایش شاخص‌های رشد، تغذیه‌ای و ترکیبات بیوشیمیایی بدن این میگو، پیشنهاد می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. AOAC. 2016. Official Methods of Analysis, 20th Ed. (Editor: Dr. George W. Latimer, Jr.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA. pp.3172.
2. APHA. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water (22nd Ed.). American Public Health Association, Washington, DC. USA. pp.1360.
3. Cheng, Y. and S. Wu. 2019. Effect of dietary astaxanthin on the growth performance and nonspecific immunity of red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. *Aquaculture* 512: 734341.
4. Daly, B., J. Swingle and G. Eckert. 2013. Dietary astaxanthin supplementation for hatchery-cultured red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, juveniles. *Aquaculture Nutrition* 19(3): 312-320.
5. De Grave, S. and A. Ghane. 2006. The establishment of the oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense* (de Haan, 1849) in Anzali Lagoon, Iran. *Aquatic Invasions* 1(4): 204-208.
6. Ding, Z., Y. Kong, Y. Zhang, J. Li, F. Cao, J. Zhou and J. Ye. 2017. Effect of feeding frequency on growth, body composition, antioxidant status and mRNA expression of immuno dependent genes before or after ammonia-N stress in juvenile oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense*. *Fish & shellfish immunology* 68: 428-434.
7. Ettefaghdoost, M. and H. Alaf Noveirian. 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* 25(5): 95-112.
8. Ettefaghdoost, M., H. Alaf Noveirian and B. Falahatkar. 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* 17(3): 585-602.
9. Fu, H., Y. Gong, Y. Wu, P. Xu and C. Wu. 2004. Artificial interspecific hybridization between *Macrobrachium* species. *Aquaculture* 232(1-4): 215-223.
10. Galasso, C., C. Corinaldesi and C. Sansone. 2017. Carotenoids from Marine Organisms: Biological Functions and Industrial Applications. *Antioxidants* 6(4): 1-33.
11. Göçer, M., M. Yanar, M. Kumlu and Y. Yanar. 2006. The effects of red pepper, marigold flower, and synthetic astaxanthin on pigmentation, growth, and proximate composition of *Penaeus semisulcatus*. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*

30(4): 359-365.
12. Han, T., X. Li, J. Wang, C. Wang, M. Yang and P. Zheng. 2018. Effects of dietary astaxanthin (AX) supplementation on pigmentation, antioxidant capacity and nutritional value of swimming crab, *Portunus trituberculatus*. *Aquaculture* 490: 169-177.
13. Hertrampf, J. W. and F. Piedad-Pascual. 2012. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Springer Science & Business Media. Berlin, Germany. pp.552.
14. Jin, N., H. Wen, C.-H. Li, Y.-J. Liu, L.-X. Tian, X. Chen, Z. Huang and H.-Z. Lin. 2014. Comparison effect of dietary astaxanthin and β-carotene in the presence and absence of cholesterol supplementation on growth performance, antioxidant capacity and gene expression of *Penaeus monodon* under normoxia and hypoxia condition. *Aquaculture* 422: 8-17
15. Mahfuzur, R., G. A. Lutzu, A. Alam, P. Sarker, M. K. Chowdhury, A. Parsaeimehr, Y. Liang and M. Daroch. 2018. Microalgae in aquafeeds for a sustainable aquaculture industry. *Journal of Applied Phycology* 30(1): 197-213.
16. Mao, X., N. Guo, J. Sun and C. Xue. 2017. Comprehensive utilization of shrimp waste based on biotechnological methods: A review. *Journal of Cleaner Production* 143: 814-823.
17. Naguib, Y. M. 2000. Antioxidant activities of astaxanthin and related carotenoids. *Journal of agricultural and food chemistry* 48(4): 1150-1154.
18. New, M. B. and C. M. Nair. 2012. Global scale of freshwater prawn farming. *Aquaculture Research* 43(7): 960-969.
19. Niu, J., L. X. Tian, Y. J. Liu, H. J. Yang, C. X. Ye, W. Gao and K. S. Mai. 2009. Effect of dietary astaxanthin on growth, survival, and stress tolerance of postlarval shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(6): 795-802.
20. Pillay, T. V. R. and M. N. Kutty. 2005. Aquaculture: Principles and Practices, 2nd Edition, Wiley-Blackwell publishing, New Jersey, USA, pp.640.
21. Wade, N. M., S. Cheers, N. Bourne, S. Irvin, D. Blyth and B. D. Glencross. 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* 48(2): 395-406.
22. Wang, Z., C.-f. Cai, X.-m. Cao, J.-m. Zhu, J. He, P. Wu and Y.-t. Ye. 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* 483(1): 230-237.
23. Weintraub, S., T. Shpigel, L. Harris, R. Schuster, E. Lewis and D. Lewitus. 2017. Astaxanthin-based polymers as new antimicrobial compounds. *Polymer Chemistry* 8(29): 4182-4189.
24. Zhang, J., Y. J. Liu, L. X. Tian, H. J. Yang, G. Y. Liang, Y. R. Yue and D. H. Xu. 2013. Effects of dietary astaxanthin on growth, antioxidant capacity and gene expression in Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition* 19(6): 917-927.