



Effect of Different Levels of L-carnitine on Growth Factors, Body Compositions, and Some Blood Biochemical Parameters of Fingerling Carp

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Sabzi E.¹ MSc,
Mohammadi Azarm H. * PhD,
Salati A.P.¹ PhD

How to cite this article

Sabzi E, Mohammadi Azarm H, Salati A P. Effect of Different Levels of L-carnitine on Growth Factors, Body Compositions, and Some Blood Biochemical Parameters of Fingerling Carp. Journal of Fisheries Science and Technology. 2018;7(2):81-86.

*Fisheries Department, Marine Natural Resources Faculty, Khorramshar University of Marine Science & Technology, Khorramshahr, Iran
¹Fisheries Department, Marine Natural Resources Faculty, Khorramshar University of Marine Science & Technology, Khorramshahr, Iran

Correspondence

Address: Khorramshar University of Marine Science and Technology, Ali-Ibn Abitaleb Boulevard, Khorramshahr, Iran. Postal Code: 3461964188
Phone: +98 (61) 53533321
Fax: -
azarmhamid@gmail.com

Article History

Received: February 15, 2017
Accepted: January 28, 2018
ePublished: June 21, 2018

ABSTRACT

Aims Efforts to reduce the feed conversion ratio, increase the rate of growth, and increase resistance to diseases are among the most important purposes of research on carp common carp. The aim of this study was to examine the effect of different levels of L-carnitine on growth factors, body compositions, and some blood biochemical parameters of fingerling carp (*Cyprinus carpio*).

Materials & Methods The present experimental research was conducted on 90 fish for 8 weeks. The fish were randomly divided into 9 fiberglass tanks containing 300liters in 3 treatments and 3 replicates. Treatments consisted of 3 levels (0, 500, and 1000mg L-carnitine) and the fish were fed 3 times a day. Growth, morphometric, and nutritional parameters, as well as blood factors of the treatments were compared. The value of moisture, ash, protein, and fat in diet and body composition were determined by AOAC method; the data were analyzed by SPSS 16 software, using one-way ANOVA and Duncan test.

Findings Different amounts of L-carnitine showed no significant difference in growth, but with increasing the levels of L-carnitine, an increasing trend was observed in improving feed conversion ratio. Value of protein and fat of body composition were increased and decreased, respectively, by 1000mg that was statistically different from the control group ($p<0.05$). Value of glucose and HDL increased and cholesterol and LDL decreased by 1000mg L-carnitine compared with the control group ($p<0.05$). L-carnitine had no significant effect on the level of triglyceride and hematocrit.

Conclusion The addition of 1000mg L- carnitine/kg to common carp fingerlings diet improves the body composition and the function of blood parameters in the treated fish.

Keywords L-carnitine; Common Carp; Growth Factors; Body Composition; Blood Parameters

CITATION LINKS

[1] Dietary L-carnitine supplementation increases antigen-specific ... [2] Reversible enzymatic acetylation of ... [3] The effect of dietary L-carnitine on growth performance and lipid composition in red sea ... [4] Effect of coenzyme A and carnitine on fatty acid oxidation in rainbow trout ... [5] Effect of dietary supplemental L-carnitine on growth ... [6] Effects of dietary L-carnitine level on growth performance body composition and antioxidant status ... [7] Protective effects of dietary L-Carnitine on tilapia hybrids (*Oreochromis niloticus* 9 *Oreochromis aureus*) reared under intensive pond-culture ... [8] Dietary carnitine maintains energy reserves and delays fatigue of exercised African catfish (*Clarias gariepinus*) fed high ... [9] Role of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production ... [10] Constraints and prospects of carp production in ... [11] A Review on aquaculture development in ... [12] The effect of immune stimulation and growth levamisole, Argus and three plant extracts in ... [13] Immunomodulatory effects of dietary intakes of chitin, chitosan ... [14] Physiological responses in Eurasian perch ... [15] Effect of dietary phospholipid levels on performance, enzyme activities and fatty acid ... [16] Feed intake, growth, feed conversion, digestibility, enzyme activities and ... [17] Effect of multiple injections of b-glucan on non-specific immune ... [18] Optimal dietary lipid level of silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings in relation to growth, nutrient retention ... [19] Official methods of analysis of AOAC ... [20] The effect of L-carnitine on the early stage of growth and body composition of ... [21] Effect of L-carnitin supplement on blood parameters and growth ... [22] Carnitine metabolism and ... [23] A note on the effects of 1-carnitine on ... [24] Effect of dietary L-carnitine supplements on growth and body ... [25] Effects of dietary L-carnitine supplementation on growth ... [26] Effect of feed supplementation with L-carnitine ... [27] Effects of dietary acetyl-L-carnitine on meat quality and lipid metabolism ... [28] The effect of supplementary dietary L-carnitine ... [29] Plasma lipoprotein as an indicator ...

تاثیر سطوح مختلف ال- کارنیتین بر فاکتورهای رشد، ترکیبات بدن و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی انگشت‌قد کپور معمولی

الهام سبزی * MSc

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
حمید محمدی آذر PhD
گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
امیرپرویز سلاطی PhD
گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

چکیده

اهداف: تلاش برای کاهش ضریب تبدیل غذایی، افزایش سرعت رشد و نیز افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها از مهم‌ترین اهداف تحقیقات مرتبط با ماهی کپور معمولی است. هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر سطوح مختلف ال- کارنیتین بر فاکتورهای رشد، ترکیب بدن و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی انگشت‌قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بود.

مواد و روش‌ها: پژوهش تجربی حاضر روی ۹۰ قطعه ماهی به مدت ۸ هفته انجام گرفت. ماهیان در طرح کاملاً تصادفی به ۹ تانک ۳۰۰ لیتری فایبرگلاس در سه تیمار و سه تکرار تقسیم شدند. تیمارها شامل سه سطح (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم

ال-کارنیتین) بودند و ماهیان سه‌بار در روز در حد سیری تغذیه شدند. شاخص‌های رشد، مورفومتریک و تغذیه و همچنین فاکتورهای خونی سه تیمار مورد مقایسه قرار گرفتند. درصد رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی در جیره غذایی و ترکیب لاشه ماهیان با روش AOAC تعیین و داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 16 از طریق آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن تحلیل شدند.

یافته‌ها: مقادیر مختلف ال- کارنیتین تفاوت معنی‌داری روی رشد نداشت، اما با افزایش سطح ال- کارنیتین یک روند افزایشی در بهبود ضریب تبدیل غذایی مشاهده شد. پروتئین و چربی لاشه در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم به ترتیب افزایش و کاهش یافت که با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. گلوکز و HDL تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم، افزایش و مقدار کلسترول و LDL در مقایسه با شاهد کاهش یافت. ال- کارنیتین بر میزان تری‌گلیسرید و هماتوکریت تاثیر معنی‌داری نداشت.

نتیجه‌گیری: اضافه کردن ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین در جیره غذایی بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی در کیفیت لاشه و پارامترهای خونی این ماهی موثر است.

کلیدواژه‌ها: ال- کارنیتین، ماهی کپور معمولی، شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه، شاخص‌های خونی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۰۸

*نویسنده مسئول: azarmhamid@gmail.com

مقدمه

ال- کارنیتین از نظر طبقه‌بندی مواد جزء آمین‌های چهارگانه محلول در آب است^[1]. ابتدا در سال ۱۹۵۲ جزء ویتامین‌ها تحت عنوان بتائین یا B11 طبقه‌بندی شد و پس از سه سال نقش آن در متابولیسم چربی‌ها کشف شد^[2]. به‌طور کلی می‌توان گفت که ال- کارنیتین میزان سوختن چربی را افزایش می‌دهد و مانع از لیپوژنز می‌شود و در سلول‌های بدن مثل ماهیچه، اسیدهای چرب برای سوختن و تولید انرژی باید به میتوکندری منتقل شوند^[3]. لازم به ذکر است که غشای داخلی میتوکندری ناتراوا است، بنابراین حاملی برای انتقال اسیدهای چرب بلندزنجیره به محل بتااکسیداسیون نیاز است که ال- کارنیتین این عمل نقل و انتقال را با گذاشتن کوآنزیم A در خارج میتوکندری و انتقال اسیدچرب به

داخل ماتریکس میتوکندری به‌عنوان آسپیل کارنیتین انجام می‌دهد. سپس استیل کوآنزیم A دوباره به درون ماتریکس میتوکندری آزاد و به محل بتا- اکسیداسیون حمل می‌شود^[3]. تاثیر ال- کارنیتین بر رشد به این دلیل است که با افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب، انرژی بیشتری به دست می‌آید و در مصرف پروتئین به‌ویژه در مورد ماهیانی که از جیره‌های دارای پروتئین کم استفاده می‌کنند صرفه‌جویی می‌شود و رشد افزایش می‌یابد^[4]. مطالعات مختلف در خصوص اثرات ال- کارنیتین روی ماهیان حتی با گونه‌های یکسان نتایج متناقضی را نشان داده است. اثرات مثبت ال- کارنیتین در گونه‌های شانک سیاه (*Sparus macrocephalus*)^[5] و فیل‌ماهی (*Huso huso*)^[6] گزارش شده است. همچنین از نتایج بی‌تاثیر بودن آن می‌توان به گونه‌های تیلاپیای هیبرید (*Oreochromis niloticus*)، تیلاپیای آبی (*Oreochromis aureus*)^[7] و گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*)^[8] اشاره کرد.

کپورماهیان یکی از خانواده‌های مهم ماهیان هستند که با داشتن بیش از ۳۰۰۰ گونه در چهار قاره جهان پراکنش یافته‌اند^[9]. کپورماهیان آب شیرین به‌خصوص کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به‌عنوان یک غذای مطلوب در سرتاسر جهان استفاده می‌شود^[10]. این گونه به‌دلیل مقاومت زیاد در مقابل نوسانات محیطی و استفاده از محدوده وسیعی از مواد غذایی قابل دسترس به‌عنوان یکی از گونه‌های مهم پرورشی در ایران نیز محسوب می‌شود^[11]. ماهی کپور معمولی در حوضه‌های دریای خزر، رودخانه کارون و بیشتر حوضه‌های آبریز داخلی ایران پراکنش دارد^[12]. تلاش برای کاهش ضریب تبدیل غذایی، افزایش سرعت رشد و نیز افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها از مهم‌ترین اهداف تحقیقات مرتبط با این گونه در دنیا است^[12, 13]. تحقیقات کمی درباره تاثیر ال- کارنیتین بر رشد و ترکیب بدن و شاخص‌های بیوشیمیایی خونی ماهیان در ایران انجام شده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف ال- کارنیتین بر فاکتورهای رشد، ترکیبات بدن و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی انگشت‌قد کپور معمولی انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع تجربی روی ۹۰ قطعه ماهی انگشت‌قد کپور معمولی انجام شد. بدین صورت که ماهی‌ها با میانگین وزنی ۲۲/۶۵±۰/۱۳ گرم تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند. ماهیان بعد از ضدعفونی با آب لب‌شور به‌منظور سازش‌پذیری به مدت ۲ هفته در مخازن ۳۰۰ لیتری حاوی آب هوادهی شده ذخیره‌سازی شدند. در طول این مدت، غذادهی با جیره تجاری گونه کپور معمولی یعنی CF2 (۲۱ بیضاء؛ ایران)، ۲ بار در روز در حد سیری به روش دستی انجام شد.

برای انجام آزمایش، ابتدا ماهیان زیست‌سنجی شدند و در تانک‌های آزمایش قرار گرفتند. این آزمایش شامل ۳ تیمار و ۳ تکرار بود که روی هم‌رفته از ۹ تانک پلی‌اتیلنی استوانه‌ای شکل ۳۰۰ لیتری (حجم آب موجود در تانک‌ها طی مدت آزمایش ۲۵۰ لیتر بود) استفاده شد. درون هر تانک ۱۰ قطعه ماهی در نظر گرفته شد. اثرات سطوح مختلف ال- کارنیتین در جیره غذایی با سه سطح (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین بر کیلوگرم جیره) مورد بررسی قرار گرفت و جیره غذایی با سطح صفر ال- کارنیتین به‌عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد. غذای مورد استفاده در تحقیق در

ماهیان با استفاده از تیغ اسکالپل تیز خارج و در ادامه، بافت روده و کبد جداسازی و با استفاده از ترازوی BEL با دقت ۰/۰۱ (engineering؛ ایتالیا) توزین شد. همچنین شاخص‌های رشد شامل درصد افزایش وزن بدن (WG)، ضریب رشد ویژه (SGR)، شاخص وزن نهایی (FAW)، شاخص‌های مورفومتریک (وضعیت) مانند ضریب چاقی (CF)، شاخص کبدی (HSI)، شاخص احشایی (VSI) و فاکتورهای تغذیه‌ای از جمله ضریب تبدیل غذایی (FCR)، بازده غذایی (FE) و نسبت بازده پروتئین (PER) براساس معادلات زیر محاسبه شد [15-18]:

$$FCR = \frac{\text{افزایش وزن تر (گرم) / غذای خشک داده شده (گرم)}}{\text{دوره پرورش (وزن اولیه) - (وزن نهایی)}} \times 100$$

$$SGR = \frac{\text{پروتئین مصرفی (گرم) / وزن تر تولید شده (گرم)}}{100} \times 100$$

$$VSI = \frac{\text{وزن بدن (گرم) / وزن کل دستگاه گوارش (گرم)}}{100} \times 100$$

$$HSI = \frac{\text{وزن بدن (گرم) / وزن کبد (گرم)}}{100} \times 100$$

$$CF = \frac{3 \text{ طول (سانتی‌متر)}}{100 \times \text{وزن نهایی (گرم)}}$$

$$WG = \frac{[\text{میانگین وزن اولیه (گرم) - میانگین وزن ثانویه (گرم)}]}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times 100$$

$$FE = \frac{\text{وزن تر آمده دست به ماهیان (گرم)}}{\text{کل غذای خورده شده توسط ماهیان (گرم)}} \times 100$$

تعداد ماهیان انتهایی هر دوره / وزن ماهیان در انتهای دوره (گرم) = FAW

پس از اتمام نمونه‌برداری از تیمارهای آزمایشی، نمونه‌های جمع‌آوری شده به فریزر مدل OPERON_DFU_128CE با دمای °C-۸۰ (Operon؛ کره جنوبی) آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی دریایی خرمشهر منتقل شدند. مقدار هماتوکریت به روش میکروهماتوکریت اندازه‌گیری شد. میزان هموگلوبین به روش سیانومت هموگلوبین در طول موج ۵۴۰ نانومتر، گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول به روش فتومتریک در طول موج ۵۴۶ نانومتر، میزان لیپوپروتئین‌های کم‌چگالی (LDL) به روش آنزیماتیک رنگ‌زا در طول موج ۶۰۰ نانومتر و میزان لیپوپروتئین‌های پرچگالی (HDL) به روش آنزیماتیک در طول موج ۶۰۰ نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر analytikjena (Huser؛ آلمان) و همگی با کیت (پارس‌آزمون؛ ایران) اندازه‌گیری شدند. همچنین میزان درصد رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی در جیره غذایی و ترکیب لاشه ماهیان با استفاده از روش استاندارد آنالیزهای انجمن بین‌المللی شیمیدان‌های کشاورزی (AOAC) [19] تعیین شد. مقدار رطوبت با آون D-63450 (Heraeus؛ آلمان)، مقدار پروتئین با دستگاه کج‌دال اتوماتیک 2300 Kjeltec™ (Foss؛ سوئد) و مقدار چربی با دستگاه سوکسله Soxtec system HT1043 (Gemini؛ هلند) اندازه‌گیری شد.

تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 16 از طریق آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها، آزمون لون برای بررسی همگنی واریانس‌ها، آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای بررسی وجود تفاوت میانگین شاخص‌های رشد، مورفومتریک و تغذیه، ترکیبات لاشه ماهیان و فاکتورهای خونی بین سه تیمار و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها صورت گرفت.

یافته‌ها

سطوح مختلف آل-کارنیتین بر شاخص‌های رشد (وزن نهایی، افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه)، برخی فاکتورهای مورفومتریک (ضریب چاقی، شاخص کبدی و شاخص احشایی) و

آزمایشگاه شیلات دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر ساخته شد. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار WUFFDA 2002 فرموله شدند و پس از تهیه مواد اولیه جیره و آماده‌سازی وسایل و لوازم مورد نیاز، ساخت خوراک شروع شد. ابتدا مواد اولیه مورد نیاز برای هر یک از جیره‌های غذایی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم توزین و در ادامه با استفاده از مخلوط‌کن به‌خوبی مخلوط شدند. همچنین آب به اندازه ۳۰٪ وزن جیره به مخلوط اضافه و دوباره کاملاً با هم مخلوط شدند، در نهایت خمیر حاصل به‌وسیله چرخ گوشت پلت شد و برای خشک‌کردن به مدت ۲۴ ساعت در معرض جریان هوا قرار گرفتند. پس از اتمام مرحله ساخت، جیره‌های غذایی آزمایشی تا زمان مصرف در ظروف پلاستیکی در دمای °C-۲۰ نگهداری شدند (جدول ۱). دوره نوری براساس شرایط طبیعی روز تنظیم شد. همچنین برای توزیع یکنواخت غذا، کاهش تلاطم آب و افزایش زمان ماندگاری غذا در آب، در طول مدت غذادهی، هوادهی در تانک‌ها قطع می‌شد و مجدداً پس از ۲۰ دقیقه هوادهی انجام می‌گرفت. ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌گیری نیز غذادهی قطع و تمام پارامترهای آب شامل دما، اکسیژن محلول و pH طی مدت آزمایش با استفاده از دستگاه مولتی‌متر مدل HQ40d (Hach؛ آلمان) به‌صورت روزانه اندازه‌گیری و اطلاعات آنها ثبت شد، به‌طوری که در طول دوره، مقدار "دمای آب" ۲۹/۶۱۹°C±۲۴، "اکسیژن محلول" ۰/۶±۰/۸۸ میلی‌گرم در لیتر و pH برابر ۷/۴±۰/۲۷ بود. همچنین به‌منظور حفظ کیفیت آب در طول دوره آزمایش، هر دو روز یک‌بار ۲۰٪ حجم آب تعویض و میزان مرگ‌ومیر و تلفات هم به‌صورت روزانه بررسی و ثبت شد.

جدول ۱) اقلام مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی و آنالیز تقریبی جیره‌های غذایی ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی (براساس درصد وزن خشک)

ترکیبات	گروه شاهد	گروه آل-کارنیتین	گروه آل-کارنیتین
مواد تشکیل‌دهنده	۱۰	۱۰	۱۰۰۰ میلی‌گرم
پودر ماهی	۳۷/۳۳	۳۷/۳۳	۳۷/۳۳
آرد سویا	۳۵	۳۵	۳۵
آرد گندم	۱۰	۱۰	۱۰
گلوتن ذرت	۸/۳۴	۸/۳۴	۸/۳۴
روغن آفتابگردان	۲	۲	۲
ویتامین	۲	۲	۲
مواد معدنی	۲	۲	۲
همبند	۲	۲	۲
آنالیز تقریبی جیره‌های غذایی آزمایشی			
پروتئین	۳۷/۴۴	۳۷/۷۲	۳۷/۵۰
چربی	۸	۸/۰۹	۸/۱۸
خاکستر	۶/۱۴	۶/۲۳	۶/۰۵
رطوبت	۱۱/۱۵	۱۱/۰۵	۱۱

برای کاهش میزان استرس ماهیان، غذادهی ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌برداری قطع شد. در انتهای دوره برای محاسبه شاخص‌های رشد و تغذیه، تمام ماهیان براساس طول و وزن بیومتری شدند. در ابتدا ماهیان با استفاده از محلول ۲- فنول اکسی اتانول ۲٪ بیهوش شدند و بعد از بیومتری برای تهیه پلاسما و سنجش فاکتورهای خونی، خونگیری از ۵ قطعه در هر تکرار، از ساقه دمی با استفاده از سرنگ‌های آغشته به هپارین صورت گرفت و جداسازی پلاسما با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد [14]. به‌منظور به‌دست‌آوردن شاخص کبدی و احشایی، از هر تکرار ۳ قطعه ماهی دیگر نمونه‌برداری و کل دستگاه گوارشی

تغذیه (ضریب تبدیل غذایی، بازده غذایی و نسبت بازده پروتئین) بچه ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی تأثیری نداشت (جدول ۲). میانگین درصد پروتئین و چربی در گروه شاهد با سایر تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری بود. تیمار حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در کیلوگرم جیره باعث افزایش پروتئین لاشه ماهیان شد که این اختلاف نسبت به گروه شاهد معنی‌دار بود ($P < 0.05$). مقدار چربی لاشه با افزایش ال-کارنیتین کاهش یافت، به‌طوری که چربی لاشه در تیمار حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ال-کارنیتین نسبت به سایر تیمارها کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۳).

جدول ۲ مقایسه پارامترهای رشد، مورفومتریک و تغذیه ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف ال-کارنیتین و چربی در انتهای ۵۶ روز دوره آزمایش

شاخص‌ها	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
وزن نهایی (گرم)	۴۷۱.۰۴±۱۷۰	۴۵۸.۸۴±۱۷۰	۴۵۱.۹۹±۱۹۴
افزایش وزن بدن (گرم)	۵۲۱.۱۰±۱۶۳	۴۹۷.۶۶±۱۹۳	۵۰۸.۸۶±۱۴۱
ضریب رشد ویژه (درصد)	۱/۱۸±۰/۰۵	۱/۱۱±۰/۰۶	۱/۱۴±۰/۰۱
ضریب چاقی (گرم)	۱/۵۷±۰/۰۴	۱/۶۱±۰/۰۰۱	۱/۶۲±۰/۰۲
شاخص کبدی (درصد)	۱/۶۷±۰/۱۶	۱/۶۶±۰/۱۹	۱/۹۷±۰/۱۹
شاخص احشایی (درصد)	۱۱/۸۹±۱/۴۰	۱۳/۶۷±۱/۱۲	۱۴/۶۵±۰/۷۳
ضریب تبدیل غذایی (گرم)	۱/۷۳±۰/۱۳	۱/۸۳±۰/۱۲	۱/۷۰±۰/۰۰۱
بازده غذایی (درصد)	۵۷/۹۳±۴/۳۸	۵۴/۴۳±۳/۸۳	۵۹/۵۳±۰/۵۹
نسبت بازده پروتئین (گرم)	۱/۷۰±۰/۱۵	۱/۵۶±۰/۱۲	۱/۷۳±۰/۰۳

جدول ۳ مقایسه ترکیب لاشه ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف ال-کارنیتین و چربی در انتهای ۵۶ روز دوره آزمایش (اعداد به‌صورت درصد هستند)

شاخص‌ها	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
رطوبت	۷۴/۹۶±۰/۳۳	۷۴/۷۹±۰/۵۰	۷۵/۵۴±۰/۴۲
پروتئین	۱۳/۱۰±۰/۱۷ ^a	۱۳/۹۱±۰/۲۸ ^a	۱۵/۱۹±۰/۲۹ ^b
چربی	۹/۰۰±۰/۱۲ ^b	۹/۲۹±۰/۱۸ ^c	۶/۸۹±۰/۱۳ ^a
خاکستر	۲/۰۶±۰/۰۲ ^b	۲/۰۶±۰/۰۲ ^b	۱/۷۷±۰/۰۳ ^a

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در تیمارها است ($P < 0.05$)

جدول ۴ مقایسه فاکتورهای خونی ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف ال-کارنیتین و چربی در انتهای ۵۶ روز دوره آزمایش

شاخص	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
هماتوکریت (درصد)	۳۷/۹۴±۰/۳۸	۴۲/۵۹±۲/۷۰	۴۱/۴۷±۱/۷۰
هموگلوبین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۱/۰۸±۰/۵۷	۱۲/۸۳±۰/۲۳	۱۱/۹۶±۱/۰۸
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۰۳/۰۹±۱/۱۹ ^a	۱۰۹/۵۴±۰/۸۳ ^b	۱۲۳/۱۸±۰/۵۲ ^c
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۹۴/۶۲±۰/۴۶	۱۹۵/۶۷±۰/۷۳	۱۹۳/۴۶±۱/۷۰
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۲۶/۵۴±۱/۵۷ ^c	۱۱۲/۱۸±۱/۲۰ ^b	۹۱/۱۳±۰/۵۷ ^a
LDL (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۲۴/۶۱±۰/۵۵ ^b	۱۵/۷۹±۰/۶۶ ^a	۱۳/۸۲±۱/۳۷ ^a
HDL (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۳۰/۶۹±۰/۵۷ ^a	۴۶/۴۵±۰/۵۵ ^b	۶۰/۵۳±۰/۹۱ ^c

در فاکتورهای بیوشیمیایی تفاوتی بین میزان هماتوکریت، هموگلوبین و تری‌گلیسرید تیمارهای مختلف با تیمار شاهد مشاهده نشد. اما گلوکز، کلسترول، LDL و HDL تحت تأثیر ال-کارنیتین قرار گرفتند و با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. میزان گلوکز در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین به بیشترین میزان خود رسید که این افزایش نسبت به تیمار شاهد

معنی‌دار بود. از طرفی میزان کلسترول در تیمار سه بهبود یافت، به‌طوری که تیمار تغذیه‌شده با سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ال-کارنیتین کمترین مقدار را نشان داد که با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بود. همچنین میزان LDL نیز تحت تأثیر ال-کارنیتین بهبود یافت و تیمار تغذیه‌شده با سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ال-کارنیتین، کمترین مقدار را نشان داد. مقدار HDL نیز در تیمار سه (۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین) به بیشترین میزان خود رسید که این افزایش نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بود (جدول ۴).

بحث

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر سطوح مختلف ال-کارنیتین بر فاکتورهای رشد، ترکیبات بدن و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی انگشت‌قد کپور معمولی بود. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که رشد بچه‌ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی مکمل ال-کارنیتین نسبت به بچه‌ماهیان تغذیه‌شده با جیره بدون ال-کارنیتین تفاوت معنی‌داری نداشت.

در گذشته آزمایشات متعددی توسط محققان مختلف انجام شده است که نتایج مختلفی را در نتیجه افزودن ال-کارنیتین به جیره گزارش کرده‌اند. حسینی و همکاران^[20]، تأثیر ال-کارنیتین را بر مراحل اولیه رشد و ترکیبات بدن قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بررسی کرده‌اند. در پایان آزمایش بیان داشته‌اند که ال-کارنیتین بر رشد، میزان پروتئین و چربی بدن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تأثیری نداشته است. در مطالعه جلالی‌حاجی‌آبادی و همکاران^[21] که در خصوص اثر مکمل ال-کارنیتین بر فراسنجه‌های خونی و رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت گرفته است و در آن سه سطح ال-کارنیتین (صفر، ۱ و ۲ گرم) در جیره غذایی استفاده کردند، دریافت‌اند که افزودن یک‌گرم ال-کارنیتین به هر کیلوگرم از جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان سبب بهبود بازده و عملکرد ماهی در دوره رشد شده است. همچنین ما و همکاران^[5] حد بهینه ال-کارنیتین در جیره غذایی ماهیان جوان شانگ سیاه را ۲۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره گزارش کرده‌اند که باعث افزایش نرخ رشد می‌شود. از طرفی محسنی و /وزوریو^[6] بهترین میزان ال-کارنیتین در جیره غذایی فیل‌ماهی را ۴۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره اعلام کرده‌اند که باعث بهبود رشد می‌شود. علت تفاوت در پاسخ به مکمل ال-کارنیتین ممکن است به دلیل تفاوت سن ماهی مورد استفاده در آزمایش حاضر و آزمایشات قبلی باشد، زیرا نشان داده شده است که بیوسنتز ال-کارنیتین در مراحل اولیه زندگی ناقص است^[22]. البته گزارشات در این ارتباط بسیار متناقض بوده، به‌طوری که ال-کارنیتین در بچه‌ماهیان انگشت‌قد برخی گونه‌های ماهی سبب بهبود عملکرد رشد شده است، ولی در برخی گونه‌ها افزودن ال-کارنیتین به جیره، تأثیری بر عملکرد نداشته است. یکی دیگر از دلایل تناقض یافته‌ها، طول مدت آزمایش است. در واقع می‌توان گفت که اکثر نتایج مثبت به‌دست‌آمده در مورد ال-کارنیتین مربوط به آزمایش‌هایی بوده است که در دوره طولانی‌مدت انجام شده‌اند (بالای ۱۲۰ روز). میزان مکمل و اندازه ماهی نیز در نتایج به‌دست‌آمده مؤثر بوده‌اند^[23].

در مطالعه‌ای پروتئین و چربی لاشه ماهیان تغذیه‌شده با سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین تفاوت معنی‌داری نشان داده‌اند^[5]. اثرات مثبت ال-کارنیتین بر ترکیب لاشه ماهیان را کشاوران و

و کیفیت لاشه در سایر مراحل زندگی ماهی کپور معمولی و سایر ماهیان گرمابی و همچنین برهم‌کنش سطوح مختلف ال-کارنیتین با سطوح مختلف انرژی جیره غذایی ماهیان بررسی شود. استفاده از مکمل افزودنی ال-کارنیتین به مقدار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره غذایی به جهت بهبود کیفیت لاشه ماهیان کمک می‌کند.

نتیجه‌گیری

اضافه کردن ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در جیره غذایی بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی در کیفیت لاشه و پارامترهای خونی این ماهیان موثر است.

تشکر و قدردانی: از مسئولان محترم دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر به دلیل تامین مالی پروژه تحقیقاتی فوق در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

تأییدیه اخلاقی: این پژوهش کلیه موارد اخلاق در پژوهش را رعایت کرده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: الهام سبزی (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی (۳۵٪)؛ حمید محمدی‌آذرم (نویسنده دوم)، نگارنده مقدمه/روشن‌شناس/پژوهشگر کمکی/تحلیلگر آماری/نگارنده بحث (۵۰٪)؛ امیرپرویز سلاطی (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی (۱۵٪) **منابع مالی:** تامین‌کننده منبع مالی تحقیق حاضر، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد بوده است.

منابع

- 1- Mast J, Buyse J, Godderis BM. Dietary L-carnitine supplementation increases antigen-specific immunoglobulin G in broiler chickens. *Br J Nut.* 2000;83(2):161-6.
- 2- Friedman SF, Fraenkel G. Reversible enzymatic acetylation of carnitine. *Arch Biochem Biophys.* 1955;59(2):491-501.
- 3- Chatzifotis S, Takeuchi T, Seikai T. The effect of dietary L-carnitine on growth performance and lipid composition in red sea bream fingerlings. *Fish Sci.* 1995;61(6):1004-8.
- 4- Bilinski E, Jonas REE. Effect of coenzyme A and carnitine on fatty acid oxidation in rainbow trout mitochondria. *J Fish Res Board Can.* 1970;27(5):857-64.
- 5- Ma JJ, Xu ZR, Shao QJ, Xu JZ, Hung SS, Hu WL, et al. Effect of dietary supplemental L-carnitine on growth performance, body composition and antioxidant status in juvenile black sea bream, *Sparus macrocephalus*. *Aquac Nutr.* 2008;14(5):464-71.
- 6- Mohseni M, Ozório RO. Effects of dietary L-carnitine level on growth performance, body composition and antioxidant status beluga (*HusohusoL.* 1758). *Aquac Nutr.* 2014;20(5):477-85.
- 7- Schlechtriem C, Bresler V, Fishelson L, Rosenfeld M, Becker K. Protective effects of dietary L-Carnitine on tilapia hybrids (*Oreochromis niloticus* 9 *Oreochromis aureus*) reared under intensive pond-culture conditions. *Aquac Nutr.* 2004;10(1):55-63.
- 8- Ozorio R, Ginneken VV, Thillart GVD, Verstegen M, Verreth J. Dietary carnitine maintains energy reserves and delays fatigue of exercised African catfish (*Clarias gariepinus*) fed high fat diets. *Sci Agric.* 2005;62(3):208-213.

رنوکا^[24] بر شانسک سیاه و کپور هندی و همچنین محسنی و /وزوریو^[6] بر فیل‌ماهی گزارش کرده‌اند. حسینی و همکاران^[20] از طرفی بی‌تاثیری ال-کارنیتین بر ترکیب تقریبی لاشه ماهیان را بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و همچنین دیاس و همکاران^[25] بر ماهی سی‌باس ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*) گزارش کرده‌اند که این امر نشان‌دهنده پاسخ متفاوت گونه‌های مختلف ماهیان به ال-کارنیتین بوده است^[26].

در پژوهش حاضر، اضافه کردن ال-کارنیتین در جیره غذایی تأثیر معنی‌داری بر هموگلوبین و هماتوکریت نداشت که می‌توان گفت این موضوع بیانگر کافی بودن حداقل میزان ال-کارنیتین مورد استفاده در جیره برای ساخت مقادیر مورد نیاز گلبول‌های قرمز بدن ماهیان در تیمارهای آزمایشی بود. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات محسنی و /وزوریو^[6] روی فیل‌ماهی مطابقت داشت. در تحقیق حاضر اضافه کردن ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ال-کارنیتین در جیره غذایی باعث افزایش معنی‌دار میزان گلوکز شد که این افزایش می‌تواند ناشی از افزایش مصرف اسیدهای چرب، کاهش مصرف گلوکز خون و در نتیجه افزایش غلظت گلوکز خون باشد. از طرفی در تحقیق دیگری گزارش شده است که افزودن ال-کارنیتین در جیره غذایی سی‌باس اروپا (*Dicentrarchus labrax*) تأثیری روی تری‌گلیسرید و کلسترول نداشته است^[25]. جلالی‌حاجی‌آبادی و همکاران^[21] در آزمایشی تأثیر سطوح مختلف ال-کارنیتین (صفر، ۱ و ۲ گرم) را بر عملکرد فاکتورهای خونی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار داده‌اند و گزارش کرده‌اند که اضافه کردن یک گرم

ال-کارنیتین باعث افزایش معنی‌دار کلسترول و کاهش معنی‌دار تری‌گلیسرید شده است، ولی بر مقدار گلوکز تأثیری نداشته است. در تحقیق دیگری که توسط /وزوریو و همکاران^[8] روی گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias batrachus*) انجام شده است، نشان داده شد که مکمل ال-کارنیتین سبب افزایش کلسترول شد که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت داشت و علت آن احتمالاً می‌تواند به‌خاطر سطوح متفاوت ال-کارنیتین استفاده‌شده باشد. تحقیقات انجام‌شده توسط ژانگ و همکاران^[27] نشان داده است که LDL سرم با افزایش ال-کارنیتین کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر افزودن ال-کارنیتین به جیره‌های پرچرب موجب اکسیداسیون اسیدهای چرب می‌شود، میزان LDL در کبد کاهش می‌یابد و در نتیجه از میزان LDL در پلاسما کاسته می‌شود^[28]. بیان شده است که LDL نقش اساسی در تنظیم رسوب چربی دارد و منجر به کاهش رسوب چربی در جانوران می‌شود^[29]. علی‌رغم اینکه دیاس و همکاران^[25] اعلام کرده‌اند که اضافه نمودن ال-کارنیتین به جیره غذایی سی‌باس تأثیری بر میزان تری‌گلیسرید و کلسترول نداشته است، جلالی‌حاجی‌آبادی و همکاران^[21] تأثیر معنی‌دار یک گرم ال-کارنیتین را روی میزان تری‌گلیسرید خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان گزارش داده‌اند که این تفاوت را می‌توان ناشی از سن ماهیان مورد آزمایش دانست. لذا به نظر می‌رسد که عوامل متعدد از جمله میزان چربی جیره غذایی، نژاد، شرایط بیولوژیک، سن و غیره روی صفات خونی تأثیرگذار است که نمی‌توان به قطعیت از تأثیر آنها چشم‌پوشی کرد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به مدت‌زمان انجام آزمایش فوق اشاره کرد که ممکن است در صورت استفاده درازمدت از مکمل افزودنی ال-کارنیتین اثراتی بر رشد ماهیان کپور مشاهده شود. پیشنهاد می‌شود تا نقش مکمل افزودنی ال-کارنیتین بر رشد

- 19- AOAC International. Official methods of analysis of AOAC international. 1st Volume, 16th Edition. Arlington: AOAC International; 1995.
- 20- Hosseini N, seyfabadi J, Kalbasi M, Vilki S. The effect of L-carnitine on the early stage of growth and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iran J Mar Sci. 2002;2(1):41-5. [Persian]
- 21- Jalali Hajiabadi M, Sadeghi A, Mahbobi sofiyani N, Chamani M, Riyazi Gh. Effect of L-carnitin supplement on blood parameters and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iran J Agric Sci Technol. 2009;13(47):105-15. [Persian]
- 22- Bremer J. Carnitine metabolism and functions. Physiol Rev. 1983;63(4):1420-80.
- 23- Focken U, Becker K, Lawrence P. A note on the effects of 1-carnitine on the energy metabolism of individually reared carp, *Cyprinus carpio* L. Aquac utr. 1997;3(4):261-4.
- 24- Keshavanath P, Renuka P. Effect of dietary L-carnitine supplements on growth and body composition of fingerling rohu, *Labeorohita* (Hamilton). Aquac Nutr. 1998;4(2):83-8.
- 25- Dias J, Arzel J, Corraze G, Kaushik SJ. Effects of dietary L -carnitine supplementation on growth and lipid metabolism in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquac Res. 2001;32(1):206-15.
- 26- Becker K, Focken U. Effect of feed supplementation with L-carnitine on growth, metabolism and body composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquac. 1995;129(1-4):341-3.
- 27- Zhang Y, Ma Q, Bai X, Zhao L, Wang Q, Ji C, et al. Effects of dietary acetyl-L-carnitine on meat quality and lipid metabolism in Arbor Acres Broilers. Asian Aust J Anim Sci. 2010;23(12):1639-44.
- 28- Lein TF, Horng YM. The effect of supplementary dietary L-carnitine on the growth performance, serum components, carcass traits and enzyme activities in relation to fatty acid beta-oxidation of broiler chickens. Br Poult Sci. 2001;42(1):92-5.
- 29- Griffin HD, Whitehead D. Plasma lipoprotein as an indicator of fatness in broiler: development and use a simple assay for plasma very low density lipoproteins. Br Poult Sci. 1982;23(4):307-13.
- 9- Mustafizur Rahman M. Role of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems. Front Life Sci. 2015;8(4):1-12.
- 10- Mohsin ABM, Islam MN, Hossain MA, Galib SM, Constraints and prospects of carp production in Rajshahi and Natore districts, Bangladesh. Univ j zool Rajshahi Univ. 2012;31(2012):69-7.
- 11- Kalbassi MR, Abdollahzadeh E, Salari-Joo H. A Review on aquaculture development in Iran. ECOPERSIA. 2013;1(2):159-78.
- 12- Alishahi M, Soltani V, Mesbah M, Zargar A. The effect of immune stimulation and growth levamisole, Argus and three plant extracts in common carp (*Cyprinus carpio*). Iran J Vet Res. 2012;67(2):135-42. [Persian]
- 13- Gopalakannan A, Arul V. Immunomodulatory effects of dietary intakes of chitin, chitosan and levamisole on the immune system of *Cyprinus carpio* and control of *Aeromonas hydrophila* infection in ponds. Aquaculture. 2006;255(1-4):179-87.
- 14- Acerete L, Balasch JC, Espinosa E, Josa A, Tort L. Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) subjected to stress by transport and handling. Aquaculture. 2004;237(1-4):167-78.
- 15- Hamza N, Mhetli M, Khemis IB, Cahu C, Kestemont P. Effect of dietary phospholipid levels on performance, enzyme activities and fatty acid composition of pikeperch (*Sander lucioperca*). Aquaculture. 2008;275(1-4):274-82.
- 16- Denstadli V, Skrede A, Kroghdahl A, Sahstrøm S, Storebakken T. Feed intake, growth, feed conversion, digestibility, enzyme activities and intestinal structure in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed graded levels of phytic acid. Aquac. 2006;256(1-4):365-76.
- 17- Misra CK, Das BK, Mukherje SC, Pattnaik P. Effect of multiple injections of b-glucan on non-specific immune response and disease resistance in *Labeo rohita* fingerlings. Fish Shellfish Immunol. 2006;20(3):305-19.
- 18- Mohanta KN, Mohanty SN, Jena JK, Sahu NP. Optimal dietary lipid level of silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings in relation to growth, nutrient retention and digestibility, muscle nucleic acid content and digestive enzyme activity. Aquac Nutr. 2008;14(4):350-9.