تاثیر ال-لیزین و ال-کارنتین جیره بر شاخص‌های رشد، بقاء و برخی از پارامترهای بیوشیمیایی خون در بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

عابد اوانی*[1]، رضا فرضی[2]، سید حامد موسوی ثابت[2]

[1]گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، ایران.

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

*نویسنده مسئول a.avani2104@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۲۱

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف ال-لیزین و ال-کارنتین جیره بر شاخص‌های رشد، بقاء و برخی از پارامترهای کیفی خون بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به اجرا درآمد. ۶۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۲۵ گرم در ۱۰ تیمار و ۲ تکرار به صورت کاملاً تصادفی در ۲۰ تانک پرورشی توزیع شدند. ماده مورد نظر ال-لیزین و ال-کارنتین در سطوح مختلف به جیره غذایی اضافه شد. طول دوره پرورش ۸ هفته در نظر گرفته شد. برای بررسی شاخص‌های رشد، درصد بازماندگی، شاخص‌های بیوشیمیایی خون و فاکتورهای ایمنی و همچنین مقایسه بین تیمارها در پایان دوره پرورش عملیات خون‌گیری صورت گرفت. نتایج نشان داد تیمار تغذیه شده با ال- لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم در وزن نهایی، نرخ رشد ویژه و کاهش ضریب تبدیل غذایی اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد داشت. از نظر درصد بقاء ماهیان، بیشترین درصد ماندگاری در تیمار حاوی سطوح ال- لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم مشاهده شد. نتایج نشان داد در بین فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسما از قبیل گلوکز، تری گلیسرید و کلسترول در تیمار حاوی ال لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). بیشترین میزان پروتئین کل و گلوبولین در تیمار حاوی ال- لیزین ۰/۵ و ال -کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم مشاهده شد که با تیمار شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). استفاده ال-لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی بچه ماهی قزل‌آلا می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های رشد، بقا و همچنین افزایش تحریک سیستم ایمنی گردد و از این طریق سبب سلامتی و بهبود وضعیت فیزیولوژیک در بچه ماهی قزل‌آلا شود.

واژگان کلیدی: قزل آلای رنگین کمان، پروتئین کل، تری گلیسرید، ال-لیزین و ال-کارنتین.

مقدمه

تغذیه آبزیان از مهم‌ترین ارکان پرورش می‌باشد، دسترسی به مواد مغذی ضروری از لحاظ کمی و کیفی از عوامل موثر بر رشد بهینه، حیات گونه پرورشی و سلامتی آن‌ها حائز اهمیت است. با توجه به اینکه سطح مواد مغذی مورد نیاز در بین گونه‌های مختلف، متفاوت می‌باشد، اما اصول تغذیه برای تمامی حیوانات یکسان است. برای افزایش سود در صنعت آبزی‌پروری، باید غذایی تهیه شود که دارای مقادیر کافی از پروتئین و انرژی را دارا باشد (Lupatsch *et al.*, 2003). از آنجایی که تهیه غذا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل در پرورش آبزیان به شمار می‌رود، هزینه آن به طور میانگین بین ۳۰ تا ۶۰ درصد از کل هزینه لازم برای سیستم‌های پرورشی می‌باشد (فلاحتکار، ۱۳۹۴). معمولاً استفاده از جیره غذایی با کیفیت در پرورش ماهی رسیدن به وزن بازاری را در مدت زمان کوتاه امکانپذیر می‌کند که کاهش هزینه تولید را به دنبال دارد. معمولاً مواد مغذی مورد نیاز در پرورش آبزیان توسط ارگانیسم‌های طبیعی موجود در سیستم پرورشی و یا توسط غذاهای مصنوعی تامین می‌گردد (Tacon and Metian, 2009). ماهی و دیگر آبزیان پرورشی نیاز به جیره‌ای دارند که با توجه به احتیاجات خاص گونه مورد نظر تهیه شده باشد، همچنین باید به این نکته توجه داشت که احتیاجات غذایی تحت تاثیرعوامل نظیر نرخ رشد، شرایط رشد و عوامل محیطی قرار می‌باشد (Bureau

et al., 2006). از حساس‌ترین مراحل پرورش ماهی، پرورش بچه ماهیان می‌باشد، به دلیل حساسیت این مرحله از پرورش، تهیه غذای مرغوب و با کیفیت بالا که بچه ماهی‌ها بتوانند آن را مصرف کنند و دارای قابلیت هضم بالایی باشد، حائز اهمیت است که با توجه به این که تهیه غذا در این مرحله هزینه بسیار بالایی به همراه دارد، اما نسبت به سایر مراحل پرورش به میزان بسیار کمتری مورد استفاده قرار می‌گیرد (افشار مازندران، ۱۳۸۱). اهداف اصلی پرورش دهندگان ماهی دستیابی به رشد حداکثر همراه با کاهش هزینه‌های تولیدی می‌باشد. منظور از رشد تغییر فزاینده در اندازه، وزن و یا تغییر محتوای انرژی بدن ماهی می‌باشد،که جز اصلی‌ترین هدف پرورش دهندگان این صنعت می‌باشد (Jobling *et al*., 1995).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از خانواده آزاد ماهیان بوده که به لحاظ اقتصادی در جهان و ایران از مهم‌ترین گونه‌های پرورشی است که از ارزش بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. این گونه جز گونه‌های می‌باشد که دارای بازار جهانی مناسب است و براساس آخرین آمار منتشر شده مبنی بر میزان تولید کل ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جهان ۸۱۴ هزار تن و در ایران در حدود ۱۶۵ هزار تن بوده است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۵؛ FAO, 2016؛ FishStat Plus, 2018). این گونه بیش از ۴۳ درصد از انرژی مورد نیاز خود را از پروتئین جیره تامین می‌کند (یداللهی، ۱۳۸۱).

ال کارنتین یک نوع ماده آلی غیرضروری با فرمول شیمیایی $C_7H_{15}NO_3$ است که از جمله مواد افزودنی با قابلیت حل شدگی در آب بوده (اوانی و همکاران، ۱۳۹۲) که منجر به بهبود کارایی چربی شده و در بحث جابجایی و انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیر به داخل میتوکندری سلول اهمیت داشته و در نهایت سبب افزایش سوخت این مواد می‌گردد (Focken *et al* ., 1997). تولید کارنتین در مهره‌داران به‌صورت یک ماده پیش ساز در کبد صورت می‌گیرد (Wolf *et al*., 1961). استفاده از ال-کارنتین به‌عنوان یک مکمل غذایی باعث افزایش اکسیداسیون چربی، افزایش استفاده از منابع چربی برای تامین انرژی در ماهی که موجب بهبود کارایی پروتئین و ذخیره پروتئین و در نهایت موجب افزایش رشد ماهی می‌گردد (حاجی آبادی و همکاران، ۱۳۸۸).

ال- لیزین با فرمول شیمیایی $C_6H_{14}N_2O_2$ یک آمینو اسید جاذب و ضروری می‌باشد که در بسیاری از آبزیان باعث افزایش عملکرد رشد و میزان بازماندگی شده است (آذری تاکامی، ۱۳۸۱)، که نقش انتقال اسیدهای چرب به ماهیچه‌های سلولی را ایفا می‌کند همچنین به عنوان یک منبع انرژی در نظر گرفته می‌شود که برای تشکیل ال-کارنتین مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از نکات مهم در رابطه با اسید آمینه ضروری این است که این ماده باید از طریق غذا تامین گردد زیرا بدن توانایی ساخت به میزان کافی را ندارد. با توجه به اینکه ال-لیزین در فرآیند اسیدهای چرب شرکت می‌کند، می‌تواند در بحث رشد مهم باشد. همچنین جذب کلسیم توسط بدن را تسهیل می‌کند از طرفی در تشکیل کلاژن نقش به‌سزایی دارد. استفاده در سطح پایین از ال-لیزین باعث کاهش سنتز پروتئین می‌شود و سپس بر روی تشکیل کلاژن و بافت عضله تاثیر می‌گذارد. از ترکیب ویتامین C با ال-لیزین، ال-کارنتین به وجود می‌آید که موجب مصرف اکسیژن در سلول‌های عضلانی بدن می‌شود (افشار مازندران، ۱۳۸۱).

با توجه به کمبود پودر ماهی در سال‌های اخیر، استفاده از منابع پروتئینی گیاهی مورد توجه قرار گرفته است، کاهش هزینه تولید غذای آبزیان را به دنبال دارد (El-Sayed, 1999). بکارگیری مواد جاذب و اشتها آور از جمله آمینو اسیدها در جیره غذایی آبزیان موجب بهبود مصرف غذا از طریق افزایش سرعت بلع، کاهش مدت زمان ماندن غذا در آب و در نتیجه جلوگیری از آلودگی آب و از طرفی مصرف غذا با حداقل میزان ضایعات، راندمان غذایی

بالایی را در پی خواهد داشت (Coman *et al.*, 1996). مشخص نمودن آمینو اسید و میزان مورد نیاز ماهیان پرورشی از اهمیت به سزایی برخوردار می‌باشد (Small *et al.*, 1999) که استفاده بیش از حد از این منابع باعث کاهش میزان ال-کارنتین جیره می‌شود که افزودن این ماده در غذا را افزایش می‌دهد.گوشت قرمز و پودر ماهی از منابع اصلی و مهم ال‌کارنتین می‌باشند (Harpaz, 2005). از سوی دیگر استفاده از منابع گیاهی موجب کاهش آمینه اسیدهای ضروری نظیر لایزین و متیونین می‌شود. تاثیر مثبت و یا منفی مکمل ال-کارنتین بر رشد آبزیان وابسته به میزان اسیدهای آمینه لایزین و متیونین در جیره می‌باشد، در صورت کمبود این آمینه اسیدها ممکن است، اثر منفی بر روی میزان تولید ال-کارنتین گذاشته و کاهش رشد ماهیان به دنبال دارد (Harpaz, 2005).

مطالعات مختلفی در رابطه با اثر استفاده از مکمل‌های ال-کارنتین و ال- لیزین روی شاخص‌های رشد، بقاء و ایمنی آبزیان انجام شده است، که می‌توان به مطالعه Brown و Twibell (۲۰۰۰) اشاره کرد که افزودن ال-کارنتین موجب افزایش رشد در ماهی باس راه راه (*Morone saxatilis*) را عنوان کردند. همچنین Focken و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که افزودن ال-کارنتین به جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) باعث افزایش و بهبود عملکرد رشد و ایمنی می‌گردد. اوانی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که افزودن ال کارنتین و ال-لیزین به غذای قزل‌آلای رنگین‌کمان سبب افزایش رشد، بهبود عملکرد، افزایش بازماندگی و همچنین افزایش سیستم ایمنی می‌شود. Khan و Ahmed (۲۰۰۴) در مطالعه ای به بررسی میزان نیاز بچه ماهی انگشت قد کپور هندی (*Cirrhinus mrigala*) به اسید آمینه ال-لیزین پرداختند. Luo و همکاران (۲۰۰۶) سطوح مختلف ال-لیزین بر روی ماهیان (*Epinephelus coioides*) مورد بررسی قرار دادند. Sardar و همکاران (۲۰۰۹) اثرات ال-لیزین و متیونین بر روی ماهیان هندی (*Labe orohita*) مورد بررسی قرار دادند. سادات حسینی و همکاران (۱۳۹۳) در طی یک آزمایشی به تاثیرات ال-لیزین بر روی عملکرد رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه در بچه ماهی انگشت قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پرداختند. با توجه به موارد ذکر شده، پژوهش حاضر به منظور افزودن سطوح مختلف ال-لیزین و ال-کارنتین به جیره غذایی بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان که یکی از گونه‌های با ارزش اقتصادی بالا و رایج در امر پرورش می باشد، میزان تاثیر سطوح مختلف آن بر عملکرد رشد، بقا و برخی از پارامترهای کیفی خون را در مدت ۸ هفته مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به مدت ۸ هفته در یکی از مجموعه‌های تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان واقع در جاده هراز و در روستای لاریجان انجام شد. ۱۰ تیمار با ۲ تکرار به‌منظور انجام این مطالعه در نظر گرفته شد. از جیره حاوی (۴۵ درصد پروتئین، ۱۸ درصد چربی خام، ۱۱ درصد خاکستر، ۳/۵ درصد فیبر، ۵ درصد فسفر و رطوبت ۱۰ درصد) (خوراک GFT_1 شرکت چینه) و همچنین جیره حاوی (۴۲ درصد پروتئین، ۲۱ درصد چربی خام، ۱۰ درصد خاکستر، ۴ درصد فیبر، ۸ درصد فسفر و رطوبت ۱۰ درصد) (خوراک GFT_2 شرکت چینه) استفاده شد. ماده‌های تجاری ال-لیزین ال-کارنتین (به‌صورت تارترات از شرکت مرک آلمان) جیره در سطوح صفر (شاهد)، تیمار A_1 (ال –لیزین ۰/۵و ال–کارنتین ۰/۵)، تیمار A_2 (ال–لیزین ۱ و ال–کارنتین ۱)، تیمار A_3 (ال–لیزین ۱و ال–کارنتین ۱/۵)، تیمار A_4 (ال–لیزین ۰/۵و ال–کارنتین ۱/۵)، تیمار A_5 (ال–لیزین ۱/۵ و ال–کارنتین ۱)، تیمار A_6 (ال–لیزین ۱/۵ و ال–کارنتین ۰/۵)، تیمار A_7 (ال–لیزین ۱/۵ و ال–کارنتین ۱/۵)، تیمار A_8 (ال–لیزین ۰/۵ و ال–کارنتین ۱) و تیمار A_9 (ال–لیزین ۱ و ال–کارنتین ۰/۵) گرم در هر کیلوگرم، ابتدا هردو ماده مورد تظر

در آب حل و سپس به روش اسپری برروی جیره غذایی اضافه شد. برای افزودن ماده‌های تجاری، محافظت از غذاها و جلوگیری از رها شدن و ورود آن به محیط آب و همچنین برای از بین بردن رطوبت غذاهای آماده شده، حدود ۲ ساعت در فضای سرپوشیده دارای جریان باد قرار داده شدند.

ماهیان پس از سازگاری با شرایط مزرعه، از نظر سلامتی و وضع ظاهری مورد بررسی قرار گرفتند. سپس با میانگن وزنی ۲۵ گرم به صورت تصادفی در ۲۰ تانک پرورشی بچه ماهی قزل‌آلا رنگین کمان (استخر سیمانی به عرض ۷۰ سانتی‌متر، طول ۳۰۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر) توزیع شدند (۳۰ عدد ماهی در هر استخر). به‌منظور اندازه‌گیری اکسیژن محلول و دمای آب به ترتیب از اکسیژن متر و دماسنج جیوه‌ای استفاده شد. دمای آب و اکسیژن محلول در طوره دوره پرورش به ترتیب ۱۴/۷–۱۲/۵ سانتی‌گراد و ۱۱/۲–۱۰میلی‌گرم در لیتر بود.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد: هر ده روز یک بار پارامترهای رشد در بچه ماهی‌ها اندازه‌گیری شد. برای جلوگیری از افزایش متابولیسم ناشی از استرس، غذادهی یک روز قبل از زیست‌سنجی قطع گردید. فرآیند بیهوشی ماهی‌ها با پودر گل میخک انجام شد. در زمان انجام بیومتری برای افزایش میزان دقت و کاهش خطا از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم استفاده شد. شاخص‌های رشد مورد بررسی از قبیل افزایش وزن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی(FCR) و همچنین درصد بازماندگی (SR) از طریق فرمول‌های زیر محاسبه گردید (فلاحتکار، ۱۳۹۴):

WG (g) = وزن نهایی (گرم) - وزن اولیه (گرم)

SGR (%/day) = [Ln وزن نهایی (گرم) - Ln طول دوره پرورش (روز)] / ۱۰۰×

FCR = وزن غذای مصرف شده (گرم) / افزایش وزن (گرم)

SR (%) = [تعداد ماهیان در انتهای دوره / تعداد ماهیان در ابتدای دوره] ×۱۰۰

اندازه‌گیری شاخص‌های خونی: در پایان دوره آزمایش از هر مخزن ۱۰ عدد ماهی به طور تصادفی خون‌گیری شدند. ماهیان با عصاره پودر گل میخک بیهوش شده و خون‌گیری با سرنگ هپارینه ۲ میلی‌لیتر از ناحیه ساقه دمی به میزان ۱/۵ میلی‌لیتر انجام شد و نمونه‌ها در داخل میکروتیوپ‌های ۲ میلی‌لیتری ریخته شدند. نمونه‌های خونی در دمای حدود ۴ درجه سانتی‌گراد برای بررسی‌های بیشتر به آزمایشگاه انتقال یافت. به‌منظور جداسازی پلاسما از دستگاه سانتریفیوژ با دور g ۱۵۰۰ به مدت ۵۰ دقیقه انجام شد. با استفاده از سمپلر نمونه‌های پلاسما به ویال‌های ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل شدند و در فریزر (دمای ۸۰- درجه سانتی گراد) تا زمان شروع انجام آزمایشات نگهداری شدند.

شاخص‌های بیوشیمیایی خون: برای تعیین میزان گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، پروتئین کل و آلبومین پلاسما از کیت‌های مخصوص (پارس آزمون، کرج، ایران) و دستگاه اسپکتروفتومتر Unico, New (Jersey, USA) استفاده شد. برای انجام این کار µ ۱۰L از نمونه به همراه µL ۱۰۰۰ از محلول کیت درون کووت حل شده و بعد از ۲۰ دقیقه، اندازه‌گیری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico, New Jersey, USA) در طول موج ۵۴۶ نانومتر و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام شد (Řehulka, 2000). با توجه به مقادیر پروتئین کل و آلبومین میزان گلوبولین مورد محاسبه قرار گرفت. بدین صورت که با کم نمودن میزان آلبومین از پروتئین کل برای هر نمونه، مقدار گلوبولین به‌دست آمد (Kumar et al., 2006).

تجزیه و تحلیل آماری داده ها: برای آنالیز آماری از نرم افزار SPSS (Version 22, IBM, Armonk, NY, USA) استفاده شد. ابتدا برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگنی داده‌ها با آزمون Levene مورد بررسی قرار گرفت. از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد،

جدول ۱- شاخص‌های رشد بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با سطوح مختلف ال-لیزین و ال-کارنتین پس از ۸ هفته آزمایش (میانگین ± خطای استاندارد)، ۳۰ = n).

شاخص های رشد	سطوح مختلف ال- لیزین ال- کارنتین (گرم در کیلوگرم)									
	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
وزن اولیه (g)	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
وزن نهایی (g)	۵۶/۲۳ ± ۰/۵۴^{b}	۷۷/۵۰ ± ۰/۹۳^{ab}	۷۴/۱۰ ± ۰/۹۱^{b}	۶۶/۵۹ ± ۱/۶۱^{ab}	۶۸/۷۹ ± ۰/۸۹^{ab}	۶۵/۷۱ ± ۰/۸۱^{ab}	۶۶/۰۱ ± ۰/۹۶^{ab}	۶۶/۷۳ ± ۰/۹۷^{ab}	۸۴/۴۱ ± ۰/۹۵^{a}	۶۸/۳۱ ± ۰/۹۳^{ab}
وزن کسب شده (g)	۳۱/۲۳ ± ۰/۵۴^{b}	۵۲/۵۰ ± ۰/۹۳^{ab}	۴۹/۱۰ ± ۰/۹۱^{ab}	۴۱/۵۹ ± ۱/۶۱^{ab}	۴۳/۷۹ ± ۰/۸۹^{ab}	۴۰/۷۱ ± ۰/۸۱^{ab}	۴۱/۰۱ ± ۰/۹۶^{ab}	۴۱/۷۳ ± ۰/۹۷^{ab}	۵۹/۴۱ ± ۰/۹۵^{a}	۴۳/۳۱ ± ۰/۹۳^{ab}
نرخ رشد ویژه (%/day)	۱/۵۱ ± ۰/۱۷ ^{b}	۱/۸۲ ± ۰/۱۱ ^{ab}	۱/۷۹ ± ۰/۲۷ ^{ab}	۱/۷۰ ± ۰/۳۲ ^{ab}	۱/۷۳ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۱/۶۰ ± ۰/۴۰ ^{ab}	۱/۷۲ ± ۰/۲۴ ^{ab}	۱/۷۰ ± ۰/۱۶ ^{ab}	۱/۹۶ ± ۰/۸۶ ^{a}	۱/۷۵ ± ۰/۰۹ ^{ab}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۸۷ ± ۰/۴۹ ^{a}	۰/۸۱ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۰/۹۳ ± ۰/۰۲۱ ^{ab}	۱/۰۳ ± ۰/۰۵ ^{ab}	۱/۵۸ ± ۰/۲۸ ^{ab}	۱/۲۴ ± ۰/۴۵ ^{ab}	۱/۵۹ ± ۰/۱۹ ^{ab}	۱/۸۷ ± ۰/۵۱ ^{ab}	۰/۷۹ ± ۰/۶۷ ^{b}	۱/۰۲ ± ۰/۱۹ ^{ab}
نرخ بازماندگی (%)	۶۰/۱۱^{b}	۸۶/۵۹^{ab}	۷۸/۵۱^{ab}	۸۰/۱۱^{ab}	۷۵/۳۹^{ab}	۸۰/۱۱^{ab}	۷۹/۹۳^{ab}	۸۱/۰۴^{ab}	۹۳/۲۵^{a}	۷۴/۳۹^{ab}

حروف متفاوت در هر ردیف، نشانه وجود تفاوت آماری معنی‌دار بین تیمارها است ($P<۰/۰۵$).

جدول ۲- شاخص‌های بیوشیمیایی خون بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با سطوح مختلف ال-لیزین و ال-کارنتین پس از ۸ هفته آزمایش (میانگین ± خطای استاندارد، ۳۰ = n).

شاخص های	سطوح مختلف ال- لیزین ال- کارنتین (گرم در کیلوگرم)									
	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
گلوکز (mg/dL)	۱۱۰/۹۸ ± ۹/۱۵^{a}	۶۱/۳۱ ± ۶/۱۱^{b}	۱۰۵/۳۹ ± ۴/۹۲^{ab}	۹۷/۶۷ ± ۸/۰۵^{ab}	۹۳/۳۲ ± ۴/۲۵^{ab}	۹۷/۴۹ ± ۸/۱۷^{ab}	۸۶/۳۱ ± ۶/۱۵^{ab}	۹۱/۶۷ ± ۴/۷۳^{ab}	± ۶/۳۵	۶۳/۱۷ ± ۶/۶۴^{ab}
کلسترول (mg/dL)	۳۷۲/۷۹ ± ۴/۱۵^{a}	۲۰۴/۶۳ ± ۹/۰۵^{ab}	۲۴۸/۰۸ ± ۴/۱۱^{ab}	۳۱۲/۳۲ ± ۱۲/۰۴^{ab}	۲۵۴/۱۸ ± ۹/۱۷^{ab}	۲۴۹/۷۱ ± ۶/۱۱^{ab}	۳۲۲/۱۱ ± ۱۳/۹۷^{ab}	۲۶۳/۰۱ ± ۹/۹۳^{ab}	± ۷/۳۲	۳۲۳/۰۲ ± ۸/۱۳^{ab}
تری‌گلیسرید (mg/dL)	۲۸۷/۳۰ ± ۵۶/۲۵^{a}	۱۸۸/۶۷ ± ۱۸/۲۵^{ab}	۱۳۱/۴۹ ± ۱۴/۳۴^{ab}	۱۹۴/۱۱ ± ۲۶/۱۷^{ab}	۱۷۱/۳۹ ± ۲۷/۰۶^{ab}	± ۹۲/۵۴	± ۲۱/۳۲	± ۴۱/۴۴	۸۷/۶۳ ± ۱۹/۱۲^{b}	± ۳۶/۰۵
پروتئین کل (g/dL)	۱۳/۶۴ ± ۰/۲۲^{b}	۱۵/۴۶ ± ۰/۱۹^{ab}	۱۵/۲۵ ± ۰/۲۳^{ab}	۱۵/۷۹ ± ۰/۲۱^{ab}	۱۸/۱۰ ± ۰/۲۲^{ab}	۱۵/۷۳ ± ۰/۲۰^{ab}	۱۸/۷۱ ± ۰/۲۱^{ab}	۱۵/۶۳ ± ۰/۱۳^{ab}	۱۹/۱۵ ± ۰/۲۴^{a}	۱۶/۷۵ ± ۰/۱۸^{ab}
آلبومین (g/dL)	۴/۲۸ ± ۰/۰۹^{a}	۱/۲۹ ± ۰/۰۸^{b}	۱/۶۰ ± ۰/۱۰^{ab}	۱/۴۳ ± ۰/۱۱^{ab}	۱/۴۱ ± ۰/۱۰^{ab}	۱/۴۱ ± ۰/۰۹^{ab}	۱/۶۰ ± ۰/۰۷^{ab}	۱/۵۲ ± ۰/۰۵^{ab}	۱/۵۲ ± ۰/۱۴^{ab}	۱/۶۰ ± ۰/۰۶^{ab}
گلوبولین (g/dL)	۹/۳۶ ± ۰/۱۳^{b}	۱۴/۱۷ ± ۰/۱۱^{ab}	۱۳/۶۵ ± ۰/۱۳^{ab}	۱۴/۳۶ ± ۰/۰۳^{ab}	۱۶/۶۹ ± ۰/۱۲^{ab}	۱۴/۳۲ ± ۰/۱۱^{ab}	۱۷/۱۱ ± ۰/۱۴^{ab}	۱۴/۱۱ ± ۰/۰۸^{ab}	۱۷/۶۳ ± ۰/۱۰^{a}	۱۵/۱۵ ± ۰/۱۲^{ab}

حروف متفاوت در هر ردیف، نشانه وجود تفاوت آماری معنی‌دار بین تیمارها است ($P<۰/۰۵$).

سپس وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای Tukey در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

پس از ۵۶ روز غذادهی، شاخص‌های رشد برای کل دوره پرورش اندازه‌گیری شد (جدول ۱). بچه ماهیان تغذیه شده با ال- لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم در جیره غذایی رشد و بهبود عملکرد رشد نسبت به گروه شاهد در طول دوره پرورش نشان داد. از لحاظ عملکرد رشد بین تیمار ال-لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم و تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<۰/۰۵$). از لحاظ وزن نهایی، وزن کسب شده (WG) و نرخ رشد ویژه (SGR) بین تیمار ال-لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم و تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). ماهیان تغذیه شده با تیمار ال- لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم از لحاظ این شاخص‌ها از تیمار شاهد عملکرد بهتری داشتند. بررسی وزن نهایی و نرخ رشد ویژه میان سایر تیمارها با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نشان نداد ($P>۰/۰۵$). مقایسه آماری میانگین ضریب تبدیل غذایی (FCR) نشان از اختلاف معنی‌دار بین تیمار های آزمایشی داشت ($P<۰/۰۵$). کمترین مقدار آن در تیمار ال-لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم و بیشترین میزان آن در تیمار شاهد به دست آمد. از لحاظ درصد بازماندگی (SR) در ماهیانی که از ال-لیزین ۰/۵ و ال کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم در جیره استفاده کرده بودند افزایش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نشان داد ($P<۰/۰۵$).

تجزیه و تحلیل شاخص‌های بیوشیمیایی بچه ماهیان قزل الا در جدول ۲ ارایه شده است. نتایج نشان داد فاکتور گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین در بچه ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان در طی ۸ هفته غذادهی با جیره های حاوی سطوح مختلف ماده تجاری ال-لیزین و ال-کارنتین تحت تاثیر قرار گرفته است به طوری که بیشترین میزان گلوکز در تیمار A_0 و کمترین سطح آن در تیمار A_1 مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). اما بین سایر تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). سطح کلسترول پلاسما در بچه ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف ماده تجاری ال لیزین و ال-کارنتین دارای تغییراتی بوده است، به طوری که کمترین میزان در تیمار A_9 و بیشترین سطح در تیمار A_0 مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). کم‌ترین میزان تری‌گلیسرید نیز در تیمار A_9 مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). بالاترین میزان پروتئین کل و گلبولین در تیمار A_9 مشاهده شد ($P<۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نه تنها استفاده از سطوح مختلف ال-لیزین و ال-کارنتین در جیره غذایی بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اثر منفی نداشت، بلکه افزودن ال-لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم جیره موجب بهبود عملکرد رشد، افزایش میزان بازماندگی و همچنین افزایش ایمنی شد. در مقایسه نتایج تحقیق حاضر با دیگر مطالعات انجام شده روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با مکمل ال-کارنتین (اوانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ احمدیان و همکاران، ۱۳۹۴؛ جلالی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Haji-Abadi *et al*., 2010)، فیل ماهی (*Huso huso*) تغذیه شده با مکمل ال-کارنتین (Ozorio *et al*., 2001; Mohseni *et al*., 2014)، ماهی دو رگه باس راه راه (Brown and Twibell, 2000)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با ال-کارنتین، ال-لیزین و میتونین (سادات حسینی و همکاران ، ۱۳۹۳؛ Focken et al., 1997; De la Higuera, 2001)، ماهی سیم دریایی تغذیه شده با ال-کارنتین (*Sparus macrocephalus*) (Ma *et al*., 2008) و ماهی تیلاپیا نیل (*Oreochromis niloticus*) تغذیه شده با مکمل ال-لیزین و متیونین

(El-Saidy and Gaber, 2002) اثر منفی نداشته و در عوض باعث افزایش وزن نهایی و کاهش ضریب تبدیل غذایی، که اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نشان داد که با نتایج به‌دست آمده در این مطالعه همخوانی دارد.

در مطالعه Yang و همکاران (۲۰۱۰) که به بررسی تاثیر مکمل ال-لیزین و میتونین بر روی عملکرد رشد و ترکیب شیمیایی بدن ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) پرداختند، گزارش کردند که افزودن مکمل‌های فوق موجب افزایش وزن نهایی، ماندگاری پروتئین، فاکتور وضعیت و بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌شود. وجود آمینو اسیدهای ضروری نظیر لیزین می‌تواند بر فاکتورهای رشد در ماهی قزل‌آلا تاثیر بگذارد و موجب بهبود آن‌ها گردد. طبق نتایج مطالعات می‌توان بیان نمود افزودن ال-کارنتین تا یک دوز مشخصی باعث بهبود رشد ماهیان می‌گردد. دلیل اثرات مثبت ال-کارنتین بر رشد ماهیان عموماً به بهبود کارایی انرژی از مسیر افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب در میتوکندری می‌باشد (Harpaz, 2005). در بیشتر مطالعات، استفاده تا یک دوز معین را موجب رشد ماهیان عنوان کرده‌اند، اما پس از افزایش غلظت آمینو اسید ال-لیزین دیگر رشد مشاهده نمی‌شود (Walton *et al*., 1984). نتایج اکثر مطالعات نشان داده است که افزودن ال-کارنتین به رژیم غذایی ماهیانی نظیر گربه ماهی آفریقایی، گربه ماهی کانالی، سیم دریایی سیاه و همچنین آزاد اقیانوس اطلس باعث افزایش تجمع اسیدهای آمینه ضروری در لاشه می‌شود که این فرایند، به افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب و کاهش سوختن اسیدهای آمینه در لاشه ماهیان می‌گردد، این چنین مکانیسمی نشان‌دهنده اثر مهار کنندگی ال-کارنتین بر سوخت و ساز پروتئین از مسیر هدایت اسیدهای چرب به سمت چرخه کربس می‌باشد و در نهایت موجب صرفه‌جویی در مصرف پروتئین می‌شود (حاج آبادی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Ji *et al*., 1996 ؛ Ma *et al*., 2008).

از دیگر مطالعات انجام شده می‌توان به مطالعه بر روی ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum* Kamenskii 1901) (نکوبین و همکاران، ۱۳۹۲؛ سیف آبادی و همکاران، ۱۳۸۱)، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (حسینی و همکاران، ۱۳۸۱؛ ناصری و همکاران، ۱۳۹۳) اشاره نمود، که افزودن مقادیر مختلف سطوح ال-کارنتین بر روی شاخص‌های رشد نظیر افزایش وزن نهایی، ضریب رشد ویژه و ضریب چاقی تاثیر معنی‌داری نداشته است. که نتایج این مطالعات با مطالعه حاضر مغایر بود. عواملی مثل سن، ترکیب خوراک و نیاز متابولیکی گونه در پاسخ ماهی به ال کارنتین موثر می‌باشد (Ozorio, 2001). یکی از دلایل اصلی تفاوت پاسخ به تاثیرات مکمل ال لیزین و ال کارنتین سن ماهی مورد استفاده می باشد زیرا نشان داده شده است که بیوسنتز ال-کارنتین در مراحل اولیه زندگی ناقص می‌باشد (Rodehutscord, 1995). مطالعه حاضر نشان داد افزودن ال-لیزین ۰/۵ و ال-کارنتین ۱ گرم در هر کیلوگرم در جیره غذایی بچه ماهی قزل‌آلا باعث افزایش شاخص‌های رشد و بهبود عملکرد رشد، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و همچنین کاهش میزان ضریب تبدیل غذایی می‌شود. تفاوت در سطوح اثرگذاری در مطالعات مختلف می‌تواند به دلیل تفاوت در گونه مورد مطالعه، سن، مرحله زیستی، وزن گونه، روش آمده سازی جیره غذایی و همچنین طول دوره استفاده باشد (فرضی و همکاران، ۱۳۹۸). گلوکز سرم پس از کورتیزول به عنوان دومین واکنش استرس در ماهی شناخته شده است، به طوری که افزایش میزان کورتیزول سبب کاتابولیسم قند کبد و تقویت تجزیه گلیکوژن کبد به‌منظور تامین انرژی طی فرآیند استرس می‌گردد (Barton and Iwama, 1991). نتایج مطالعات صورت گرفته بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان، تغذیه شده با مکمل ال-کارنتین و ویتامین C (اوانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ شریف‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ Jalali Haji-Abadi *et al*., 2010)، قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با مکمل

ال-کارنتین و متیونین (کرامت و ابولفضلی، ۱۳۹۶)، شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*, Houttyn, 1782) تغذیه شده با مکمل ال کارنتین (اکبری و همکاران، ۱۳۹۶) و ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (Chen *et al*., 2009) بیان داشتند که کاهش میزان - گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول خون در مقایسه با تیمار شاهد شد.

Ozorio و همکاران (۲۰۰۱) در طی گزارشی اعلام نمودند افزودن ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ال-کارنتین به رژیم غذایی گربه ماهی آفریقایی (*Clarias batrachus*) سبب کاهش گلوکز و افزایش میزان کلسترول سرم خون می‌شود این در حالی است که هیچ تاثیری بر میزان تری گلیسرید نداشت. Lien و همکاران (۲۰۰۱) اعلام کردند افزودن مکمل ال-کارنیتین تاثیر معنی‌داری بر میزان تری‌گلسیرید و کلسترول ندارد که با مطالعه حاضر مغایرت دارد. دلایل اصلی اختلاف نتایج در مطالعات به عواملی نظیر تفاوت گونه، ترکیب جیره، سایز گونه مورد مطالعه، دوره پرورش، فعالیت‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی بستگی دارد (Harpaz, 2005). دلیل کاهش میزان تری‌گلیسرید در بچه ماهیان تغذیه شده با مکمل‌های ال-کارنتین و ال-لیزین، احتمالاً به دلیل افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب می‌باشد. با افزایش ظرفیت انتقال اسیدهای چرب به لایه‌های داخلی میتوکندری میزان تری‌گلیسرید کاهش می‌یابد. افزودن مکمل ال-کارنتین به جیره‌های غذایی حاوی چربی زیاد، موجب افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب و کاهش میزان ترشح VLDL سرم می شود (Lien and Horng, 2001). همچنین ال کارنتین باعث افزایش فعالیت لیپاز و کاهش میزان فعالیت لیپوپروتئین لیپاز می‌گردد، بنابراین منجر به غلظت بالاتری از اسیدهای چرب در سرم خون بوسیله سرعت بخشیدن هیدرولیز تری‌گلیسرید به گلیسرول و اسید چرب می‌شود، و در نهایت باعث کاهش میزان تری‌گلیسرید در سرم خون می شود (Zhang *et al*., 2010).

پروتئین پلاسمای خون یک سیستم نسبتاً حساس است که بازتاب تاثیر عوامل داخلی و خارجی است که موجود در آن قرار دارد (Shalaby *et al*., 2006). عواملی نظیر جنس، تخم‌ریزی، تغذیه، فشار اسمزی، درجه حرارت، نور، سن، کاهش اکسیژن و فصل بر میزان پروتئین خون موثر است (Booke, 1964). نتایج حاصل از اندازه‌گیری پروتئین سرم خون بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از ۸ هفته تغذیه با جیره حاوی ال کارنتین و ال لیزین نشان داد که به کارگیری ۰/۵ ال- لیزین و ۱ گرم در هر کیلوگرم ال-کارنتین جیره منجر به افزایش معنادار مقدار پروتئین کل، گلوبولین و همچنین کاهش آلبومین در بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان در مقایسه با تیمار شاهد شد. مشابه چنین نتایجی در خرچنگ دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) (Safari et al., 2015)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (اوانی و همکاران ، ۱۳۹۲؛ احمدیان و همکاران، ۱۳۹۴؛ شریف زاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ Jalali Haji-Abadi *et al*., 2010)، گربه ماهی آفریقایی (*Clarias batrachus*) (Ozorio *et a*l., 2001) و تاسماهی شیپ جوان (*Acipenser nudiventris*) (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳) گزارش شده است. این محققین دلیل افزایش این میزان پروتئین کل را به نقش ال کارنتین در صرفه جویی پروتئین برای تامین انرژی نسبت داده‌اند.

پروتئین کل به دلیل چگالی بسیار پایین در سرم خون نقش ناقل تری‌گلیسرید را از کبد به بافت‌ها را برعهده دارد (شهیدی یاسالق و همکاران، ۱۳۸۷)، در حالی که آلبومین نقش اتصال اسیدهای چرب غیر اشباع و انتقال و جابجایی آن‌ها را در بین بافت‌های بدن را دارد (Francis *et al*., 2006). بنابراین تغییر در میزان این پارامترها می‌تواند به دلیل فرآیند سوخت و ساز بدن باشد. در مطالعه حاضر میزان آلبومین با افزودن مکمل ال-کارنتین و ال-لیزین به رژیم غذایی بچه ماهی قزل‌آلا کاهش یافت، احتمالا به دلیل کاهش انتقال اسیدهای چرب از بافت ها برای فرآیند اکسیداسیون باشد (Bremer, 1983). نوع

مکمل ال-کارنتین استفاده شده در جیره غذایی برای مقایسه نتایج بسیار مهم می‌باشد (Baumgartner *et al*., 1997; Francis *et al*., 2006). همچنین باید به این نکته توجه داشت که میزان زیست فراهمی مکمل‌های ال-کارنتین به نوع آزاد، استری و یا نمکی آن متفاوت است. به طوری که شکل نمکی ال-کارنتین در آب حلالیت کمتری دارد اما قابلیت جذب بیشتری در مقایسه با فرم استری (مثل استیل ال کارنتین) و آزاد ال-کارنتین دارد. مکمل ال-کارنتین سبب صرفه جویی پروتئین توسط بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب می‌گردد و در نهایت موجب افزایش ساخت پروتئین در سرم خون می‌شود (Rodnick and Williams, 1999).

به طور کلی با توجه به نتایج به‌دست آمده در این مطالعه و مقایسه آن با تحقیقات مشابه دیگر حاکی از آن است که مکمل ال-کارنتین و ال-لیزین قادر به افزایش رشد و تحریک سیستم ایمنی بچه ماهی‌های قزل‌آلای رنگین کمان است و از این طریق می‌تواند به سلامتی و بهبود وضعیت فیزیولوژیک ماهی‌ها کمک نماید.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله نویسندگان این مقاله از تمامی کسانی که در مراحل انجام پژوهش حاضر همکاری و مساعدت کردند، کمال تشکر را دارند.

منابع

احمدیان، ع.، جلالی، م.ع.، پوررضا، ج. ۱۳۹۴. اثر منبع روغن و مکمل‌های غذایی الکارنتین و راکتو پامین بر عملکرد رشد و برخی فراسنجه های بیوشیمیایی خون ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران، دوره ۲۴(۱): ۱۲۱-۱۰۹.

افشار مازندران ن. ۱۳۸۱. راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش، ۲۱۶ صفحه.

اوانی،ع.، توکل س.، فغانی لنگرودی ح .، نوروزی م. ۱۳۹۲. اثرات متقابل لایزین و الکارنتین بر فاکتورهای رشد و برخی از پارامترهای کیفی خون در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله شیلات واحد آزاد شهر، ۷(۱): ۸۸-۸۱.

آذری تاکامی ق. ۱۳۸۱. بررسی مقایسه ای میزان رشد و بازماندگی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر اثر جایگزینی مناسب بتافین در جیره به جای کولین کلراید. گزارش نهایی فارمی، ۱۶ صفحه.

جلالی حاجی آبادی،س.م.، صادقی ع .ا.، صوفیانی ن. م.، چمنی م.، ریاضی غ. ۱۳۸۸. اثر مکمل الکارنتین بر فراسنجه های خونی و رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره۱۳ (۴۷): ۱۰۵-۱۱۵.

حسینی س.، سیف آبادی س. ج.، کلباسی م.ر.، ویلکی ا. س. ۱۳۸۱. تاثیر ماده ال کارنتین روی مراحل اولیه رشد و ترکیبات بدن قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم و فنون دریایی ایران، دوره ۱ (۲): ۴۱-۴۵.

سادات حسینی، ه.، قلیچی، الف.، اکرمی، ر.، جرجانی، س. ۱۳۹۳. اثر ال-لیزین بر عملکرد رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه در بچه ماهی انگشت قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). نشریه توسعه آبزی پروری، دوره ۸(۱): ۴۳-۳۵.

سیف آبادی س.ج.، اورجی ح.، نظری ر.م. ۱۳۸۱. تاثیر ماده ال کارنتین روی مراحل اولیه رشد ماهی سفید دریی خزر (*Rutilus frisii kutum*). مجله علوم و فنون دریایی ایران، ۱(۴): ۸۳-۷۷.

شهیدی یاسالق س.ا.، مازندرانی م.، قربانی حسن سرائی ا.، قربانی ر.، سلیمانی ن. ۱۳۸۷. اندازه گیری مقادیر طبیعی برخی فاکتورهای سرم خون تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). فن آوریهای نوین در توسعه آبزی پروری (مجله شیلات)، ۲(۱): ۳۲-۲۵.

فرضی ر.، سجادی م.م.، فلاحتکار ب. ۱۳۹۸. تاثیر سطوح مختلف ماده تجاری XTRACT جیره بر شاخص های رشد، بقا و ترکیب شیمیایی بدن بچه ماهی طلایی (*Carassius gibelio*). مجله علوم آبزی پروری، ۷(۱): ۵۸-۴۸.

فلاحتکار ب. ۱۳۹۴. تغذیه و جیره نویسی آبزیان. انتشارات دانشگاه جامع علمی و کاربردی، ۳۳۴ صفحه.

کرامت, عبدالصمد, ابولفضلی, آزاده. ۱۳۹۶. اثرات متقابل اسید آمینه میتونین و ال‌کارنتین بر پارامترهای رشد،

ترکیب لاشه و برخی پارامترهای خونی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۶(۳): ۱۱۸-۱۰۵.

ناصری الف.ح.، سبزه م.، عجم حسنی ال. ۱۳۹۳. کاهش میزان پروتئین جیره با استفاده از اسید آمینه ال-لیزین و متیونین بر شاخص رشد، بقا و ترکیب لاشه ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). علوم تکثیر و ابزی پروری، دوره ۲(۳): ۷۶-۶۷.

Ahmed I., Khan M.A. 2004. Dietary arginine requirement of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Aquaculture Nutrition* 10, 217-225.

Barton B.A., Iwama G.K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases* 1, 3-26.

Booke H.E. 1964. A review of variations found in fish serum proteins. *Fish and Game Warden in New York*, 11, 47-57.

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

Coman G.J., Sarac H.Z., Fielder D., Thorne M. 1996. Evaluation of 4 crystalline amino acid, betaine and AMP as food attractant of the Giant Tiger Prawn (*Penaeus monodon*). *Biology Physiology* 113, 247-253.

De la Higuera M. 2001. *Effects Of Nutritional Factors And Feed Characteristics On Feed Intake*. In: Food Intake in Fish. (eds Houlihan D., Boujard T., Jobling M.) Blavkwell Science. Oxford. 250-268 pp.

El-Saidy D.M.S.D., Gaber M.M.A. 2002. Complete replacement of fish meal by soybean meal with dietary L-lysine supplementation for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerings. *Journal World Aquaculture Society* 33, 297-306.

El-Sayed A.F.M. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromiss* spp. Oceanography department, Faculty of Science, University of Alexandria, Alexandria, Egypt. *Aquaculture* 179, 149-168.

Focken U., Becker K., Lawrence P. 1997. A note on the effects ofl -carnitine on the energy metabolism of individually reared carp, *Cyprinus carpio* L.. Aquaculture *Nutrition* 3, 261-264.

Gatlin D. M. 2002. *Nutrition and Fish Health*, In: Fish Nutrition, Halver J.E., Hardy, R.W. (eds.), Academic Press, San Diego, CA, 760 p.

Goddard, S. 1996. Feed Management in Intensive Aquaculture. Chapman & Hall, New York, 194 p.

Haji-Abadi S.M.A., Mahboobi Soofiani N., Sadeghi A.A., Chamani M., Riazi G.H., 2010. Effects of supplemental dietary L-carnitine and ractopamine on the performance of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Research* 41, 1582-1591.

Harpaz S. 2005. L-Carnitine and its attributed functions in fish culture and nutrition, a review, *Aquaculture* 249, 3-21.

James R., Sampath K. 2003. Effect of animal and plant protein diets on growth and fecundity in ornamental fish, *Betta splendens* (regan). *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 55, 39-52.

Ji H., Bradley T.M., Tremblay G.C. 1996. Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed lcarnitine exhibit altered intermediary metabolism and reduced tissue lipid, but no change in growth rate. *Journal of Nutrition* 126, 1937-1950.

Jobling M., Arnesen A.M., Baardvik B.M., Christiansen J.S., Jørgensen E.H. 1995. Monitoring feeding behaviour and food intake: methods and applications. *Aquaculture Nutrition* 1, 131-143.

Lien T.F., Horng Y.M. 2001. The effect of supplementary dietary L-carnitine on the growth performance, serum components, carcase traits and enzyme activities in relation to fatty acid β-oxidation of broiler chickens. *British Poultry Science* 42, 92-95.

Luo Z., Liu Y.J., Mai K.S., Tian L.X., Tan X.Y., Yang H.J., Liang G.Y., Liu D.H. 2006. Quantitative L- lysine requirement of guvenile grouper *Epinephelus coioides*. *Aquaculture Nutrition* 12, 165-172.

Lupatsch I., Kissil G.W., Sklan D. 2003. Comparison of energy and protein efficiency among three fish species gilthead sea bream (*Sparus aurata*), European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and white grouper (*Epinephelus aeneus*): energy expenditure for protein and lipid

deposition. *Aquaculture* 225, 175-189.

Ma J.J., Xu Z.R., Shao Q.J., Xu J.Z., Hung S.S.O., Hu W.L. and Zhou L.Y. 2008. Effect of dietary supplemental Lcarnitine on growth performance, body composition and antioxidant status in juvenile black sea bream, *Sparus macrocephalus*. *Aquaculture Nutrition* 14, 464-471.

Mohseni M., Ozorio R.O. 2014. Effects of dietary L-carnitine level on growth performance, body composition and antioxidant status in beluga (*Huso huso* L. 1758). *Aquaculture Nutrition* 20, 477-485.

Ozório R.O.A. 2001. Dietary L-carnitine and energy and lipid metabolism in African catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. PhD thesis. Holland, Wageningen University.

Ozorio R.O.A., Van Eekeren T.H.B., Huisman E.A., Verreth J.A.J. 2001. Effects of dietary carnitine and protein energy: nonprotein energy ratios on growth, ammonia excretion and respiratory quotient in African catfish, (*Clarias gariepinus* Burchell) juveniles. *Aquaculture Research* 32, 406-414.

Roudehutscord M. 1995. Effects of supplemental dietary L-carnitine on growth and body composition of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) fed high-fat diets. *Journal of Animal Phsiology and Animal Nutrition* 37, 23-29.

Santiago C.B. 1998. Approches and design of fish nutrition experiments. Training course on fish nutrition. SEAFDEC. *Philippines*, 11, 1-7.

Sardar P., Abid M., Randhawa H.S., Prabhkar S.K. 2009. Effect of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrientutilization, carcass compositions and haemato- biochemical status in Indian Major Carp, Rohu (*Labe orohita* H) fed soy protein-based diet. *Aquaculture* 11, 123-138.

Shalaby A.M., Khattab Y.A., Abdel Rahman A.M. 2006. Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 12, 172-201.

Small B.C., Soares J.H. Jr. 1999. Quantitative dietary thteonine requirement of juvenile striped bass (*Morone saxatilis*). *Journal of the World Aquaculture Society* 30, 319-323.

Tacon A.G., Metian M., Hasan M.R. 2009. Feed ingredients and fertilizers for farmed aquatic animals: sources and composition (No. 540). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 222 p.

Twibell R.G., Brown P.B. 2000. Effects of dietary carnitine on growth rates and body composition of hybrid striped bass *Morone saxatilis* male *M. chrysops* female). *Aquaculture* 187, 161-153.

Walton M.J., Cowey C.B., Adron J.W. 1984. The effect of dietary lysine levels on growth and metabolism of rainbow trout (*Sulmo gairdneri*). *British Journal of Nutrition* 52, 115-122.

Yang H.J., Liu Y.J., Tian L.X., Liang G.Y., Lin H.R. 2010. Effects of Supplemental Lysine and Methionine on Growth Performance and Body Composition for Grass Carp (*Ctenopharyngodonidella*). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 5, 222-227.

Zhang Y., Ma Q., Bai X., Zhao L., Wang Q., Ji C., Yin H. 2010. Effects of dietary acetyl-L-carnitine on meat quality and lipid metabolism in Arbor Acres Broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 23, 1639-1644.

The effects of dietary L – Lysineon and L - Carnitine on growth performance, survival and some serum biochemical parameters in *Oncorhynchus mykiss* fingerlings

Abed Avani[1*], Reza Farzi[2], Hamed Mousavi-Sabet[2]

[1]Department of Aquaculture, Islamic Azad University, Tonekabon branch, Tonekabon, Iran.
[2]Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
*Corresponding author: a.avani2104@yahoo.com
Received: 2022/4/12 Accepted: 2022/5/11

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of dietary L - Lysineon and L - Carnitine on growth and survival and some blood biochemical parameters of *Oncorhynchus mykiss* fry. For this purpose, *Oncorhynchus mykiss* fry with a mean weight of 25 gr in 10 treatments with 2 replicates were distributed randomly in 20 tanks. The L – Lysineon and L - Carnitine diet was added to diets at different levels. The breeding period was considered to be 8 weeks. Growth indices, survival rate and blood biochemical indices and safety factors, as well as comparisons between treatments at the end of breeding period blood sampling was performed. The results showed that the treatment fed L – Lysineon 0.5 and L – Carnitine 1gr/kg diet of L – Lysineon and L – Carnitine material had significant differences with the control group in the final weights, weight gain, body weight gain percentage and reduction in feed conversion ratio ($P<0.05$). In terms of survival rate of fish, the highest survival rate was observed in treatments containing different levels of L – Lysineon 0.5 and L – Carnitine 1 gr/kg. The results showed a significant difference between plasma biochemical factors such as glucose, triglyceride, and cholesterol in levels of L – Lysineon 0.5 and L – Carnitine 1 gr/kg. ($P<0.05$). The highest amount of total protein, albumin, and globulin was observed in this treatment, which significantly differs from the control treatment ($P<0.05$). As a general conclusion, it can be stated that the use of L – Lysineon 0.5 and L – Carnitine 1 in the *Oncorhynchus mykiss* fry diet can increase and improve the growth, survival index and stimulate the immune system and thus improve health and physiological status of *Oncorhynchus mykiss*.The addition of L – Lysineon 0.5 and L – Carnitine 1 of feed for *Oncorhynchus mykiss* fry are suggested.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, growth, survival, L – Lysineon, L – Carnitine.