اثرات متقابل اسید آمینه میتونین و کارنتین بر پارامترهای رشد، ترکیب لاشه و برخی پارامترهای خونی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

عبدالصمد کرامت [۱*]، آزاده ابولفضلی [۲]

*Amirkola@yahoo.com

۱- گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ، صندوق پستی ۵۷۸، ساری، ایران
۲- موسسه آموزش عالی خزر، محمود آباد، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۶

چکیده

هدف این تحقیق بررسی کارکرد کارنتین درکنار متیونین در بهبود کارآیی متابولیسم چربیها و در نتیجه آن بهبود پارامترهای رشد در ماهی قزل آلا می باشد. برای بررسی اثرات متقابل متیونین و ال‌کارنتین : متیونین در سه سطح ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ درصد و ال‌کارنتین هم در سه سطح ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم به غذا های آزمایشی اضافه شد و بر این اساس نه تیمار آزمایشی د ر این تحقیق وجود داشت. نتایج نشان داد که افزودن اسید آمینه متیونین پارامترهای رشد در این ماهی را مانند وزن نهایی ، ضریب تبدیل و سرعت رشد ویژه را تحت تاثیر قرار داد ($p<0.05$)، ولی افزودن ال‌کارنتین تنها موجب تغییر در وزن نهایی شده و سایر پارامترهای رشد در ماهی قزل آلا تحت تاثیر قرار نگرفت ($p>0.05$). نتایج همچنین نشان داد که به طور کلی، ماهیان تغذیه شده از غذاهای حاوی ال‌کارنتین و متیونین رشد بهتری نسبت به غذای کنترل (سطح صفر الکارنتین و متیونین) نشان دادند. افزودن هردوماده افزودنی متیونین و ال‌کارنتین موجب کاهش میزان گلوکز خون در مقایسه با غذای کنترل شد ($p<0.05$). وجود دو ماده افزودنی متیونین و ال‌کارنتین در جیره موجب بالارفتن پروتئین لاشه در مقایسه با غذای کنترل شده است ($p<0.05$). بر خلاف میزان پروتئین افزودن هر دو ماده متیونین و ال‌کارنتین موجب کاهش میزان چربی لاشه در مقایسه با غذای کنترل شده است. به طورکلی، ترکیب این دو ماده در سطوح پایین تر اثرات بهتری بر پارامترهای رشد و کاهش میزان چربی فیله دارد.

واژه‌های کلیدی: اسید آمینه، رشد ، ضریب تبدیل غذایی، چربی، ماده افزودنی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

مقدمه

ال‌کارنتین، یکی از مواد افزودنی است که می‌تواند در بهبود کارآیی چربی و ازجمله آن انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیره به داخل میتوکندری سلول و در نتیجه سوختن بیشتر این مواد نقش داشته باشد (Focken *et al*., 1997). کارنتین نوعی ماده آلی غیر ضروری با فرمول شیمیایی $C_7H_{15}NO_3$ می‌باشد که قابلیت حل شدن در آب را دارد و وزن مولکولی آن ۱۶۱/۲ می‌باشد (اوانی و همکاران، ۱۳۹۲) . تولید داخلی کارنتین در مهره‌داران به صورت پیش‌ساز در کبد انجام می‌شود (Wolf *et al*., 1961). وجود ال‌کارنتین به عنوان مکمل غذایی می‌تواند با گسترش استفاده از منابع چربی برای تأمین انرژی در ماهی سبب بهبود کارآیی پروتئین و به دنبال آن افزایش رشد گردد. ال کارنیتین اکسیداسیون چربی را افزایش می‌دهد و لذا، اضافه نمودن ال کارنیتین به جیره ماهی موجب افزایش ذخیره پروتئین و منجر به رشد بهتر در جیره‌های حاوی پروتئین کمتر می‌شود (حاجی آبادی و همکاران،۱۳۸۸). گزارش‌های متعددی در رابطه با بهبود پارامترهای رشد در ماهی با استفاده از این مکمل وجود دارد که می‌توان به مطالعات Brown و Twibell(۲۰۰۰) در ماهی باس راه راه Focken *Morone saxatilis* و همکاران (۱۹۹۷) در ماهی کپور معمولی*Cyprinus carpio* Haji-abadi (۲۰۱۰) در ماهی قزل آلا *Oncorhynchus mykiss* و Mohseni و Ozorio (۲۰۱۴) در فیل ماهی *Huso huso* اشاره کرد. گوشت قرمز و به دنبال آن پودر ماهی از منابع مهم ال‌کارنتین محسوب می‌شود (۵۰۰-۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) ولی مواد اولیه گیاهی حاوی میزان بسیار پایینی (زیر ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) از این ماده هستند (Harpaz, 2005). افزایش سهم منابع پروتئین گیاهی در جیره در سال‌های اخیر می‌تواند موجب کاهش میزان ال‌کارنتین جیره شود و نیاز به این ماده افزودنی در غذا را افزایش دهد. از سوی دیگر، افزایش سهم پروتئین گیاهی جیره معمولاً با کاهش اسیدهای آمینه ضروری مانند متیونین و لایزین همراه می‌باشد.

متیونین معمولاً اولین اسید آمینه محدود کننده در جیره‌هایی است که با سطوح بالای پروتئین گیاهی مانند پودر سویا، پودر بادام زمینی و کنجاله نارگیل ساخته شده باشند (Espe *et al*., 2008). کارآیی یا عدم کارآیی مکمل ال‌کارنتین در بهبود رشد گونه‌های مختلف آبزیان ممکن است تا حد زیادی وابسته به میزان اسیدهای آمینه متیونین و لیزین در جیره باشد و کمبود این اسید آمینه ممکن است با تأثیر بر میزان سنتز ال‌کارنتین، عامل عدم اثر مثبت این ماده افزودنی بر رشد باشد (Harpaz, 2005).

اگرچه گزارش‌های موجود در رابطه با اثر ال‌کارنتین بر رشد نتایج یکسانی ارائه ندادند، ولی اغلب گزارش‌های موجود نشان دادند که افزودن ال‌کارنتین به جیره، کاهش میزان چربی لاشه را در سطح معنی‌دار به همراه داشته است (Ma *et al*., 2008; Haji-Abadi *et al*., 2010; Mohseni and Ozorio, 2014 ; محسنی و همکاران، ۱۳۹۵). بعلاوه، افزایش میزان متابولیسم چربی‌ها در بدن ماهی در اثر ال‌کارنتین ممکن است بر بعضی از پارامترهای خونی مانند کلسترول، تری‌گلیسیرید، گلوکز و اوره نیز موثر باشد (اوانی و همکاران، ۱۳۹۲ ;Haji-Abadi *et al*., 2010).

باتوجه به اینکه در دو دهه اخیر تحقیقات متعددی در رابطه با جنبه های مختلف کارآیی کارنتین در رشد، متابولسیم و کاهش ذخیره چربی در گونه‌های متعدد انجام شده است، اطلاعات زیادی در رابطه با اثرات اسیدآمینه ضروری متیونین بر کارآیی این ماده افزودنی وجود ندارد. بنابراین، هدف اصلی این تحقیق بررسی کارکرد کارنتین و نقش متیونین در بهبود کارآیی آن در متابولیسم چربی‌ها و در نتیجه آن بهبود پارامترهای رشد در ماهی قزل‌آلا می‌باشد.

مواد وروش‌ها

آماده سازی سیستم و غذا

این تحقیق در زمستان سال ۱۳۹۳ در کارگاه پرورش ماهیان سردآبی گلگشت قزل واقع در استان مازندران، شهرستان تنکابن و طی یک دوره زمانی ۸ هفته‌ای انجام

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

شد. در این آزمایش از ۹۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نژاد فرانسوی با میانگین وزنی ۱/۲±۳۰ گرم که در ۳۰ استخر بتونی به طول ۲۰۰ و عرض ۵۵ و ارتفاع ۶۰ سانتی متر و با حجم آبگیری ۶۰۰ لیتر به ازای هر استخرجا داده شده بودند، استفاده شد.

این تحقیق در چارچوب آزمایش فاکتوریل برای بررسی اثرات فاکتورهای متیونین و ال‌کارنتین و همچنین اثرات متقابل آنها بر ماهی قزل آلا انجام شد. بر این اساس: متیونین در سه سطح ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ درصد در جیره غذایی (پیک موسوی و همکاران ، ۱۳۸۹) و ال‌کارنتین هم در سه سطح ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم (اوانی و همکاران، ۱۳۹۲) به جیره GFT1 شرکت غذاسازی چینه با ۴۵٪ پروتئین ، ۱۸٪ چربی خام و ۱۱٪ خاکستر اضافه شدند و بر این اساس نه تیمار آزمایشی در این تحقیق وجود داشت. علاوه بر نه تیمار آزمایشی، تیمار دیگری بدون متیونین و کارنتین به عنوان کنترل در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). غذای مورد استفاده در این آزمایش بر اساس سفارش عاری از مکمل کارنتین و متیونین بوده است. کارنتین تارترات محصول شرکت مرک آلمان ماده‌ای پودری شکل با خاصیت محلول در آب می‌باشد که حاوی ۹۸٪ الکارنتین خالص می باشد. متیونین مورد استفاده پودری شکل و از شرکت ارس فید تهیه شد. مواد افزودنی به طور همزمان ابتدا روی غذاها بر اساس نوع تیمار اسپری شدند و بعد از آن پلت‌ها در محیط سرپوشیده با جریان هوا خشک شدند.

جدول ۱: ترتیب پخشیدگی متیونین و ال کارنتین در جیره های متفاوت و در ده تیمار آزمایش

Table1: Distribution of L-methionine and L-carnitine in different diets and treatments

تیمار	متیونین ٪	ال کارنتین (گرم/کیلوگرم)	استخر
۱	۰٫۵	۰٫۵	۲۱-۱۱-۱
۲	۱	۱	۲۲-۱۲-۲
۳	۱	۱٫۵	۲۳-۱۳-۳
۴	۰٫۵	۱٫۵	۲۴-۱۴-۴
۵	۱٫۵	۱	۲۵-۱۵-۵
۶	۱٫۵	۰٫۵	۲۶-۱۶-۶
۷	۱٫۵	۱٫۵	۲۷-۱۷-۷
۸	۰٫۵	۱	۲۸-۱۸-۸
۹	۱	۰٫۵	۲۹-۱۹-۹
۱۰ (شاهد)	۰	۰	۳۰-۲۰-۱۰

پرورش ماهیان

بعد از پخش تصادفی ماهیان در ۳۰ استخر تحقیقاتی که به تعداد ۳۰ قطعه در هر استخر انجام شد، کلیه ماهیان به مدت یک هفته به منظور عادت کردن با شرایط جدید با غذای تجاری GFT1 چینه بدون ماده افزودنی تغذیه شدند. بعد از آن ده تیمار آزمایشی این تحقیق به طور تصادفی در ۳۰ استخر آزمایشی پخش شدند و کلیه م هر استخر توزین شدند.

منبع آب مورد استفاده در این تحقیق آب چاه بود. طی دوره آزمایش اسیدیته، دما واکسیژن محلول آب به صورت روزانه اندازه‌گیری شد و متوسط این پارامترها طی دوره پرورش برای اسیدیته ۷/۶±۰/۵ ، دما ۱۵/۸±۲/۱ درجه سانتی‌گراد و اکسیژن ۸/۴±۰/۹ میلی‌گرم در لیتر بود. غذادهی بر اساس جدول غذادهی ماهی قزل‌آلا که با توجه به اندازه ماهی و در جه حرارت تنظیم شده است و سه بار در روز (۸:۰۰،۱۲:۰۰،۱۷:۰۰) انجام شد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

نمونه برداری و آنالیز شیمیایی

در انتهای آزمایش کلیه ماهیان هر استخربه طور انفرادی برای اندازه‌گیری پارامترهای رشد توزین شدند و این پارمترها با استفاده از روابط ذیل اندازه گیری شدند:

$WG(g) = BWf - BWi$ (Huang *et al*., 2008)

BWf =وزن نهایی ، BWi =وزن اولیه ماهی،

WG=افزایش وزن

$SGR = (\ln Wf - \ln Wi) \times 100/t$ (Huang *et al*., 2008)

t=دوره رشدبرحسب روز ، Wi =وزن اولیه، Wf=وزن نهایی ، SGR =شاخص رشد ویژه

$FCR = f/(Wf - Wi)$

Wi =وزن اولیه، Wf =وزن نهایی، f=میزان غذای مصرفی

Mortality%= (In. no fish-Fi. No fish)/In. no fish ×100

Mortality=تلفات، In. no fish=تعداد اولیه ماهی، Fi. No fish=تعداد نهایی ماهی

برای اندازه‌گیری اثر تیمارها بر ترکیب لاشه از هر تانک سه قطعه ماهی به صورت تصادفی انتخاب شد و توسط چرخ گوشت تمام ماهیان مربوط به هر استخر به طور کامل چرخ و همگن شدند. پس از آن اندازه گیری از این نمونه همگن انجام شد. مقدار رطوبت نمونه از قرار دادن میزان مشخصی از نمونه در داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد. خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت، مقدار پروتئین خام با روش کلدال شد. اندازه‌گیری چربی کل به کمک دستگاه سوکسله و با استفاده از اتر به عنوان حلال انجام شد. کلیه اندازه‌گیری‌ها با استفاده از روش ارائه شده (AOAC, 1995) انجام شد.

برای اندازه‌گیری پارامترهای خونی در پایان دوره پرورش، از هر استخر آزمایشی (تکرار) سه قطعه ماهی به صورت تصادفی انتخاب شد و خونگیری از آنها انجام شد. اندازه‌گیری پروتئین تام به روش بیوره، آلبومین به روش نورسنجی، گلوکز به روش گلوکز اکسیداز، کلسترول به روش کلسترول اکسیداز و تری گلیسرید به روش آنزیمی لیپاز (توکلی و اخلاقی، ۱۳۸۸) و با استفاده از کیت‌های بیوشیمی عمومی شرکت پارس آزمون (تهران، ایران) و دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

پیش از تجزیه و تحلیل داده‌ها وضعیت نرمال بودن آنها آزمایش شد. داده ها با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. عوامل مورد مطالعه در این تحقیق، سطوح متفاوت کارنتین و متیونین بودند. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۷ انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با درصد خطای ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از زیست سنجی‌های ماهیان قزل‌آلا نشان داد که افزودن اسید آمینه متیونین پارامترهای رشد در این ماهی را مانند وزن نهایی، ضریب تبدیل و نرخ رشد ویژه را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲: $p< 0.05$). ولی افزودن ال‌کارنتین فقط سبب تغییر در وزن نهایی شده و سایر پارامترهای رشد در ماهی قزل‌آلا تحت تاثیر قرار نگرفت ($p>0.05$).

نتایج همچنین نشان داد که به طور کلی، ماهیان تغذیه شده از غذاهای حاوی ال‌کارنتین و متیونین رشد بهتری نسبت به غذای کنترل (سطح صفر ال‌کارنتین و متیونین) نشان دادند ($p> 0.05$). بعلاوه، افزودن ال‌کارنتین اثری بر تلفات نداشته، ولی افزودن متیونین تلفات را افزایش داده است ($p> 0.05$).

نتایج حاصل از بررسی پارامترهای خونی ماهی قزل‌آلا تغذیه شده از سطوح متفاوت متیونین و ال‌کارنتین نشان داد که این دو عامل اثر معنی‌داری بر میزان پارامترهای سرمی مانند گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، گلوبولین دارند (جدول ۳: $p< 0.05$). به طور کلی، افزودن هر دو ماده افزودنی متیونین و ال‌کارنتین موجب کاهش میزان گلوکز خون در مقایسه با غذای کنترل شده، اگرچه افزایش سطح متیونین و ال‌کارنتین به طور انفرادی موجب سطوح بالاتری از گلوکز خون شده است ($p< 0.05$).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

جدول۲: جدول پارامترهای رشد ماهی قزل آلای رنگین‌کمان تغذیه شده در سطوح مختلف کارنتین و متیونین

Table2: Growth parameters of rainbow trout fed L-methionine and L-carnitine in different doses.

الکارنتین (گرم برکیلوگرم)	متیونین (٪)	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی	سرعت رشد ویژه (٪ به روز)	تلفات (٪)
	۰/۵	۳۰/۴±۱/۱	۱۰۳/۶±۱/۰۳^{a}	۰/۸۲±۰/۶۷^{b}	۲/۱۹±۰/۵۶^{a}	۶/۶۶±۰/۸/^{d}
۰/۵	۱	۲۹/۶±۰/۴۲	۸۴/۷±۰/۳^{de}	۱/۲۳±۰/۱۴^{ab}	۱/۸۸±۰/۱۶^{cd}	۱۶/۶±۰/۱۶^{cb}
	۱/۵	۳۰/۳±۰/۸	۸۳/۰±۰/۳۹^{e}	۱/۲۳±۰/۲۶^{ab}	۱/۸۰±۰/۰۷^{d}	۱۳/۳±۰/۰۷^{bc}
	۰/۵	۲۹/۳±۱/۱	۸۲/۸±۱/۰^{e}	۱/۰۹±۰/۰۹^{b}	۱/۸۵±۱/۰۹^{cd}	۷/۷±۱/۰۹^{bc}
۱	۱	۳۰/۲±۰/۴	۹۴/۶±۰/۴^{bc}	۰/۹۶±۰/۴۲^{b}	۲/۰۳±۰/۴۲^{b}	۱۵/۵±۰/۴۲^{c}
	۱/۵	۲۹/۵±۰/۸	۸۵/۸±۰/۱^{de}	۱/۱۶±۰/۱۷^{ab}	۱/۹۰±۰/۱۷^{cd}	۱۱/۱±۰/۱۷^{b}
	۰/۵	۲۹/۷±۱/۱	۸۶/۸±۰/۶^{de}	۰/۸۹±۰/۲۸^{b}	۱/۹۱±۰/۴۰^{c}	۱۵/۵±۰/۴۰^{cd}
۱/۵	۱	۳۰/۵±۰/۷	۹۵/۴±۰/۷^{b}	۰/۹۵±۰/۴۵^{b}	۲/۰۳±۰/۳۸^{b}	۱۵/۵±۰/۳۸^{cb}
	۱/۵	۳۰/۲±۰/۶	۷۹/۴±۰/۵^{cd}	۱/۰۶±۰/۴۸^{b}	۱/۹۳±۰/۲۴^{bc}	۱۲/۲±۰/۲۴^{cd}
۰	۰	۳۰/۵±۱/۱	۷۵/۳±۱/۱^{f}	۱/۶۲±۰/۲۸^{a}	۱/۶۱±۰/۱۷^{e}	۲۳/۳±۱/۸^{a}
			آنالیز آماری داده‌ها			
اثر ال کانتیتن		p=۰/۸۷۰	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۵	p=۰/۳۲۸	p=۰/۵۱۲
اثر متیونین		p=۰/۹۸۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۲۱
اثر متقابل		p=۰/۸۹۲	p=۰/۴۲۵	p=۰/۰۵	p=۰/۰۰۱	p=۰/۳۶۲

جدول۳: جدول آنالیز پارامترهای خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده در سطوح مختلف ال کانتین و متیونین

Table 3: blood indices of rainbow trout fed L-methionine and L-carnitine in different doses

ال کارنتین (گرم برکیلوگرم)	متیونین (٪)	گلوکز	کلسترول	تری‌گلیسرید	گلوبولین	آلبومین
	۰/۵	۴۰,۶±۶/۷^{d}	۲۰۴,۳±۱۵/۴^{d}	۱۸۸,۳±۸/۵^{c}	۵,۶±۰/۷^{de}	۱,۳±۰/۱^{d}
۰/۵	۱	۶۴,۳±۵/۳^{d}	۳۲۴,۰±۲۱/۳^{b}	۱۹۲,۰±۱۱/۷^{c}	۶,۸±۱/۳^{b}	۱,6±۰/۲^{bc}
	۱/۵	۸۷,۳±۸/۱^{c}	۳۲۲,۶±۱۸/۶^{b}	۲۵۲,۶±۱۵/۳^{b}	۶,۴±۰/۸^{bcd}	۱,8±۰/۳^{b}
	۰/۵	۹۴,۸±۸/۹^{c}	۱۰۳,۶±۱۰/۸^{e}	۸۶,۶±۹/۱^{f}	۴,۶±۰/۷^{e}	۱,۵±۰/۲^{bcd}
۱	۱	۱۰۷,۰±۱۲/۷^{ab}	۲۴۸,۶±۱۹/۷^{c}	۱۳۲,۶±۱۲/۶^{e}	۶,۷±۰/۶^{bc}	۱,5±۰/۱^{bc}
	۱/۵	۹۸,۰±۷/۷^{bc}	۲۵۰,۳±۲۱/۹^{c}	۱۸۱,۰±۱۵/۸^{c}	۷,۳±۰/۹^{ab}	۱,۴±۰/۱^{cd}
	۰/۵	۹۵,۶±۱۰/۴^{c}	۲۵۲,۶±۱۸/۵^{c}	۱۷۲,۳±۱۱/۷^{d}	۵,۸±۰/۵^{cd}	۱,۴±۰/۳^{cd}
۱/۵	۱	۹۸,۳±۹/۱^{ab}	۳۱۴,۰±۲۶/۳^{b}	۱۹۵,۰±۱۶/۲^{c}	۶,۴±۰/۷^{bcd}	۱,۴±۰/۱^{cd}
	۱,۵	۹۲,۳±۷/۶^{c}	۲۶۳,۶±۱۵/۲^{c}	۱۳۲,۰±۱۴/۴^{e}	۸,۸±۱/۱^{a}	۱,۶±۰/۲^{bc}
۰	۰	۱۱۲,۰±۱۲/۶^{a}	۳۷۴,۳±۲۲/۰^{a}	۲۸۹,۶±۰/۷^{a}	۸,۰±۰/۶^{a}	۴,۳±۰/۵^{a}
			آنالیز آماری داده‌ها			
اثر ال کانتیتن		p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱
اثر متیونین		p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=/۰/۳۸۶
اثر متقابل		p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

اثر افزودن مکمل‌ها بر میزان کلسترول و تری گلیسرید خون نیز مانند گلوکز می‌باشد ($p< 0.05$).

افزودن متیونین و الکانتین موجب کاهش قابل توجه میزان آلبومین و گلوبولین خون قزل‌آلا به مانند سایر پارامترهای خونی می‌شود، ولی میزان این پارامترها با افزایش سطح متیونین افزایش می‌یابد ($p< 0.05$). وجود دو ماده افزودنی متیونین و ال‌کارنتین در جیره موجب بالارفتن معنی میزان پروتئین لاشه در مقایسه با غذای کنترل شده است (جدول ۴: $p< 0.05$). ولی افزایش تدریجی سطح متیونین و ال‌کارنتین جیره تا حدی موجب کاهش میزان پروتئن لاشه شده است ($p< 0.05$).

بر خلاف میزان پروتئین، افزودن هر دو ماده متیونین و ال‌کارنتین موجب کاهش میزان چربی لاشه در مقایسه با غذای کنترل شده می‌شود. ولی افزایش تدریجی ال‌کارنتین و متیونین در جیره‌ها، سبب افزایش جزئی میزان چربی لاشه شده است ($p< 0.05$).

جدول۴: ترکیب لاشه (براساس ماده‌تر) ماهی قزل آلای رنگین‌کمان تغذیه شده در سطوح مختلف ال کانتین و متیونین

Table 4: carcass composition (per wet weight) of rainbow trout fed L-methionine and L-carnitine in different doses.

ال کارنتین (گرم برکیلوگرم)	متیونین (٪)	رطوبت (٪)	پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)
	۰/۵	۷۰/۴۳±۱/۰۹^{ef}	۱۷/۴۲±۱/۰۳^{a}	۶/۵۷±۰/۶۷^{f}	۲/۶۴±۰/۵۶^{d}
۰/۵	۱	۷۱/۸۱±۰/۴۲^{b}	۱۶/۷۵±۰/۳۴^{c}	۷/۳۱±۰/۱۴^{e}	۲/۸۲±۰/۱۶^{cb}
	۱/۵	۷۰/۸۹±۰/۱۷^{fde}	۱۶/۳۱±۰/۳۹^{d}	۷/۳۱±۰/۲۶^{d}	۲/۸۲±۰/۰۷^{cb}
	۰/۵	۷۰/۴۳±۱/۰۹^{cb}	۱۶/۵۲±۱/۰۹^{cd}	۷/۲۳±۱/۰۹^{de}	۲/۸۲±۱/۰۹^{cb}
۱	۱	۷۱/۱۴±۰/۱۴^{cde}	۱۷/۲۱±۰/۴۲^{ab}	۶/۹۳±۰/۴۲^{ef}	۲/۷۹±۰/۴۲^{c}
	۱/۵	۷۱/۶۵±۰/۱۷^{b}	۱۵/۷۷±۰/۱۷^{e}	۷/۸۹±۰/۱۷^{b}	۲/۹۲±۰/۱۷^{b}
	۰/۵	۷۱/۰۸±۱/۱۰^{cde}	۱۶/۴۸±۰/۶۴^{cd}	۷/۴۰±۰/۲۸^{cd}	۲/۷۴±۰/۴۰^{cd}
۱/۵	۱	۷۰/۶۷±۰/۷۱^{f}	۱۷/۰۷±۰/۷۷^{b}	۷/۳۱±۰/۴۵^{f}	۲/۸۲±۰/۳۸^{cb}
	۱/۵	۷۱/۱۹±۰/۶۴^{cd}	۱۵/۹۹±۰/۵۲^{e}	۷/۷۱±۰/۴۸^{bc}	۲/۷۲±۰/۲۴^{cd}
۰	۰	۷۳/۰۳±۰/۸۴^{a}	۱۵/۲۸±۰/۶۱^{f}	۸/۶۴±۰/۴۴^{a}	۳/۱۱±۰/۵۶^{a}
		آنالیز آماری داده‌ها			
اثر ال کانتیتن		p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱
اثر متیونین		p=۰/۰۱۸	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱	p=۰/۰۰۱
اثر متقابل		p=۰/۰۰۱	p=۰/۵۴۱	p=۰/۴۸۰	p=۰/۵۶۰

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزودن اسید آمینه متیونین در جیره ماهیان قزل آلا موجب بهبود پارامترهای رشد در این ماهی مانند وزن نهایی، ضریب تبدیل غذایی و سرعت رشد ویژه شده، ولی افزودن ال‌کارنتین فقط موجب تغییر در وزن نهایی شده است، ولی سایر پارامترهای رشد در ماهی قزل آلا تحت تاثیر قرار نگرفت.

بهبود پارامتر های رشد با اضافه نمودن ال‌کارنتین در گونه‌های زیادی مشاهده شده است. از جمله این آزمایش‌ها می‌توان به Haji-abadi و همکاران (۲۰۱۰) و احمدیان و همکاران (۱۳۹۴) در ماهی قزل‌آلا، Mohseni و Ozorio

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

(۲۰۱۴) در فیل ماهی، Twibell و Brown (۲۰۰۰) در ماهی دو رگه باس راه راه و Focken و همکاران (۱۹۹۷) در ماهی کپور معمولی، جرجانی (۱۳۸۱) در ماهی قره برون و Ma و همکاران (۲۰۰۸) در ماهی سیم دریایی اشاره نمود. همه این محققین اشاره نمودند که افزودن ال‌کارنتین تا دوز معینی بهبود رشد را بدنبال دارد. اثرات مثبت الکارنتین بر رشد عمدتا به بهبود کارآیی انرژی از طریق افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب در میتوکندری مربوط می‌باشد (Harpaz, 2005).

وجود اسید آمینه‌های ضروری بخصوص متیونین و لیزین نیز می‌تواند بر پارامترهای رشد در ماهی قزل‌آلا موثر و موجب بهبود آنها شود. در اغلب آزمایش‌ها عوامل رشد تا یک دوز اسید امینه بهبود می‌یابد و پس از آن افزایش رشد مشاهده نمی‌شود (Walton *et al.*, 1984). نتایج این تحقیق نشان داد که میزان اسید آمینه متیونین غذا برای رشد بهینه ماهی قزل آلا کافی نمی‌باشد و ماهی به میزان بیشتری از این اسید آمینه نیاز دارد که باید به صورت مکمل به غذا اضافه شود. بعلاوه، نیاز متیونین قزل آلا می‌تواند وابسته به میزان ال‌کارنتین جیره باشد . این بدین معنی است که در سطح پایین ال‌کارنتین (۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) وجود میزان کمتری از متیونین (۰/۵٪) در جیره غذایی بالاترین رشد را بدنبال دارد، ولی با افزایش ال‌کارنتین نیاز ماهی به متیونین افزایش می‌یابد و به ۱٪ می‌رسد.

پارامترهای رشد در این تحقیق در سطوح پایین‌تر ال‌کارنتین و متیونین بهبود نسبتاً بیشتری نشان می‌دهند. این نتیجه ممکن است به این دلیل باشد که چون میزان چربی جیره ثابت است و تفاوتی در خوراک مصرفی تیمارها وجود ندارد. میزان چربی دریافتی تقریباً یکسان، ولی میزان ال‌کارنتین و متیونین متفاوت بود. بنابراین، ممکن است نتیجه گرفت که در این سطح چربی، میزان ال‌کارنتین و متیونین مورد نیازی که رشد بهینه ماهی قزل‌آلا را تضمین کند ۰/۵گرم در کیلوگرم و ۰/۵٪ می‌باشد. مشابه چنین نتایجی توسط حاجی آبادی و همکاران (۱۳۸۸) بر ماهی قزل‌آلا بدست آمد.

بعلاوه، وجود اثر متقابل بین الکارنتین و متیونین بر پارامترهای رشد، نشان‌دهنده این است اثر مثبت متیونین در کارآیی ال کانتین وابسته به دوز می‌باشد. در دوزهای پایین ال‌کارنتین (۰/۵گرم در کیلوگرم) و متیونین (۰/۵٪) اثر بیشتری بر کارایی پارمترهای رشد دارد، در حالیکه در دوزهای بالاتر ال کانتین (۱و ۱/۵گرم درکیلوگرم) و متیونین (۱٪) منجر به بهبود بیشتر پارامترهای رشد شده است. نتایج نسبتاً مشابهی در تحقیقات اوانی و همکاران (۱۳۹۲) که سطوح متفاوت لیزین و ال‌کارنتین را بر پارامترهای رشد ماهی قزل آلا بررسی نمودند، حاصل شده است.

بر اساس نتایج حاصله از این آزمایش، وجود دو ماده افزودنی متیونین و ال‌کارنتین در جیره موجب بالارفتن معنی‌دار میزان پروتئین لاشه در مقایسه با غذای کنترل شده است. ولی بر خلاف میزان پروتئین افزودن هر دو ماده متیونین و ال‌کارنتین موجب کاهش میزان چربی و رطوبت لاشه در مقایسه با غذای کنترل شده است. مشابه چنین نتایجی در آزمایش Haji-abadi و همکاران (۲۰۱۰) مشاهده شده که افزودن ال کانتین به جیره موجب افزایش پروتئین لاشه و کاهش چربی آن شده است. این وضعیت ممکن است به دلیل افزایش اکسیداسیون اسید چرب و به دنبال آن افزایش کارآیی پروتئین در ماهی باشد (Ji *et al.*, 1996). بعلاوه، تحقیقات Ozorio (۲۰۰۱) نشان داد که اضافه نمودن ۱گرم بر کیلو گرم ال کانتین در جیره گربه ماهی آفریقایی موجب افزایش تجمع اسیدهای آمینه در لاشه شده که چنین وضعیتی با افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب و کاهش سوختن اسیدهای امینه در لاشه همراه بوده است. چنین فرآیندی نشان دهنده اثر ممانعتی ال‌کارنتین بر کاتابولیسم پروتئین از طریق افزایش هدایت اسیدهای چرب به سمت سیکل کربس می باشد و در نتیجه صرفه‌جویی در مصرف پروتئین می‌باشد (حاجی آبادی و همکاران ۱۳۸۸). مشابه چنین نتایجی در ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Ji *et al.*,1996)، گربه ماهی کانالی (Burtle and Liu,1994) و سیم دریایی سیاه Ma *et al.*, 2008) بدست آمده است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

نتایج نشان دهنده این است که به طور کلی، افزودن هردو ماده افزودنی متیونین و ال‌کارنتین موجب کاهش میزان گلوکز و کلسترول خون در مقایسه با غذای کنترل شده است. چنین پدیده‌ای می‌تواند نشان‌دهنده افزایش مصرف این مواد در سلول‌های ماهی به عنوان یک ماده انرژی‌زا باشد (Harpaz, 2005). نتایج مشابهی در تحقیقات اوانی و همکاران (۱۳۹۲) که سطوح متفاوت لیزین و الکارنتین بر پارامترهای خونی ماهی قزل آلا رابررسی نمودند، حاصل شده است. وجود چنین شرایطی به سوخت بیشتر گلوکز و کاهش ساخت گلوکز در بدن در اثر تحریک ال‌کارنتین مرتبط است (Reid *et al*., 1992). از سوی دیگر، ال‌کارنتین می‌تواند موجب افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب نیز شود (Ozorio, 2001).

نتیجه‌گیری

به طور کلی، در بررسی اثر مجزا و ترکیبی ال‌کارنتین و متیونین در جیره غذایی ماهی قزل‌آلا مشخص گردید که افزودن هر دو ماده مکمل موجب بهبود پارامترهای رشد در این ماهی شده، ولی بالاترین کارایی رشد در سطوح پایین هر دو ماده افزودنی حاصل شده است. ترکیب این دو ماده در سطوح پایین ال‌کارنتین افزایش رشد و در سطوح بالا کاهش عملکرد رشد را بدنبال دشته است. با توجه به نتایج حاصله بنظر می‌رسد، استفاده از سطوح پایین مکمل ال‌کارنتین (۰/۵گرم در کیلوگرم) و متیونین (۰/۵٪) برای بهبود رشد و ترکیب لاشه مفید می باشد.

منابع

احمدیان، ع.، جلالی، م.ع.، پوررضا، ج.، ۱۳۹۴. اثر منبع روغن و مکمل های غذایی ال‌کارنتین و راکتو پامین بر عملکرد رشد و برخی فراسنجه های بیوشیمیایی خون ماهی قزل آلای رنگین کمان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۴، ۱۰۹-۱۲۱.

اوانی، ع.، توکل، س.، فغانی لنگرودی، ح. و نوروزی م.، ۱۳۹۲. اثرات متقابل لایزین و ال‌کارنتین بر فاکتورهای رشد و برخی از پارامترهای کیفی خون در ماهی قزل آلای رنگین کمان ، مجله شیلات واحد آزاد شهر۱، ۸۱-۸۸.

پیک موسوی، م.، بهمنی، م .، سواری، ا.، محسنی، م. و حقی، ن.، ۱۳۸۹. بررسی سطوح مختلف اسید آمینه متیونین بر فاکتورهای رشد و ترکیبات بدن بچه فیل ماهی جوان، نشریه دامپزشکی، ۸۹، ۱۲-۱۹. .

توکلی، ه. و اخلاقی، م.، ۱۳۸۸. بررسی میزان تغییرات لیزوزیم، ایمنوگولبولین، گولبول‌ها و هماتوکریت خون در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به‌دنبال عفونت تجربی با آئروموناس هیدروفیلای بیماری‌زا. مجله تحقیقات دامپزشکی، ۶۴، ۱۵۷-۱۶۲.

جرجانی، م.، ۱۳۸۱. بررسی اثر ال کارنیتین بر روی رشد بچه ماهی قره برون. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم وفنون دریایی، دانشگاه آزاداسلامی.

حاجی آبادی، س.م.، صادقی، ع. ا.، صوفیانی، ن.م.، چمنی، م. و ریاضی، غ.، ۱۳۸۸. اثر مکمل ال‌کارنتین بر فراسنجه‌های خونی و رشد ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان. علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۷، ۱۰۵-۱۱۵.

محسنی، م.، پورکاظمی، م.، سید حسینی، م.ح.، پورعلی، ح.ر.، ۱۳۹۵. اثر مکمل متیونین و لایزین بر روند رشد، کارآیی غذا، قابلیت هضم و ترکیب بدن فیل ماهی پرورشی تغذیه شده با جیره محتوی پروتئین سویا. مجله علمی شیلات ایران، ۲۵، ۱۱۹-۱۳۴.

AOAC., 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington. 49 p.

Burtle, G.J. and Liu, Q., 1994. Dietary Carnitine and lysine affect channel catfish lipid and protein composition. Jounal of World Aquaculture Society, 25: 169-174. Doi: 10.1111/j.1749-7345.1994.tb00178.x

Espe, M., Hevroy, E.M ., Liaset, B., Lemme, A. and El-Mowafi, A., 2008. Methionine intake affect hepatic sulphur

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

metabolism in Atlantic salmon, *Salmo salar*, Aquaculture, 274: 132–141. Doi:10.1016/j.aquaculture.2007.10.051.

Focken, U., Becker, K. and Lawrence, P., 1997. A note on the effects ofl -carnitine on the energy metabolism of individually reared carp, Cyprinus carpio L.. Aquacaculture Nutrition, 3: 261– 264. Doi: 10.1046/j.1365-2095.1997.00044.x.

Harpaz, S., 2005. L-Carnitine and its attributed functions in fish culture and nutrition, A review, Aquaculture, 249: 3–21. Doi:10.1016/j.aquaculture.2005.04.007.

Haji-Abadi, S.M.A., Mahboobi Soofiani, N., Sadeghi, A.A.,Chamani, M. and 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. Doi: 10.1111/j.1365-2109.2009.02462.x.

Ji, H., Bradley, T.M. and Tremblay, G.C., 1996. Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed l-carnitine exhibit altered intermediary metabolism and reduced tissue lipid, but no change in growth rate. Journal of Nutrition, 126: 1937– 1950. Doi: 10.1111/j.1365-2095.2007.00551.x.

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 L-carnitine on growth performance, body composition and antioxidant status in juvenile black sea bream, *Sparus macrocephalus*. Aquaculture Nutrition,14: 464-471. Doi: 10.1111/j.1365-2095.2007.00551.x.

Mohseni, M. and 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. Doi: 10.1111/anu.12100.

Ozorio, R.O.A., Van Eekeren, T.H.B., Huisman, E.A. and 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. Doi: 10.1046/j.1355-557x.2001.00031.x.

Reid, S.D., Moon, T.W. and Perry, S.F., 1992. Rainbow trout hepatocyte b-adrenoceptors, catecholamine responsiveness, and effects of cortisol. American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology, 262: 794-799.Doi: 0363-6119/1522-1490.

Twibell, R.G. and 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. Doi:10.1016/S0044-8486(99)00387-7.

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. Doi:10.1079/BJN19840077.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

Wolf, G. and Berger, C.R.A., 1961. Studies-on the biosynthesis and turnover of carnitine; Archive of Biochemistry and Biophysics, 92: 360 -365. Doi: 10.1016/0003- 9861(61) 90362-9.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526] [DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9] [Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]

The interaction effect between methionine and L-carnitine on growth parameters, carcass composition and blood indices in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*

Keramat A.[1]*; Abolfazli A.[2]

*amirkola@yahoo.com

1. Department of fisheries, Faculty of animal sciences and fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Khazar higher education Institute, Mahmodabad, Mazandaran, Iran

Abstract

The main goal of the current study is to investigate the effects of L-carnitine supplement mixed with methionine on fat metabolism efficacy and consequently growth performance improvement in rainbow trout. In order to study the interaction effects between methionine and L-carnitine, three levels of methionine (0.5, 1 and 1.5%) and three levels of L-carnitine (0.5, 1 and 1.5 g/kg) were added to a an experimental diet. This led to nine experimental diets. The results showed that growth parameters such as final weight, feed conversion rate and specific growth rate were influenced by addition methionine ($p<0.05$). However, L-carnitine supplementation did not change growth parameters in rainbow trout, except final weight ($p>0.05$). The result also revealed that in general fish fed diets containing methionine and L-carnitine showed a better growth performance in comparison to control diet (without methionine and L-carnitine). Inclusion of both methionine and L-carnitine reduced blood glucose concentration compared with control diet ($P< 0.05$). Carcass protein level increase by addition of both methionine and L-carnitine compared to control diet ($p< 0.05$). Dislike to protein, administration of both methionine and L-carnitine reduced fat content of carcass compared to control diet ($p< 0.05$). In conclusion, administration of L-carnitine along with methionine at low level had a larger positive impact on growth and musscle composition in rainbow trout.

Keywords: rainbow trout, Methionine, L-carnitine, fat

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.3.8.9]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526]