

کاربرد ال - کارنیتین در جیره غذایی ماهیان خاویاری

محمود محسنی^{۱*}، میرحامد سید حسنی^۱، سمیه حسن پور^۲

۱. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

۲. شرکت خاویار گوهر کاسپین، سنگر- رشت، گیلان، ایران

چکیده

یکی از چالش‌های پیش‌رو در پرورش ماهیان خاویاری طولانی بودن دوره رشد و هزینه غذا است. ماهیان خاویاری در دوره رشد به ۴۰ تا ۴۵ درصد پروتئین نیاز دارند که ۵۰ تا ۶۰ درصد آن از طریق پودر ماهی تامین می‌شود. دو راه جهت کاهش هزینه غذا وجود دارد. راه اول آن است که با افزودن موادی نظیر چربی و کربوهیدرات به عنوان منابع تولیدکننده انرژی در سطوح مشخص، کارایی پروتئین را در جهت افزایش رشد ماهیان بهبود بخشید و راه دوم آن است که منابع پروتئین گیاهی که ارزان قیمت هستند جایگزین پودر ماهی شوند. اما افزودن چربی در جیره غذایی و استفاده از منابع پروتئین گیاهی موجب رسوب چربی در بدن، کاهش کیفیت لاشه و کبد چرب می‌شوند و ماهی نمی‌تواند از منابع فوق به عنوان منبع انرژی استفاده کند. ال - کارنیتین یکی از مکمل‌هایی است که در چند سال اخیر در صنعت پرورش آبزیان در جهت ارتقاء کیفی غذا به منظور افزایش رشد مورد توجه قرار گرفته است. این مکمل باتاثیر بر متابولیسم لیپید به عنوان یک ناقل فعال، باعث افزایش اکسیداسیون چربی و صرفه‌جویی در مصرف پروتئین شده و در نهایت باعث تولید گوشت با میزان چربی کم و باکیفیت بالا گشته و رشد را بهبود می‌بخشد. تحقیقات محققین انستیتو تحقیقات ماهیان خاویاری نشان داده است که افزودن ۳۵۰ تا ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده ال - کارنیتین به جیره غذایی ماهیان خاویاری در مرحله پروار بندی موجب افزایش رشد، بهبود کیفیت لاشه و صرفه‌جویی در مصرف پروتئین به میزان ۵ درصد شده و هزینه غذا را به میزان ۱۰ درصد کاهش داده است.

کلمات کلیدی: ماهیان خاویاری، ال - کارنیتین، پروتئین، رشد، ترکیب لاشه

^۱ نویسنده مسئول mahmoudmohseni73@gmail.com

مقدمه

افق برنامه سازمان شیلات تا سال ۱۴۰۴ تولید ۱۰۰۰۰۰ تن گوشت و ۱۰۰ تن خاویار می‌باشد. در این راستا باید به طور متوسط میزان ۲۱۱۸۱ تن غذا به ارزش حدودی ۵۶۱۸ میلیارد ریال تولید شود. دو اقدام ضروری جهت توسعه پایدار این صنعت لازم است. نخست باید هزینه‌های تولید بخصوص هزینه غذا که ۵۰ تا ۶۰ درصد هزینه تولید را تشکیل می‌دهد را کاهش داد و در مرحله بعد تلاش بر تولید محصولات با کیفیت و متنوع با ارزش افزوده بالاتر متمرکز گردد. جهت کاهش هزینه‌های غذا دو راه پیش روی پرورش دهندگان است. راه اول حرکت به سمت کاهش پروتئین غذایی و سهم پودر ماهی در جیره غذایی است. در این راستا یکی از راه‌های کاهش پروتئین در جیره غذایی و استفاده بهینه از آن، افزایش چربی و کربوهیدرات جهت تامین نیازهای انرژی ماهی است که بدین وسیله ماهی می‌تواند از پروتئین و انرژی جهت تامین انرژی خود بهره‌گیرد و از اسیدآمینه‌های پروتئین جهت رشد و اندام‌زایی استفاده نماید. اما اگر میزان چربی در جیره کم باشد پروتئین به عنوان تأمین‌کننده انرژی مصرف خواهد شد ولی در صورت تأمین انرژی از طریق پروتئین، ماهی ابتدا باید طی فرایندهای پیچیده‌ای باید از پروتئین آمین‌زدایی و سپس از اسکلت کربنی پروتئین استفاده کند که این امر متضمن صرف انرژی زیاد و کاهش کارایی پروتئین جهت رشد و اندام‌زایی است. به همین علت در دهه‌های اخیر استفاده از عمل (protein sparing) یعنی جایگزینی مواد انرژی‌زای غیرپروتئینی مانند چربی در جیره غذایی قزل‌آلا و ماهیان خاویاری و کربوهیدرات در جیره غذایی کپور ماهیان و ماهیان خاویاری به جای پروتئین در جیره مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از این مواد موجب می‌شود تا سهم بیشتری از انرژی مورد نیاز ماهی توسط منابع غیرپروتئینی تامین

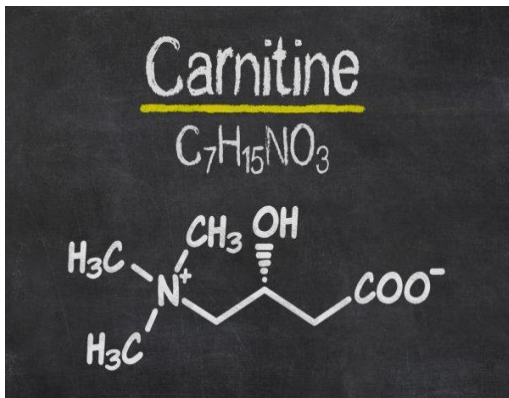
شود و پروتئین به مقدار بیشتری صرف اندام‌زایی و رشد گردد. در نتیجه بازده غذایی بالا رفته، رشد و نمو سریع و هزینه‌های پرورش ماهی کاهش می‌یابد. ولی افزایش چربی در جیره غذایی موجب کاهش قابلیت هضم جیره شده، انرژی کمتری در اختیار ماهی قرار می‌گیرد و موجب رسوب چربی در اندام می‌شود (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴). از طرفی افزایش پروتئین‌های گیاهی بجای پودر ماهی نیز موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های چربی‌ساز در کبد شده که خود را به صورت رسوب چربی در کبد و بافت نشان داده و در دراز مدت موجب کاهش رشد و لاغری و تولید ماهیان پرچرب و بی‌کیفیت خواهد شد (سیدحسینی و همکاران، ۱۴۰۰). از این رو استفاده از ریزمغذی‌هایی نظیر ال-کارنتین که بتوانند سرعت اکسیداسیون و سوخت و ساز چربی را در ماهی افزایش دهد مورد توجه قرار گرفته است. ال-کارنتین یک ماده شبه ویتامین با فرمول شیمیایی $C_7H_{16}NO_3$ می‌باشد که به طور طبیعی در بدن جانوران، از اسیدهای آمینه لیزین و متیونین به کمک ویتامین C غالباً در بافت کبد و کلیه سنتز می‌شود (Harpaz, 2005). این مکمل با تاثیر بر متابولیسم لیپید به عنوان یک ناقل فعال، باعث افزایش اکسیداسیون چربی‌ها و صرفه‌جویی در مصرف پروتئین شده و در نهایت باعث تولید گوشت با میزان چربی کم و کیفیت بالا گشته و رشد را بهبود می‌بخشد. مطالعات زیادی بر روی گونه‌های مختلف ماهی و میگو از جمله باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*)، سیم سرخ دریایی (*Pagros major*)، میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و فیلماهی (*Huso huso*) تاثیر مثبت مکمل غذایی ال-کارنتین را بر روند رشد و ضریب تبدیل غذایی این گونه‌ها را اثبات رسانده است. این مقاله سعی دارد تا اطلاعاتی را در مورد این ماده



موثر و ارزشمند و دستورالعمل استفاده از آن در جیره غذایی ماهیان خاویاری در مرحله پرور بندگی را ارائه دهد.

ال- کارنیتین

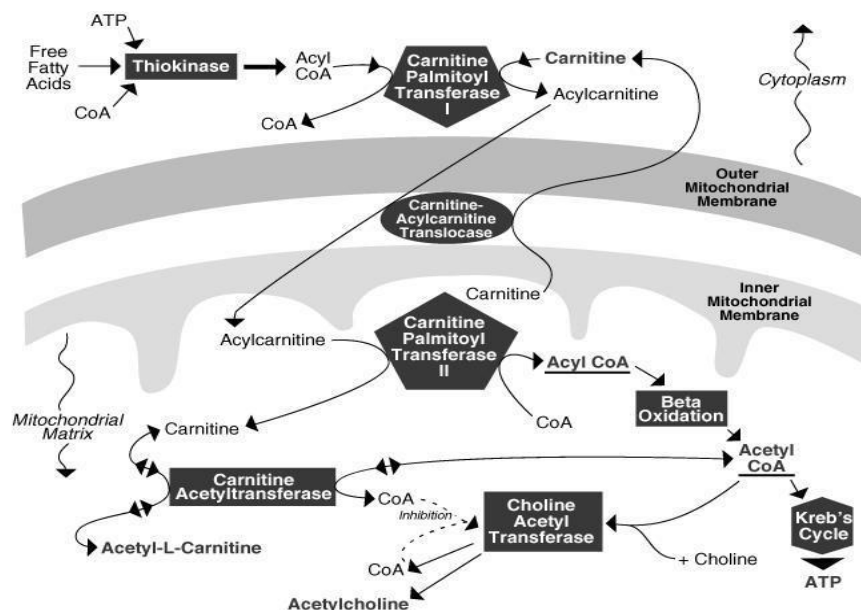
نام کارنیتین از واژه کارنيس به معنی گوشت گرفته شده است، این ماده محلول در آب برای اولین بار در سال ۱۹۰۵ از عصاره گوشت جدا و تحت عنوان ویتامین B_T و یا B₁₁ شناخته شده بود. فرمول شیمیایی آن C₇H₁₅NO₃، وزن مولکولی ۱۶۱/۲ مول بر گرم است و از نظر ساختار شیمیایی دارای دو ایزومر L و D می باشد که در تغذیه انسان و حیوان و ماهی از فرم L استفاده می شود و فرم D از لحاظ بیولوژیک غیرفعال است.



ال-کارنیتین نقش های متابولیکی مهمی در انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیره به داخل میتوکندری برای ورود به مسیر بتا اکسیداسیون و تولید انرژی دارد. ال- کارنیتین با حمل اسیدهای چرب بلند زنجیره به داخل میتوکندری باعث افزایش اکسیداسیون این اسیدهای چرب شده و موجب افزایش غلظت استیل کوانزیم A در میتوکندری می شود.

استیل کوانزیم A باعث فعال شدن آنزیم پیرووات کربوکسیلاز می گردد و این آنزیم موجب تبدیل پیرووات به آگزالوآستات می شود. در مرحله بعد استیل کوانزیم A و آگزالوآستات تولید سیترات می کنند و موجب فعال شدن این چرخه شده که منجر به افزایش سنتز اسیدآمینه از پروتئین و تولید انرژی از اسیدهای چرب شده که در نهایت منجر به استفاده بهینه و کارآمد از

منابع چربی جهت تولید انرژی و پروتئین جهت اندامزایی و رشد می گردد.



بطور کلی اثرات ال-کارنیتین در آبزیان می توان به موارد

زیر اشاره داشت:

۱- به عنوان یک افزاینده رشد عمل می کند، مخصوصاً در استفاده از مقادیر بالای چربی در جیره کمک می کند و باعث صرفه جویی در مصرف پروتئین می شود.

۲- از ماهی در مقابل مقادیر سمی آمونیاک ناشی از تراکم زیاد ماهیان در استخر حفاظت می کند.

۳- مقابله با شرایط استرس زای محیطی مانند تغییرات زیاد و ناگهانی دمای آب را در ماهی تسهیل می نماید.

۴- اسپرماتوژنز را از طریق افزایش تعداد اسپرم ها، بلوغ و حرکت آن ها بهبود می بخشد.

۵- به کارگیری چربی رادرجیره آبزیان بهبود می بخشد.

۶- موجب بهبود شاخص های رشد در آبزیان می گردد.

(Harpaz, 2005).

ال-کارنیتین در سه فرم مختلف به بازار عرضه می شود:

استیل-ال-کارنیتین: این نوع ال-کارنیتین بیشترین تاثیر مثبت را بر بهبود سلامت و عملکرد مغز در انسان دارد و میزان مصرف از ۲۵۰۰-۶۰۰ میلی گرم در روز متغیر است.

دی-ال-کارنیتین-ال-تارترات: این نوع ال-کارنیتین بیشترین تاثیر مثبت را در بهبود عملکرد تمرینات ورزشی دارد. میزان مصرف از ۴۰۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم در روز در ورزشکاران متغیر است.

پروپیونیل-ال-کارنیتین: این نوع ال-کارنیتین بیشترین تاثیر مثبت را در بهبود جریان خون در افراد مبتلا به فشار خود بالا و مشکلات جسمی ناشی از آن دارد. میزان مصرف از ۴۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم در روز متغیر است.

- در ماهیان بیشتر از دی-ال کارنیتین به شکل پودر استفاده می شود، این شکل از ال-کارنیتین فرم تجاری دی-ال-کارنیتین-ال-تارترات می باشد و پرورش دهنده می تواند آن را به قیمت مناسب خریداری نماید.

دستور العمل ترویجی

ویژگی های فیزیکی

- با توجه به تحقیقات انجام شده جهت تغذیه طیور و آبزیان پرمیکس ال-کارنیتین ۵ درصد پیشنهاد می گردد (Harpaz, 2005)

- هر کیلوگرم از این پریمیکس حاوی ۵۰ گرم ال کارنیتین می‌باشد.
- انواع ال- کارنیتین پودری رنگی سفید مایل به زرد دارد و نباید بشکل گرانول و گلوله‌ای باشد.
- ال- کارنیتین پودری باید دارای بو و مزه طبیعی مخصوص بخود بوده و عاری از هر گونه بوی و مزه غیر طبیعی بخصوص تندشدگی ناشی از اکسیداسیون باشد. بنا به تجربیات شخصی مزه آن شیرین است
- ال-کارنیتین به‌شکل قرصهای جوشان و یا مایع نیز یافت می‌شود، اما به دلیل آن که حلالیت زیادی در آب دارد، ممکن است طی فرایند غذاسازی بخش عمده آن از بین رود، استفاده از چنین منابعی توصیه نمی‌شود.
- در جای خشک و خنک و دور از نور نگهداری شود.
- بسته‌بندی و نشانه گذاری**
- ال- کارنیتین باید در کیسه‌های پلاستیکی و آلومینیومی و فاقد نفوذ بسته بندی شود.
- روی هر بسته مشخصات زیر باید به زبان فارسی و در صورت صدور به زبان انگلیسی و یا به زبان کشور خریدار نوشته و یا برچسب شود:
- (۱) نام و نوع ال کارنیتین مصرفی و میزان خلوص
 - (۲) نوع (برحسب شکل ظاهری، پودر، مایع و یا قرص)
 - (۳) وزن خالص
 - (۴) نام و آدرس تولیدکننده
 - (۵) شماره پروانه ساخت
 - (۶) دستورالعمل نگهداری و روش استفاده
 - (۷) تاریخ تولید
 - (۸) درصد مواد متشکله
- فرمولاسیون جیره و ساخت جیره غذایی
- فیلماهی در دوران رشد (۲۰ تا ۲۵۰ گرم) به جیره حاوی پروتئین خام به میزان ۴۱۰ گرم در کیلوگرم، چربی خام به میزان ۱۲۰ گرم در کیلوگرم، انرژی خالص به
- میزان ۲۰ میکروژول در کیلوگرم نیاز دارد (محسنی و همکاران، ۱۳۹۶).
- با استعمال ال-کارنیتین در جیره فوق می‌توان پروتئین را به ۳۶۰ گرم در کیلوگرم و چربی را به ۱۴۰ گرم در کیلوگرم بدون تاثیر منفی بر شاخصهای رشد افزایش داد. نمونه ای از جیره غذایی در جدول ۱ نمایش داده شده است.
- با توجه به تحقیقات محققین انستیتو تحقیقات ماهیان خاویاری در خصوص تاثیر ال-کارنیتین بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه فیلماهی در دوران مختلف رشد توصیه می‌شود که میزان ال-کارنیتین اضافه‌شده به جیره بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره باشد و از مقادیر فوق تجاوز نکند.
- جهت اضافه کردن ال- کارنیتین به جیره در شرایط کارگاهی (شرایط ساخت جیره در مزرعه) موارد زیر توصیه می‌شود
- مواد خشک قبل از ترکیب با مواد مرطوب با استفاده از آسیاب به سایز کمتر از ۸۰۰ میکرون تبدیل شوند
- مواد ریز مغذی از قبیل ویتامین‌ها، مواد معدنی و ال-کارنیتین با پودر گندم به مدت ۱۵ دقیقه با استفاده از دستگاه همزن برقی و یا مکانیکی کاملاً با یکدیگر مخلوط شوند.
- محصول حاصل با استفاده از دستگاه پلت‌زن (یا دستگاه چرخ گوشت صنعتی) به قطر ۴ تا ۸ میلی‌متر (بسته به اندازه دهانی ماهیان مزرعه) تولید شود.
- پلت‌ها با استفاده از دستگاه خشک کن طبقاتی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد بمدت ۴۸ ساعت تا رطوبت تقریبی ۱۰ درصد، خشک شوند.
- بعد از قرار گرفتن به مدت بیست دقیقه در داخل دستگاه خنک‌کننده، از الک (جهت جداسازی پلت‌های شکسته و نامناسب) عبور داده شوند. در نهایت جیره‌ها شماره‌گذاری

و در محفظه‌های عاری از هوا بسته‌بندی و تا زمان مصرف در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردند.

یک ساعت قبل از مصرف و توزیع غذا، جیره‌ها از فریزر خارج و پس از متعادل شدن با دمای اتاق، با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین و در اختیار ماهی قرار گیرند.

در راستای تحقیقات انجام شده در خصوص تاثیر ال کارنتین بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه و تاثیر بر عملکرد صرفه‌جویی در مصرف پروتئین، محسنی و همکاران (۱۳۹۶) فیلماهی ۱۵۰ گرمی را به مدت ۱۲ هفته تا رسیدن به وزن ۴۵۰ گرم با جیره‌های ذیل تغذیه کردند. در جیره اول ۴۰ درصد پروتئین و ۱۲ درصد چربی بدون مکمل ال-کارنتین به کار رفت، در تیمار دوم ۴۰ درصد پروتئین همراه با ۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ال کارنتین و در تیمار سوم میزان پروتئین به ۳۵ درصد کاهش و به جیره ۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ال کارنتین افزوده شد. نتایج نشان داد که در پایان دوره پرورش، وزن نهایی، درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با تیمار محتوی ۳۵۰ میلی‌گرم ال-کارنتین در کیلوگرم جیره غذایی به میزان قابل توجهی بالاتر از ماهیان تغذیه شده با جیره فاقد ال کارنتین بود. ترکیب لاشه متاثر از وجود یا عدم وجود ال کارنتین در جیره بود. در جیره دوم میزان پروتئین و چربی لاشه به طور معنی‌داری بیشتر از ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بود. پروتئین لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره سوم تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت، ولی چربی کل لاشه بطور معنی‌داری کمتر از ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد گزارش شد (جدول ۲ و ۳).

این تحقیق بوضوح نشان داد که سطح ال-کارنتین در جیره به میزان ۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌تواند باعث بهبود عملکرد رشد، مصرف غذا، صرفه‌جویی در مصرف پروتئین به واسطه منابع چربی، کیفیت بافت ماهیچه و لاشه در فیل ماهی جوان پرورشی شود.

جدول ۱: نمونه‌ای از جیره‌های غذایی حاوی ال- کارنتین جهت پروار بندی فیله‌ماهی

ترکیبات غذایی (%)	شاهد	L0 (جیره حاوی ۴۱)	L 0.035 (جیره حاوی ۳۶)
پودر ماهی	۴۶	۴۶	۳۸
پودر شیر خشک	۵	۵	۵
پودر گوشت	۱۰	۱۰	۱۰
آرد سویا	۱۲	۱۲	۱۴
آرد گندم	۱۲	۱۲	۱۴
روغن ماهی	۴	۴	۶
روغن سویا	۴	۴	۶
مخلوط مواد معدنی ^۱	۱/۵	۱/۵	۱/۵
مخلوط ویتامینه ^۲	۲	۲	۲
لازین	۰/۳	۰/۳	۰/۳
ضد قارچ	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
پرکننده (سلولز)	۲/۹۸	۲/۹۸	۲/۹۸
ال کارنتین	۰	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
رطوبت	۷/۱	۷/۳۵	۸/۳۱
پروتئین	۴۱/۵	۴۱/۵	۳۶/۲۱۵
چربی	۱۲/۹۷	۱۲/۹۷	۱۴/۹۸
خاکستر	۱۶/۴۶	۱۶/۴۶	۱۷/۰۷
آنرژی ناخالص ^۳ (مگاژول / کیلو گرم)	۱۸/۸۷	۱۸/۸۷	۱۹/۲۱

^۱شرکت لابراتورهای داروسازی ارس بازار، هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس معدنی حاوی منگنز (۳۹/۶۸ گرم)، آهن (۲۰ گرم)، روی (۳۳/۸۸ گرم)، کبالت (۴ گرم)، ید (۰/۳۹۷ گرم)، سلنیوم (۰/۰۸ گرم)، کولین کلراید (۱۰۰ گرم) و کریبر (تا ۱ کیلوگرم) می‌باشد.

^۲شرکت لابراتورهای داروسازی ارس بازار، هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس ویتامینه حاوی IU ۳۶۰۰۰۰۰ ویتامین A، IU ۸۰۰۰۰۰۰ ویتامین D_۳، ۱۴/۴ گرم ویتامین E، ۸۰۰ میلی گرم ویتامین K_۲، ۷ گرم ویتامین B_۱، ۲/۶۴ گرم ویتامین B_۲، ۱۱/۸۸ گرم نیاسین، ۳/۹۲ گرم کلسیم پنتتونات، ۱/۱۷۶ گرم ویتامین B_۶، ۰/۴ گرم ویتامین B_۹، ۴۰ میلی گرم بیوتین، ۱۰۰۰۰۰ میلی گرم کولین کلراید

جدول ۲: عملکرد رشد فیله‌های (*Huso huso*) تغذیه شده با مخلوطی از جیره فاقد ال کارنتین و دارای ال کارنتین در سطوح مختلف پروتئین

شاخص‌ها/ جیره	شاهد (جیره حاوی ۴۱ درصد پروتئین حاوی ۳۵۰ میلی L0 (جیره حاوی ۴۱ درصد پروتئین حاوی ۳۵۰ میلی L0.035 (جیره حاوی ۳۶ درصد پروتئین	گرم در کیلو گرم ال- کارنتین)	میلی گرم در کیلو گرم ال- کارنتین)	حاوی ۳۵۰ میلی گرم در کیلو گرم ال- کارنتین)
وزن اولیه (گرم)	۱۵۰/۷±۳/۴۴	۱۶۷/۲۹ ± ۷/۰۴	۱۵۱/۰۸ ± ۲/۴۳	
وزن نهایی (گرم)	۶۵۲/۶± ۳۶/۳۹ ^b	۷۰۳/۸ ± ۱۸/۱ ^a	۷۸۸/۰۰ ± ۲۷/۰۵ ^a	
طول اولیه (سانتی‌متر)	۳۵/۴۷±۰/۴۱	۳۵/۳ ± ۱/۱۶	۳۵/۴ ± ۰/۳۹	
طول نهایی (سانتی‌متر)	۵۰/۱۱ ± ۰/۶۶	۵۴/۵± ۳/۱۶	۵۸/۱۵ ± ۰/۵۴	
ضریب چاقی	۰/۵۱±۰/۰۰۱	۰/۵۲±۰/۰۰۱	۰/۵۴ ± ۰/۰۰۱	
درصد افزایش وزن در طول دوره)	۲۹۸/۶۸ ± ۲۰/۳۱ ^a	۳۴۵/۴ ± ۵۶/۴ ^b	۳۸۶/۰۷ ± ۲۴/۸ ^b	
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۲/۰۰ ± ۰/۰۷۳ ^a	۲/۳۳ ± ۰/۲۴ ^b	۲/۶۵ ± ۰/۰۹ ^b	
رشد روزانه (گرم در روز)	۷/۰۸±۰/۵۳ ^a	۱۲/۸۹ ± ۱/۶۳ ^b	۱۳/۱ ± ۰/۰۹ ^b	
ضریب تبدیل غذا	۱/۶۳± ۰/۰۲۳ ^a	۱/۱± ۰/ ۲۱ ^b	۱/۰۱ ± ۰/۴۲ ^b	
نسبت بازده پروتئین	۱/۷۵±۰/۲۳ ^b	۱/۸۱± ۰/۲۳ ^b	۱/۹۳ ± ۰ /۰۲۹ ^{ab}	

جدول ۳: ترکیب لاشه فیلماهی (*Huso huso*) تغذیه شده با مخلوطی از جیره فاقد ال کارنتین، و دارای ال کارنتین در سطوح مختلف پروتئین

شاخص‌ها/ جیره	شاهد (جیره حاوی ۴۱ درصد پروتئین حاوی ۳۵۰ میلی گرم در کیلو گرم L0 (جیره حاوی ۴۱ درصد پروتئین حاوی ۳۵۰ میلی گرم در کیلو گرم ال- کارنتین)	L0.035 (جیره حاوی ۳۶ درصد پروتئین	حاوی ۳۵۰ میلی گرم در کیلو گرم ال- کارنتین)
رطوبت (%)	۷۳/۰ ± ۰/۲۸	۷۴/۸ ± ۰/۴۲	۷۶/۹۸ ± ۰/۰۹
پروتئین (%)	۱۷/۷ ± ۰/۱۴ ^b	۱۹/۰ ± ۰/۱۴ ^a	۱۹/۱۵ ± ۰/۰۷ ^a
چربی (%)	۸/۰۵ ± ۰/۰۷ ^a	۷/۰۵ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۶/۳ ± ۰/۰۷ ^b
خاکستر (%)	۳ ± ۰/۱۴	۴/۱۵ ± ۰/۴۹	۳/۰۵ ± ۰/۰۷

توجیه اقتصادی

در سال ۱۳۹۹ قیمت یک کیلوگرم غذای تولیدی برای فیلماهیان در حال رشد برابر با ۳۵۰۰۰۰ ریال می باشد، با کاهش ۵ درصد پروتئین در جیره غذایی قیمت غذای تولیدی از ۳۵۰۰۰۰ ریال به ۳۳۸۱۵ ریال کاهش می یابد. لازم به ذکر است در حال حاضر ۱۲۷ مزرعه در کشور در حال فعالیت است و در افق برنامه تولید در سال ۱۴۰۴ برابر با ۱۰۰۰۰ تن گوشت و ۱۰۰ تن خاویار می باشد. جهت نیل به این هدف در طی ۴ سال بایستی ۶۷۰۰۰ ماهی از وزن یک کیلوگرم به وزن ۶ کیلوگرم ارتقا یابند. با احتساب ضریب تبدیل غذایی به میزان ۱/۲، جهت رسیدن به وزن مذکور نیازمند حدوداً ۲۸۵۷ تن غذای داخلی می باشیم.

(ریال) ۳۵۰۰۰۰ = قیمت یک کیلوگرم جیره در دوران

رشد

(ریال) ۳۳۸۱۵۰ = ریال = قیمت جیره مبتنی بر کاهش

۵ درصد پروتئین

(ریال) $1/000/125/000/000 = 350000$

(کیلوگرم غذا) ۲۸۵۷۵۰۰ = قیمت تمام شده غذا با جیره

شاهد

(ریال) $966/263/625/000 = 338150 \times$ (کیلوگرم

غذا) ۲۸۵۷۵۰۰ = قیمت تمام شده با صرفه جویی در ۵

درصد پروتئین

مشاهده می شود که در هزینه تولید غذا، مبلغ $33/861/375/000$

ریال صرفه جویی خواهد شد.

علاوه بر آن که ال-کارنتین موجب کاهش ضریب تبدیل غذا و افزایش وزن و تسریع در پرورش گوشتی و زمان تحویل محصول به بازار خواهد شد، علاوه بر آن که کیفیت گوشت تولیدی بهبود یافته و ارزش غذایی آن ارتقاء می یابد.

منابع

محسنی، م.، بهمینی، م.، پورعلی، ح.، ارشد، آ.، علیزاده، م.، جمالزاد، ف.، صوفیانی، ن.، حقیقیان، م.، زاهدی فر، م. (۱۳۸۴). تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۲۴۵ صفحه.

محسنی، م.، پورکاظمی، م.، کاظمی، ر.، طاعتی، ر.، ۱۳۹۶. اثر سطوح مختلف ال-کارنتین جیره غذایی بر روند رشد و تنش اکسیداتیو (Oxidative stress) فیلماهی جوان پرورشی (Huso huso) و مقایسه آن با جیره وارداتی (بیومار). مجله علمی شیلات ایران، ۲۶(۳)، ۱۸۳-۱۷۱.

سید حسنی، م.ح.، سجادی، م.م.، فلاحتکار، ب.، یوسفی، آ.، حلاجیان، ع.، حسین پور، ع.، محسنی، م.، قربانی واقعی، ر.، ۱۴۰۰. ارزیابی تأثیر جایگزینی تلفیقی پروتئین های گیاهی و جانوری به جای پودر ماهی بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه و شاخص های هپا و سوماتیک بدنی فیلماهی (Huso huso) پرورشی. مجله علمی شیلات ایران، ۳۰(۱)، ۱۱۹-۱۳۴.

Harpaz, S. 2005. L-carnitine and its attributed functions in fish culture and nutrition—a review. *Aquaculture*, 249(1-4), 3-21.

Application of L-carnitine in sturgeon diet

*Mahmoud Mohseni^{*1}, Mir Hamed Seyed Hassani¹, Somayeh Hassanpour²*

1-International Sturgeon Research Institute, Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

2. Gohar Caspian caviar breeding farm, Sangar, Rasht, Guilin, Iran

Long growing period and food price are a One of the major challenges in sturgeon. Sturgeon need 40 to 45% of protein during the growth period, that 50 to 60% is supplied by fish meal. There are two ways to reduce the cost of food. first way is to improving protein efficiency to fish increase growth by substances such as fats and carbohydrates as energy sources at certain levels, and second way is replacing fish meal substitute with cheaper plant protein sources. However, lipid supplementation to diet and plant protein sources cause lipid deposition in body, carcasses reduce quality and fatty liver, such that fish can't use this energy sources. L-Carnitine is one of the supplements that has been considered in recent years in aquaculture industry to improve food quality to fish increase growth via Accelerate lipid metabolism as an active transporter and lipid oxidation increase and protein sparing, ultimately producing low-fat, high-quality meat and improving fish growth. Investigation at the Sturgeon Research Institute have shown that supplementation L-carnitine at a dose of 600 mg/kg to sturgeon diet in plumb phase led to growth increases, carcass quality improving, 5% protein sparing and 10 % reduces food costs.

Keywords: Sturgeon, L-carnitine, protein, growth, body composition

^{1*} Coresponding author: mahmoudmohseni73@gmail.com