بررسی تأثیر ال- کارنیتین بر میزان رشد، درصد بقاء و بلوغ زودرس *Artemia franciscana* در شرایط آزمایشگاهی

یاسمن خامه چین[1*]، رامین مناف فر[2]، امیر توکمه‌چی[2]، ویدا حجتی[1] و امید ملکی بالاجو[1]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، گروه زیست شناسی، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دامغان، ایران

۲ـ عضو هیأت علمی پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی، گروه بیوتکنولوژی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

مسئول مکاتبات: Yasaman.khamechin@gmail.com

چکیده

ارزش غذایی و برخی ویژگی‌های خاص آرتمیا موجب شده است که این موجود به عنوان یک غذای زنده و یک مدل بیولوژیک در آبزی‌پروری و تحقیقات مورد توجه قرار گیرد. ال- کارنیتین به عنوان یک مکمل غذایی باعث تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب، افزایش احتباس نیتروژن و افزایش مقاومت در برابر استرس‌های محیطی می‌شود که اخیراً کاربرد جالبی در پرورش موجودات مختلف یافته هست. در این تحقیق تأثیر غلظت‌های مختلف (۱، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) این ماده بر روی رشد بقاء و بلوغ زود رس *A. franciscana* مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور سیست آرتمیا در شرایط اپتیمم تفریخ شده و لاروهای حاصل در شوری ۸۰ گرم در لیتر با ترکیبی از مخمر غنی‌سازی شده با اسیدهای چرب غیراشباع و جلبک *Dunaliella tertioleca* به مدت ۱۵ روز تغذیه شدند. ال- کارنیتین در غلظت‌های اشاره شده به صورت مستقیم و همچنین به صورت غنی سازی شده در درون جلبک تک‌سلولی در اختیار آرتمیا قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق که با استفاده از برنامه آماری SPSS و oneway-Anova آنالیز شد نشان داد که این ماده تأثیر مثبتی بر تحریک بلوغ جنسی تیمارهای مورد آزمایش داشته و همچنین موجب بلوغ زودرس آرتمیاهای نر شده است به طوری که در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ال- کارنیتین و در روز ۱۵ بیشترین درصد بلوغ با میانگین عددی ۱۳/۰۳٪ دیده شد. بررسی میزان رشد نیز حاکی از این بود که در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر ال- کارنیتین بهترین تأثیر را بر رشد کلی آرتمیا داشته است ($p<0.05$). ال- کارنیتین می‌تواند به عنوان یک ماده محرک رشد و بلوغ جنسی، کاربرد خوبی در آبزی‌پروری و تحقیقات مولکولی داشته باشد.

کلمات کلیدی: آرتمیا، ال- کارنیتین، بلوغ زودرس، رشد، بقاء، مخمر

مقدمه

امروزه با توجه به اهمیت و ارزش اقتصادی آبزیان در تولیدات صنعتی و کشاورزی مطالعات زیادی بر روی انواع گونه‌های آبزی صورت می‌گیرد. آرتمیا یکی از انواع مهم و نسبتا گسترده سخت‌پوستان است که از آب‌های شور تا آب‌های خیلی شور که میزان املاح آنها ممکن است تا چند برابر آب دریا باشد زندگی می‌کند. اسم و جنس این سخت‌پوست به زبان لاتین با توجه به شکل ظاهری آن آرتمیا به معنی گوشواره آبی می‌باشد. در زبان انگلیسی به آن آرتمیا *(Artemia)* یا میگوی آب‌شور *(Brine shrimp)* می‌گویند [۲،۱۱و۲۳]. آرتمیا سخت-پوست نسبتاً کوچک و ظریفی است که طول آن در ماده‌ها در حدود ۱۵ و در نرها ۱۲ میلی‌متر است که البته تحت شرایط بسیار مطلوب ممکن است طول آن در ماده به ۱۵mm -۱۰ و در نرها به ۱۲-۸ mm برسد و گاهی ممکن است طول آنها به ۲۰mm هم برسد. نرها کوچکتر از ماده‌ها بوده و دارای یک جفت انبرک (Clasper) می‌باشند که آنها را از ماده‌ها متمایز می‌سازد. مشخصه مهم ماده‌ها نیز داشتن کیسه تخمی است که در ابتدای ناحیه شکمی قرار گرفته است [۲۹]. تاکنون چندین گونه از آرتمیا که از نظر فیزیولوژی و نحو رشد و تولیدمثل شباهت زیادی به یکدیگر دارند شناسایی شده-

اند [۳]. گونه معروف و شناخته شده آن در ایران *Artemia urmiana* می‌باشد که در دریاچه ارومیه یافت می‌شود. در طول دو دهه گذشته آرتمیا به صورت یکی از منابع مهم غذایی در پرورش لارو ماهیان و سخت پوستان در آمده است [۳۵]. امروز صنعت آبزی پروری خصوصاً پرورش میگو به صورت اجتناب‌ناپذیری با آرتمیا پیوند خورده است [۱۳]. مهمترین عامل برای استفاده از آرتمیا به عنوان غذای زنده، ارزش غذایی بالای آنها به خصوص ناپلیوس آن است که دارای حداکثر ٦٦ درصد پروتئین و ١٤ درصد چربی بوده و همچنین کلیه اسیدهای آمینه ضروری و اکثر اسیدهای چرب را در حد مطلوب دارا می‌باشد [١٤]. مهمترین حالت تجاری آرتمیا تخم یا همان سیست آرتمیا می‌باشد که قابلیت بسته بندی داشته و به راحتی برای مدتهای طولانی نگهداری و صادر می‌شود. در محیط زیست طبیعی در دوره‌های مشخص از سال، آرتمیا سیست‌هایی را تولید می‌کند که بر روی سطح آب شناور می‌مانند و توسط باد و امواج به ساحل رانده می‌شوند. این سیست‌ها از نظر متابولیکی غیرفعال و تا زمانی که خشک نگه داشته می‌شوند، مراحل رشد و تکامل جنینی را طی نمی‌کنند [۳ و۵]. اواسط دهه ۸۰ میلادی تقاضای مصرف سیست آرتمیا برای توسعه پرورش آبزیان مانند ماهیان دریایی و میگو افزایش یافت به حدی که مصرف سیست آرتمیا در سال ۱۹۹۳ به بیش از ۱۵۰۰ تن رسیده است. تخم تولید شده آرتمیا که در خواب جنینی می‌باشد پس از قرار گرفتن در شرایط اکولوژیک مناسب به راحتی در عرض ٢٤ ساعت به لارو تبدیل شده و در مدت کوتاهی به بلوغ می‌رسد که تقریبا در این مرحله می تواند به عنوان غذای آبزیان دیگر مورد استفاده قرار گیرد. تحقیقات مختلفی بر روی افزایش میزان تفریخ، ارزش غذایی و افزایش سرعت رشد و بقاء آرتمیا به انجام رسیده است. در ایران نیز تحقیقات زیادی بر روی مراحل رشد، تکوین و استفاده از جیره‌های غذایی مختلف برای پرورش آرتمیا انجام شده است [۱، ۳، ٤، ۵، ٦، ۷ ، ۸ و ۹]. استفاده از غذاهای سنتتیک، غذاهای گیاهی و یا استفاده از مخمرها به دلیل روش تغذیه نتایج متفاوتی را از رشد در آرتمیا نشان داده است، به این منظور جلبک به همراه ال- کارنیتین و مخمر غنی شده به عنوان منبع تغذیه در این تحقیق مورد بررسی قرار داده شد تا تأثیر این منبع غذایی بر روی رشد، بقاء و بلوغ زودرس گونه *Artemia franciscana* بررسی شود. کارنیتین نوعی پروویتامین است که قبلا تحت عنوان ویتامین BT و یا B_{11} شناخته می‌شد. کارنتین با فرمول شیمیایی $NO_3H_{15}C_7$ به صورت محلول در آب می‌باشد و دارای وزن مولکولی ١٦١.٢ می‌باشد [١٥]. وجود کارنیتین برای متابولیسم و حرکت اسیدهای چرب درداخل سلول ضروری است. مشخص شده است که این ماده در ساختمان آنزیمی به نام کارنیتین استیل ترانسفراز شرکت می کند که بخشی از مکانیسم کوآنزیم A و استیل کوآنزیم A را تشکیل می‌دهد. به نظر می‌رسد که تأثیر کارنیتین بر متابولیسم اسیدهای چربی باشد که زنجیره کربنی آنها بیش از ۸ کربن دارد. همچنین تمایل زیادی به اسید پالمتیک داشته و عملکرد آن انتقال این مولکول‌های با زنجیره D طویل از جدار میتوکندری می-باشد. لازم به ذکر است که کارنیتین در دو فرم یافت می-شود که ال- کارنیتین تنها فرم فعال آن از لحاظ بیولوژیک است و اصولاً فرم D درسیستم‌های بیولوژیک یافت نمی‌شود. همچنین کارنیتین تنها ترکیب ویتامینی است که برخلاف سایر ویتامین‌ها فرم ال آن فعال است ومصرف فرم D و DL تأثیرات منفی به همراه دارد اصولاًبیوسنتز داخلی کارنیتین مستلزم وجود آسیدهای آمینه متیونین، لیزین، ویتامین‌های نیاسین واسید اسکوربیک می باشد. مهمترین نقش ال- کارنیتین به عنوان یک مولکول حامل در انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیره به داخل [١٥]، بنابراین می تواند نقش حیاتی رادر متابولیسم چربی ایفا کند و در نتیجه با افزایش قابلیت جذب پروتئین باعث افزایش رشد گردد [۳۵]. همچنین کارنیتین می‌تواند بر بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش مقاومت درمقابله با شرایط تنش‌زای محیطی [١٦] و یا

تحرک بیشتر اسپرم تأثیر مثبت داشته باشد [۱۰]. استفاده از مکمل ال- کارنیتین (L- Carnitine) در جیره آبزیان از چندین جهت حائز اهمیت می باشد. این ماده با عملکرد ویژه خود به عنوان یک افزاینده رشد، موجب سوخت و ساز و جذب بالای چربی از جیره غذایی شده و باعث صرفه جویی در مصرف پروتئین می‌شود. بدین ترتیب با افزایش جذب انواع اسیدهای چرب، آبزیان در مقابل مقادیر سمی آمونیاک ناشی از تراکم، مقاومت بیشتری یافته و در کل باعث مقابله با شرایط استرس‌زای محیطی مانند تغییرات ناگهانی دمای آب می‌شود. همچنین تأثیر این ماده بر اسپرماتوژنز و بهبود میزان زاد و ولد نیز از موارد تأثیر مثبت این ماده گزارش شده است [۱۰].

مواد و روش کار

سیست مورد استفاده در این مطالعه از بانک سیست پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی تهیه شد. این سیست‌ها در شرایط اپتیمم (شوری g/l ۳۵، دمای ۱±۲۷ °C و نور ۲۰۰۰-۳۰۰۰/secμm و pH=۷-۹ و هوادهی کافی بعد از مدت ۲٤ ساعت تفریخ شدند. برای تهیه شوری g/l ۳۵ مقداری از آب دریاچه ارومیه با شوری بیش ازg/l ۳۰۰ فیلتر شد تا هر گونه آلودگی وسیست از آن جدا شود. در نهایت با افزودن آب شیر به آن میزان شوری به ۳۵ رسانده شد که این شوری توسط شوری‌سنج (Reflectometer) و pH توسط pH متر تنتظیم شد. سپس آب در ظرف مخصوص تفریخ ریخته شد و داخل آکواریومی که دمای آن توسط بخاری آکواریومی در حد ۱ °C ±۲۷ بود قرار داده شد. عمل هوادهی هم توسط یک پیپت پلاستیکی فیلتردار و لوله‌های هوادهی که به پمپ مرکزی وصل می‌شد از ته مخروط صورت گرفت. نور هم توسط دو مهتابی که درفاصله۳۰ cm ظروف تفریخ قرار داشت تأمین شد وحدود ۱ گرم از سیست مربوطه به هر ظرف مخروطی اضافه شد و بعد از ۲٤ ساعت لاروهای Instar-I از آنها خارج شدند. لاروهای نورس آرتمیا به تعداد ۵۰۰ لارو شمارش شده و در هر ظرف مخروطی که چهار تکرار از هر کدام از تیمارهای کنترل و غلظت‌های مختلف ۱، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ ال- کارنیتین که هر کدام حاوی یک لیتر آب با شوری ۸۰ گرم در لیتر بودند انتقال داده شدند. لاروها طی چند ساعت اول بعد از تفریخ از ذخیره کیسه زرده استفاده کرده و تقریباً هیچ غذایی از محیط نمی‌گیرند. غذای مورد استفاده در طول پرورش، توسط جلبک تک سلولی *Dunaliella tertiolecta* با غلظت cells/ml $۱۰^{۶}$ × ۱۸ و مخمر غنی‌سازی شده توسط اسیدهای چرب غیر اشباعی بود [۱۳]. غلظت ال- کارنیتین نیز به صورت مستقیم در محیط پرورش و همچنین بوسیله غنی سازی در جلبک مورد تغذیه آرتمیا قرار گرفت. غذادهی طبق جدول غذادهی Cotteau و همکاران [۲۲] هر روز به تعداد آرتمیا محاسبه و انجام شد. برای کشت جلبک در آزمایشگاه استوک‌های آماده از بانک پژوهشکده تهیه و به طور انبوه کشت داده شد. بدین ترتیب که ابتدا به میزان لازم از آب دریاچه فیلتر و سپس توسط دستگاه اتوکلاو استریل شد به ازای هر ارلن ۵ لیتری ۵۰۰ میلی لیتر استوک لازم است و طبق جدول غذادهی ۵ میلی‌لیتر از Valne و ۰/۵ میلی لیتر از ویتامین به ارلن اضافه شد و دهانه ارلن توسط پنبه مسدود و توسط لوله هوادهی و پیپت فیلتردار هوادهی شد تا پس از رسیدن به غلظت مناسب برداشت شود. پس از برداشت، غلظت‌های مختلف ال- کارنیتین به جلبک افزوده شدند و به مدت ۲٤ ساعت عمل هوادهی ادامه یافت. جلبک‌های غنی شده با غلظت های مختلف ال- کارنیتین در دمای ٤ درجه سانتی گراد در یخچال تا زمان مصرف نگهداری شدند. درصد بقای آرتمیاها در روزهای ۷، ۱۱و ۱۵ مورد سنجش قرار گرفت. برای این منظور در این روزها تمامی آرتمیای همه تیمار ها و تمام تکرارها با استفاده از صافی-های ۳۰۰-۲۰۰ فیلتر شده وتوسط قطره چکان مخصوص شمارش گردیدند. نهایتا درصد بقاء نسبت به آرتمیاهای اولیه محاسبه شده ودرصد بقا یادداشت گردید. به منظور بررسی میزان رشد این آرتمیاها از چهار تکرار مختلف هر

تیمار به طور تصادفی انتخاب و توسط استریومیکروسکوب آینه‌دار مجهز به کامپیوتر بیومتری گردید. همچنین از روز ۱۵- ۱۱ روزانه بلوغ آرتمیاها مورد بررسی قرار گرفت. بررسی آماری داده‌ها نیز با استفاده از برنامه آماری SPSS و آنالیز-Oneway ANOVA انجام گرفت [۱۹].

نتایج

نتایج نشان داد که در روز هفتم میزان بقاء *Artemia franciscana* که در گروه ۱۰۰۰ بیشترین بقاء و گروه ۱۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین غذادهی شده کمترین میزان بقاء را داشتند که این دو گروه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند (p<0.05). در روز یازدهم نیز گروه ۱۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین بیشترین بقاء و گروه ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین کمترین بقاء را نشان دادند که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p<0.05). در روز پانزدهم گروه کنترل بیشترین بقاء و گروه ۱۰۰۰ میلی‌گرم کمترین بقاء را نشان دادند که اختلاف معنی‌داری وجود داشت (p>0.05).

نتایج نشان داد که در روز هفتم *Artemia franciscana* غذادهی شده با غلظت ۱۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین بیشترین رشد و با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین کمترین رشد را داشتند که فاقد اختلاف آماری هستند(p<0.05). سایر گروه‌ها سرعت رشدشان اختلاف زیادی با هم نداشت. اما در روز یازدهم بیشترین رشد مربوط به گروه غذادهی شده با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین و کمترین رشد مربوط به گروه غذادهی شده بدون مکمل ال- کارنیتین یعنی گروه شاهد بود و این دو گروه نسبت به هم اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (p>0.05). در روز پانزدهم نیز بیشترین رشد مربوط به گروه ۱۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین و کمترین رشد مربوط به گروه کنترل بود که با هم اختلاف معنی‌داری داشتند (p>0.05).

همان طور که جدول ۳ نشان می‌دهد غلظت‌های ۱۰۰،۱۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ال- کارنیتین از روز دوازدهم اولین بلوغ را نشان می‌دهند در حالی که غلظت ۱ میلی-گرم در لیتر و تیمار کنترل از روز ۱۳ به بلوغ رسیدند ولی تیمار غلظت ۱۰۰۰ در تمامی روزها بیشترین بلوغ را نشان داده و بیشتر آرتمیاهای این تیمار تمایل به نرزایی داشتند. در واقع هر چه غلظت ال ـ کارنیتین افزایش یافته بود میزان بلوغ و نرزایی نیز بیشتر شده بود.

روز / غلظت	۷	۱۱	۱۵
کنترل	٤/٢٧ ±١/٩a	٥/٧٦±٢/١٤a	٦/٥٢ ± ٠/٩١a
۱ میلی‌گرم ال- کارنیتین	٤/٧٩± ١/٨٥a	٦/٠٤ ±١/٤٥ab	٨/٢٧ ± ٣/٤٩ab
۱۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین	٤/٩٢± ١/٨٨a	٦/٦٤ ± ١/٦٣ab	٧/٩٢ ± ٢/٦٣ab
۱۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین	٤/٨١ ±١/٤٦a	٦/٦٩ ± ٠/٦٨ab	٨/٦٨ ± ٣/٣٩b
۱۰۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین	٤/٠٧ ±٠/٦٢a	٦/٩٤± ١/٥٨b	٨/٢٦ ± ٣/٠٨ab

جدول۱- درصد بقاء در ۵ تیمار مختلف ال- کارنیتین در *A. franciscana*

اعداد با حروف لاتین یکسان فاقد اختلاف آماری هستند (p<0.05)

روز / غلظت	۷	۱۱	۱۵
کنترل	۹۷/۷۷ ± ۵/۲۰a	۹۳/۷۵ ± ۲/۵a	۸۹/۷۵ ±۲/۵a
۱ میلی‌گرم ال- کارنیتین	۹۲/۲۵ ±٤/۷۸a	۸٤/۲۵ ±۷/۹۳a	۷۷ ± ۹/۱۲ab
۱۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین	۸۲/ ۵± ۱۹/۹۰a	۷۷/۲۵ ±۲۱/۷۰a	٦۹/۲۵±۲۲/٦۰b
۱۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین	۹۷ ±۰/۸۱a	۹٤/۲۵±۰/۵a	۸۹/۲۵ ±۳/۳۰ab
۱۰۰۰میلی‌گرم ال- کارنیتین	۹۸/۸٤ ±۲۸/۷۷a	۸۳/۷۵ ±۱۸/۵۱a	٦۵/۷۵±٤۳/۸٦ab

جدول ۲ـ میزان رشد در ۵ تیمار مختلف ال- کارنیتین در *A. franciscana*

اعداد با حروف لاتین یکسان فاقد اختلاف آماری هستند ($p<0.05$).

جدول ۳- درصد بلوغ زودرس در ۵ تیمار مختلف ال ـ کارنیتین در *A. franciscana* در روزهای مختلف

روز	۱۲		۱۳		۱٤		۱۵	
جنسیت / غلظت	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر
کنترل	۰	۰	۰/۱۵	۱/۸۲	۲/٤۳	۳/۱۲	۱/۳۸	٤/۰۲
۱ میلی‌گرم بر لیتر	۰	۰	۰/۲۵	٦/٦۸	۰/۹۹	۷/۵٦	۱/۳٦	۱۱/۹۱
۱۰ میلی‌گرم بر لیتر	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/٤۷	۵/٤۹	۱/۲۳	۷/۹۰	۳/٤۹	۱۸/۱۰
۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/٦۲	٦/۹۹	۳/۵۰	۱۳/٦۰	٦/۳۹	۲٤/٦۵
۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	٦/۱۳	٦/۱۳	۱۲/۸۸	۲۹/۷۹	۱٤/۷۸	۳۲/۷۲	۱۹/۵۳	۳۹/۵۰

بحث

در تحقیق حاضر مشخص شد که ال ـ کارنیتین تأثیر مثبتی روی رشد *Artemia franciscana* دارد به طوری که آرتمیاهایی که غلظت بالای ال ـ کارنیتین را دریافت کرده بودند نسبت به سایرگروه‌ها بیشترین رشد و بقاء را نشان دادند. همچنین این گونه با غلظت‌های بالای ال ـ کارنیتین از نظر تولیدمثلی زودتر به بلوغ رسیده است. در طی سال‌های گذشته تحقیقات زیادی درزمینه تعیین رژیم‌های غذایی مناسب جهت دستیابی به رشد بهتر و بلوغ زودرس همراه با کاهش هزینه‌های تولید صورت گرفته است. در این راستا و در جهت افزایش راندمان تولید سال‌هاست که ال- کارنیتین توجه محققین را به عنوان یک ماده مکمل غذایی (مانند ویتامین‌ها) به خود جلب کرده است. نتایج به دست آمده از اضافه نمودن ال کارینتین به غذای ماهی (۱ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا) نشان داد که ال- کارنیتین باعث تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب، افزایش احتباس نیتروژن و کاهش مرگ ومیر تحت شرایط پرورش می‌گردد، همچنین اثرات مثبت

این ماده بر روی رشد جلبک‌های تک سلولی، باکتری‌ها و پروتوزوئرها به ثبت رسیده است [۲۰]. البته تأثیر ال- کارنیتین بر روی همه موجودات نیز یکسان نیست. مثلاً در تحقیقی که از غلظت‌های مختلف این ماده برای پرورش روتیفر استفاده شده بود معلوم شد که ال- کارنیتین می‌تواند به عنوان یک ماده تحریک کننده رشد، بقاء وتولید مثل برای روتیفر مطرح شود [۲۳]. استفاده از مکمل غذایی ال- کارنیتین روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمانی باعث افزایش رشد ٤ درصدی و افزایش جذب غذایی در این ماهی می‌شود [۳۳]. کارنیتین توسط انرژی حاصل از اکسیداسیون اسیدهای چرب در کبد ماهی آزاد آتلانتیک باعث افزایش سرعت رشد در این حیوان می- شود [۱۸]. همچنین کارنیتین باعث کاهش مشخصی در چربی و افزایش مشخصی در پروتئین می‌شود [۲۱]. ماهیان آب شور براحتی می‌توانند کارنیتین را از محیط بدست بیاورند در ماهی Sea bass اروپایی بطور مشخصی افزایش سرعت رشد دیده می‌شود هنگامی که کارنیتین در آب تانک پرورشی حل شود [۳۳] رشد در نتیجه تأثیر کارنیتین از طریق افزایش استفاده از انرژی غذایی در نتیجه افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب بدست می‌آید [۱۸].

البته این ماده همیشه تأثیر مثبت نیز بر رشد و بقاء موجود ندارد. بطور مثال گزارش شده است که که ال- کارنیتین تأثیری روی سرعت رشد در قزل آلای تغذیه شده با ۲۳۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین ندارد [۳۲]. از طرف دیگر استفاده از مقادیر مختلف ال- کارنیتین در تغذیه تأثیر اندک یا منفی روی رشد گونه‌های ماهیان آب گرم [۲۱] و ماهیان آب سرد [۳۲] نشان داد.

Jayaprakas و همکارانش در سال ۱۹۹۶ اثر مکمل ال- کارنیتین (در ٤ مقدار مختلف mg/kg ۳۰۰،۵۰۰،۷۰۰، ۹۰۰) را روی رشد و راندمان تولیدمثل ماهی تیلاپیای نر به وزن g ۲/۲به مدت ۲۵۲روز وبه مقدار ٪۵ بیوماس ماهی بررسی کردند، نتایج این تحقیق نشان داد که بهترین مقدار ال- کارنیتین در جیره جهت افزایش تولیدمثل و رشد mg/kg ۹۰۰ می‌باشد [۱۲]. به طوری که وزن گروهی که با این مقدار تغذیه کرده بود ۲۰ گرم بیشتر از گروهی بود که از جیره فاقد ال- کارنیتین تغذیه کرده بودند. این تحقیق نشان داد که مکمل ال- کارنیتین اثرمثبتی روی راندمان تولیدمثل ماهی داشته باشد به طوری که تأثیر معنی‌داری در وزن بیضه (g ٤٥/۰ در گروه تغذیه کرده با ۹۰۰mg/kg ال- کارنیتین و ۱/۰g در گروه کنترل) و غلظت سلول‌های اسپرمی (٦٦/۳۹ در گروه تغذیه کرده با ۹۰۰mg/kg ال- کارنیتین و ٤۱/۲٤ در گروه کنترل) در هر میلی‌لیتر مشاهده شد [۱۲]. این تحقیق نشان داد که تولید کارنیتین می‌تواند با فرایند بلوغ اسپرم (منی‌سازی) مرتبط باشد. تحقیقات انجام شده بر روی انسان نیز نشان داد که ال- کارنیتین در لوله‌ی epididymal غلظت بالایی دارد. بنابراین نقش مسیرهای وابسته به ال- کارنیتین در ظرفیت عملکردی و جنبدگی اسپرماتوزها اهمیت ویژه‌ای دارند [۱۲]. در مطالعات جنبدگی اسپرم از ال- کارنیتین به عنوان یک مکمل تغذیه‌ای، لبنیات درمانی در باروری نر استفاده می- شود. اخیراً اینطور استدلال کردند که غلظت کارنیتین آزاد در پلاسمای منی، انسان با کیفیت منی مرتبط است [۲۸ و ۳٦]. بدین ترتیب مشخص شد که استفاده از ال- کارنیتین در آزمایشگاه می‌تواند بلوغ اسپرم را ارتقا دهد و حرکت پذیری (جنبش) آن را افزایش دهد.

بر اساس نتایج بدست آمده در این مطالعه می‌توان گفت که ال- کارنیتین تأثیر بسزایی روی رشد و بقاء و بلوغ زودرس *Artemia franciscana* داشته و می‌تواند به عنوان یک ماده محرک رشد و بلوغ جنسی کاربرد خوبی در آبزی پروری و تحقیقات مولکولی داشته باشد.

منابع

۱. آذروندی، ع. ۱۳٦٦. پوسته زدایی آرتمیا و نقش آن در تغذیه نوزادان، پایان نامه ۱٦۰۸ دکترای دامپزشکی دانشگاه تهران، صفحه ۱۲۸.

۲. اکبری، پ.، حسینی، س. ع.، ایمانپور، م.، سوداگروف، م. و شالویی، ف. ۱۳۸۷. بررسی اثر ناپلئوس‌های آرتمیا ارومیانا غنی شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و ویتامین C روی مقاومت در برابر تنش‌های محیطی دما و و کمبود اکسیژن در لاروهای قزل‌آلای رنگین کمانی (*Oncorhynchus mykiss*)، مجله زیست شناسی ایران جلد۲۱ ،شماره ٤.

۳. پاتریک، ل و س. پاتریک .۱۳۸۲. کتاب کاربرد آرتمیا در تکثیر و پرورش آبزیان، انتشارات دریاسرصفحات۱۱-١٤

٤. حافظیه، م.، ح. حسین‌پور .۱۳۷۸. بررسی بیولوژی وتراکم آرتمیا در دریاچه مهارلو. مرکز تحقیقات منابع طبیعی دامور دام جهان استان فارس. صفحه٦٨.

۵. حافظیه، م.۱۳۸۲. آرتمیا، میگوی آب شور، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، مدیریت اطلاعات عمومی وروابط بین المللی، صفحات۸۵ – ۹۲.

٦. طیبی، ل.، س. ج. سیف‌آبادی، ع. عابدیان و ن. آق .۱۳۸٤. بررسی قابلیت تخم گشایی سیست وترکیبات بیوشیمیایی ناپلیوس آرتمیا ارومیه در زمان های مختلف انکوباسیون، مجله علمی شیلات، شماره۳، پاییز.

۷. طیبی، ل.، س. ج. سیف آبادی، ع. عابدیان و ن. آق (۱۳۸٤)، بررسی اثر دما بر قابلیت تخم گشایی و ارزش غذایی ناپلیوس آرتمیا ارومیانا، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۸ ، شماره.٤

۸. عاصم، ع. و رستگار پویانی، ن. ۲۰۰۸. تمایز مورفولوژی آرتمیا ارومیانا در چهار ایستگاه مختلف از دریاچه ارومیه Research Jurnal of Biological Sciences، شماره۲، صفحات۲۲۲-۲۲۸.

۹. قربانی، ر.، حاجی‌مرادلو، ع.، آق، ن.، سلطانی، م.، نوری، ف. و ایرانی، ع. ۱۳۸۳. غنی سازی آرتمیا با اکولنیک اسید برای پیشگیری از آلودگی باکتریایی *Aromonas hydrophila* لارو ماهی قره‌برون *Acipenser persicus*، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۳ ،شماره ۲.

۱۰. هارپر. ۱۹۱۱. بیوشیمی هارپر. مترجم، نیاورانی .۱۳۷۸. تهران. نشر سماط.

۱۱. وجودی زاده، ح.، قزلباش، ف.، ریاحی، ح. و مناف‌فر، ر. ١٣٨٦. بررسی میزان رشد و بقای سه گونه مختلف آرتمیا در تغذیه با جلبک‌های تک سلولی، مجله علمی شیلات ایران، سال١٦، شماره ٤.

12. Agarwal A., and TM. Said (2004), Carnitines and male infertility. Reprod Biomed Online, 8:376-84.

13. Agh N., P. Sorgeloos, T. Abatzopoulos, S.M. Rezavi Rouhani, and G.V. Lotfi (2001), Artemia resources in Iran. International work shop on Artemia and 3 Aquatic animal research. Urmia university, Iran.

14.Ahmadi M.R., H. Leibovitz, and K.L. Simpson (1990), Nutrient comasition of the Iranian brimp (Artemia urmiana). Comp. Biochem. Physiol. 95(2): 225-228.

15. Aoki H., N. Miyamoto, Y. Furuya, M. Mankura, Y. Endo, and k. Fujimoto (2002), Incorporation and Accumulation of Docosahexaenoic Acid from the Medium by Pichia methanolica, HA-32.

16. Baumgartner M., and R. Blum (1997), Carnitine chemistry, biological function and deficiencies. LONZA Ltd. Muenchensteinerstrasse, 38.

17. Becker K., and U. Focken (1995), Effect of feed supplementation with L carnitine on growth, metabolism and body composition of carp (Cyprinus carpio). Institute for animal.

18. Becker K., S. Schreiber, C. Angoni, and R. Blum (1999), Growth performance and feed utilization response of orechromis niloticus oreochromis aureus hybrid to L-carnitine 174: 313-322.

19. Boone E., and L. G. M. Bass- Becking (1931), Salt effects on eggs and nauplii of Artemia salina L. Journal of General Physiology, 14(6): 753-763.

20. Bremer J (1983), Carnitine-metabolism, functions. Physiol. Rev. 63, 1420–1480.

21. Burtle GJ., and Q. Liu (1994), Dietary carnitine and lysine affect channel catfish lipid and protein composition. J World Aqua Soc. 25: 169-74.

22. Coutteau P., L. Brendonck, P. Lavens, and P. Sorgeloos (1992), The use of manipulated baker's yeast as an algal substitute for the laboratory culture of Anostraca. Hydrobiologia, 234:25 – 32.

23. Dong M. Z., Y. Takao, and F. Mitsuhiro (2005), effect of L-carnitine enrichment on the population growth, egg ratio and body size of the marine rotifer, *Brachionus rotundiformis*. Aquaculture 248, 51-57.

24. Girri S. S., S. K. Sahoo, B. B. Shu, A. K. Sahu, S. N. Mohanty, P. K. Mohanty, and S. Ayyappan (2002), Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Schneider): effects of Light, Photoperiod and feeding regims. Aquaculture, 213: 157-161.

25. Jayapraas V., C. Sambho, and S. kumer (1996), Effect of dietary L carnitine on growth and reproductive performance of male oreochromis mossambicus. Fish Technik Soc, 33 (2).

26. Jeulin C., and L. M. Lewin (1996), Role of free L-carnitine and acetyl-L-carnitine in post gonadal Maturation of mammalian spermatozoa. Hum Reprod Update, 2: 87-102.

27. Maeda T., A. Goto, D. Kobayashi, and I. Tamai (2007), Transport of organic cations across the blood Testis barrier. Mol Pharmacol; 4: 600-7.

28. Morano S., E. Mandosi, M. Fallarino, A. Gatti, C. Tiberti, and M. Sensi (2007), Antioxidant Treatment associated with sildrnafil reduces monicyte activation and markers of endothelial Damage in patients with diabetic erectile dysfunction: a double-blind, placebo-controlled study. Eur Urol, 52: 1768-74.

29. Ng C. M., M. R. Blackman, C. Wang, and R. S. Swerdloff (2004), The role of carnitine in the male reproductive System. Ann N Y Acad Sci, 1033:177-88.

30. Persoone G., O. Roels, E. Jaspers, and P. Sorgeloos (1980), General aspects of the ecology andbiogeography of Artemia In: The brine shrimp Artemia. 3:3-24.

31. Rebouche C. J., and H. Seim (1998), Carnitine metabolism and its regulation in microorganisms and mammals. Annu. Rev. Nutr. 18: 39- 61.

32. Rodehutscord M (1995), Effects of supplemental dietary L-carnitine on the growth and human adults-identification and quantification of urinary and fecal metabolites. J Nutr, 121: 539-46.

33. Santulli A., Amelio V. (1989), Effecta of Supplemental Dietary Carnitine on Growth and Lipid Metabolism of Hatchery-Reared Sea Bass Dicentrarchus labrax L. Aquaculture 59:177-186.

34. Schuhmacher A., and J.M. Grupp (1998), carnitine a vitamin for rainbow trout? J. Appl. Ichthyol. 14: 87-90.

35. Sorgeloos P. (1998), Biochemical and enzimic characterization of decapsulated cysts and nauplii of the brine shrimp Artemia at different developmental stage, Aquaculture, vol. 161,pp. 501-514.

36. Sinclair S. (2000), Male infertility: nutritional and environmental considerations. Altern Med Red, 5:28-38.

37. Torreele E., A. Sluizen, and J.Verreth (1993), The effect of dietary L carnitine on the growth performance in fingerlings of the African catfish (*Clarias gariepinus*) in relation to dietary lipid. British Journal of Nutrition, 69: 289-299.