دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی ساری
دانشکده علوم دامی وشیلات

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی شیلات گرایش تکثیروپرورش آبزیان

عنوان:

تاثیر سطوح مختلف ال‌کارنیتین و ویتامین ث بر شاخص‌های رشد، ترکیب بدن و فراسنجه‌های سرمی در بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

دانشجو:
عزت‌اله شریف‌زاده

اساتید راهنما:
دکتر فرید فیروزبخش
دکتر سکینه یگانه

استاد مشاور:
دکترحسین اورجی

بهمن ۱۳۹۳

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری است.

حمدوسپاس خدای متعال را که انسان را به زیوردانش آراست تا با اندیشیدن وتأمل راه درست زیستن را بیاموزد.

برخود لازم میدانم از اساتید راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر فیروزبخش و سرکارخانم دکتر یگانه که با صبر و حوصله بسیار، پاسخگوی سوالات بنده بودند به پاس کمک های علمی بی دریغشان نهایت تشکر و قدردانی را به عمل می آورم.

از استاد مشاور گرانقدرم جناب آقای دکتر اورجی که در طول این پژوهش از همکاری و همفکریشان بهره برده ام صمیمانه سپاسگزارم.

از داوران محترم جناب آقای دکتراسماعیلی و جناب آقای دکتر کرامت که با حضورشان بر کار من ارج نهادند تشکر می نمایم.

از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر فرهادی به دلیل قبول مدیریت جلسه تشکر می نمایم.

از جناب آقای مهندس اوانی که درتمام مراحل انجام این پایان نامه کمک های ارزشمندی به بنده کردند کمال تشکر را دارم.

همچنین از همکلاسی ها و دوستان عزیزم که از ابتدا تا به انتهای این پایان نامه کمک حال بنده بوده اند صمیمانه قدردانی می نمایم.

تقدیم به

روح پاک پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم

و به مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف ال‌کارنیتین و ویتامین ث بر شاخص‌های رشد، ترکیب بدن و فراسنجه‌های سرمی در بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، آزمایشی با ۵۴۰ قطعه بچه‌ماهی با میانگین وزنی۲±۴۰ گرم به مدت ۸ هفته انجام گرفت. بچه‌ماهیان آزمایشی، در یک طرح کاملا تصادفی به ۱۸ گروه ۳۰ قطعه‌ای در ۶ تیمار و ۳ تکرار تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ویتامین C صفر و ال‌کارنیتین صفر(شاهد)، ویتامین C صفر و ال‌کارنیتین ۸۰۰، ویتامین C ۵۰۰ و ال-کارنیتین صفر، ویتامین C۵۰۰ و ال‌کارنیتین ۸۰۰، ویتامین C ۱۰۰۰ و ال‌کارنیتین صفر، ویتامین C ۱۰۰۰ و ال-کارنیتین۸۰۰ (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بودند. نتایج نشان داد که میزان درصد بقا، افزایش وزن و شاخص رشد ویژه درتیمار با ویتامین C ۵۰۰ و ال‌کارنیتین ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره نسبت به تیمار فاقد مکمل (شاهد) افزایش معنی-داری (P<۰/۰۵) یافت. ضریب تبدیل غذائی نیز در اثر مصرف همین جیره، در مقایسه با جیره شاهد کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان داد. بیشترین وکمترین میزان چربی لاشه (P<۰/۰۵) به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار حاوی ویتامین C ۱۰۰۰ و ال‌کارنیتین ۸۰۰ میلی‌گرم مشاهده شد. بیشترین مقدار پروتئین لاشه در تیمار ویتامین C۵۰۰ و ال‌کارنیتین ۸۰۰ میلی‌گرم مشاهده گردید (P<۰/۰۵). همچنین در بررسی فراسنجه‌های سرمی خون، گلبولین، آلبومین، کلسترول و گلوکز نیز در پایان آزمایش تحت تأثیر ترکیب ویتامین C ۵۰۰ و ال‌کارنیتین ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) یافت، درحالی‌که میزان توتال پروتئین خون تحت‌تأثیر ترکیب ویتامین C صفر و ال‌کارنیتین ۸۰۰ میلی‌گرم نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان داد، همچنین مشاهده گردید ترکیب ویتامین C۱۰۰۰ و ال‌کارنیتین ۸۰۰ میلی‌گرم، موجب کاهش معنی‌دار میزان تری‌گلیسرید خون گردیده است (P<۰/۰۵). در نهایت مشخص گردید استفاده از ویتامین C و ال‌کارنیتین در جیره آزمایشی، موجب بهبود فراسنجه‌های مورد بررسی در این پژوهش شده است.

کلمات کلیدی: ال‌کارنتین، آنالیزلاشه، فراسنجه های رشد، فراسنجه های سرمی خون، قزل‌آلای رنگین‌کمان، ویتامین C

عناوین **فهرست مطالب** **صفحه**

فصل اول: مقدمه وکلیات

۱-۱مقدمه ۲
۱-۲ فرضیات پژوهش ۳
۱-۳ اهداف پژوهش. ..... ۳.
۱-۴ ماهیان سردآبی ۳
۱-۵ زیست‌شناسی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۵
۱-۶ نیازهای زیستی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۵
۱-۶-۱ اکسیژن ۵
۱-۶-۲ حرارت ۶
۱-۶-۳ pH ۶
۱-۶-۴ سرعت جریان آب ۶
۱-۶-۵ منابع آبی ۶
۱-۷ ویتامین C ۷
۱-۸ کارنیتین ۷
۱-۸-۱ تعریف کلی از ال‌کارنیتین ۹
۱-۸-۲ سنتز ال‌کارنیتین ۹
۱-۸-۳ اثر کارنیتین روی متابولیسم چربی ۹
۱-۸-۴ منبع کارنیتین ۱۰
۱-۸-۵ تأثیر استفاده از ال‌کارنیتین در مقابل مقادیر سمی آمونیاک و عوامل غیرزنده ۱۰
۱-۸-۶ اثر ال‌کارنیتین درکاهش استرس ناشی از تغییرات دمایی در ماهی ۱۱
۱-۸-۷ نقش کارنیتین به عنوان یک جلب‌کننده شیمیایی ۱۱
۱-۸-۸ شستشوی کارنیتین - پایداری پلت ۱۱

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱ مروری بر تحقیقات انجام‌شده ۱۳

فصل سوم: مواد و روش ها

۳-۱ محل اجرای تحقیق ۱۷
۳-۲ نحوه تیماربندی ۱۷
۳-۳ روش تهیه جیره آزمایشی ۱۸
۳-۳-۱ روش اضافه کردن ال‌کارنیتین و ویتامین C به جیره آزمایشی ۱۹
۳-۴ عملیات بیومتری و ثبت فراسنجه‌های رشد ۱۹
۳-۵ آنالیز لاشه..... ..... ۲۰

۳-۶ اندازه‌گیری فراسنجه‌های سرمی خون ۲۲
۳-۶-۱ خون‌گیری از ماهی ۲۲
۳-۶-۲ روش اندازه‌گیری فراسنجه‌های سرمی خون ماهیان ۲۲
۳-۶-۲-۱ روش اندازه‌گیری گلوکز خون با کمک کیت گلوکز ۲۲
۳-۶-۲-۲ روش اندازه‌گیری کلسترول خون با کمک کیت کلسترول ۲۳
۳-۶-۲-۳ روش اندازه‌گیری تری‌گلیسرید خون با کمک کیت تری‌گلیسرید ۲۴
۳-۶-۲-۴ روش اندازه‌گیری توتال پروتئین خون به روش modi-Biuret ۲۴
۳-۶-۲-۵ روش اندازه‌گیری آلبومین خون به روش BCG/ Colorinetric ۲۵
۳-۶-۲-۶ روش اندازه‌گیری گلبولین خون با کمک کیت گلبولین ۲۵
۳-۷ تجزیه و تحلیل آماری ۲۶
فصل چهارم: نتایج
۴-۱ فراسنجه‌های رشد ۲۸
۴-۲ ترکیب شیمیایی بدن ۲۹
۴-۳ فراسنجه‌های خونی ۳۰
فصل پنجم: بحث
۵-۱اثر ویتامین C و ال‌کارنیتین بر فراسنجه‌های رشد ۳۳
۵-۲ اثر ویتامین C و ال‌کارنیتین بر آنالیز لاشه ۳۴
۵-۳ اثر ویتامین C و ال‌کارنیتین بر برخی فراسنجه‌های سرمی خون ۳۶
۵-۴ نتیجه‌گیری نهایی ۳۸
۵-۵ پیشنهادات ۳۸
منابع ۳۹

عناوین	فهرست جداول	صفحه

جدول ۳-۱ آنالیز غذای پلت ماهی قزل‌آلای پرواری شرکت غذاسازی چینه..... ۱۸
جدول ۳-۲ دستورالعمل تهیه جیره غذایی با توجه به بیومس و دمای آب..... ۱۹
جدول ۳-۳ دستورالعمل استفاده از غذای ماهیان شرکت چینه..... ۱۹
جدول ۴-۱ اثر سطوح مختلف ویتامین C و ال‌کارنتین بر فراسنجه‌های رشد بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان..... ۲۸
جدول۴- ۲ ترکیب بدن (چربی و پروتئین) ماهیان مورد آزمایش..... ۲۹
جدول ۴-۳ اثر جیره های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی در طول ۸ هفته دوره پرورش..... ۳۰

عناوین	فهرست اشکال	صفحه

شکل ۱-۱ قزل‌آلای رنگین‌کمان..... ۴

شکل۱-۲ ال‌کارنیتین به صورت پودری..... ۸

شکل ۱-۳ ال‌کارنیتین به صورت مایع..... ۸

شکل ۳-۱ نمایی از محل اجرای تحقیق..... ۱۷

شکل۳-۲ نمایی از نحوه تیماربندی و جایگاه..... ۱۸

شکل ۳-۳ (الف) نمایی از مرحله چرخ کردن و (ب) مرحله وزن کردن..... ۲۰

شکل ۳-۴ نمایی از همزن برقی جهت بهم زدن گوشت و حلال..... ۲۱

شکل ۳-۵ نمایی از مرحله ته نشینی چربی و حلال در دسیکاتور..... ۲۱

شکل۳-۶ نمایی از مرحله دفع حلال از چربی..... ۲۱

شکل ۳-۸ دستگاه سانتریفوژ..... ۲۵

شکل ۳-۹ سرم جدا شده نمونه‌ها..... ۲۵

شکل ۳-۱۰ دستگاه اتوآنالایزر آلفا کلاسیک..... ۲۶

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

وجود ویتامین‌ها برای بقا، رشد و تولید مثل موجودات ضروری است. مواد غذایی طبیعی ممکن است در تراکم پایین و شرایط پرورش غیرمتراکم بتوانند نسبت‌های مناسب و یا تمامی نیازهای ماهی را تأمین نمایند. با این وجود، در تراکم‌های بالا مانند موارد پرورش نیمه‌متراکم و متراکم که مواد غذایی طبیعی فقط برای حفظ حیات جمعیت کفایت می‌کند، افزودن ویتامین به جیره‌ها از اهمیت برخوردار می‌گردد. نیازهای مربوط به ویتامین‌ها در جیره تحت‌تأثیر اندازه، سن، میزان رشد، شرایط فیزیولوژیک، وضعیت سلامتی، ترکیب غذایی جیره، پایداری جیره در آب، شرایط محیطی و همچنین دسترسی به ویتامین‌ها از طریق مصرف مواد غذایی طبیعی و دخالت فلورمیکروبی دستگاه گوارش قرار دارد (افشارمازندران، ۱۳۸۱).

گستره فعالیت آبزی‌پروری در جهان و به پیروی از آن در ایران، شاهد ابداع فنون و فن‌آوری‌های متفاوتی برای بهره‌وری هر چه بیشتر و سودمندتر آن بوده است. در این بهینه‌سازی، پرورش ماهی قزل‌آلا هم به‌عنوان یک فعالیت موفق و سودآور از این قاعده مستثنی نبوده و هر روز روش‌های نوینی را تجربه می‌نماید. پرورش موفق قزل‌آلا مدیون مدیریت‌های متعددی بوده که می‌تواند یک تولید مناسب و مطلوب را به دنبال داشته باشد.

کارنیتین نوعی پرووِیتامین است که قبلاً تحت عنوان ویتامین BT و یا B_{11} شناخته می‌شد. کارنیتین با فرمول شیمیایی $C_7H_{15}NO_3$ به صورت محلول در آب و دارای وزن مولکولی ۱۶۱/۲ مول برگرم می‌باشد وجود کارنیتین برای متابولیسم و حرکت اسیدهای چرب در داخل سلول‌ها ضروری است. اصولاً بیوسنتز داخلی کارنیتین مستلزم وجود اسیدهای آمینه متیونین، لیزین، ویتامین‌های نیاسین و اسیداسکوربیک می‌باشد. (باومگارتنر و بالوم، ۱۹۹۷).

ویتامین C ناپایدارترین ویتامین محلول در آب است و یکی از مواد مغذی مهم در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد. ویتامن C یا اسیداسکوربیک با فرمول شیمیائی $C_6H_8O_6$ و وزن مولکولی ۱۷۶/۱۳ مول برگرم دربدن ماهیان سنتز نمی شود و حتماً باید این ماده مغذی در جیره غذایی موجود زنده وجود داشته باشد. علایم کمبود این ویتامین در ماهی قزل‌آلا به صورت کاهش رشد، کاهش هماتوکریت، کاهش هموگلوبین، خونریزی در چشم، آبشش، کلیه، کبد و پوست، جراحات چشم، سستی وبیحالی، لردوزیس، به-خاک‌افتادن، رخوت و تغییرات سریع پس از مرگ بروز می‌یابد (افشارمازندران، ۱۳۸۱).

هدف ازاین تحقیق بررسی اثر سطوح مختلف این دو ماده (ال کارنتین و ویتامین C) بر فاکتورهای رشد ، ترکیب بدن و برخی فراسنجه های سرمی ماهی قزل آلا می باشد. لازم به ذکر است اگرچه در ایران و جهان مطالعاتی در ارتباط با تاثیر ال‌کارنیتین و یا ویتامین C بر روی ماهی به‌طور مجزا انجام شده است، اما مطالعه-ای در ارتباط با تاثیر توام این دو عامل در جیره انجام نشده است.

۱-۲ فرضیات پژوهش

۱: ال‌کارنیتین و ویتامین C در جیره غذائی بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به مدت ۸ هفته می‌تواند موجب ایجاد تغییرات معنی‌دار در میزان فاکتورهای رشد، ترکیب بدن و فراسنجه‌های سرمی گردد.

۱-۳ اهداف پژوهش

۱: بررسی اثر ال‌کارنیتین و ویتامین C در جیره غذائی بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طی ۸ هفته بر فاکتورهای رشد، ترکیب بدن و فراسنجه‌های سرمی.

۱-۴ ماهیان سردآبی

ماهیانی که در میانگین حرارتی ۷-۱۷ درجه سانتی‌گراد به خوبی رشد می‌کنند به عنوان ماهیان سردآبی شناسایی می‌شوند. بیشتر این ماهیان که از خانواده آزادماهیان (salmonidae) بوده شامل ماهیان مهاجر در نیمکره شمالی می‌باشند. امروزه گونه‌های مختلف آزادماهیان در کشورهایی که دارای شرایط آب و هوایی مناسب رشد این ماهیان می‌باشند پرورش داده می‌شوند، اغلب گونه‌های آزادماهیان در این دسته جای می‌گیرند و بیشتر انواع آن بوسیله تکثیر مصنوعی به‌منظور حفظ ذخایر منابع آبی پرورش داده می‌شوند (عمادی، ۱۳۸۷).

قزل‌آلای رنگین‌کمان (شکل۱-۱) با نام علمی (*Oncorhynchus mykiss*) و نام لاتین (Rainbow trout) مهمترین و اصلی‌ترین گونه پرورش‌یافته در ماهیان سردآبی است. این ماهی ظریف، عصبی و بسیار چالاک است و دارای عکس‌العمل‌های شدید می‌باشد، سطح بدنش ارغوانی و دارای بوته‌های گلی بسیار زیاد است. قزل‌آلای رنگین‌کمان در روی بدن دارای خال‌های بسیار می‌باشد. رنگ آن در رودخانه‌های مختلف تغییر می‌کند و در رودخانه‌هایی که در سایه واقع شده‌اند، بسیار تیره می‌گردد. یک ماهی تخم‌گذار که در اماکن با بستر شنی، آب شفاف، سرد و سرشار از اکسیژن تخم‌گذاری می‌کند. امروزه قزل‌آلای پرورشی به شکل‌های مختلفی عمل‌آوری شده و به بازار فروش و مصرف عرضه می‌گردد. این اشکال شامل ماهی تازه منجمد، شور و بسته‌بندی‌شده می‌باشد. تخم این ماهیان را می‌توان به صورت مرغوب عمل‌آوری و عرضه نمود.

محدوده اصلی زیستگاه قزل‌آلای رنگین‌کمان از رودخانه کاسکوکوئیم در آلاسکا به سمت جنوب ادامه می‌یابد و با عبور از بخش بریتیش کلمبیا به منطقه باجا در کالیفرنیا می‌رسد.

این ماهی اصولاً بومی رودخانه‌های ساحلی شمال غرب آمریکاست، اما در کناره شرقی انشعاب اصلی در رودخانه صلح در بریتیش کلمبیا و آتابسکا نیز وجود دارد. جمعیتی از این ماهی نیز به صورت بومی در استان چی هواهوا در کشور مکزیک وجود دارد. ماهیان نژاد مهاجر عموماً از نژاد بومی و غیرمهاجر که تمام دوره

زندگی خود در رودخانه سپری می‌کنند بزرگترند، اما بزرگترین ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان را می‌توان در دریاچه‌های آب شیرین یافت. گونه دیگری از قزل‌آلا که تا حدی به قزل‌آلای رنگین‌کمان نزدیک است قزل خاور دور (*Salmo mykiss*) می‌باشد، این گونه در رودخانه کامچاتکا در آسیا وجود دارد (صادقی، ۱۳۸۰).

دو واریته اصلی از قزل‌آلای رنگین‌کمان وجود دارد، یکی از این واریته‌ها که به دریا مهاجرت می‌کند قزل‌آلای پولاد سر نامیده می‌شود که این ماهی اغلب در رودخانه‌هایی که به اقیانوس آرام می‌ریزند وجود دارد. واریته دیگر به طور دائم در آب شیرین زندگی می‌کند که خود به چندین نژاد تقسیم می‌گردد (صادقی ، ۱۳۸۰).

شکل ۱-۱: قزل‌آلای رنگین‌کمان

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جزء ماهیان پرورشی است. این ماهی از اواخر قرن نوزدهم میلادی اهلی شده و به صورت قابل مصرف و قابل عرضه به بازار پرورش داده شد. در حال حاضر قزل‌آلا اساس صنعتی را تشکیل می‌دهد که در حال توسعه است و اهمیت آن بویژه در کشورهایی که قادر به تدارک شرایط و مهیاکردن محیط آب شیرین یا شور برای پرورش آن هستند در حال افزایش است. اروپاییان اقدام به واردات تخم ماهی قزل‌آلا می‌کنند. این تخم‌ها تقریباً به طور کامل از تکثیر واریته آب شیرین و از پیش‌مولدینی که در شرایط اسارت پرورش یافته‌اند بدست می‌آید. درحال‌حاضر، تولیدکنندگان تخم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در اروپا تقریباً به‌طور کامل به مولدینی وابسته‌اند که از ماهیان قزل‌آلای پرورشی بدست می‌آیند.

اکثر تخم‌هایی که در اروپا و یا آمریکای شمالی بدست می‌آیند از مولدینی هستند که مخلوطی از ماهیان با تخم‌ریزی بهاره و ماهیان با تخم‌ریزی پائیزه می‌باشند (صادقی، ۱۳۸۰)، البته در حال‌حاضر واردات تخم چشم‌زده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به ایران نیز چند سالیست رونق گرفته و نژادهائی از قبیل فرانسوی، دانمارکی، ترک و حتی آمریکائی بخش اعظمی از این واردات را به خود اختصاص داده‌اند.

۱-۵ زیست‌شناسی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان یک ماهی Potamodromous می‌باشد، بعبارتی این ماهی تمامی مهاجرت‌های تولیدمثلی را در آب شیرین انجام می‌دهد. محل زیست اولیه و اصلی آنها در سواحل غربی شمال آمریکا (کالیفرنیا) می‌باشد (عمادی، ۱۳۸۷).

در حالت طبیعی، دوره تخم‌ریزی از اواخر زمستان تا اواخر بهار بوده و تعداد تخم‌ها بین یک تا پنج‌هزار عدد می‌باشد. شواهد گویای این مطلب است که قزل‌آلای رنگین‌کمان، قزل‌آلای خال‌قرمز را از محل خویش دور کرده است و مناطقی از رودخانه را انتخاب کرده و تحت سلطه خویش درآورده است. این ماهی حساسیت زیادی به اکسیژن و درجه‌حرارت آب دارد. تاکنون مطالعات زیادی بر روی اصلاح نژاد ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان صورت پذیرفته است. قابلیت رشد و مقاومت ماهیان اصلاح‌شده، افزایش یافته است و محل طبیعی زندگی این ماهی در قسمت‌های علیای رودخانه‌ها و دریاچه‌های خنک و در محیطی که سرشار از اکسیژن و غذای کافی است، می‌باشد. احتمالاً هیچ عاملی در تنظیم نمو جنین و رشد آن به‌اندازه درجه‌حرارت مهم نمی‌باشد. تجربه نشان داده است که این ماهی در درجه‌حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد، هر ماه ۲/۵ سانتی‌متر رشد می‌کند و همین ماهی در درجه‌حرارت ۷/۲ درجه سانتی‌گراد کمتراز ۰/۶۲۵ سانتی‌متر رشد می‌نماید (عمادی، ۱۳۸۷).

تعداد فلس‌ها روی خط جانبی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، ۱۳۰ تا ۱۵۰ فلس می‌باشد سر فاقد فلس است (ستاری و همکاران، ۱۳۸۲).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دارای یک باله پشتی، یک جفت باله شکمی، یک جفت باله سینه‌ای، یک باله مخرجی، یک باله دمی و یک باله چربی می‌باشد. باله چربی از خصوصیات خانواده آزادماهیان است که در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان واجد لکه‌های تیره‌رنگ می‌با شد (ستاری و همکاران، ۱۳۸۲).

۱-۶ نیازهای زیستی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

دانستن نیازهای زیستی این گونه، جهت پرورش موفق آن لازم و ضروری است، به طوری که با آشنائی هرچه بیشتر با نیازهای زیستی قزل‌آلا، به‌همان اندازه امر پرورش موفق‌ترخواهد بود. نیازهای ضروری این ماهی عبارت است از:

۱-۶-۱ اکسیژن

همان‌طور که گفته شد قزل‌آلای رنگین‌کمان به آب‌های پراکسیژن و زلال نیاز دارد و ساختن این عامل اساسی در حد مطلوب، ضامن بقا و پرورش موفق این آبزی خواهد بود. حداقل مقدار اکسیژن موجود در آب که قزل‌آلا به آن نیاز دارد، شش میلی‌گرم در لیتر است و حد مطلوب آن در فاصله ۹ تا ۱۱ میلی‌گرم در لیتر قرار دارد که تامین آن ضروری است (عمادی ، ۱۳۸۷).

۱-۶-۲ حرارت

از دیگر عوامل زیستی این ماهی دمای آب است. قزل‌آلا در درجه‌حرارت‌های ۱۲ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد بهترین رشد را داراست. البته درجه‌حرارت‌های بالاتر از ۱۸ و پایین‌تر از ۱۲ نیز برای ماهی قابل تحمل است ولی برای رشد و پرواربندی این گونه مناسب نیست.

نکته قابل‌توجه درباره دمای آب و میزان اکسیژن این است که هر چه دمای آب بالاتر باشد قابلیت نگهداری اکسیژن در آب کاهش پیدا می‌کند. پس درجه‌حرارت آب را باید در حدی قرار داد که حلالیت اکسیژن در آن، در سطح بالایی قرار گیرد (عمادی، ۱۳۸۷).

۱-۶-۳ pH

pH آب مورد استفاده برای پرورش باید بین ۶/۵ تا ۸ باشد. pH کمتر یا بیشتر از این مقدار سبب اختلال در رشد خواهد شد (فهیم دژبان، ۱۳۹۲).

۱-۶-۴ سرعت جریان آب

آب ورودی از منبع به استخر چنان سرعت داشته باشد که سبب ایجاد مشکلات برای ماهیان نشود؛ چرا که سرعت بالای جریان آب سبب صرف انرژی ماهیان برای مقابله با شدت جریان و حفظ تعادل و شناوری در آب می‌شود. از طرف دیگر کاهش بیش از حد جریان آب ماهی‌ها را با کمبود اکسیژن و آب سرد و زلال مواجه می‌سازد و مواد دفعی و سمی موجود در استخر به‌خوبی شسته نمی‌شوند. به عبارت دیگر، تهویه به خوبی صورت نمی‌گیرد. مناسب‌ترین سرعت جریان آب برای قزل‌آلا بین ۲ تا ۵ سانتی‌متر در ثانیه است (فهیم دژبان، ۱۳۹۲).

۱-۶-۵ منابع آبی

تاکنون منابع آبی مختلفی برای پرورش قزل‌آلا معرفی شده است که از آن جمله می‌توان از رودخانه، نهر، چشمه، قنات و چاه نام برد (عمادی، ۱۳۸۷).

مناسب‌ترین منبع آبی برای پرورش قزل‌آلا، چشمه‌های سقوطی است چرا که تمیز، شفاف و پراکسیژن است و آلودگی ندارد. اما آب چاه، اکسیژن پایینی دارد و قبل از مصرف باید هوادهی شود. آب رودخانه‌ها و نهرها در بعضی موارد حاوی آلودگی است که باید در مصرف آن احتیاط کرد (فهیم دژبان، ۱۳۹۲).

۱-۷ ویتامین C

ویتامین C ناپایدارترین ویتامین محلول در آب است و یکی از مواد مغذی مهم در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد که به اکسیداسیون بسیار حساس بوده و در حضور فلزات از بین می‌رود ولی در برابر انجماد مقاوم است و در الکل کمی محلول و در اتر و کلروفرم نامحلول است. ویتامن C یا اسیداسکوربیک با فرمول شیمیائی $C_6H_8O_6$ و وزن مولکولی ۱۷۶/۱۳ مول برگرم دربدن ماهیان سنتز نمی شود و حتماً باید این ماده مغذی در جیره غذایی موجود زنده وجود داشته باشد. علایم کمبود این ویتامین در ماهی قزل‌آلا به صورت کاهش رشد، کاهش هماتوکریت، کاهش هموگلوبین، خونریزی در چشم، آبشش، کلیه، کبد و پوست، جراحات چشم، سستی وبیحالی، لردوزیس، به‌خاک‌افتادن، رخوت و تغییرات سریع پس از مرگ بروز می‌یابد (افشارمازندران، ۱۳۸۱).

۱-۸ کارنیتین

کارنیتین نوعی پرویتامین است که قبلاً تحت عنوان ویتامین BT و یا B_{11} شناخته می‌شد. کارنیتین با فرمول شیمیایی $C_7H_{15}NO_3$ به صورت محلول در آب و دارای وزن مولکولی ۱۶۱/۲ مول برگرم می‌باشد (باومگارتنر و بالوم، ۱۹۹۷).

وجود کارنیتین برای متابولیسم و حرکت اسیدهای چرب در داخل سلول‌ها ضروری است. مشخص شده است که این ماده در ساختمان آنزیمی به نام کارنیتین‌استیل‌ترانسفراز شرکت می‌کند که بخشی از مکانیسم کوآنزیم A و استیل‌کوآنزیم A را تشکیل می‌دهد. به نظر می‌رسد که تأثیر کارنیتین بر متابولیسم اسیدهای چربی باشد که زنجیره کربنی آنها بیش از ۸ کربن دارد. به نظر می‌رسد که این ماده تمایل زیادی به اسیدپالمتیک داشته باشد و کارکرد آن انتقال این مولکول‌های با زنجیره D طویل از جدار میتوکندری باشد. لازم به ذکر است که کارنیتین در ۲ فرم یافت می‌شود که ال‌کارنیتین تنها فرم فعال آن از لحاظ بیولوژیک است و اصولاً فرم دی درسیستم‌های بیولوژیک یافت نمی‌شود. همچنین کارنیتین تنها ترکیب ویتامینی است که برخلاف سایر ویتامین‌ها فرم ال آن فعال است و مصرف فرم D و DL تأثیرات منفی به همراه دارد.

اصولاً بیوسنتز داخلی کارنیتین مستلزم وجود اسیدهای آمینه متیونین، لیزین، ویتامین‌های نیاسین و اسیداسکوربیک می‌باشد. کارنیتین در حیوانات و گیاهان یافت می‌شود که منابع آن عمدتاً منشاء حیوانی دارند. علاوه بر دخالت کارنیتین در متابولیسم اسیدهای چرب، این ماده در متعادل کردن نسبت میان کوانزیم Aو استیل‌کوانزیم A نیز دخالت دارد. در مواردی که تقاضای زیادی برای انرژی وجود دارد، چرخه کربن تشدید می‌گردد و مقادیری از استیل‌کوانزیم A در میتوکندری‌ها تجمع می‌یابد که خود موجب تجمع لاکتات و کاهش pH سلول شده و سرانجام به آسیب سلولی، افزایش تلفات و کاهش کارایی منجر می‌گردد.

سومین کارکرد این ویتامین، غیرسمی‌سازی و چهارمین کارکرد آن در متابولیسم چربی‌ها در کبد است (لیپوتروفیک). پنجمین کارکرد این ویتامین تحریک دستگاه ایمنی با تأثیرگذاری بر ایمنی سلولی و ایمنی هومورال است. مهمترین نقش ال‌کارنیتین به عنوان یک مولکول حامل در انتقال اسیدهای چرب بلندزنجیره به داخل میتوکندری می‌باشد، بنابراین می‌تواند نقش حیاتی را در متابولیسم چربی ایفا کند و در نتیجه با افزایش قابلیت جذب پروتئین باعث افزایش رشد گردد. همچنین کارنیتین می‌تواند بر بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش مقاومت درمقابله با شرایط تنش‌زای محیطی و یا تحرک بیشتر اسپرم تأثیر مثبت داشته باشد (سیف‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۱). در نتیجه می‌توان گفت فوائد استفاده از ال‌کارنتین در صنعت آبزی‌پروری به شرح زیر است :

شکل۱- ۲: ال‌کارنیتین به صورت پودری

شکل ۱- ۳: ال‌کارنیتین به صورت مایع

۱) به عنوان یک افزاینده رشد عمل می‌کند، مخصوصاً در استفاده از مقادیر بالای چربی در جیره کمک می‌کند و باعث صرفه جویی در مصرف پروتئین می‌شود و به‌کارگیری چربی را درجیره آبزیان بهبود می‌بخشد.
۲) از ماهی در مقابل مقادیر سمی آمونیاک ناشی از تراکم زیاد ماهیان در استخرحمایت می‌کند.
۳) مقابله با شرایط استرس‌زای محیطی مانند تغییرات زیاد و ناگهانی دمای آب را در ماهی تسهیل می‌نماید.
۴) اسپرماتوژنز را بهبود می‌بخشد (تعداد اسپرم‌ها و بلوغ و حرکت اسپرم‌ها).
۵) میزان زاد و ولد را افزایش می‌دهد.
۶) موجب بهبود وزن‌گیری در آبزیان می‌گردد (سیف‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۱)

۱-۸-۱ تعریف کلی از ال‌کارنیتین

Carnitine (l-h-hydroxy-g-N,N,N-trimethylaminobutyricacid) یک ماده مغذی آلی غیرضروری است. چون ابتدا در حدود ۱۰۰ سال قبل از گوشت جدا شده بود (canus) به این نام نامیده شد. از آنجایی که ال‌کارنیتین به‌عنوان یک ویتامین در کرم خوراکی عمل می‌کند، ویتامین BT نامیده شده بود (حسینی وهمکاران، ۱۳۸۱).

۱-۸-۲ سنتز ال‌کارنیتین

اصولاً بیوسنتز داخلی کارنیتین مستلزم وجود اسیدهای آمینه متیونین، لیزین، ویتامین‌های نیاسین و اسیداسکوربیک می‌باشد. برای سنتز آن، گروه‌های متیل از متیونین می‌آیند و y-butyrobetaine تبدیل به کارنیتین می‌شود. همچنین ثابت شده است که لیزین به واسطه 6-N-trimethyllysine به کارنیتین تبدیل می‌شود. تشکیل داخلی کارنیتین در مهره‌داران به طور ابتدایی در کبد است و همچنین در کلیه‌ها و مغز صورت می‌گیرد و برای سنتز آن نیاز به آنزیم 4-butyrobetaine hydroxylas می‌باشد. سنتز ال-کارنتین توسط عمل همزمان ۵ آنزیم مختلف کاتالیز می‌شود. این واکنش نیازمند دو اسیدآمینه ضروری (لیزین و متیونین)، آهن(Fe_2+)، ویتامین C، ویتامین B_6 و نیاسین در شکل Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NAD) می‌باشد. یکی از اثرات کمبود ویتامین C خستگی است که مربوط به کاهش سنتز ال‌کارنیتین است (عطارشاکری، ۱۳۷۹).

۱-۸-۳ اثر کارنیتین روی متابولیسم چربی

بعد از سنتز، ال‌کارنیتین باید به بافت‌هایی مانند ماهیچه‌های اسکلتی و قلبی که اسیدهای چرب را به‌عنوان سوخت اولیه استفاده می‌کنند، انتقال یابد. در این بافت‌ها ال‌کارنیتین به واسطه حمایت از اسیدهای چرب فعال شده (acyl-CoA) در داخل ماتریکس نقش مهمی در تولید انرژی بازی می‌کند. در واقع کارنیتین یک جزء اصلی در بافت‌ها و پلاسمای موجودات بوده و برای انتقال اسیدهای چرب با زنجیره بلند به محل اکسیداسیون نیاز است. کارنیتین همچنین برداشت اسیدهای آلی با زنجیره کوتاه را از میتوکندری آسان می‌کند و از این طریق کوآنزیم A در درون میتوکندری را برای شرکت‌دادن در مسیرهای B-oxidation و tricarboxylic acid آزاد می‌کند. کارنیتین همچنین یک سوبسترا برای آنزیم‌های carnitine I-II palmitoyltransferasesو carnitine acetyltransferase که مصرف اسیدچرب را تنظیم می‌کنند می‌باشد (صالحپور، ۱۳۸۱).

۱-۸-۴ منبع کارنیتین

گوشت‌های قرمز بهترین منبع کارنیتین (۵۰۰-۱۲۰۰ mg/kg) می‌باشند و در ماهی، جوجه و لبنیات کمتر و حدود ۶۴-۱۶ mg/kg می‌باشد و سبزیجات، میوه‌ها، حبوبات و مواد غذایی بدست‌آمده از گیاهان دارای مقادیر خیلی کمی از کارنیتین (۰/۰۵ mg/kg >) می‌باشند. در مراحل اولیه زندگی نیاز به کارنیتین از حساسیت بالایی برخوردار است؛ چون بافت برای رشد سریع نیاز بالایی به کارنیتین داشته و از توانایی بدن برای سنتز کارنیتین فراتر است. در اثر کمبود کارنیتین اکسیداسیون اسیدچرب کاهش می‌یابد و اسیدهای چرب به سمت سنتز تری‌آسیل‌گلیسرول منحرف می‌شوند که این امر مخصوصاً در کبد اتفاق می‌افتد. همچنین در کمبود کارنیتین، بافت‌ها نمی‌توانند سم متابولیت‌های آسیل‌کوآنزیم A را به اندازه کافی خنثی کرده و مقادیر سمی آسیل‌کوآنزیم A در چرخه سیترات، گلوکونئوژنزیز و اکسیداسیون اسیدچرب شرکت می‌کنند. این پروسه‌ها با افزودن مقدار کافی کارنیتین به جیره برگشت‌پذیرند (سیف‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۱).

اثر افزاینده رشد مکمل کارنیتین در جیره ماهی به افزایش در مصرف انرژی در اثر افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب در میتوکندری نسبت داده می‌شود. بسیاری از محققان سعی کرده‌اند ارتباطی بین مقادیر بالای کارنیتین در جیره‌های غذایی ماهی و متابولیسم چربی برقرار کنند.

اکسیداسیون چربی بالاترین میزان انرژی را در هر واحد وزن از اجزای جیره تولید می‌کند. کارنیتین اکسیداسیون چربی را افزایش می‌دهد و بنابراین فرض شده بود که اضافه‌کردن کارنیتین به جیره ماهی موجب افزایش ذخیره پروتئین شده و بنابراین منتهی به رشد بهتر در جیره های حاوی پروتئین کمتر می‌شود. در موارد زیادی نتایج متفاوت بود و اگرچه بالابودن میزان کارنیتین تغییرات در متابولیسم چربی را تسهیل می‌کند اما لزوماً باعث رشد بهتر ماهی نمی‌شود.

برای جلوگیری از تجمع لیپیدها، کارنیتین افزودنی به جیره، ممکن است جهت تحریک اکسیداسیون اسیدچرب استفاده شود و لیپولیز را تنظیم کند (حسینی و همکاران، ۱۳۸۱).

۱-۸-۵ تأثیر استفاده از ال‌کارنیتین در مقابل مقادیر سمی آمونیاک و عوامل غیرزنده

مسمومیت با آمونیاک به‌عنوان یکی از استرس‌های رایج در پرورش ماهی شناخته شده است. نتایج آزمایشی با ماهی نشان داد که مقادیر بالای کارنتین در سیستم گردش خون ماهی می‌تواند ماهی را در مقابل مقادیر بالای آمونیاک حمایت کند (حسینی و همکاران،۱۳۸۱).