

۱۳۸۷ / ۱۳۶ - ۷

۱۳۸۷ / ۱۳۶ - ۷



دانشگاه کردستان

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

اثر سطوح مختلف چربی و ال- کارنیتین بر عملکرد، خصوصیات لاشه

و ترکیبات سرم در جوجه ها گوشتی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تغذیه طیور

علی اسفیدانی

اساتید راهنما

دکتر قربانعلی صادقی

دکتر احمد کریمی

استاد مشاور

دکتر محمد علی زارعی

کتابخانه اطلاعات مدرن علمی
کتابخانه مرکزی
کتابخانه تخصصی کشاورزی

۷ - ۱۳ / ۱۳۸۷



دانشگاه کردستان

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تغذیه طیور آقای علی اسفیدانی

تحت عنوان

اثر سطوح مختلف چربی و ال-کارنیتین بر عملکرد، خصوصیات لاشه و ترکیبات سرم در جوجه های گوشتی

در تاریخ ۸۶/۸/۲۹ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و با درجه ^۲.....مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای اول پایان نامه دکتر قربانعلی صادقی (استاد یار دانشگاه)

۲- استاد راهنمای دوم پایان نامه دکتر احمد کریمی (استاد یار دانشگاه)

۳- استاد مشاور پایان نامه دکتر محمد علی زارعی (استاد یار دانشگاه)

۴- استاد داور خارجی دکتر شهاب قاضی (استاد یار دانشگاه)

۵- استاد داور داخلی دکتر جلال رستم زاده (استاد یار دانشگاه)

رئیس تحصیلات تکمیلی دانشکده دکتر بابک سوری (استاد یار دانشگاه)

کمیته تصویب پایان نامه
رئیس هیأت مدیره

۱۳۸۷ / ۳ / ۷

من لم یسکر المخلوق ولم یسکر المخلوق

شکر و قدردانی:

الهی جانم تو دای و زبان و بیانم تو دای، دست در دست توست و سخن، مست توست، هر چه به زبان آید گفته توست. الهی پاست می گویم که به من توفیق قدم نهادن در این راه مقدس را عطا فرمودی و سایشتم می کنم که اگر فضل تو نبود و لطف بی پایان و رحمت نامتناهی تو مدد نمی کرد در این تحسیر تا ابدی ماندم و ره به جایی نمی رساندم. خدایا به عظمت از تو می خواهم در آنچه از راهم باقی است دستم را بگیر تا من نیز به لطفت و شکر بندگانت باشم.

مراتب قدردانی خالصه خویش را از زحمات استاد جنید و کرانه ام جناب آقای دکتر قربانعلی صادقی که بارها به منی های ارزنده خود در تمام مراحل پژوهش اینجانب رایاری نمودند و علاوه بر راهنماییهای علمی، نش عالی و گذشتان برای من سرسخت بود ابرازی دارم.

استاد ارجمند جناب آقای دکتر احمد کریمی به پاس راهنمایی های ارزنده و آنچه از ایشان آموختم و زوایای تیره اندیشه ام را به نور علم روشن نمودند. امید که شمع وجودشان همچنان روشنی بخش تاریکی های راه علم و زندگی باشد.

از جناب آقای دکتر محمد علی زارعی که مشاوره این پایان نامه را به عهده داشتند شکر و سپاسگزاری می کنم.

از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر شهاب قاضی و دکتر جلال رستم زاده که زحمت مطالعه و داوری پایان نامه را پذیرفتند. اساتید محترم گروه، جناب آقای دکتر رشیدی، دکتر عباس فریاد، دکتر اسعد دزیری که در طول دوران تحصیل افتخار ساگردی شان را داشته ام صمیمانه شکر می کنم.

از شرکت لوهمن آلمان و نمایندگی این شرکت در تهران، جناب آقای دکتر سید احمد اشرف پور نوشتری به دلیل تائین بخشی از منابع مالی این پایان نامه شکر و قدردانی می کنم.

از سرکار خانم مهندس مروقی کارشناس محترم آزمایشگاه علوم دامی، برای زحمات بی دریغ شان و همکاری ها و دوستان خوبم، آقایان سید علی خادم، موسی صادقی، امیر صومالی چیان، سعید آخوندزاده، کوهی نور، سعیدی، قربانی، اسلامی، شیخ احمدی و خانم هایزینب قبادی، لیلی احمدی، همناز اسدپور، عقیلی و محمودی در دانشگاه کردستان سپاسگزارم.

اسفندیانی

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآورهای ناشی از تحقیق موضوع

این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه کردستان

است.

تقدیم به:

مادر خداکار و مهربانم، فرشته مهربانی و ایثار، سرچشمه پاکی و محبت، شمع فروزان مهر و عطف و امید بخش محظوظهای زندگیم، اسوه حسنی ناپذیر که سیمودن این راه بی حضور سبزش ممکن نبود. او که در کوره راه زندگی چراغ هدایت بود و اینک نوای پر مهر او چون ستاره ای روشنی بخش امتداد راه من است و در سایه عشق و دعایش به خود بالیده ام.

تقدیم به:

پدر عزیز و مهربانم که در تاریکی غم ها و زیبایی شادی های زندگیم همواره با محبت و مهربانی تکیه گاهم بوده است.

تقدیم به:

برادرانم؛ پناه محظوظهای حسنی ام
خواهرانم فاطمه و طیبه؛ تجسم رؤیایم

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
	فصل اول (مقدمه و اهداف)
۲	۱-۱- مقدمه
	فصل دوم (بررسی منابع)
۵	۱-۱-۲- ال-کارنیتین در جیره طیور
۵	۱-۱-۲-۱- تاریخچه کشف ال-کارنیتین
۵	۱-۱-۲-۲- خصوصیات شیمیایی ال-کارنیتین
۶	۱-۱-۲-۳- ساختار شیمیایی ال-کارنیتین
۷	۱-۱-۲-۴- ساخت ال-کارنیتین
۹	۱-۱-۲-۵- متابولیسم ال-کارنیتین
۹	۱-۱-۲-۶- منابع ال-کارنیتین
۱۰	۱-۱-۲-۷- احتیاجات
۱۱	۱-۱-۲-۸- دلایل استفاده از ال-کارنیتین در جیره طیور
۱۲	۱-۱-۲-۹- وظایف ال-کارنیتین در بدن
۱۵	۱-۱-۲-۱۰- نقش ال-کارنیتین در سیستم ایمنی
۱۵	۱-۱-۲-۱۱- نقش ال-کارنیتین در تولید مثل
۱۶	۱-۱-۲-۱۲- اثرات ال-کارنیتین روی مصرف پروتئین
۱۷	۲-۲- نقش چربی در تغذیه طیور
۱۷	۲-۲-۱- متابولیسم چربی
۱۸	۲-۲-۲- اهمیت کاربرد چربی در تغذیه مرغ گوشتی
۲۰	۲-۲-۳- کاربرد ال-کارنیتین در جیره طیور
۲۰	۲-۲-۳-۱- اثرات ال-کارنیتین در تغذیه مرغ گوشتی
۲۴	۲-۲-۳-۲- اثرات ال-کارنیتین در تغذیه مرغ تخمگذار
۲۶	۲-۲-۳-۳- اثرات ال-کارنیتین در تغذیه مرغ مادر
	فصل سوم (مواد و روش‌ها)
۲۸	۳-۱- جایگاه و زمان آزمایش
۲۸	۳-۲- آماده سازی سالن پرورش
۲۹	۳-۳- ماده آزمایشی
۲۹	۳-۴- تقسیم جوجه‌ها به واحدهای آزمایشی
۳۱	۳-۵- شرایط پرورش جوجه‌ها
۳۱	۳-۶- برنامه واکسیناسیون

۳۲	..... طرح آماری	۳-۷-۷
۳۳	..... صفات اندازه گیری شده	۳-۸-۸
۳۶	..... تجزیه آماری داده‌ها	۳-۹-۹
	فصل چهارم (نتایج و بحث)	
۳۷	..... خوراک مصرفی	۴-۱-۴
۴۲	..... میزان افزایش وزن روزانه	۴-۲-۴
۴۸	..... ضریب تبدیل غذایی	۴-۳-۴
۵۰	..... درصد تلفات	۴-۴-۴
۵۳	..... صفات مورد بررسی در تجزیه لاشه	۴-۵-۵
۵۳	..... وزن لاشه شکم پر	۴-۵-۱-۵
۵۳	..... وزن لاشه بدون امعاء و احشاء	۴-۵-۲-۵
۵۴	..... وزن ماهیچه سینه	۴-۵-۳-۵
۵۶	..... درصد چربی محوطه بطنی	۴-۵-۴-۵
۵۸	..... وزن کبد	۴-۵-۵-۵
۵۹	..... وزن قلب	۴-۵-۶-۵
۶۰	..... وزن پیش معده	۴-۵-۷-۵
۶۰	..... وزن پانکراس	۴-۵-۷-۵
۶۰	..... وزن سنگدان	۴-۵-۸-۵
۶۱	..... وزن ران	۴-۵-۹-۵
۶۱	..... وزن روده کوچک	۴-۵-۱۰-۵
۶۶	..... ترکیبات سرم	۴-۶-۶
۷۰	..... منابع	

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۰	جدول ۱-۲- غلظت ال-کارنیتین در برخی مواد غذایی
۱۲	جدول ۲-۲- مقادیر توصیه شده ال- کارنیتین در گونه‌های مختلف طیور
۳۰	جدول ۱-۳- ترکیب و اجزاء تشکیل دهنده جیره های غذایی
۳۲	جدول ۲-۳- برنامه واکسیناسیون در طول دوره پرورش
۴۰	جدول ۱-۴- اثرات استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر متوسط خوراک مصرفی (گرم) در دوره های سنی مختلف
۴۱	جدول ۲-۴- اثرات همزمان استفاده از ال- کارنیتین و چربی بر متوسط خوراک مصرفی جوجه های گوشتی در دوره های سنی مختلف (گرم)
۴۶	جدول ۳-۴- اثرات استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر متوسط وزن زنده و متوسط افزایش وزن روزانه (گرم) جوجه های گوشتی در سنین مختلف
۴۷	جدول ۴-۴- اثرات همزمان استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر افزایش وزن روزانه جوجه های گوشتی در دوره های سنی مختلف
۵۱	جدول ۵-۴- اثرات استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر ضریب تبدیل غذایی در جوجه های گوشتی در دوره های سنی مختلف
۵۲	جدول ۶-۴- اثرات همزمان استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر ضریب تبدیل غذایی در جوجه های گوشتی در دوره های سنی مختلف
۶۲	جدول ۷-۴- اثرات استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی جیره بر خصوصیات لاشه در سن ۲۱ روزگی (درصد از وزن بدن)
۶۳	جدول ۸-۴- اثرات همزمان استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر خصوصیات لاشه در سن ۲۱ روزگی (درصدی از وزن بدن)
۶۴	جدول ۹-۴- اثرات استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر خصوصیات لاشه جوجه های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (درصد از وزن بدن)
۶۵	جدول ۱۰-۴- اثرات همزمان استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر خصوصیات لاشه جوجه های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (درصدی از وزن بدن)
۶۸	جدول ۱۱-۴- اثرات استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر ترکیبات سرم خون جوجه های گوشتی در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی (میلی گرم در دسی لیتر)
۶۹	جدول ۱۲-۴- اثرات همزمان استفاده از سطوح مختلف ال- کارنیتین و چربی بر ترکیبات سرم خون جوجه های گوشتی در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی (میلی گرم در دسی لیتر)

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۶	شکل ۱-۲- فرمول گسترده کارنیتین
۷	شکل ۲-۲- فرم‌های ایزومری کارنیتین
۸	شکل ۳-۲- مسیر ساخت ال-کارنیتین در بدن
۱۳	شکل ۴-۲- نقش ال-کارنیتین در انتقال اسیدهای چرب و تنظیم نسبت کوآنزیم آ به آسیل کوآنزیم آ

چکیده

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف چربی و ال-کارنیتین بر عملکرد، خصوصیات لاشه و ترکیب فراسنجه های خونی، آزمایشی با استفاده از سه سطح چربی (۰، ۳ و ۶ درصد) و سه سطح ال-کارنیتین (۰، ۷۵ و ۱۵۰ میلی گرم در هر کیلوگرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی و به روش فاکتوریل ۳×۳ با استفاده از ۴۰۵ قطعه جوجه گوشتی سویه تجاری راس در یک دوره ۴۲ روزه، در ۹ تیمار و ۳ تکرار و ۱۵ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. انرژی و پروتئین تمام جیره ها یکسان بود. در طی آزمایش مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بصورت هفتگی و خصوصیات لاشه و فراسنجه های خونی در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی اندازه گیری شد. افزایش سطح چربی جیره در دوره آغازین (۲۱-۱ روزگی) تاثیر معنی داری بر عملکرد نداشت اما در دوره رشد (۳۵-۲۱ روزگی)، پایانی (۴۲-۳۵ روزگی) و کل دوره (۴۲-۱ روزگی) باعث بهبود عملکرد گردید ($P < 0.05$). جوجه های تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد چربی بالاترین درصد ماهیچه سینه و کمترین درصد چربی محوطه بطنی را تولید کردند. افزودن ال-کارنیتین هیچ اثر معنی داری بر خوراک مصرفی نداشت ($P < 0.05$) اما باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن روزانه در دوره رشد (۳۵-۲۱ روزگی) گردید ($P < 0.05$). استفاده از ال-کارنیتین باعث افزایش درصد ماهیچه سینه و کاهش چربی محوطه بطنی در ۲۱ روزگی گردید ($P < 0.05$)، اما این روند در ۴۲ روزگی مشاهده نگردید. با افزایش سطح ال-کارنیتین وزن قلب در سن ۴۲ روزگی افزایش یافت. غلظت تری گلیسرید و لیوپروتئین های باچگالی خیلی پایین سرم در جوجه های تغذیه شده با ال-کارنیتین بطور معنی داری کاهش پیدا کرد. اثر متقابل این دو عامل بر عملکرد جوجه های گوشتی معنی دار نبود. نتایج این مطالعه نشان می دهد که افزودن سه درصد چربی به جیره موجب بهبود عملکرد پرنده ها می شود. استفاده از ال-کارنیتین نیز موجب کاهش میزان ذخیره چربی حفره بطنی از طریق تغییر متابولیسم چربی ها و افزایش درصد ماهیچه سینه و وزن قلب می گردد.

کلمات کلیدی: ال-کارنیتین، جوجه های گوشتی، چربی، خصوصیات لاشه، عملکرد.

فصل اول

مقدمه

مهمترین مساله موجود در جهان امروز نارسایی تولیدات کشاورزی و مواد غذایی به نسبت احتیاجات مردم جهان می باشد، این وضعیت با توجه به ازدیاد جمعیت جهان، آهنگ فعلی رشد کشاورزی و دامپروری و تولید ناکافی محصولات غذایی این وضع روز به روز وخیم تر شده است. با توجه به اهمیت تامین غذای سالم و کافی جهت جوامع انسانی، در سالهای اخیر فعالیتهای گسترده ای در زمینه علوم مربوط به کشاورزی و دامپروری انجام گرفته است. امروزه تولید جوجه های گوشتی با مقادیر بالای چربی لاشه یک مشکل عمده در صنعت مرغداری است [۳۹ و ۶۵]. عوامل متعددی مانند تغذیه و ژنتیک به تجمع اضافی چربی در بدن جوجه های گوشتی کمک می کنند [۶۵]. افزایش چربی ذخیره ای اولاً برای مصرف کنندگان نامطلوب می باشد، زیرا مصرف مقادیر بالای چربی مخصوصاً چربی اشباع موجب شیوع بیماریهای قلبی - عروقی، دیابت و سرطان سینه می شود [۱۸]، ثانیاً با توجه به درصد بالای انرژی چربی، ذخیره مقادیر بالای آن سبب کاهش بازدهی خوراک و عملکرد خالص محصولات می شود [۱۴]. گرچه پیشرفت های انجام شده در بخش اصلاح نژاد بخصوص در دو دهه اخیر موجب

افزایش کمی و کیفی بازده تولید و در نتیجه سبب بالا رفتن سرعت رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی در طیور گردیده است [۴ و ۱۴] ولی از طریق پاسخ به انتخاب غیر مستقیم سبب افزایش چربی ذخیره ای، وقوع مشکلات پا و اختلالات متابولیکی مانند آسیت شده است. بعضی از پاسخهای نامطلوب را می توان در کوتاه مدت با عوامل تغذیه ای و مدیریتی کاهش داد [۱۴]. انرژی از جمله عوامل اصلی دخیل در تولید می باشد، لذا افزایش سطح انرژی جیره و در نتیجه استفاده از چربی ها در تغذیه جوجه های گوشتی امروزی که از سرعت رشد بالایی برخوردارند اجتناب ناپذیر می باشد. متأسفانه استفاده از مقادیر بالای انرژی و چربی در جیره مرغ گوشتی علی رغم مزایای حاصله با مشکلات زیادی از جمله مخلوط کردن چربی با جیره، فساد اکسیداتیو و افزایش ذخایر چربی بدنی همراه می باشد [۱۰].

اگر چه کارنیتین بدلیل عدم وجود نقش ساختمانی و یا استفاده به عنوان منبع انرژی، به عنوان یک ترکیب شبه ویتامین طبقه بندی می شود [۲۶ و ۲۷]، ولی وجود آن به دلیل نقش آن به عنوان یک ماده حامل^۱ در انتقال اسید های چرب بلند زنجیره از سیتوپلاسم به داخل میتوکندری کاملاً ضروری بوده و بدون وجود ال- کارنیتین^۲ سوختن اسید های چرب فوق و در نتیجه تولید انرژی (ATP) ممکن نخواهد بود [۲۳ و ۵۶].

اکسیداسیون اسید های چرب در وضعیت فقدان ال- کارنیتین مختل گردیده و انرژی مورد نیاز پرنده اجباراً بایستی از شکستن اسیدهای آمینه تامین گردد [۱۲ و ۱۹]. اسید های چرب با زنجیره کوتاه برای عبور از غشاء میتوکندری نیاز به ال- کارنیتین به عنوان حامل ندارند. با توجه به اینکه ال- کارنیتین نقش حیاتی را در متابولیسم چربی ایفا نموده [۴۱] در نتیجه افزودن مکمل ال- کارنیتین به جیره ممکن است باعث بهبود مصرف انرژی و چربی و در نتیجه اضافه وزن و بازدهی غذایی مخصوصاً در حیوانات جوان شود [۹ و ۴۲]. ال- کارنیتین در سالهای

1- Carrier

2- L-carnitine

اخیر به عنوان یک افزودنی خوراکی بالقوه شناخته شده و اثرات سودمند آن در پرندگان شناسایی شده است. در شرایط طبیعی تغذیه، بیوسنتز درونی ال-کارنیتین همراه با مقادیر کارنیتین موجود در خوراک، احتیاجات دام [۲۷] و طیور [۱۲] را تامین می کند. اما تحت بعضی از شرایط از جمله استرس و بیماری [۱۹]، مصرف جیره های حاوی مقادیر بالای چربی و دارای ال-کارنیتین کم، محدود بودن بیوسنتز ال-کارنیتین در حیوانات جوان، همچنین پایین بودن جذب روده ای آن [۹] و هنگامیکه دانه های غلات بخش عمده جیره طیور را تشکیل داده [۴۱، ۱۴] و از لحاظ ال-کارنیتین و پیش سازهای آن فقیر هستند، اضافه کردن ال-کارنیتین به جیره طیور می تواند نیاز طیور را تامین و باعث افزایش سوخت و ساز چربی ها و در نتیجه کاهش ذخیره چربی و بهبود ترکیبات لاشه گردد. بسیاری از تحقیقات انجام شده نشان داده اند که با افزایش سطح چربی در جیره جوجه های گوشتی، چربی ذخیره ای در حفره بطنی افزایش یافته که می تواند ناشی از عدم مصرف چربی خوراک در تامین انرژی مورد نیاز باشد، که مورد توجه مصرف کنندگان نیز نمی باشد. بر این اساس در این آزمایش استفاده توام ال-کارنیتین و چربی در سطوح مختلف مورد استفاده قرار گرفت.

اهداف این تحقیق عبارت بودند از:

- ۱- بررسی اثرات ال-کارنیتین بر عملکرد، پارامترهای خونی و خصوصیات لاشه مرغ گوشتی.
- ۲- بررسی اثرات سطوح مختلف چربی بر عملکرد، پارامترهای خونی و خصوصیات لاشه مرغ گوشتی.
- ۳- بررسی اثرات همزمان استفاده از ال-کارنیتین و چربی بر عملکرد، پارامترهای خونی و خصوصیات لاشه مرغ گوشتی.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱-۱- کارنیتین در جیره طیور

۲-۱-۱- تاریخچه کشف ال-کارنیتین

گرچه سابقه شناخت ال-کارنیتین توسط محققان به سال ۱۹۰۵ میلادی باز می‌گردد، ولی نقش بیولوژیکی آن تا زمان مشخص شدن گروه بتا و عامل هیدروکسیل در سال ۱۹۲۷ ناشناخته باقی ماند [۹]. در سال ۱۹۵۲ فرم‌های ایزومری کارنیتین شناسایی [۱۵] و در سال ۱۹۵۵ نقش آن در متابولیسم چربی‌ها کشف شد [۲۴ و ۲۵]. در سال ۱۹۷۱ لیزین به عنوان پیش ساز سنتز کارنیتین شناخته شد [۳۲] و در سال ۱۹۷۵ وجود کارنیتین اسیل ترانسفراز در میتوکندری اثبات شد [۴۵]. سابقه استفاده از ال-کارنیتین در تغذیه طیور به سال ۱۹۵۵ بر می‌گردد [۹].

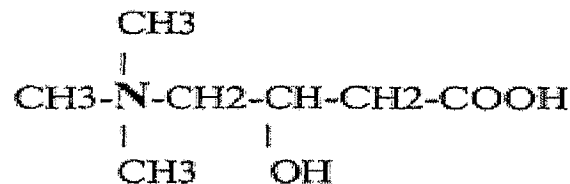
۲-۱-۲- خصوصیات شیمیایی ال-کارنیتین

ال-کارنیتین یک شبه ویتامین حامل گروه تری متیل می‌باشد که محصول طبیعی گیاهان و بافت‌های حیوانی و همچنین حاصل فعالیت برخی از میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی است [۳۵، ۳۶ و ۳۹]. این ماده به

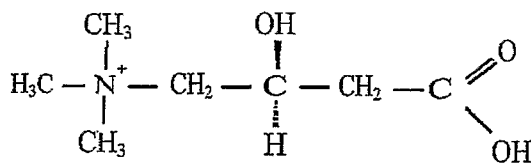
عنوان یک پل ارتباطی در نقل و انتقال چربی‌های بلند زنجیره به داخل میتو کندری عمل نموده [۱۲] و در کنار آنزیم ترانس لوکاز که مسؤول مستقیم انتقال چربی‌ها از غشای میتو کندری می باشد انتقال چربی‌ها را به درون میتو کندری تسهیل می کند. ال-کارنیتین چربی‌های با زنجیره بلند را از سیتو پلاسم به ترانس لوکاز در میتو کندری سلول تحویل می دهد تا در چرخه تولید انرژی مصرف گردند [۲۳، ۳۱ و ۵۶]. تحقیقات در سال‌های اخیر بر روی این ماده نشان داده است که ال-کارنیتین نه تنها در اکسیداسیون میتو کندریایی اسیدهای چرب موثر می باشد، بلکه در چرخه تولید انرژی کربس در میتو کندری نقش انتقال دهنده ATP به خارج از میتو کندری را هم بر عهده دارد. همچنین ال-کارنیتین می تواند به عنوان یک حامل، این مواد را به سلول‌هایی که سوخت و ساز بالاتری دارند مانند بافت عضلانی انتقال دهد [۵۶].

۳-۱-۲- ساختار شیمیایی ال-کارنیتین

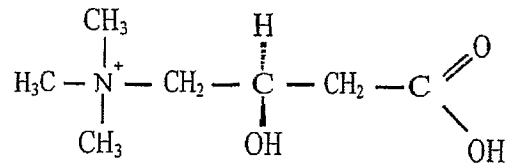
کارنیتین یا بتا هیدروکسی-گاماتری متیل آمینوبوتیرات یک آمین چهار ظرفیتی است [۹، ۴۲ و ۵۶] که جاذب الرطوبه بوده و به آسانی در آب محلول و وزن مولکولی آن ۱۶۱/۲ دالتون است [۹]. از نظر طبقه بندی مواد آلی، ال-کارنیتین جزء آمین‌ها طبقه بندی می شود. فرمول بسته کارنیتین $C_7H_{16}NO_3$ بوده و فرمول گسترده آن در شکل ۱-۲ نشان داده شده است [۱۲]. نام شیمیایی ال-کارنیتین بر اساس فرمول گسترده آن، گاما تری متیل آمینو - بتا- هیدروکسی بوتیریک اسید می باشد.



شکل ۱-۲- فرمول گسترده کارنیتین



D-Carnitine



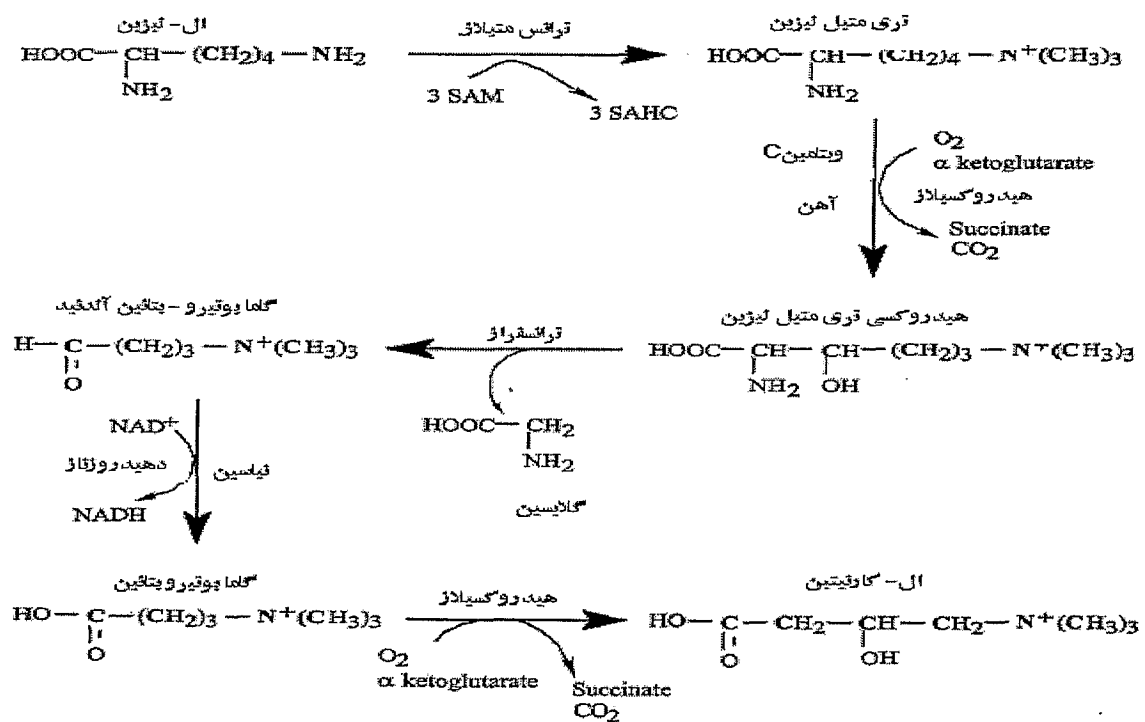
L-Carnitine

شکل ۲-۲- فرم‌های ایزومری کارنیتین

همچنان که در شکل ۲-۲ مشاهده می‌گردد کارنیتین دارای دو ایزومر ال و دی می‌باشد [۱۳، ۱۸ و ۲۳]. فرم فعال بیولوژیکی آن ال- کارنیتین بوده و به طور طبیعی در بافت‌های گیاهی و جانوری وجود دارد. فرم دی- کارنیتین در سیستم‌های بیولوژیکی وجود ندارد، ولی می‌توان آن را در آزمایشگاه سنتز نمود [۲۲].

۲-۱-۴- ساخت ال- کارنیتین

اسید آمینه تغییر شکل یافته ال- کارنیتین تقریباً در همه گونه‌های حیوانات و حتی در برخی از گونه‌های عالی گیاهی به صورت درون زادی تولید می‌شود [۲۷]. ال- کارنیتین در بدن از اسیدهای آمینه لیزین و متیونین در کلیه (گربه و انسان)، بیضه (خرگوش)، ماهیچه‌های اسکلتی (گوسفند)، مغز (انسان) و کبد (تمام حیوانات) ساخته می‌شود که مسیر ساخت آن در شکل ۲-۳ نشان داده شده است [۱۳، ۲۳ و ۵۶]. گروه متیل مورد نیاز برای ساخت ال- کارنیتین توسط متیونین و زنجیره کربنی و نیتروژن توسط ال- لیزین تامین می‌گردد [۵۶]. در ساخت درونی ال- کارنیتین علاوه بر وجود لیزین و متیونین حضور مواد دیگری از جمله نیاسین، اسید آسکوربیک، پیریدوکسین و همچنین آهن نیز ضروری می‌باشد. میزان تولید این ماده در حیوانات جوان به میزان قابل توجهی پایین‌تر از حیوانات بالغ است [۹، ۲۶، و ۴۱]. مرحله نهایی ساخت ال- کارنیتین از لیزین و متیونین اضافه شدن زنجیره بتائینی است. در جنین حیوانات به علت پایین بودن سطح بتائین و نیاسین و همچنین محدود بودن میزان لیزین و متیونین دریافتی، ال- کارنیتین به صورت ساخته شده از طریق خون مادر



شکل ۲-۳- مسیر ساخت ال-کارنیتین در بدن

و بوسیله جفت به جنین منتقل می شود. در حیوانات مختلف مکان تولید نهایی این ماده متفاوت می باشد، ولی عمدتاً در کبد و کلیه ها ساخته می شود و برای این کار وجود آنزیم گاما بوتیرو بتائین هیدروکسیلاز^۱ ضروری می باشد. در همه گونه های عالی جانوری گردش خون مسؤول مستقیم رساندن ال-کارنیتین به عضله قلب و همچنین سایر عضلات اسکلتی بدن می باشد [۵۶].

بیوسنتز ال-کارنیتین در گونه های مختلف توسط جیره، سن و حالت های هورمونی تنظیم می شود و غلظت های ال-کارنیتین بر حسب گونه، نوع بافت و حالت های تغذیه ای متفاوت می باشد [۹]. به نظر می رسد تفاوت اصلی بین گونه ها در تامین ال-کارنیتین مورد نیاز، نوع خوراک و محل ساخت درونی ال-کارنیتین در آنها

است [۱۲ و ۳۴].

ال-کارنیتین از طریق خوراکی و از روده باریک توسط مکانیسم انتقال فعال جذب شده و بسته به کارایی روده باریک، در گونه‌های مختلف جانوری در حدود ۵۰ تا ۸۰ درصد قابلیت جذب دارد. نزدیک به ۵۰ درصد از این ماده جذب شده به فرم آزاد در خون انتقال می‌یابد. مشخص شده است که یون سدیم در تعادل با یون پتاسیم در انتقال فعال ال-کارنیتین نقش به‌سزایی دارد. کارنیتین آزاد در ادرار دفع می‌شود که شکل اصلی دفعی آن تری متیل آمین اکسید است [۹ و ۵۶]. در سال‌های اخیر بعد از کشف آنزیم کارنیتین آسیل ترانسفراز در میتوکندری، نقش استرهای کارنیتین به عنوان حد واسط در اکسیداسیون اسیدهای چرب اثبات شد. از آنجایی که استرهای اسیل کوآنزیم آ اسیدهای چرب نمی‌توانند از غشاء میتوکندری بطور مستقیم عبور کنند اما بتا اکسیداسیون و متعاقب آن آزاد شدن انرژی، عموماً در میتوکندری اتفاق می‌افتد، لذا وجود کارنیتین برای انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیره از سیتوپلاسم به بخش ماتریکس میتوکندری ضروری است. کارنیتین آسیل ترانسفراز آنزیمی است که جهت انجام این مکانیسم لازم است و به دو فرم اسیل کارنیتین ترانسفراز-۱ (CAT-I) و اسیل کارنیتین ترانسفراز-۲ (CAT-II) وجود دارد [۴۵].

۲-۱-۶- منابع ال- کارنیتین

کارنیتین بطور طبیعی در میکروارگانیسم‌ها، گونه‌های مختلف گیاهان عالی و همچنین مواد اولیه غذایی با منشأ دامی وجود دارد [۳۶ و ۳۹]. منابع اصلی ال- کارنیتین در جیره شامل گوشت قرمز، فرآورده‌های طیور، ماهی و پودرهای حیوانی است به طوری که ال- کارنیتین آنها ۱۰ تا ۲۰ برابر خوراک‌های گیاهی است [۵۶]. هر چند مقدار کمی در غلات و محصولات فرعی آنها یافت شده است [۱۴ و ۵۶]، اما بخش اعظم ال-کارنیتین موجود در جیره پرندگان و حیوانات گوشتخوار از فرآورده‌های با منشأ حیوانی (جدول ۲-۱) تولید می‌شود [۹ و ۳۷]. در دام‌ها منشأ اصلی تامین ال-کارنیتین برای نوزادان شیر مادران آنها به شمار می‌آید که بعد

جدول ۲-۱- غلظت ال-کارنیتین در برخی مواد غذایی

ماده غذایی	ال- کارنیتین (میلی گرم در کیلوگرم)	ماده غذایی	ال- کارنیتین (میلی گرم در کیلوگرم)
گندم	۵	کنجاله آفتابگردان	۵
ذرت	۵	چربی حیوانی	۰
مایلو	۵	چربی گیاهی	۰
یولاف	۵	پودر ماهی	۱۲۰-۱۵۰
چاودار	۵	پودر پر	۱۲۰
سورگوم	۵	پودر خون	۱۰-۱۵
تریتیکال	۵	شیر گاو	۱۴۰
جو	۷	پودر گوشت و استخوان	۷۵-۱۵۰
کنجاله سویا	۱۵	پودر گوشت	۳۰۰-۱۰۰۰
کنجاله کتان	۲۰		
تخم پنبه	۲۰-۲۵		

از گوشت بیشترین میزان ال-کارنیتین در آن وجود دارد. دانه‌های روغنی و کنجاله‌های آنها هم از جمله منابع تامین ال-کارنیتین خوراکی برای دام و طیور به شمار می‌آیند. بعلاوه این مواد غنی از لیزین و متیونین هستند که مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت ال-کارنیتین می‌باشند [۵۶]. در طیور، زرده تخم مرغ حاوی ال-کارنیتین می‌باشد که نیاز جنین را تامین می‌کند [۵۷].

۲-۱-۲-۱-احتیاجات

هر چند در شرایط طبیعی فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای، مقدار ال-کارنیتین مورد نیاز دام و طیور توسط منابع جیره‌ای تامین می‌شود، اما تحت شرایطی از جمله استرس، بالا بودن سطح تولید، بالا بودن سطح چربی جیره [۵۴ و ۵۶] و بالا بودن درصد غلات در جیره [۱۴ و ۴۱] مخصوصاً در جیره طیور، افزودن ال-کارنیتین می‌تواند باعث بهبود مصرف انرژی و اسیدهای چرب شود [۲۹، ۹] و [۴۲].