نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۱۰، بهـار ۱۳۹۵
ص‌ص: ۱۱۵~۱۲۸

تأثیر ویتامین E و ال–کارنیتین بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی

- **محمدعلی شیرعلی**
دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
- **سمیه سالاری** (نویسنده مسئول)
دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
- **صالح طباطبایی وکیلی**
دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
- **محسن ساری**
دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
- **رحمان جهانیان**
دانشگاه صنعتی اصفهان.

تاریخ دریافت : آذر ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش : تیر ۱۳۹۴

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۶۱۳۶۵۲۴۳۵۱
Email: somayehsallary@yahoo.com

چکیده

این مطالعه، با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف ویتامین E و ال-کارنیتین بر عملکرد و برخی فراسنجه‌های خونی و ایمنی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل۳×۳ با ۳ سطح ویتامین E (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و ۳ سطح ال-کارنیتین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) انجام شد. از ابتدای هفته چهارم تنش حرارتی اعمال شد و تمام جوجه‌ها در محدوده دمایی ۳۸-۲٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فراسنجه‌های عملکردی به صورت هفته‌ای رکوردبرداری شدند. در سنین ۲۸ و ۳۵ روزگی تیتر آنتی‌بادی علیه SRBC بررسی شد. در ٤۲ روزگی، خصوصیات لاشه بررسی و خون‌گیری جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خون انجام شد. سطوح مختلف ویتامین E و ال-کارنیتین تأثیر معنی‌داری بر عملکرد در طول دوره پرورش نداشتند. مکمل نمودن ویتامین E به جیره، وزن بورس فابریسیوس را افزایش (P< ۰/۰۵) ومکمل ال- کارنیتین، درصد چربی محوطه بطنی را کاهش داد (P<۰/۰۱). مکمل نمودن ۵۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین در کیلوگرم جیره موجب افزایش تیتر آنتی‌بادی علیهSRBC طی پاسخ اولیه شد (P<۰/۰۵). افزودن ویتامین E و ال-کارنیتین به جیره غلظت تری گلیسرید سرم خون را کاهش داد. با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد که سطوح مختلف ویتامین E و ال- کارنیتین در شرایط تنش گرمایی بدون تاثیر معنی‌دار بر عملکرد، می‌تواند چربی محوطه بطنی و تری‌گلیسرید سرم خون را کاهش دهد و سبب بهبود پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی شود.

واژه‌های کلیدی: ویتامین E، ال-کارنیتین، پاسخ ایمنی، جوجه گوشتی، تنش گرمایی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 110 pp: 115-128

Effect of vitamin E and L-carnitine on growth performance, blood parameters and immune response of broiler chickens under heat stress

Mohammad Ali Shirali[1], Somayyeh Salari*[2], Saleh Tabatabayi Vakili[3], Mohsen Sari[3], and Rahman Jahanian[4]
1: Master of Science graduated student of Animal Nutrition, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khouzestan.
2*: Assistant Professor, Department of Animal Science, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khouzestan (corresponding author); Tel: +986136524351, Email: somayehsallary@yahoo.com.
3: Associate Professor, Department of Animal Science, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khouzestan.
4: Assistant Professor, Department of Animal Science, Isfahan University of Technology

Received: December 2014 **Accepted: July 2015**

This study was conducted to investigate effects of different levels of vitamin E (0, 100 and 200 mg/kg) and L-carnitine (0, 50 and 100 mg/kg) on growth performance and some blood and immune parameters of broilers under heat stress, using completely randomized design with 3×3 factorial treatment arrangement and 4 replicates pertreatment. Heat stress was induced from the beginning of forth week. Performance parameters were recorded weekly. At 28 and 35 days of age, antibody titer against SRBC was determined. At 42 days of age, blood samples were collected and carcass characteristics analysis was done. Levels of vitamin E and L-carnitine had no significant effect on performance parameters. Vitamin E increased the weight of the bursa of fabricius ($P<0.05$) and L-carnitine decreased abdominal fat percentage ($P<0.01$). L-carnitine at 50 mg/kg of diet increased antibody titer against SRBC during the primary response ($P<0.05$). Supplementing diet with vitamin E and L-carnitine just decreased serum triglyceride. According to the results of this experiment, it appears that different levels of vitamin E and L-carnitine were not effective on performance parameters but decreased abdominal fat percentage and blood triglyceride and improved immune response of chickens.

Key words: Vitamin E, L-carnitine, Immune response, Broiler chicken, Heat stress

مقدمه

تنش گرمایی نگرانی بزرگی در صنعت طیور می‌باشد زیرا که بازده غذایی، نرخ رشد، میزان مرگ و میر و دیگر صفات مهم تولیدی در طیور تحت تأثیر منفی تنش گرمایی قرار می‌گیرند (Niu و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین، تنش گرمایی باعث رهاسازی کورتیکواسترون و کاته‌کولامین‌ها شده و پراکسیداسیون لیپیدهای غشای سلولی لنفوسیت‌های B و T موجب تضعیف سیستم ایمنی گشته و کاهش عملکرد پرنده را به دنبال دارد (Spears و همکاران، ۲۰۰۳). دمای محیطی بالا منجر به تنش اکسیداتیو شده و سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی را در شرایط آزمایشگاهی تضعیف می‌کند. در این شرایط، سطوح پلاسمایی برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی دخیل در سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن کاهش یافته و نیز میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن افزایش می‌یابد. گزارش شده است که اشکال واکنش‌گر اکسیژن (ROS) همانند پراکسید هیدروژن، اثر مخربی بر رشد و متابولیسم سلول اعمال می‌کنند. در این زمینه آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند ROS را غیرفعال کنند و سلول‌ها را از آسیب اکسیداتیو محافظت نمایند (Iwagami، ۱۹۹۶). مطالعات نشان داده‌اند که جیره غنی از ویتامین E می‌تواند سیستم آنتی‌اکسیدانی را تقویت و مانع از تولید رادیکال‌های آزاد در بدن طیور شده و نیز اکسیداسیون در محصولات را کاهش دهد (Sahin and Kucuk، ۲۰۰۳). ویتامین E با حذف نمودن رادیکال‌های آزاد، از تخریب غشای فسفولیپیدی سلول و اندامک‌های سلولی محافظت می‌کند (Niu و همکاران، ۲۰۰۹). راماراو و همکاران در سال ۲۰۰۲ بیان کردند که اضافه کردن ویتامین E در فصل گرم بر محافظت غشای سلولی و تقویت سیستم ایمنی اثر دارد. به طوری که میزان مرگ‌ومیر ناشی از عفونت اشریشیاکلی با استفاده از این ویتامین در جیره غذایی به

صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد. شیهی و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که استفاده از سطوح افزایشی ویتامین E در خوراک جوجه‌های گوشتی تاثیر معنی‌داری بر وزن بدن پرندگان نداشت. یکی دیگر از ترکیبات مؤثر در زمان تنش اکسیداتیو، ال-کارنیتین (بتا هیدروکسی گاما تری متیل آمینو بوتیرات) یک شبه ویتامین محلول در آب با وزن مولکولی پایین می‌باشد که به طور طبیعی توسط میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و حیوانات ساخته می‌شود و اثرات متعددی از جمله محافظت و تنظیم غشاهای سلولی، افزایش ایمنی و نقش متابولیکی دارد (Bremer، ۱۹۸۳). یکی از شناخته‌شده‌ترین این نقش‌ها تسهیل انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیر به غشای داخلی میتوکندری برای شروع روند بتا اکسیداسیون و تولید انرژی و همچنین خارج کردن اسیدهای چرب کوتاه و متوسط زنجیر از داخل میتوکندری به منظور حفظ سطح کوآنزیم آ در میتوکندری می‌باشد (Rabie and Szilagyi، ۱۹۹۸). ال-کارنیتین علاوه بر نقش‌های متابولیکی مهم در سلول باعث تقویت سیستم ایمنی نیز می‌شود (Mast و همکاران، ۲۰۰۰).

کارنیتین همچنین قابلیت دسترسی لیپیدها برای پراکسید شدن را به کمک انتقال اسیدهای چرب به درون میتوکندری برای بتااکسیداسیون و ساخت ATP کاهش می‌دهد و اثرات آنتی‌اکسیدانی نیز دارد (Neuman و همکاران، ۲۰۰۲). اثرات آنتی‌اکسیدانی ال-کارنیتین در پلاسما، کبد و کلیه موش‌های صحرایی جوان و پیر مشاهده شده است.

در موش‌های پیری که کارنیتین دریافت کرده بودند، افزایش معنی داری در غلظت اسید آسکوربیک و ویتامین E پلاسما و همچنین در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکسید دسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز مشاهده شد و در موش‌های جوان پراکسیدهای لیپید نسبت به گروه کنترل کاهش یافت (Neuman و همکاران، ۲۰۰۲). در یک بررسی، زو و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند که استفاده از سطوح بالاتر از ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ال-کارنیتین در تغذیه جوجه‌های گوشتی باعث افزایش وزن عضله سینه و کاهش چربی محوطه بطنی شد. بنابراین با توجه به اثرات مفید آنتی‌اکسیدان‌ها در محیط‌های پرتنش پرورشی هدف از انجام این مطالعه ارزیابی استفاده توام سطوح مختلف ویتامین E و ال-کارنیتین بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های خونی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، ۳۹۶ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ به‌صورت تصادفی و به تعداد یکسان (۱۱ پرنده در هر پن) بین ۹ تیمار آزمایشی با ۴ تکرار به ازای هر تیمار توزیع شدند. تیمارهای غذایی شامل ۳ سطح ویتامین E (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) و ۳ سطح ال- کارنیتین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) بودند که در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۳ برای مدت ۴۲ روز در اختیار پرندگان قرار گرفتند. جیره غذایی مورد استفاده برای دو دوره آغازین و رشد بر اساس احتیاجات غذایی جوجه گوشتی مطابق با جداول انجمن ملی تحقیقات (NRC، ۱۹۹۴) تنظیم شد. کلیه جیره‌های مصرفی، به جز سطح ویتامین E و ال- کارنیتین، ترکیب یکسانی داشتند. مقدار انرژی متابولیسمی جیره پایه دوره آغازین ۳۰۲۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و پروتئین خام آن ۲۱/۶۴ درصد و در دوره رشد مقدار انرژی متابولیسمی جیره پایه ۳۱۱۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و پروتئین خام آن ۱۹/۴۲ درصد بود. در جیره‌های حاوی ویتامین E از مکمل ویتامینی فاقد ویتامین E استفاده شد. در طول دوره پرورش جوجه‌ها دسترسی آزادانه به آب و خوراک داشتند. در سه روز اول پرورش، جوجه‌ها تحت الگوی نور دهی ۲۴ ساعت روشنایی قرار گرفتند و پس از آن روزانه یک ساعت تاریکی در برنامه نوری آن‌ها در نظر گرفته شد. واکسیناسیون جوجه‌ها بر اساس توصیه اداره دامپزشکی منطقه اجرا گردید. برنامه دمایی در بدو ورود جوجه‌ها ۳۳ درجه سانتی‌گراد بود و پس از آن تا ابتدای هفته چهارم درجه حرارت سالن هفته‌ای ۲ درجه کاهش یافت. تنش گرمایی طبق برنامه به کار رفته در پژوهش نیو و همکاران (۲۰۰۹)، از ابتدای هفته چهارم تا پایان دوره اجرا شد. هر روز از ساعت ۹ صبح دما به مدت ۳ ساعت از ۲۴ درجه سانتی گراد به ۳۸ درجه سانتی‌گراد افزایش و ۵ ساعت در همین دما باقی

می‌ماند سپس طی ۴ ساعت دوباره به ۲۴ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یافت و ۱۲ ساعت در همین دما باقی می ماند. کلیه تغییرات دمایی در طی مدت تنش به طور دقیق ثبت گردید.

اضافه وزن و مصرف خوراک به صورت هفته‌ای بررسی و سپس ضریب تبدیل خوراک محاسبه شد. به منظور بررسی سیستم ایمنی، تزریق گلبول قرمز گوسفندی (SRBC) در روزهای ۲۸ و ۳۵ دوره پرورش انجام شد. بدین منظور یک میلی‌لیتر سوسپانسیون ۵ درصد گلبول قرمز شسته شده در بافر فسفات نمکی، از طریق ورید بال به دو قطعه جوجه در هر پن تزریق گردید. هفت روز پس از هر بار تزریق یعنی در روزهای ۳۵ و ۴۲ از همان پرنده‌ها از طریق ورید بال حدود یک میلی‌لیتر خون گرفته و سرم نمونه‌های خون جدا شد. سپس برای تعیین تیتر آنتی‌بادی علیه SRBC از روش هماگلوتیناسیون استفاده شد (Smithies and Wegmann، ۱۹۶۶). در روز پایانی آزمایش (۴۲ روزگی)، دو قطعه جوجه از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب شده و خون‌گیری از سیاهرگ بال انجام پذیرفت. نمونه‌های سرم از لحاظ غلظت گلوکز، LDL، HDL، تری گلیسرید و کلسترول، با استفاده از کیت‌های مخصوص، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. همچنین در این زمان دو قطعه پرنده از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب و پس از وزن‌کشی، کشتار شده و پس از پرکنی مورد تجزیه لاشه قرار گرفتند. فاکتورهای مورد اندازه‌گیری شامل وزن سینه، ران، چربی محوطه بطنی، کبد، پانکراس، قلب، سنگدان، طحال، تیموس و بورس فابریسیوس بودند. وزن این اندام‌ها به صورت درصدی از وزن زنده محاسبه شد.

کلیه داده‌های به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۱۹۹۹) و با استفاده از رویه آماری GLM و در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۳ مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند.

مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی نیز با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

اثرات سطوح مختلف ویتامین E و ال- کارنیتین در جیره بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی در جدول ۱ نشان داده شده است.

در بررسی اثرات اصلی، مصرف ویتامین E و ال کارنتین تأثیر معنی‌داری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی نداشت و داده‌های آن گزارش نشده است. همچنین اثر متقابل معنی‌داری بین سطوح مختلف ویتامین E و ال- کارنیتین بر عملکرد در دوره‌های مختلف پرورش مشاهده نگردید. تنها اضافه وزن جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین معنی‌دار شد. به‌طوری‌که، در عدم حضور ویتامین E، با افزایش سطح ال-کارنیتین در جیره شاخص وزن به‌لحاظ عددی افزایش یافت اما در حضور ویتامین E و در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، با افزایش سطح ال-کارنیتین در جیره، وزن جوجه‌های گوشتی به طور معنی‌داری افزایش و در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف ال-کارنیتین دیده نشد هرچند که بیش‌ترین افزایش وزن بدن، مربوط به سطح ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و ۱۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در کیلوگرم خوراک بود ($P<۰/۰۵$).

نتایج مربوط به اثر سطوح مختلف ویتامین E و ال- کارنیتین در جیره بر وزن نسبی اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی تحت تنش حرارتی در جدول ۲ ارائه شده است.

همان‌طور که در جدول ۲ قابل مشاهده است، در بررسی اثرات اصلی، سطوح مختلف ویتامین E و ال- کارنیتین موجب تغییر معنی‌دار وزن نسبی اجزای لاشه نشد و تنها مصرف ال-کارنیتین میزان چربی محوطه بطنی را به شکل معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد ($P<۰/۰۱$). علاوه بر این، اثر متقابلی نیز بین ویتامین E و ال- کارنیتین در کاهش چربی محوطه بطنی مشاهده گردید ($P<۰/۰۱$)، به طوری که سطح ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و ۱۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در کیلوگرم جیره بیش‌ترین کاهش چربی محوطه بطنی را در برداشت.

جدول ۱- اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی در دوره‌های مختلف پرورش

سطح ویتامین E (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	سطح ال-کارنیتین (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	خوراک مصرفی (گرم در روز به ازای هر پرنده)			افزایش وزن (گرم در روز به ازای هر پرنده)			ضریب تبدیل غذایی		
		۱-۲۱ روزگی	۲۲-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی	۱-۲۱ روزگی	۲۲-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی	۱-۲۱ روزگی	۲۲-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی
۰	۰	۴۸/۶۱	۱۲۹/۶۱	۸۹/۱۱	۳۰/۱۲^{abc}	۵۷/۱۳	۴۳/۶۲	۱/۶۱	۲/۲۷	۲/۰۴
	۵۰	۴۶/۶۱	۱۳۳/۲۲	۸۹/۹۱	۲۸/۷۲^{c}	۵۸/۲۰	۴۳/۴۶	۱/۶۲	۲/۲۹	۲/۰۶
	۱۰۰	۴۶/۶۰	۱۲۵/۲۷	۸۵/۹۳	۲۹/۳۷^{abc}	۵۶/۵۵	۴۲/۹۶	۱/۵۸	۲/۲۱	۲/۰۰
۱۰۰	۰	۴۶/۱۱	۱۳۱/۴۱	۸۸/۷۶	۲۸/۸۸^{bc}	۵۷/۰۷	۴۲/۹۷	۱/۶۰	۲/۳۰	۲/۰۶
	۵۰	۴۸/۸۷	۱۳۱/۵۴	۹۰/۲۰	۳۰/۸۷^{abc}	۵۷/۷۷	۴۴/۳۲	۱/۵۸	۲/۲۸	۲/۰۴
	۱۰۰	۴۷/۱۶	۱۲۲/۸۷	۸۵/۰۱	۳۲/۲۱^{a}	۵۴/۱۹	۴۳/۲۰	۱/۴۶	۲/۲۷	۱/۹۷
۲۰۰	۰	۴۶/۹۹	۱۳۰/۴۰	۸۸/۷۰	۳۱/۷۱^{ab}	۵۷/۷۹	۴۴/۷۵	۱/۴۸	۲/۲۵	۱/۹۹
	۵۰	۴۸/۰۹	۱۳۵/۶۲	۹۱/۸۵	۳۰/۴۸^{abc}	۵۷/۹۱	۴۴/۱۹	۱/۵۸	۲/۳۴	۲/۱۳
	۱۰۰	۴۶/۱۵	۱۲۶/۰۵	۸۶/۱۰	۳۰/۲۷^{abc}	۵۴/۶۱	۴۲/۴۴	۱/۵۲	۲/۳۱	۲/۰۳
خطای استاندارد میانگین		۱/۵۰	۴/۳۳	۲/۴۲	۰/۹۹	۲/۲۱	۱/۲۵	۰/۰۴۱	۰/۰۸۲	۰/۰۵۲
سطح احتمال										
ویتامین E ×ال-کارنیتین		۰/۶۱۸۵	۰/۹۷۶۵	۰/۹۶۳	۰/۰۳۵	۰/۵۳۸۶	۰/۱۰۵	۰/۲۰۰۵	۰/۱۷۳	۰/۰۹۷

^{a,b}در هر ستون اعدادی که دارای حروف متفاوت هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

تأثیر سطوح مختلف ویتامین E و ال – کارنیتین بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی در جدول ۳ آورده شده است. در بررسی اثرات اصلی، وزن نسبی بورس فابریسیوس جوجه‌ها در سن ۴۲ روزگی تحت تأثیر تیمارهای با سطوح مختلف ویتامین E قرار گرفت (P<۰/۰۵) به طوری که افزایش سطح ویتامین E سبب افزایش وزن نسبی بورس فابریسیوس شد، اما بر وزن نسبی غدد تیموس و طحال تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین، سطوح مختلف ال- کارنیتین نیز بر هیچ کدام از اندام‌های لنفاوی تیموس، طحال و بورس فابریسیوس اثر معنی‌داری نداشتند. اثر متقابل ویتامین E و ال-کارنیتین نیز در رابطه با وزن اندام‌های لنفاوی معنی‌دار نشد.

در بررسی اثرات اصلی، استفاده از ویتامین E در جیره تغییری در میزان تیتر آنتی‌بادی در برابر SRBC در شرایط تنش گرمایی نسبت به گروه شاهد ایجاد نکرد اما مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ال-کارنیتین باعث افزایش معنی‌دار تیتر آنتی‌بادی در برابر SRBC در طی پاسخ اولیه شد (P<۰/۰۵)، اما تأثیر معنی‌داری بر پاسخ ثانویه تولید آنتی بادی در برابرSRBC نداشت. اثرات متقابل ویتامین E و ال-کارنیتین نیز بر تیتر آنتی بادی بر علیه SRBC معنی دار نشد.

داده‌های حاصل از افزودن سطوح مختلف ویتامین E و ال – کارنیتین بر غلظت برخی از فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی تحت تنش حرارتی در جدول ۴ ارائه شده است. در اثرات اصلی، استفاده از سطوح مختلف ویتامین E و ال – کارنیتین در جیره تأثیر معنی‌داری بر غلظت گلوکز، کلسترول، HDL و LDL سرم خون جوجه‌های گوشتی نداشت. مکمل کردن جیره با ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E باعث کاهش معنی‌دار تری‌گلیسرید سرم خون جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی شد (P<۰/۰۰۱). همچنین، افزودن ال-کارنیتین در سطح ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره باعث کاهش معنی‌دار تری گلیسرید سرم خون شد (P<۰/۰۵). اثر متقابل ویتامین E و ال- کارنیتین بر غلظت فراسنجه‌های لیپیدی خون تاثیر معنی داری نداشت (P>۰/۰۵) که داده‌های آن گزارش نشده است.

جدول ۲- تأثیر سطوح مختلف ویتامین E و ال- کارنیتین بر وزن نسبی اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی (برحسب درصدی از وزن زنده پرنده)

سطح ویتامین E (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	سطح ال-کارنیتین (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	سینه	ران	چربی محوطه بطنی	کبد	سنگدان	پانکراس
اثرات متقابل							
۰	۰	۲۲/۷۶	۲۰/۰۹	۱/۴۴^{a}	۲/۴۵	۲/۶۶	۰/۲۶
	۵۰	۲۳/۳۳	۲۰/۳۷	۰/۷۵^{d}	۲/۳۳	۲/۵۴	۰/۲۹
	۱۰۰	۲۴/۵۸	۲۰/۹۱	۰/۸۶^{cd}	۲/۲۵	۲/۶۷	۰/۲۹
۱۰۰	۰	۲۳/۸۸	۲۰/۷۳	۱/۲۵^{abc}	۲/۲۸	۲/۵۹	۰/۲۹
	۵۰	۲۴/۰۴	۲۰/۶۳	۰/۷۷^{d}	۲/۱۰	۲/۷۳	۰/۲۸
	۱۰۰	۲۵/۴۶	۲۰/۸۵	۱/۲۷^{ab}	۲/۲۴	۲/۵۰	۰/۲۸
۲۰۰	۰	۲۳/۹۸	۲۰/۳۶	۰/۹۳^{bcd}	۲/۴۹	۲/۶۲	۰/۳۰
	۵۰	۲۵/۱۰	۲۱/۰۷	۰/۹۷^{bcd}	۲/۳۰	۲/۵۴	۰/۲۸
	۱۰۰	۲۴/۱۸	۲۱/۵۷	۰/۶۴^{d}	۲/۳۴	۲/۵۶	۰/۲۹
اثرات ساده							
سطح ویتامین E	۰	۲۳/۴۷	۲۰/۴۶	۱/۰۲	۲/۳۴	۲/۶۲	۰/۲۸
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۰۰	۲۴/۴۶	۲۰/۷۴	۱/۱۰	۲/۲۱	۲/۶۱	۰/۲۸
	۲۰۰	۲۴/۴۲	۲۱/۰۰	۰/۸۴	۲/۳۸	۲/۵۷	۰/۲۹
سطح ال-کارنیتین	۰	۲۳/۵۴	۲۰/۳۹	۱/۲۰ ^{a}	۲/۴۰	۲/۶۲	۰/۲۸
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵۰	۲۴/۱۵	۲۰/۶۹	۰/۸۳ ^{b}	۲/۲۴	۲/۶۰	۰/۲۹
	۱۰۰	۲۴/۷۵	۲۱/۱۱	۰/۹۲ ^{b}	۲/۲۸	۲/۵۸	۰/۲۹
خطای استاندارد میانگین		۰/۷۸۰	۰/۴۹۹	۰/۱۲۱	۰/۳۰۴	۰/۱۳۲	۰/۰۱۹
سطح احتمال							
ویتامین E		۰/۳۲۲	۰/۴۲۱	۰/۰۵۰	۰/۰۹۲	۰/۹۱۰	۰/۹۲۱
ال-کارنیتین		۰/۲۰۷	۰/۲۲۸	۰/۰۰۲	۰/۱۱۸	۰/۹۰۳	۰/۹۰۱
ویتامین E ×ال-کارنیتین		۰/۵۸۹	۰/۸۵۳	۰/۰۰۶	۰/۸۳۵	۰/۷۰۰	۰/۸۲۰

^{a,b}در هر ستون اعدادی که دارای حروف متفاوت هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۳ - تأثیر سطوح مختلف ویتامین E و ال- کارنیتین بر وزن نسبی اندام‌های ایمنی (درصدی از وزن زنده) در ۴۲ روزگی و تیتر آنتی بادی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی

سطح ویتامین E (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	سطح ال-کارنیتین (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	تیموس	طحال	بورس فابریسیوس	تیتر آنتی‌بادی سرم در برابر SRBC (Log_2)	
					در ۳۵ روزگی	در ۴۲ روزگی
اثرات متقابل						
۰	۰	۰/۲۵۶	۰/۱۴۰	۰/۰۵۸	۲/۷۵	۳/۷۵
	۵۰	۰/۲۳۸	۰/۱۲۳	۰/۰۶۵	۳/۳۷	۴/۱۲
	۱۰۰	۰/۱۹۲	۰/۱۱۳	۰/۰۵۶	۲/۶۲	۴/۱۲
۱۰۰	۰	۰/۲۴۸	۰/۱۰۷	۰/۰۶۴	۳/۲۵	۴/۳۷
	۵۰	۰/۱۹۱	۰/۱۳۳	۰/۰۷۲	۳/۸۷	۳/۸۷
	۱۰۰	۰/۱۹۳	۰/۱۰۶	۰/۰۶۹	۳/۳۷	۴/۵۰
۲۰۰	۰	۰/۲۰۵	۰/۱۴۱	۰/۰۷۷	۳/۰۰	۳/۵۰
	۵۰	۰/۲۲۵	۰/۱۲۹	۰/۰۷۳	۳/۵۰	۳/۳۷
	۱۰۰	۰/۲۰۹	۰/۱۲۴	۰/۰۸۵	۲/۳۷	۳/۸۷
اثرات ساده						
سطح ویتامین E	۰	۰/۲۲۹	۰/۱۲۵	۰/۰۶۰ ^{b}	۲/۹۲	۴/۰۰
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۰۰	۰/۲۱۱	۰/۱۱۵	۰/۰۶۸ ^{ab}	۳/۵۰	۴/۲۵
	۲۰۰	۰/۲۱۳	۰/۱۳۱	۰/۰۷۸ ^{a}	۲/۹۶	۳/۵۸
سطح ال-کارنیتین	۰	۰/۲۳۶	۰/۱۲۹	۰/۰۶۷	۳/۰۰ ^{b}	۳/۸۷
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵۰	۰/۲۱۸	۰/۱۲۸	۰/۰۷۰	۳/۵۸ ^{a}	۳/۷۹
	۱۰۰	۰/۰۱۹	۰/۱۱۵	۰/۰۷۰	۲/۷۹ ^{b}	۴/۱۷
خطای استاندارد میانگین		۰/۰۲۵	۰/۰۱۰	۰/۰۰۷	۰/۳۳۹	۰/۳۷۷
سطح احتمال						
ویتامین E		۰/۶۴۴	۰/۱۵۶	۰/۰۳۱	۰/۰۸۱	۰/۱۱۰
ال-کارنیتین		۰/۱۹۷	۰/۱۴۵	۰/۸۲۵	۰/۰۲۲	۰/۴۵۲
ویتامین E ×ال-کارنیتین		۰/۴۷۴	۰/۲۶۴	۰/۷۲۴	۰/۸۳۳	۰/۸۲۲

^{a,b} در هر ستون اعدادی که دارای حروف متفاوت هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P<۰/۰۵$).

جدول ٤- تأثیر سطوح مختلف ویتامین E و ال- کارنیتین برغلظت برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی در ٤٢ روزگی (میلی‌گرم/ دسی لیتر)

سطح ویتامین E (میلی گرم بر کیلوگرم)	گلوکز	تری گلیسرید	کلسترول	LDL	HDL
۰	۲۴۶/۶۷	۶۷/۸۲ [a]	۱۰۴/۰۰	۲۱/۳۶	۷۶/۷۴
۱۰۰	۲۴۸/۷۵	۵۰/۸۰ [b]	۹۷/۸۳	۱۹/۵۹	۷۳/۹۲
۲۰۰	۲۷۰/۸۰	۶۳/۱۸ [a]	۱۰۰/۳۳	۲۰/۰۸	۷۷/۶۲
سطح ال-کارنیتین (میلی‌گرم بر کیلوگرم)					
۰	۲۳۸/۴۲	۶۶/۱۷ [a]	۱۰۴/۸۳	۲۰/۴۴	۷۸/۴۳
۵۰	۲۸۸/۱۷	۵۴/۱۷ [b]	۱۰۰/۱۷	۲۰/۰۱	۷۴/۴۱
۱۰۰	۲۳۸/۹۲	۶۱/۴۷ [ab]	۹۷/۱۷	۲۰/۵۷	۷۵/۴۳
خطای استاندارد میانگین	۲۸/۴۶	۵/۰۳	۴/۷۹	۱/۹۵	۴/۱۹
سطح احتمال					
ویتامین E	۰/۵۴۴	<۰/۰۱	۰/۳۰۱	۰/۵۲۷	۰/۵۳۵
ال-کارنیتین	۰/۰۶۵	۰/۰۲۳	۰/۱۶۲	۰/۹۳۴	۰/۴۸۳
ویتامین E × ال-کارنیتین	۰/۴۵۰	۰/۷۴۵	۰/۷۵۰	۰/۴۰۷	۰/۸۷۶

[a,b] در هر ستون اعدادی که دارای حروف متفاوت هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

بحث

نتایج این تحقیق در خصوص تأثیر ویتامین E بر مصرف خوراک موافق با نتایج نیو و همکاران در سال ۲۰۰۹ می‌باشد. آن‌ها گزارش کردند که استفاده از ویتامین E (۱۰۰ یا ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در جیره جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی تأثیری بر خوراک مصرفی نداشت. علاوه بر این، محیطی اصل و همکاران در سال ۲۰۰۷ بیان کردند که افزودن ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E در کیلوگرم جیره تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک روزانه مرغ‌های تخم‌گذار تحت تنش گرمایی نداشت. هم‌چنین، نتایج مطالعه گوو و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که افزودن سطوح ۵، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم آلفا توکوفرول استات در کیلوگرم خوراک به جیره پایه حاوی ۱۳ میلی‌گرم آلفا توکوفرول استات اختلاف معنی‌داری را در میزان مصرف خوراک ایجاد نکرد. سوویک در سال ۱۹۹۸ نشان داد که در شرایط تنش گرمایی ویتامین E اضافه شده به جیره جوجه‌ها، اثری بر میزان مصرف خوراک در مراحل پایانی نداشت و بیان نمودند که ویتامین E شاید به دلیل دارا بودن اثر آنتی‌اکسیدانی در بدن در جهت محافظت از بافت‌های مختلف در برابر خسارت اکسیداتیو استفاده شده و بدین ترتیب اثری بر میزان خوراک مصرفی نداشته است.

در ارتباط با اثرات مکمل ال- کارنیتین بر خوراک مصرفی، نتایج این مطالعه همسو با نتایج لین و هورنگ در سال ۲۰۰۱، زو و همکاران در سال ۲۰۰۳ و سلیک و ازتورکان در سال ۲۰۰۳ می‌باشد.

آن‌ها گزارش کردند که افزودن ال-کارنیتین به جیره جوجه‌های گوشتی تأثیری بر مصرف خوراک نداشت.

میانگین افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی تحت تنش حرارتی در کل دوره پرورش، با افزودن مکمل ویتامین E به خوراک اثر معنی‌داری نداشت. موافق با این نتیجه، نیو و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز مشاهده کردند که افزودن ۱۰۰ یا ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ویتامین E به جیره جوجه‌های گوشتی تحت تنش حرارتی اثر معنی‌داری را بر وزن بدن ندارد. همچنین قیصری و همکاران در سال ۱۳۸۲ نشان دادند که استفاده از ویتامین E در شرایط تنش گرمایی تأثیر معنی‌داری بر میانگین مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در کل دوره پرورش در جوجه‌های گوشتی نداشت.

در ارتباط با کارنیتین، گزارشات بسیاری حاکی از عدم تأثیر آن بر افزایش وزن می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان به گزارشات لین و هورنگ در سال ۲۰۰۱ و زو و همکاران در سال ۲۰۰۳ بر جوجه‌های گوشتی، اشاره کرد.

علاوه بر این سلیک و ازتورکان در سال ۲۰۰۳ مشاهده کردند که مصرف ۵۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در هر کیلوگرم جیره تأثیری بر اضافه وزن جوجه‌ها در شرایط تنش گرمایی نداشت. علی‌رغم این، گزارشاتی نیز مبنی بر افزایش وزن در اثر مصرف کارنیتین وجود دارد. کیتا و همکاران در سال ۲۰۰۲ مشاهده کردند که استفاده از ال- کارنیتین (۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) به‌طور معنی‌داری وزن بدن جوجه‌های گوشتی را افزایش می‌دهد. همچنین سلگ و همکاران در سال ۲۰۰۳ بیان کردند که مصرف ۵۰ میلی‌گرم در لیتر آب ال- کارنیتین سبب بهبود اضافه وزن جوجه‌ها در سه هفته آغازین پرورش شد اما در سه هفته آخر تأثیری بر افزایش وزن بدن نداشت. دلایل متعددی برای دریافت پاسخ‌های متفاوت به تأثیر ال- کارنیتین وجود دارد. برای مثال کیفیت ال- کارنیتین مصرفی، مقدار ال- کارنیتین به کار رفته در آزمایش، ترکیب جیره پایه، زمان انجام آزمایش، سطح انرژی قابل متابولیسم و پروتئین جیره، سطح لیزین و متیونین جیره، شرایط فیزیولوژیکی پرنده، عوامل محیطی و مدیریتی، جنس و نژاد ازجمله مواردی هستند که می‌توانند موجب بروز این تناقضات در آزمایشات مختلف شده باشد (Sarica و همکاران، ۲۰۰۷). شاید بتوان دلیل عدم معنی‌داری اعمال تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی را به سطح پایین استفاده از ویتامین E و ال-کارنیتین ربط داد که نتوانستند در شرایط تنش گرمایی سبب بهبود وزن شوند اما در دوره آغازین که پرنده در شرایط دمایی نرمال قرار دارد سبب بهبود وزن شده‌اند. اما نکته قابل تامل اینست که با وجود اینکه پرندگان از روز ۲۲ تا پایان آزمایش تحت تنش گرمایی قرار داشتند اما اثر منفی در دوره رشد و نیز کل دوره بر شاخص وزن آن‌ها دیده نمی شود که این از اثرات مثبت کاربرد این دو مکمل در جیره جوجه‌های گوشتی است.

در رابطه با تأثیر ویتامین E بر ضریب تبدیل غذایی نتایج این مطالعه مطابق با نتایج کوتزی و هافمن در سال ۲۰۰۱ می‌باشد. این محققین بیان کردند که افزودن سطوح مختلف ویتامین E به جیره (۲۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) تأثیری بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی نداشت. گو و همکاران در سال ۲۰۰۱ بیان کردند که افزودن سطوح ۵، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم آلفا توکوفرول در کیلوگرم خوراک به جیره پایه حاوی ۱۳ میلی‌گرم آلفا توکوفرول، اختلاف معنی‌داری را در ضریب تبدیل خوراک ایجاد نکرد. همچنین محیطی اصل و همکاران در سال ۲۰۰۷ مشاهده کردند که افزودن ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E در کیلوگرم جیره تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی مرغ‌های تخم‌گذار تحت تنش گرمایی نداشت. البته نیو و همکاران در سال ۲۰۰۹ بیان کردند که افزودن ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E به جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی گردید.

در ارتباط با اثرات مکمل ال- کارنیتین بر ضریب تبدیل خوراک، نتایج این مطالعه در کل دوره پرورش مطابق با نتایج لین و هورنگ در سال ۲۰۰۱، زو و همکاران در سال ۲۰۰۳ و وانگ و همکاران در سال ۲۰۱۳ بود که نشان دادند ال-کارنیتین بر ضریب خوراک بی‌تأثیر می‌باشد. همچنین سلیک و ازتورکان در سال ۲۰۰۳ تأثیر معنی‌داری را بر ضریب تبدیل غذایی در اثر مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ال- کارنیتین در شرایط دمایی بالا در جوجه‌های

گوشتی مشاهده نکردند. در مورد تأثیرگذاری ویتامین E بر خصوصیات لاشه، نتایج این تحقیق، همسو با گزارش قیصری و همکاران (۱۳۸۲) می‌باشد. آن‌ها بیان کردند که افزودن ۲۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E به جیره جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری بر راندمان لاشه و درصد چربی محوطه بطنی در شرایط تنش گرمایی نداشت. در رابطه با تغییرات خصوصیات لاشه در استفاده از مکمل ال- کارنیتین، نتایج این مطالعه، موافق با نتایج ربیعی و زیلاغی در سال ۱۹۹۸ می‌باشد. آن‌ها گزارش کردند که افزودن ۵۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در کیلوگرم جیره سبب کاهش مقدار و درصد چربی محوطه بطنی جوجه‌های گوشتی گردید. در مطالعه حاضر نیز درصد چربی حفره بطنی با افزایش سطح ال-کارنیتین در جیره کاهش یافت. همچنین زو و همکاران در سال ۲۰۰۳ مشاهده کردند که با افزایش سطوح بیش از ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ال- کارنیتین در جیره جوجه‌های گوشتی، میزان چربی محوطه بطنی کاهش و ماهیچه سینه و چربی خام عضله افزایش می‌یابد. ال- کارنیتین نقش مهمی در فرآیند بتا اکسیداسیون از طریق تسهیل انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیر از غشای داخلی میتوکندری برای شروع روند بتا اکسیداسیون و درنتیجه تولید ATP دارد که درنتیجه قابلیت دسترسی اسیدهای چرب برای استریفیه شدن و تشکیل تری گلیسرید را کاهش می‌دهد. این موضوع می‌تواند دلیل مهمی برای کاهش چربی محوطه بطنی باشد (Rabie and Szilagyi، ۱۹۹۸). با توجه به مطالب ذکر شده می توان این‌گونه جمع‌بندی نمود که چون ویتامین E و ال-کارنیتین هر دو سبب کاهش چربی حفره بطنی می‌شوند شاید دلیل کاهش بیشتر در این شاخص در سطوح بالای استفاده از این دو مکمل، استفاده توام آن‌ها باشد که توانستند چربی حفره بطنی را به طور معنی‌داری کاهش دهند.

در رابطه با تأثیر ویتامین E بر وزن اندام های لنفوئیدی، رشیدی و همکاران در سال ۲۰۱۰ گزارش کردند که دمای محیطی بالا، سبب کاهش وزن بورس فابریسیوس و طحال، کاهش پاسخ‌های ایمنی سلولی و همورال و افزایش نسبت هتروفیل به لنفوسیت جوجه‌های گوشتی گردید. هم‌چنین، این محققین مشاهده کردند که اضافه کردن ۱۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E به جیره حاوی روغن ماهی باعث افزایش وزن بورس فابریسیوس و طحال، کاهش نسبت هتروفیل به لنفوسیت و بهبود پاسخ‌های ایمنی سلولی و همورال در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی شد که با نتیجه این پژوهش در مورد افزایش وزن نسبی بورس فابرسیوس در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E همخوانی دارد. در واقع در این پژوهش ویتامین E نه تنها سبب کاهش وزن بورس در شرایط تنش گرمایی نشده بلکه وزن این ارگان لنفی را افزایش داده است. نیو و همکاران در سال ۲۰۰۹ مشاهده کردند که در شرایط تنش گرمایی وزن اندام‌های لنفوئیدی کاهش می‌یابد اما مصرف ویتامین E در شرایط تنش گرمایی تأثیری بر وزن اندام‌های لنفی جوجه‌های گوشتی نداشت.

افزودن ال-کارنیتین به جیره مرغ‌های تخم‌گذار لگهورن بر وزن نسبی اندام‌های لنفوئیدی طحال و بورس فابریسیوس تأثیر معنی‌داری نداشت (Deng و همکاران، ۲۰۰۶).

نتایج حاصله از این تحقیق در رابطه با تأثیر ویتامین E بر پاسخ ایمنی با گزارش ارف و بتجی در سال ۱۹۹۶ مطابقت دارد. این محققین با استفاده از سطوح صفر، ۱۰۰۰۰، ۵۰۰۰۰، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی آلفاتوکوفرول در تن مشاهده کردند که میزان تولید آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق گلبول‌های قرمز خون گوسفندی (SRBC) تحت تأثیر ویتامین E جیره قرار نگرفت. علاوه بر این لشنیسکی و کلاشینگ در سال ۲۰۰۱ مشاهده کردند که سطوح بالای ویتامین E می‌تواند یک اثر کاهنده بر عملکرد سلول T و یا تعداد این سلول‌ها داشته باشد. درباره مکانیسم این اثرات این محققین بیان کردند که غلظت‌های بالای ویتامین E می‌تواند به عنوان یک پیش اکسیدان عمل کرده و به نظر می‌رسد این مسئله باعث افزایش تشکیل رادیکال‌های آزاد در مخزن سیتوزولی در زمان استفاده از سطوح بالای ویتامین E و در نتیجه تأثیر سوء آن‌ها بر پاسخ لکوسیت‌ها خواهد شد. در رابطه با پاسخ ایمنی در اثر افزودن ال- کارنیتین به جیره دنگ و همکاران در سال ۲۰۰۶ نشان دادند که افزودن ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در کیلوگرم جیره جوجه‌های نژاد تخم‌گذار بالاترین تیتر آنتی‌بادی اولیه را علیه

گلبول قرمز گوسفندی در هفته دوازدهم داشت اما ایمنی سلولی جوجه‌ها تحت تأثیر افزودن ۱۰۰ و یا ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال- کارنیتین به جیره قرار نگرفت. علاوه بر این، آزادمنش و جهانیان در سال ۲۰۱۴ مشاهده کردند افزودن کارنیتین و کولین به جیره جوجه‌های گوشتی با سطوح مختلف انرژی تأثیری بر تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس بیماری نیوکاسل و برونشیت نداشت. در این پژوهش نیز تیتر اولیه SRBC در سطح ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ال-کارنتین بالاترین بود. مکانیسم اثرات ایمنی ال-کارنیتین در حیوانات به خوبی مشخص نیست اما بهبود متابولیسم لیپیدها و افزایش ترشح هورمون‌هایی مثل انسولین، فاکتور ۱ رشد شبه انسولین (IGF-I) و تری یدوتایرونین (T_3) ممکن است در این نقش مؤثر باشند، به خصوص که بیشتر لیپیدها و هورمون‌ها تحریک کننده سیستم ایمنی هستند. همچنین کارنیتین به مقدار زیادی در لنفوسیت‌ها وجود داشته و موجب مهار مرگ سلولی لنفوسیت‌ها می‌شود (Deng و همکاران، ۲۰۰۶). در رابطه با کاهش تری‌گلیسرید خون در اثر استفاده از ویتامین E، نتایج این پژوهش موافق با نتایج ساهین و همکاران در سال ۲۰۰۲ می‌باشد. آن‌ها بیان کردند که مصرف سطوح مختلف ویتامین E (۶۲/۵، ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) سبب کاهش غلظت تری‌گلیسرید، کلسترول، اسید اوریک و گلوکز سرم خون جوجه‌های گوشتی در شرایط دمایی بالا گردید. رشیدی و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که افزودن ویتامین E (۱۰۰ واحد بین‌المللی) به جیره حاوی روغن ماهی باعث کاهش معنی‌دار تری‌گلیسرید، کلسترول، مالون دی آلدئید (MDA) و گلوکز سرم خون جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی می‌شود که با یافته های این پژوهش در مورد غلظت تری‌گلیسرید مطابقت دارد. تنش گرمایی موجب افزایش درصد هماتوکریت، تری گلیسرید، کلسترول، گلوکز و MDA سرم خون جوجه‌های گوشتی شد. دمای محیطی بالا، کاهش مصرف خوراک را در جوجه‌های گوشتی به دنبال دارد و جوجه‌ها انرژی مورد نیاز خود را به وسیله لیپولیز کردن لیپیدهای بدن به دست می‌آورند که این امر سبب افزایش کلسترول و تری‌گلیسرید پلاسما می‌شود. از طرف دیگر افزودن آنتی‌اکسیدان به جیره حاوی روغن ماهی سبب کاهش لیپولیز و پراکسیداسیون می‌شود (رشیدی و همکاران، ۲۰۱۰). در ارتباط با تغییرات مؤلفه‌های خونی در استفاده از مکمل ال- کارنیتین، نتایج این تحقیق همسو با نتایج لین و هورنگ در سال ۲۰۰۱ می‌باشد. این محققین نشان دادند که میزان تری گلیسرید (TG) و اسیدهای چرب غیر استریفیه (NEFA)[1] سرم خون جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ال- کارنیتین نسبت به گروه شاهد کاهش یافت. همچنین آن‌ها بیان کردند که ال- کارنیتین تأثیر معنی‌داری برغلظت کلسترول، فسفولیپیدها و لیپوپروتئین سرم نداشت. ژانگ و همکاران در سال ۲۰۱۰ در مطالعه بر روی جوجه گوشتی بیان کردند که استفاده از ال- کارنیتین (۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) سبب کاهش مقدار تری گلیسرید سرم خون می‌شود. در بررسی حاضر سطح تری گلیسرید خون جوجه-های تغذیه شده با ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم ال- کارنیتین در خوراک کاهش یافت. کاهش مقدار تری گلیسرید خون پرندگان تغذیه شده با مکمل ال- کارنیتین می‌تواند به دلیل افزایش کاتابولیسم اسیدهای چرب باشد. با افزایش ظرفیت انتقال اسیدهای چرب به غشاء داخلی میتوکندری، سطح تری گلیسرید خون کاهش می‌یابد. تغذیه کارنیتین فعالیت لیپاز را افزایش و لیپوپروتئین لیپاز را کاهش می‌دهد و از این طریق منجر به افزایش مقدار اسیدهای چرب خون به وسیله تسریع هیدرولیز تری گلیسرید به گلیسرول و اسیدهای چرب می‌شود، در حالی که مقدار تری‌گلیسرید خون را کاهش می‌دهد (Zhang و همکاران، ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری

از نتایج این مطالعه چنین استنتاج می‌شود که سطوح مختلف ویتامین E و ال- کارنیتین در شرایط تنش گرمایی می‌تواند چربی محوطه بطنی و تری گلیسرید سرم خون را کاهش داده و باعث بهبود پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی شود اما تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی ندارد. توصیه می‌شود مطالعات بیشتری در زمینه کاربرد توام این دو مکمل در شرایط تنش و مقایسه آن با شرایط دمایی معمول پرورشی در جوجه‌های گوشتی انجام شود.

[1] -Non Esterified Fatty Acid

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از معاونت پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان به‌خاطر حمایت‌های مالی جهت انجام این تحقیق تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

Azadmanesh, V. and Jahanian, R. (2014). Effect of supplemental lipotropic factors on performance, immune responses, serum metabolites and liver health in broiler chicks fed on high-energy diets. *Animal Feed Science and Technology*. 195: 92-100.

Bremer, J. (1983). Carnitine metabolism and functions. *Physiology Review*. 63(4):1420-1480.

Celgk, L., Ozturkcan, O., Gnal, T.C., Canacankatan, N. and Kayrin, L. (2003). Effects of L-carnitine and niacin supplied by drinking water on fattening performance, carcass quality and plasma L-carnitine concenteration of broiler chicks. *Archive Animal Nutrition*. 57: 127 - 136.

Celik, L. and Ozturkcan, O. (2003). Effects of dietary supplemental L-carnitine and Ascorbic acid on performance, carcass composition and plasma L-carnitine concentration of broiler chicks reared under different temperature. *Archive Animal Nutrition*. 57: 27- 38.

Coetzee, G. and Haffman, L. (2001). Effect of dietary vitamin E on the performance of broilers and quality of broiler meat during refrigerated and frozen storage. *South African Journal of Animal Science*. 31: 161-175.

Deng, K., Wong, C.W. and Nolan, J.V. (2006). Long term effects of early life dietary L-carnition on lymphoid organs and immune responses in Leghorn- type chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 90: 81-86.

Erf, G.F. and Battje, W.G. (1996). Nutrition and immune function in chickens: Benefits of dietary vitamin E supplementation. In: Proceedings of the Arkansas Nutrition Conference. pp: 113-130.

Geisari, A., Sami, A. and Pourreza, J. (2002). Effects of different levels of vitamine C, E and lipid on performance and mortality of broiler chicks under heat stress. *Journal of Veterinary Research.* 58(2): 125-128.

Guo, Y., Tang, Q., Yuan, J. and Jiang, Z. (2001). Effects of supplementation with vitamin E on the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of thigh meat against oxidative deterioration. *Animal Feed Science and Technology*. 89: 165-173.

Iwagami, Y. (1996). Changes in the ultrastructure of human cells related to certain biological responses under hyperthermic culture conditions. *Human Cell*. 9: 353-366.

Kita, K., Kato, S., Aman, M., Okumura, J. and Yokota, H. (2002). Dietary L-carnitine increase plasma insulin like growth factor-I-concentration in chicks fed a diet with adequate dietary protein level. *British Poultry Science*. 43: 117-121.

Leshchinsky, T.V. and Klasing, K.C. (2001). Relationship between the level of dietary vitamin E and the immune response of broiler chickens. *Poultry Science*. 80: 1590-1599.

Lien, T.F. and Horng, Y.M. (2001). The effects of supplementary L-carnitine on the growth performance, serum components, carcass traits and enzyme activities in relation to fatty acid β-oxidation of broiler chickens. *British Poultry Science*. 42: 92-95.

Mast, J., Buyse, J., Godderis, B.M. (2000). Dietary L-carnitine supplementation increases antigen-specific immunoglobulin G in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. 83: 161-166.

Mohiti-Asli, M., Hosseini, S.A., Lotfollahian, H. and Shariatmadari, F. (2007). Effect of probiotics, yeast, vitamin E and vitamin C supplements on performance and immune response of laying hen during high environmental temperature. *International Journal of Poultry Science.* 6: 895-900.

National Research council. (1994). Nutrient Requirements of Poultry, 9th edition Nation Academy Press. Washington. D.C.

Neuman, S.L., Lin, T.L. and Heste, P.Y. (2002). The Effect of dietary carnitine on semen traits of white leghorn roosters. *Poultry Science*. 81: 495-503.

Niu, Z.Y., Liu, F.Z., Yan, Q.L. and Li, W.C. (2009). Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. *Poultry Science*. 88: 2101–2107.

Rabie, M.H. and Szilagyi, M. (1998). Effects of L-carnitine supplementation of diets differing in energy levels on performance, abdominal fat content, and yield and composition of edible meat of broilers. *British Journal of Nutrition*. 80: 391-400.

Rama Rao, S.V., Agalakshim, D. and Reddy, V.R. (2002). Feeding to minimize heat stress. *Poultry Science*. 7: 22-23.

Rashidi, A.A., Gofrani Ivari, Y., Khatibjoo, A. and Vakilia, R. (2010). Effect of dietary fat, vitamin E and zinc on immune response and blood parameters of broiler reared under heat stress. *Research Journal of Poultry Science*. 3: 32-38.

Sahin, K. and Kucu, O. (2003). Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets. Nutrition Abstracts and Reviews Series B: *Livestock Feeds and Feeding*. 73: 41-50.

Sahin, K., Kucuk, O., Sahin, N. and Gursu, M.F. (2002). Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on performance, thyroid status, ACTH and some serum metabolite and mineral concentrations in broilers. *Veterinarni Medicina Czech.* 47: 110–116.

Sarica, S., Corduk, M., Ensory, U., Basmacioglu, H. and Karatas, U. (2007). Effects of dietary supplementation of L-carnitine on performance, carcass and meat characteristics of quails. *South African Journal Animal Science*. 37: 189-201.

SAS Institute. (1999). SAS Statistics User's Guide. Statistical Analytical System. 5th revised edition. Carry, NC, SAS Institute Inc.

Sheehy, P.J.A., Morrissey, P.A. and Flynn, A. (1991). Influence of dietary alpha-tocophrol on tocopherol concentration in chicks tissue. *British Poultry Science.* 32:391-397.

Spears, J.W., Grimes, J., Lloyd, K. and Ward, T.L. (2003). Efficacy of a novel organic selenium compound (zinc-l-selenomethionine, Availa Se) in broiler chicks. In: Proceedings of the 1st Latin American Congress of Animal Nutrition, Cancun, Mexico. pp: 197-198.

Swick, R.A. (1998). Broiler management in warm climate. *Technical Bullet*. ASA. 40: 18-23.

Wang, Y.W., Ning, D., Peng, Y.Z. and Guo, Y.M. (2013). Effects of dietary L-arnitine supplementation on growth performance, organ weight, biochemical parameters and ascites susceptibility in broilers reared under low-temperature environment. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 26: 233-240.

Wegmann, T. and Smithies, O. (1966). A simple hemagglutination system requiring small amounts of red blood cells and antibodies. *Transfusion*. 6: 67-73.

Xu, Z.R., Wang, M.Q., Mao, H.X., Zhan, X.A. and Hu, C.H. (2003). Effects of L-carnitine on growth performance, carcass composition, and metabolism of lipids in male broilers. *Poultry Science.* 82: 408-413.

Zhang, Y., Ma, Q., Bai, X., Zhao, L., Wang, Q. and Ji, C. (2010). Effects of dietary acetyl- L-carnitine on meat quality and lipid metabolism in Arbor Acres Broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 23: 1639-1644.