نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳۲، پاییـــز ۱۴۰۰
ص‌ص: ۶۹~۸۲

مقایسه اثرات نانوسلنیوم و سلنیت‌سدیم
بر عملکرد و وضعیت آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی

- **جواد کرم‌وند[1]، منصور احمدی[2*]، یحیی محمدی[3]،محمد شمس الهی[4]**

۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران
۲*استادیار گروه علوم دامی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران
۳استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام
۴ استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت : مرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش : آبان ۱۳۹۹

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۱۴۱۳۹۷۳
Email: ahmadimansour356@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2020.127521.1970

چکیده

هدف از این مطالعه، مقایسه اثرات نانوسلنیوم و سلنیت سدیم بر عملکرد و وضعیت آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی بود. تعداد ۲۸۸ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٦ تیمار، ٤ تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار به مدت ٥ هفته مورد استفاده قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی ۱و ۲- جیره پایه بدون افزودنی در شرایط دمایی طبیعی (شاهد منفی) و تنش گرمایی (شاهد مثبت)، ۳ و ٤- جیره پایه + ۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم در شرایط دمایی طبیعی و تنش گرمایی و ٥ و٦- جیره پایه + ۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوسلنیوم در شرایط دمایی طبیعی و تنش گرمایی بودند. نتایج نشان داد که در شرایط دمایی طبیعی، نانوسلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم سبب کاهش مصرف خوراک شد ولی در شرایط تنش گرمایی، نانوسلنیوم و سلنیت سدیم هر دو در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش مصرف خوراک شدند (P<۰/۰۱). بیشترین و کمترین ضریب تبدیل غذایی در تمام دوره‌های پرورش به ترتیب مربوط به تیمار شاهد مثبت و کاربرد نانوسلنیوم در شرایط دمایی طبیعی بود(P<۰/۰۱). بیشترین و کمترین غلظت مالون دی‌آلدئید، آسپارتات ترانس آمیناز و آلانین‌ترانس آمیناز، پلاسمای خون به ترتیب در تیمار شاهد مثبت و تیمار حاوی نانوسلنیوم در شرایط دمایی طبیعی، مشاهده شد. بطور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که استفاده از نانوسلنیوم در شرایط تنش گرمایی در جیره جوجه‌های گوشتی موجب بهبود ضریب تبدیل غذایی، افزایش رشد و افزایش آنزیم‌های مهارکننده اکسیداسیون سلولی شد.

واژه‌های کلیدی: تنش گرمایی، جوجه‌های گوشتی، سلنیت سدیم، عملکرد، نانوسلنیوم.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 132 pp: 69-82

Comparison the Effects of Nano-Selenium and Sodium Selenite on Performance and Antioxidant Status of Broiler Chickens in Heat Stress Conditions

By: J. Karamvand[1], M. Ahmadi*[2], Y. Mohammadi[3], M. shamsollahi[3]
1: M. Sc Graduated,Department of Animal Science, ilam Branch, Islamic azad University, ilam Iran.
2: Assistant professor,Department of Animal Science, ilam Branch, Islamic azad University, ilam Iran.
3: Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Ilam University.
4: Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

Received: August 2020 **Accepted: November 2020**

The aim of this study was to compare the effects of nano-selenium and sodium selenite on performance and antioxidant status of broilers in heat stress conditions. A total of 288 one- day old Ross 308 broiler chickens were used in a completely randomized design with 6 treatments, four replications and 12 chicks in each replication for 5 weeks. The experimental treatments 1 and 2 of basal diet without additives under normal temperature conditions (negative control) and heat stress (positive control), 3 and 4- of basal diet with 0.18 mg / kg sodium selenite under normal temperature and heat stress conditions and 5 and 6- basal diets were with 0.18 mg / kg nano selenium under normal temperature and heat stress conditions. The results showed that in normal temperature conditions, nano-selenium caused decrease in feed intake in comparison to sodium selenite however in heat stress conditions, both nano-selenium and sodium selenite increased feed intake when compared with control treatment ($P<0.01$). Also, the results of feed conversion ratio showed that the highest and lowest feed conversion ratios in all rearing periods were related to the control in heat stress conditions and nano-selenium under normal temperature conditions, respectively($P<0.01$). The highest and lowest blood serum malondialdehyde, aspartate transaminase and alanine transaminase, concentrations were observed in control treatment under heat stress conditions and treatment containing nano-selenium in normal temperature conditions, respectively. Generally the results of the present study showed that the utilization of nano-selenium in heat stress conditions in diet of broiler chickens improved feed conversion ratio, increased growth and increased cellular oxidation inhibitory enzymes.

Key words: Heat stress, Broilers, Sodium selenite, Performance, Nano-selenium.

مقدمه

دامنه گرمایی طبیعی در پرندگان، محدود بوده و به راحتی در معرض تنش‌های محیطی مانند گرما و سرما قرار می‌گیرند (Ramnath و همکاران، ۲۰۰۸). تنش گرمایی در جوجه‌های گوشتی موجب افزایش تلفات، کاهش مصرف و بازده استفاده از خوراک، کاهش رشد، بروز آلکالوز تنفسی و سرکوب سیستم ایمنی بدن می‌شود (Lin و همکاران، ۲۰۰۶). قرار گرفتن طولانی مدت در معرض تنش گرمایی سبب کاهش یافتن میزان گردش خون در بخش احشایی بدن و روده‌ها می‌شود، سلول‌های پوششی روده صدمه می‌بینند و در نتیجه هضم و جذب مواد مغذی با مشکل مواجه خواهد شد (Mack و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین تنش گرمایی ممکن است به بافت روده به عنوان یکی از سدهای دفاعی بدن در برابر نفوذ عوامل بیماری‌زا، صدمه وارد کند و سبب افزایش احتمال نفوذ باکتری‌های بیماری‌زا از طریق مسیر پاراسلولی (بین سلول‌های جذبی) شده که این امر می‌تواند سبب التهاب فزاینده شده و در نهایت عملکرد را کاهش داده و حتی منجر به مرگ شود (Ozek و همکاران، ۲۰۱۱). وجود تنش گرمایی قبل از کشتار، سبب افزایش خونریزی و در نتیجه کاهش کیفیت گوشت بعد از فرآوری می‌شود (Borges و همکاران، ۲۰۰۳).

گلوتاتیون پراکسیداز در کنترل واکنش‌های پراکسیداسیون، نقش

داشته و از آسیب به لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک که در شرایط تنش گرمایی اتفاق می‌افتد، جلوگیری می‌کند (Mahmoud and Edens, 2005). در طی تنش گرمایی، انتقال مواد معدنی و ویتامین‌ها از بافت‌های بدن افزایش و دفع آن‌ها تسریع می‌شود که موجب افزایش احتیاجات به این مواد خواهد شد (Siegel, 1995). تنش گرمایی باعث رهاسازی کورتیکوسترون و کاتکولامین‌ها شده و پراکسیداسیون لیپیدهای غشای سلولی را تسریع می‌کند. پراکسیداسیون لیپیدهای غشای سلولی لنفوسیت‌های B و T، موجب تضعیف سیستم ایمنی شده و کاهش عملکرد پرنده‌ها را به دنبال دارد (Spears و همکاران، ۲۰۰۳). وجود عناصر معدنی کم‌نیاز در جیره غذایی همه حیوانات برای حفظ سلامتی و عملکرد مناسب بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی آن‌ها ضروری است. از بین این عناصر، سلنیوم رابطه زیادی با سوخت و ساز انرژی، افزایش بازده خوراک، بهبود تولید مثل و سیستم ایمنی دارد (Tomilson و همکاران، ۲۰۰۸).

منابع سلنیوم آلی و معدنی اثر مثبتی بر روی عملکرد رشد و خصوصیات لاشه‌های جوجه‌های گوشتی داشته که این اثر را به کاهش مصرف خوراک جوجه‌ها و بهبود ضریب تبدیل غذایی آن‌ها نسبت داده‌اند (Payne and Southern, 2005). در مقابل، برخی محققین گزارش کرده‌اند که استفاده از مکمل‌های حاوی سلنیوم، تاثیری بر عملکرد رشد طیور نداشته است (Biswas و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به اینکه تنش گرمایی به عنوان یک عامل خارجی تنش‌زا، منجر به صدمات اکسیداسیونی در بدن طیور می‌شود، بنابراین هدف از مطالعه حاضر، به کارگیری و مقایسه اثرات نانوسلنیوم و سلنیت سدیم بر عملکرد و وضعیت آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۷ در یک واحد پرورش مرغ گوشتی واقع در حومه شهرستان پلدختر با استفاده از ۲۸۸ قطعه جوجه خروس گوشتی یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ به مدت ۵ هفته انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار، ۴ تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار انجام گرفت. پس از ورود جوجه‌ها به سالن و توزین آنها، تعداد ۱۲ قطعه جوجه به‌طور تصادفی در هر قفس قرار گرفتند. جوجه‌ها در سه روز اول به مدت ۲۴ ساعت در معرض روشنایی مداوم قرار داشتند و سپس برنامه نوری به مدت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی در طول شبانه روز تا پایان دوره پرورش، اعمال شد. در طول دوره انجام آزمایش، تمامی پرندگان به آب و خوراک دسترسی آزاد داشتند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره پایه بدون افزودنی در شرایط دمایی طبیعی (شاهد منفی)، ۲- جیره پایه بدون افزودنی در شرایط تنش‌گرمایی (شاهد مثبت)، ۳- جیره پایه + ۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل سلنیت سدیم در شرایط دمایی طبیعی، ۴- جیره پایه + ۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل سلنیت سدیم در شرایط تنش گرمایی، ۵- جیره پایه + ۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل نانوسلنیوم در شرایط دمایی طبیعی و ۶- جیره پایه + ۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل نانوسلنیوم در شرایط تنش گرمایی بودند. سلنیت سدیم و نانوسلنیوم هر دو دارای خلوص ۴۵ درصد بودند. برای اعمال تنش گرمایی، جوجه‌ها از زمان شروع آزمایش در دو سالن که در مجاورت هم قرار و شرایط یکسانی داشتند، پرورش داده شدند. تغذیه پرندگان با تیمارهای آزمایشی، از روز اول تا پایان دوره پرورش ادامه داشت. برنامه اعمال تنش گرمایی به این صورت بود که از سن ۱ تا ۷ روزگی، روزانه از ساعت ۱۰ صبح دمای ۳۲ درجه سانتیگراد در مدت ۲ ساعت (تا ساعت ۱۲ ظهر) به متوسط ۲±۳۹ درجه سانتیگراد افزایش یافت و این دما به مدت ۴ ساعت (تا ساعت ۴ بعد از ظهر) ثابت باقی ماند. سپس طی مدت ۲ ساعت (تا ساعت ۶ بعد از ظهر) مجددا به دمای طبیعی (سطح پایه) دوره پرورش برگردانده شد. از سن ۸ تا ۱۴ روزگی، روزانه از ساعت ۱۰ صبح دمای ۲۹ درجه سانتیگراد در مدت زمان ۲ ساعت (تا ساعت ۱۲ ظهر) به متوسط ۲±۳۷ سانتیگراد افزایش یافت و این دما به مدت ۴ ساعت (تا ساعت ۴ بعد از ظهر) ثابت باقی ماند. سپس طی مدت ۲ ساعت (تا ساعت ۶ بعد از ظهر) مجددا به دمای طبیعی (سطح پایه) دوره پرورش برگردانده شد. از سن ۱۵ تا ۲۱ روزگی، روزانه از ساعت ۱۰ صبح دمای ۲۶ درجه سانتیگراد در مدت زمان ۲ ساعت (تا ساعت ۱۲ ظهر) به متوسط

۲±۳۶ درجه سانتیگراد افزایش یافت و این دما به مدت ۴ ساعت (تا ساعت ۴ بعد از ظهر) ثابت باقی ماند، سپس طی مدت ۲ ساعت (تا ساعت ۶ بعد از ظهر) مجددا به دمای طبیعی (سطح پایه) دوره پرورش برگردانده شد. از سن ۲۲ تا ۳۵ روزگی، روزانه از ساعت ۱۰ صبح دمای ۲۴ سانتیگراد در مدت زمان ۲ ساعت (تا ساعت ۱۲ ظهر) به متوسط ۲±۳۴ درجه سانتیگراد افزایش یافت و این دما به مدت ۴ ساعت(تا ساعت ۴ بعد از ظهر) ثابت باقی ماند، سپس طی مدت ۲ ساعت (تا ساعت ۶ بعد از ظهر) مجددا به دمای طبیعی (سطح پایه) دوره پرورش برگردانده شد. این برنامه تنش گرمایی، به صورت روزانه و تا پایان دوره پرورش اعمال شد. در طول مدت آزمایش، رطوبت نسبی سالن پرورش ۵۰ درصد بود. تمامی جیره‌های آزمایشی توسط برنامه جیره نویسی UFFDA با سطوح پروتئین و انرژی قابل سوخت و ساز یکسان، تنظیم شدند (Aviagen, 2014). برای تنظیم جیره‌ها که شامل سه مرحله آغازین (سن ۱۰-۱ روزگی)، رشد (سن ۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (سن ۴۲-۲۵ روزگی) بود، از ترکیب مواد مغذی ارائه شده در جدول NRC (۱۹۹۴) برای مواد خوراکی و همچنین احتیاجات ارائه شده در راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ (۲۰۱۴) استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در دوره‌های مختلف پرورش

اجزاء خوراک (٪)	آغازین	رشد	پایانی
ذرت	۵۵/۰۷	۵۵/۵۰	۵۹/۴۱
کنجاله سویا (٤٤٪ پروتئین خام)	۴۰/۵۲	۳۶/۷۲	۳۱/۶۸
روغن سویا	۲/۸۶	۳/۶۹	۵/۱۱
کربنات کلسیم	۱/۱۷	۱/۰۷	۰/۹۹
دی‌کلسیم فسفات	۱/۶۸	۱/۴۹	۱/۳۴
نمک	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴
مکمل معدنی و ویتامینی[1]	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ال- لیزین	۰/۳۴	۰/۲۷	۰/۲۶
دی- ال- متیونین	۰/۳۸	۰/۳۲	۰/۲۹
ال- ترئونین	۰/۱۴	۰/۱	۰/۰۸
کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب مواد مغذی (محاسبه شده)			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۱۰	۳۰۰۷	۳۱۰۴
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۳۱	۲۰/۸۵	۱۸/۹۱
لیزین قابل هضم (درصد)	۱/۲۸	۱/۱۵	۱/۰۲
متیونین قابل هضم (درصد)	۰/۵۱	۰/۴۷	۰/۴۳
متیونین + سیستین قابل هضم (درصد)	۰/۹۵	۰/۸۷	۰/۸۰
ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۶۸
فیبر خام (درصد)	۳/۹۸	۳/۷۹	۳/۵۹
کلسیم (درصد)	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۷۸
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۳۹
سدیم (درصد)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
کلر (درصد)	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳
تعادل کاتیون- آنیون جیره (میلی‌اکی‌والان درکیلوگرم)	۲۴۷	۲۳۰	۲۱۲

۱ مکمل ویتامینی و معدنی در هر کیلوگرم جیره مقادیر زیر را تأمین می‌کرد: ۲۰ میلی‌گرم آهن، ۱۶ میلی‌گرم مس، ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۱۰ میلی‌گرم روی، ۱۲۰ میلی‌گرم منگنز، ۱/۲۵ میلی‌گرم ید، ۱۲۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۵۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۸۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۳/۲ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۳/۲ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۳/۶ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۴/۳ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۰/۰۱۷ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۶۵ میلی‌گرم نیاسین، ۲۰ میلی‌گرم پانتوتنیک اسید، ۲/۲ میلی‌گرم اسید فولیک و ۱/۷ میلی‌گرم کولین.

مصرف خوراک بصورت هفتگی اندازه‌گیری شد به طوری که در ابتدای هر هفته مقدار مشخصی خوراک به هر قفس اختصاص یافت و در پایان هفته نیز مقدار خوراک باقی‌مانده وزن شده، سپس مقدار خوراک مصرفی روزانه هر پرنده با کم کردن خوراک باقیمانده از خوراک داده شده در ابتدای هفته تقسیم بر تعداد پرنده موجود در طول هفته و با در نظر گرفتن تلفات، محاسبه شد. وزن مرغ‌های هر تکرار نیز به صورت گروهی در پایان هر هفته، تعیین شد. میزان اضافه وزن نیز با استفاده از تفاضل میانگین وزن مرغ‌ها در ابتدا و انتهای هفته، محاسبه شد. ضریب تبدیل غذایی نیز از تقسیم میانگین میزان مصرف خوراک به اضافه وزن در هر هفته و همچنین کل دوره آزمایش محاسبه شد. بدین ترتیب ضریب تبدیل غذایی در هر هفته بر اساس میزان اضافه وزن به ازای هر واحد مصرف خوراک، بیان شد. در روز پایانی دوره پرورش و پیش از کشتار، برای تعیین فراسنجه‌های آنتی‌اکسیدانی شامل غلظت مالون دی‌آلدئید و آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز، کاتالاز، آسپارتات ترانس‌آمیناز، آلانین‌آمینو ترانسفراز و غلظت سلنیوم پلاسما خون، میزان ۲ میلی لیتر خون از سیاهرگ بال هر پرنده از هر تکرار گرفته شد (Marklund and Marklund, 1974؛ Wilson و همکاران، ۱۹۸۹) خون گرفته شده از هر پرنده درون لوله‌هایی حاوی EDTA بودند، ریخته و درون یونولیت‌هایی که حاوی یخ بودند قرار داده شد. لوله‌ها برای جداسازی پلاسما درون سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه قرار گرفتند و پلاسماهای جدا شده برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های استفاده شدند (Paglia and Valentine, 1967).

داده‌های بدست آمده از آزمایش به صورت یک طرح کاملاً تصادفی با ۶ گروه تیمار، ۴ تکرار و ۱۲ قطعه پرنده در هر تکرار با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۲۰۱۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح خطای ۵ درصد انجام شد. مدل آماری طرح بصورت زیر بود.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = مقدار هر کدام از مشاهدات

μ = میانگین جامعه

t_i= اثر تیمارهای آزمایشی

e_{ij} = اثر خطای آزمایش

نتایج

صفات عملکرد

اثر منابع مختلف سلنیوم شامل نانوسلنیوم و سلنیت سدیم بر عملکرد جوجه‌های گوشتی قرار گرفته در معرض تنش گرمایی، در جداول ۲ الی ۴ ارائه شده است. نتایج مربوط به مصرف خوراک نشان دادند که اختلافات معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود داشت به گونه‌ای که منابع مختلف سلنیوم و شرایط دمایی متفاوت به صورت معنی‌داری مصرف خوراک را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). در تمام دوره‌های پرورش، تیمار شاهد در شرایط دمای طبیعی (شاهد منفی)، بیشترین و تیمار شاهد در شرایط تنش گرمایی (شاهد مثبت)، کمترین میزان مصرف خوراک را داشتند ($P<۰/۰۱$). در شرایط دمایی طبیعی، نانوسلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم، سبب کاهش مصرف خوراک شد ($P<۰/۰۱$). ولی در شرایط تنش گرمایی، نانوسلنیوم و سلنیت سدیم هر دو در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش مصرف خوراک شدند که این افزایش در مورد نانوسلنیوم بیشتر از سلنیت سدیم بود($P<۰/۰۱$). این الگوی اثرگذاری، در تمام دوره‌های پرورش مشاهده شد. نتایج مربوط به افزایش وزن (جدول ۳) نشان دادند که تفاوت‌های معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود داشت به گونه‌ای که منابع مختلف سلنیوم و شرایط دمای محیطی متفاوت، به صورت معنی‌داری افزایش وزن را تحت تأثیر قرار دادند ($P<۰/۰۱$). در تمام دوره‌های پرورش، تیمار شاهد در شرایط تنش (شاهد مثبت) کمترین و تیمار حاوی نانوسلنیوم در شرایط دمای طبیعی بیشترین میزان افزایش وزن را نشان دادند. در شرایط دمایی طبیعی و همچنین شرایط تنش گرمایی، نانوسلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم سبب افزایش بیشتری در وزن بدن شد که این الگوی اثرگذاری نیز همانند مصرف خوراک در تمام دوره‌های پرورش قابل مشاهده بود. نتایج مربوط به ضریب تبدیل

غذایی (جدول ۴) نشان دادندکه بیشترین و کمترین ضریب تبدیل غذایی در تمام دوره‌های پرورش به ترتیب مربوط به تیمار شاهد در شرایط تنش (شاهد مثبت) و نانوسلنیوم در شرایط دمایی طبیعی بود ($P<۰/۰۱$).

جدول ۲- اثر منابع مختلف سلنیوم بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی قرار گرفته در معرض دمای طبیعی و تنش گرمایی (گرم به ازای هر پرنده)

	۷-۰ روزگی	۱۴-۸ روزگی	۲۱-۱۵ روزگی	۲۸-۲۲ روزگی	۳۵-۲۹ روزگی	۳۵-۰ روزگی
شاهد + دمای طبیعی	۱۵۲/۴۴^{a}	۴۲۸/۵۲^{a}	۸۳۱/۴۷^{a}	۱۰۲۹/۲۲^{a}	۱۱۱۰/۲۳^{a}	۳۵۵۱^{a}
شاهد + تنش 'گرمایی	۱۲۷/۲۸^{b}	۳۵۸/۳۷^{d}	۶۶۸/۶۱^{e}	۸۴۴/۹۳^{e}	۸۹۰/۵۲^{e}	۲۸۸۹/۷۱^{e}
سلنیت سدیم + دمای طبیعی	۱۵۲/۱۵^{a}	۴۲۷/۵۵^{a}	۷۹۵/۳۰^{b}	۱۰۱۸/۷۸^{b}	۱۰۸۳/۲۴^{b}	۳۴۷۷/۰۲^{b}
سلنیت سدیم + تنش گرمایی	۱۲۷/۸۰^{b}	۳۵۹/۱۴^{d}	۶۷۹/۰۵^{d}	۸۵۵/۷۷^{d}	۹۰۹/۹۲^{d}	۲۹۳۱/۶۸^{d}
نانو سلنیوم + دمای طبیعی	۱۵۱/۲۰^{a}	۴۲۴/۱۲^{b}	۷۹۳/۷۵^{b}	۱۰۰۶/۳۰^{b}	۱۰۷۳/۵۹^{b}	۳۴۴۸/۹۶^{b}
نانو سلنیوم + تنش گرمایی	۱۲۸/۰۰^{b}	۳۶۲/۲۶^{c}	۷۱۰/۷۵^{c}	۸۹۵/۲۹^{c}	۹۱۷/۸۱^{c}	۳۰۱۴/۱۱^{c}
SEM	۶/۲۴	۱۵/۷۶	۲۶/۸۹	۶۵/۹۸	۷۵/۷۸	۹۴/۵۶
P-value	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

$^{a-e}$ در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($P<۰/۰۵$).

جدول ۳- اثر منابع مختلف سلنیوم بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی قرار گرفته در معرض دمای طبیعی و تنش گرمایی (گرم به ازای هر پرنده)

	۷-۰ روزگی	۱۴-۸ روزگی	۲۱-۱۵ روزگی	۲۸-۲۲ روزگی	۳۵-۲۹ روزگی	۳۵-۰ روزگی
شاهد + دمای طبیعی	۱۴۰/۳۴^{b}	۳۱۰/۶۰^{c}	۵۰۱/۳۶^{c}	۵۴۵/۰۸^{c}	۵۱۹/۰۴^{c}	۲۰۱۶/۴۲^{c}
شاهد + تنش گرمایی	۱۰۹/۵۷^{d}	۲۴۴/۴۷^{e}	۳۹۳/۷۳^{f}	۴۲۰/۸۲^{f}	۴۰۵/۷۷^{f}	۱۵۷۴/۳۶^{f}
سلنیت سدیم + دمای طبیعی	۱۴۷/۶۹^{a}	۳۱۷/۹۳^{b}	۵۱۴/۹۴^{b}	۵۹۵/۵۹^{b}	۵۳۶/۵۹^{b}	۲۱۱۲/۷۴^{b}
سلنیت سدیم + تنش گرمایی	۱۱۶/۶۷^{c}	۲۵۱/۱۶^{d}	۴۰۶/۸۰^{e}	۴۷۰/۵۱^{e}	۴۲۳/۹۰^{e}	۱۶۶۹/۰۴^{e}
نانو سلنیوم + دمای طبیعی	۱۵۰/۷۰^{a}	۳۲۲/۰۳^{a}	۵۲۲/۸۶^{a}	۶۰۶/۶۴^{a}	۵۸۱/۸۵^{a}	۲۱۸۴/۰۸^{a}
نانو سلنیوم + تنش گرمایی	۱۱۹/۰۵^{c}	۲۵۴/۴۰^{d}	۴۱۳/۰۵^{d}	۴۷۹/۲۴^{d}	۴۵۹/۶۶^{d}	۱۷۲۵/۴۰^{d}
SEM	۷/۶۵	۱۲/۲۴	۱۴/۴۳	۱۵/۶۵	۱۶/۷۵	۷۸/۶۵
P-value	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

$^{a-f}$ در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($P<۰/۰۵$).

جدول ٤- اثر منابع مختلف سلنیوم بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی قرار گرفته در معرض دمای طبیعی و تنش گرمایی

	۰-۷ روزگی	۸-۱۴ روزگی	۱۵-۲۱ روزگی	۲۲-۲۸ روزگی	۲۹-۳۵ روزگی	۰-۳۵ روزگی
شاهد + دمای طبیعی	۱/۰۸^{b}	۱/۳۸^{bc}	۱/۶۹^{b}	۱/۵۵ ^{d}	۲/۱۳^{b}	۱/۷۶^{b}
شاهد + تنش گرمایی	۱/۱۶^{a}	۱/۴۶^{a}	۱/۷۷^{a}	۲/۱۳^{a}	۲/۱۹^{a}	۱/۹۱^{a}
سلنیت سدیم + دمای طبیعی	۱/۰۳^{bc}	۱/۳۴^{cd}	۱/۵۴^{c}	۱/۷۱^{c}	۲/۰۲^{c}	۱/۶۴^{d}
سلنیت سدیم + تنش گرمایی	۱/۰۹^{b}	۱/۴۲^{ab}	۱/۶۷^{b}	۱/۸۱^{bc}	۲/۱۴^{a}	۱/۷۵^{b}
نانو سلنیوم + دمای طبیعی	۱/۰۰^{c}	۱/۳۱^{d}	۱/۵۱^{c}	۱/۶۵^{d}	۱/۸۴^{d}	۱/۵۸^{e}
نانو سلنیوم + تنش گرمایی	۱/۰۶^{b}	۱/۴۰^{b}	۱/۷۲^{ab}	۱/۸۶^{b}	۱/۹۹^{cd}	۱/۶۸^{c}
SEM	۰/۰۲۴	۰/۰۴۲	۰/۰۷۸	۰/۰۸۵	۰/۱۲۳	۰/۱۱۰
P-value	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

$^{a-d}$ در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<۰/۰۵).

وضعیت آنتی‌اکسیدانی

اثر منابع مختلف سلنیوم شامل نانوسلنیوم و سلنیت سدیم بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی قرار گرفته در معرض تنش گرمایی، در جدول ۵ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، تفاوت‌های معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود داشت (P<۰/۰۱) به گونه‌ای که منابع مختلف سلنیوم و شرایط دمایی متفاوت، وضعیت اکسیداسیونی جوجه‌ها را به صورت معنی‌داری تحت‌تأثیر قرار دادند. در مورد صفات مالون دی‌آلدئید، آسپارتات ترانس‌آمیناز و آلانین‌ترانس آمیناز، تیمار شاهد در شرایط تنش گرمایی (شاهد مثبت) بیشترین و تیمار حاوی نانوسلنیوم در شرایط دمایی طبیعی، کمترین میزان صفات مذکور را ایجاد کردند (P<۰/۰۱). همچنین در مورد صفات غلظت سلنیوم، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز پلاسمای خون، تیمار حاوی نانوسلنیوم در شرایط دمایی طبیعی و شاهد در شرایط دمایی تنش (شاهد مثبت) به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۱). در شرایط دمایی طبیعی و همچنین در شرایط دمایی تنش گرمایی، نانوسلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم سبب تغییرات بزرگتری در صفات مورد بررسی شد.

جدول ۵- اثر منابع مختلف سلنیوم بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی قرار گرفته در معرض دمای طبیعی و تنش گرمایی

	مالون دی آلدئید (میکرومول بر میلی‌گرم پروتئین)	سلنیوم (میلی مول بر لیتر)	گلوتاتیون پراکسیداز (واحد بر میلی‌گرم پروتئین)	کاتالاز (واحد بر گرم هموگلوبین)	آسپارتات آمینوتراسفراز (واحد بر لیتر)	آلانین آمینوتراسفراز (واحد بر لیتر)
شاهد + دمای طبیعی	۰/۰۰۳۳^{d}	۲/۲۶^{c}	۶۵/۳۹^{c}	۴/۱^{c}	۳۸۷^{c}	۵/۳۳^{d}
شاهد + تنش گرمایی	۰/۰۰۴۳^{a}	۱/۴۵^{f}	۵۱/۲۵^{f}	۲/۶^{f}	۴۱۹^{a}	۵/۹۵^{a}
سلنیت سدیم + دمای طبیعی	۰/۰۰۳۱^{e}	۳/۵۸^{b}	۷۶/۶۷^{b}	۵/۰۰^{b}	۳۶۱^{d}	۴/۶۷^{e}
سلنیت سدیم + تنش گرمایی	۰/۰۰۳۷^{b}	۲/۱^{e}	۶۰/۴۴^{e}	۳/۵۰^{e}	۳۹۹^{b}	۵/۵۹^{b}
نانو سلنیوم + دمای طبیعی	۰/۰۰۲۸^{f}	۴/۰۵^{a}	۸۲/۵۸^{a}	۷/۴۰^{a}	۳۵۲^{e}	۴/۱۷^{f}
نانو سلنیوم + تنش گرمایی	۰/۰۰۳۵^{c}	۲/۲۰^{d}	۶۳/۲۵^{d}	۳/۸۰^{d}	۳۹۴^{bc}	۵/۴۵^{c}
SEM	۰/۰۰۰۲۳	۰/۶۵۷	۵/۷۸	۰/۷۹۸	۷۵/۷۳۶	۰/۱۴۳
P-value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۱

$^{a-f}$ در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<۰/۰۵).

بحث

به طور کلی، طیور دارای مشکلات بیشتری در زمینه حفظ دمای بدن در طی تنش گرمایی، در مقایسه با سایر گونه‌ها می باشند. مصرف خوراک، نرخ رشد، مرگ و میر و سایر صفات مهم در مدیریت رفاهی طیور، به صورت ضد و نقیضی تحت تأثیر تنش گرمایی قرار می‌گیرند (Bartlett and Smith, 2003). گزارش شده است که تنش گرمایی سبب افزایش دفع عناصر معدنی مانند فسفر، پتاسیم، سدیم، منیزیم، منگنز، سلنیوم و کروم خواهد شد (Sahin و همکاران، ۲۰۰۲). دلیل استفاده از سلنیوم در جیره غذایی طیور، نقش آن به عنوان یک ماده ضد تنش بوده و علاوه بر این، در طی تنش گرمایی، نیاز پرنده به سلنیوم نیز افزایش می‌یابد (Sahin و همکاران، ۲۰۰۲). کاهش بازده خوراک در جوجه‌های قرار گرفته در معرض تنش گرمایی ممکن است ناشی از کاهش مصرف خوراک و نقص در جذب مواد مغذی باشد که نتایج این قسمت از مطالعه در توافق با گزارشات Ribeiro و همکاران (۲۰۰۸) می‌باشد که مشاهده کردند طیور قرار گرفته در معرض تنش گرمایی که با جیره مکمل شده با ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم معدنی به همراه ویتامین‌های E و C و عنصر روی معدنی تغذیه شدند، افزایش خوراک مصرفی و بهبود ضریب تبدیل غذایی را نشان دادند. Yoon و همکاران (۲۰۰۷) سطوح سلنیوم غیر آلی از صفر تا ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و دو منبع از سلنیوم آلی را مورد مقایسه قرار دادند و هیچ‌گونه اثر معنی‌داری از سطوح مختلف سلنیوم یا منابع مختلف آن بر عملکرد مشاهده نکردند. هرچند ابقاء سلنیوم در بدن با تغذیه سلنیوم آلی، بیشتر بود. همچنین در مقایسه با سلنیوم غیر آلی، با افزایش سن پرنده‌ها و در زمانی که سطح سلنیوم جیره کاهش یافت، بازده استفاده از خوراک افزایش یافت. این پژوهشگران پیشنهاد کردند که تفاوت‌های موجود از نظر قابلیت دسترسی زیستی منابع سلنیوم آلی بر اساس غلظت سلنیوم در خون و فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز، ممکن است توضیح دهنده این نتایج باشد. به صورت مشابهی، Payne و Southern(۲۰۰۵) هیچ‌گونه اختلافی را از نظر عملکرد، ویژگی‌های لاشه، یا فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با صفر یا ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم، صرف‌نظر از منبع آن مشاهده نکردند هرچند میزان ابقاء سلنیوم در ماهیچه زمانی که سلنیوم آلی تغذیه شد، بیشتر بود. Edens (۲۰۰۱) نشان داد که استفاده ترکیبی از هر دو منبع سلنیوم در مقایسه با استفاده از سلنیوم آلی به تنهایی، سبب بهبود وزن بدن نشد در حالی که ضریب تبدیل غذایی هنگام استفاده از ترکیب سلنیوم آلی و غیر آلی در مقایسه با سلنیوم غیر آلی به تنهایی، بهبود یافت. بخشی از پرنده‌های مورد استفاده در این آزمایش، در معرض تنش گرمایی قرار گرفتند و مصرف خوراک طبق گزارشات قبلی در شرایط تنش گرمایی، محدود می‌شود (Teeter و همکاران، ۱۹۸۵؛ Dahlke و همکاران، ۲۰۰۵؛ Ribeiro و همکاران، ۲۰۰۸). در این شرایط، افزایش مصرف خوراک یک پاسخ مثبت به حساب می‌آید، هر چند افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بهبود نیافتند. به علاوه، سطح ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم غیر آلی نیز هیچ گونه اثر مثبتی را در مطالعه Canal و همکاران (۲۰۱۰) ایجاد نکرد و این امر ممکن است ناشی از این حقیقت باشد که پرنده‌ها به بیش از ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم نیاز ندارند و هر گونه مصرف بالاتر از این مقدار، متیله شده و از طریق ادرار و مدفوع دفع می‌شود (Edens,2001).کمبود سلنیوم در حیوانات از طریق کاهش اشتها و وزن بدن (Fischer و همکاران، ۲۰۰۸)، کاهش سطوح هورمون‌های تیروئیدی در جریان خون (Chadio و همکاران، ۲۰۰۶)، فعالیت پایین آنزیم‌های نیازمند به گلوتاتیون (Hill and Burk, 1982) و افزایش تولید رادیکال‌های آزاد (Mujahid و همکاران، ۲۰۰۶)، قابل شناسایی می‌باشد. سلنیوم از طریق شرکت در سوخت و ساز کربوهیدرات ها، لیپیدها و پروتئین‌ها به صورت مثبتی بر مصرف خوراک، اثرگذار می باشد. گزارشات ضد و نقیضی در زمینه اثر سلنیوم بر عملکرد پرنده‌های قرار گرفته در شرایط تنش گرمایی وجود دارد. Niu و همکاران (۲۰۰۹) و Habibian و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که سطح سلنیوم

جیره، اثری بر وزن بدن یا بازده خوراک جوجه‌های گوشتی پرورش یافته در شرایط تنش گرمایی یا شرایط دمایی طبیعی نداشت. در مطالعه‌ای نشان داده شد که مکمل‌سازی سلنیوم از طریق جیره (تا ۰/۳ گرم در کیلوگرم) هیچ اثر معنی‌داری بر افزایش وزن بدن و بازده خوراک جوجه‌های گوشتی پرورش داده شده در شرایط تنش گرمایی نداشت (Ghazi و همکاران، ۲۰۱۲). هرچند، Rahimi و همکاران (۲۰۱۱) اثر سلنیوم (۰/۳ میلی گرم در کیلوگرم) بر پاسخ‌های عملکرد جوجه‌های گوشتی پرورش یافته در شرایط تنش گرمایی یا شرایط دمایی طبیعی را بررسی و گزارش کردند که افزایش وزن زنده، ضریب تبدیل غذایی و درصد لاشه در هنگام مکمل سازی با سلنیوم در هر دو شرایط، بیشترین مقادیر را داشتند. یافته‌های مشابهی توسط Ribeiro و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است که اثر سلنیوم (۰/۳ میلی گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم به علاوه ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنومتیونین) به علاوه ویتامین E، ویتامین C و روی آلی بر پاسخ‌های عملکرد در جوجه‌های گوشتی قرار گرفته در معرض تنش گرمایی را مورد تحقیق قرار دادند. در مطالعه Sahin و Kucuk (۲۰۰۱) افزایش خطی مصرف خوراک، وزن بدن و همچنین بهبود ضریب تبدیل غذایی بعد از افزودن سلنیوم (۰/۱۵ و ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم یا سلنومتیونین) به جیره بلدرچین‌های پرورش یافته در شرایط تنش گرمایی، گزارش شد. ترکیبات اکسید کننده به صورت پیوسته در طی سوخت و ساز هوازی، درون بدن ایجاد شده و در شرایط طبیعی توسط آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از بین می‌روند. در صورتی که این ترکیبات بلافاصله از بین نروند، می‌توانند سبب تخریب اکسیداتیو سلول‌ها و یا بافت‌ها شوند. زمانی که مقدار تولید ترکیبات اکسید کننده بیش از تخریب آن‌ها شود، تخریب اکسیداتیو ایجاد می‌شود (۲۰۰۷ ,Dennery). چندین مطالعه نشان داده‌اند که تنش گرمایی سبب افزایش تولید رادیکال های آزاد (Mujahid و همکاران، ۲۰۰۶) و کاهش غلظت ویتامین‌ها و مواد معدنی آنتی‌اکسیدانی مانند ویتامین های E، C، A و سلنیوم در سرم خون می‌شوند (Ghaziو همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعه حاضر، کاهش معنی‌داری در غلظت مالون دی‌آلدئید پلاسمای خون جوجه‌های تغذیه شده با سلنیت سدیم و نانوسلنیوم در شرایط دمایی طبیعی، مشاهده شد که این کاهش در مورد نانوسلنیوم بیشتر بود هر چند در شرایط تنش گرمایی در مقایسه با شرایط دمایی طبیعی، غلظت این ترکیب افزایش یافت. به علاوه، مکمل سازی جیره با سلنیوم، سبب افزایش سطح سلنیوم سرم خون جوجه‌های قرار گرفته در معرض تنش گرمایی شد. اختلال در غشای ماهیچه سینه جوجه‌های گوشتی قرار گرفته در معرض شرایط تنش گرمایی مربوط به تغییر در تعادل احیاء می‌باشد، زیرا جوجه‌های گوشتی که در معرض تنش گرمایی قرار داشتند تا دو برابر مالون دی‌آلدئید بیشتری در ماهیچه‌های اسکلتی خود، نشان دادند (Mujahid و همکاران، ۲۰۰۹). مطالعات نشان دادند که غلظت مالون دی‌آلدئید سرم خون بعد از اضافه کردن سلنیوم (۰/۳ میلی گرم در کیلوگرم) به جیره جوجه‌های گوشتی قرار گرفته در شرایط تنش گرمایی، کاهش یافت (Yardibi and Turkay, 2008). در پژوهش Ghazi و همکاران (۲۰۱۲) غلظت مالون دی‌آلدئید در ماهیچه سینه طیور قرار گرفته در معرض تنش گرمایی تا ۲/۷ برابر افزایش یافت که با افزایش از نظر فعالیت مس/ روی- سوپراکسید دیسموتاز، همراه بود در حالی که فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز، نسبتا ثابت باقی ماند. گزارشات مشابهی در ارتباط با جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های تخم‌گذار توسط Swain و همکاران (۲۰۰۰) ارائه شده است. این نوع از پاسخ نشان می‌دهد که پرنده‌های قرار گرفته در معرض تنش گرمایی ممکن است وارد مرحله اولیه از تغییرات آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شوند که در آن فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در سیتوزول به منظور محافظت در برابر رادیکال‌های آزاد، افزایش می‌یابد، ولی در ادامه، از نظر فعال سازی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در ماهیچه سینه، ناموفق می باشد. هرچند مکمل سازی سلنیوم (۰/۵ یا ۱/۰ میلی گرم در کیلوگرم) سبب افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و کاهش غلظت مالون دی‌آلدئید در ماهیچه سینه جوجه‌های قرار گرفته در معرض تنش گرمایی شد. مطالعات دیگر (Khajali و همکاران، ۲۰۱۰) این افزایش در فعالیت آنزیم گلوتاتیون

پراکسیداز را در طیوری که با جیره‌های غنی از سلنیوم تغذیه شدند، تأیید کردند. گلوتاتیون، یک تیول آزاد در اکثر سلول‌های زنده می‌باشد و در اغلب فرایندهای بیولوژیکی مانند حذف ترکیبات سمی و حفظ شرایط اکسیداسیونی پروتئین سولفیدریل‌ها، دخیل است. سلنیوم همچنین به عنوان یک کوفاکتور آنزیم‌های تردوکسین ردوکتاز و یدوتیرونین دیودیناز می‌باشد و نقش مهمی را در کاهش رادیکال‌های آزاد و ممانعت از پراکسیداسیون لیپید وابسته به NADPH (Sun و همکاران، ۱۹۹۹) و همچنین جلوگیری از پراکسیداسیون لیپید از طریق ممانعت از تخلیه شدن گلوتاتیون، بازی می‌کند (Özgül and Nazıroğlu, 2012). سلنیوم معدنی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی نیست در حالی‌که سلنیوم آلی ویژگی‌های ضداکسیداسیونی دارد (Nollet و همکاران، ۲۰۰۸). در تحقیقی گزارش شد که مکمل‌سازی سلنیوم به شکل آلی، سبب افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و کاهش غلظت مالون دی‌آلدئید درکبد جوجه‌های تازه به دنیا آمده، گردید (Surai, 2000). به علاوه، Huang و Chen (۱۹۹۶) گزارش نمودند که سلنیوم جیره به تنهایی و یا در ترکیب با ویتامین E در طی مدت پنج هفته، سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز و کاهش غلظت مالون دی‌آلدئید در بافت‌ها شد. به علاوه، Sahin و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که غلظت مالون دی‌آلدئید سرم خون در زمانی که سطح سلنیوم جیره در جوجه‌های قرار گرفته در معرض تنش گرمایی افزایش یافت (۰/۱ یا ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره)، کاهش نشان داد. Vara Prasad Reddy و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که افزودن ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم به جیره غذایی طیور سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز شد. این امر احتمالاً ناشی از تخریب رادیکال‌های آزاد و پراکسیدهای هیدروژن بوده است. این یافته‌ها در تطابق با گزارش‌های Bhattacharya و همکاران (۱۹۹۹) می‌باشند که گزارش کردند مکمل کردن گیاهان دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی سبب افزایش غلظت آنزیم‌های از بین برنده رادیکال‌های آزاد، کاتالاز و کاهش پراکسیداسیون چربی شد. یکی دیگر از مکانیسم‌های عمل پیشنهاد شده برای سلنیوم به عنوان یک ماده ضد اکسیداسیون، اثر متقابل آن با ویتامین E می‌باشد. ویتامین E یک بخش مهم از سیستم دفاع ضد اکسیداسیونی است که به محافظت از اسیدهای چرب با چندین پیوند دوگانه در غشای سلولی در برابر تخریب پراکسیداسیونی، کمک می‌کند (Khan و همکاران، ۲۰۱۱). در طی کمبود سلنیوم و اساساً ناشی از تخریب شدید لوزالمعده، جذب ویتامین‌های محلول در چربی مانند E و A مختل می‌شود (Noguchi و همکاران، ۱۹۷۳). در نتیجه برخی از تخریب‌های اکسیداسیونی در حیوانات دچار کمبود سلنیوم ممکن است با شرایط نامناسب ویتامین E در طول دوره کمبود سلنیوم، در ارتباط باشد زیرا در بسیاری از حالات، به نظر می‌رسد که مکمل کردن ویتامین E سبب جلوگیری از برخی از این تخریب‌ها می‌شود (Singhو همکاران، ۲۰۰۶). برای نمونه نشان داده شده که در بلدرچین‌های قرار گرفته در معرض تنش گرمایی، غلظت ویتامین A و E افزایش یافت، در حالی که غلظت مالون دی‌آلدئید در زمانی که سطوح جیره‌ای ویتامین E (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و سلنیت سدیم (صفر، ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) افزایش پیدا کرد، به صورت خطی کاهش یافت (Sahin و همکاران، ۲۰۰۲). در آزمایش‌های اجرا شده با جوجه‌های گوشتی، مشاهده شد که مکمل‌سازی سلنیوم سبب افزایش ابقاء ویتامین E در گوشت شد (Ševčikova و همکاران، ۲۰۰۶). پایداری اکسیداتیو بالاتر لیپیدها می‌تواند با این اثر در ارتباط باشد (Sahin و Kucuk، ۲۰۰۱).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که مکمل نمودن جیره‌های جوجه-های گوشتی با منابع سلنیوم (نانو سلنیوم و سلنیت سدیم) در شرایط تنش گرمایی باعث بهبود رشد و ضریب تبدیل خوراک شد. همچنین نانو سلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم در شرایط تنش گرمایی اثر بهتری بر عملکرد نشان داد.

منابع

خسروی‌فر، ا. ۱۳۸۶. راهنمای نرم‌افزار UFFDA در جیره‌نویسی طیور. انتشارات پریور، تبریز، ایران.

Aviagen. (2014). Ross 308 Management Guide. Aviagen, Huntsville, Alabama, USA.

Bartlett, J.R. and Smith, M.O. (2003). Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broiler under heat stress. *Poultry Science*. 82: 1580-1588.

Bhattacharya, A., Chatterjee, A., Ghosal, S. and Bhattacharya, S.K. (1999). Antioxidant activity of active tannoid principles of *Emblica officinalis (amla). Indian Journal of Experimental Biology*. 37: 676-680.

Biswas, A., Mohan, J. and Sastry, K.V.H. (2006). Effect of higher levels of dietary selenium on production performance and immune responses in growing Japanese quail. *British Poultry Science*. 47: 511-515.

Borges, S.A., DaSilva, A.V.F., Ariki, J., Hooge, D.M. and Cummings, R.K. (2003). Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. *Poultry Science*. 82: 428-435.

Canal, C.W., Trevizan, L., Lopes, D.E. and Almeida, L. (2010). The impact of organic and inorganic selenium on the immune system of growing broilers submitted to immune stimulation and heat stress. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. DOI: 10.1590/S1516-635X2010000400005.

Chadio, S.E., Kotsampasi, B.M., Menegatos, J.G., Zervas, G.P. and Kalogiannis, D.G. (2006). Effect of selenium supplementation on thyroid hormone levels and seleno enzyme activities in growing lambs. *Biological Trace Element Research.* 109: 145-154.

Dahlke, F., Gonzales, E., Furlan, R.L., Gadelha, A.C., Maiorka, A., Almeida, J.G. and Avaliação, D.E. (2005). *Dferentes fontes e níveis de selênio para frangos de corte em diferentes temperatures*. *Archives of Veterinary Science.* 10: 21-26.

Dennery, P.A. (2007). Effects of oxidative stress on embryonic development. *Birth Defects Research (Part C*). 81: 155-162.

Edens, F.W. (2001). Involvement of Sel-Plex in physiological stability and performance of broiler chickens. In: Jacquse, K.A. and Lyous. T.P. (eds) Science and Technology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium. *Nottingham University Press,UK*. 349-376.

Fischer, J., Bosse, A., Most, E., Mueller, A. and Pallauf, J. (2008). Selenium requirement of growing male turkeys. *British Poultry Sci*ence.49:583-591.

Ghazi, S., Habibiyan, M., Moeini, M.M. and Abdolmohammadi, A.R. (2012). Effects of dietary selenium, vitamin E, and their combination on growth, serum metabolites, and antioxidant defense system in skeletal muscle of broilers under heat stress. *Biological Trace Element Research.* 148: 322-330. DOI: 10.1007/s12011-012-9374-0.

Habibian, M., Ghazi, S., Moeini, M.M. and Abdolmohammadi, A. (2014). Effects of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters of broilers reared under thermoneutral or heat stress conditions. *International Journal of Biometeorology*. 58: 741-752.

Hill, K.E. and Burk, R.F. (1982). Effect of selenium deficiency and vitamin E deficiency on glutathione metabolism in isolated rat hepatocytes. *Journal of Biological Chemistry*. 257: 10668-10672.

Huang, K.H. and Chen, W.F. (1996). Effect of selenium on the resistance of chickens to Marek's disease and its mode of action. *Acta Veterinaria Zootechnica Sinica*. 27: 448-455.

Khajali, F., Raei, A., Aghaei, A. and Qujeq, D. (2010). Evaluation of a dietary organic selenium supplement at different dietary protein concentrations on growth performance, body composition and antioxidative status of broilers reared under heat stress. *Asian-Australian Journal of Animal Sci*ence. 23: 501-507.

Khan, R.U., Naz, S., Nikousefat, Z., Tufarelli, V., Javdani, M., Rana, N. and Laudadio, V. (2011). Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. *World's Poultry Science Journal.* 67: 469-477.

Lin, H., Jlao, H.C., Buyse, J. and Decuypere, E. (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal.* 62:71-85.

Mack, L.A., Felver-Gant, J.N., Dennis, R.L. and Cheng, H.W. (2013). Genetic variation alters production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poultry Science*. 92: 285-294.

Mahmoud, K.Z. and Edens, F.W. (2005). Influence of organic selenium on hsp70 response of heat stress and entropathogenic *Escherichia Coli*-challenged broiler chicken. *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology*. 141: 69-75.

Marklund, S. and Marklund, G. (1974). Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Journal of Biochemistry*. 47: 469-474.

Mujahid, A., Akiba, Y. and Toyomizu, M. (2009). Olive oil-supplemented diet alleviates acute heat stress-induced mitochondrial ROS production in chicken skeletal muscle. *American Journal of Physiological Regulation and Integrative Comparative Physiology*. 297: R690-R698.

Mujahid, A., Sato, K., Akiba, Y. and Toyomizu, M. (2006). Acute heat stress stimulates mitochondrial superoxide production in broiler skeletal muscle, possibly via down regulation of uncoupling protein content. *Poultry Science*. 85: 1259-1265.

National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry.* 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

Niu, Z.Y., Liu, F.Z., Yan, Q.L. and Li, L. (2009). Effects of different levels of selenium on growth performance and immunocompetence of broilers under heat stress. *Archives of Animal Nutrition.* 63: 56-65.

Noguchi, T., Cantor, A.H. and Scott, M.L. (1973). Mode of action of selenium and vitamin E in prevention of oxidative diathesis in chicks. *Journal of Nutrients*. 103: 1502-1511.

Nollet, L., Huyghebaert, G. and Spring, P. (2008). Effect of different levels of dietary organic (Bioplex) trace minerals on live performance of broiler chickens by growth phases. *Journal of Applied Poultry Research*. 17: 109-115.

Ozek, K., Wellmann, K.T., Ertekin, B. and Tarim, B. (2011). Effects of dietary herbal essential oil mixture and organic acid preparation on laying traits, gastrointestinal tract characteristics, blood parameters and immune response of laying hens in a hot summer season. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 20:575-586.

Özgül, C. and Nazıroğlu, M. (2012). TRPM2 channel protective properties of N-acetylcysteine on cytosolic glutathione depletion dependent oxidative stress and Ca2+ influx in rat dorsal root ganglion. *Physiology of Behavior*. 106: 122-128.

Paglia, D.E. and Valentine, W.N. (1967). Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 70: 158-169.

Payne, R.L. and Southern, L.L. (2005). Changes in glutathione peroxidase and tissue selenium concentrations of broiler after consuming a diet adequate in selenium. *Poultry Science*. 84: 1268-1276.

Rahimi, S., Farhadi, D. and Valipouri, A.R. (2011). Effect of organic and inorganic selenium sources and vitamin E on broiler performance and carcass characteristics in heat stress condition. *Veterinary Journal*. 91: 25-35.

Ramnath, V., Rekha, P.S. and Sujatha, K.S. (2008). Amelioration of heat stress induced disturbances of antioxidant defense system in chicken by Brahma Rasayana. *eCAM*. 5: 77-84.

Ribeiro, A.M.L., Vogt, L.K., Canal, C.W., Laganá, C. and Streck, A.F. (2008). Vitamins and organic minerals supplementation and its effect upon the immunocompetence of broilers submitted to heat stress. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37: 636-644.

Sahin, K. and Kucuk, O. (2001). Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34 degrees C). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 85. 342-348.

Sahin, K., Sahin, N., Sari, M. and Gursu, M. F. (2002). Effects of vitamins E and A supplementation on lipid per oxidation and concentration of some mineral in broilers reared under heat stress (32°c). *Journal of Nutrition Research.* 22: 723-731.

SAS (2011). SAS/STAT® 9.1. User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Ševčikova, S., Skřivan, M., Dlouha, G. and Koucky, M. (2006). The effect of selenium source on the performance and meat quality of broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*. 51: 449-457.

Siegel, H.S. (1995). Stress, strains and resistance. *British. Poultry. Science*. 36: 3-22.

Singh, H., Sodhi, S. and Kaur, R. (2006). Effects of dietary supplements of selenium, vitamin E or combinations of the two on antibody responses of broilers. *British Poultry Science*. 47: 714 -719.

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

Sun, Q.A., Wu, Y., Zappacosta, F., Jeang, K.T., Lee, B.J., Hatfield, D.L. and Gladyshev, V.N. (1999). Redox regulation of cell signaling by selenocysteine in mammalian. *Journal of Biological Chemistry*. 274: 24522-24530.

Surai, P.F. (2000). Effect of the selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *British Poultry Science*. 41: 235-243.

Swain, B.K., Johri, T.S. and Majumdar, S. (2000). Effect of supplementation of vitamin E, selenium and their different combinations on the performance and immune response of broilers. *British Poultry Science*. 41: 287-292.

Teeter, R.G., Smith, M.O., Owens, F.N., Arp, S.C., Sangiah, S. and Breazile, J.E. (1985). Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. *Poultry Science*. 64: 1060-1064.

Tomlinson, D.J., Socha, M.T. and Frain, J.M. (2008). Role of Trace Minerals in the Immune System, Penn State *Dairy Cattle Nutrition Workshop*. pp. 39-52.

Vara Prasad Reddy, L.S.S., Thangavel, A., Leela, V. and Narayana Raju, K.V.S. (2009). Antioxidant enzyme status in broilers: Role of dietary supplementation of tulasi (*Ocimum sanctum*) and *Selenium. Tamilnadu Journal of Veterinary and Animal Sciences*. .5: 251-256.

Wilson, S.R., Zucker, P.A., Huang, R.R.C. and Spector, A. (1989). Development of synthetic compound with glutathione peroxidase activity. *Journal of American Chemistry Soc*iety. 111: 5936-5939.

Yardibi, H. and Turkay, G. (2008). The effects of vitamin E on the antioxidant system, egg production and egg quality in heat-stressed laying hen. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 32: 319-325.

Yoon, I., Werner, T.M. and Butler, J.M. (2007). Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. *Poultry Science*. 86: 727-730.