

تأثیر سطوح مختلف سلنیوم آلی و ویتامین E بر عملکرد و کیفیت گوشت در بلدرچین ژاپنی

حجت صنوبر کلاتی^{۱*} - محمود شمس شرق^۲ - بهروز دستار^۳ - سعید زره داران^۴

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۷

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۰

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف مکمل آلی سلنیوم و ویتامین E بر عملکرد و کیفیت گوشت بلدرچین، آزمایشی با استفاده از ۴۸۰ قطعه بلدرچین ژاپنی در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو سطح سلنیوم (۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) و ۳ سطح ویتامین E (۱۸، ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) با ۴ تکرار و ۲۰ قطعه در هر تکرار انجام شد. نتایج حاصله نشان داد افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. با افزایش مکمل ویتامین E جیره، ظرفیت نگهداری آب گوشت ران به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی اختلاف بین سطح ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E معنی‌دار نبود. درصد ماده خشک و اسیدیته گوشت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مقدار مالون‌دی-آلدهید گوشت تحت تأثیر رابطه متقابل سلنیوم با ویتامین E قرار گرفت. تیمارهای حاوی ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E، کمترین میزان مالون‌دی‌آلدهید را داشتند. با افزایش مدت زمان نگهداری گوشت، میزان مالون‌دی‌آلدهید تولید شده افزایش یافت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که افزودن مقادیر بالای سلنیوم و ویتامین E (تیمار حاوی ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E) به عنوان آنتی‌اکسیدان به جیره بلدرچین، پایداری اکسیداتیو، مدت زمان نگهداری و کیفیت گوشت را بهبود می‌بخشد.

واژه‌های کلیدی: بلدرچین ژاپنی، ویتامین E، سلنیوم آلی، کیفیت گوشت

مقدمه

یکی از آنتی‌اکسیدان‌هایی است که بطور گسترده‌ای در جیره طیور استفاده می‌شود. این ویتامین از اکسیداسیون اسیدهای چرب بلند زنجیر در غشای سلولی جلوگیری می‌کند و به عنوان یک ماده مغذی برای رشد و سلامتی حیوانات شناخته شده است (۱۰). ویتامین E و سلنیوم ارتباط تغذیه‌ای شناخته شده‌ای دارند. ویتامین E به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های بین سلولی و ویتامین محلول در چربی، به عنوان اولین خط دفاعی عمل می‌کند و از آسیب رادیکال‌های آزاد به اسیدهای چرب غیراشباع با پیوند دوگانه، جلوگیری می‌کند. سلنیوم به عنوان بخشی از آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز به عنوان دومین خط دفاعی بدن عمل کرده و با تخریب پراکسیدهای سلولی، از تشکیل رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کند (۳۵).

در سال‌های اخیر مصرف‌کنندگان خواهان افزایش کیفیت گوشت می‌باشند و به خصوصیاتمانند رنگ، ظاهر، طعم، تردی و آبدار بودن توجه دارند. گوشت طیور از لحاظ تغذیه‌ای اهمیت ویژه‌ای دارد و حاوی مقادیر بالایی پروتئین، اسیدهای چرب غیراشباع ضروری و مواد معدنی است. چربی گوشت طیور شامل مقدار بیشتری اسیدهای چرب غیراشباع با پیوندهای دو گانه نسبت به سایر حیوانات اهلی است و نسبت به اکسیداسیون حساسیت زیادی دارند. اکسیداسیون

وجود عناصر معدنی کمیاب در جیره غذایی همه حیوانات برای حفظ سلامتی و عملکرد مناسب بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی آنها ضروری است. سلنیوم یکی از مواد معدنی کم نیاز برای طیور می‌باشد. این عنصر در سال ۱۸۱۷ توسط جاکوب برزلیوس کشف شد و سال‌ها گمان می‌شد که سلنیوم برای حیوانات سمی می‌باشد. در سال ۱۹۵۷ مشخص شد سلنیوم از عارضه نکروز کبدی در موش‌های صحرایی پیشگیری می‌کند و این ماده معدنی به عنوان یک ماده مغذی ضروری در جیره شناخته شد. پس از آن به عنوان بخشی از ۳۰ نوع سلنوپروتئین شناسایی شد (۳۵). مکمل سلنیوم به دو شکل معدنی و آلی وجود دارد. سلنیت سدیم متداولترین شکل سلنیوم معدنی است که تاکنون در جیره غذایی طیور مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به اینکه مکمل آلی سلنیوم با قابلیت بالاتری جذب می‌شود، اخیراً تمایل زیادی برای استفاده از آن بوجود آمده است (۱۴ و ۱۷). ویتامین E

۳، ۲، ۱-۴ به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیاران گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(*)- نویسنده مسئول: Email: hsenobar@gmail.com

جدول ۱- ترکیب جیره‌ی آزمایشی برای دوره‌ی ۰-۴۲ روزگی

درصد در ترکیب جیره	مواد خوراکی مورد استفاده
۵۰/۵۰	ذرت (CP=۷/۸۹)
۴۲/۰۳	کنجاله سویا (CP=۴۳/۶۸)
۳	پودر ماهی (CP=۵۵/۳۲)
۲/۰۷	روغن سویا
۰/۳۲	دی کلسیم فسفات
۱/۱۶	کربنات کلسیم
۰/۳	نمک
۰/۲۵	مکمل معدنی
۰/۲۵	مکمل ویتامینی
۰/۰۲	کوکسیدبواستات
۰/۱	DL-متیونین
۱۰۰	جمع
ترکیب مواد مغذی محاسبه شده (درصد)	
۲۹۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم	انرژی قابل سوخت و ساز
۲۴ درصد	پروتئین
۰/۸ درصد	کلسیم
۰/۳ درصد	فسفر قابل دسترس
۰/۱۵ درصد	سدیم
۱/۳۹ درصد	لیزین
۰/۵ درصد	متیونین
۰/۸۸ درصد	متیونین + سیستین

۱- جیره‌های آزمایشی حاوی حداقل مقدار مواد مغذی توصیه شده‌ی NRC بودند.
 ۲- هر کیلوگرم جیره تامین کننده مواد زیر است: منگنز ۱۶۵/۳۵ mg، آهن ۲۵۰ mg، روی ۲۴۹ mg، مس ۴۰ mg، ید ۱/۶ mg، کولین ۳۳۵/۳۵ mg ویتامین A ۹۰۰۰ IU، ویتامین D₃ ۲۰۰۰ IU، ویتامین K₃ ۴ mg، ویتامین B₁ ۱/۸ mg، ویتامین B₂ ۸/۲۵ mg، ویتامین B₃ ۱۰ mg، ویتامین B₅ ۳۰ mg، ویتامین B₆ ۳ mg، ویتامین B₉ ۱/۲۵ mg، ویتامین B₁₂ ۱/۵ mg و ویتامین H₂ ۵ mg.

جهت تعیین پارامترهای کیفیت گوشت، عضله ران درون پاکت‌های پلاستیکی زیپ‌دار قرار گرفت و بعد از کشتار به فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد) منتقل شد. پارامترهای کیفیت گوشت (ظرفیت نگهداری آب، اسیدیته، مالون‌دی‌آلدهید (MDA)^۱ و ماده خشک) در سه بازه زمانی، روز بعد از کشتار، ۳ و ۶ ماه بعد کشتار اندازه‌گیری شد. برای تعیین ظرفیت نگهداری آب ابتدا یک گرم نمونه گوشت درون کاغذ صافی قرار گرفت و به مدت ۴ دقیقه در دور ۱۵۰۰ سانتریفوژ شد. نمونه گوشت بعد از سانتریفوژ کردن درون آون خشک شد. ظرفیت نگهداری آب با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۸).

چربی‌ها یکی از مشکلات اصلی در صنعت گوشت می‌باشد که در نهایت منجر به تحلیل و از بین رفتن طعم گوشت و ارزش غذایی آن در دراز مدت می‌شود (۲۷). راه‌های مختلفی برای جلوگیری از آغاز اکسیداسیون چربی‌های گوشت و یا به تعویق انداختن آن وجود دارد. در صنعت گوشت و فرآورده‌های گوشتی برای کاهش اکسیداسیون گوشت از آنتی‌اکسیدان‌های صنعتی استفاده می‌شود ولی در سال‌های اخیر به دلیل مشخص شدن خاصیت سرطان‌زایی این آنتی‌اکسیدان‌ها، مقاومت در برابر استفاده از آن‌ها افزایش یافته است. هم‌اکنون استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند ویتامین E و سلنیوم مورد توجه قرار گرفته است (۱۵). تغذیه طیور با سطوح بالاتر آنتی‌اکسیدان‌ها در جیره یک روش ساده برای بهبود پایداری اکسیداتیو و افزایش مدت نگهداری گوشت است. مطالعاتی نشان داده است که افزایش ویتامین E و سلنیوم جیره، سبب تثبیت چربی‌های گوشت شده و از توسعه‌ی بوهای ناخواسته، اکسیداسیون میوگلوبین و مضرات دیگر مربوط به تجزیه چربی‌ها جلوگیری می‌کند (۱۵، ۲۱، ۲۷ و ۳۲).

هدف از اجرای طرح حاضر بررسی تأثیر مکمل آلی سلنیوم و ویتامین E بر عملکرد و پارامترهای کیفیت گوشت در بلدرچین ژاپنی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده از ۴۸۰ قطعه بلدرچین ژاپنی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۳ و با ۶ تیمار، ۴ تکرار و ۲۰ قطعه بلدرچین در هر تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۲ سطح مکمل آلی سلنیوم (۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) و ۳ سطح ویتامین E (۱۸، ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بودند. جیره غذایی مورد استفاده بر اساس مواد مغذی موجود در مواد خوراکی و همچنین احتیاجات غذایی بلدرچین ژاپنی مطابق با جداول انجمن ملی تحقیقات (NRC، ۱۹۹۴) تنظیم شد (۲۸). قبل از شروع آزمایش مقدار پروتئین اقلام خوراکی بر اساس روش‌های AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد (۱) و بر اساس درصد پروتئین مواد خوراکی، جیره غذایی تنظیم گردید. ترکیب جیره پایه مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. مکمل آلی مورد استفاده، مخمر غنی از سلنیوم با نام تجاری Sel-plex و مکمل ویتامین E مورد استفاده دی‌ال‌آلفاتوکوفرول استات با مارک BASF بود. درصد خلوص مکمل آلی سلنیوم ۰/۱ درصد و دی‌ال‌آلفاتوکوفرول استات ۵۰ درصد بود. بر اساس درصد خلوص مکمل‌ها، مقادیر مورد نیاز هر تیمار به جیره اضافه شد. خوراک مصرفی و وزن بدن بلدرچین‌ها به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. بلدرچین‌ها به مدت ۴۲ روز بر روی بستر پرورش یافتند و در طول دوره پرورش، به آب و خوراک دسترسی آزاد داشتند. برنامه نوردی به صورت پیوسته بود.

$$x_{100} = \frac{\text{وزن بعد از آون} - \text{وزن بعد از سانتریفوژ}}{\text{وزن نمونه قبل از سانتریفوژ}} \times 100 = \text{درصد ظرفیت نگهداری}$$

بررسی کردند و گزارش کردند وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی و خوراک مصرفی تحت تأثیر سطوح مختلف ویتامین E قرار نگرفت. ريو و همکاران (۳۲)، تأثیر سطوح ۱، ۲، ۴ و ۸ میلی‌گرم مکمل معدنی سلنیوم در جیره‌های حاوی ۲۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E را بر عملکرد جوجه‌های گوشتی بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند، وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر سطوح مختلف سلنیوم و ویتامین E قرار نگرفت. سطوح بالاتر سلنیوم اثر مضر بر عملکرد جوجه‌ها در طول دوره آزمایش نداشت. بیسواز و همکاران (۵)، تأثیر سطوح بالاتر از احتیاجات سلنیوم (۰/۲، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) را بر عملکرد بلدرچین ژاپنی بررسی کردند و گزارش کردند سطوح بالاتر سلنیوم تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی بلدرچین‌ها ندارد. باس‌مچی‌اگلو و همکاران (۳)، تأثیر سطوح مختلف سلنیوم آلی (۰/۱۵ و ۰/۳ میلی‌گرم) و ویتامین E (۲۰۰ میلی‌گرم) را به تنهایی و در ترکیب با همدیگر، بر عملکرد جوجه‌های گوشتی بررسی کردند و گزارش کردند افزایش وزن جوجه‌ها در کل دوره، هنگامی که مکمل سلنیوم و ویتامین E به تنهایی استفاده شدند، افزایش معنی‌داری داشت ولی خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. ساهین و همکاران (۳۳)، سطوح مختلف آلفاتوکوفرول استات و پیکولینات روی را در شرایط تنش حرارتی در بلدرچین‌ها بررسی کردند، آن‌ها گزارش کردند خوراک مصرفی، وزن بدن و بازدهی خوراک با افزایش سطوح آلفا توکوفرول استات و پیکولینات روی در بلدرچین‌های تحت تنش حرارتی افزایش یافت.

نتایج مربوط به مقایسات میانگین پارامترهای کیفیت گوشت ران در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج نشان داد ظرفیت نگهداری آب (WHC)^۲ به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح ویتامین E قرار گرفت و با افزایش مکمل ویتامین E جیره ظرفیت نگهداری آب به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$) ولی اختلاف بین سطح ۹۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم ویتامین E معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). تأثیر سطوح مختلف سلنیوم آلی بر ظرفیت نگهداری آب معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). همچنین رابطه متقابل بین ویتامین E با سلنیوم، ویتامین E با زمان، سلنیوم با زمان، سلنیوم با ویتامین E با زمان معنی‌دار نبود. ظرفیت نگهداری آب به طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان منجمد کردن قرار گرفت ($P < 0/01$). با افزایش مدت زمان انجماد، ظرفیت نگهداری آب کاهش یافت به طوری که نمونه‌های بازه‌ی زمانی اول بیشترین ظرفیت نگهداری آب را داشتند ولی اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های بازه زمانی ۹۰ و ۱۸۰ روز انجماد مشاهده نشد.

نتایج و بحث

مقایسات میانگین داده‌های عملکرد در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. احتیاجات سلنیوم و ویتامین E بلدرچین‌ها از طریق جیره غذایی تأمین شد و افزایش سطوح این مواد مغذی باعث بهبود عملکرد نشد. تحقیق حاضر در شرایطی با رعایت استانداردهای بهداشتی اجرا شد و بلدرچین‌ها در معرض حداقل تنش محیطی قرار گرفتند. در شرایط پرورش تجاری، طیور در معرض تنش‌های محیطی بیشتری مانند تراکم پرورش، تهویه نامناسب و تغییرات دمایی قرار می‌گیرند. طبق گزارشات میکیلروی و همکاران (۲۵)، افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها (ویتامین E و سلنیوم) به جیره زمانی موجب بهبود عملکرد می‌شود که سیستم ایمنی بدن درگیر باشد و یا پرنده در معرض تنش قرار گیرد.

نتایج حاصله از این تحقیق با تعدادی از گزارشات (۵، ۶، ۲۹ و ۳۲) هم‌خوانی دارد. بیسواز و همکاران (۶) تأثیر سطوح مختلف ویتامین E (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم) را بر عملکرد بلدرچین‌ها

جدول ۲- تأثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر عملکرد بلدرچین‌ها

تیمار	افزایش وزن (گرم)			خوراک مصرفی (گرم)			ضریب تبدیل غذایی		
	۰-۲۱	۲۱-۴۲	۰-۴۲	۰-۲۱	۲۱-۴۲	۰-۴۲	۰-۲۱	۲۱-۴۲	۰-۴۲
سلنیوم (میلی گرم)									
۰/۲	۱۱۲/۳۴۳	۱۳۹/۱۷	۲۵۱/۵۲	۲۵۹/۱۷	۶۲۸/۳۲	۸۸۷/۴۹	۲/۳	۴/۵۱	۳/۵۲
۰/۴	۱۱۳/۱۸۸	۱۴۳/۵۱	۲۵۶/۶۹	۲۶۴/۹۹	۶۳۱/۳۴	۸۹۶/۳۳	۲/۳۴	۴/۳۹	۳/۴۹
SEM	۱/۱۲۸	۱/۷۹	۲/۵۳۲	۲/۹	۱۰/۶۶	۱۳/۲۶	۰/۰۱۲	۰/۰۴۹	۰/۰۲۷
سطح احتمال	۰/۶۰۳	۰/۱۰۴	۰/۱۶۵	۰/۱۷۳	۰/۸۴۳	۰/۶۴۳	۰/۰۸۱	۰/۱۱۲	۰/۳۶۰
ویتامین E (میلی گرم)									
۱۸	۱۱۱/۷۷	۱۴۰/۵۲	۲۵۲/۳۰	۲۵۹/۵۵	۶۳۱/۷۳	۸۹۱/۲۹	۲/۳۲۱	۴/۴۹	۳/۵۳
۹۰	۱۱۲/۹۲	۱۴۱/۳۲	۲۵۴/۲۵	۲۶۲/۱۷	۶۲۲/۲۰	۸۸۴/۷۷	۲/۳۲۳	۴/۴۷	۳/۴۷
۱۸۰	۱۱۳/۵۹	۱۴۲/۱۷	۲۵۵/۷۷	۲۶۴/۱۱	۶۳۵/۵۵	۸۹۹/۶۷	۲/۳۲۱	۴/۳۹	۳/۵۱
SEM	۱/۳۸۲	۲/۱۹۲	۳/۱۰۱	۳/۵۵	۱۳/۰۶	۱۶/۲۴	۰/۰۱۵	۰/۰۶	۰/۰۳۳
سطح احتمال	۰/۶۴۹	۰/۸۶۸	۰/۷۳۴	۰/۶۵۹	۰/۷۶۱	۰/۸۱۱	۰/۹۸۵	۰/۴۹۶	۰/۴۷۸
اثر متقابل ویتامین E و سلنیوم	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
سطح احتمال	۰/۶۴۰	۰/۸۶۰	۰/۷۳۴	۰/۶۵۹	۰/۷۶۱	۰/۸۱۱	۰/۹۸۵	۰/۴۹۶	۰/۴۷۸

تراوایی آن از بین می‌رود. ویتامین E با حفظ یکپارچگی غشای سلول باعث کاهش اتلاف رطوبت از گوشت گردید. هوفلانرگان و لانرگان (۱۹)، گزارش کردند اکسیداسیون گوشت موجب کاهش حساسیت به هیدرولیز، کاهش ذخیره‌ی آب بین میوفیبریل‌ها و افزایش رطوبت اتلافی شد. اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها و تمام فاکتورهایی که وضعیت پروتئین‌های میوفیبریل‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد در میزان رطوبت اتلافی گوشت موثر است. وجود آنتی‌اکسیدان‌ها بعد از کشتار موجب کاهش اکسیداسیون و سایر اثرات ثانویه آن می‌شود. دن-هرتوگ و همکاران (۱۳)، گزارش کردند اتلاف رطوبت بعد از کشتار در اثر کوتاه شدن میوفیبریل‌ها و کاهش pH اتفاق می‌افتد. کاهش رطوبت اتلافی در حیوانات تغذیه شده با ویتامین E می‌تواند در نتیجه‌ی افزایش طول سارکومر باشد. در تحقیق حاضر ظرفیت نگهداری آب تحت تأثیر سطوح سلنیوم آلی جیره قرار نگرفت. این نتایج با گزارشات برخی محققین مغایرت دارد (۲۴، ۳۱ و ۳۶). لی و همکاران (۲۴)، گزارش کردند سطوح بالای سلنیوم آلی در جیره باعث افزایش غلظت سلنیوم و آنزیم گلوکوتایون پراکسیداز در گوشت می‌شود. GPX_۱ (گلوکوتایون پراکسیداز غشای سلولی) و GPX_۴ (هیدروپراکسیداز فسفولیپیدها) در پایداری اکسیداتیو و از بین بردن رادیکال‌های آزاد نقش دارند. همچنین سلنیوم جزئی از ساختار سلنیوپروتئین‌ها است و از بین سلنیوپروتئین‌ها، سلنیوپروتئین W در حفاظت از غشا در مقابل استرس‌های اکسیداتیو نقش مهمی را ایفا می‌کند. افزایش غلظت سلنیوم بافت‌ها منجر به افزایش فعالیت GPX_۱ و افزایش سطوح mRNA ژن بیان کننده‌ی سلنیوپروتئین W شده و بدین ترتیب سبب بالابردن ظرفیت نگهداری آب در بافت‌ها

نتایج حاصله از این تحقیق با گزارشات (۲، ۱۱، ۲۶ و ۳۷)، مطابقت داشت. ظرفیت نگهداری آب و رطوبت اتلافی گوشت بعد از کشتار به کوتاه شدن میوفیبریل‌ها، کاهش pH، دناتوره شدن میوزین و تشکیل آکتومیوزین بستگی دارد. ویتامین E جیره با حفاظت فسفولیپیدهای غشاء در مقابل اکسیداسیون می‌تواند موجب کاهش رطوبت اتلافی گوشت شود (۲۰). چپاه و همکاران (۱۱)، گزارش کردند افزودن ویتامین E به جیره باعث کاهش رطوبت اتلافی گوشت و افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود. آن‌ها ادعان داشتند متابولیسم پیشنهادی به این گونه است که ویتامین E موجود در غشای سلول‌ها از فعالیت آنزیم فسفولیپاز A_۲ جلوگیری می‌کند. آنزیم فسفولیپاز A_۲ باعث تجزیه اسیدهای چرب غیراشباع میتوکندری می‌شود و پایداری شبکه سارکوپلاسمی و میتوکندری را کاهش می‌دهد و در نتیجه یون Ca²⁺ به درون سارکوپلاسم ترشح می‌شود. ویتامین E با جلوگیری از فعالیت آنزیم فسفولیپاز A_۲، موجب کاهش غلظت یون Ca²⁺ درون سارکوپلاسم می‌شود. کاهش غلظت یون Ca²⁺ از دو طریق می‌تواند بر رطوبت دفع شده از گوشت تأثیر داشته باشد. اول اینکه موجب کاهش سرعت افت pH بعد از کشتار می‌شود و دوم اینکه بین مقدار یون Ca²⁺ شبکه سارکوپلاسمی و نرخ گلیکولیز رابطه مثبتی وجود دارد و با افزایش روند گلیکولیز تجزیه پروتئین‌ها بیشتر شده و ظرفیت نگهداری آب کاهش یافته و رطوبت اتلافی افزایش می‌یابد. طبق گزارشات اصغر و همکاران (۲)، ویتامین E یکی از آنتی‌اکسیدان‌های محلول در غشای سلول است که از اکسیداسیون فسفولیپیدهای موجود در دیواره غشاء جلوگیری می‌کند. اکسیداسیون باعث کاهش سیالیت غشاء شده و با تغییر ساختار نرمال غشاء، خاصیت نیمه

طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان و رابطه متقابل سلنیوم با ویتامین E قرار گرفت. با افزایش زمان نگهداری گوشت به صورت منجمد، مقدار مالون‌دی‌آلدهید تولید شده افزایش معنی‌داری داشت ($P < 0.01$). بیشترین مقدار مالون‌دی‌آلدهید در نمونه‌های ۱۸۰ روز منجمد شده و کمترین مقدار آن در نمونه‌های بازه زمانی اول بود. رابطه متقابل سلنیوم با ویتامین E معنی‌دار بود (نمودار ۱).

تیمارهای حاوی ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی و ۱۸۰ میلی‌گرم ویتامین E، کمترین میزان مالون‌دی‌آلدهید را داشت. تیمار حاوی ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم آلی و ۱۸۰ میلی‌گرم ویتامین E نسبت به تیمار ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی و ۱۸ میلی‌گرم ویتامین E، به طور معنی‌داری مالون‌دی‌آلدهید کمتری داشتند این نتایج حاکی از آن است که با افزایش سطح ویتامین E از ۱۸ به ۱۸۰ میلی‌گرم، میزان مالون‌دی‌آلدهید به طور معنی‌داری کاهش یافت ولی در تیمارهای حاوی ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم آلی با افزایش سطوح ویتامین E از ۱۸ به ۱۸۰ میلی‌گرم، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. از این نتایج این گونه استنتاج می‌شود که ویتامین E و سلنیوم با همدیگر اثرات هم‌کوشی دارند و با افزایش سطح سلنیوم آلی از ۰/۲ به ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم نتایج مطلوب‌تری حاصل می‌شود.

نتایج جدول ۳ نشان داد اسیدیته و ماده خشک گوشت تحت تأثیر سطوح مختلف سلنیوم آلی و ویتامین E و روابط متقابل آن‌ها قرار نگرفت ($P > 0.05$). میزان اسیدیته گوشت تحت تأثیر مدت زمان نگهداری در فریزر قرار نگرفت ($P > 0.05$). نتایج حاصله از این تحقیق با گزارشات (۱۲، ۲۳، ۲۶ و ۳۱) مطابقت دارد. کوتزی و هوفمن (۱۲)، گزارش کردند اسیدیته گوشت تحت تأثیر سطوح مختلف ویتامین E در مدت زمان نگهداری در فریزر (۳۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ روز) قرار نگرفت. بعد از کشتار پرندگان و قطع شدن جریان خون فرایندهای متابولیکی بدن متوقف می‌شود ولی برخی از این فرایندها برای لحظاتی بعد از کشتار ادامه می‌یابد و موجب شکسته شدن گلیکوکوزن در مسیر بی‌هوازی شده و اسید لاکتیک تولید می‌شود. ذخیره‌ی اسید لاکتیک در بافت‌ها باعث کاهش pH از حالت خنثی به حالت اسیدی می‌شود (۲). مدتی پس از کشتار به دلیل دی‌آمیناسیون اسیدهای آمینه و آزاد سازی آمونیاک pH گوشت اندکی افزایش می‌یابد (۱۶).

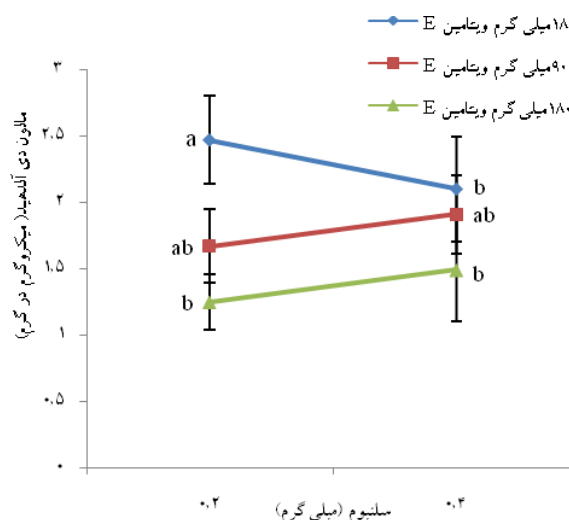
مقدار مالون‌دی‌آلدهید تولید شده به عنوان شاخص اکسیداسیون در نمونه‌های ران در سه بازه زمانی اندازه‌گیری شد. میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت تحت تأثیر رابطه متقابل سلنیوم با زمان، ویتامین E با زمان و سلنیوم با ویتامین E و زمان قرار نگرفت ($P > 0.05$) ولی به

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای کیفیت گوشت ران در تیمارهای مختلف

تیمار	ظرفیت نگهداری آب (درصد)	اسیدیته	ماده خشک (درصد)	مالون‌دی‌آلدهید ران (میکروگرم در گرم)
سلنیوم (میلی‌گرم)				
۰/۲	۶۲/۴۹	۶/۸۹	۲۵/۸۹	۱/۸۰
۰/۴	۶۲/۸۶	۶/۸۷	۲۴/۴۴	۱/۸۳
SEM	۰/۴۶۸	۰/۰۲۳	۰/۷۹	۰/۱۵
سطح احتمال	۰/۵۸۳	۰/۵۲۴	۰/۱۹۶	۰/۹۰۴
ویتامین E (میلی‌گرم)				
۱۸	۶۱/۵۴ ^b	۶/۸۶	۲۴/۴۳	۲/۳۹ ^a
۹۰	۶۲/۶۶ ^{ab}	۶/۸۸	۲۶/۴۲	۱/۷۹ ^b
۱۸۰	۶۳/۷۹ ^a	۶/۸۷	۲۴/۶۴	۱/۳۷ ^b
SEM	۰/۵۴۴	۰/۰۲۹	۰/۹۷	۰/۱۷
سطح احتمال	۰/۰۲۲	۰/۹۷۸	۰/۲۸۲	۰/۰۱۳
زمان (روز)				
۱	۶۹/۰۷ ^a	۶/۸۴	۲۶/۳۶	۱/۰۶ ^c
۹۰	۵۹/۴۵ ^b	۶/۹۱	۲۴/۴۳	۱/۵۹ ^b
۱۸۰	۵۹/۶۷ ^b	۶/۸۹	۲۴/۷۱	۲/۷۹ ^a
SEM	۰/۵۸۵	۰/۰۲۹	۱/۰۰	۰/۱۸
سطح احتمال	۰/۰۰۱	۰/۳۰۷	۰/۳۱۶	۰/۰۰۱

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$)

اثرات متقابل سلنیوم با زمان، ویتامین E با زمان و سلنیوم با ویتامین E و زمان برای پارامترهای کیفیت گوشت معنی‌دار نبود ولی اثر متقابل سلنیوم با ویتامین E برای پارامتر مالون‌دی‌آلدهید ران معنی‌دار بود ($P < 0.046$).



نمودار ۱- مقایسات میانگین مالون دی آلدئید گوشت ران در تیمارهای مختلف آزمایشی

گوشت (۱۲ ماه به حالت منجمد) منجر به کاهش غلظت ویتامین E در گوشت شد و به این علت اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. هودا و همکاران (۱۷)، تأثیر سطوح مختلف ویتامین E (۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌گرم) را بر ماندگاری و خصوصیات کیفی گوشت بلدرچین بررسی کردند و گزارش کردند سطوح ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E باعث کاهش میزان اکسیداسیون در نمونه‌های ۶۰ و ۹۰ روز منجمد شده گردید. ریو و همکاران (۳۲)، تأثیر سطوح مختلف سلنیوم (۱، ۲، ۴ و ۸ میلی‌گرم) و ویتامین E (۲۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم) را بر میزان اکسیداسیون چربی در گوشت ران و سینه بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند افزودن سطوح بالاتر سلنیوم به جیره موجب کاهش اکسیداسیون چربی گردید ولی زمانی که ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E به جیره افزوده شد میزان مالون-دی‌آلدئید به طور موثری کاهش یافت. ترکیب ویتامین E و سلنیوم (۸ میلی‌گرم سلنیوم و ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E) کمترین مقدار مالون‌دی‌آلدئید را داشت. کوتزی و هوفمن (۱۲)، تأثیر سطوح مختلف ویتامین E را بر صفات کیفی گوشت در طول مدت ذخیره سازی در فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد) بررسی کردند. بدین منظور جوجه‌ها با سطوح مختلف ویتامین E (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم) در کل دوره‌ی پرورش و سطوح ۱۲۰، ۱۴۰، ۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E در دوره ۲۱-۴۲ پرورش، تغذیه شدند. نمونه‌های گوشت پس از استحصال برای مدت زمان ۳۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ روز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند. نتایج آزمایش نشان داد با افزایش مدت زمان نگهداری گوشت، میزان مالون‌دی‌آلدئید تولیدی و مقدار عددی TBARS افزایش یافت. افزایش سطوح ویتامین E جیره به طور معنی‌داری باعث کاهش مقدار TBARS شد. براندون و

کیم و همکاران (۲۲)، تأثیر سطوح مختلف ویتامین E (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم) و سلنیوم (۰/۳ میلی‌گرم) و ترکیب این دو با همدیگر (۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم و ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E) را بر صفات کیفی گوشت بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند با افزایش مدت زمان نگهداری گوشت ران میزان مالون‌دی‌آلدئید افزایش یافت و از بین تیمارهای آزمایشی سطح ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم بیشترین پایداری اکسیداتیو را داشتند. در این گزارشات مقدار میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید تولید شده در هر کیلوگرم گوشت به صورت TBARS^۱ بیان شده است. پریز و همکاران (۳۰)، تأثیر سطوح مختلف ویتامین E (۵۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم) و سلنیوم (۰/۱ سلنیت سدیم و ۰/۳ سلنومتیونین) را بر خصوصیات کیفی گوشت ذخیره شده در فریزر (۳۰- درجه سانتی‌گراد) در بازه زمانی ۶ و ۱۲ ماه بررسی کردند. مقدار TBARS گوشت در طول مدت زمان نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت و نمونه‌های ۱۲ ماه منجمد شده بیشترین مقدار TBARS را داشتند. نتایج نشان داد خصوصیات کیفی گوشت در تیمارهای آزمایشی بازه زمانی ۶ ماه انجامد اختلاف معنی‌داری داشت به طوری که تیمار ۵۰ میلی‌گرم ویتامین E و ۰/۱ میلی‌گرم سلنیوم بیشترین مقدار TBARS را داشتند ولی در نمونه‌های ۱۲ ماه منجمد شده بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش مقدار مصرف ویتامین E در جیره باعث بالارفتن غلظت این ویتامین در بافت‌ها و گوشت می‌شود. ویتامین E به عنوان آنتی‌اکسیدان نقش موثری در از بین بردن رادیکال‌های آزاد دارد. نگهداری طولانی مدت

1 - Thiobar Bituric Acid Reactive Substance

اخیراً مشخص شده که حداکثر کارایی فعالیت ویتامین E در بدن زمانی حاصل می‌شود که سلنیوم جیره به اندازه کافی باشد (۳۱). ویتامین E با به دام انداختن رادیکال‌های آزاد از اکسید شدن اسیدهای چرب جلوگیری می‌کند. در این فرآیند، ویتامین E یک اتم هیدروژن آزاد می‌کند و این اتم هیدروژن با رادیکال پراکسید واکنش داده و به شکل هیدروپراکسید کاهش می‌یابد. ویتامین E بعد از اکسید شدن و قبل از اینکه تجزیه شود می‌تواند مجدداً بوسیله‌ی آنتی‌اکسیدان‌های محلول در آب مانند اسید آسکوربیک و آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز کاهش یابد. بنابراین بیشترین کارایی ویتامین E زمانی اتفاق می‌افتد که عوامل کاهشنده مانند گلوتاتیون پراکسیداز و اسیدآسکوربیک به اندازه‌ی کافی در غشای سلول وجود داشته باشد تا آلفاتوکوفرول اکسید شده را مجدداً احیا کنند (۴).

نتیجه‌گیری

از نتایج این تحقیق چنین استنتاج می‌شود که می‌توان با افزودن سطوح بالاتر آنتی‌اکسیدان‌ها (ویتامین E و سلنیوم) به جیره بلدرچین، پایداری اکسیداتیو، مدت زمان نگهداری و کیفیت گوشت را بهبود بخشید. تیمار حاوی ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E بهترین نتایج را نشان داد.

تشکر و قدردانی

مکمل آلی سلنیوم و مکمل دی‌ال آلفا توکوفرول استات مورد استفاده در این تحقیق توسط شرکت وتاک تهران و کیمیا رشد گرگان اهدا شده است. بدینوسیله مؤلفان مراتب تشکر و سپاسگزاری خود را از مدیریت محترم این مراکز اعلام می‌نمایند.

همکاران (۹)، تأثیر ویتامین E را بر پایداری اکسیداتیو گوشت بررسی کردند. گروه شاهد جیره‌ی حاوی ۳۰ میلی‌گرم ویتامین E تا سن کشتار (۶ هفته‌گی) دریافت کردند و تیمارهای دیگر با جیره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E برای مدت ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ هفته قبل از کشتار تغذیه شدند. نتایج نشان داد اضافه کردن مکمل ویتامین E (۲۰۰ میلی‌گرم) به مدت ۵ هفته قبل از کشتار، موجب بهبود پایداری اکسیداتیو گوشت چرخ کرده در طول مدت نگهداری در یخچال و فریزر شد. اضافه کردن مکمل ویتامین E در زمان نزدیک به کشتار به جیره موجب بهبود نسبی اکسیداسیون شد ولی برای دستیابی به پایداری بیشتر، مدت زمان استفاده از مکمل ویتامین E باید افزایش یابد. اضافه کردن مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E (۲۰ برابر توصیه‌ی های NRC) به مدت زمان ۴ تا ۵ هفته قبل از کشتار موجب بهبود پایداری اکسیداتیو گوشت گردید (۹). به طور کلی پیشرفت اکسیداسیون گوشت بعد از کشتار به عوامل زیادی از قبیل مقدار پرواکسیدان‌های گوشت (میوگلوبین، آهن و فلزات دیگر)، سطوح آنتی‌اکسیدان‌های گوشت (آلفاتوکوفرول، دی‌پیتیدهای حاوی هیستیدین و آنزیم‌هایی از قبیل گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دسموتاز و کاتالاز)، مقدار چربی گوشت و پروفیل اسیدهای چرب آن، نحوه و میزان عمل‌آوری گوشت (قطعه قطعه شده، چرخ شده و حرارت دیده) و شرایط بسته‌بندی (نور، مدت زمان نگهداری، دما و نحوه‌ی ذخیره سازی) بستگی دارد (۲۰). ویتامین E اصلی‌ترین آنتی‌اکسیدان محلول در غشای سلولی است که فرآیند اکسیداسیون را در گوشت پس از کشتار به تأخیر می‌اندازد. حیوانات قادر به سنتز ویتامین E در بدن خود نیستند و میزان ویتامین E گوشت تابع غلظت آن در جیره است. افزودن سطوح بالای ویتامین E به جیره موجب افزایش غلظت آن در گوشت شده و پایداری اکسیداتیو در مدت زمان نگهداری افزایش می‌یابد (۳۷ و ۳۸). در گذشته تولیدکنندگان برای بهبود کیفیت گوشت از ویتامین E در جیره استفاده می‌کردند ولی

منابع

- 1- AOAC. 2005. Official methods of analysis, association of official analytical chemists. Arlington, Virginia, USA.
- 2- Asghar, A., J. I. Gray, A. M. Booren, E. A. Gomaa, and M. M. Abouzied. 1991. Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of α -tocopherol in the muscle and on pork quality. *J. Sci. Food Agri.* 57:31-41.
- 3- Basmacıoğlu, H., S. Ozkan, S. Koçtürk, G. Oktay, and M. Ergü. 2009. Dietary vitamin E (α -tocopheryl acetate) and organic selenium supplementation: performance and antioxidant status of broilers fed n-3 PUFA-enriched feeds. *South Afri. J. Anim. Sci.* 39:274-285.
- 4- Berges, E. 1999. Importance of vitamin E in the oxidative stability of meat: Organoleptic qualities and consequences. *Cah. Opti. Med.* 37:347-363.
- 5- Biswas, A., J. Mohan, and K. V. H. Sastry. 2006. Effect of higher levels of dietary selenium on production performance and immune responses in growing Japanese quail. *Bri. Poultry Sci.* 47:511-515.
- 6- Biswas, A., J. Mohan, K. V. H. Sastry, and J. S. Tyagi. 2008. Effect of higher levels of dietary vitamin E on performance and immune response in growing Japanese quail. *J. Appl. Anim. Res.* (abstract).
- 7- Botsoglou, N., G. Papageorgiou, I. Nikolakakis, P. Florou, I. Giannenas, V. Dots, and S. Sinapi. 2004. Effect of dietary dried tomato pulp on oxidative stability of Japanese quail meat. *J. Agri. a. Food Chem.* 52: 2982-2988.

- 8- Bouton, P. E., P. V. Harris, and W. R. Shorthose. 1971. Effect of ultimate pH upon the water holding capacity and tenderness of mutton. *J. Food Sci.* 36:435-439.
- 9- Brandon, S., P. A. Morrissey, D. J. Buckley, and M. Frigg. 1993. Influence of dietary α -tocopherol acetate on the oxidative stability of chicken tissues. In: *Proceedings of the 11th European Symposium on the Quality of Poultry Meat.* (Eds. P. Colin, J. Culioli and F. H. Ricard), pp. 397-403.
- 10- Brigelius-flohe, R., and M. G. Traber. 1991. Vitamin E: function and metabolism. *The FASEB J.* 13:1145-1155.
- 11- Cheah, K. S., A. M. Cheah, and D. I. Krausgrill. 1995. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. *J. Meat Sci.* 39:293-300.
- 12- Coetzee, G. J. M., and L. C. Hoffman. 2001. Effect of dietary vitamin E on the performance of broilers and quality of broiler meat during refrigerated and frozen storage. *South Afri. J. Anim. Sci.* 31:158-173.
- 13- Den Hertog, M. J., F. J. M. Smulders, J. H. Houben, and G. Eikelenboomh. 1997. The effect of dietary vitamin E supplementation on drip loss of bovine Longissimus Lumborum. Psoas Major and semitendinosus muscles. *J. Meat Sci.* 45:153-160.
- 14- Edens, F. W., T. A. Carter, and C. R. Parkhurt. 2000. Effect of selenium source and litter type on broiler feathering. *J. Appl. Poult. Res.* 9:407-413.
- 15- Fellenberg, M. A., and H. Speisky. 2006. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. *World's Poult. Sci. J.* 62:53-70.
- 16- Gill, C. O. 1986. The control of microbial spoilage in fresh meats. *Advances in Meat Research.* (Ed. R.A. Lawrie), Westport, CT: AVI, 2:49-88.
- 17- Heindl, J., Z. Ledvinka, E. Tumova, and L. Zita. 2010. The importance, utilization and sources of selenium for poultry: a review. *Sci. Agri. Boh.* 41:55-64.
- 18- Hooda, S., P. K. Tyagi, A. V. Elangovan, A. B. Mandal, and K. Tyagi. 2009. Self-life and sensory quality of stored quail meat as influenced by higher dietary levels of vitamin E. *Anim. Nutri. a. Feed Tech.* (abstract).
- 19- Huff-Lonergan, E., and S. M. Lonergan. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *J. Meat Sci.* 71:194-204.
- 20- Jensen, C., C. Lauridsen, and G. Bertelsen. 1998. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. *Food Sci. Technol.* 9:62-72.
- 21- Kim, B. C., Y. C. Ryu, Y. J. Cho, and M. S. Rhee. 2006. Influence of dietary α -tocopherol acetate supplement on cholesterol oxidation in retail packed chicken meat during refrigerated storage. *Bios. Biot. Bioc.* 70:808-814.
- 22- Kim, Y. J., W. Y. Park, and I. H. Choi. 2010. Effects of dietary α -tocopherol, selenium, and their different combinations on growth performance and meat quality of broiler chickens. *POULT. SCI.* 89:603-608.
- 23- Leonel, F. R., A. Oba, E. Pelicano, N. Zeola, M. Boiago, A. Scatolini, T. Lima, P. Souza, and H. Souza. 2007. Performance, carcass yield, and qualitative characteristics of breast and leg muscle of broilers fed diets supplemented with vitamin E at different ages. *Brazilian J. Poult. Sci.* 9:91-97.
- 24- Li, J. G., J. C. Zhou, H. Zhao, X. G. Lei, X. J. Xia, G. Gao, and K. N. Wang. 2010. Enhanced water-holding capacity of meat was associated with increased Sepw1 gene expression in pigs fed selenium-enriched yeast. *Amer. Meat Sci. Asso.* 87:95-100.
- 25- McIlroy, S. G., E. A. Goodall, D. A. Rice, M. S. McNulty, and D. G. Kennedy. 1993. Improved performance in commercial flocks with subclinical infectious bursal disease when fed diets containing increased concentrations of vitamin E. *Avi. Path.* 22:81-94.
- 26- Mikulski, D., J. Jankowski, Z. Zduńczyk, M. Wroblewska, K. Sartowska, and T. Majewska. 2009. The effect of selenium source on performance, carcass traits, oxidative status of the organism, and meat quality of turkeys. *J. Anim. Feed Sci.* 18:518-530.
- 27- Morrissey, P. A., D. J. Buckley, and P. J. A. Sheehy. 1994. Vitamin E and meat quality. *Pro. Nutr. Soc.* 53:289-295.
- 28- National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th edition National Academy Press. Washington. D.C.
- 29- Ozkan, S., H. Basmacioglu, S. Yalcin, F. Kardas, S. Kocturk, M. Cabuk, G. Oktay, E. O'zdermir, and M. Ergul. 2007. Dietary vitamin E (a-tocopherol acetate) and selenium supplementation from different sources: performance, ascites-related variables and antioxidant status in broilers reared at low and optimum temperatures. *Bri. Poult. Sci.* 48:580-593.
- 30- Perez, T. I., M. J. Zuidhof, R. A. Renema, J. M. Curtis, Y. Ren, and M. Betti. 2010. Effects of Vitamin E and Organic Selenium on Oxidative Stability of ω -3 Enriched Dark Chicken Meat during Cooking. *J. Food Sci.* 75:T25-T34.
- 31- Perić, L., N. Milošević, D. Žikić, Z. Kanački, N. Džinić, L. Nollet, and P. Spring. 2009. Effect of selenium sources on performance and meat characteristics of broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 18:403-409.
- 32- Ryu, Y. C., K. S. Rhee, K. M. Lee, and B. C. Kim. 2005. Effect of different levels of dietary supplemental selenium on performance, lipid oxidation, and color stability of broiler chicks. *Poult. Sci.* 84:809-815.

- 33- Sahin, K., M. Onderci, N. Sahin, F. Gulcu, N. Yildiz, and M. Avci. 2006. Responses of quail to dietary vitamin E and zinc picolinate at different environmental temperature. *J. Anim. Feed Sci. Technol.* 129:39-48.
- 34- SAS Institute. 2001. *SAS User's Guide, Version 8.2.* SAS Institute, Cary, NC.
- 35- Surai, P. F. 2002. Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *World's Poul. Sci. J.* 58:333-347.
- 36- Wang, Z. G., X. J. Pan, Z. Q. Peng, R. Q. Zhao, and G. H. Zhou. 2009. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects color, water-holding capacity, and oxidative stability of their male offspring meat at the early stage. *J. Poul. Sci.* 88:1096-1101.
- 37- Wood, J. D., and M. Enser. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Bri. J. Nutri.* 78:S49-S60.
- 38- Zouari, N., F. Elgharbi, N. Fakhfakh, A. B. Bacha, Y. Gargouri, and N. Miled. 2010. Effect of dietary vitamin E supplementation on lipid and colour stability of chicken thigh meat. *Afr. J. Bio.* 15:2276-2283.