Research on Animal Production, Vol.14, No. 41, Autumn 2023 p: 116-126

"Research Paper"

# Effects of Different Selenium Sources on Performance, Carcass Characteristics, Blood Metabolites and Immune Response of Broilers under Heat Stress Condition

**Rohollah Ghasemi[1], Mohammad Kazemifard[2], Mansour Rezaei[3], Zaebakht Ansari-Pirsaraei[4] and Eissa Dirandeh[1]**

1- Ph.D. Department of Animal Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Associate Professor, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, (Corresponding Author: mo.kazemifard@gmail.com)
3- Professor, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University,
4- Associate Professor, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
5- Associate Professor, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: 6 May, 2022 Accepted: 24 August, 2022

## Extended abstract

**Introduction and Objective:** Heat stress is one of the serious issue in poultry industry which causes significant economic losses. Decreasing feed consumption, increasing excretion and decreasing the bioavailability of nutrients during heat stress reduces the performance and immune response. Selenium is an essential trace element for humans and animals that plays a role in improving the antioxidant status and the immune system and inflammatory response. The goal of this study was to investigate the effects of different selenium sources [2-hydroxy-4- methyl seleno butanoic acid, selenomethionine and sodium selenite) on performance, carcass characteristics, antioxidant and immune response and blood characteristics in broiler under heat stress condition.

**Material and Methods:** This experiment was conducted in a completely random designs with 240 Arbor Acres (Male) broilers chicks. Chicks were randomly distributed in 4 treatments and 6 replicates (10 chicks in each replicate). The experimental treatments include that: (1) basal diet + 0/3 mg 2-hydroxy-4- methyl seleno butanoic acid; (2) basal diet + 0/3 mg selenomethionine per kilogram of diet; (3) basal diet + 0/3 mg sodium selenite per kilogram of diet; (4) The basal diet that did not have any additives. The birds were kept at 32-34$^{0C}$ (10.00 to 16.00; for 6 hours) from 22 to 42 days.

**Results:** The results of this experiment showed that feed intake, body weight gains and feed conservation ratio were not affected by the experimental diets. The use of different sources of selenium had no significant effect on blood biochemical factors in broiler chickens under heat stress.

Adding selenium source with 0.3 mg/kg 2-hydroxy-4- methyl seleno butanoic acid significantly affected immunoglobulin G in comparison to other treatments. Diets containing selenium sources significantly increased the relative weight of the spleen compared to the control treatment ($p< 0.05$). The treatments of 2-hydroxy-4- methyl seleno butanoic acid and selenomethionine significantly decreased liver weight percent. The concentration of glutathione peroxidase, superoxide dismutase and catalase enzymes in blood were significantly increased by selenium sources in different treatments.

**Conclusion:** The use of selenium source improved the immune system and blood antioxidant status in broiler chickens.

**Keywords:** Immune system, Heat stress, Broilers, Performance, 2-hydroxy-4- methyl seleno butanoic acid.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

OPEN ACCESS

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

"مقاله پژوهشی"

# اثرات منابع مختلف سلنیومی بر عملکرد، خصوصیات لاشه، متابولیت‌های خونی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی

روح‌اله قاسمی[۱]، محمد کاظمی فرد[۲]، منصور رضایی[۳]، زربخت انصاری پیرسرایی[۴] و عیسی دیرنده[۵]

۱- دانش آموخته دکتری تغذیه طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: mo.kazemifard@gmail.com)
۳- استاد گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴- دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۵- دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲
صفحه: ۱۱۶ تا ۱۲۶

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** تنش گرمایی یکی از مسائل جدی در صنعت طیور است که باعث خسارات اقتصادی قابل‌توجهی می‌شود. کاهش مصرف خوراک، افزایش دفع و کاهش فراهمی زیستی مواد مغذی در طول تنش گرمایی باعث کاهش عملکرد و قدرت سیستم ایمنی می‌شود. سلنیوم یک عنصر کمیاب ضروری برای انسان و حیوانات است که در بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و سیستم ایمنی و پاسخ التهابی نقش دارد. هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات منابع مختلف سلنیوم (۲ هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید، سلنو متیونین و سلنیت سدیم) بر عملکرد، خصوصیات لاشه، متابولیت‌های آنتی‌اکسیدانی خون، فراسنجه‌های خونی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی بود.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش آزمایشی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با استفاده از ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه آربرآکرز انجام شد. جوجه‌ها در ۴ تیمار و ۶ تکرار (هر تکرار ۱۰ جوجه) توزیع شدند. تیمارهای آزمایش شامل ۱) جیره پایه + ۰/۳ میلی‌گرم ۲ هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید در هر کیلوگرم جیره غذایی ۲) جیره پایه + ۰/۳ میلی‌گرم سلنو متیونین در هر کیلوگرم جیره غذایی ۳) جیره پایه + ۰/۳ میلی‌گرم سلنیت سدیم در هر کیلوگرم جیره غذایی ۴) جیره پایه بدون افزودنی (شاهد) بودند. از زمان شروع تنش حرارتی ۲۲ روزگی تا ۴۲ روزگی جوجه‌ها از ۱۰ صبح تا ۱۶ بعدازظهر تحت محدوده حرارتی ۳۲ تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که مصرف خوراک جوجه‌ها، میانگین افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. استفاده از منابع مختلف سلنیومی بر فاکتورهای بیوشیمیایی خون در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی تاثیر معنی‌دار نداشت. اضافه کردن منبع سلنیومی ۲ هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید به جیره در مقایسه با تیمارهای دیگر به‌طور معنی‌داری مقدار تیتر آنتی‌بادی ایمونوگلوبولین G را افزایش داد ($p<0/05$). جیره‌های حاوی منابع سلنیومی وزن نسبی طحال را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند ($p<0/05$). تیمارهای حاوی منابع سلنیومی ۲ هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید و سلنو متیونین سبب کاهش معنی‌دار وزن نسبی کبد شدند ($p<0/05$). استفاده از منابع سلنیومی در تیمارهای مختلف باعث افزایش معنی‌دار غلظت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز در خون شد ($p<0/05$).

**نتیجه‌گیری:** استفاده از منابع سلنیومی سبب بهبود سیستم ایمنی بدن و وضعیت آنتی‌اکسیدانی خون در جوجه‌های گوشتی شد.

**واژه‌های کلیدی:** پاسخ ایمنی، تنش گرمایی، جوجه‌های گوشتی، عملکرد،۲ هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید

## مقدمه

صنعت طیور با تأمین گوشت و تخم‌مرغ غنی از پروتئین، به رفع نیاز روزافزون جمعیت انسانی، کمک شایانی می‌کند. اخیراً، این صنعت به‌علت افزایش هزینه نهاده‌ها (نظیر خوراک، دارو، واکسن و ... ) بروز انواع تنش‌ها و بیماری‌ها (نظیر عفونت‌های میکروبی) و عوامل زیستی نظیر (آلودگی و تغییرات محیط زیست) دچار چالش‌هایی شده است که می‌تواند تأثیر منفی بر عملکرد تولیدی دام و طیور داشته باشد (Arif et al., 2019). از راهکارهای مختلفی برای برطرف کردن این چالش‌ها و افزایش عملکرد تولیدی و سطح ایمنی طیور استفاده شده است که برخی از مهمترین آنها عبارتند از: افزودن محرک‌های رشد و مواد مغذی، استفاده از فراورده‌های دارویی، افزودن عناصر معدنی کم نیاز و آنتی‌اکسیدان‌ها به خوراک و همچنین بهبود انتخاب ژنتیکی و شیوه‌های مدیریتی ( Alagawany et al 2020). تنش گرمایی یکی از مهمترین عوامل کاهش تولیدات طیور در مناطق گرم و خشک است و در جوجه‌های گوشتی موجب افزایش تلفات، کاهش مصرف و راندمان خوراک و کاهش رشد بدن می‌شود (Borges et al., 2003). تنش گرمایی سبب تغییرات فیزولوژیکی در اسیدیته و متابولیت‌های خون شده و بر ترکیبات لاشه، راندمان لاشه، بروز آلکالوز تنفسی، سرکوب سیستم ایمنی و متابولیسم چربی در بافت چربی و کبد تاثیر دارد. برای مقابله با اثرات نامطلوب تنش گرمایی راهکارهای متعددی مانند استفاده از نمک‌های آنیونی—کاتیونی، کاهش میزان پروتئین جیره با حفظ تعادل اسیدهای‌آمینه، اعمال محدودیت غذایی، استفاده از مینرال‌ها (سلنیوم و روی)، ویتامین‌ها (C و E) در جیره غذایی پیشنهاد شده است.

نشان داده شده است که اشکال مختلف تنش به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم محور هیپوتالاموس- هیپوفیز - آدرنال را فعال می‌کند و منجر به آزادسازی کورتیکوسترون به داخل خون می‌شود. گلوکوکورتیکوئیدهای ترشح شده در پاسخ به تنش، سازوکارهای پروتئولیتیک را در ماهیچه‌ها به‌ویژه ماهیچه‌های اسکلتی به‌راه انداخته و سبب تحلیل عضلات می‌گردند (Wang et al 2016; Furukawa et al, 2016). علاوه بر آن باعث تولید رادیکال‌های آزاد می‌شوند که زمینه‌ساز پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی و آسیب به بافت‌ها است همچنین از طریق سرکوب سیستم ایمنی منجر به تحلیل اندام‌های لنفاوی می‌شود (HE et al., 2013). در جوجه‌های

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

گوشتی کورتیکوسترون با تحت‌تاثیر قرار دادن محور رشد، محور تیروئید و سازوکارهای کنترل مصرف خوراک، منجر به کاهش خوراک مصرفی و عملکرد رشد می‌شود (Mehaisen et al., 2017).

سلنیوم یکی از عناصر معدنی کم نیاز و ضروری برای طیور است سلنیوم به‌عنوان یک ریز مغذی ضروری در سال ۱۹۵۸ کشف شد پس از کشف آن تحقیقات ابتدا روی مقدار موردنیاز بود و سپس روی بیماری‌هایی که کمبود سلنیوم باعث آن می‌شود متمرکز شد مقدار موردنیاز جوجه‌های گوشتی به سلنیوم در طول دوره پرورش ۰/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره تعیین شده است (NRC، 1994) سلنیوم در رشد، بهبود سیستم ایمنی، باروری و پیشگیری از بیماری نقش مهمی داشته و خاصیت آنتی‌اکسیدان، ضد فشار خون نیز دارد. عنصر سلنیوم نقش بهبود دهنده در لیپوپروتئین‌های پلاسما از آن جمله تاثیر بر کاهش میزان کلسترول پلاسما خون، کاهشLDL-C ، افزایش HDL-C نیز کاهش میزان تری‌گلیسرید پلاسما دارد (Surai, 2002).

منابع مختلف سلنیوم که در جیره غذایی حیوانات استفاده می‌شود: ۱- غیر آلی مانند سدیم سلنیت (SS)۲- ماده آلی مانند مخمر SE غنی شده ۳- دی ـال سلنومتیونین ۴- نانو سلنیوم استفاده از نانوذرات در صنعت با توجه به خصوصیات منحصر به‌فرد ازجمله نسبت سطح به حجم بالا، فعالیت سطحی بیشتر، ضریب بالای کاتالیزوری و میزان جذب بیشتر رو به افزایش است (Wang et al., 2016). ۵- اخیراً شکل ارگانیک جدیدی از سلنیوم شکل گرفته است، به‌نام (Selisseo (SO، حاوی ماده فعال ترکیب ۲-هیدروکسی-۴-متیل سلنوبوتانوئیک اسید[1] (HMSeBA)که برای مصرف در خوراک طیور به بازار معرفی شده است.

سلنیوم در ابتدا به‌شکل غیر آلی آن سلنیت‌سدیم استفاده می‌شد ولی به‌دلیل سمیت و ارزش زیستی پایین در جیره حیوانات شکل آلی آن مورد استفاده توجه قرار گرفت (Chantiratikul et al., 2018). ویژگی‌های سلنیوم آلی در صنعت شامل ارزش زیستی بالاتر، تجمع بافتی بهتر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر، تطبیق با محیط بهتر و سمیت کمتر می‌باشد. سلنومتیونین یک سلنیوم آلی است که نسبت به سلنیوم غیر الی برتری دارد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و تجمع بافتی سلنیوم را در حیوانات افزایش می‌دهد (Jing et al., 2015).

تنش اکسیداتیو سبب تولید گونه‌های اکسیژن فعال نظیر: رادیکال‌های پراکسید هیدروژن، سوپراکسیدها و هیدروکسیدها می‌شود که فرایند مرگ سلولی را در سطح سلول تحریک می‌کنند. سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی، گونه‌های اکسیژن فعال را از طریق آنزیم‌های زیادی خنثی می‌کنند که این آنزیم‌ها عبارتند از: گلوتاتیون اس- ترانسفراز، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز. محققان مختلف تأثیر آنتی‌اکسیدانی سلنیوم را بر ماندگاری گوشت جوجه‌های گوشتی در برابر صدمات اکسیداتیو گزارش کرده‌اند (Vieira et al., 2020). در حقیقت سلنیوم یک ماده معدنی کم نیاز است که مکانیسم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن را به‌وسیله کنترل ذخیره گلوتاتیون بدن و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی وابسته به سلنیوم (گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز) تقویت می‌کند. این آنزیم‌ها می‌توانند به کاهش غلظت رادیکال‌های آزاد پراکسید هیدروژن و پراکسیدهای لیپید کمک کنند و پاسخ سیستم ایمنی را در گونه‌های مختلف حیوانات تقویت کنند. گزارش شده است که آنزیم 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). هدف از انجام این آزمایش بررسی و مقایسه اثر منابع مختلف سلنیوم بر عملکرد رشد، ویژگی‌های لاشه، متابولیت‌های آنتی‌اکسیدانی خون، فراسنجه‌های خونی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی بود.

## مواد و روش‌ها

### پرنده‌ها، جیره‌های آزمایشی و مدیریت پرورش

در این تحقیق از تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه یکروزه گوشتی نر سویه آربورآکرز به‌مدت ۴۲ روز استفاده شد. طرح آزمایشی استفاده شده در این آزمایش طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار بود که هر تیمار شامل ۶ تکرار و هر تکرار شامل ۱۰ جوجه بود اجزای جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ آمده است تیمارهای آزمایش شامل ۱) جیره پایه + ۰/۳ میلی‌گرم ۲ هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید (محصول شرکت ادیسئو فرانسه- نمایندگی در ایران شرکت آرونا) ۲) جیره پایه + ۰/۳ میلی‌گرم سلنومتیونین در هر کیلوگرم جیره غذایی (محصول شرکت آریانا – ایران) ۳) جیره پایه + ۰/۳ میلی‌گرم سلنیت‌سدیم در هر کیلوگرم جیره غذایی (محصول شرکت دامیار جامع – ایران) ۴) جیره پایه بدون افزودنی (شاهد).

شرایط محیطی برای تمام تیمارها از نظر دما و رطوبت تا سن ۲۱ روزگی یکسان بود از زمان شروع تنش حرارتی از هنگام شروع تنش از ( ۲۲ روزگی) تا ۴۲ روزگی جوجه ها از از ۱۰ صبح تا ۱۶بعداز ظهر تحت محدوده حرارتی ۳۲ تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. آب و خوراک به‌طور آزاد در اختیار پرنده‌ها قرار گرفت.

### اندازه‌گیری عملکرد رشد

میانگین خوراک مصرفی و میانگین افزایش وزن روزانه به‌صورت گروهی در پایان هر دوره اندازه‌گیری شد. ضریب تبدیل غذایی از تقسیم میانگین خوراک مصرفی بر میانگین افزایش وزن جوجه‌ها برای هر دوره محاسبه شد.

### خصوصیات لاشه

در پایان دوره پرورش ۴۲ روزگی یک قطعه جوجه از هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب و پس کشتار دستگاه گوارش از لاشه خارج شد و درصد اجزای مختلف از قبیل لاشه، سینه، ران، چربی محوطه شکمی، طحال، بورس فابریسیوس و سنگدان بر اساس وزن زنده محاسبه شد.

### اندازه‌گیری پاسخ آنتی‌بادی

برای بررسی پاسخ ایمنی در سن ۳۵ روزگی ۱ میلی‌لیتر از سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفندی (SRBC) ۲/۵درصد به عضله سینه ۲ قطعه از جوجه‌های هر تکرار تزریق گردید و پس از گذشت ۷ روز در روز ۴۲، از همان پرندگان، خونگیری شده

1- Hydroxy-methylseleno butanoic acid

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

و نمونه سرم پس از سانتریفیوژ در ۲۵۰۰ دور به‌مدت ۱۵ دقیقه تهیه گردید و پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، عیار پادتن بر ضد SRBC و عیار ایمنوگلوبولینG (IgG) و ایمنوگلوبین (IgM) M بر ضد SRBC به‌روش بازدارندگی هموآگلوتیناسیون HI تعیین شد ( Wegmann, and Smithies, 1966).

**اندازه‌گیری فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون**

در پایان دوره پرورش (۴۲ روزگی) به‌ازای هر تیمار ۶ قطعه جوجه به‌طور تصادفی انتخاب و خونگیری از سیاهرگ بال آنها انجام شد. نمونه‌های خون در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد جمع‌آوری شد. پلاسمای این نمونه‌ها پس از سانتریفیوژ به‌مدت ۵ دقیقه در ۵۰۰۰ دور در دقیقه جدا شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره گردید. میزان تری‌گلیسیرید، کلسترول، اسیداوریک و کراتینین با استفاده از رنگ‌سنجی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (AlcyonUSA,300) و کیت‌های مربوط به شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری آنزیم‌های کبدی آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) و آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) در نمونه‌ها با روش رنگ‌سنجی آنزیماتیک و با استفاده از کیت‌های تجاری پارس آزمون انجام شد.

غلظت کورتیزول از کیت بیوکم (Diagnostic Biochem) و با استفاده از دستگاه الایزا ریدر ( BioTek USA ELX800,) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده جیره‌های غذایی پایه

Table 1. The ingredients of the basal diets

| مواد خوراکی (٪ ) Feedstuff (%) | آغازین (۱- ۱۰ روزگی) Starter (Days 1-10) | رشد (۱۱-۲۴ روزگی) Grower (Days11-24) | پایانی (۲۵-۴۲ روزگی) Finisher (Days 25-42) |
|---|---|---|---|
| دانه ذرت (Corn) | 52.44 | 54.37 | 58.72 |
| کنجاله سویا ۴۴ درصد(Soybean meal) | 35.82 | 35.19 | 31.33 |
| گلوتن ذرت (corn gluten meal) | 5 | 3 | 2 |
| روغن سویا (Soybean oil) | 1.59 | 3.06 | 3.95 |
| دی کلسیم فسفات (Di-calcium phosphate) | 2.01 | 1.71 | 1.51 |
| کربنات کلسیم(calcium carbonate) | 1.16 | 1 | 0.91 |
| ال لیزین هیدرو کلراید( L- lysine hydro chloride ) | 0.52 | 0.33 | 0.26 |
| نمک(sodium chloride) | 0.42 | 0.42 | 0.42 |
| دی ال متیونین(DL- Methionine) | 0.31 | 0.27 | 0.25 |
| مکمل معدنی[1](vitamin supplement) | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| مکمل ویتامینی[2](mineral supplement) | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| ال ترئونین(L –Threonine ) | 0.12 | 0.07 | 0.04 |
| کولین کلراید(choline chloride) | 0.07 | 0.03 | 0.07 |
| آویزایم(Avizyme) | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| مواد مغذی محاسبه شده (calculated nutrients) | | | |
| انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری بر کیلوگرم ) Metabolisable energy (Kcal/Kg) | 2900 | 3000 | 3100 |
| پروتئین خام ( ٪) Crude protein (%) | 22.61 | 21.15 | 19.19 |
| کلسیم ( ٪ ) Calcium (%) | 1 | 0.87 | 0.78 |
| فسفر قابل دسترس (٪) Available phosphorus (%) | 0.49 | 0.43 | 0.39 |
| لیزین ( ٪) Lysine (%) | 1.40 | 1.26 | 1.12 |
| متیونین (٪) Methionine (%) | 0.66 | 0.60 | 0.55 |
| متیونین +سیستین (٪) Methionine + Cycteine (%) | 1.08 | 0.99 | 0.91 |

۱- هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی حاوی:۱۲۰ میلی‌گرم منگنز ،۱۰۰ میلی‌گرم روی،۴۰ میلی‌گرم آهن ،۶ میلی‌گرم مس ،۶ میلی‌گرم ید می‌باشد.

۲- هرکیلوگرم مکمل ویتامینه حاوی:۶۰۰ IU ویتامین A ۸۰۰ IU ویتامین D3، ۱۸ میلی‌گرم ویتامین E، ۲/۲ میلیگرم ویتامین K3، ۱/۸۰ میلی‌گرم ویتامین $B_1$، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین $B_2$، ۳۰ میلی‌گرم ویتامین $B_3$، ۱۰ میلی‌گرم کلسیم دی-پنتوتنات ،۳ میلی‌گرم ویتامین $B_6$، ۱ میلی‌گرم ویتامین $B_9$، ۰/۰۱۵ میلیگرم ویتامین $B_{12}$ و ۱۶۰ میلی‌گرم کولین کلراید می‌باشد

1- Contained per kilogram of mineral supplement: manganese,120 mg; Zinc,100 mg; ferrous, 40mg; copper, 6 mg; iodine, 6mg
2- Contained per kilogram of vitamin supplement: vitamin A, 600 IU; vitamin $D_3$, 800 IU; vitamin E, 18 mg; vitamin $K_3$, 2.2 mg; vitamine $B_1$, 1.80 mg; vitamine $B_2$, 6.6 mg vitamine $B_3$, 30 mg; calcium Di pantotenatet vitamine 10 mg; $B_6$, 3 mg vitamine $B_9$, 1mg vitamin $B_{12}$, 0.015 mg; cholin choloride, 160 mg

**اندازه‌گیری آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی**

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز (واحد بر گرم هموگلوبین) از گلبول قرمز استفاده شد فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز با استفاده از کیت ارزیابی این آنزیم براساس دستورالعمل سازنده آن (راندوکس، انگلیس) اندازه‌گیری شد. ارزیابی فعالیت به‌وسیله اسپکتروفتومتر در مقابل بلانک در طول موج ۳۴۰ نانومتر و در دمای ۳۷ درجه انجام گرفت. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با استفاده از کیت ارزیابی فعالیت این آنزیم‌ها براساس دستورالعمل سازنده آن (راندوکس، انگلیس) اندازه‌گیری شد. یک واحد از سوپراکسید دیسموتاز مقداری است که موجب مهار ۵۰٪ از واکنش احیاء ۲-۴-یدوفنیل ۳-۴ نیتروفنل ۵-فنیل تترازولیوم تحت شرایط آزمایش می‌شود. ارزیابی فعالیت آنزیم به‌وسیله اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۵ نانومتر انجام گرفت. فعالیت آنزیم کاتالاز با روشClaiborne اندازه‌گیری شد. مخلوط واکنش شامل ۵۰ میلی‌مول پتاسیم فسفات(pH=7 )، ۱۹ میلی‌مول واحد پراکسیدهیدروژن، و ۲۰ تا ۵۰ میکرولیتر از نمونه می‌باشد. واکنش با اضافه‌کردن پراکسیدهیدروژن آغاز شده و تغییرات جذب در ۲۴۰ نانومتر در مدت ۳۰ ثانیه اندازه‌گیری شد (Wilson et al., 1989).

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

**آنالیز آماری**

در پایان داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (2012) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه‌ی تفاوت بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آمار ۵ درصد استفاده شد. مدل آماری طرح به‌صورت Yij= μ+ Ai + eij بود که در این فرمول Yij: مقدار صفت اندازه‌گیری شده، μ: میانگین صفت در جامعه موردنظر، Ai: اثر تیمار و eij: اثر خطای آزمایش می‌باشد.

## نتایج و بحث

### عملکرد رشد

اثر جیره‌های آزمایشی حاوی منابع مختلف سلنیوم بر میانگین افزایش وزن جوجه‌های آزمایشی در جدول ۲ آمده است، از لحاظ آماری بین تیمارهای مختلف آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اثر تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک در طی دوره‌های مختلف پرورش در جدول ۳ آمده است جیره‌های آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر میزان خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی نداشتند. اثر جیره‌های آزمایشی بر ضریب تبدیل غذایی در مراحل مختلف رشد جوجه‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است اثر جیره‌های آزمایشی بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود. از لحاظ عددی در گروه‌های حاوی منابع مختلف سلنیومی نسبت به گروه شاهد در پایان دوره دارای افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل خوراک کمتر بوده است که درجیره‌های حاوی دارای منابع سلنیوم ۲ هیدورکسی و سلنومتیونین نسبت به منبع معدنی سلنیت سدیم بهتر بوده است در مطالعه انجام شده توسط یون و همکاران (Yoon et al., 2007) تحت شرایط تنش حرارتی، اثرات دوزهای مختلف سلنیوم غذایی از منابع مختلف (سلنیوم مخمری و سلنیت سدیم) از ۰ تا ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم ارزیابی شد. آنها گزارش کردند که مصرف مکمل سلنیوم به‌طور قابل‌توجهی افزایش وزن جوجه‌های گوشتی را بهبود نداد. نتایج مشابهی توسط ازکان و همکاران بیان شد ( Ozkan et al., 2007)، که هیچ تفاوت معنی‌داری با توجه به ضریب تبدیل خوراک بین پرندگان دریافت سلنیوم در۰/۱۵ تا ۰/۳۵ میلی‌گرم/کیلوگرم در شرایط عادی یا سرد مشاهده نشد. علاوه بر این، آپتون و همکاران (Upton et al., 2009) نشان دادند که افزودن ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم به‌عنوان سلنیت سلنیوم یا مخمر سلنیوم تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی در طی دوره پرورش نداشت. در متضاد با نتایج ما، چوکت و همکاران (Choct et al., 2004) نشان دادند که اضافه کردن مکمل‌های سلنیومی تا ۰/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌طور قابل‌توجهی ضریب تبدیل خوراک را کاهش داد که در نتیجه مصرف خوراک پایین‌تر پرندگان در عین حفظ افزایش وزن یکسان است.

منسوب و همکاران (Mansoub et al., 2010) نشان دادند که مکمل سلنیوم ۰/۳میلی‌گرم در کیلوگرم از سدیم سلنیت یا مخمر سلنیومی می‌تواند عملکرد رشد و صفات لاشه جوجه‌های گوشتی را بهبود بخشد.

وانگ و همکاران (Wang et al., 2011) گزارش دادند که در مقایسه بین سلنیت سدیم و نانوسلنیوم تاثیر معنی‌داری بر روی عملکرد رشد و توزیع بافتی سلنیوم در جوجه‌های گوشتی نداشت. در مطالعه‌ای دیگر گزارش شد که سطوح مختلف منابع سلنیومی تاثیر معنی‌داری روی عملکرد جوجه‌های گوشتی در ۲۱ روز اول پرورش نداشت (Bakhshalinejad et al., 2018). همچنین در مطالعه‌ای دیگر سطوح مختلف سلنیوم ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم در جیره غذایی تاثیری روی پارامترهای رشد در شرایط استرس گرمایی در جوجه‌های گوشتی نداشت (Niu et al., 2009). کامل و ایدنز ( Kamel and Edens, 2003) مقدار ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم با منشاء آلی و معدنی در کیلوگرم را به جیره‌ی جوجه‌های گوشتی نگهداری شده در شرایط تنش گرمایی افزودند و گزارش کردند که سلنیوم موجب بهبود رشد و ضریب تبدیل جوجه‌ها شد. پاین و ساترن (Payne and Southern, 2005) گزارش کردند که سلنیوم آلی در مقایسه با سلنیوم غیرآلی تاثیر معنی‌داری روی عملکرد رشد و غلظت بافتی سلنیوم نداشت. در مطالعه‌ای دیگر مکمل‌سازی جیره جوجه‌ها با سلنیوم به‌دلیل کاهش مصرف خوراک ضریب تبدیل را کاهش داد این محققان معتقدند که به‌دلیل اثر سلنیوم بر متابولیزم بهتر هورمون‌های تیروئیدی که برای رشد طبیعی بدن اهمیت دارند راندمان خوراک بهبود می‌یابد (Choct et al., 2004). جینگ و همکاران ( Jing et al., 2015) نشان دادند که افزایش سطوح سلنومتیونین جیره غذایی از ۰ تا ۰/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌طور خطی مصرف غذا را در مرغان تخم‌گذار با سن ۱۲۰ – ۱۶۸روزگی افزایش داد. گزارش شده است که منابع مختلف سلنیوم در سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم تاثیری روی تولید تخم‌مرغ در مرغان تخم‌گذار ندارد (Chinrasri et al., 2009). کینال و همکاران (Kinal et al., 2012) چنین بیان کردند که شاید علت بهبود ضریب تبدیل خوراک و عملکرد در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف نانوسلنیوم در برخی آزمایشات، مربوط به حفظ عملکرد، افزایش جذب روده‌ای، افزایش توانایی هضم چربی‌هایی که بر روی سلول‌های موکوسی روده قرار گرفته‌اند باشد. با این‌حال اختلافاتی که بین محققین در رابطه با سلنیوم وجود دارد، ناشی از منبع و غلظت‌های مختلف سلنیوم می‌باشد.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

جدول ۲- تاثیر افزودن منابع مختلف سلنیومی بر افزایش وزن بدن (گرم به‌ازای پرنده) در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی
Table 2. The effect of adding different sources of selenium on body weight gain (g) in broiler chickens under heat stress

| تیمارها Treatments | ۱۰- ۱ روزگی (Days 1-10) | ۲۴-۱۱ روزگی (Days11-24) | ۴۲-۲۵ روزگی (Days 25-42) | ۴۲- ۱ روزگی (Days 1-42) |
|---|---|---|---|---|
| ۲- هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid | 180.48 | 612.12 | 1568.75 | 2361.35 |
| سلنو متیونین Seleno-methionine | 169.46 | 607.62 | 1552.60 | 2329.69 |
| سلنیت سدیم sodium selenite | 170.66 | 576.62 | 1508.85 | 2256.13 |
| شاهد Control | 169.10 | 642.88 | 1430.58 | 2242.56 |
| SEM | 4.65 | 11.60 | 26.18 | 28.16 |
| سطح معنی داری P- value | 0.97 | 0.74 | 0.63 | 0.88 |

جدول ۳- تاثیر افزودن منابع مختلف سلنیومی بر خوراک مصرفی (گرم) در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی
Table 3. The effect of adding different sources of selenium on feed intake (g) in broiler chickens under heat stress

| تیمارها Treatments | ۱۰- ۱ روزگی (Days 1-10) | ۲۴-۱۱ روزگی (Days11-24) | ۴۲-۲۵ روزگی (Days 25-42) | ۴۲- ۱ روزگی (Days 1-42) |
|---|---|---|---|---|
| ۲- هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid | 256.35 | 1065.45 | 3000.75 | 4322.55 |
| سلنو متیونین Seleno-methionine | 251.95 | 1078.33 | 3047.77 | 4378.05 |
| سلنیت سدیم sodium selenite | 255.28 | 1063.13 | 3042.10 | 4360.52 |
| شاهد Control | 259.18 | 1083.42 | 3066.5 | 4409.10 |
| SEM | 2.16 | 6.16 | 9.63 | 12.58 |
| سطح معنی داری P- value | 0.51 | 0.24 | 0.20 | 0.16 |

جدول ۴- تاثیر افزودن منابع مختلف سلنیومی بر ضریب تبدیل خوراک (گرم / گرم) در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی
Table 4. The effect of adding different sources of selenium on feed conversion ratio in broiler chickens under heat stress

| تیمارها Treatments | ۱۰- ۱ روزگی (Days 1-10) | ۲۴-۱۱ روزگی (Days11-24) | ۴۲-۲۵ روزگی (Days 25-42) | ۴۲- ۱ روزگی (Days 1-42) |
|---|---|---|---|---|
| ۲- هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid | 1.42 | 1.74 | 1.91 | 1.83 |
| سلنو متیونین Seleno-methionine | 1.49 | 1.78 | 1.96 | 1.88 |
| سلنیت سدیم sodium selenite | 1.50 | 1.84 | 2.02 | 1.93 |
| شاهد Control | 1.53 | 1.69 | 2.15 | 1.97 |
| SEM | 0.032 | 0.033 | 0.035 | 0.019 |
| سطح معنی داری P- value | 0.83 | 0.66 | 0.44 | 0.70 |

**صفات لاشه**

تاثیر جیره‌های آزمایشی حاوی منابع مختلف سلنیوم بر ویژگی‌های لاشه‌ی جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ نشان داده شده است از اجزای حفره شکمی، وزن نسبی کبد و وزن ران تحت‌تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت مصرف جیره‌های حاوی سلنیوم آلی در دو تیمار اول وزن نسبی کبد را به‌طور معنی‌داری کاهش داد ($P<۰/۰۵$). گزارشات نشان داد که در شرایط تنش هایپرتروفی و افزایش وزن کبد ناشی از تجمع چربی در آن است مکمل‌سازی جیره‌ها با ترکیبات آنتی‌اکسیدانی احتمالاً عملکرد کبد را بهبود می‌بخشد همان‌طور که نتایج دیده شد وزن کبد در گروه‌های حاوی منابع سلنیومی کاهش بیشتری داشتند که می‌توان علت را به خاصیت انتی‌اکسیدانی و جذب قوی‌تر منابع سلنیومی ۲- هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید و سلنو متیونین در جلوگیری از اثرات مضر رادیکال‌های آزاد و هچنین کاهش تری‌گلسیرید و سنتز اسیدچرب نسبت داد. سنتز اسیدچرب در کبد سبب هایپرتروفی و افزایش وزن کبد شده افزایش سنتز اسیدچرب در کبد رابطه مستقیمی با تری‌گلیسیرید دارد و از آنجایی‌که سلنیوم باعث کاهش تری‌گلیسرید می‌شود در نتیجه فعالیت آنزیم لیپوپروتئین‌لیپاز کاهش یافته و سنتز اسیدچرب در کبد کاهش می‌یابد (Lin et al., 2006). در نتایج محققین به‌خوبی مشخص شده است که قابلیت هضم پروتئین و جذب اسیدهای آمینه در اثر وجود رادیکال‌های آزاد تولید شده در بدن کاهش می‌یابد و در نتیجه اسیدهای آمینه ضروری که برای رشد ماهیچه ها لازم است تامین نمی‌شود بنابراین وجود منابع سلنیومی آلی به عنوان یک آنتی‌اکسیدان با قدرت جذب بالا باعث کاهش خطرات رادیکال‌های آزاد شده و با تاثیر مثبت بر سوخت و ساز جوجه‌ها موجب افزایش نسبی ران‌ها شده است (Payne and Southern, 2005). در آزمایشی نشان دادند که منابع سطوح مختلف سلنیومی (سلنومتیونین- نانو سلنیوم- سلنیت سدیم و سلنیوم مخمری) هیچ تاثیری بر ویژگی‌های لاشه جوجه‌های گوشتی نداشتند (Li et al., 2018). استفاده از جیره‌های حاوی نانوذرات سلنیوم در سطوح۰/۲، ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک، سبب بهبود عملکرد رشد و خصوصیات لاشه در جوجه‌های گوشتی شد و هیچ‌گونه تأثیر منفی بر اندام‌های داخلی، مشاهده

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

نشد (Ahmadi et al., 2018). غلظت سلنیوم در کبد و ماهیچه بازتابی از مقدار سلنیوم در جیره غذایی و تجمع سلنیوم در بافت‌ها در سلنیوم مخمری بیشتر از سلنیت آلی است (Wang et al., 2011). در مطالعه‌ای گزارش شد که استفاده از منابع مختلف سلنیومی (سلنیوم‌مخمری و سلنیوم آلی منشا جلبک کلرلا) در جیره غذایی وزن لاشه، سینه، ران، وزن نسبی کبد و چربی محوطه شکمی تحت‌تأثیر قرار نگرفت (Ševčíková et al., 2006). چوکت و همکاران (Choct et al., 2004) دریافتند که در جوجه‌های گوشتی دریافت کننده سلنیوم آلی وزن و کیفیت عضله سینه بهبود پیدا کرد.

جدول ۵- تاثیر افزودن منابع مختلف سلنیومی بر خصوصیات لاشه (درصدی از وزن زنده) در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی
Table 5. The effect of adding different sources of selenium on carcass characteristics (% of live weight) in broiler chickens under heat stress

| تیمارها Treatments | بازده لاشه Carcass | سینه Breast | ران Thigh | کبد Liver | قلب Heart | چربی محوطه شکمی Abdominal fat |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲- هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid | 65.42 | 25.80 | 20.65[a] | 1.95[b] | 0.49 | 0.96 |
| سلنو متیونین Seleno-methionine | 67.08 | 26.72 | 20.71[a] | 1.94[b] | 0.53 | 0.96 |
| سلنیت سدیم sodium selenite | 64.90 | 26.26 | 18.98[b] | 2.28[a] | 0.48 | 1.03 |
| شاهد Control | 64.26 | 24.72 | 18.96[b] | 2.27[a] | 0.53 | 1.09 |
| SEM | 0.32 | 0.35 | 0.18 | 0.039 | 0.012 | 0.052 |
| سطح معنی‌داری P- value | 0.386 | 0.48 | 0.02 | 0.04 | 0.18 | 0.77 |

میانگین‌های در هر ستون دارای حروف غیر مشابه دارای اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند
Means with different superscripts within the column differ ($p < 0.05$).

## فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون

تاثیر جیره‌های مختلف آزمایش در سن ۴۲ روزگی بر متابولیت‌های پلاسمای خون شامل تری‌گلیسرید، کلسترول، کراتینین، اوره، آنزیم های کبدی و کورتیزول در جدول ۶ نشان داده شده است جیره‌های حاوی منابع مختلف سلنیومی بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون تاثیر معنی‌داری نداشتند.

قاضی و همکاران (Ghazi et al., 2012) بیان کردند که افزودن سلنیوم و ویتامین ای در جیره جوجه‌های گوشتی تاثیر معنی‌دار روی آلبومین نداشت ولی باعث افزایش گلوکز، اسید اوریک، غلظت سرم آهن و روی شد.

همچنین ملاه و همکاران (Mallah et al., 2011) گزارش کردند که افزودن سلنیوم و ویتامین ای در جیره جوجه‌های گوشتی در جیره، باعث افزایش کلسترول و پروتئین تام شد، اما تاثیر معنی‌دار بر گلوکز، تری گلیسرید، اسید اوریک و آلیومین خون مرغ‌های تخم‌گذار نداشت. کبد اولین اندام دریافت‌کننده موادغذایی جذب شده و سایر مواد خارجی هستند. کبد اندامی فعال از نظر متابولیکی است که دارای آنزیم‌هایی بوده، که سایر اندام‌های بدن را مواجه با مواد سمی محافظت می‌کند. از این رو فعالیت طبیعی این اندام تأثیر بسیاری بر سلامت سایر اندام‌ها دارد. این ارگان نسبت به آسیب‌های آکسیداتیو و رادیکال‌های آزاد بسیار حساس می‌باشد. در مطالعه حاضر، استفاده از منابع مختلف سلنیومی تاثیر معنی‌داری روی افزایش فعالیت و مقدار آنزیم‌های آلانین‌آمینوترانسفراز و آسپارتات‌آمینو ترانسفراز نمونه‌های سرم نداشتند.

جدول ۶- تاثیر افزودن منابع مختلف سلنیومی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی
Table 6. The effect of adding different sources of selenium on blood parameters in broiler chickens under heat stress

| تیمارها Treatments | کلسترول Cholesterol (mg/dl) | تری گلیسرید Triglycerides (mg/dl) | کراتینین Creatinine (mg/dl) | اسید اوریک Uric acid (mg/dl) | AST U/L | ALT U/L | کورتیزول Cortisol (ng/ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲- هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic | 110.83 | 43.50 | 0.31 | 6.06 | 230.67 | 12.83 | 1.156 |
| سلنو متیونین Seleno-methionine | 120.33 | 47 | 0.29 | 5.26 | 235.33 | 12.83 | 1.181 |
| سلنیت سدیم sodium selenite | 118.83 | 47.66 | 0.35 | 4.91 | 232 | 13 | 1.050 |
| شاهد Control | 123.50 | 54 | 0.32 | 4.95 | 235.83 | 13.83 | 1.028 |
| SEM | 3.38 | 1.48 | 0.051 | 0.33 | 5.93 | 0.49 | 0.023 |
| سطح معنی‌داری P- value | 0.66 | 0.36 | 0.62 | 0.39 | 0.81 | 0.95 | 0.26 |

## پاسخ آنتی‌بادی

نتایج ارزیابی سیستم ایمنی در جدول ۷ نشان داده شده وزن نسبی طحال و مقدار ایمونوگلوبولین G و پادتن تام تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی معنی‌دار شد ($p<۰/۰۵$). بیشترین مقدار ایمونوگلوبولین G به تیمار حاوی منبع سلنیومی ۲ هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید تعلق داشت کمترین میزان آنتی‌بادی نیز به گروه شاهد تعلق داشت. وزن نسبی طحال در تیمارهای حاوی منابع سلنیومی با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۵$).

در زمینه تأثیر تنش گرمایی بر ایمنی و تیتر آنتی‌بادی مطالعات زیادی صورت گرفته است. در مطالعات مشخص شده است که تنش حرارتی به‌دلیل افزایش تولید کورتیکوسترون در بدن مانع تولید آنتی‌بادی و در نتیجه موجب کاهش تیتر آنتی‌بادی خون می‌شود (Edens et al., 2000). این کاهش ممکن است به‌طور غیرمستقیم به‌خاطر افزایش

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

سیتوکین‌های التهابی در شرایط تنش گرمایی باشد که منجر به تحریک تولید فاکتور آزادکننده کورتیکوتروپین از هیپوتالاموس گردد. فاکتور آزادکننده کورتیکوتروپین منجر به افزایش هورمون آدرنوکورتیکوتروپین از غده هیپوفیز شده که این هورمون به‌نوبه خود منجر به تحریک تولید کورتیکوسترون از غده آدرنال می‌شود که از تولید آنتی‌بادی ممانعت به‌عمل می‌آورد (Zulkifi et al., 2000). همچنین تأثیر تنش حرارتی بر پاسخ ایمنی ممکن است تحت تأثیر سن، نوع و نژاد پرنده یا روش آزمایشی استفاده شده مدت و شدت تنش حرارتی قرار گیرد (Sharifi et al., 2013). گلبول قرمز گوسفند به‌عنوان یک ماده خارجی نقش آنتی‌ژن را ایفا نموده و سیستم ایمنی را تحریک می‌نماید. این آنتی‌ژن ممکن است به‌طور مستقیم لنفوسیت‌های B را تحریک نموده و یا ابتدا موجب فعال شدن سلول‌های T و در نهایت تحریک سلول‌های B گردد (Pete, 2005) پیرسلیجن و همکاران (PiršLJin et al., 2008) گزارش دادند که افزودن سلنیوم به جیره پرندگان باعث تقویت سیستم ایمنی می‌گردد. تحریک سیستم ایمنی ممکن است به‌واسطه افزایش فعالیت لنفوسیت‌های T، افزایش فعالیت سلول‌های بیگانه‌خوار و افزایش سطح پروتئین سرم باشد.

تحت تاثیر کمبود سلنیوم رشد بورس کاهش یافته و تعداد لنفوسیت‌های موجود در بورس فابریسیوس کاهش می‌یابد. این عملکرد با تاثیر فعالیت گلوکورتیکوئیدها منجر به افزایش اثرات ضدالتهابی و در نتیجه کاهش فرایند روند تولید لنفوسیت‌ها شده که در نتیجه منجر به کاهش اندازه غده‌های لنفاوی، تیموس و طحال و کاهش آنتی‌بادی می‌گردد (Pete, 2005). در تحقیقات فوکسیانگ و همکاران (Fuxiang et al., 2008) نشان داده است که وضعیت آنتی‌اکسیدانی و سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی نانوذرات سلنیوم در سطوح ۰/۱۵ تا ۱/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بهتر از گروه شاهد بود و نیز سطوح IgM و IgG در پرندگان تغذیه شده با نانوذرات سلنیوم در مقایسه با دیگر منابع سلنیوم، بالاتر بود. نانوسلنیوم می‌تواند با تقویت سیستم هومورال به‌جای افزایش وزن نسبی اندام‌های ایمنی، عملکرد ایمنی را بهبود بخشد. بخشلی‌نژاد و همکاران (Bakhshalinejad et al., 2018) بیان نمودند در آزمایشی با استفاده از منابع سلنیومی سلنیت سدیم، سلنیوم مخمری، نانوسلنیوم و سلنومتیونین در دو سطح مختلف ۰/۱ و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره، تیتر آنتی‌بادی ایمونوگلوبین G و پادتن تام با افزایش سطح و در منابع با سلنیوم آلی نسبت به سلنیوم معدنی (سلنیت‌سدیم) افزایش معنی‌داری را نشان دادند. داسیلوا و همکاران (Da Silva et al., 2010) گزارش کردند منابع مختلف سلنیوم (سلنیت سدیم و سلنیوم مخمری) تاثیر معنی‌داری روی وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس نداشت. در مقابل بیسواست و همکاران (Biswastt et al., 2006) گزارش نمودند که اضافه نمودن مکمل سلنیوم، وزن نسبی بورس فابریسیوس و تیموس را در بلدرچین‌های ژاپنی افزایش داد اما تأثیری بر وزن نسبی کبد و طحال نداشت و تأثیر مثبتی بر عملکرد تولیدی بلدرچین‌های ژاپنی ندارد. در مطالعه پنگ و همکاران (Peng et al., 2009)، تفاوت معنی‌داری در وزن نسبی بورس در بین پرندگان دریافت کننده سطوح مختلف منبع سلنیومی سلنیت سدیم مشاهده نشد.

جدول ۷- تاثیر منابع مختلف سلنیومی بر وزن نسبی اندام‌های لنفاوی (درصدی از وزن زنده) و عیار پادتن در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی

Table 7. The effect of adding different sources of selenium on relative weight of lymphoid organs (% of live weight) and antibody titer in broiler chickens under heat stress

| تیمار<br>Treatments | طحال<br>Spleen | بورس فابریسیوس<br>Bursa Fabricius | ایمونو گلوبولین G<br>(mg/dl) | ایمونو گلوبولین M<br>(mg/dl) | پادتن تام<br>Total antibody |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲- هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید<br>2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid | 0.088[a] | 0.13 | 4[a] | 0.91 | 4.91[a] |
| سلنو متیونین<br>Seleno-methionine | 0.093[a] | 0.16 | 3.20[ab] | 0.83 | 4.02[ab] |
| سلنیت سدیم<br>sodium selenite | 0.087[a] | 0.15 | 2.88[ab] | 1.03 | 3.91[ab] |
| شاهد<br>Control | 0.069[b] | 0.15 | 2.01[b] | 1.13 | 3.14[b] |
| SEM | 0.002 | 0.0046 | 0.22 | 0.056 | 0.23 |
| سطح معنی‌داری<br>P- value | 0.02 | 0.27 | 0.021 | 0.13 | 0.028 |

## فراسنجه‌های آنتی‌اکسیدانی

جیره‌های حاوی مکمل سلنیوم در مقایسه با جیره شاهد غلظت گلوتاتیون‌پراکسیداز، سوپراکسیددسموتاز و کاتالاز را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند ($p<۰/۰۵$) که بیشترین مقدار افزایش غلظت آنزیم‌های گلوتاتیون‌پراکسیداز و کاتالاز مربوط به گروه اول حاوی منبع سلنیومی ۲هیدورکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید بوده است و بیشترین مقدار غلظت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز مربوط به گروه دوم سلنومتیونین بوده است.

سیستم دفاعی آنتی اکسیدان آنزیمی بخش دیگری از سیستم تدافعی سلول در برابر شرایط ناشی از استرس اکسایشی است سوپراکسید دیسموتاز که برداشت سریع رادیکال‌های آزاد را کاتالیز می‌کند یکی از این دسته آنزیم‌هاست. کوکاک و همکاران (Kucuk et al., 2003) بیان نمودندکه مجموعه آنزیمی سوپر اکسید دیسموتاز به‌علت اثر مهاری برتشکیل رادیکال‌های اولین خط دفاعی سلول در برابر مسمومیت ناشی از رادیکال‌های آزاد هستند، بنابراین درشرایط تنش سوپر اکسید دیسموتاز یکی از آنزیم‌های مهم برای مقابله با پراکسیداسیون چربی‌های غشا است و تولید رادیکال‌های آزاد مانند $O_2$ و HO را در خون و بافت کاهش می‌دهد. آنتی اکسیدان‌ها غلظت این آنزیم را در خون جوجه‌های تحت تنش افزایش می‌دهد (Swain and Johri, 2000).

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

آنگانوپرن و کیپارکورن (Angkanaporn and Kijparkorn, 2003) بیان کردند که جوجه‌های تغذیه شده با مکمل سلنیوم درمقایسه باگروه کنترل به‌طور معنی‌داری فعالیت سوپراکسیددیسموتاز بالاتری داشتند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تقریباً ۴۰ تا ۵۰ درصد از سلنیوم کل بدن در گلوتاتیون‌پراکسیداز قرار دارد و وجود این عنصر در بدن باعث افزایش فعالیت آنزیم به میزان ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر می‌شود. آنیون سوپراکسید اولین رادیکال آزاد مشتق از اکسیژن است که به‌وسیله‌ی سوپراکسیددیسموتاز به اکسیژن و پراکسیدهیدروژن تبدیل و خنثی می‌گردد و پراکسیدهیدروژن نیز توسط گلوتاتیون‌پراکسیداز تبدیل به آب می‌شود (Mates et al., 1999). آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز به همراه کاتالاز و سوپر اکسیددیسموتاز و مولکول‌های غیرآنزیمی همچون ویتامین‌های C، E و A، اسیداوریک، بیلی‌روبین و غیره، چربی‌ها و اسیدهای نوکلئیک را از آسیب اکسیداتیو محافظت می‌کند و در حفاظت از ساختار غشای سلولی نقش مهمی دارند (Mehaisen et al., 2017).

جینگ و همکاران (Jing et al., 2015) گزارش دادند منابع آلی سلنیوم مانند مخمرسلنیومی و دی‌ال‌سلنومتیونین توانایی بیشتری را در افزایش فعالیت گلوتاتیون‌پراکسیداز داشته و با افزایش سطح مصرفی تا ۰/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم این فعالیت در مرغان تخم‌گذار بهبود یافت ولی برای سوپراکسیددسموتاز تفاوتی ایجاد نکرد. استفاده از سلنیوم مخمری در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در پلاسما شده است. لین و همکاران (Lin et al., 2006) اعلام کردند که در شرایط تنش افزودن سلنیوم به میزان۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی موجب ابقای بیشتر ویتامین E در پلاسما شده که این ویتامین با کاهش تولید هیدروپراکسیدازها نیاز گلوتاتیون‌پراکسیداز برای حفظ سلول‌ها را کاهش می‌دهد و این موضوع می‌تواند دلیلی بر افزایش غلظت آنزیم گلوتاتیون و آنزیم‌های کبدی باشد. با توجه به اینکه کبد نقش سم‌زدایی را در بدن به عهده دارد، بنابراین مکمل‌سازی جیره با ترکیبات آنتی‌اکسیدانی عملکرد کبد را بهبود می‌بخشد، زیرا سلنیوم ترکیب ساختاری ویژه آنتی‌اکسیدان‌های بدن است. سلنیوم به‌واسطه خاصیت آنتی‌اکسیدانی باعث افزایش توان سیستم ایمنی در برابر عوامل تنش‌زا می‌شود. سلنیوم از منبع آلی فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز را در گلبول‌های قرمز (اریتروسیت‌ها) افزایش می‌دهد (PiršLJin et al., 2008). علاوه بر این، پین و ساترن (Payne and Southern, 2005) نشان دادند که سلنیوم‌مخمری باعث افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز پلاسما در جوجه‌های گوشتی شد. همچنین گزارش شده است که مکمل سلنیوم مخمری به‌طور قابل‌توجهی فعالیت‌های گلوتاتیون پراکسیداز را در خون، کبد و کلیه جوجه‌های گوشتی افزایش می‌دهد (Pascha et al., 2008). در دماهای معمولی و پایین، استفاده از مکمل سلنیوم آلی به‌تنهایی باعث افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز پلاسما شد (Ozkan et al., 2007). به‌همین ترتیب، متیونین می‌تواند به سیستئین تبدیل شود که به‌نوبه خود به گلوتاتیون تبدیل می‌شود. هم سیستئین و هم گلوتاتیون می‌توانند به‌عنوان جاذب کننده مستقیم گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) عمل کنند گلوتاتیون و سیستئین همچنین می‌توانند پروتئین‌ها را از آسیب اکسیداتیو برگشت‌ناپذیر از طریق برهم‌کنش بین این تیول‌ها و پروتئین‌ها و تشکیل دی‌سولفیدهای مخلوط مانند پروتئین‌های گلوتاتیوله محافظت کنند (Ozkan et al., 2007).

جدول ۷- تاثیر منابع مختلف سلنیومی بر فراسنجه‌های آنتی‌اکسیدانی در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی
Table 7. The effect of adding sources of selenium on antioxidant parameters in broiler chickens under heat stress

| تیمار Treatment | کاتالاز Catalase (Catal/ gr Hb) | گلوتاتیون پراکسیداز Glutathione peroxidase (u/g Hb) | سوپر اکسید دسموتاز Superoxide dismutase (u/g Hb) |
|---|---|---|---|
| ۲- هیدروکسی ۴ متیل سلنو بوتانوییک اسید 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid | 145.56[a] | 55.27[a] | 1450.24[a] |
| سلنو متیونین Seleno-methionine | 132.33[a] | 52.68[a] | 1539.38[a] |
| سلنیت سدیم sodium selenite | 144.66[a] | 49.62[a] | 1409.21[a] |
| شاهد Control | 119[b] | 31.38[b] | 1267.74[b] |
| SEM | 2.14 | 1.88 | 24.59 |
| سطح معنی داری P- value | 0.0006 | 0.0069 | 0.027 |

میانگین‌های در هر ستون دارای حروف غیر مشابه دارای اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند
Means with different superscripts within the column differ ($p < 0.05$)

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که افزودن منابع مختلف سلنیومی به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی موجب افزایش معنی‌دار فراسنجه‌های مرتبط با سیستم ایمنی (ایمونوگلوبین و وزن طحال) و همچنین افزایش معنی‌دار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی وابسته به سلنیوم (گلوتاتیون پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز) را به‌دنبال داشته است. این آنزیم‌ها می‌توانند سبب کاهش غلظت رادیکال‌های آزاد پراکسید هیدروژن و پراکسیدهای لیپید شده و پاسخ سیستم ایمنی را در گونه‌های مختلف حیوانات، تقویت کنند. طبق نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از منابع مختلف سلنیومی جهت بهبود سیستم ایمنی پرنده به‌خصوص در زمان تنش گرمایی مفید می‌باشد. لذا استفاده از سلنیوم خصوصاً سلنیوم آلی در جیره غذایی طیور توصیه می‌شود.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

**تشکر و قدردانی:** هزینه این پژوهش از اعتبارات شرکت آرونا تامین شده است که بدین‌وسیله نگارندگان کمال تقدیر و تشکر خود را ابراز می دارند.

## منابع

Ahmadi, M., Ahmadian, A., & Seidavi, A. R. (2018). Effect of different levels of nano-selenium on performance, blood parameters, immunity and carcass characteristics of broilerchickens. *Poultry Science Journal*, *6*(1), 99-108.

Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Saeed, M., Naveed, M., Arain, M. A., Arif, M., ... & Dhama, K. (2020). Nutritional applications and beneficial health applications of green tea and l-theanine in some animal species: A review. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, *104*(1), 245-256.

Angkanaporn, K., & Kijparkorn, S. (2003). Effect of selenium supplementation on growth performance, thyroid hormone (T3) levels, antioxidant enzyme and disaccharidase activities in broiler chicks. *Veterinary thesis, The Chulalongkorn University Faculty of Veterinary Science. Thailand*.

Arif, M., Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Saeed, M., Arain, M. A., & Elnesr, S. S. (2019). Humic acid as a feed additive in poultry diets: A review. *Iranian journal of veterinary research*, *20*(3), 167.

Bakhshalinejad, R., Akbari Moghaddam Kakhki, R., & Zoidis, E. (2018). Effects of different dietary sources and levels of selenium supplements on growth performance, antioxidant status and immune parameters in Ross 308 broiler chickens. *British Poultry Science*, *59*(1), 81-91.

Biswas, A., Mohan, J., & 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*(4), 511-515.

Borges, S. A., Da Silva, A. F., Ariki, J., Hooge, D. M., & Cummings, K. R. (2003). Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. *Poultry Science*, *82*(3), 428-435.

Chantiratikul, A., Chinrasri, O., & Chantiratikul, P. (2018). Effect of selenium from selenium-enriched kale sprout versus other selenium sources on productivity and selenium concentrations in egg and tissue of laying hens. *Biological trace element research*, *182*, 105-110.

Chinrasri, O., Chantiratikul, P., Thosaikham, W., Atiwetin, P., Chumpawadee, S., Saenthaweesuk, S., & Chantiratikul, A. (2009). Effect of selenium-enriched bean sprout and other selenium sources on productivity and selenium concentration in eggs of laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *22*(12), 1661-1666.

Choct, M., Naylor, A. J., & Reinke, N. (2004). Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. *British Poultry Science*, *45*(5), 677-683.

da Silva, I. C. M., Ribeiro, A. M. L., Canal, C. W., Trevizan, L., Macagnan, M., Gonçalves, T. A., ... & Pereira, R. A. (2010). The impact of organic and inorganic selenium on the immune system of growing broilers submitted to immune stimulation and heat stress. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *12*, 247-254.

Edens, F. W., Carter, T. A., Parkhurst, C. R., & Sefton, A. E. (2000). Effect of selenium source and litter type on broiler feathering. *Journal of Applied Poultry Research*, *9*(3), 407-413.

El-Mallah, G. M., Yassein, S. A., Magda, M. A. F., & El-Ghamry, A. A. (2011). Improving performance and some metabolic response by using some antioxidants in laying diets during summer season. *The Journal of American Science*, *7*(4), 217-224.

Furukawa, K., Kikusato, M., Kamizono, T., & Toyomizu, M. (2016). Time-course changes in muscle protein degradation in heat-stressed chickens: Possible involvement of corticosterone and mitochondrial reactive oxygen species generation in induction of the ubiquitin–proteasome system. *General and Comparative Endocrinology*, *228*, 105-110.

Fuxiang, W., Huiying, R., Fenghua, Z., Jinquan, S., Jianyang, J., & Wenli, L. (2008). Effects of nano-selenium on the immune functions and antioxidant abilities of broiler chickens. *Chin Agric. Sci. Bull*, *2*, 831-835.

Ghazi Harsini, S., Habibiyan, M., Moeini, M. M., & 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.

HE, S.j., Liu, D.Y., Li, J., Jin, E.H., Zhao, S.j., Fan, Y.Z., Zhou S.F., & Li, W.C. (2013). Effects of stress on broiler Thymus, Spleen and Bursa of Fabricius. *Journal of Anhui Science and Technology University*, 4, 40-50.

Jing, C. L., Dong, X. F., Wang, Z. M., Liu, S., & Tong, J. M. (2015). Comparative study of DL-selenomethionine vs sodium selenite and seleno-yeast on antioxidant activity and selenium status in laying hens. *Poultry Science*, *94*(5), 965-975.

Kinal, S., Król, B., & Tronina, W. (2012). Effect of various selenium sources on selenium bioavailability, chicken growth performance, carcass characteristics and meat composition of broiler chickens. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, *15*(1).

Kucuk, O., Sahin, N., Sahin, K., Gursu, M. F., Gulcu, F., Ozcelik, M., & Issi, M. (2003). Egg production, egg quality, and lipid peroxidation status in laying hens maintained at a low ambient temperature (6 C) and fed a vitamin C and vitamin E-supplemented diet. *Veterinární medicína*, *48*(12), 33.

Li, J. L., Zhang, L., Yang, Z. Y., Zhang, Z. Y., Jiang, Y., Gao, F., & Zhou, G. H. (2018). Effects of different selenium sources on growth performance, antioxidant capacity and meat quality of local Chinese Subei chickens. *Biological trace element research*, *181*, 340-346.

Lin, H., Sui, S. J., Jiao, H. C., Buyse, J., & Decuypere, E. (2006). Impaired development of broiler chickens by stress mimicked by corticosterone exposure. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, *143*(3), 400-405.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]

Mahmoud, K. Z., & Edens, F. W. (2003). Influence of selenium sources on age-related and mild heat stress-related changes of blood and liver glutathione redox cycle in broiler chickens (Gallus domesticus). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, *136*(4), 921-934.

Mahmoud, K. Z., & Edens, F. W. (2005). Influence of organic selenium on hsp70 response of heat-stressed and enteropathogenic Escherichia coli-challenged broiler chickens (Gallus gallus). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, *141*(1), 69-75.

Mansoub, N. H., Chekani-Azar, S., Mizban, S., Hamadani, M., Ahadi, F., & Lotfi, A. (2010). Influence of replacing inorganic by organic selenium source in ration on performance and carcass characteristics of male broilers. *Global Veterinaria*, *4*(4), 317-321.

Matés, J. M., Pérez-Gómez, C., & De Castro, I. N. (1999). Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical biochemistry*, *32*(8), 595-603.

Mehaisen, G. M., Eshak, M. G., Elkaiaty, A. M., Atta, A. R. M., Mashaly, M. M., & Abass, A. O. (2017). Comprehensive growth performance, immune function, plasma biochemistry, gene expressions and cell death morphology responses to a daily corticosterone injection course in broiler chickens. *PLoS One*, *12*(2), e0172684.

Niu, Z., Liu, F., Yan, Q., & Li, L. (2009). Effects of different levels of selenium on growth performance and immunocompetence of broilers under heat stress. *Archives of Animal Nutrition*, *63*(1), 56-65.

Özkan, S., Malayoğlu, H. B., Yalcin, S., Karadaş, F., Koçtürk, S., Cabuk, M. E. T. İ. N., ... & Ergül, M. (2007). Dietary vitamin E (α-tocopherol acetate) and selenium supplementation from different sources: Performance, ascites-related variables and antioxidant status in broilers reared at low and optimum temperatures. *British Poultry Science*, *48*(5), 580-593.

Payne, R. L., & Southern, L. L. (2005). Changes in glutathione peroxidase and tissue selenium concentrations of broilers after consuming a diet adequate in selenium. *Poultry Science*, *84*(8), 1268-1276.

Peng, X., Cui, Y., Cui, W., Deng, J., & Cui, H. (2009). The decrease of relative weight, lesions, and apoptosis of bursa of Fabricius induced by excess dietary selenium in chickens. *Biological trace element research*, *131*, 33-42.

Peter, D. W. (1980). Selenium supplementation of grazing sheep. II. Responses in plasma and erythrocyte activities of lambs and adult wethers. *Australian Journal of Agricultural Research*, *31*(5), 1005-1027.

Piršljin, J., Milinković-Tur, S., Beer Ljubić, B., & Zdelar-Tuk, M. (2008). The effect of organic selenium supplementation on the antioxidative characteristics and lipid peroxidation of chicken blood during fattening and after fasting. *Veterinarski arhiv*, *78*(3), 187-196.

Placha, I., Borutova, R., Gresakova, L., Petrovic, V., Faix, S., & Leng, L. (2009). Effects of excessive selenium supplementation to diet contaminated with deoxynivalenol on blood phagocytic activity and antioxidative status of broilers. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, *93*(6), 695-702.

SAS Institute. (2012). SAS /STAT Software, Release 9.2. *SAS Institute. Inc*., Cary, NC, USA.

Ševčíková, S., Skřivan, M., Dlouhá, G., & Koucký, M. (2006). The effect of selenium source on the performance and meat quality of broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*, *51*(10), 449-457.

Sharifi, S. D., Khorsandi, S. H., Khadem, A. A., Salehi, A., & Moslehi, H. (2013). The effect of four medicinal plants on the performance, blood biochemical traits and ileal microflora of broiler chicks. *Veterinarski arhiv*, *83*(1), 69-80.

Surai, P. F. (2002). Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *World's Poultry Science Journal*, *58*(3), 333-347.

Swain, B. K., & Johri, T. S. (2000). Effect of supplementation of combinations of different levels of selenium and vitamin E on relative weight of some organs and serum enzyme level in broilers. *Indian Journal of Poultry Science*, *35*(1), 66-69.

Upton, J. R., Edens, F. W., & Ferket, P. R. (2009). The effects of dietary oxidized fat and selenium source on performance, glutathione peroxidase, and glutathione reductase activity in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, *18*(2), 193-202.

Vieira, V. I., Durau, J. F., Schramm, V. G., Bassi, L. S., Oliveira, S. G., & Maiorka, A. (2020). Effect of Selenium Supplementation in Broiler Diets on Breast Meat Deposition. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22: 156-167

Wang, R., Jiao, H., Zhao, J., Wang, X., & Lin, H. (2016). Glucocorticoids enhance muscle proteolysis through a myostatin-dependent pathway at the early stage. *PloS one*, *11*(5), e0156225.

Wang, Y., Zhan, X., Yuan, D., Zhang, X., & Wu, R. (2011). Influence of dietary selenomethionine supplementation on performance and selenium status of broiler breeders and their subsequent progeny. *Biological Trace Element Research*, *143*, 1497-1507.

Wegmann, T. G., & Smithies, O. (1966). A simple hemagglutination system requiring small amounts of red cells and antibodies. *Transfusion*, *6*(1), 67-73.

Wilson, S. R., Zucker, P. A., Huang, R. R. C., & Spector, A. (1989). Development of synthetic compounds with glutathione peroxidase activity. *Journal of the American Chemical Society*, *111*(15), 5936-5939.

Yoon, I., Werner, T. M., & Butler, J. M. (2007). Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. *Poultry Science*, *86*(4), 727-730.

Zulkifli, I., Norma, M. C., Israf, D. A., & Omar, A. R. (2000). The effect of early age feed restriction on subsequent response to high environmental temperatures in female broiler chickens. *Poultry science*, *79*(10), 1401-1407.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.12.7 ]
[ DOI: 10.61186/rap.14.41.116 ]