13 (2) 135-142, Summer 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Investigation of the effect of organic and inorganic selenium on the immune system, egg traits and blood parameters in laying hens

Zahra Tahami [1], Behrooz Dastar [1], Ehsan Oskoueian [2], Seyed Reza Hashemi [3]*

[1] *Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran*
[2] *Agricultural Biotechnology Management East and Northeast Region, Biotechnology Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran*
[3] *Department of Genetics and Breeding and Physiology of Animal and Poultry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran*

Key Words

Antibodies
Blood metabolites
Immune system
Selenium

Abstract

Introduction: This experiment was performed to evaluate the effect of selenium supplement immune system related treats, egg qualitative characteristics, blood parameters and antibody titers against Newcastle disease and influenza, laying hens w36 strains.

Materials & Methods: This experiment was conducted in a completely randomized design with 5 treatments, 6 repetitions and 10 chicken in each repetition. Experimental treatments include: (1) basic diet, (2) basic diet plus 0.5 mg/kg of Sodium selenite (3) basic diet plus 1 mg/kg of Sodium selenite, (4) basic diet plus 0.5 mg/kg of selenium-methionine and (5) base diets plus 1 mg/kg of selenium-methionine.

Result: The results show egg traits were not affected by experimental treatments (P>0/05). treatment of 0.5 and 1 mg/kg of selenium-methionine significantly reduced the enzyme Aspartate Amino Transferase (P<0.05). Also, treatments containing organic selenium significantly reduced the enzyme Alanine Amino Transferase (P<0.05). The results showed that 0.5 mg/kg of selenium-methionine significantly increased the levels of immunoglobulin G, M and A compared to other experimental treatments (P<0.05). However, the levels of immunoglobulins A and M in organic and inorganic sources were not significantly affected by selenium levels (P>0.05). Newcastle antibody titers did not significantly differentiate between experimental treatments (P>0.05). However, 1 mg/kg of selenium-sodium significantly reduced the antibody titer of influenza (P<0.05).

Conclusion: In general, although the consumption of organic and inorganic sources of selenium was ineffective on egg characteristics, organic sources of selenium more effectively stimulate the immune system and increase blood immunoglobulins than non-organic sources.

* Corresponding Author's email: tahami6690@yahoo.com
Received: 1 May 2020; Reviewed: 27 June 2020; Revised: 5 September 2020; Accepted: 14 October 2020
(DOI): 10.22034/aej.2020.136308

مقاله پژوهشی

بررسی اثر سلنیوم آلی و معدنی بر سیستم ایمنی، صفات تخم‌مرغ و فراسنجه‌های خونی مرغ‌های تخم‌گذار

زهرا تهامی[1]، بهروز دستار[1]، احسان اسکوئیان[2]، سیدرضا هاشمی[3]*

[1] *گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران*

[2] *مدیریت بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شرق و شمال‌شرق، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران*

[3] *گروه ژنتیک و اصلاح و فیزیولوژی دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران*

کلمات کلیدی

تیتر آنتی‌بادی
فراسنجه‌های خونی
سیستم ایمنی
سلنیوم

چکیده

مقدمه: این آزمایش به‌منظور ارزیابی اثر سلنیوم آلی و معدنی بر صفات مرتبط با سیستم ایمنی، خصوصیات کیفی تخم‌مرغ، فراسنجه‌های خونی و تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل و آنفولانزا در مرغ‌های تخم‌گذار سویه‌های-لاین انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ٦ تکرار و ۱۰ قطعه مرغ در هر تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارتند از: تیمار شاهد (جیره پایه فاقد سلنیوم)، تیمار حاوی جیره پایه به‌علاوه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت-سدیم، تیمار حاوی جیره پایه به‌علاوه ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت-سدیم، تیمار حاوی جیره پایه به‌علاوه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم-متیونین، تیمار حاوی جیره پایه به‌علاوه ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم-متیونین بود.

نتایج: اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات تخم‌مرغ معنی‌دار نشد ($P>0/05$). تیمار حاوی نیم و یک میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم-متیونین سبب کاهش معنی‌دار آنزیم آسپارتات‌آمینوترانسفراز شد ($P<0/05$). هم‌چنین تیمارهای حاوی سلنیوم آلی سبب کاهش معنی‌دار آنزیم آلانین‌آمینوترانسفراز شدند ($P<0/05$). مصرف نیم میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم-متیونین به شکل معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی سطوح ایمونوگلوبولین G، M و A را افزایش داد ($P<0/05$). با این‌حال میزان ایمونوگلوبولین‌های A و M در منابع آلی و معدنی تحت تاثیر سطوح مصرف سلنیوم تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P>0/05$). تیتر آنتی‌بادی نیوکاسل تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نشان نداد ($P>0/05$). با این‌حال، یک میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت-سدیم به شکل معنی‌داری سبب کاهش تیتر آنتی‌بادی آنفولانزا شد ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری و بحث: به‌طورکلی علی‌رغم این‌که مصرف منابع آلی و معدنی سلنیوم بر خصوصیات تخم‌مرغ بی تاثیر بوده، منابع آلی سلنیوم در مقایسه با منابع معدنی به شکل موثرتری سبب تحریک سیستم ایمنی و افزایش ایمونوگلوبولین‌های خون شد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: tahami6690@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۲ اردیبهشت ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۷ تیر ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۵ شهریور ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲۳ مهر ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.136308

مقدمه

سلنیوم عنصری ضروری برای مرغ‌های تخم‌گذار محسوب می‌شود. سلنیوم را می‌توان به شکل سلنیت یا سلنات (معدنی) و یا اسیدهای سلنوآمینو، به‌طور عمده سلنومتیونین (آلی) به جیره غذایی افزود. مکمل‌های آلی سلنیوم باعث افزایش مقدار سلنیوم تخم‌مرغ نسبت به سلنیوم معدنی می‌شوند (Payne و همکاران، ۲۰۰۵؛ Cantor و همکاران، ۲۰۰۰). Asadi و همکاران (۲۰۱۷) مصرف سلنیوم آلی جذب سلنیوم در تخم‌مرغ را افزایش و کیفیت آن را در مقایسه با سایر منابع سلنیوم بهبود می‌بخشد. سلنیوم آلی نسبت به سایر منابع سلنیوم توسط حیوان بهتر هضم و جذب می‌شود (Han و همکاران، ۲۰۱۷؛ Attia و همکاران، ۲۰۱۰؛ Delezie و همکاران، ۲۰۱۴). این عنصر مانند ویتامین E یکی از اجزاء مهم سیستم آنتی‌اکسیدانی می‌باشد که به حفظ اسیدهای چرب غیراشباع در غشاء سلول‌ها از خطر اکسید شدن کمک می‌کند (Surai، ۲۰۰۵). غلظت سلنیوم در جیره غذایی برای رشد و عملکرد طبیعی سیستم ایمنی و تیروئید ضروری است (Pappas و Zoidis، ۲۰۱۲). کمبود سلنیوم منجر به تغییر در بافت‌ها ازجمله اندام‌های سیستم ایمنی مانند بورس، تیموس، طحال و بر کل سیستم ایمنی بدن تاثیر منفی خواهد گذاشت (Cai و همکاران، ۲۰۱۲) و باعث نارسایی ایمنی هومورال و در نتیجه کاهش سطح ایمنوگلوبولین M،G و پادتن‌ها می‌گردد (Arthur و همکاران، ۲۰۰۳). رابطه سلنیوم با سیستم ایمنی مربوط به نقش سلنیوم در سلنو پروتئین‌ها و گلوتاتیون پراکسیداز است. گلوتاتیون پراکسیداز رادیکال‌های آزاد از جمله پراکسیدهیدروژن را غیرفعال می‌کند و از آسیب دیواره سلولی جلوگیری می‌کند هم‌چنین سلنیوم به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان، نقش مهمی در متابولیسم انرژی سلول‌های فاگوسیت دارد ولی مکانیسم اثر آن بر سیستم ایمنی هومورال هنوز دقیقاً مشخص نشده است (Tomlinson و همکاران، ۲۰۰۸). سلنیوم به‌عنوان بخشی از آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز درون‌سلولی اولین و دومین سد دفاعی بدن در برابر عوامل اکسیدکننده را ایجاد می‌کند. آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در جهت کاهش اکسیداسیون موجود در ساختارهای داخل سلولی ضروری است (Surai، ۲۰۰۲)؛ چرا که رادیکال‌های آزاد دائما در فعالیت‌های فیزیولوژیک تولید می‌شوند و تولید آن‌ها در شرایط استرس افزایش می‌یابد هم‌چنین منابع اصلی تولید رادیکال‌های آزاد در سلول شامل زنجیره انتقال الکترون در میتوکندری‌ها، آنزیم‌های متابولیسم گزنوبیوتیک و سلول‌های ایمنی می‌باشد. به‌خصوص سلول‌های ایمنی جهت کشتن عوامل بیماری‌زا، رادیکال‌های آزاد را تولید می‌کند (Holovsk و همکاران، ۲۰۱۳). افزودن مکمل سلنیوم در سطوح بالاتر از نیازهای تغذیه‌ای باعث افزایش پاسخ آنتی‌بادی می‌شود و این بهبود پاسخ آنتی‌بادی به عوامل دیگری ازجمله گونه حیوان، سن، جنس و نوع آنتی‌ژن بستگی دارد (Turner و Finch، ۱۹۹۱). امروزه سلنیوم را به‌عنوان یکی از عناصر کم نیاز ضروری می‌شناسند که جایگاه ویژه‌ای در بین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در مواد غذایی داشته و جزء جدائی‌ناپذیر سلنوپروتئین‌های شرکت کننده در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک بدن جانداران می‌باشد (Surai، ۲۰۰۲). لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر سلنیوم آلی و معدنی بر صفات مرتبط با سیستم ایمنی، خصوصیات کیفی تخم‌مرغ، فراسنجه‌های خونی و تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل و آنفولانزا بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با ۳۰۰ قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن سویه‌های-لاین از سن ۲۳ تا ۳۵ هفتگی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۶ تکرار و هر تکرار ۱۰ قطعه مرغ تخم‌گذار انجام شد. یک جیره غذایی بر پایه ذرت-کنجاله سویا براساس راهنمای پرورش سویه‌های-لاین توسط نرم‌افزار UFFDA تهیه (جدول ۱) و تیمارهای آزمایشی با منابع مختلف سلنیوم مکمل شد. تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در این مطالعه شامل: تیمار شاهد (جیره پایه فاقد سلنیوم)، تیمار حاوی جیره پایه به‌علاوه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت-سدیم، تیمار حاوی جیره پایه به‌علاوه ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت-سدیم، تیمار حاوی جیره پایه به‌علاوه ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم-متیونین، تیمار حاوی جیره پایه به‌علاوه ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم-متیونین بود. در تنظیم جیره پایه، از مکمل مواد معدنی فاقد سلنیوم استفاده و سطوح مختلف سلنیوم برای تامین سطح سلنیوم مورد نیاز هر تیمار آزمایشی به جیره پایه اضافه شد. خلوص سلنیوم-متیونین ppm ۲۰۰۰ و سلنیت-سدیم ۴۲ درصد بود. مواد معدنی بدون سلنیوم مورد استفاده از کارخانه خوراک دام، طیور و آبزیان صالح کاشمر تهیه شد. مرغ‌ها به‌طور تصادفی و براساس میانگین وزن مشابه به تیمارهای آزمایشی تقسیم شدند. دو هفته اول پرورش برای عادت پذیری مرغ‌ها درنظر گرفته‌شد. برنامه‌های مدیریت پرورش شامل نور، دما و سایر مشخصات مطابق شرایط توصیه‌شده در راهنمای پرورش سویه‌های-لاین (W-36) اجرا شد. شدت روشنایی سالن ۱۵ لوکس با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تنظیم گردید. مرغ‌ها دسترسی آزاد به خوراک داشتند و روزانه در دو نوبت تغذیه‌شدند. رنگ‌زرده براساس مقایسه با رنگ‌های استاندارد توسط ورقه‌های بادبزنی رش (Roche) مورد بررسی قرار گرفت. ورقه‌های بادبزنی رش شامل ۱۵ ورقه رنگی کنارهم است که رنگ هر یک از ورقه‌ها با رنگدانه‌های معمولی موجود در زرده تخم‌مرغ‌های مختلف استاندارد می‌شود. برای اندازه‌گیری مقاومت پوسته از دستگاه دیجیتال مقاومت سنج (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13473 R) با حساسیت ۰/۰۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع استفاده شد که در این

جدول ۱: اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره پایه

اجزای تشکیل‌دهنده جیره	درصد	مواد مغذی جیره	(درصد)
ذرت	۵۸/۷	انرژی قابل متابولسیم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۴۰
کنجاله سویا	۳۰	پروتئین خام	۱۷/۰۲
روغن سویا	۱/۲	کلسیم	۴/۴
کربنات‌کلسیم	۷	فسفر قابل دسترس	۰/۵۲
دی کلسیم‌فسفات	۲	لیزین	۰/۹۴
نمک	۰/۲۸	متیونین+سیستئین	۰/۷
متیونین	۰/۲	تریپتوفان	۰/۱۹
لیزین	۰/۱۲	ترئونین	۰/۷۱
مکمل مواد معدنی (فاقد سلنیوم)[1]	۰/۲۵	متیونین	۰/۴۵
مکمل ویتامینی[2]	۰/۲۵		

[1] هر کیلوگرم از مکمل معدنی حاوی: ۵۵ میلی‌گرم آهن، ۸۸ میلی‌گرم منگنز، ۸۸ میلی‌گرم روی، ۵/۵ میلی‌گرم مس، ۱/۷ گرم ید.

[2] هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی حاوی: ۸۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۳۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، 16500 واحد بین المللی ویتامین E، 2/2 میلی‌گرم ویتامین K_3، ۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۵/۵ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۲۸ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۳/۳ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۰/۶ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۲۲/۱ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۵۵ میلی‌گرم B_7، ۱۱۰ گرم کولین کلراید.

روش تخم‌مرغ‌ها از قسمت استوایی بین دو صفحه موازی دستگاه قرار گرفته و نیرو از طریق آن به تخم‌مرغ وارد می‌شد و در لحظه‌ای که پوسته تخم‌ها شکسته می‌شد نیروی وارده ثبت می‌شد. پس از آن تخم‌مرغ‌ها از وسط شکسته‌شده و پوسته آن‌ها بعد از این‌که ۴۸ ساعت در دمای اتاق خشک شد با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید و با استفاده از رابطه زیر درصد پوسته محاسبه شد. ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌ها از سه مقطع سر، ته و وسط تخم‌مرغ‌ها به‌همراه غشای زیرین آن با استفاده از دستگاه ضخامت‌سنج (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK, 13469) که دارای دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر بود اندازه‌گیری شد و میانگین این مقادیر محاسبه و به‌عنوان ضخامت پوسته آن تخم‌مرغ ثبت گردید.

$$\text{درصد پوسته} = \frac{\text{وزن پوسته}}{\text{وزن تخم}} \times ۱۰۰$$

برای اندازه‌گیری واحد هاو از دستگاه(Egg Multi Tester (EMT- 520 استفاده شد. در واقع شاخصی است که در آن ارتفاع سفیده برای وزن تخم‌مرغ تصحیح شده است.تصحیح ازطریق رابطه لگاریتمی زیر انجام می‌گیرد: $HU= 100 \log (H+ 7/57 – 1/7 W^{0/37})$

که در این فرمول H عبارت است از ارتفاع سفیده غلیظ برحسب میلی‌متر و W عبارت از وزن تخم‌مرغ بر حسب گرم.

برای اندازه‌گیری آسپارتات‌آمینوترانسفراز (AST)، آلانین‌آمینو ترانسفراز (ALT)، اوره، کراتین، پاسخ ایمنی به واکسن نیوکاسل و آنفلوانزا، ایمونوگلوبولین‌های M، A و G در انتهای دوره آزمایش از هر تکرار دو قطعه مرغ انتخاب شد و از ورید بال آن‌ها خونگیری به‌عمل آمد.فراسنجه‌های‌خون به‌وسیله دستگاه اتوآنالایزر و به‌وسیله کیت‌های تجاری‌پارس آزمون اندازه‌گیری شد. تیترآنتی‌بادی نیوکاسل و آنفلوانزا توسط آزمون مهارت هماگلوتیناسیون (HI) انجام گرفت.

داده‌های‌به‌دست‌آمده به‌وسیله نرم‌افزار SAS(۲۰۱۳)مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای تجزیه آماری داده‌ها رویه مدل خطی عمومی GLM مورد استفاده قرار گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد. مدل آزمایشی مورد استفاده به‌صورت زیر می‌باشد: $Y_{ijk} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$

Y_{ijk} =مقدارعددی هریک از مشاهدات در آزمایش، μ= میانگین کل T_i= تیمار آزمایش، ε_{ij}= خطای آزمایشی

نتایج

جدول ۲ تاثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات تخم‌مرغ را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد واحد هاو، رنگ زرده، ضخامت و مقاومت پوسته تخم‌مرغ تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). اگرچه وزن پوسته و درصد پوسته تخم‌مرغ در اثر مصرف سلنیوم افزایش پیدا کرد، ولی این افزایش معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). جدول ۳ بیانگر اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان آنزیم‌های کبدی و برخی از فراسنجه‌های‌خونی درمرغ تخم‌گذار می‌باشد. نتایج نشان داد مصرف منابع سلنیوم آلی و معدنی با هر دو سطح ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سبب کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم آسپارتات‌آمینو ترانسفراز (AST) در مقایسه با تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵). هم‌چنین تیمارهای حاوی سلنیوم آلی نسبت به تیمار شاهد و تیمار دریافت کننده ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم معدنی کاهش معنی‌دار غلظت آنزیم آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT) از خود نشان دادند (P<۰/۰۵). سطوح اوره و کراتین خون تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). اثر مقادیر مختلف سلنیوم آلی و معدنی بر ایمونوگلوبولین‌های خون در مرغ‌های تخم‌گذار در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد مصرف ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم‌سلنیوم‌ـمتیونین به شکل معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی سطوح ایمونوگلوبولین G را افزایش داد (P<۰/۰۵). مصرف منابع آلی و معدنی سلنیوم نسبت به تیمار شاهد به شکل معنی‌داری سطوح‌ایمونوگلوبولین‌Gراافزایش‌داد(P<۰/۰۵). میزان ایمونوگلوبولین G در منابع معدنی تحت‌تاثیر سطوح مصرف سلنیوم تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). مصرف ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم متیونین نسبت به تیمار شاهد و تیمار ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌ـسدیم به شکل معنی‌داری سطوح ایمونوگلوبولین M را افزایش

داد (P<۰/۰۵). با این حال نتایج حاکی از عدم تاثیر معنی‌دار سطوح مصرف بر میزان ایمونوگلوبولین G بین تیمارهای آلی و معدنی بود (P>۰/۰۵).نتایج‌نشان داد مصرف مصرف۰/۵و۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم‌متیونین در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌سدیم سبب افزایش معنی‌دار سطوح ایمونوگلوبولین A شد (P<۰/۰۵). با این‌حال میزان ایمونوگلوبولین A در منابع آلی و معدنی تحت تاثیر سطوح مصرف سلنیوم تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). جدول ۵ تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و آنفلوانزا مربوط به پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف سلنیوم آلی و معدنی را نشان می‌دهد. تیتر آنتی‌بادی علیه نیوکاسل تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نشان نداد. با این‌حال نتایج نشان می‌دهد مصرف ۱ میلی‌گرم‌درکیلوگرم‌سلنیت‌سدیم به شکل معنی‌داری سبب کاهش تیتر آنتی‌بادی علیه آنفولانزا شد درحالی‌که بین سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۲: اثر تیمارهای آزمایشی بر واحد هاو، رنگ زرده و صفات پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار

تیمار	واحد هاو	رنگ زرده	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	مقاومت پوسته	وزن پوسته (گرم)	درصد پوسته (٪)
جیره پایه	۱۹۶/۱۱	۴/۶۶	۰/۴۰۴	۳/۹۳	۵/۴۶	۹/۴۰
جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌سدیم	۱۹۳/۳۴	۴/۳۳	۰/۳۹۴	۳/۸۴	۵/۴۶	۹/۶۴
جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌سدیم	۱۹۵/۵۵	۴/۵۵	۰/۴۰۸	۳/۸۱	۵/۶۷	۹/۵۲
جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم‌متیونین	۱۹۴/۳۵	۴/۳۸	۰/۴۱۱	۳/۶۰	۵/۴۴	۹/۴۶
جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم‌متیونین	۱۹۳/۷۳	۴/۴۴	۰/۴۰۶	۳/۶۰	۵/۶۳	۹/۶۸
خطای استاندار میانگین	۱/۷۵	۰/۲۰	۰/۰۱۰	۰/۱۵۸	۰/۱۰۷	۰/۱۴
سطح احتمال	۰/۷۶۷	۰/۸۰۲	۰/۸۰۰	۰/۳۳	۰/۴۰۶	۰/۷۸۵

جدول۳: اثر تیمارهای آزمایشی بر متابولیت‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار

تیمار	آسپارتات‌آمینو ترانسفراز (U/L)	آلانین‌آمینو ترانسفراز (U/L)	اوره[1]	کراتینین[1]
جیره پایه	۱۸۹/۰۰^{a}	۳۴/۶۹^{a}	۱۶/۱۶	۰/۴۰۸
جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌سدیم	۱۶۴/۶۲^{b}	۳۴/۵۸^{a}	۱۹/۵۰	۰/۳۸۳
جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌سدیم	۱۶۱/۵۵^{b}	۳۱/۳۳^{ab}	۱۶/۰۹	۰/۴۲۷
جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم‌متیونین	۱۵۷/۰۸^{b}	۲۶/۰۰^{b}	۱۹/۶۱	۰/۳۶۹
جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم‌متیونین	۱۵۴/۹۲^{b}	۲۳/۵۰^{b}	۱۷/۷۵	۰/۴۱۶
خطای استاندار میانگین	۸/۴۱	۲/۷۴	۱/۱۸	۰/۰۳۷
سطح احتمال	۰/۰۴۴	۰/۰۱۱	۰/۱۹۷	۰/۷۸۸

میانگین‌های فاقد حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵). [1]واحد بر حسب میلی‌گرم در دسی‌لیتر

جدول۴: اثر تیمارهای آزمایشی بر ایمونوگلوبولین‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار (نانوگرم در میلی‌لیتر)

تیمار	ایمونوگلوبولین G	ایمونوگلوبولین M	ایمونوگلوبولین A
جیره پایه	۱۶۵/۱۴^{d}	۱۰۹/۶۷^{c}	۱۹۹/۰۰^{c}
جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌سدیم	۲۸۳/۰۰^{c}	۱۳۶/۰۰^{bc}	۲۰۸/۱۷^{c}
جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌سدیم	۳۲۷/۶۷^{c}	۱۵۸/۱۷^{abc}	۲۵۲/۳۳^{bc}
جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم‌متیونین	۶۳۰/۸۳^{a}	۲۲۱/۵۰^{a}	۳۳۷/۵۰^{a}
جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم‌متیونین	۵۱۷/۵۰^{b}	۲۰۶/۰۰^{ab}	۲۸۶/۵۰^{ab}
خطای استاندار میانگین	۲۵/۶۶	۲۴/۸۴	۲۱/۲۵
سطح احتمال	۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱

میانگین‌های فاقد حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

جدول۵: اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان تیتر آنتی‌بادی سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار

تیمار	تیتر آنتی‌بادی علیه نیوکاسل	تیتر آنتی‌بادی علیه آنفلوانزا
جیره پایه	۷/۸۳	۸/۰۸^{a}
جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌سدیم	۷/۹۱	۷/۵۸^{a}
جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت‌سدیم	۸/۰۸	۶/۷۵^{b}
جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم‌متیونین	۸/۰۰	۷/۸۳^{a}
جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم‌متیونین	۷/۸۳	۷/۶۶^{a}
خطای استاندار میانگین	۰/۲۱	۰/۲۷
سطح احتمال	۰/۴۹	۰/۰۱

میانگین‌های فاقد حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

بحث

در ارتباط با خصوصیات تخم‌مرغ نتایج این بررسی با نتایج بسیاری از محققین مطابقت داشت و در هم‌چنین در محدوده طبیعی پارامترهای کیفی تخم‌مرغ در مرغ تخم‌گذار می‌باشد (تسلیمی و همکاران، ۱۳۹۲). Skrivan و همکاران (۲۰۰۶) و Chinrasri و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند افزودن ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم از دو منبع سلنیت_سدیم و سلنیوم غنی‌شده با مخمر به جیره مرغ‌های تخم‌گذار تفاوت معنی‌داری در مقادیر واحد هاو و ضخامت پوسته تخم‌مرغ ایجاد نکرد. Chantiratikul و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند ضخامت پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌تخم‌گذار تحت تاثیر منبع و سطوح سلنیوم (۰/۳، ۱ و ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) جیره قرار نمی‌گیرد. هم‌چنین Pappas و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند مصرف مکمل سلنیوم آلی تاثیری بر ضخامت پوسته تخم‌مرغ نداشت. Pan و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند استفاده از سلنیوم غنی‌شده تاثیری بر ضخامت پوسته و استحکام پوسته تخم‌مرغ ندارد. مکمل سلنیوم بر وزن پوسته تاثیر نداشت و میزان افت واحد هاو و رنگ زرده در طی ذخیره‌سازی به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر مکمل سلنیوم قرار نگرفت (Mohiti-Asli و همکاران، ۲۰۰۷). به‌طورکلی سطح سلنیوم نتوانسته شاخص رنگ زرده، واحد هاو و سایر پارامترهای پوسته را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قراردهد. از سوی دیگر در برخی موارد نتایجی مغایر با نتایج این بررسی گزارش شده است. Invernizzi و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند افزودن سلنیوم به جیره غذایی تاثیری بر ضخامت پوسته ندارد ولی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مقاومت پوسته شده است و بیش‌ترین استحکام مربوط به جیره حاوی سلنیوم غنی شده با مخمر بود. در گزارشی دیگر، مصرف سطوح مختلف سلنیوم آلی (۰/۱۵ ، ۰/۳، ۰/۶ و ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) در جیره مرغ تخم‌گذار، سبب افزایش معنی‌دار واحد هاو و کاهش ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌ها نسبت به گروه شاهد شد (Payne و همکاران، ۲۰۰۵). پورعباسعلی‌عمران و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند مصرف سطوح مختلف سلنیوم اثر معنی‌داری بر رنگ زرده تخم بلدرچین نداشت اما بر ضخامت پوسته و واحد هاو اثر معنی‌داری داشت به گونه‌ای که بیش‌ترین مقادیر مربوط ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم مشاهده شد. فراسنجه‌های ضخامت پوسته، استحکام پوسته و واحد هاو در مرغ تخم‌گذار مصرف جیره‌های حاوی‌نسبت‌های‌مختلف سلنیوم آلی و معدنی درمرغ‌تخم‌گذار مقایسه با شاهد بهبود معنی‌داری نشان دادند (Reis و همکاران، ۲۰۰۹). از دلایل تفاوت در نتایج گزارش شده صفات کیفی تخم‌مرغ می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: نوع منبع سلنیوم مصرف با توجه به‌نحوی متفاوت در جذب و ذخیره‌سازی در بدن می‌تواند بر خصوصیات کمی و کیفی تخم‌مرغ تاثیرگذار باشد. منابع آلی به‌روش‌های متفاوتی جذب شده و قابلیت جذب بالاتر و ذخیره‌سازی در بدن را دارد حال آن‌که منابع معدنی فقط از طریق انتشار جذب شده و قابلیت ذخیره سازی ندارد، لذا نتایج متفاوت در گزارشات به‌دلیل این است که متابولیسم منابع سلنیوم در حیوانات متفاوت است (Combs و Combs، ۱۹۸۶). فاکتورهایی که می‌توانند واحد هاو تخم‌مرغ را تحت تاثیر قرار دهند عبارتند از: دوره و دمای ذخیره‌سازی، سن مرغ‌های تخم‌گذار، جیره مرغ‌ها، وضعیت سلامتی گله و مکمل غذایی (Robert و Payne، ۲۰۰۴). طول دوره استفاده از مکمل سلنیوم به‌علت تفاوت در میزان ذخیره سلنیوم در بدن و بهبود وضعیت بدن برای مقابله با شرایط استرس و بیماری می‌تواند سبب تغییر خصوصیات تخم‌مرغ شود (Słupczynska و همکاران، ۲۰۱۸). رنگ زرده توسط رنگدانه‌های گزانتوفیل (اکسی‌کاروتنوئیدها) موجود در جیره غذایی است. اکسی کاروتنوئیدها زمانی‌که اکسید می‌شوند، رنگدانه‌ها قدرت رنگ خود را از دست می‌دهند. بنابراین ممکن است سلنیوم با توجه به نقش آنتی اکسیدانی خود همانند ویتامین E بر روی تثبیت رنگ زرده زمانی نقش داشته باشد (Mohiti-Asli و همکاران، ۲۰۰۷). عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی می‌تواند به‌علت این باشد که ارزیابی بر روی تخم‌مرغ تازه تولید روز انجام شده است. به‌طورکلی، ترکیبات بیوشیمیایی سرم منعکس‌کننده بهداشت، تغذیه، آب و هوا وشرایط‌مدیریتی که حیوان در آن قرار می‌گیرد (Minafra و همکاران، ۲۰۱۰). از سطح پارامترهای بیوشیمیایی در خون به‌عنوان نشانه‌ای از عملکرد تولیدی پرندگان و بیماری‌های متابولیکی می‌توان استفاده کرد (Rotava و همکاران، ۲۰۰۸). آنزیم‌های آلانین‌آمینوترانسفراز، آسپارتات‌آمینوترانسفراز، لیپوپروتئین‌های‌با چگالی‌بالا به‌عنوان شاخص آسیب اکسیداتیو کبد و کلیه استفاده می‌شود و کاهش آنزیم‌ها و سطح کراتینین به‌معنای افزایش محافظت در برابر آسیب اکسیداتیو ازطریق‌بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی است (Dalia و همکاران، ۲۰۱۷). Dalia و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند مصرف جیره غذایی حاوی سلنیوم آلی و معدنی اثر معنی‌داری بر آنزیم آلانین‌آمینوترانسفراز، آسپارتات‌آمینوترانسفراز، لیپوپروتئین با چگالی بالا و سطح سرمی کراتینین نداشت. Yang و همکاران، (۲۰۱۲) گزارش کردند مصرف مکمل سلنیوم آلی و معدنی بر میزان اوره خون در مرغ تخم‌گذار تأثیر نمی‌گذارد. Okunlola و همکاران (۲۰۱۵) و Gruzauskas و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند مصرف ۰/۵ میلی‌گرم سلنیت-سدیم و ۰/۳۵ میلی‌گرم سلنیوم آلی در مرغ تخم‌گذار تاثیر معنی‌داری بر میزان آلانین‌آمینوترانسفراز، آسپارتات‌آمینوترانسفراز، اوره و کراتینین ندارد. از سوی دیگر نتایج بررسی Peric و همکاران (۲۰۰۹) و Biswas و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد مصرف سلنیوم آلی سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های آلانین‌آمینوترانسفراز و آسپارتات‌آمینوترانسفراز در جوجه

گوشتی شد. تقویت سیستم ایمنی در این حیوانات اهمیت زیادی در سلامتی آن‌ها دارد. در این زمینه سیستم ایمنی سلولی و فعال‌سازی سیستم ایمنی هومورال از طریق راهکارهای موثر تغذیه‌ای توجه بیش‌تری را به خود جلب نموده است. بین جیره و سیستم ایمنی رابطه دو جانبه‌ای وجود دارد به گونه‌ای که تغذیه می‌تواند تعدیل‌کننده سیستم ایمنی باشد و پاسخ‌های سیستم ایمنی نیز بر احتیاجات غذایی تأثیر گذار است (اکبری،۱۳۸۷). پادتن‌ها یا ایمنوگلوبین‌ها مولکول‌های پروتئینی هستند که توسط سلول‌های B که به پلاسموسیت‌ها مبدل شده‌اند، تولید می‌گردند. ایمنوگلوبین‌های G، ایمنوگلوبین اصلی سرم خون هستند و نقش اصلی را در واکنش‌های هومورال پرندگان بازی می‌کنند. ایمنوگلوبین‌های M که به‌نظر می‌رسد در تحریکات ایجاد شده توسط پادگن‌های مختلف این دسته از ایمنوگلوبین‌ها قبل از بقیه ایمنوگلوبین‌ها تولید می‌شوند، به‌طوری‌که ایمنوگلوبین‌های M تقریباً ۲ تا ۳ روز پس از ورود پادتن به بدن تولید می‌گردند (اصغری‌اسفدن و همکاران، ۱۳۹۵). سلنیوم برای بهینه‌سازی پاسخ ایمنی مهم است و بر روی سیستم ایمنی ذاتی و اکتسابی تأثیر می‌گذارد (Peng و همکاران، ۲۰۱۱). کمبود سلنیوم در جیره غذایی باعث آسیب به بورس فابرسیوس و تیموس می‌شود. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که افزودن مکمل سلنیوم رژیم غذایی می‌تواند سیستم ایمنی هومورال بلدرچین ژاپنی را بهبود بخشد (Biswas و همکاران، ۲۰۰۶). تاثیر سلنیوم بر سیستم ایمنی بدن از طریق تقویت تولید آنتی‌اکسیدانی در برابر استرس است (Wang و همکاران، ۲۰۱۶). اغلب بررسی‌های در مورد اثرات سلنیوم بر سیستم ایمنی نشان می‌دهد که استفاده از سطوح بالای مکمل سلنیوم پاسخ آنتی‌بادی‌های ایمنوگلوبولین G و ایمونوگلوبولین M را به‌طور موثری افزایش می‌دهد. البته اختلاف بین نتایج این آزمایش و نتایج دیگران ممکن است به‌دلیل اشکال مختلف مکمل سلنیوم، سطح تغذیه، سن، جنس و نوع آنتی‌ژن باشد. به‌عنوان مثال استفاده از مکمل سلنیوم در موش، تولید آنتی‌بادی در مقابل گلبول قرمز گوسفند را افزایش می‌دهد (Mehlhorn و همکاران، ۱۹۸۹). این در حالی است که به‌کارگیری همین سطوح بر جوجه‌های گوشتی ماده بی‌تاثیر است اما اثرات بازدارنده بر جوجه‌های گوشتی نر دارد (Marsh و همکاران، ۱۹۸۹). چنین یافته‌های نشان‌دهنده پیچیدگی سیستم ایمنی است و نیاز به مطالعات بیش‌تر برای حل بسیاری از سوالات مربوط به رابطه سلنیوم و سیستم ایمنی را نشان می‌دهد. مکانیسمی که به موجب آن سلنیوم باعث افزایش سیستم ایمنی می‌شود، هنوز مشخص نشده است، اما معتقدند که نقش سلنیوم در عمل باکتری کشی فاگوسیت‌ها، ناشی از فعالیت ضداکسیداتیو این عنصر می‌باشد زیرا ویتامین E و آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی تحت شرایط خاصی، پاسخ ایمنی حیوان را تحریک می‌کند (فریدحسینی، ۱۳۷۱). کمبود سلنیوم در جیره موش‌های صحرایی، بر عملکرد سیستم ایمنی هومورال تاثیر می‌گذارد. کمبود این عنصر، تیترهای ایمنوگلوبولین G، ایمونوگلوبولین M، ایمنوگلوبولین A را در موش‌ها کاهش داد و در انسان نیز تیترهای ایمنوگلوبولین G و ایمونوگلوبولین M در اثر کمبود سلنیوم، کاهش یافت (Mckenzie و همکاران، ۲۰۰۲) که با نتایج این تحقیق در انطباق است. حسینیان‌بیلندی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند مصرف سلنیوم در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش معنی‌داری تیتر آنتی‌بادی علیه SRBC و تقویت سیستم ایمنی جوجه‌ها گردید. تحقیقات زیادی اثرات مکمل سلنیوم آلی را بر بهبود سیستم ایمنی و افزایش تولید آنتی‌بادی در طیور نشان داده‌اند. مشابه با نتایج این تحقیق نتایج بررسی Cai و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد مصرف جیره غذایی حاوی ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مکمل سلنیوم سبب تقویت و بهبود ایمنوگلوبولین G و ایمونوگلوبولین M و سیستم ایمنی هومورال در جوجه‌های گوشتی شد. به‌همین ترتیب ZamaniMoghaddam و همکاران (۲۰۱۷)، بهینه تولید تیترآنتی‌بادی در مقابل گلبول قرمز گوسفند (SRBC) در پاسخ به مکمل نانوسلنیوم با ۰/۳ میلی‌گرم درکیلوگرم درجوجه‌های گوشتی را در مقایسه با سلنیت‌ـسدیم مشاهده کرد. Zhang و همکاران، (۲۰۱۲) و Savaram و همکاران، (۲۰۱۳) گزارش کردند مصرف سلنیوم آلی تا ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم توانست تیتر آنتی‌بادی را در جوجه‌های گوشتی افزایش دهد. ایمنی مورد استفاده با استفاده از واکنش‌در برابر واکسن‌نیوکاسل و واکنش‌سلول‌های‌قرمزخون گوسفند (SRBC) نشان داد سطوح و منابع مختلف سلنیوم هیچ تاثیری بر روی پاسخ واکنش نیوکاسل و SRBC نشان نداد (Funari و همکاران، ۲۰۱۲). گزارشات حاکی از آن است که کمبود سلنیوم، توانایی نوتروفیل‌ها را در مواجهه با ارگانیسم‌های خارجی کاهش می‌دهد (Arthur و همکاران، ۲۰۰۳). هم‌چنین شواهد تحقیقاتی گویای این مطلب است که استفاده از مکمل سلنیوم در جیره غذایی می‌تواند تیتر آنتی‌بادی‌های اختصاصی و غیراختصاصی را افزایش دهد (Mckenzie و همکاران، ۲۰۰۲). به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد علی‌رغم این که مصرف منابع آلی و معدنی سلنیوم بر خصوصیات تخم‌مرغ بی‌تاثیر بوده با این‌حال منابع آلی سلنیوم در مقایسه با منابع معدنی به شکل موثرتری سبب تحریک سیستم ایمنی و افزایش تولید ایمونوگلوبولین‌های خونی و بهبود تیتر آنتی‌بادی خون مرغ‌های تخم‌گذار شد.

تشکر و قدردانی

از زنجیره تولید یکپارچه گوشت مرغ صالح کاشمر و شرکت دانش بنیان توسعه مکمل زیست فناورآریانا که در اجرای این طرح همکاری کرده‌اند تشکر می‌شود.

منابع

۱. **اصغری‌اسفدن، ب.؛ زره‌داران، س.؛ جعفری‌آهنگری، ی.؛ حسنی، س. و لطفی، ا.، ۱۳۹۵.** پیش‌بینی پاسخ ایمنی هومورال برعلیه گلبول قرمز گوسفندی براساس شمار گلبول‌های سفیدخونی در بلدرچین ژاپنی (*Coturnix japonica*). فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۸، شماره ۱، صفحات ۱۷ تا ۲۲.

۲. **اکبری، م.، ۱۳۸۷.** اثر ویتامین‌های A و E و عنصر روی و پروبیوتیک‌ها در تغذیه و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی. رساله دکترای تخصصی تغذیه طیور. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۳. **پورعباسعلی‌عمران، ن.؛ شجاعیان، ک.؛ جلیلوند، ق و کاظمی فرد، م.، ۱۳۹۷.** تاثیر سطوح مختلف سلنیوم آلی بر عملکرد، ویژگی‌های کیفی تخم‌مرغ و برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بلدرچین ژاپنی مولد. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۱۸، صفحات ۲۴۵ تا ۲۵۶.

۴. **تسلیمی، ف.؛ کریمی، ک. و عسگری، ق.، ۱۳۹۲.** تاثیرپذیری عملکردی و کیفیت تولید مرغان تخم‌گذار از نقطه نظر برخی از عوامل مدیریتی (مطالعه موردی استان‌های تهران و البرز). فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۵، شماره ۳، صفحات ۵۳ تا ۶۴.

۵. **حسینیان‌بیلندی، س.ح.؛ حسینی، س.م.؛ دباغ‌کاخکی، ج. و ناقوس، م.، ۱۳۹۲.** اثر سلنیوم، ویتامین E و پودر سیر بر عملکرد، سیستم ایمنی و میزان تجمع چربی در لاشه جوجه‌های گوشتی. مجله تحقیقات دام و طیور. جلد ۱، شماره ۴، صفحات ۳۹ تا ۴۶.

۶. **فریدحسینی، ر.، ۱۳۷۱.** ایمونولوژی (ترجمه)، چاپ پنجم. انشارات حیان- اباصالح، تهران.

7. **Arthur, J.R.; Mckenzie, R.C. and Beckett, G.J., 2003.** Selenium in the immune system. J. Nutr. Vol. 133, pp: 1457-1459.

8. **Asadi, F.; Shariatmadari, F.; Karimitorshizi, M.A. and Mohiti-Asli, M., 2017.** Comparison of Different Selenium Sources and Vitamin E in Laying Hen Diet and Their Influences on Egg Selenium and Cholesterol Content, Quality and Oxidative Stability. Iran. J. Appl. Anim. Sci. Vol. 7, pp: 83-89.

9. **Attia, Y.A.; Abdalah, A.A.; Zeweil, H.S.; Bovera, F.; El-Din, A.A.T. and Araft, M.A., 2010.** Effect of inorganic or organic selenium supplementation on productive performance, egg quality and some physiological traits of dual purpose breeding hens. Czech J. Anim. Sci. Vol. 55, pp: 505-519.

10. **Biswas, A.; Ahmed, M.; Bharti, V. and Singh, S., 2011.** Effect of antioxidants on physiobiochemical and hematological parameters in broiler chicken at high altitude. Asian. Australas. J. Anim. Sci. Vol. 24, No. 2, pp: 246-249.

11. **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. Poult. Sci. Vol. 47, pp: 511-515.

12. **Cantor, A.H.; Straw, M.L.; Ford, M.J.; Pescatore, A.J. and Dunlap, M.K., 2000.** Effect of feeding organic selenium in diets of laying hens on egg selenium content. Egg nutrition and biotechnology. CABI Publishing, New York, NY. 473 P.

13. **Cai, S.J.; Wu, C.X.; Gong, L.M.; Song, T.; Wu, H. and Zhang, L.Y., 2012.** Effects ofnanoseleniumon performance, meat quality, immune function, oxidation resistance, andtissue selenium content in broilers. Poultry Science. Vol. 91, pp: 2532-2539.

14. **Chantiratikul, A.; Chinrasri, O. and Chantiratikul, P., 2008.** Effect of sodium selenite and Zinc-L-selenomethionine on performance and selenium concentrations in eggs of laying hens. Asian-australas. J. Anim. Sci. Vol. 21, pp: 1048-1052.

15. **Chinrasri, O.; Chantiratikul, P.; thosaikham, W.; Atiwetin, P.; Chumpaswadee, S.; Saenthaweesuk, S. and Chantiratikul, A., 2009.** Effect of selenium-enriched bean sprout and other selenium sources on productivity and selenium concentration in eggs of laying hens. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 22, pp: 1661-1666.

16. **Combs, G.F. and Combs, S.B., 1986.** The Role of Selenium in Nutrition. Academic Press, Inc., New York.

17. **Dalia, A.M.; Loh, T.C.; Sazili, A.Q.; Jahromi, M.F. and Samsudin, A.A., 2017.** The effect of dietary bacterial organic selenium on growth performance, antioxidant capacity, and Selenoproteins gene expression in broiler chickens. BMC Veterinary Research. pp: 2-11.

18. **Delezie, E.; Rovers, M.; Van-der-Aa, A.; Ruttens, A.; Wittocx, S. and Segers, L., 2014.** Comparing responses to different selenium sources and dosages in laying hens. Poult. Sci. Vol. 93, pp: 3083-3090.

19. **Funari, J.P.; Albuquerque, R.; Murarolli, V.D.A.; Raspantini, L.E.R.; Cardoso, A.L.S.P.; Tessari, E.N.C. and Alves, F.R., 2012.** Different sources and levels of selenium on humoralimmunity of broiler chickens. Ciência Rural. Vol. 42, pp: 154-159. (in Portuguese).

20. **Gružauskas, R.; Barštys, T.; Racevičiūtė-Stupelienė, A.; Kliševičiūtė, V.; Buckiūnienė, V. and Bliznikas, S., 2013.** The effect of sodium selenite, selenium methionine and vitamin E on productivity, digestive processes and physiologic condition of broiler chickens. Veteri. Met. Zoot. Vol. 65, No. 87, pp: 9-22.

21. **Han, X.J.; Qin, P.; Li, W.X.; Ma, Q.G.; Ji, C.; Zhang, J.Y. and Zhao, L.H., 2017.** Effect of sodium selenite and selenium yeast on performance, egg quality, antioxidant capacity, and selenium deposition of laying hens. Poult. Sci. Vol. 96, pp: 3973-3980.

22. **Holovsk, J.R.; Holovsk, K.; Boldiz, K.K.V.S.; Cekonov, S.; Len, O.V.; Levkut, M.; Javorsk, P. and Leng, L., 2003.** The antioxidant enzyme activity in the liver tissue of chickens fed diets supplemented with various forms and amounts of selenium. J. Anim. Feed Sci. Vol. 12, pp: 143-152.

23. **Invernizzi, G.; Agazzi, A.; Ferroni, M.; Rebucci, R.; Fanelli, A.; Baldi, A.; Dell'Orto, V. and Savoini, G., 2013.** Effects of inclusion of selenium-enriched yeast in the diet of laying hens on performance, eggshell quality, and selenium tissue deposition. Ital. J. Anim. Sci. Vol. 12, pp: 131-133.

24. **Marsh, J.A.; Dietert, R.R. and Combs, G.F., 1981.** Effect of dietary selenium and vitamin E on the humoral immunity of the chick. Proceedings of the Society for Experimental Biology & Medicine. Vol. 166, pp: 228-236.

25. **Mckenzie, R.C.; Arthur, J.R.; Miller, S.M.; Rafferty, T.S. and Beckett, G.J., 2002.** Selenium and the immune system. In: Nutrition and Immune Function (Calder, P.C.; Field, C.J. and Gill, N.S., Eds.). CAB International, Oxford, UK. pp: 229-250.

26. **Mehlhorn, R.J.; Sumida, S. and Packer, L., 1989.** Tocopheroxyl radical persistence and tocopherol consumption in liposomes and in vitamin E-enriched rat liver

Traits, Oxidative Parameters and Immune Responses in Commercial Broiler Chickens. Asian-Australian. J. Anim. Sci. Vol. 26, pp: 247-252.

41. **Skrivan, M.; Simane, J.; Dlouha, G. and Doucha, J., 2006.** Effect of dietary sodium selenite, se-enriched yeast and se-enriched yeast and se-enriched Chlorella on egg se concentration, physical parameters of eggs and laying hen production. Czech J. Anim. Sci. Vol. 5, No. 4, pp: 163-167.

42. **Surai, P., 2002.** Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. Worlds. Poult. Sci. J. Vol. 58, No. 3, pp: 333-347.

43. **Surai, P. F., 2005.** Mineral and anti-oxidants. Head of Anti Oxidant Research, Alltech (UK) Ltd., Stamford, Lincs

44. **Tomlinson, D.J.; Socha, M.T. and Defrain, J.M., 2008.** Role of trace minerals in the immune system. 2008 Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop. pp: 39-52.

45. **Turner, R.J. and Finch, J.M., 1991.** Selenium and the immune response. Proceeding of the Nutrition Society. Vol. 50, pp: 275-285.

46. **Wang, Y.; Wang, J.; Hao, H.; Cai, M. and Wang, S., 2016.** In Vitro and in Vivo Mechanism of Bone Tumor Inhibition by Selenium-Doped Bone Mineral Nanoparticles. ACS Nano. Vol. 10, pp: 9927-9937.

47. **Yang, Y.; Meng, F.; Wang, P.; Jiang, Y.; Yin, Q and Chang, J., 2012.** Effect of organic and inorganic selenium supplementation on growth performance, meat quality and antioxidant property of broilers. Afr. J. Biotechnol. Vol. 11, No. 12, pp: 3031-3036.

48. **Zamanimoghaddam, A.; Mehraeihamzekolaei, M.; Khajali, F. and Hassanpour, H., 2017.** Role of Selenium from Different Sources in Prevention ofPulmonary Arterial Hypertension Syndrome in Broiler Chickens. Biologi. Tra. Elem. Res. pp: 1-7.

49. **Zhang, Z.W.; Wang, Q.H.; Zhang, J.L.; Li, S.; Wang, X.L. and Xu, S.W., 2012.** Effects of oxidative stress on immunosuppression induced by selenium deficiency in chickens. Biologi.Tra. Elem. Res. Vol. 149, pp: 352-361.

mitochondria and microsomes. J. Biologi. Chem. Vol. 264, pp: 13448-13452.

27. **Minafra, C.S.; Sonaide, F.F.M.; José, H.S.; Cirano, J.U.; Cíntia, S.M.R.; Januária, S.S. and George, H.K.M., 2010.** Biochemichal serum profile of broilers fed diets suplemented with alfa-amylase from Cryptococcus flavus and Aspergillus niger HM2003. R. Bras. Zootec. Vol. 39, No. 12, pp: 2991-2996.

28. **Mohiti-Asli, M.; Shariatmadari, F.; Lotfollahian, H. and Mazuji, M.T., 2007.** Effects of supplementing layer hen diets with selenium and vitamin E on egg quality, lipid oxidation and fatty acid composition during storage. Can. J. Anim. Sci. Vol. 88, No. 3, pp: 475-483.

29. **Okunlola, D.O.; Akande, T.O. and Nuga, H.A., 2015.** Haematological and serum characteristics of broiler birds fed diets supplemented with varying levels of selenium powder. J. Bio. Agri. Healt. Vol. 5, No. 1, pp: 107-110.

30. **Pan, C.L.; Zhao, Y.X.; Liao, S.F.F.; Chen, F.; Qin, S.Y.; Wu, X.S.; Zhou, H. and Huang, K.H., 2011.** Effect of Se-Enriched Probiotics on Laying Performance, Egg Quality, Egg Se Content, and Egg Glutathione Peroxidase Activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 59, pp: 11424-11431.

31. **Pappas, A.C. and Zoidis, E., 2012.** The role of selenium in chicken physiology: new insights. In: Kapur, I. and Mehra, A. (Eds.), Chickens: Physiology, Diseases and Farming Practices. Nova Science Publishers, New York, USA.

32. **Pappas, A.C.; Acamovic, T.; Sparks, N.H.C.; Surai, P.F. and McDevitt, R.M., 2005.** Effects of supplementingbroiler breeder diets with organic selenium and polyunsaturated fatty acids on egg quality during storage. Poult. Sci. Vol. 84, pp: 865-874.

33. **Payne, R.L.; Lavergne, T.K. and Southern, L.L., 2005.** Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. Poult. Sci. Vol. 84, pp: 232-237.

34. **Peng, X.; Cui, Y.; Cui, W.; Deng, J.L.; Cui, H.M.; Yang, F., 2011.** The cell cyclearrest and apoptosis of bursa of Fabriciusinduced by low selenium in chickens. Biolo. Tra. Elem. Res. Vol. 139, pp: 32-40.

35. **Perić, L.; Milošević, N.; Žikić, D.; Kanački, Z.; Džinić, N. and Nollet, L., 2009.** Effect of selenium sources on performance and meat characteristics of broiler chickens. J. Appli. Poult. Res. Vol. 18, No. 3, pp: 403-409.

36. **Rao, S.V.R.; Prakash, B.; Raju, M.V.L.N.; Panda, A.K.; Poonam, S. and Murthy, O.K., 2013.** Effect of supplementing organic selenium on performance, carcass traits, oxidative parameters and immune responses in commercial broiler chickens. Asian-Australasian J. Anim. Sci. Vol. 26, pp: 247-252.

37. **Reis, R.N.; Vieira, S.L.; Nascimento, P.C.; Pena, J.E.; Barros, R. and Torres, C.A., 2009.** Selenium contents of eggs from broiler breeders supplemented with sodiumselenite or Zinc-L-selenium-methionine. J. Appl. Poult. Res. Vol. 18, pp: 151-157.

38. **Robert, L. and payne, I., 2004.** Comparison of inorganic and organic selenium sources for broiler Submitted to the graduate faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical collage in partial fulfillment of requirements for the degree of doctor physiology.

39. **Rotava, R.; Zanella, I.; Karkow, A.K.; Dullius, A.P.; Picolli, L. and Denardin, C.C., 2008.** Bioquímica sanguínea de frangos de corte alimentados com subprodutos da uva. Agrarian. Vol. 1, No. 1, pp: 91-104.

40. **Savaram, R.; Bhukya, P.; Mantena, V.; Laxmi, N.; Arun, K.P.; Saharia, P. and Orugonda, K., 2013.** Effect of Supplementing Organic Selenium on Performance, Carcass