

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 *, Behrooz Dastar , Ehsan Oskoueian, Seyed Reza Hashemi

Resources, Gorgan, Iran

Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran

Resources, Gorgan, Iran

Key Words

Antibodies
Blood metabolites
Immune system
Selenium

Abstract

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

Materials & Methods: This experiment was conducted in a completely random design with 7 treatments, 8 repetitions and 2 chickens in each repetition. Experimental treatments include: 3) basic diet, 4) basic diet plus 2.7 mg/kg of Sodium selenite, 5) basic diet plus 3 mg/kg of Sodium selenite, 6) basic diet plus 2.7 mg/kg of selenium methionine and 7) basic diet plus 3 mg/kg of selenium methionine.

Result: The results showed that egg traits were not affected by experimental treatments ($P > 0.05$). Treatment of 2.7 and 3 mg/kg of selenium methionine significantly reduced the enzyme Aspartate Amino Transferase (AACT) ($P < 0.05$). Also, treatments containing organic selenium significantly reduced the enzyme Alanine Amino Transferase (AACT) ($P < 0.05$). The results showed that 2.7 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 ($P > 0.05$). Significant differences were observed between experimental treatments ($P < 0.05$). Organic sources of selenium more effectively stimulate the immune system and increase blood immunoglobulins compared to non-organic sources.

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 compared to non-organic sources.

* Corresponding Author email taham88;2@yahoo.com

Received 3 May 2024; Reviewed 4 June 2024; Revised 7 September 2024; Accepted 36 October 2024

(DOI): [10.4242/aej.4242.35852](https://doi.org/10.4242/aej.4242.35852)

مقاله پژوهشی

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

زهرا تهامی^{۱*}، بهروز دستار^۱، احسان اسکوئیان^۲، سیدرضا هاشمی^۳

^۱ گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

^۲ مدیریت بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شرق و شمال شرق، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

^۳ گروه ژنتیک و اصلاح و فیزیولوژی دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

تیتراکتی‌بادی
فراسنجه‌های خونی
سیستم ایمنی
سلنیوم

مقدمه: این آزمایش به منظور ارزیابی اثر سلنیوم آلی و معدنی بر صفات مرتبط با سیستم ایمنی، خصوصیات کیفی تخم مرغ، فراسنجه‌های خونی و تیتراکتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل و آنفلوآنزا در مرغ‌های تخم‌گذار سویه‌های-لاین انجام شد. مواد و روش‌ها: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۶ 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 تخم مرغ معنی‌دار نشد ($P > 0/05$). تیمار حاوی نیم و یک میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم-متیونین سبب کاهش معنی‌دار آنزیم اسپارات آمینوترانسفراز 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 این حال میزان ایمونوگلوبولین‌های A و M در منابع آلی و معدنی تحت تاثیر سطوح مصرف سلنیوم تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P > 0/05$). تیتراکتی‌بادی نیوکاسل تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نشان نداد ($P > 0/05$). با این حال، یک میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت-سدیم به شکل معنی‌داری سبب کاهش تیتراکتی‌بادی آنفلوآنزا شد ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری و بحث: به‌طور کلی علی‌رغم این که مصرف منابع آلی و معدنی سلنیوم بر خصوصیات تخم مرغ 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

جنس و نوع آنتی‌ژن بستگی دارد (Finch و Turner، 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 تیتراژ 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 ۲۰۰۰ ppm 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 عادت‌پذیری مرغ‌ها در نظر گرفته شد. برنامه‌های مدیریت پرورش شامل نور، دما و سایر مشخصات مطابق شرایط توصیه شده 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 تغذیه شدند. رنگ زرده براساس مقایسه با رنگ‌های استاندارد توسط ورقه‌های بادبزی رش (Roche) مورد بررسی قرار گرفت. ورقه‌های بادبزی رش شامل ۱۵ ورقه‌رنگی کنار هم است که رنگ هر یک از ورقه‌ها با رنگدانه‌های معمولی موجود در زرده تخم‌مرغ‌های مختلف استاندارد می‌شود. برای اندازه‌گیری مقاومت پوسته از دستگاه دیجیتالی مقاومت سنج (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13473 R) با حساسیت ۰/۰۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع استفاده شد که در این

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 (Zoidis و Pappas، ۲۰۱۲). کمبود سلنیوم منجر به تغییر در بافت‌ها از جمله 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 گلوکوتیون پراکسیداز است. گلوکوتیون پراکسیداز رادیکال‌های آزاد از جمله پراکسید هیدروژن 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 گلوکوتیون پراکسیداز درون سلولی اولین و دومین سد دفاعی بدن در برابر عوامل اکسیدکننده را ایجاد می‌کند. آنزیم گلوکوتیون پراکسیداز در جهت کاهش اکسیداسیون موجود در ساختارهای داخل سلولی ضروری است (Surai، ۲۰۰۲)؛ چرا که رادیکال‌های آزاد دائماً 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 از جمله گونه حیوان، سن،

جدول ۱: اجزای تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره پایه

اجزای تشکیل دهنده جیره	درصد	مواد مغذی جیره (درصد)
ذرت	۵۸/۷	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)
کنجاله سویا	۳۰	پروتئین خام
روغن سویا	۱/۲	کلسیم
کربنات کلسیم	۷	فسفر قابل دسترس
دی کلسیم فسفات	۲	لیزین
نمک	۰/۲۸	متیونین+سیستئین
متیونین	۰/۲	تریپتوفان
لیزین	۰/۱۲	ترئونین
مکمل مواد معدنی (فاقد سلنیوم) ^۱	۰/۲۵	متیونین
مکمل ویتامینی ^۲	۰/۲۵	

^۱ هر کیلوگرم از مکمل معدنی حاوی: ۵۵ میلی گرم آهن، ۸۸ میلی گرم منگنز، ۸۸ میلی گرم روی، ۵/۵ میلی گرم مس، ۱/۷ گرم ید.

^۲ هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی حاوی: ۸۸۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۳۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۱۶۵۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۲/۲ میلی گرم ویتامین K_۲، ۲/۵ میلی گرم ویتامین B_۱، ۵/۵ میلی گرم ویتامین B_۲، ۲۸ میلی گرم ویتامین B_۳، ۶/۶ میلی گرم ویتامین B_۵، ۲/۳ میلی گرم ویتامین B_۶، ۰/۶ میلی گرم ویتامین B_۹، ۲۲/۱ میلی گرم ویتامین B_{۱۲}، ۵۵ میلی گرم B_۷، ۱۱۰ گرم کولین کلراید.

روش تخم مرغ ها از قسمت استوایی بین دو صفحه موازی دستگاه قرار گرفته و نیرو از طریق آن به تخم مرغ وارد می شد و در لحظه ای که پوسته تخم ها شکسته می شد نیروی وارده ثبت می شد. پس از آن تخم مرغ ها از وسط شکسته شده و پوسته آن ها بعد از این که 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 تخم مرغ ها از سه مقطع سر، ته و وسط تخم مرغ ها به همراه غشای زیرین آن با استفاده از دستگاه ضخامت سنج (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK, 13469) که دارای دقت ۰/۰۰۱ میلی متر بود اندازه گیری شد و میانگین این مقادیر محاسبه و به عنوان ضخامت پوسته آن تخم مرغ ثبت گردید.

$$\text{وزن پوسته} \\ \text{وزن تخم} \times 100 = \text{درصد پوسته}$$

برای اندازه گیری واحد هاو از دستگاه Egg Multi Tester (EMT- 520) استفاده شد. در واقع شاخصی است که در آن ارتفاع سفیده برای وزن تخم مرغ تصحیح شده است. تصحیح از طریق رابطه لگاریتمی زیر انجام می گیرد:

$$HU = 100 \log (H + 7/57 - 1/7 W^{0.37})$$

که در این فرمول H عبارت است از ارتفاع سفیده غلیظ بر حسب میلی متر و W عبارت از وزن تخم مرغ بر حسب گرم.

برای اندازه گیری اسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)، اوره، کراتین، پاسخ ایمنی به واکسن نیوکاسل و

آنفلوانزا، ایمونوگلوبولین های A، M و G در انتهای دوره آزمایش از هر تکرار دو قطعه مرغ انتخاب شد و از ورید بال آن ها خونگیری به عمل آمد. فراسنجه های خون به وسیله دستگاه اتوآنالایزر و به وسیله کیت های تجاری پارس آزمون اندازه گیری شد. تیترانتی بادی نیوکاسل و آنفلوانزا توسط آزمون مهارت همگلوتیناسیون (HI) انجام گرفت.

داده های به دست آمده به وسیله نرم افزار SAS (۲۰۱۳) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای تجزیه آماری داده ها رویه مدل خطی عمومی GLM مورد استفاده قرار گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد. مدل آزمایشی مورد استفاده به صورت زیر می باشد:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

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

نتایج

جدول ۲ تاثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات تخم مرغ را نشان می دهد. نتایج نشان می دهد واحد هاو، رنگ زرده، ضخامت و مقاومت پوسته تخم مرغ تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند ($P > 0.05$). اگرچه وزن پوسته و درصد پوسته تخم مرغ در اثر مصرف سلنیوم افزایش پیدا کرد، ولی این افزایش معنی دار نبود ($P > 0.05$). جدول ۳ بیانگر اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان آنزیم های کبدی و برخی از فراسنجه های خونی در مرغ تخم گذار می باشد. نتایج نشان داد مصرف منابع سلنیوم آلی و معدنی با هر دو سطح ۰/۵ و ۱ میلی گرم در کیلوگرم سبب کاهش معنی دار فعالیت آنزیم اسپاراتات آمینو ترانسفراز (AST) در مقایسه با تیمار شاهد شد ($P < 0.05$). همچنین تیمارهای حاوی سلنیوم آلی نسبت به تیمار شاهد و تیمار دریافت کننده ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلنیوم معدنی کاهش معنی دار غلظت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز (ALT) از خود نشان دادند ($P < 0.05$). سطوح اوره و کراتین خون تحت تاثیر معنی دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند ($P > 0.05$). اثر مقادیر مختلف سلنیوم آلی و معدنی بر ایمونوگلوبولین های خون در مرغ های تخم گذار در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد مصرف ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلنیوم متیونین به شکل معنی داری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی سطوح ایمونوگلوبولین G را افزایش داد ($P < 0.05$). مصرف منابع آلی و معدنی سلنیوم نسبت به تیمار شاهد به شکل معنی داری سطوح ایمونوگلوبولین G را افزایش داد ($P < 0.05$). میزان ایمونوگلوبولین G در منابع معدنی تحت تاثیر سطوح مصرف سلنیوم تفاوت معنی داری نشان نداد ($P > 0.05$). مصرف ۰/۵ و ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلنیوم متیونین نسبت به تیمار شاهد و تیمار ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلنیوم سدیم به شکل معنی داری سطوح ایمونوگلوبولین M را افزایش

داد ($P < 0.05$). با این حال نتایج حاکی از عدم تاثیر معنی دار سطوح مصرف بر میزان ایمونوگلوبولین G بین تیمارهای آلی و معدنی بود ($P > 0.05$). نتایج نشان داد مصرف ۰/۵ و ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-متیونین در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-متیونین سبب افزایش معنی دار سطوح ایمونوگلوبولین A شد ($P < 0.05$). با این حال میزان ایمونوگلوبولین A در منابع آلی و معدنی تحت تاثیر سطوح مصرف سلیوم تفاوت معنی داری نشان نداد

جدول ۲: اثر تیمارهای آزمایشی بر واحد هاو، رنگ زرده و صفات پوسته تخم مرغ در مرغ های تخم گذار

تیمار	واحد هاو	رنگ زرده	ضخامت پوسته (میلی متر)	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 میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-سدیم	۱۹۳/۳۴	۴/۳۳	۰/۳۹۴	۳/۸۴	۵/۴۶	۹/۶۴
جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-سدیم	۱۹۵/۵۵	۴/۵۵	۰/۴۰۸	۳/۸۱	۵/۶۷	۹/۵۲
جیره پایه + ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-متیونین	۱۹۴/۳۵	۴/۳۸	۰/۴۱۱	۳/۶۰	۵/۴۴	۹/۴۶
جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-متیونین	۱۹۳/۷۳	۴/۴۴	۰/۴۰۶	۳/۶۰	۵/۶۳	۹/۶۸
خطای استاندارد 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

جدول ۳: اثر تیمارهای آزمایشی بر متابولیت های خون مرغ های تخم گذار

تیمار	آسپارات آمینو ترانسفراز (U/L)	آلانین آمینو ترانسفراز (U/L)	اوره ^۱	کراتینین ^۱
جیره پایه	۱۸۹/۰۰ ^a	۳۴/۶۹ ^a	۱۶/۱۶	۰/۴۰۸
جیره پایه + ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-سدیم	۱۶۴/۶۲ ^b	۳۴/۵۸ ^a	۱۹/۵۰	۰/۳۸۳
جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-سدیم	۱۶۱/۵۵ ^b	۳۱/۳۳ ^{ab}	۱۶/۰۹	۰/۴۲۷
جیره پایه + ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-متیونین	۱۵۷/۰۸ ^b	۲۶/۰۰ ^b	۱۹/۶۱	۰/۳۶۹
جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-متیونین	۱۵۴/۹۲ ^b	۲۳/۵۰ ^b	۱۷/۷۵	۰/۴۱۶
خطای استاندارد میانگین	۸/۴۱	۲/۷۴	۱/۱۸	۰/۰۳۷
سطح احتمال	۰/۰۴۴	۰/۰۱۱	۰/۱۹۷	۰/۷۸۸

میانگین های فاقد حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری می باشند ($P < 0.05$).^۱ واحد بر حسب میلی گرم در دسی لیتر

جدول ۴: اثر تیمارهای آزمایشی بر ایمونوگلوبولین های خون مرغ های تخم گذار (نانوگرم در میلی لیتر)

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

میانگین های فاقد حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری می باشند ($P < 0.05$).

جدول ۵: اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان تیتر آنتی بادی علیه نیوکاسل

تیمار	تیتر آنتی بادی علیه نیوکاسل	تیتر آنتی بادی علیه آنفلوانزا
جیره پایه	۷/۸۳	۸/۰۸ ^a
جیره پایه + ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-سدیم	۷/۹۱	۷/۵۸ ^a
جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-سدیم	۸/۰۸	۶/۷۵ ^b
جیره پایه + ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-متیونین	۸/۰۰	۷/۸۳ ^a
جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم-متیونین	۷/۸۳	۷/۶۶ ^a
خطای استاندارد میانگین	۰/۲۱	۰/۲۷
سطح احتمال	۰/۴۹	۰/۰۱

میانگین های فاقد حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری می باشند ($P < 0.05$).

بحث

در ارتباط با خصوصیات تخم مرغ نتایج این بررسی با نتایج بسیاری از محققین مطابقت داشت و در هم چنین در محدوده طبیعی پارامترهای کیفی تخم مرغ در مرغ تخم گذار می باشد (تسلیمی و همکاران، ۱۳۹۲). Skrivan و همکاران (۲۰۰۶) و Chinrasri و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند افزودن ۰/۳ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم از دو منبع سلیت سدیم و سلیوم غنی شده با مخمر به جیره مرغ های تخم گذار تفاوت معنی داری در مقادیر واحد ها و ضخامت پوسته تخم مرغ ایجاد نکرد. Chantiratikul و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند ضخامت پوسته تخم مرغ در مرغ تخم گذار تحت تاثیر منبع و سطوح سلیوم (۰/۳، ۱ و ۳ میلی گرم در کیلوگرم) جیره قرار نمی گیرد. هم چنین Pappas و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند مصرف مکمل سلیوم آلی تاثیری بر ضخامت پوسته تخم مرغ نداشت. Pan و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند استفاده از سلیوم غنی شده تاثیری بر ضخامت پوسته و استحکام پوسته تخم مرغ ندارد. مکمل سلیوم بر وزن پوسته تاثیر نداشت و میزان افت واحد ها و رنگ زرده در طی ذخیره سازی به طور معنی داری تحت تاثیر مکمل سلیوم قرار نگرفت (Mohiti-Asli و همکاران، ۲۰۰۷). به طور کلی سطح سلیوم نتوانسته شاخص رنگ زرده، واحد ها و سایر پارامترهای پوسته را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار دهد. از سوی دیگر در برخی موارد نتایجی مغایر با نتایج این بررسی گزارش شده است. Invernizzi و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند افزودن سلیوم به جیره غذایی تاثیری بر ضخامت پوسته ندارد ولی به طور معنی داری باعث افزایش مقاومت پوسته شده است و بیشترین استحکام مربوط به جیره حاوی سلیوم غنی شده با مخمر بود. در گزارشی دیگر، مصرف سطوح مختلف سلیوم آلی (۰/۱۵، ۰/۳، ۰/۶ و ۳ میلی گرم در کیلوگرم) در جیره مرغ تخم گذار، سبب افزایش معنی دار واحد ها و کاهش ضخامت پوسته تخم مرغ ها نسبت به گروه شاهد شد (Payne و همکاران، ۲۰۰۵). پورعباسعلی عمران و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند مصرف سطوح مختلف سلیوم اثر معنی داری بر رنگ زرده تخم بلدرچین نداشت اما بر ضخامت پوسته و واحد ها اثر معنی داری داشت به گونه ای که بیشترین مقادیر مربوط ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم سلیوم مشاهده شد. فراسنجه های ضخامت پوسته، استحکام پوسته و واحد ها در مرغ تخم گذار مصرف جیره های حاوی نسبت های مختلف سلیوم آلی و معدنی در مرغ تخم گذار مقایسه با شاهد بهبود معنی داری نشان دادند (Reis و همکاران، ۲۰۰۹). از دلایل تفاوت در نتایج گزارش شده صفات کیفی تخم مرغ می توان به موارد زیر اشاره کرد: نوع منبع سلیوم مصرف با توجه به نحوی متفاوت در جذب و ذخیره سازی در بدن می تواند بر خصوصیات کمی و کیفی تخم مرغ تاثیر گذار باشد. منابع آلی به روش های متفاوتی جذب شده و

قابلیت جذب بالاتر و ذخیره سازی در بدن را دارد حال آن که منابع معدنی فقط از طریق انتشار جذب شده و قابلیت ذخیره سازی ندارد، لذا نتایج متفاوت در گزارشات به دلیل این است که متابولیسم منابع سلیوم در حیوانات متفاوت است (Combs و Combs، ۱۹۸۶). فاکتورهایی که می توانند واحد ها و تخم مرغ را تحت تاثیر قرار دهند عبارتند از: دوره و دمای ذخیره سازی، سن مرغ های تخم گذار، جیره مرغ ها، وضعیت سلامتی گله و مکمل غذایی (Robert و Payne، ۲۰۰۴). طول دوره استفاده از مکمل سلیوم به علت تفاوت در میزان ذخیره سلیوم در بدن و بهبود وضعیت بدن برای مقابله با شرایط استرس و بیماری می تواند سبب تغییر خصوصیات تخم مرغ شود (Stupczynska و همکاران، ۲۰۱۸). رنگ زرده توسط رنگدانه های گزانتوفیل (اکسی کاروتنوئیدها) موجود در جیره غذایی است. اکسی کاروتنوئیدها زمانی که اکسید می شوند، رنگدانه ها قدرت رنگ خود را از دست می دهند. بنابراین ممکن است سلیوم 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 معنی دار بین تیمارهای آزمایشی می تواند به علت این باشد که ارزیابی بر روی تخم مرغ تازه تولید روز انجام شده است. به طور کلی، ترکیبات بیوشیمیایی سرم منعکس کننده بهداشت، تغذیه، آب و هوا و شرایط مدیریتی که حیوان در آن قرار می گیرد (Minafra و همکاران، ۲۰۱۰). از سطح پارامترهای بیوشیمیایی در خون به عنوان نشانه ای از عملکرد تولیدی پرندگان و بیماری های متابولیکی می توان استفاده کرد (Rotava و همکاران، ۲۰۰۸). آنزیم های آلانین آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز، لیپوپروتئین های با چگالی بالا به عنوان شاخص آسیب اکسیداتیو کبد و کلیه استفاده می شود و کاهش آنزیم ها و سطح کراتینین به معنای افزایش محافظت در برابر آسیب اکسیداتیو از طریق بهبود وضعیت آنتی اکسیدانی است (Dalia و همکاران، ۲۰۱۷). Dalia و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند مصرف جیره غذایی حاوی سلیوم آلی و معدنی اثر معنی داری بر آنزیم آلانین آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز، لیپوپروتئین با چگالی بالا و سطح سرمی کراتینین نداشت. Yang و همکاران، (۲۰۱۲) گزارش کردند مصرف مکمل سلیوم آلی و معدنی بر میزان اوره خون در مرغ تخم گذار تاثیر نمی گذارد. Okunlola و همکاران (۲۰۱۵) و Gruzauskas و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند مصرف ۰/۵ میلی گرم سلیت سدیم و ۰/۳۵ میلی گرم سلیوم آلی در مرغ تخم گذار تاثیر معنی داری بر میزان آلانین آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز، اوره و کراتینین ندارد. از سوی دیگر نتایج بررسی Peric و همکاران (۲۰۰۹) و Biswas و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد مصرف سلیوم آلی سبب کاهش فعالیت آنزیم های آلانین آمینوترانسفراز و آسپاراتات آمینوترانسفراز در جوجه

گوشتی شد. تقویت سیستم ایمنی در این حیوانات اهمیت زیادی در سلامتی آن‌ها دارد. در این زمینه سیستم ایمنی سلولی و فعال سازی سیستم ایمنی همورال 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 ایمونوگلوبین‌ها مولکول‌های پروتئینی هستند که توسط سلول‌های B که به پلاسماوسیت‌ها مبدل شده‌اند، تولید می‌گردند. ایمونوگلوبین‌های G، ایمونوگلوبین اصلی سرم خون هستند و نقش اصلی را در واکنش‌های همورال پرندگان بازی می‌کنند. ایمونوگلوبین‌های M که به‌نظر می‌رسد در تحریکات ایجاد شده توسط پادکن‌های مختلف این دسته از ایمونوگلوبین‌ها قبل از بقیه ایمونوگلوبین‌ها تولید می‌شوند، به طوری که ایمونوگلوبین‌های M تقریباً ۲ تا ۳ روز پس از ورود پادتن به بدن تولید می‌گردند (اصغری‌اسفند 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 فابریوس و تیموس می‌شود. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که افزودن مکمل سلنیوم رژیم غذایی می‌تواند سیستم ایمنی همورال بلدرچین ژاپنی را بهبود بخشد (Biswas و همکاران، ۲۰۰۶). تأثیر 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 ایمونوگلوبولین G و ایمونوگلوبولین M را به‌طور موثری افزایش می‌دهد. البته اختلاف بین نتایج این آزمایش و نتایج دیگران ممکن است به دلیل 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 بی‌تأثیر 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 باکتری‌کشی فاگوسیت‌ها، ناشی از فعالیت ضد اکسیداتیو 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 همورال تأثیر می‌گذارد. کمبود این عنصر، تیتراهای ایمونوگلوبولین G، ایمونوگلوبولین M، ایمونوگلوبولین A را در موش‌ها کاهش داد و در انسان نیز تیتراهای ایمونوگلوبولین 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 تیترا 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 ایمونوگلوبولین G و ایمونوگلوبولین M و سیستم ایمنی همورال در جوجه‌های گوشتی شد. به‌همین ترتیب ZamaniMoghaddam و همکاران (۲۰۱۷)، بهینه تولید تیترا آنتی‌بادی در مقابل گلبول قرمز گوسفند (SRBC) در پاسخ به مکمل نانوسلنیوم با ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در جوجه‌های گوشتی را در مقایسه با سلنیت سدیم مشاهده کرد. Zhang و همکاران، (۲۰۱۲) و Savaram و همکاران، (۲۰۱۳) گزارش کردند مصرف سلنیوم آلی تا ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم توانست تیترا آنتی‌بادی را در جوجه‌های گوشتی افزایش دهد. ایمنی مورد استفاده با استفاده از واکنش در برابر واکنش نیوکاسل و واکنش سلول‌های قرمز خون گوسفند (SRBC) نشان داد سطوح و منابع مختلف سلنیوم هیچ تأثیری 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 ارگانسیم‌های خارجی کاهش می‌دهد (Arthur و همکاران، ۲۰۰۳). هم‌چنین شواهد تحقیقاتی گویای این مطلب است که استفاده از مکمل سلنیوم در جیره غذایی می‌تواند تیترا آنتی‌بادی‌های اختصاصی و غیراختصاصی را افزایش دهد (Mckenzie و همکاران، ۲۰۰۲). به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد علی‌رغم این که مصرف منابع آلی و معدنی سلنیوم بر خصوصیات تخم‌مرغ بی‌تأثیر بوده با این حال منابع آلی سلنیوم در مقایسه با منابع معدنی به شکل موثرتری سبب تحریک سیستم ایمنی و افزایش تولید ایمونوگلوبولین‌های خونی و بهبود تیترا آنتی‌بادی خون مرغ‌های تخم‌گذار شد.

تشکر و قدردانی

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

منابع

- 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 of nanoselenium on performance, meat quality, immune function, oxidation resistance, and tissue 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.; Wittcox, 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 humoral immunity of broiler chickens. *Ciência Rural*. Vol. 42, pp: 154-159. (in Portuguese).
 20. **Gruzauskas, R.; Barštyš, 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.; Rebutti, 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
۱. اصغری‌اسفدن، ب؛ زرهداران، س؛ جعفری‌آهنگری، ی؛ حسنی، س. و لطفی، ا.، ۱۳۹۵. پیش‌بینی پاسخ ایمنی همورال بر علیه گلبول قرمز گوسفندی بر اساس 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؛ جلیلود، 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. انتشارات 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 physiochemical 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

- 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 of Pulmonary 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.** Biochemical serum profile of broilers fed diets supplemented 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. Health.* 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 supplementing broiler 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 cycle arrest and apoptosis of bursa of Fabricius induced 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 sodium selenite 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