



تأثیر منابع مختلف روی، بر عملکرد، کیفیت تخم، فراسنجه‌های خونی و پاسخ ایمنی بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار

امیرکریمی^۱، سید کاظم حسینی^۲، ذبیح‌اله نعمتی^۳ و محمد رضا شیخلو^{*}

^۱- استادیار، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، (نویسنده مسوول: pekarimi@tabrizu.ac.ir)
^۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز
^۳- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز
تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۳

چکیده

این آزمایش بهمنظور بررسی تأثیر منابع مختلف روی بر عملکرد، کیفیت تخم، سیستم ایمنی و فراسنجه‌های خونی بلدرچین تخم‌گذار ژاپنی انجام شد. تعداد ۱۶۰ قطعه بلدرچین تخم‌گذار ژاپنی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار تقسیم شدند. گروه‌های آزمایشی عبارت بودند از: ۱- جیره پایه به علاوه ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع نانو اکسید روی، ۲- جیره پایه به علاوه ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع اویلا-روی، به عنوان روی آلی، ۴- جیره پایه به علاوه ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع اکسید روی به عنوان منبع معدنی روی. صفات عملکردی شامل خواراک مصرفي، درصد تولید، وزن تخم و ضريب تبديل خواراکي بود و نيز فراسنجه‌های كيفي تخم به صورت هفتگي ثبت و در كل دوره محاسبه شد. نتایج نشان داد منابع مختلف روی تأثیر معنی داری بر درصد تولید، ميانگين وزن تخم، تعدد تخم، خواراک مصرفي و واحد ها و نداشت ($p < 0.05$). اما افزودن منابع آلی، نانو و اکسید روی در مقایسه با شاهد سبب بهبود ضريب تبديل غذايی شد ($p < 0.05$). گروه مصرف‌کننده روی آلی از نظر ضخامت پوسته تخم نسبت به ساير گروه‌ها برتری داشت ($p < 0.05$). پيشترین كيفيت شاخص زرده، مقاومت پوسته و نيز رنگ زرده نسبت به ساير گروه‌ها در گروه مصرف‌کننده نانواکسید روی حاصل شد ($p < 0.05$). پاسخ ایمنی بافتی در زمان ۲۴ ساعت پس از تجویز فیتوهاماگلوبینین در گروه مصرف‌کننده نانو اکسید روی نسبت به شاهد به طور معنی داری بالاتر بود ($p < 0.05$) اما با ساير گروه‌ها تفاوت معنی داری نداشت. فراسنجه‌های بيوشيميايی خون (كليسترون، تري گلسيرييد، HDL، LDL) و نيز آنزيم‌هاي كبدی (Akalinin فسفاتاز، آلانين ترانسفراز، آسيپاراتات آمينوترانسفراز) تحت تأثیر تيمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($p > 0.05$). با توجه به نتایج بنظر می‌رسد که افزودن روی آلی باعث بهبود در عملکردهای تولیدی و کیفی تخم بلدرچین ژاپنی نسبت به منابع نانو و معدنی روی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اکسید روی، اویلا-روی، نانو اکسید روی، بلدرچین تخم‌گذار

کیلوگرم ماده خشک می‌باشد، دو عامل فیتات‌ها و کلسیم بالا در مواد خواراکی باعث کاهش جذب روی می‌شود و این در حالی است که با افزایش روی مصرفي در جیره کیفیت پوسته و تخمهای تولیدی در طیور تخم‌گذار افزایش می‌یابد (۳۴). مطالعات نشان داده است که منابع آلی روی (روی-متیونین) نسبت به منابع معدنی آن (اکسید روی یا سولفات روی) زیست فراهمی بیشتری دارند (۳۲). در بین منابع معدنی، سولفات روی از اکسید روی دسترسی زیستی بیشتری دارد و با این که سولفات روی در آب حلایت بیشتری دارد، با این حال اسید نمک (سولفات) با تغییب یون‌های فلزی به تشکیل رادیکال‌های آزاد می‌تواند منجر به تخریب ساختار ویتامین‌ها، دژنراسيون چربی‌ها و روغن‌ها شده و از ارزش غذایی جیره بکاهد (۳۶). بطور کلی مشخص شده است که علی‌رغم بالاتر بودن قیمت ترکیبات آلی روی نسبت به ترکیبات معدنی آن، ترکیبات آلی روی زیست فراهمی بیشتر (۳۹) و ابقاء و غلظت بافتی بالاتری دارند (۱۱). در مطالعه صورت گرفته در مرغان تخم‌گذار نشان داده شد که منبع آلی روی نسبت به معدنی باعث مقاومت پوسته در برابر شکستگی می‌شود اما در تولید تخم مرغ، وزن تخم مرغ، غذای مصرفي، و بازده تفاوت معنی داری با منبع غیرآلی ندارد (۳۷). در طیور تخم‌گذار بویژه بلدرچین مطالعات چندانی در زمینه استفاده از روی به شکل نانو وجود ندارد و این در حالی است که نانو مواد در ابعاد بسیار ریز می‌توانند با عبور از غشاها سلولی به فضاهای زیستی دسترسی پیدا کرده و تأثیرات بیشتری بر جای

مقدمه

امروزه ترکیب و نوع جیره‌های غذايی، بهويژه مواد معدنی در خواراک جهت افزایش بازده اقتصادي و سلامت طیور اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. روی از جمله عناصر کمیاب است که برای رشد، نگهداری و احتیاجات تولید مثلی در تمامی پرندگان ضروری است، و در فعالیت بیش از ۳۰۰ آنزیم از جمله کربنیک آنهیدراز، سوپراکسید دیسموتاز، الكل دهیدروژناز، RNA پلیمراز، کربوکسی‌پیتیداز و غیره در بدن مشارکت دارد (۲۷)، و به واسطه حضور در سیستم‌های آنزیمی و نقش در متابولیسم انرژی، پروتئین و اسید نوکلئیک، در یکپارچگی بافت اپیتیلیا، تقسیم سلولی، جذب و استفاده از ویتامین‌های A و E از اهمیت بالایی برخوردار است (۷). کمبود روی در جنین‌های طیور تازه متولد شده هم شایع می‌باشد و از علایم آن می‌توان ناهنجاری استخوان، عدم توانایی در ایستادن و مصراف آب و خواراک را نام برد (۲۹). احتیاجات روی بلدرچین بالغ بین ۵۰ تا ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره است و این در حالی است که در شرایط تنش، بلدرچین ژاپنی به کمبود روی در جیره حساسیت بیشتری دارد (۳۰). روی موجود در گیاهان متأثر از روی موجود در خاک است. منابع پروتئینی از قبیل سویا، دانه کنجد، پنبه دانه و پودر بادام زمینی روی بالاتری نسبت به دانه حبوبات دارد که غلظتی معادل ۵۰-۷۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم ماده خشک است. منابع پروتئین حیوانی مثل پودر گوشت و پودر ماهی غنی‌ترند و حاوی ۸۰-۱۲۰ گرم روی در

بلدرچین، مصرف خوراک، درصد تولید و ضریب تبدیل خوراک، در طول مدت آزمایش تعداد تخم، وزن خوراک مصروفی، میزان تخم تولیدی روزانه ثبت و در کل دوره اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه درصد تولید توده تخم و ضریب تبدیل غذایی از فرمول‌های زیر استفاده شد (۶).

رابطه (۱):

$$\text{تعداد بلدرچین‌های هر واحد آزمایشی} / \text{تعداد تخم بلدرچین‌های هر واحد آزمایشی} = \text{درصد تولید روزانه}$$

رابطه (۲):

$$\text{توده تخم بلدرچین هر واحد آزمایشی} / \text{خوارک مصروفی هر واحد آزمایشی} = \text{ضریب تبدیل خوراک هر واحد آزمایشی}$$

رابطه (۳):

$$100 / (\text{میانگین وزن تخم بلدرچین} \times \text{درصد تولید}) = \text{توده تخم بلدرچین هر واحد آزمایشی}$$

در پایان هر هفتۀ ۶ عدد تخم بلدرچین به طور تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب و برای ارزیابی صفات مربوط به کیفیت شامل شاخص شکل تخم بلدرچین، واحد هاو، شاخص زرده، ضخامت پوسته، وزن نسبی پوسته، وزن نسبی زرده و سفیده و شاخص رنگ زرده مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری واحد هاو ابتدا هر یک از ۶ تخم بلدرچین نمونه‌برداری شده وزن و سپس شکسته و در صفحه‌ای صاف قرار داده و در ۳ ناحیه اطراف زرده با کولیس ارتفاع سفیده را اندازه‌گیری و میانگین اعداد به عنوان ارتفاع سفیده برای هر تخم قرار داده شد و با توجه به وزن تخم بلدرچین و ارتفاع سفیده، با قرار دادن در رابطه زیر (۱۰) واحد هاو برای هر یک از تخم بلدرچین‌ها محاسبه گردید.

گزارند (۳۵). هدف از مطالعه حاضر مقایسه منابع مختلف مکمل تغذیه‌ای عنصر روی (معدنی، آلی و نانو) بر عملکرد تولیدی، فراسنجه‌های خونی و پاسخ ایمنی بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سالن پرورش بلدرچین دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز انجام گردید. این سالن مجهز به سیستم قفس برای پرورش بلدرچین و دانخوری دستی و آبخوری نیپل اتوماتیک بود. در این مطالعه تعداد ۱۶۰ قطعه بلدرچین ژاپنی در سن ۱۱ هفتگی استفاده شد. آزمایش به مدت ۸ هفته در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار و ۱۰ قطعه بلدرچین در هر تکرار انجام شد. گروه‌های آزمایشی عبارت بودند از: ۱) گروه آزمایشی شاهد (جیره پایه)، ۲) گروه مصرف کننده نانو روی (جیره پایه + ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع نانوکسید روی)، ۳) گروه مصرف کننده روی آلی (جیره پایه + ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع آوبلا-روی (آوبلا-روی، ۱۲۰ روی)، شرکت زینپرو-آمریکا) و ۴) گروه مصرف کننده روی معدنی (جیره پایه + ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع اکسید روی). در این آزمایش مکمل مواد معدنی به صورت دستی تهیه و با هم مخلوط شدند. تغذیه پرندگان به صورت اختیاری با جیره‌ای بر پایه ذرت-سویا، طبق نیازهای توصیه شده بلدرچین در جدول انجمن در جدول انجمن ملی تحقیقات آمریکا ۱۹۹۴ (۲۵) انجام شد (جدول ۱).

برای اندازه‌گیری صفات مربوط به عملکرد شامل: وزن تخم

جدول ۱- اقلام خوارکی و ترکیبات شیمیایی جیره غذایی بلدرچین‌های تخم‌گذار

Table 1. Feed ingredient and chemical composition of the laying quails diets

اقلام خوارکی جیره	(%)
ذرت	۵۸/۹
کنجاله سویا	۳۰
روغن سویا	۳/۲
دی کلسیم فسفات	۱/۲
کربنات کلسیم	۵/۷
متیونین ^۱	۰/۲
مکمل ویتامینی ^۲	۰/۲۵
مکمل معدنی ^۳	۰/۲۵
نمک	۰/۲
جوش شیرین	۰/۱
ترکیب شیمیایی جیره	
انرژی متابولیسمی (Kcal/kg)	۲۹۰۰
پروتئین خام (%)	۱۸
میتوپتین (%)	۰/۷۷
لیزین (%)	۱/۰۸
کلسیم (%)	۲/۵
فسفر قابل دسترس (%)	۰/۶
روی (mg/Kg)	۱۹/۳۹

۱- هر کیلوگرم مکمل ویتامین شامل: ویتامین A ۳۶۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D3 ۸۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۷۲۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین B1 ۷۲۰ میلی‌گرم، ویتامین B2 ۲۶۴۰ میلی‌گرم، اسید پانتوتئنیک ۱۲۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B6 ۱۲۰۰ میلی‌گرم، اسید فولیک ۴۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B12 ۶ میلی‌گرم، ویتامین K3 ۸۰۰ میلی‌گرم، بیوتین ۴۰۰ میلی‌گرم، کولین کلراید ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم و آنتی اکسیدان ۴۰۰۰ میلی‌گرم.

۲- هر کیلوگرم مکمل معدنی فاقد روی شامل: ۴۰ گرم منگنز به شکل سولفات منگنز، ۵۰ گرم آهن به شکل سولفات آهن، ۱۰ گرم مس به شکل سولفات مس، ۴۰۰ میلی‌گرم بد، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم.

شدند. برای اندازه‌گیری پارامترهای خونی شامل کلسترول و تری گلیسرید و لیپوپروتئینهای با چگالی بالا (HDL)^۱ و پایین (LDL)^۲ و آنزیم‌های کبدی آلامین آمینوترانسفراز (ALT)^۳، الکالین فسفاتاز (ALP)^۴ و آسپارتات آمینوترانسفراز (AST)^۵ از کیت‌های مربوطه ساخت شرکت پارس آزمون استفاده شد و با کمک دستگاه خوانش‌گر الایزا اندازه‌گیری انجام شد.

مدل آماری مورد استفاده برای داده‌های حاصل از فراستنجه‌های تخم‌های تولیدی و کیفی آنها با روش آنالیز واریانس برای داده‌های تکرارشونده (رابطه ۷) و برای سایر صفات شامل فراستنجه‌های خونی ... از مدل آماری طرح کاملاً تصادفی (رابطه ۸) با کمک نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ تحت رویه GLM استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.
رابطه (۷):

$$Y_{ijkm} = \mu + T_i + W_j + TW_{ij} + \varnothing_{k(j)} + E_{ijkm}$$

در این رابطه μ : میانگین جمعیت، T_i : اثر تیمار آزمایشی، W_j : اثر دوره، TW_{ij} : اثر متقابل تیمار و دوره، $\varnothing_{k(j)}$: اثر تصادفی حیوان آشیان شده در هر تیمار و E_{ijkm} : اثر اشتباہ آزمایشی می‌باشد.
رابطه (۸):

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

در این رابطه Y_{ij} : متغیر وابسته، μ : میانگین کل، T_i : اثرات تیمار i و e_{ij} : اثرات باقیمانده یا خطای آزمایشی می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که مصرف اشکال مختلف روی در جیره مصرفی بلدرچین‌های تخم‌گذار ژاپنی تأثیر معنی‌دار آماری بر خوارک مصرفی و وزن تخم تولیدی نداشت ($P > 0.05$). نتایج مطالعه حاضر با مطالعه صحرابی و جانمحمدی (۳۲) و یوگش و همکاران (۳۹) مطابقت دارد و با نتایج سروش و همکاران (۳۴)، قیصری و همکاران (۱۲) و شاهین و همکاران (۳۱) که بیان می‌کردند افزودن مکمل روی به جیره باعث افزایش مصرف خوارک می‌شود، مطابقت ندارد. البته باید مدنظر داشت که گونه و نوع حیوان مورد آزمایش نیز می‌تواند در تفاوت نتایج تأثیر گذارد (۳۱). از طرف دیگر به نظر می‌رسد اقلام خوارکی به کار رفته در تهییه جیره‌های پایه از قبیل ذرت و سویا باعث خوشخوارکی و ایجاد بافتی مناسب می‌گردد که نهایتاً می‌تواند منجر به تحریک مصرف خوارک شود و افزودن سطوح مختلف عنصر روی تأثیری بر اشتها نداشته و نهایتاً باعث عدم تفاوت آماری در مصرف خوارک بین گروه‌ها شده باشد (۳۲). با توجه به جدول ۲ مشخص می‌شود که فراستنجه‌های تولید شامل اشکال تخم نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش شامل اشکال مختلف روی مصرفی قرار نگرفت ($P > 0.05$). نتایج این آزمایش با نتایج مطالعات طباطبایی و همکاران (۳۸) و کایا و همکاران (۱۶) مطابقت دارد. اما با نتایج سروش و همکاران (۳۵)، خاجارن و همکاران (۱۷) و پاویلک و کرشگسنر (۲۷) مطابقت ندارد.

1- High density Lipoprotein
4- Alkaline phosphatase

2- Low density Lipoprotein
5- Aspartate transaminase

رابطه (۴):

$$HU = 100 * \log (H + 7.57 - 1.7 * W^{0.37})$$

در این فرمول H عبارت است از ارتفاع سفیده غلیظ بر حسب میلی‌متر و W برابر است با وزن تخم بلدرچین بر حسب گرم. شدت رنگ زرده تخم‌های شکسته شده توسط کاغذ رش اندازه‌گیری شده و میانگین رنگ ثبت شده برای آنها به عنوان شدت رنگ زرده برای واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. اندیس زرده با استفاده از کولیس دیجیتال و رابطه زیر محاسبه شد:

رابطه (۵):

$$100 \times (\text{عرض زرده} / \text{ارتفاع زرده}) = \text{شاخص زرده}$$

برای محاسبه وزن نسبی پوسته، سفیده و زرده بعد از اندازه‌گیری ارتفاع سفیده، زرده از سفیده جدا و بعد از توزین، عرض و ارتفاع آن با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. پوسته تخم بلدرچین باقیمانده شستشو و به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم توزین شد.

مقاومت پوسته به وسیله دستگاه مقاومت سنج پوسته تخم‌های بلدرچین برداشته شده در انتهای هفته یک گروه آزمایشی انجام و میانگین آن به عنوان مقاومت پوسته در نظر گرفته شد، واحد این فراستنجه کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد. ضخامت پوسته تخم بلدرچین‌ها با استفاده از میکرومتر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر در سه نقطه از وسط پوسته اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد. این کار برای همه تخم‌ها انجام شده و میانگین آنها به عنوان ضخامت نهایی پوسته تخم بلدرچین برای هر واحد آزمایشی منظور گردید.

جهت ارزیابی اینمی سلولی در پایان دوره پرورش تعداد ۲ پرنده از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و بارنگ بال مشخص شده و محلول فیتوهم‌گلوبلین (PHA-P) به میزان ۱/۰ میلی‌لیتر بین پرده پای چپ تزریق شد. سپس ۱/۰ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات سالین به عنوان شاهد بین پرده پای راست تزریق شد و به منظور ارزیابی پاسخ اینمی سلولی اختلاف ضخامت پای چپ و راست در زمان‌های ۰، ۸، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تزریق با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد پس از محاسبه اختلاف محل تورم از ضخامت اولیه همان پا در زمان‌های مختلف، اختلاف بین دو پا در ضخامت ایجاد شده نشان دهنده شاخص تحریک است و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۳۳).

رابطه (۶):

$$\text{PBS} = \text{محل ضخامت} - \text{محل ضخامت تحریک}$$

در انتهای دوره آزمایشی از هر قفس ۲ پرنده کشته و

نمونه‌های خون از سیاهه‌گردان درون لوله‌های حاوی ماده ضد انقاد جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. پلاسمای خون سریعاً با استفاده از سانتریفوژ با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد جدا و به داخل میکروتیوب ریخته و در فریزر در دمای ۸۰ - درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر نگهداری

جدول ۲- تأثیر منابع مختلف روی مکمل سازی شده در جیره بر عملکرد تولیدی بلدرچین‌های تخم‌گذار از سن ۱۱ الی ۱۹ هفتگی
Table 2. Effects of supplemented different zinc sources in diet on productive performance of layer quails from 11 to 19 weeks of age

P value	SEM	گروه‌های آزمایشی				صفات مورد بررسی
		اکسید روی	نانواکسید روی	روی-پروتئینات	شاهد	
.۰/۹۲	.۰/۱۲۷	۱۲/۷۲	۱۲/۶۹	۱۳/۶۶	۱۳/۰۶	وزن تخم (g)
.۰/۴۱	.۰/۵۴۶	۱۰/۵	۱۱/۷۵	۱۱/۲۵	۹/۷۵	توده تخم
.۰/۲۲۴	.۳/۳۲	۸۵	۹۲/۵	۸۲/۵	۷۵	درصد تولید
.۰/۴۶	.۰/۲۶۹	۳۲/۳۳	۳۱/۹۷	۳۱/۹۶	۳۱/۱۴	خوراک مصرفی
.۰/۰۰۵	.۰/۰۲۸	^{a,b} ۳/۰.۷	^b ۲/۷۰	^b ۲/۸۳	^a ۳/۱۹	ضریب تبدیل غذایی

اعدادی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت علامت‌گذاری شده‌اند دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($p < 0.05$).

هاو، وزن نسبی سفیده و زرده مشاهده نشد ($p > 0.05$). نظر محققان بر این عقیده است که مکمل نمودن روی به دلیل نقش آن در رسوپ آلبومین در مگنوم و تولید سفیده تخم مرغ، سبب افزایش واحد هاو می‌گردد (۳۸، ۱۴، ۱۲). نتایج مطالعه حاضر با مطالعات یاد شده مطابقت ندارد اگرچه با توجه به سطح احتمال $P = 0.069$ به نظر می‌رسد که مقایسات آماری در این آزمایش تمایل به معنی‌دار شدن داشتند. البته شایان ذکر است که در طول مدت انجام آزمایش که رکوردهای تولید ثبت می‌شد در هفته‌های آخر واحد هاو در گروه‌های مصرف‌کننده روی (بهویژه آویلا-روی) از گروه شاهد بالاتر بود (نتایج مذکور نشان داده نشده‌اند) اما در جمع‌بندی کلی و تجزیه و تحلیل آماری کل هفته‌های تولیدی سطح معنی‌داری $P = 0.069$ حاصل گردد. نظر محققین بر این عقیده است که مکمل نمودن روی به دلیل نقش آن در رسوپ آلبومین در مگنوم و تولید سفیده تخم مرغ، سبب افزایش واحد هاو می‌گردد و مطالعات دیگری (۳۸، ۳۴، ۱۴) در مرغان تخم‌گذار نیز افزایش ارتفاع سفیده و واحد هاو را با دریافت مکمل روی گزارش نمودند. همچنین قیصری و همکاران (۱۲) نشان دادند مصرف ۶۵ میلی‌گرم روی و منگنز در کیلوگرم جیره بهبود معنی‌داری در واحد هاو را به همراه داشت.

بهترین ضریب تبدیل خوراکی در گروه مصرف کننده آویلا-روی مشاهده شد ($p < 0.05$) و ضریب تبدیل خوراکی در گروه شاهد نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی بجز گروه مصرف‌کننده روی معدنی (اکسید روی) بطور معنی‌داری بالاتر بود ($p < 0.05$). این در حالی است که این نتایج با مطالعه بارلت و اسمیت (۵) و یوگش و همکاران (۴۱) مبنی بر عدم تأثیر روی بر بازده خوراکی مطابقت ندارد. ولی نتایج حاصله با مطالعات مشابه دیگر از جمله کوجوک و همکاران (۱۹)، قیصری و همکاران (۱۲)، هگازی و آدامی (۱۵)، ساهین و همکاران (۳۱)، نادعلی و همکاران (۲۲) و سرووش و همکاران (۳۴)، همخوانی داشت. مطالعات مذکور بیان می‌کردند افزودن روی در جیره‌های خوراکی باعث بهبود راندمان غذایی و کاهش ضریب تبدیل خوراکی می‌گردد. در آزمایش صحرایی و جانمحمدی (۳۲) که با اشکال مختلف روی انجام شد، بهترین ضریب تبدیل در گروه مصرف کننده روی آلی مشاهده شد. در مطالعه حاضر نیز منبع روی آلی (آویلا-روی) نیز نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی دارای ضریب تبدیل مناسب‌تری نسبت به گروه کنترل بود.

نتایج تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات کیفی تخم در جدول ۳ گزارش شده است. بین گروه‌های آزمایشی مصرف کننده منابع مختلف روی، تفاوت معنی‌داری در واحد

جدول ۳- خصوصیات کیفی تخم‌های تولیدی بلدرچین‌های تخم‌گذار تغذیه شده با منابع مختلف روی جیره‌ای از سن ۱۱ الی ۱۹ هفتگی
Table 3. Egg quality parameters of layer quails fed with different Zinc sources in diet from 11 to 19 weeks of age

P-value	SEM	گروه‌های آزمایشی				فراسنجه
		اکسید روی	نانواکسید روی	روی-پروتئینات	شاهد	
.۰/۰۶۹	.۰/۱۵۷	۸۸/۰۴	۸۸/۸۵	۸۸/۰۴	۸۷/۶۹	واحد هاو
.۰/۰۰۷	.۰/۲۰۹	۴۶/۲۹ ^a	۴۶/۷۵ ^{ab}	۴۷/۸۱ ^a	۴۵/۸۳ ^b	شاخص زرده
.۰/۰۰۱	.۰/۰۳۴	۵/۳۶ ^a	۵/۱۵ ^a	۵/۴۳ ^a	۵/۰۵ ^b	رنگ زرده
.۰/۰۰۰۳	.۰/۰۰۱۹	.۰/۲۰۵ ^D	.۰/۲۱۳ ^D	.۰/۲۰۷ ^a	.۰/۲۰۳ ^D	ضخامت پوسته
.۰/۰۰۱	.۰/۰۵۸	۴/۲۵ ^D	۴/۳۹ ^D	۴/۸۹ ^a	۴/۲۶ ^D	مقاومت پوسته
.۰/۲۴۷	.۰/۰۲۸	.۰/۲۳۸	.۰/۶۳	.۰/۰۹۹	۱/۲۷	درصد تخم‌های شکسته
.۰/۰۸۴	.۰/۰۲۷	۷/۵۶	۷/۶۷	۷/۵۹	۷/۵۱	وزن نسبی پوسته
.۰/۵۶۱	.۰/۱۱۷	۶۰/۶۱	۶۰/۰۴	۶۰/۴۶	۶۰/۹	وزن نسبی سفیده
.۰/۵۲۶	.۰/۱۱۴	۳۱/۸۳	۳۱/۷۹	۳۱/۹۵	۳۱/۴۸	وزن نسبی زرده

اعدادی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت علامت‌گذاری شده‌اند دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($p < 0.05$).

ضخامت و کیفیت پوسته دارد و از این لحاظ نتایج مطالعه حاضر با نتایج برخی مطالعات دیگر نیز مطابقت دارد (۳۷، ۱۳) و حتی در مطالعه نشان داده شد که روی اثر منفی سن بر کیفیت پوسته دارد (۲۶). زیرا روی باحضور در ساختار آنزیم کربنیک آنهیدراز رسبوب کلسيم و کیفیت پوسته را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۹) همچنانی از طرف دیگر روی کوفاکتور مورد نیاز آنزیم کراتینیاز می‌باشد که در شکل گیری غشای پایه پوسته موثر است (۲۹).

نتایج پاسخ ایمنی بافتی در زمان ۲۴ ساعت پس از تجویز فیتوهاماگلوتینین در گروه مصرف کننده نانواکسید روی نسبت به شاهد بطور معنی‌داری بالاتر بود ($p < 0.05$), اما با سایر گروه‌های تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). ساندر و همکاران (۳۶) گزارش کردند که پاسخ ایمنی سلولی و همورال در طیور گوشته تغذیه شده با مکمل ۸۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خوراک مصرفی یا بیشتر بطور معنی‌داری بالاتر از طیوری بود که با سطح کمتر از ۸۰ میلی‌گرم تغذیه شده بودند. مناجی و همکاران (۲۱) دریافتند که افزودن ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جبره از مکمل روی باعث افزایش تیتر آنتی‌بادی‌ها در سرم می‌شود. پژوهش اکبری (۳)، نشان داد که افزودن مازاد روی به جیره منجر به افزایش معنی‌دار تیتر آنتی‌بادی به آنتی‌بادی اختصاصی گلبول‌های قرمز گوسفنده در ۷ روز پس از تزریق گردید هر چند اثر روی دو روز پس از تزریق آنتی‌بادی اختصاصی گلبول‌های قرمز گوسفنده معنی‌دار نبود. در مطالعه حاضر نیز پاسخ ایمنی معنی‌دار ۲۴ ساعت پس از تزریق حاصل شد و پس از ۴۸ ساعت فراسنجه پاسخ ایمنی بین گروه‌های آزمایشی تفاوت مشخص آماری نداشت. کمبود روی باعث نقص در عملکرد ایمنی سلولی می‌شود زیرا کاهش سنتر DNA و متعاقب آن کاهش قابلیت تکثیر گلبول‌های سفید T و B از عوایق آن بوده و در نتیجه کمبود روی مسئول تهاجم عوامل بیگانه است (۲۸). مشخص شده است که کمبود روی منجر به افزایش حساسیت در مقابل بیماری‌های عفونی می‌شود که نشان‌دهنده اهمیت روی در سیستم ایمنی می‌باشد. نشان داده شده است که حتی کمبود روی می‌تواند منجر به نقص در سطوح مختلف دفاع میزان از اولین سد دفاعی بدن یعنی پوست تا ایمنی همورال و سلولی گردد (۴۰).

بهترین کیفیت شاخص زرده و رنگ زرده در گروه مصرف کننده نانواکسید روی نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ($p < 0.05$). البته شایان ذکر است که تمام گروه‌های مصرف کننده مکمل معنی‌داری نسبت به گروه شاهد دارای رنگ زرده بهتری بودند ($p < 0.05$). نتایج مطالعه حاضر در عدم مطابقت با مطالعات سروش و همکاران (۳۴) و نوبخت (۲۴) در استفاده از سطوح مختلف مکمل‌های معنی‌دار شاخص رنگ تخم‌های تولیدی قرار داشت. اما هم راستا با نتایج مطالعه نامرا و همکاران (۳۳) می‌باشد. محققان مذکور بیان کردند که شاخص رنگ در تیمارهای حاوی سطوح متفاوت روی نسبت به تیمار شاهد بطور معنی‌داری بالاتر بود، آنها همچنانی بیان کردند با توجه به اینکه رنگدانه‌ها ممکن است دچار اکسیداسیون شوند شاید دلیل بهبود رنگ زرده در تیمارهای حاوی روی نسبت به کنترل خاصیت آنتی‌اکسیدانی روی باشد که باعث حفظ شاخص رنگ شده است (۲۳).

ضخامت پوسته در گروه مصرف کننده آویلا-روی به عنوان گروه مصرف کننده روی آلی نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی (بهویژه شاهد) بالاتر بود ($p < 0.05$) و استحکام پوسته در گروه مصرف کننده نانو اکسید روی بالاتر از سایر گروه‌های آزمایشی (بهویژه شاهد) بود ($p < 0.05$). مکمل‌سازی جیره بلدرچین‌های تخم‌گذار باعث بهبود کیفیت پوسته تخم‌های تولیدی از لحاظ مقاومت پوسته و ضخامت پوسته نسبت به گروه شاهد شده است. به شکلی که بیشترین ضخامت پوسته در گروه مصرف کننده آویلا-روی بعنوان پوسته روی آلی نسبت به گروه شاهد و بیشترین استحکام پوسته نیز در گروه مصرف کننده نانو اکسید روی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد ($p < 0.05$). بهبود کیفیت پوسته در آزمایش حاضر در راستای نتایج آزمایشات کلکر و همکاران (۱۸) است که گزارش نمودند اضافه کردن روی به جیره مرغان تخم‌گذار باعث افزایش کلسيم پوسته و بهبود فراسنجه‌های کیفی و پوسته تخم می‌شود. همچنانی در آزمایش دیگری فاکلر و همکاران (۹) نیز گزارش نمودند که تغذیه ترکیب روی و منگنز در مرغان تخم‌گذار سبب بهبود ضخامت و استحکام پوسته می‌شود. از آنجاییکه ترکیبات آلی در کنترل بلوری شدن پوسته نقش دارد و با توجه به نقش روی در معنی‌شدن پوسته روی بعنوان یک ماده معنی‌داری موثر در کیفیت پوسته شناخته می‌شود (۲۰). لذا روی اثر مثبتی بر بهبود

جدول ۴- پاسخ ایمنی سلولی بلدرچین‌های تخم‌گذار تغذیه شده با منابع مختلف روی در سن ۱۹ هفتگی
Table 4. Immunological response of layer quails fed with different Zinc sources at in 19 weeks of age

زمان‌های پس از تجویز فیتوهاماگلوتینین					
P-value	SEM	اکسید روی	روی-پروتئینات	نانواکسید روی	شاهد
.۰/۲۸۸	.۰/۰۰۹	.۰/۰۶۲۵	.۰/۰۱۲۵	.۰/۰۲۸۷	.۰/۰۱۸۷
.۰/۳۹۶۷	.۰/۰۳۰۸	.۰/۲۵	.۰/۳۱۲۵	.۰/۳۸۷۵	.۰/۲۶۲۵
.۰/۰۱۷۹	.۰/۰۳۶۷	.۰/۵۲۵ ^{a,b}	.۰/۵۵ ^a	.۰/۶۶۲۵ ^a	.۰/۳۱۲۵ ^b
.۰/۶۵۶	.۰/۰۳۱	.۰/۳۳۱۲	.۰/۳۱۸۷	.۰/۲۰۶۲	.۰/۲۶۸۷

اعدادی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت علامت‌گذاری شده‌اند دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($p < 0.05$).

مختلف روی تأثیری بر HDL سرم مرغ‌های تخم‌گذار نداشت اما باعث کاهش معنی داری در میزان کلسترول، تری گلیسیرید و LDL سرم شد. همچنین ایانیک و همکاران (۳۹) در مطالعه خود با استفاده از سطوح صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در تقدیم جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند که روی موجب کاهش معنی دار گلوکز و کلسترول سرم گردید به طوریکه بالاترین سطح روی، پایین‌ترین غلظت گلوکز را نشان داد. همچنین ساهین و همکاران (۳۰) بیان کردند مکمل سولفات‌روی (۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره) و کروم باعث بهبود عملکرد انسولین و کاهش کورتیکوسترون، گلوکز سرم و کلسترول نسبت به گروه کنترل شد. در مطالعه دیگری نیز احمدی و همکاران (۱) بیان کردند مکمل نانو روی (۳۰ تا ۹۰ میلی‌گرم) باعث کاهش معنی داری در سطح چربی با چگالی پایین تری گلیسیرید و کلسترول سرم و افزایش چربی با چگالی بالا شد. میزان کلسترول سرم در اغلب پرنده‌گان، ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر (۳۳) می‌باشد و بررسی مقادیر سرمی کلسترول و نیز سایر فراسنجه‌های خونی در مقایسه با گروه شاهد نشان‌دهنده آن است که تفاوت آماری وجود نداشت و نیز باعث اثرات منفی در بدن نشده است. در مطالعه‌ای، سلیمانی و همکاران گزارش کردند که گنجاندن مقادیر بالای نانو ذرات روی می‌تواند باعث افزایش آنزیم‌های کبدی خون گردد که دلیل آن به کوچک شدن اندازه و افزایش سطح ذرات در حالت نانو و نهایتاً افزایش دسترسی سلول‌های بدن نسبت داده شد. نانو ذرات اکسید روی در بدن با قرار گرفتن در معرض سلول باعث آسیب اکسیدانتیو و التهاب در سلول‌های اندوتیال عروق می‌شود (۳۳). عدم تفاوت معنی دار در فراستنجه‌های آنزیم‌های کبدی و سایر فراسنجه‌های خونی می‌تواند از دو جنبه، کوتاه بودن دوره مطالعه که حدود ۲ ماه بوده و نیز مقادیر اندک مورد استفاده در آزمایش نشات گرفته باشد.

براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که مکمل سازی جیره بلدرچین‌های تخم‌گذار با منابع مختلف روی باعث بهبود فراسنجه‌های تولیدی تخم و افزایش کیفیت آن می‌گردد و بین اشکال مختلف روی مصرفی، اوپیلا-روی در مقایسه با اشکال نانو و معدنی دارای برتری نسبی می‌باشد.

روی در واکنش‌ها غیرکوالitat اجزا سیتوپلاسمی به سیله تیروزین کیناز، یک پروتئین ضروری در مراحل اولیه فعالیت لنفوسيت‌ها، شرکت می‌کند (۴۰) که این اثر دلیل بهبود تولید و عملکرد لنفوسيت‌ها و درنتیجه بالا رفتن تیتر و بهبود پاسخ ایمنی شود. روی یک کوفاکتور ضروری برای تیمولین است. تیمولین هورمونی تیموسی است که به گیرنده‌های سطح لنفوسيت‌های T چسبیده و باعث بلوغ و فعالیت لنفوسيت‌های T می‌شود. روی از طریق زنجیره‌های جانبی آسپارژین و گروههای هیدروکسیل به تیمولین باند می‌شود. باند شدن روی منجر به یک تعییر ساختاری می‌شود که فرم فعال تیمولین را تشکیل می‌دهد (۸). ازین‌رو، روی موجود در جیره ممکن است افزایش فعالیت تیمولین و به دنبال آن بلوغ و فعالیت مطلوب لنفوسيت‌های T را داشته باشد که نتیجه این امر بالا رفتن تیتر خواهد بود. فعالیت تیمولین در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای در انسان و حیوانات به غلظت روی موجود در پلاسما و استه است به طوری که تعییرات اساسی در مصرف یا در دسترس بودن روی بر فعالیت تیمولین اثر می‌گذارد (۲۸،۸). تیمولین در سرم حیوان دچار کمبود روی حضور دارد اما فعال نیست (۲۸).

با توجه به جدول ۵، مشخص می‌شود که تفاوت مشخص آماری بین گروههای آزمایشی در فراسنجه‌های مختلف خونی اعم از آنزیم‌های کبدی و بیوشیمیابی وجود نداشت ($p > 0.05$). نتایج این تحقیق با مطالعه سلیمانی و همکاران (۳۳) مطابقت دارد. آنها در آزمایشی بر بلدرچین‌های زبانی گزارش کردند که افزودن نانو ذرات اکسید روی به جیره دارای تأثیر معنی داری بر غلظت سرمی آسپارتات آمینو ترانسفراز، آکالین فسفاتاز، تری گلیسیرید و سایر فراسنجه‌های خونی در گروههای مختلف آزمایشی نمی‌باشد. اما با مطالعه احمدی و همکاران (۲) مطابقت ندارد؛ آنها بیان کردند نانو اکسید روی (۶۰ و ۹۰ میلی‌گرم در جیره) باعث کاهش معنی داری در آکالین فسفاتاز، مالونیل دی الدید، آسپارتات آمینو ترانسفراز، آلانین آمینو ترانسفراز، HDL سرم و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و سوپراکسید دیسموتاز نسبت به گروه شاهد شد.

در رابطه با فراسنجه‌های خونی در مطالعه‌ای دیگر سروش و همکاران (۳۴) گزارش کردند که استفاده از سطح

جدول ۵- فراسنجه‌های خونی بلدرچین‌های تخم‌گذار تقدیم شده با منابع مختلف روی در سن ۱۹ هفتگی
Table 5. Biochemical blood parameters of layer quails fed with different Zinc sources at 19 weeks of age

P-value	SEM	گروههای آزمایشی			فراسنجه‌های خونی		
		اکسید روی	روی-پروتئینات	نانواکسید روی	شاهد	آنژیم‌های کبدی	آسپارتات آمینو ترانسفراز (U/dl)
۰/۲۶۶	۰/۷۵۷	۳۱/۰۶	۲۹/۴۹	۳۲/۶۳	۲۸/۲۳		
۰/۲۷۷	۰/۲۹۳	۹/۱۶	۷/۶۴	۸/۵۱	۹/۲		
۰/۵۵۹	۳/۳۴۴	۱۱۰/۳	۱۱۲/۳۷	۱۰۹/۸۳	۱۲۲/۰۳		
						آنین آمینو ترانسفراز (U/dl)	آنکالین فسفاتاز (U/dl)
۰/۷۷۳	۴/۰۶	۱۲۵/۹۱	۱۱۸/۳۷	۱۲۱/۵۸	۱۱۴/۱۱		
۰/۲۳۲	۲/۸۴۶	۱۷۹/۶۹	۱۷۹/۷۶	۱۶۹/۴۲	۱۶۳/۱		
۰/۶۳۹	۲/۲۳۴	۷۳/۱۷	۷۵/۸۹	۶۸/۰۲	۶۹/۳۶		
۰/۷۲۳	۲/۹۶۵	۷۴/۳۸	۶۹/۶۵	۶۹/۱۹	۶۴/۶۴		
						Biochemical parameters (mg/dl)	
						تری گلیسیرید (mg/dl)	
						کلسترول (mg/dl)	
						HDL (mg/dl)	
						LDL (mg/dl)	

اعدادی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت علامت‌گذاری شده‌اند دارای اختلاف معنی داری هستند ($p < 0.05$).

منابع

- Ahmadi, A., Y. Ebrahimnezhad, N. Maheris and J. Ghiasi ghalehkandi. 2013. The effects of zinc oxide nanoparticles on performance, digestive organs and serum lipid concentrations in broiler chickens during starter period. International Journal of Biosciences, 3: 23-29.
- Ahmadi, F., Y. Ebrahimnezhad, J. Ghiasi ghalehkandi and N. Maheris. 2014. The Effect of dietary Zinc oxide nanoparticles on the antioxidant state and serum enzymes activity in broiler chickens during Starter Stage. International Conference on Biological, Civil and Environmental Engineering (BCEE-2014) March 17-18, Dubai (UAE).
- Akbari, M. 2008. Effect of Vitamins E and A and Zinc and Probiotics on Nutrition and Immune System in Broiler Chickens. M.Sc. Thesis in Poultry Nutrition. Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad.
- Ao, T., J.L. Pierce, A.J. Pescatore, A.H. Cantor, K.A. Dawson, M.J. Ford and B.L. Shafer. 2007. Effects of organic zinc and phytase supplementation in a maize-soybean meal diet on the performance and tissue zinc content of broiler chicks. British Poultry Science, 48: 690-695.
- Bartlett, J.R. and M.O. Smith. 2003. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. Poultry Science, 82: 1580-1588.
- Cabuk, M., M. Bozkurt, A. Alcicek, A.U. Catli and K.H.C. Baser. 2006. Effect of a dietary essential oil mixture on performance of laying hens in the summer season. South African Journal of Animal Science, 36: 215.
- Cousins, R.J., M.L. Brown and J.M. Hempe. 1990. Zinc. In Nutrition. International life sciences institute Nutrition Foundation.washington. D.C. 251-260.
- Dardenne, M., J.M. Pleau and B. Nabbara. 1982. Contribution of zinc and other metals to the biological activity of the serum thymic factor. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 79: 5370-5373.
- Fakler, T.M., T.L. Ward and H.J. Kuhl. 2002. Zinc amino acid complexes improve layer production and egg quality. Poultry Science, 81:85.
- Kazemi-fard, M., S. Yousefi, M. Rezaei, B. Shohre and T. Saberifar. 2017. Effect of L-Arginine on productive performance, eggquality parameters, blood and hormone parameters of laying hens in late-phase of production. Research on Animal Production, 8: 11-17.
- Garg, A.K., V. Mudgal and R.S. Dass. 2008. Effect of organic zinc supplementation on growth, nutrient utilization and mineral profile in lambs. Animal Feed Science and Technology, 144(1): 82-96.
- Gheisari, A., A. Sanei, A. Samie, M.M. Gheisari and M. Tohyani. 2011. Effect of diets supplemented with different levels of manganese, zinc, and copper from their organic or inorganic sources on egg production and quality characteristics in laying hens. Biological Trace Element Research, 142: 557-571.
- Guo, Y.M., R. Yang, J. Yuan, T.L. Ward and T.M. Fakler. 2002. Effect of Available Zn and ZnSO4 on laying hen performance and egg quality. Poultry Science, 81 (Suppl.), 40.
- Hazim, J. and H.M. Mahmood. 2011. Effect of dietary zinc on certain blood traits of broiler breeder chickens. International Journal of Poultry Science, 10: 807-813.
- Hegazy, S.M., and Y. Adachi. 2000. Comparison of the effects of dietary Selenium, Zinc and Selenium and Zinc supplementation on growth and immune response between chick groups that were inoculated with salmonella and aflatoxin or salmonella. Poultry Science, 79: 331- 335.
- Kaya, S., H.O. Mucaliar, S.F. Haliligu and H. Ipek. 2001. Effect of dietary vitamin A and zinc on egg yield and some blood parameters of laying hens. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 25: 763-769.
- Khajaren, J., S. Khajaren, C.J. Rapp, T.A. Ward, J.A. Jahnsen and T.M. Falker. 2006. Effects of zinc and manganese amino acid complexes (Availa-z/m) on layer production and egg quality.<http://US.zinpro.Com/Research/ZPA/ZPA0048.htm>.
- Klecker, D., L. Zeman, P. Jelinek and A.B. Bunesova. 2002. Effect of manganese and zinc chelates on the quality of eggs. Mendelova Zemedelska a Lesnicka Univ., Brno. 50:59-68.
- Kucuk, O., A. Kahraman, I. Kurt, N. Yildiz and A.C. Onmaz. 2008. A combination of zinc and pyridoxine supplementation to the diet of laying hens improves performance and egg quality. Biological Trace Element Research, 126: 165-175.
- Mabe, I., C. Rapp, M.M. Bain and Y. Nyss. 2003. Supplementation of a corn-soy bean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic source improve eggshell quality in aged laying hens. Journal of Poultry Science, 82: 1903-1913.
- Manangi, M.K., M. Vazques-a non, J.D. Richards, S. Carter and C.D. Knight. 2015. The impact of feeding supplemental chelated trace minerals on shell quality, tibia breaking strength, and immune response in laying hens. Poultry Research, 24: 316-326.
- Nadali M., Q. Salariya, M. Bojar Pour, P. Tabatabaii and M. Sari. 2013. Effect of Different Levels of Zinc Element on Some Meat Productions of Broiler Chickens. Iranian Journal of Animal Science, 5: 301-291.
- Namra, M.M., H.M. Fayek and H.M.A. Wahed. 2008. Devaluation of different source of dietary zinc supplementation for Japanese quail: 1- growth performance. Egyptian Poultry Science, 28(4): 1023-1041.
- Nobakht, A. 2013. Effects of mineral and vitamin supplementation on performance of laying hens feddiets based on wheat and corn. Iranian Journal of Animal Scieance Research, 4: 283-291.
- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient requirement of poultry 9 edition, National Academy of Science, Washington, D.C.
- Park, S.Y., S.G. Birkhold and L.F. Kubena. 2004. Review on the role of dietary zinc in poultry nutrition, immunity and reproduction. Biological Trace Element Research, 101: 147-163.

27. Paulicks, B.R. and M. Kirchgessner. 1994. Influence of supply on feed intake and performance of layers. *Archiv für Geflügelkunde*, 58: 186-191.
28. Prasad, A.S., S. Meftah and J. Abdallah. 1988. Serum thymulin in human zinc deficiency. *J. Clin. Invest.*, 82: 1202-1210.
29. Sadrzadeh, A. 2011. Management of poultry diseases, health, breeding and health of broiler chickens. First edition, Second edition, Garmsar, Islamic Azad University, Garmsar Branch, Page: 1014.
30. Sahin, K. and O. Kucuk. 2003. Zinc supplementation alleviates heat stress in Japanese quail, *Journal of Nutrition*, 133, 2808-2811.
31. Sahin, N., M. Onderic and K. Sahin. 2002. Effects of dietary chromium and zinc on egg production, egg quality and some blood metabolites of laying hens reared under low ambient temperature. *Biological Trace Element Research*, 85: 47-58.
32. Sahraei, M. and H. Janmohammadi. 2016. Estimation of relative bioavailability of different zinc source in broiler chickens fed by semi-purified diets. *Research on Animal Production*, 6: 19-27.
33. Soleimani, S., A. Farzinpour, S. Farshad and A. Karimi. 2016. The effects of zinc oxide nanoparticles on liver, kidney and pancreatic function in Japanese quail. *Animal Science Researches*, 26: 151-166.
34. Soroush, Z., S. Salari, M. Sari, J. Fayazi and S. Tabatabaii. 2015. Effects of different levels of zinc on performance, egg quality traits and some blood parameters of laying hens. *Research on Animal Production*, 6: 19-27.
35. Stratmeyer, M.E., P.L. Goering, V.M. Hitchins and T.H. Umbreit. 2010. What we know and don't know about the bioeffects of nanoparticles: developing experimental approaches for safety assessment. *Biomedical Microdevices*, 12: 569-573.
36. Sunder, G.S., A.K. Panda, N.C. Gopinath, S.V. Rama Rao, M.V.L. Raju, M.R. Reddy and C.V. Kumar. 2008. Effects of higher levels of zinc supplementation on performance, mineral availability, and immune competence in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 17: 79-86.
37. Swiatkiewicz, S. and J. Koreleski. 2008. The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. *Veterinarni medicina*, 53(10): 555-563.
38. Tabatabaie, M.M., H. Aliarab, A.A. Saki, A. Ahmadi and S.A. Hosseini Siyar. 2007. Effect of different sources of zinc on egg quality and hen performance. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10: 3476-3478.
39. Uyanik, F., M. Eren and G. Tuncoku. 2010. Effects of supplemental zinc on growth, serum glucose, cholesterol, enzymes and minerals in broiler. *Pakistan Journal of Biological Scienc*, 4: 745-747.
40. Walsh, C.T.H.H. Sandstead, A.S. Prasad, P.M. Newberne and P.J. Fraker. 1994. Zinc: health effects and research priorities for the 1990S. *Environ. Health Perspect*, 102 (suppl.2): 5-46.
41. Yogesh, K., H.P. Chandra Deo, A.B. Shrivastava and W. Ashutosh. 2013. Growth performance, carcass yield, and immune competence of broiler chickens as influenced by dietary supplemental Zinc sources and levels. *Agriculture Research*, 2(3): 270-274.

Effects of Different Zinc Sources on Productive Performance and Egg Quality, Blood Parameters and Immune Response in Japanese Layer Quail

Amir Karimi¹, Seyed Kazem Hosseini², Zabihollah Nemati³ and Mohammad Reza Sheikhlou³

1- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Ahar Agriculture & Natural Resources, University of Tabriz (Corresponding author: pekarimi@tabrizu.ac.ir)

2 and 3- M.Sc. Student and Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Ahar Agriculture & Natural Resources, University of Tabriz

Received: October 22, 2017

Accepted: March 14, 2018

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of different sources of zinc on performance, egg quality, and immune system and blood parameters of Japanese laying quails. Total of 160 layer quails were allocated in 4 treatments include: 1) Basic diet as control, 2) Basic diet + 50 mg zinc/kg of diet from nano zinc oxide (n-ZnO), 3) Basic diet + 50 mg zinc/kg of diet from Availa-Zn as organic source (Availa-Zn) and 4) Basic diet + 50 mg zinc/kg of diet from zinc oxide as inorganic source (ZnO) in a completely randomized design with 4 replicates. Commercial traits included feed intake (FI) Feed conversion ratio (FCR) egg production; Egg quality characteristics were weekly evaluated. Different sources of zinc didn't show the significant effects on feed intake, haugh unit, egg weight and production ($P>0.05$). But Availa-Zn and n-ZnO improved FCR as compared to control ($P<0.05$). Eggshell thickness was higher in Availa-Zn group than other experimental groups ($P<0.05$). There were significant differences in yolk index, eggshell resistance and yolk color of n-ZnO versus control group ($P<0.05$). The toe web swelling reaction as the immune response was significantly higher in n-ZnO than control group at 24 hours post-injection of PHA-P ($P<0.05$). Different blood parameters of hepatic enzymes (alkaline phosphatase, alanine transferase, aspartate aminotransferase) and biochemical parameters (cholesterol, triglyceride, HDL, LDL) were not affected by experimental treatments ($P<0.05$). According to the results, it seems addition of Availa-Zn can improve the egg quality and performance of Japanese layer quails in comparison with the nano and mineral forms zinc supplementation.

Keywords: Zinc Oxide, Availa-Zn, Nano Zinc Oxide, Layer Quails