دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

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

امیرکریمی[۱]، سید کاظم حسینی[۲]، ذبیح اله نعمتی[۳] و محمدرضا شیخلو[۳]

۱- استادیار، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، (نویسنده مسوول: pekarimi@tabrizu.ac.ir)
۲ و 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 ٤ تیمار، ٤ تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار تقسیم شدند. گروه‌های آزمایشی عبارت بودند از: ۱-جیره پایه، ۲-جیره پایه به‌علاوه ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع نانو اکسید روی، ۳- جیره پایه به‌علاوه ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع آویلا-روی، به‌عنوان روی آلی، ٤- جیره پایه به‌علاوه ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع اکسید روی به‌عنوان منبع معدنی روی. صفات عملکردی شامل خوراک مصرفی، درصد تولید، وزن تخم و ضریب تبدیل خوراکی بود و نیز فراسنجه‌های کیفی تخم به‌صورت هفتگی ثبت و درکل دوره محاسبه شد. نتایج نشان داد منابع مختلف روی تأثیر معنی‌داری بر درصد تولید، میانگین وزن تخم، توده تخم، خوراک مصرفی و واحد هاو نداشت (p>۰/۰۵). اما افزودن منابع آلی، نانو و اکسید روی در مقایسه با شاهد سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی شد (p<۰/۰۵). گروه مصرف‌کننده روی آلی از نظر ضخامت پوسته تخم نسبت به سایر گروه‌ها برتری داشت (p<۰/۰۵)، بیشترین کیفیت شاخص زردە، مقاومت پوسته و نیز رنگ زردە نسبت به سایر گروه‌ها در گروه مصرف‌کننده نانواکسید روی حاصل شد (p<۰/۰۵). پاسخ ایمنی بافتی در زمان ٢٤ ساعت پس از تجویز فیتوهماگلوتینین در گروه مصرف‌کننده نانو اکسید روی نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (p<۰/۰۵) اما با سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون (کلسترول، تری‌گلیسرید، HDL، LDL) و نیز آنزیم‌های کبدی (آلکالین فسفاتاز، آلانین ترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (p>۰/۰۵). 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، آویلا-روی، نانو اکسید روی، بلدرچین تخم‌گذار

مقدمه

امروزه ترکیب و نوع جیره‌های غذایی، به‌ویژه مواد معدنی در خوراک جهت افزایش بازده اقتصادی 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، الکل دهیدروژناز، DNA پلیمراز، RNA پلیمراز، کربوکسی‌پپتیداز 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 اپیتلیال، 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 ناهنجاریِ استخوان، عدم توانایی در ایستادن و مصرف آب و خوراک را نام برد (۲۹). احتیاجات روی بلدرچین بالغ بین ۲۵ 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 ۷۰-۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم ماده خشک است. منابع پروتئین حیوانی مثل پودر گوشت و پودر ماهی غنی‌ترند و حاوی ۱۲۰-۸۰ گرم روی در کیلوگرم ماده خشک می‌باشند، دو عامل فیتات‌ها و کلسیم بالا در مواد خوراکی باعث کاهش جذب روی می‌شود و این درحالی است که با افزایش روی مصرفی در جیره کیفیت پوسته و تخمهای تولیدی در طیور تخم‌گذار افزایش می‌یابد (۳۴). مطالعات نشان داده است که منابع آلیِ 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 این‌که سولفات روی در آب حلالیت بیشتری دارد، با این حال اسید نمک (سولفات) با ترغیب یون‌های فلزی به تشکیل رادیکال‌های آزاد می‌تواند منجر به تخریب ساختار ویتامین‌ها، دژنراسیون چربی‌ها و روغن‌ها شده و از ارزش غذایی جیره بکاهد (۲۶). 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 تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ، غذای مصرفی، و بازده تفاوت معنی‌داری 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 غشاهای سلولی به فضاهای زیستی دسترسی پیدا کرده و تأثیرات بیشتری برجای

گذارند (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 کاملا 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 نانواکسید روی) ، ۳) گروه مصرف کننده روی آلی (جیره پایه + ۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره از منبع آویلا–روی (آویلا–روی۱۲۰، 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 به‌صورت دستی تهیه و با هم مخلوط شدند. تغذیه پرندگان به‌صورت اختیاری با جیره‌ای بر پایه ذرت–سویا، طبق نیازهای توصیه شده بلدرچین در جدول انجمن ملی تحقیقات آمریکا ۱۹۹۴ (۲۵) انجام شد (جدول ۱).

برای اندازه‌گیری صفات مربوط به عملکرد شامل: وزن تخم بلدرچین، مصرف خوراک، درصد تولید و ضریب تبدیل خوراک، در طول مدت آزمایش تعداد تخم، وزن خوراک مصرفی، 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):

(تعداد بلدرچین‌های هر واحد آزمایشی/تعداد تخم بلدرچین‌های هر واحد آزمایشی) ×۱۰۰ = درصد تولید روزانه

رابطه (۲):

توده تخم بلدرچین هر واحد آزمایشی/ خوراک مصرفی هر واحد آزمایشی= ضریب تبدیل خوراک هر واحد آزمایشی

رابطه (۳):

(میانگین وزن تخم بلدرچین×درصد تولید) /۱۰۰ = توده تخم بلدرچین هر واحد آزمایشی

در پایان هر هفته ۶ عدد تخم بلدرچین به‌طور 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.

جدول ۱– اقلام خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره غذایی بلدرچین‌های تخم‌گذار

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

اقلام خوراکی جیره	(%)
ذرت	۵۸/۹
کنجاله سویا	۳۰
روغن سویا	۳/۲
دی کلسیم فسفات	۱/۲
کربنات کلسیم	۵/۷
متیونین	۰/۲
مکمل ویتامینی[۱]	۰/۲۵
مکمل معدنی[۲]	۰/۲۵
نمک	۰/۲
جوش شیرین	۰/۱
ترکیب شیمیایی جیره	
انرژی متابولیسمی (Kcal/kg)	۲۹۰۰
پروتئین خام (%)	۱۸
متیونین (%)	۰/۴۷
لیزین (%)	۱/۰۸
کلسیم (%)	۲/۵
فسفر قابل دسترس (%)	۰/۶
روی (mg/Kg)	۱۹/۳۹

۱– هرکیلوگرم مکمل ویتامینی شامل: ویتامین A ۳۶۰۰۰۰۰واحد بین‌المللی، ویتامین D3 ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۷۲۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین B1 ۷۲۰ میلی‌گرم، ویتامین B2 ۲۶۴۰ میلی‌گرم، اسید پانتوتنیک ۴۰۰۰ میلی‌گرم،اسید نیکوتنیک ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B6 ۱۲۰۰ میلی‌گرم، اسید فولیک ۴۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B12 ۶ میلی‌گرم، ویتامین K3 ۸۰۰ میلی‌گرم، بیوتین ۴۰ میلی‌گرم، کولین کلراید ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم و آنتی اکسیدان ۴۰۰۰۰ میلی‌گرم.

۲– هرکیلوگرم 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 ید، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم.

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):

۱۰۰ × (عرض زرده / ارتفاع زرده) = شاخص زرده

برای محاسبه وزن نسبی پوست، 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 به‌مدت ۴۸ ساعت در آون خشک و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد.

مقاومت پوسته به وسیله دستگاه مقاومت سنج پوسته تخم OSK13473, Ogava seiki Co. Ltd در کلیه تخم‌های بلدرچین برداشته شده در انتهای هفته یک گروه آزمایشی انجام و میانگین آن به عنوان مقاومت پوسته در نظر گرفته شد، واحد این فراسنجه 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 ایمنی سلولی در پایان دوره پرورش تعداد ۲ پرنده از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و بارنگ بال مشخص شده و محلول فیتوهماگلوتینین (PHA-P) به میزان ۰/۱ میلی لیتر بین پرده پای چپ تزریق شد. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات سالین به عنوان شاهد بین پرده پای راست تزریق شد و به منظور ارزیابی پاسخ ایمنی سلولی اختلاف ضخامت پای چپ و راست در زمان‌های۰، 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):

شاخص تحریک PHA-P = محل ضخامت – PBS

محل ضخامت

در انتهای دوره آزمایشی از هر قفس ۲ پرنده کشته و نمونه‌های خون از سیاهرگ گردن درون لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد 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 شدند. برای اندازه‌گیری پارامترهای خونی شامل کلسترول و تری گلیسرید و لیپوپروتئینهای با چگالی بالا (HDL)[1] و پایین (LDL)[2] و آنزیم‌های کبدی آلانین آمینوترانسفراز (ALT)[3]، آلکالین فسفاتاز (ALP)[4] و آسپارتات آمینوترانسفراز (AST)[5] از کیت‌های مربوطه ساخت شرکت پارس آزمون استفاده و با کمک دستگاه خوانش‌گر الایزا اندازه‌گیری انجام شد.

مدل آماری مورد استفاده برای داده‌های حاصل از فراسنجه‌های تخم‌های تولیدی و کیفی آنها با روش آنالیز واریانس برای داده‌های تکرارشونده (رابطه ۷) و برای سایر صفات شامل فراسنجه‌های خونی و... 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):

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

در این رابطه μ: میانگین جمعیت، T_i: اثر تیمار آزمایشی، W_j: اثر دوره، TW_{ij}: اثر متقابل تیمار و دوره، $Ø_{k(ji)}$: اثر تصادفی حیوان آشیان شده در هر تیمار و E_{ijkm}: اثر اشتباه 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 ام 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 خوراک مصرفی و وزن تخم تولیدی نداشت ($P>۰/۰۵$). نتایج مطالعه حاضر با مطالعه صحرایی 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 خوراک می‌شود، مطابقت ندارد. البته باید مدنظر داشت که گونه و نوع حیوان مورد آزمایش نیز می‌تواند در تفاوت نتایج تأثیر گذار باشد (۳۱). از طرف دیگر به نظر می‌رسد اقلام خوراکی به کار رفته در تهیه جیره‌های پایه از قبیل ذرت و سویا باعث خوشخوراکی و ایجاد بافتی مناسب می‌گردد که نهایتا می‌تواند منجر به تحریک مصرف خوراک شود و افزودن سطوح مختلف عنصر روی تأثیری بر اشتها نداشته و نهایتا باعث عدم تفاوت آماری در مصرف خوراک بین گروه‌ها شده باشد (۳۲). با توجه به جدول ۲ مشخص می شود که فراسنجه‌های تولید و درصد تولید تخم نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش شامل اشکال مختلف روی مصرفی قرار نگرفت ($P>۰/۰۵$). 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 پاولیک و کرشگسنر (۲۷) مطابقت ندارد.

1- High density Lipoprotein
2- Low density Lipoprotein
3- Alanine aminotransferase
4- Alkaline phosphatase
5- Aspartate transaminase

جدول ۲- تأثیر منابع مختلف روی مکمل‌سازی 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

صفات مورد بررسی	گروه‌های آزمایشی				SEM	P value
	شاهد	نانواکسید روی	روی-پروتئینات	اکسید روی		
وزن تخم (*gr*)	۱۳/۰۰۶	۱۳/۶۶	۱۲/۶۹	۱۲/۷۲	۰/۱۲۷	۰/۱۹۲
توده تخم	۹/۷۵	۱۱/۲۵	۱۱/۷۵	۱۰/۵	۰/۵۶۴	۰/۷۴۱
درصد تولید	۷۵	۸۲/۵	۹۲/۵	۸۵	۳/۳۲	۰/۲۲۴
خوراک مصرفی	۳۱/۱۴	۳۱/۹۶	۳۱/۹۷	۳۲/۳۳	۰/۲۶۹	۰/۴۶
ضریب تبدیل غذایی	^{a}۳/۱۹	^{b}۲/۸۳	^{b}۲/۷۰	^{ab}۳/۰۷	۰/۰۲۸	۰/۰۰۵

اعدادی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت علامت‌گذاری شده‌اند دارای اختلاف معنی‌داری هستند (p<۰/۰۵).

بهترین ضریب تبدیل خوراکی در گروه مصرف کننده آویلا-روی مشاهده شد (p<۰/۰۵) و ضریب تبدیل خوراکی در گروه شاهد نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی بجز گروه مصرف‌کننده روی معدنی (اکسید روی) بطور معنی‌داری بالاتر بود (p<۰/۰۵). این در حالی است که این نتایج با مطالعه بارتلت 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 سروش 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 هاو، وزن نسبی سفیده و زرده مشاهده نشد (p>۰/۰۵). نظر محققان بر این عقیده است که مکمل نمودن روی به دلیل نقش آن در رسوب 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=۰/۰۶۹ 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=۰/۰۶۹ حاصل گردید. نظر محققین بر این عقیده است که مکمل نمودن روی به دلیل نقش آن در رسوب آلبومین در مگنوم و تولید سفیده تخم‌مرغ، 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.

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

فراسنجه	گروه‌های آزمایشی				SEM	P-value
	شاهد	نانواکسید روی	روی-پروتئینات	اکسید روی		
واحدهاو	۸۷/۶۹	۸۸/۰۴	۸۸/۸۵	۸۸/۰۴	۰/۱۵۷	۰/۰۶۹
شاخص زرده	۴۵/۸۳^{b}	۴۷/۸۱^{a}	۴۶/۷۵^{ab}	۴۶/۲۹^{a}	۰/۲۰۹	۰/۰۰۰۷
رنگ زرده	۵/۰۶^{b}	۵/۴۳^{a}	۵/۳۵^{a}	۵/۲۶^{a}	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱
ضخامت پوسته	۰/۲۰۳^{b}	۰/۲۰۷^{a}	۰/۲۱۴^{b}	۰/۲۰۵^{b}	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰۳
مقاومت پوسته	۴/۲۶^{b}	۴/۸۹^{a}	۴/۴۹^{b}	۴/۳۵^{b}	۰/۰۵۸	۰/۰۰۱
درصد تخم‌های شکسته	۱/۲۷	۰/۰۹۹	۰/۶۳	۰/۲۳۸	۰/۲۸	۰/۲۴۷
وزن نسبی پوسته	۷/۶۱	۷/۵۹	۷/۶۷	۷/۵۶	۰/۰۲۷	۰/۵۸۴
وزن نسبی سفیده	۶۰/۹	۶۰/۴۶	۶۰/۵۴	۶۰/۶۱	۰/۱۱۷	۰/۵۶۱
وزن نسبی زرده	۳۱/۴۸	۳۱/۹۵	۳۱/۷۹	۳۱/۸۳	۰/۱۱۴	۰/۵۲۶

اعدادی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت علامت‌گذاری شده‌اند دارای اختلاف معنی‌داری هستند (p<۰/۰۵).

بهترین کیفیت شاخص زردی و رنگ زرده در گروه مصرف‌کننده نانواکسید روی نسبت به گروه شاهد مشاهده شد (p<۰/۰۵). البته شایان ذکر است که تمام گروه‌های مصرف کننده مکمل معدنی روی نسبت به گروه شاهد دارای رنگ زرده بهتری بودند (p<۰/۰۵). نتایج مطالعه حاضر در عدم مطابقت با مطالعات سروش و همکاران (۳۴) و نوبخت (۲۴) در استفاده از سطوح مختلف مکمل‌های معدنی بر شاخص رنگ تخم‌های تولیدی قرار داشت. اما هم راستا با نتایج مطالعه نامرا و همکاران (۲۳) می‌باشد. محققان مذکور بیان کردند که شاخص رنگ در تیمارهای حاوی سطوح متفاوت روی نسبت به تیمار شاهد بطور معنی‌داری بالاتر بود، آنها همچنین 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 مصرف‌کننده آویلا–روی به‌عنوان گروه مصرف‌کننده روی آلی نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی (به‌ویژه شاهد) بالاتر بود (p<۰/۰۵) و استحکام پوسته در گروه مصرف‌کننده نانو اکسید روی بالاتر از سایر گروه‌های آزمایشی (به‌ویژه شاهد) بود (p<۰/۰۵). 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 مصرف‌کننده آویلا–روی بعنوان منبع روی آلی نسبت به گروه شاهد و بیشترین استحکام پوسته نیز در گروه مصرف‌کننده نانو اکسید روی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد (p<۰/۰۵). 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 کلسیم پوسته و بهبود فراسنجه‌های کیفی و پوسته تخم می‌شود. همچنین 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 معدنی شدن پوسته روی بعنوان یک ماده معدنی موثر در کیفیت پوسته شناخته می‌شود (۲۰). لذا روی اثر مثبتی بر بهبود 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 تخم‌مرغ را کاهش داده است (۲۶) زیرا روی با حضور در ساختار آنزیم کربنیک آنهیدراز رسوب کلسیم و کیفیت پوسته را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۹) همچنین از طرف دیگر روی کوفاکتور مورد نیاز آنزیم کراتیناز می‌باشد که در شکل‌گیری غشای پایه پوسته موثر است (۲۹).

نتایج پاسخ ایمنی بافتی در زمان ۲۴ ساعت پس از تجویز فیتوهماگلوتینین در گروه مصرف‌کننده نانواکسید روی نسبت به شاهد بطور معنی‌داری بالاتر بود (p<۰/۰۵)، اما با سایر گروه‌های تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). ساندر و همکاران (۳۶) گزارش کردند که پاسخ ایمنی سلولی و هومورال در طیور گوشتی تغذیه شده با مکمل ۸۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خوراک مصرفی یا بیشتر بطور معنی‌داری بالاتر از از طیوری بود که با سطح کمتر از ۸۰ میلی‌گرم تغذیه شده بودند. منانجی و همکاران (۲۱) دریافتند که افزودن ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره 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 گوسفند در ۷ روز پس از تزریق گردید هر چند اثر روی دو روز پس از تزریق آنتی‌بادی اختصاصی گلبولهای قرمز گوسفند 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 سنتز DNA و متعاقب آن کاهش قابلیت تکثیر گلبول‌های سفید T و B از عواقب آن بوده و در نتیجه کمبود روی مسئول تهاجم عوامل بیگانه است (۲۸). مشخص‌شده است که کمبود روی منجر به افزایش حساسیت در مقابل بیماری‌های عفونی می‌شود که نشان‌دهنده اهمیت روی در سیستم ایمنی می‌باشد. نشان داده‌شده است که حتی کمبود روی می‌تواند منجر به نقص در سطوح مختلف دفاع میزبان از اولین سد دفاعی بدن یعنی پوست تا ایمنی هومورال و سلولی گردد (۴۰).

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 فیتوهماگلوتینین	گروه‌های آزمایشی				SEM	P–value
	شاهد	نانواکسید روی	روی–پروتئینات	اکسید روی		
ساعت تجویز	۰/۰۱۸۷	۰/۰۲۸۷	۰/۰۱۲۵	۰/۰۶۲۵	۰/۰۰۹	۰/۲۸۸
ساعت ۸	۰/۲۶۲۵	۰/۳۸۷۵	۰/۳۱۲۵	۰/۲۵	۰/۰۳۰۸	۰/۳۹۶۷
ساعت ۲۴	۰/۳۱۲۵^{b}	۰/۶۶۲۵^{a}	/۵۵^{a}	۰/۵۲۵^{ab}	۰/۰۳۶۷	۰/۰۱۷۹
ساعت ۴۸	۰/۲۶۸۷	۰/۲۰۶۲	۰/۳۱۸۷	۰/۳۳۱۲	۰/۰۳۱	۰/۶۵۶

اعدادی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت علامت‌گذاری شده‌اند دارای اختلاف معنی‌داری هستند (p<۰/۰۵).

روی در واکنش‌ها غیرکووالانت اجزا سیتوپلاسمی به‌وسیله تیروزین کیناز، یک پروتئین ضروری در مراحل اولیه فعالیت لنفوسیت‌ها، شرکت می‌کند (۴۰) که این اثر دلیل بهبود تولید و عملکرد لنفوسیت‌ها 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 لنفوسیت‌های T چسبیده و باعث بلوغ و فعالیت لنفوسیت‌های T می‌شود. روی از طریق زنجیره‌های جانبی آسپارژین و گروه‌های هیدروکسیل به تیمولین باند می‌شود. باند شدن روی منجر به یک تغییر ساختاری می‌شود که فرم فعال تیمولین را تشکیل می‌دهد (۸). ازاین‌رو، روی موجود در جیره ممکن است افزایش فعالیت تیمولین و به دنبال آن بلوغ و فعالیت مطلوب لنفوسیت‌های 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 وابسته است به‌طوری‌که تغییرات 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 بیوشیمیایی وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). نتایج این تحقیق با مطالعه سلیمانی و همکاران (۳۳) مطابقت دارد. آنها در آزمایشی بر بلدرچین‌های ژاپنی گزارش کردند که افزودن نانو ذرات اکسید روی به جیره دارای تأثیر معنی‌داری بر غلظت سرمی آسپارتات آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز، تری گلیسرید و سایر فراسنجه‌های خونی در گروه‌های مختلف آزمایشی نمی‌باشد. اما با مطالعه احمدی و همکاران (۲) مطابقت ندارد ندارد؛ آنها بیان کردند نانو اکسید روی (۶۰ و ۹۰ میلی‌گرم در جیره) باعث کاهش معنی‌داری در آلکالین فسفاتاز، مالونیل دی آلدئید، آسپارتات آمینو ترانسفراز، آلانین آمینو ترانسفراز، HDL سرم و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی 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 مختلف روی تأثیری بر HDL سرم مرغ‌های تخم‌گذار نداشت اما باعث کاهش معنی‌داری در میزان کلسترول، تری گلیسرید و LDL سرم شد. همچنین ایانیک و همکاران (۳۹) در مطالعه خود با استفاده از سطوح صفر، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در تغذیه جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند که روی موجب کاهش معنی‌دار گلوکز و کلسترول سرم گردید به طوریکه بالاترین سطح روی، پایین‌ترین غلظت گلوکز را نشان داد. همچنین ساهین و همکاران (۳۰) بیان کردند مکمل سولفات روی (۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره) و کروم باعث بهبود عملکرد انسولین و کاهش کورتیکوسترون، گلوکز سرم و کلسترل نسبت به گروه کنترل شد. در مطالعه دیگری نیز احمدی و همکاران (۱) بیان کردند مکمل نانو روی (۳۰ تا ۹۰ میلی‌گرم) باعث کاهش معنی‌داری در سطح چربی با چگالی پایین تری‌گلیسرید و کلسترول سرم و افزایش چربی با چگالی بالا شد.

میزان کلسترول سرم در اغلب پرندگان، 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 نهایتا افزایش دسترسی سلول‌های بدن نسبت داده شد. نانو ذرات اکسید روی در بدن با قرار گرفتن در معرض سلول باعث آسیب اکسیداتیو و التهاب در سلول‌های اندوتلیال عروق می‌شود (۳۳). عدم تفاوت معنی‌دار در فراسنجه‌های 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 مکمل‌سازی جیره بلدرچین‌های تخم‌گذار با منابع روی باعث بهبود فراسنجه‌های تولیدی تخم و افزایش کیفیت آن می‌گردد و بین اشکال مختلف روی مصرفی، آویلا–روی در مقایسه با اشکال نانو و معدنی دارای برتری نسبی می‌باشد.

جدول ۵– فراسنجه‌های خونی بلدرچین‌های تخم‌گذار تغذیه شده با منابع مختلف روی در سن ۱۹ هفتگی

Table 5. Biochemical blood parameters of layer quails fed with different Zinc sources at in 19 weeks of age

فراسنجه‌های خونی	گروه‌های آزمایشی				SEM	P–value
	شاهد	نانواکسید رو	روی–پروتئینات	اکسید روی		
آنزیم‌های کبدی						
آسپارتات آمینوترانسفراز (U/dl)	۲۸/۲۳	۳۲/۶۳	۲۹/۴۹	۳۱/۰۶	۰/۷۵۷	۰/۲۶۶
آلانین آمینوترانسفراز (U/dl)	۹/۲	۸/۵۱	۷/۶۴	۹/۱۶	۰/۲۹۳	۰/۲۷۷
آلکالین فسفاتاز (U/dl)	۱۲۲/۰۳	۱۰۹/۸۳	۱۱۲/۳۷	۱۱۰/۳	۳/۳۴۴	۰/۵۵۹
فراسنجه‌های بیوشیمیایی Biochemical parameters						
تری گلیسرید(mg/dl)	۱۱۴/۱۱	۱۲۱/۵۸	۱۱۸/۳۷	۱۲۵/۹۱	۴/۰۶	۰/۷۷۳
کلسترول(mg/dl)	۱۶۳/۱	۱۶۹/۴۲	۱۷۹/۷۶	۱۷۹/۶۹	۲/۸۴۶	۰/۲۳۲
HDL (mg/dl)	۶۹/۳۶	۶۸/۰۲	۷۵/۸۹	۷۳/۱۷	۲/۳۴	۰/۶۳۹
LDL (mg/dl)	۶۴/۶۴	۶۹/۱۹	۶۹/۶۵	۷۴/۳۸	۲/۹۶۵	۰/۷۲۳

اعدادی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت علامت‌گذاری شده‌اند دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($p<۰/۰۵$).

منابع

1. Ahmadi, A., Y. Ebrahimnezhad, N. Maheri sis 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.
2. Ahmadi, F., Y. Ebrahimnezjad, J. Ghiasi ghalehkandi and N. Maheri Sis. 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).
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Kazemi-fard, M., S. Yousefi, M. Rezaei, B. Shohre and T. Saberifar. 2017. Effect of L-Argenine on productive performance, eggquality parameters, blood and hormone parameters of laying hens in late-phase of production. Research on Animal Production, 8: 11-17.
11. 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.
12. Gheisari, A., A. Sanei, A. Samie, M.M. Gheisari and M. Toghyani. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Kaya, S., H.O. Mucaliar, S.F. Haliliglu 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.
17. Khajaren, J., S. Khajaren, C.J. Rapp, T.A. Ward, J.A. Jahnson 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.
18. 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.
19. 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.
20. Mabe, I., C. Rapp, M.M. Bain and Y. Nyss. 2003. Supplementation of a corn-soy bean meal diet with manganese, cupper, and zinc from organic or inorganic source improve eggshell quality in aged laying hens. Journal of Poultry Science, 82: 1903-1913.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. NRC (National Research Council). 1994. Nutrient requirement of poultry 9 edition, National Academy of Science, Washington, D.C.
26. 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 Karimi[1], Seyed Kazem Hosseini[2], Zabihollah Nemati[3] and Mohammad Reza Sheikhlou[3]

1- Assistant Profeesor, 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 Profeesor, 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 charctresitics 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