دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

اثرات نانو ذرات اکسید روی بر صفات عملکرد، شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ و وضعیت پاداکسندگی مرغ‌های تخم‌گذار

امیر جوادی‌فر[۱]، سید جواد حسینی واشان[۲]، محمدباقر منتظر تربتی[۳] و یاسمن شمشیرگران[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد پرورش و مدیریت تولید طیور دانشگاه بیرجند
۲- دانشیار تغذیه طیور دانشگاه بیرجند، (نویسنده مسوول: jhosseiniv@birjand.ac.ir)
۳- استادیار ژنتیک و اصلاح دام دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۹۹/۱/۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۸
صفحه: ۱ تا ۱۰

چکیده

به‌منظور تعیین اثرات نانوذرات اکسید روی بر عملکرد، شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ و وضعیت پاداکسندگی مرغ‌های تخم‌گذار، آزمایشی با ۹۶ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه بونز در اوج تولید (۲۹-۳۷ هفته) در قالب طرح کاملاً تصادفی حاوی ۳ تیمار با ٤ تکرار و ۸ قطعه مرغ در هر تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل گروه شاهد (بدون افزودنی) و گروه شاهد همراه با دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نانواکسید روی بر کیلوگرم جیره بودند. پرندگان در طی ۸ هفته آزمایش با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. یافته‌ها نشان دادند که مکمل نانواکسید روی باعث افزایش گرم تخم‌مرغ تولیدی (۳۵-۳۲ هفتگی) و کاهش مصرف خوراک (۳۱-۲۸ هفتگی) در مقایسه با شاهد شد. با افزایش مکمل نانواکسید روی، واحد هاو در هفته‌های ۳۱ و ۳۵ و صفات کیفی پوسته تخم مرغ شامل مقاومت پوسته (در ۳۱ و ۳۵ هفتگی) و وزن مخصوص و وزن نسبی پوسته تخم‌مرغ (در ۳۵ هفتگی) در مقایسه با شاهد افزایش یافت (p<۰/۰۵). غلظت پروتئین تام، لیپوپروتئین با چگالی بالا، آهن خون و عیار پادتن بر ضدنیوکاسل تحت تاثیر سطح مکمل نانواکسید روی قرار نگرفت. استفاده از مکمل نانوذرات اکسید روی سبب کاهش غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی پایین، غلظت مالون دی‌آلدئید خون و زرده و میزان فعالیت آنزیم آلانین ترانس‌آمیناز شد (p<۰/۰۵). استفاده از مکمل نانوذرات اکسید روی باعث افزایش عیار پادتن بر ضدآنفلوآنزا و افزایش غلظت روی در خون شد (p<۰/۰۵). نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از سطح ۲۰۰ میلی‌گرم مکمل نانوذرات اکسید روی در جیره مرغ تخم‌گذار باعث بهبود شاخص‌های عملکردی، واحد هاو، کیفیت پوسته تخم‌مرغ، کاهش لیپیدهای خون و پاسخ ایمنی در مرغ‌های تخم‌گذار شد.

واژه‌های کلیدی: درصد تولید تخم‌مرغ، کلسترول، کیفیت پوسته تخم مرغ، نانو روی، واحد هاو

مقدمه

پرندگان به‌منظور انجام فعالیت‌های حیاتی خود شامل فعالیت‌های پایه، نگهداری، تولیدمثل، رشد و تولید اقتصادی گوشت و تخم‌مرغ، علاوه‌بر نیاز به درشت مولکول‌ها شامل ترکیبات کربوهیدراتی پروتئینی و چربی، به مواد ریزمغذی شامل ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌نیاز احتیاج وافری دارند (۳۲). به‌منظور تامین احتیاجات مواد معدنی شامل عناصر پرمصرف و عناصر کم مصرف به‌طور عمده از نمک‌های معدنی به‌صورت اکسید، سولفات، کربنات و یا ترکیب مواد معدنی با اسیدآمینه در جیره غذایی استفاده می‌شود. از جمله مواد معدنی کم‌نیاز با اهمیت بالا و موثر در بسیاری از فعالیت‌های حیاتی پرنده عنصر روی است که می‌تواند در افزایش عملکرد رشد و تولیدی طیور نقش مؤثری داشته باشد (۲۲). بسیاری از آنزیم‌های فعال در سامانه‌های عملکردی، فیزیولوژیکی، گوارشی و عصبی پرنده به عنصر روی به‌عنوان کوفاکتور نیاز دارند و کمبود آن می‌تواند باعث اخلال در عملکرد سامانه ایمنی به‌ویژه ایمنی سلولی شود (۳۱). بیشتر جیره‌های طیور تجاری بر پایه ذرت و سویا هستند که نمی‌توانند به‌میزان کافی مواد معدنی مورد نیاز پرنده را فراهم کنند. همچنین به‌دلیل وجود مواد ضد تغذیه‌ای مثل فیتات، بخشی از مواد معدنی جیره از دسترس پرنده خارج می‌شود (۳۲). بنابراین روی به‌دلیل نقش‌های فراوان متابولیکی و محدودیت در قابلیت ذخیره در بدن، باید به‌صورت مکمل به جیره حیوانات افزوده شود، البته هر گونه کاهش یا افزایش آن می‌تواند باعث کاهش عملکرد حیوان شود (۲۳). در مرغ‌های تخم‌گذار با توجه به این‌که بازده اقتصادی گله همبستگی بالایی با عواملی همانند افزایش تولید تخم‌مرغ، بهبود کیفیت پوسته تخم‌مرغ، کاهش ضریب تبدیل غذایی و سلامت گله دارد باید به نقش حیاتی مواد معدنی در فرآیندهای متابولیکی بدن، سلامت گله و فرآیند تولید تخم‌مرغ توجه ویژه داشت (۲۰).

نانو لغتی یونانی به‌معنای بسیار ریز و کوچک است (۲۳) نانومتر، "$۱۰^{-۹}$ متر"، یعنی یک میلیونیم میلی‌متر یا $۱۰^{-۹}$ متر، مقیاس مشخصه مولکول‌های نانو است، یعنی گروهی از اتم‌ها که توسط پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند (۲۳). به‌دلیل اندازه کوچک، نانو ذرات می‌توانند از جریان خون وارد سیستم لنفاوی و در نهایت وارد بافت‌ها و سلول‌های هدف در بدن شده و در ساختار بافت‌ها به‌کار روند (۳). کاهش اندازه ذرات در مقیاس نانو و افزایش نسبت سطح به حجم در ترکیبات نانو، سبب شده است تا سطح تماس این ترکیبات با سایر مولکول‌های زیستی افزایش‌یافته و فعل‌وانفعالات شیمیایی این مواد با مولکول‌های آلی و غیرآلی در بدن به‌طور متفاوتی صورت گیرد که در بسیاری از موارد هنوز ناشناخته است (۱۶). محققان نشان دادند که با تغییر در ترکیب رژیم

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]

غذایی طیور می‌توان ترکیبات مغذی تخم پرنده را تغییر داد (۲۱؛ ۳۵).

روی اثر مثبتی بر تولید تخم‌مرغ در مرغ‌های مادر گوشتی و تخم‌گذار دارد و سبب بهبود اندازه، کیفیت پوسته و تولید تخم‌مرغ می‌شود (۲۲). عنصر روی از اجزای اصلی آنزیم کربنیک آنهیدراز بوده که در تهیه یون بی‌کربنات در طی فرآیند تشکیل پوسته تخم مرغ نقش دارد و کمبود این آنزیم منجر به ترشح کمتر یون بی‌کربنات (یون اصلی مورد نیاز جهت رسوب کلسیم به‌صورت کربنات کلسیم) می‌گردد و باعث کاهش وزن پوسته تخم‌مرغ می‌شود. ماب و همکاران (۱۶) و محمدی و اکبری (۱۸) با بررسی عملکرد ایمنی و وضعیت پاداکسایشی سرم در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های بر پایه گندم حاوی سطوح مختلف نانو ذرات اکسید روی از ۱ تا ۲۱ روزگی نشان دادند که افزودن روی در مقادیر ۶۰ تا ۸۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره، می‌تواند در تقویت پاسخ ایمنی و افزایش مقاومت پاداکسندگی سرم خون جوجه‌های گوشتی مؤثر است. تحقیقات اخیر نشان داده است که افزودن ۶۰ میلی‌گرم نانو روی در کیلوگرم باعث افزایش ضخامت پوسته تخم‌مرغ، هورمون رشد و آنزیم کربنیک آنهیدراز شد (۲۹). احمدی و همکاران (۲) نشان دادند که نانوذرات اکسید روی سبب افزایش وزن بدن، کاهش مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل خوراک جوجه گوشتی می‌شوند و علت آن را به خواص فیزیکی و شیمیایی این ذرات نسبت دادند. در تحقیقات عابدینی و همکاران (۱) مشاهده شد که مصرف مکمل جیره غذایی با نانوذرات اکسید روی کیفیت تخم‌مرغ و پاسخ ایمنی مرغ‌های تخم‌گذار را بهبود داد لذا می‌توان به‌عنوان یک منبع مناسب از مکمل عنصر روی در جیره غذایی طیور استفاده کرد. بنابراین، هدف از این مطالعه تعیین اثرات نانوذرات اکسید روی بر صفات عملکردی، صفات کیفی تخم‌مرغ، شاخص‌های بیوشیمیایی خون، وضعیت پاداکسندگی خون و زرده تخم‌مرغ و پاسخ ایمنی مرغ‌های تخم‌گذار بود.

مواد و روش‌ها

برای این منظور از تعداد ۹۶ قطعه مرغ تخم‌گذار بونز ۲۷ هفته استفاده شد. برای انتخاب مرغ‌های یکنواخت از نظر تولید و همگن‌سازی واحدهای آزمایشی قبل از شروع آزمایش اصلی، تعداد ۱۲۰ قطعه مرغ تخم‌گذار که در سن ۲۷ هفتگی بودند، انتخاب و دوره پیش‌آزمایش به‌مدت یک هفته (با جیره یکسان برای تمامی‌مرغ‌ها) آغاز شد. در این مدت تخم‌های تولیدی هر قفس روزانه جمع‌آوری و ثبت شد. بعد از اتمام دوره پیش‌آزمایش، تعداد ۹۶ قطعه مرغ از مرغ‌های ۲۸ هفته که دارای تولید یکنواختی بودند، برای آزمایش اصلی انتخاب شدند و طول دوره آزمایش اصلی ۸ هفته بود. پرندگان در سالن تجاری ۴ طبقه، قرار داشتند که پرندگان آزمایشی فقط در قفس طبقه دوم قرار داشتند. شرایط محیطی شامل درصد رطوبت، دمای محیط، برنامه نوری و مدیریتی مطابق پیشنهادات دفترچه راهنمای مرغ تخم‌گذار سویه بونز انجام گرفت. در دوره آزمایشی از برنامه نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی استفاده شد. در آزمایش اصلی پرندگان در ۱۲ واحد آزمایشی شامل ۳ تیمار و شامل سه سطح مکمل نانوذرات اکسید روی صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نانواکسید روی بر کیلوگرم جیره، با ۴ تکرار توزیع شدند. در هر واحد آزمایشی ۸ قطعه مرغ با میانگین وزن و تولید مشابه در شروع آزمایش قرار داده شد. نانوذرات اکسید روی مورد نیاز از شرکت پیشگامان نانو مواد ایرانیان (ایران، مشهد) تهیه شد و با توجه به اطلاعات طیف‌نگاری، نانو ذرات اکسید روی با خلوص ۸۰ درصد مورد تایید بود. میزان روی در جیره پایه برابر ۸۷ میلی‌گرم و در جیره‌های حاوی ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نانوذرات اکسید روی به‌ترتیب برابر ۱۶۷ و ۲۴۷ میلی‌گرم روی بود. جیره‌های آزمایشی بر مبنای احتیاجات توصیه شده در دفترچه راهنمای تغذیه سویه بونز و ترکیب شیمیایی مواد خوراکی بر مبنای جداول راهنمای مواد خوراکی انجمن ملی آمریکا (NRC) تنظیم شد (جدول ۱).

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی مواد خوراکی جیره پایه

Table 1. Components and chemical composition of edible food rations

اجزای خوراک	%	ارزش غذایی جیره		واحد
ذرت	۵۸/۳۱	پروتئین خام	۱۷/۵۳	٪
کنجاله سویا	۲۷/۴۸	انرژی قابل سوخت وساز	۲۸۰۰	Kcal/Kg
روغن سویا	۰/۳۰	فسفر قابل جذب	۰/۴۲	٪
کربنات کلسیم	۸/۴۶	کلسیم	۳/۸۳	٪
دی کلسیم فسفات	۱/۲۰	سدیم	۰/۱۵۳	٪
مکمل معدنی	۰/۲۶	کلر	۰/۱۷۲	٪
مکمل ویتامینی	۰/۲۶	پتاسیم	۰/۷۱۸	٪
نمک	۰/۲۰	متیونین + سیستین	۰/۷۶۵	٪
جوش شیرین	۰/۰۵	لیزین	۰/۹۰۴	٪
ویتامین E	۰/۰۱	ترئونین	۰/۷۰۳	٪
ویتامین ب‌کمپلکس	۰/۰۸	تریپتوفان	۰/۲۲۷	٪
متیونین	۰/۲۴	چربی خام	۳/۰۰	٪
لیزین	۰/۰۲	اسید لینولئیک	۱/۳۹	٪
ناتوزیم P	۰/۲۵	کولین کلراید	۰/۱۴۲	٪
زئولیت	۲/۸۸	فیبر	۷/۳۷	mg/kg
جمع	۱۰۰	نسبت انرژی: پروتئین	۱۵۹/۷	

هر کیلوگرم جیره حاوی: ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D، ۱۲/۵ گرم ویتامین E، ۲/۵ گرم ویتامین K۳، ۱میلی گرم ویتامین B۱، ۸ میلی گرم ویتامین B۲، ۳ میلی گرم ویتامین B۶، ۰/۰۱۵ میلی گرم ویتامین B۱۲، ۰/۰۲۵ میلی گرم اسیدفولیک، ۱۷/۵ میلی گرم اسید نیکوتینیک، ۱۲/۵ میلی گرم پنتوتنات کلسیم، ۸۰ میلی گرم آهن، ۶۶ میلی‌گرم روی؛ ۱۰ میلی گرم مس، ۸۰ میلی گرم منگنز، ۰/۱۵ ملی گرم سلنیم، ۰/۳۵ میلی گرم ید.
نانو اکسید روی در سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره اضافه شد

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]

درصد تولید تخم‌مرغ (تعداد تخم مرغ÷ تعداد مرغ واحد آزمایشی)، میانگین وزن تخم‌مرغ، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه (وزن تخم‌مرغx درصد تولید)، ضریب تبدیل غذایی به‌صورت روزانه و هفته‌ای رکوردبرداری می‌شدند. برای صفات کیفی شامل شاخص شکل تخم‌مرغ (عرض تخم‌مرغ ÷ طول تخم‌مرغ * ۱۰۰)، شاخص زرده (عرض زرده ÷ ارتفاع زرده * ۱۰۰)، شاخص رنگ زرده (مقیاس کاغذ رنگی رش)، شاخص کیفیت سفیده (واحد هاو U= 100 Log (AH+7.57- 1.7EW) که در فرمول HU : واحد هاو؛ EW وزن تخم‌مرغ؛ AH: ارتفاع سفیده)، وزن نسبی پوسته تخم‌مرغ (وزن پوسته تخم‌مرغ÷ وزن تخم‌مرغ * ۱۰۰)، ضخامت پوسته تخم‌مرغ، وزن مخصوص تخم‌مرغ و شاخص مقاومت پوسته (مگاپاسکال بر مترمکعب) در انتهای هر دوره ۴ هفته‌ای از هر تکرار دو نمونه تخم‌مرغ برداشته و به آزمایشگاه جهت ارزیابی صفات مذکور منتقل شدند (۲۶، ۲۸).

شاخص‌های بیوشیمیایی خون شامل غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا (High density lipoprotein, HDL)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL; Low density lipoprotein)، پروتئین تام، عناصر معدنی و آنزیم آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، پس از خونگیری از دو قطعه مرغ از هر تکرار در سن ۳۵ هفتگی تعیین شدند. پلاسمای نمونه‌های خون پس از سانتریفوژ با ۲۵۰۰ دور به‌مدت ۱۰ دقیقه تهیه شد. ارزیابی شاخص‌های خونی توسط دستگاه طیف‌سنجی نوری خودکار (مدل جسان چم ۲۰۰ ایتالیا) و با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون انجام شد.

به‌منظور ارزیابی شاخص‌های پاداکسندگی خون، دو نمونه پلاسمای خون و زرده تخم‌مرغ از دو قطعه مرغ از هر تکرار در پایان دوره آزمایش تهیه و غلظت مالون دی‌آلدئید (Malondialdehyde; MDA) خون و زرده تخم‌مرغ به روش یوشکا و همکاران (۳۴) در طول موج ۵۳۵ نانومتر با دستگاه طیف‌سنجی نوری (CECIL، آکواریوس، کمبریج، لندن) تعیین شد.

به‌منظور بررسی پاسخ ایمنی مرغ‌های تخم‌گذار، واکسیناسیون مرغ‌های تخم‌گذار بر علیه نیوکاسل و آنفلوآنزا قبل از شروع دوره آزمایش مرحله دوم انجام گرفت و در پایان از دو قطعه مرغ از هر تکرار در انتهای دوره خونگیری شد و به‌روش هموآگلوتیناسیون، عیار پادتن بر ضدنیوکاسل و آنفلونزا تعیین شد (۲۹).

داده‌های حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملا˝ تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS۲۰۰۵) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون آماری توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد

داده‌های مرتبط با اثر سطوح مختلف مکمل نانوذرات اکسید روی بر صفات عملکردی مرغ تخم‌گذار در جدول ۲ ارائه شده است. مکمل نانواکسید روی بر صفات درصد تولید تخم‌مرغ، میانگین وزن تخم‌مرغ و گرم تخم‌مرغ تولیدی در هفته‌های ۳۱–۲۸ و ۳۵–۳۲ و میانگین کل دوره آزمایش تاثیر نداشت به‌جز گرم تخم‌مرغ تولیدی که در طی ۳۲ تا ۳۵ هفتگی در مرغ‌های تغذیه‌شده با سطح ۲۰۰ میلی‌گرم مکمل نانواکسید روی در مقایسه با شاهد بالاتر بود (p=۰/۰۵). در مطالعات پیشین گزارش شد که استفاده از مکمل آلی روی بر تولید تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار اثر مثبت دارد (۱۱)، هر چند در پژوهش‌های دیگری گزارش شده است استفاده از سطوح مختلف عنصر روی بر درصد تولید تخم‌مرغ و وزن تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار تاثیر نداشت (۹، ۱۰، ۲۶، ۲۸). در مقابل در مطالعه دیگری ژائو و همکاران (۳۶) مشاهده کردند که استفاده از نانوذرات اکسید روی در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار باعث کاهش میانگین وزن تخم‌مرغ شد.

جدول ۲- اثر نانوذرات اکسید روی بر صفات عملکرد تولید مرغ‌های تخمگذار در پیک تولید
Table 2. Effect of zinc oxide nanoparticles on production performance traits in laying hens at peak production

صفت	نانواکسیدروی(میلی‌گرم/کیلوگرم)			اشتباه معیار میانگین	سطح معنی‌داری
	هفته	صفر	۱۰۰	۲۰۰		
درصد تخمگذاری (٪)	۳۱-۲۸	۹۳/۵۷	۹۲/۸۸	۹۳/۷۲	۱/۱۵۳	۰/۸۶۱
	۳۵-۳۲	۹۳/۴۵	۹۴/۲۷	۹۴/۵۷	۰/۵۱۴	۰/۳۰۲
	۳۵-۲۸	۹۳/۵۱	۹۳/۵۸	۹۴/۱۵	۰/۴۷۲	۰/۴۵۸
میانگین وزن تخم‌مرغ (گرم)	۳۱-۲۸	۶۰/۸۱	۵۹/۷۹	۶۰/۶۸	۰/۳۱۱	۰/۰۶۸
	۳۵-۳۲	۶۱/۲۲	۶۱/۲۱	۶۱/۷۷	۰/۲۵۳	۰/۲۱۴
	۳۵-۲۸	۶۱/۰۲	۶۰/۵۰	۶۱/۲۳	۰/۲۹۰	۰/۱۵۳
گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه (گرم در روز)	۳۱-۲۸	۵۶/۸۸	۵۵/۴۹	۵۶/۸۶	۰/۶۴۳	۰/۲۳۲
	۳۵-۳۲	۵۷/۲۲^{b}	۵۷/۷۱^{ab}	۵۸/۴۲^{a}	۰/۳۳۴	۰/۰۵۰
	۳۵-۲۸	۵۷/۰۵	۵۶/۶۰	۵۷/۶۴	۰/۴۹۲	۰/۰۹۳
مصرف خوراک روزانه (گرم در روز)	۳۱-۲۸	۱۱۴/۰۶^{a}	۱۱۳/۳۳^{ab}	۱۱۲/۹۶^{b}	۰/۰۳۰۲	۰/۰۴۴
	۳۵-۳۲	۱۲۰/۲۷	۱۲۰/۶۴	۱۲۰/۵۶	۰/۲۹۵	۰/۶۴۶
	۳۵-۲۸	۱۱۷/۱۷	۱۱۶/۹۹	۱۱۶/۷۶	۰/۱۸۳	۰/۷۴۲
ضریب تبدیل خوراک (گرم: گرم)	۳۱-۲۸	۲/۰۱	۲/۰۵	۱/۹۹	۰/۰۲۱	۰/۲۶۶
	۳۵-۳۲	۲/۱۰	۲/۰۹	۲/۰۶	۰/۰۱۲	۰/۱۱۷
	۳۵-۲۸	۲/۰۵	۲/۰۷	۲/۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۹۳

a,b: وجود حروف مختلف روی اعداد هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (p≤ ۰/۰۵).

گرم تخم‌مرغ تولیدی به‌عنوان شاخصی که ترکیبی از درصد تولید و وزن تخم‌مرغ است از اهمیت بالایی برخوردار است و تغییرات آن اهمیت بیشتری دارد. به‌طور مشابه در مطالعات پیشین گزارش شده است استفاده از مکمل سولفات روی در جیره افزایش گرم تخم‌مرغ تولیدی را به‌همراه داشت (۲۶). در مطالعه دیگری افزودن متیونین و اکسید روی و اسید

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]

آسکوربیک به جیره مرغ تخم‌گذار در شرایط تنش گرمایی نشان داد که استفاده از نانو اکسید روی بر گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه اثری نداشت (۹).

سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نانوذرات اکسید روی باعث کاهش مصرف خوراک مرغ‌های تخم‌گذار در دوره ۳۱–۲۸ هفتگی شد (p< ۰/۰۵) ولی در دوره‌های ۳۲–۳۵ و ۳۱–۲۸ هفتگی سطح مکمل نانوذرات اکسید روی بر میزان خوراک مصرفی روزانه مرغ‌ها تاثیر نداشت (p> ۰/۰۵؛ جدول ۲). ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های ۳۲–۳۵ و ۳۱–۲۸ هفتگی و کل دوره تحت تاثیر سطوح نانو ذرات اکسید روی قرار نگرفت (p> ۰/۰۵). هوآنگ و همکاران (۱۵) گزارش نمودند که کمبود روی منجر به کاهش اشتها و مصرف خوراک می‌شود و افزایش سطح روی در جیره مرغ تخم‌گذار، افزایش میزان خوراک مصرفی را در پی داشت. از طرفی عابدینی و همکاران (۱) و یانگ و همکاران (۳۳) گزارش کردند که استفاده از مکمل نانوذرات اکسید روی در جیره جوجه گوشتی تاثیری بر میزان مصرف خوراک نداشت که با بخشی از یافته‌های مطالعه حاضر که نشان می‌دهد در کل دوره میزان مصرف خوراک تغییری نداشته است هم‌خوانی دارد. از طرف دیگر عابدینی و همکاران (۱) نشان دادند که سطوح مختلف جیره‌ای روی بر ضریب تبدیل خوراک اثر ندارد. در مطالعه دیگری نیز گزارش شد که مکمل‌های معدنی آهن، روی، مس و منگنز اثری بر ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی ندارد (۳۳) که با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی دارد. در مطالعه حاضر استفاده از سطح ۲۰۰ میلی‌گرم نانوذرات اکسید روی باعث کاهش عددی ضریب تبدیل شد که احتمالا روی بدلیل نقشی که در فرآیند سوخت و ساز مواد مغذی دارد باعث افزایش راندمان استفاده از مواد مغذی و کاهش ضریب تبدیل خوراک شد.

صفات کیفی تخم‌مرغ

داده‌های مرتبط با اثر سطوح مختلف مکمل نانواکسید روی بر شاخص‌های شکل تخم‌مرغ، واحد هاو، شاخص زرده، شاخص رنگ زرده و وزن نسبی سفیده و زرده در جدول ۳ ارائه شده است. تحلیل داده‌ها نشان داد که شاخص‌های شکل تخم‌مرغ، شاخص زرده، شاخص رنگ زرده، وزن نسبی سفیده و زرده در دوره آزمایشی ۳۱ هفتگی، تحت تأثیر سطوح مکمل نانو ذرات اکسید روی قرار نگرفتند بجز شاخص شکل تخم مرغ که در ۳۱ هفتگی با افزایش سطح مکمل نانو ذرات اکسید روی افزایش یافت و واحد هاو در ۳۱ و ۳۵ هفتگی در مرغ‌های تغذیه‌شده با سطح ۲۰۰ میلی‌گرم نانواکسید روی در مقایسه با شاهد بالاتر بود (p< ۰/۰۵). شاید بهبود شاخص هاو با افزایش سطح مکمل نانواکسید روی در جیره به‌دلیل خاصیت پاداکسندگی روی در غلظت‌های بالاتر باشد که باعث کاهش فعالیت‌های اکسایشی در بدن مرغ و افزایش راندمان استفاده از مواد مغذی باشد (۱). یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج کرمی و همکاران (۹) در ارزیابی اثر سطوح مختلف منابع آلی و معدنی روی بر عملکرد، صفات کمی و کیفی تخم‌مرغ و نامرا و همکاران (۱۹) در ارزیابی سطوح مختلف روی کیفیت تخم بلدرچین ژاپنی هم‌خوانی داشت. کرمی و همکاران (۹) گزارش نمودند افزودن اکسید روی به جیره مرغ تخم‌گذار باعث افزایش شاخص شکل تخم‌مرغ، کیفیت پوسته و کاهش شاخص رنگ زرده شد بر سایر شاخص‌ها اثر نداشت. بهاکایم و همکاران (۶) مشاهده کردند که سطوح مختلف روی بر شاخص شکل تخم‌مرغ اثری نداشت اما ژائو و همکاران (۳۶) گزارش کردند که افزایش سطح نانوذرات اکسید روی باعث کاهش شاخص شکل تخم‌مرغ شد که با مطالعه حاضر همخوانی ندارد. با توجه به نتایج حاصل از اثر سطوح مختلف روی بر واحد هاو مشاهده شد که با افزایش سطح روی جیره، واحد هاو نیز افزایش یافت.

جدول ۳- اثر نانوذرات اکسید روی بر صفات کیفی تخم‌مرغ در پیک تولید مرغ‌های تخم‌گذار
Table 3. Effect of zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) on egg quality traits in laying hens at peak of production

صفت	سن (هفته)	نانواکسیدروی (میلی‌گرم/کیلوگرم)			اشتباه معیار میانگین	سطح معنی داری
		صفر	۱۰۰	۲۰۰		
شاخص زرده	۳۱ هفتگی	۲۳/۰۰	۲۲/۸۱	۲۲/۴۱	۰/۰۰۲	۰/۲۳۴۴
شکل تخم‌مرغ		۶۹/۳۰^{b}	۷۱/۸۸^{a}	۷۲/۳۰^{a}	۰/۵۹۱	۰/۰۰۱۲
واحد هاو		۷۶/۳۳^{b}	۷۸/۷۹^{b}	۸۶/۵۴^{a}	۲/۸۳۱	۰/۰۳۴۸
رنگ زرده		۱۰/۳۳	۱۰/۰۴	۱۰/۳۳	۰/۱۲۴	۰/۲۴۵۵
وزن نسبی زرده (گرم در ۱۰۰گرم تخم‌مرغ)		۲۶/۶۶	۲۶/۴۸	۲۶/۹۱	۰/۳۹۰	۰/۶۶۰۲
وزن نسبی سفیده (گرم در ۱۰۰گرم تخم‌مرغ)		۵۹/۸۶	۵۹/۲۸	۵۸/۹۰	۰/۴۹۴	۰/۳۸۶۵
شاخص زرده	۳۵ هفتگی	۲۴/۷۰	۲۴/۰۵	۲۳/۶۳	۰/۳۳۵	۰/۰۸۶۴
شکل تخم‌مرغ		۷۱/۵۰	۷۲/۱۰	۷۲/۷۰	۰/۲۱۶	۰/۱۳۳۵
واحد هاو		۸۰/۰۰^{b}	۸۴/۵۰^{a}	۸۲/۴۲^{ab}	۰/۱۲۵	۰/۰۲۰۶
رنگ زرده		۸/۷۰	۹/۰۳	۸/۹۴	۰/۰۹۴	۰/۳۳۳۴
وزن نسبی زرده (گرم در ۱۰۰گرم تخم‌مرغ)		۳۰/۹۰	۳۱/۳۲	۳۱/۴۲	۰/۳۶۲	۰/۶۸۱۷
وزن نسبی سفیده (گرم در ۱۰۰گرم تخم‌مرغ)		۵۷/۱۰	۵۷/۸۰	۵۷/۷۳	۰/۴۳۰	۰/۸۴۹۲

a,b: وجود حروف مختلف روی اعداد هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (p< ۰/۰۵).

با افزایش سطح نانوذرات اکسید روی از ۱۰۰ به ۲۰۰ میلی‌گرم به کیلوگرم در جیره غذایی، واحد هاو از ۷۶/۳۳ به ۸۶/۵۴ در ۳۱ هفتگی افزایش یافت (p<۰/۰۵). مکمل‌نمودن روی به‌دلیل نقش آن در تشکیل آلبومین در مگنوم و تولید

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]

سفیده تخم‌مرغ، سبب افزایش واحد هاو شد که در توافق با یافته‌های سایر محققین مبنی‌بر افزایش ارتفاع سفیده و واحد هاو با دریافت مکمل روی (۶، ۱۲، ۱۵، ۲۶، ۲۸) است. هرچه میزان مواد مغذی انباشته در سفیده تخم‌مرغ بیشتر باشد و به‌عبارتی درصد مواد جامد سفیده افزایش یابد غلظت سفیده تخم‌مرغ بالاتر رفته و کیفیت سفیده تخم‌مرغ افزایش می‌یابد (۲۲).

داده‌های مرتبط با اثر سطوح مختلف مکمل نانواکسید روی بر شاخص‌های کیفیت پوسته تخم‌مرغ شامل وزن نسبی پوسته، وزن مخصوص تخم‌مرغ، ضخامت پوسته و مقاومت پوسته در جدول ۴ ارائه شده است. استفاده از مکمل نانوذرات اکسید روی در مرغ‌های تخم‌گذار باعث افزایش مقاومت پوسته تخم‌مرغ نسبت به گروه شاهد را در ۳۱ هفتگی آزمایش شد ($p<۰/۰۵$). استفاده از سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نانوذرات اکسید روی در هر کیلوگرم جیره مرغ‌های تخم‌گذار باعث بهبود وزن مخصوص در دوره ۳۵-۳۲ هفتگی و مقاومت پوسته تخم‌مرغ در دوره ۳۱ و ۳۵ هفتگی شد.

عابدینی و همکاران (۱) نیز گزارش کردند که افزایش سطح سولفات روی در جیره باعث افزایش ضخامت پوسته تخم‌مرغ شد. در مطالعه دیگری اثر مثبت عنصر روی بر ضخامت پوسته تخم‌مرغ گزارش شد بطوری‌که جایگزینی مکمل اکسید روی با روی آلی به‌مقدار ۳۰ میلی‌گرم در نسبت ۵۰ و ۱۰۰ درصد به جیره مرغ باعث افزایش مقاومت پوسته تخم‌مرغ شد (۲۷). جیره‌های حاوی مکمل روی باعث افزایش استحکام و مقاومت پوسته تخم‌مرغ می‌شوند و بهبود در کیفیت پوسته تخم‌مرغ در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل روی می‌توان به‌دلیل نقش روی در تشکیل پوسته تخم‌مرغ باشد (۶). روی به‌واسطه حضور در ساختار آنزیم کربونیک آنهیدراز کیفیت پوسته را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۱). فقدان این آنزیم سبب کاهش ترشح یون بی‌کربنات و در نتیجه موجب کاهش وزن پوسته تخم‌مرغ می‌شود (۲۰). از طرف دیگر، عنصر روی کوفاکتور مورد نیاز آنزیم کراتیناز است که در شکل‌گیری غشای پایه پوسته اثر دارد (۲۱، ۲۵).

جدول ۴- اثر نانوذرات اکسید روی بر صفات کیفی پوسته تخم‌مرغ در پیک تولید مرغ‌های تخم‌گذار
Table 4. Effect of ZnONPs on egg shell quality at peak of production in laying hens

صفت	سن (هفته)	نانواکسیدروی(میلی‌گرم/کیلوگرم)			اشتباه معیار میانگین	سطح معنی داری
		صفر	۱۰۰	۲۰۰		
وزن نسبی پوسته (گرم در ۱۰۰گرم تخم مرغ)	۳۱ هفتگی	۱۳/۴۷	۱۴/۲۳	۱۴/۱۳	۰/۲۲۱	۰/۰۵۴۴
ضخامت پوسته (میلی‌متر)		۰/۳۷	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۰۰۴	۰/۵۶۵۵
مقاومت پوسته (نیوتن مترمکعب)		۳/۶۸^{a}	۳/۵۵^{ab}	۳/۱۶^{b}	۰/۳۲۴	۰/۰۰۵۳
وزن مخصوص(گرم بر سانتی‌مترمکعب)		۱/۰۸۶	۱/۰۸۷	۱/۰۸۷	۰/۰۰۰۹	/۷۹۵۱
وزن نسبی پوسته (گرم در ۱۰۰گرم تخم مرغ)	۳۵ هفتگی	۱۰/۳۷^{b}	۱۰/۸۵^{a}	۱۰/۷۹^{a}	۰/۱۴۲	۰/۰۴۶۰
ضخامت پوسته (میلی‌متر)		۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۰۰۳	۰/۶۹۱۸
مقاومت پوسته (نیوتن مترمکعب)		۳/۵۲^{b}	۳/۶۸^{ab}	۳/۸۴^{a}	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷۸
وزن مخصوص (گرم بر سانتی‌مترمکعب)		۱/۰۸۱^{b}	۱/۰۸۷^{a}	۱/۰۸۸^{a}	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۱

a,b: وجود حروف مختلف روی اعداد هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست ($p<۰/۰۵$).

در دوره ۳۵ هفتگی وزن مخصوص تخم‌مرغ تحت تأثیر مکمل روی قرار گرفت ($p<۰/۰۵$). افزایش سطح روی با افزایش وزن مخصوص تخم‌مرغ همراه بود به‌طوری‌که بیشترین مقدار مربوط به گروهی است که سطح ۲۰۰ میلی‌گرم برکیلوگرم مکمل روی دریافت کردند و به‌میزان ۱/۰۸۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. وزن پوسته نیز تنها تحت تأثیر مکمل روی در ۳۵ هفتگی قرار گرفت ($p<۰/۰۵$). بیشترین وزن پوسته در ۳۵ هفتگی متعلق به سطح ۱۰۰ میلی‌گرم برکیلوگرم مکمل روی و به‌میزان ۱۴/۲۲ گرم بود. در دوره دوم آزمایش بیشترین وزن پوسته مربوط به گروه تغذیه‌شده با ۱۰۰ میلی‌گرم برکیلوگرم مکمل روی به‌میزان ۱۱/۳گرم بود بنابراین مکمل نانوذرات اکسید روی در جیره مرغ‌های تخم‌گذار می‌تواند باعث بهبود وزن پوسته شود ($p<۰/۰۵$). این یافته‌ها با گزارش‌های عابدینی و همکاران (۱) و کرمی همکاران (۹) مبنی بر افزایش وزن پوسته تخم‌مرغ با مکمل روی مطابقت دارد. بالاتر بودن وزن پوسته تخم‌مرغ در گروه‌هایی که مکمل نانوذرات اکسید روی دریافت کردند می‌تواند به‌دلیل بالاتر بودن قابلیت دسترسی روی در این گروه‌ها باشد.

شاخص‌های بیوشیمیایی خون

نتایج مربوط به اثر مکمل نانواکسید روی بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون مرغ تخم‌گذار در جدول ۵ نشان داده شده است. غلظت سرمی کلسترول، تری‌گلیسرید و LDL خون در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم مکمل نانو ذرات اکسید روی در مقایسه با شاهد کاهش یافت ($p<۰/۰۵$) ولی غلظت HDL و پروتئین تام خون تغییر معنی‌داری نشان نداد. افزایش سطح نانو ذرات اکسید روی جیره منجر به کاهش فعالیت آنزیم ALT شد. ایانیک و همکاران (۳۰) در مطالعه خود با استفاده از سطوح صفر، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اکسید روی در تغذیه جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند که روی موجب کاهش غلظت کلسترول سرم شد به‌طوری‌که بالاترین سطح روی، پایین‌ترین غلظت کلسترول را نشان داد. اثر روی بر غلظت کلسترول خون را می‌توان به نقش آن در هورمون‌های جنسی و ساخت هورمون‌های استروئیدی و عمل آن در استروئیدهای جنسی همراه با پروستاگلاندین‌ها نسبت داد (۷). مکمل نمودن روی اثری بر میزان HDL نداشت که با مطالعه صورت گرفته روی جوجه‌های گوشتی مطابقت دارد (۲۴، ۲۶). کرمی و همکاران (۹) مشاهده کردند که غلظت پروتئین تام

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]

در مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده با مکمل اکسید روی کاهش یافت اما تغییر آن معنی‌دار نبود.

جدول ۵- اثر نانوذرات اکسیدروی بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون مرغ‌های تخم‌گذار
Table 5. Effect of ZnONPs on blood biochemical parameters in laying hens

شاخص	واحد	نانواکسیدروی (میلی‌گرم/کیلوگرم)			اشتباه معیار میانگین	سطح معنی داری
		صفر	۱۰۰	۲۰۰		
تری‌گلیسرید	mg/dl	۱۱۵۳/۱^{a}	۱۰۱۰/۷^{ab}	۸۹۸/۳۵^{b}	۳۹/۶۳	۰/۰۰۰۴
کلسترول	mg/dl	۲۲۳/۳^{a}	۲۰۳/۰۳^{ab}	۱۸۲/۱۱^{b}	۱۱/۰۸۳	۰/۰۴۶۱
لیپوپروتئین با دانسیته بالا HDL	mg/dl	۱۷۰/۶	۱۶۹/۷	۱۶۹/۱	۳/۱۷	۰/۸۱۳۴
لیپوپروتئین با دانسیته پایین LDL	mg/dl	۶۳۹/۴a	۵۵۰/۱^{ab}	۴۲۷/۲^{b}	۲۷/۵۷	۰/۰۰۰۹
پروتئین تام	mg/dl	۶/۶۳	۶/۳۲	۶/۳۴	۰/۱۱۳	۰/۱۵۳۸
آلانین آمینوترانسفراز ALT	U/L	۵/۶۲^{a}	۴/۸۶^{ab}	۳/۶۴^{b}	۰/۳۹۶	۰/۰۰۳۷
آهن	mg/dl	۳۳۳/۷	۳۲۷/۵	۳۲۹/۸	۲/۵۷	۰/۲۲۳۲
روی	mg/dl	۴/۴۲^{c}	۶/۲۳^{b}	۷/۵۱^{a}	۰/۰۸۲	۰/۰۰۰۱

a,b: وجود حروف مختلف روی اعداد هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (p< ۰/۰۵).

افزایش سطوح نانو ذرات اکسید روی سبب کاهش میزان فعالیت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل نانواکسید روی نسبت به گروه شاهد شد (p<۰/۰۵). این نتایج نشان‌دهنده‌ی عدم آسیب کبدی تحت تأثیر نانو ذرات روی به‌صورت حاد است که با یافته‌های مطالعه حاضر و کاهش میزان فعالیت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز همخوانی دارد. یکی از دلایل احتمالی عدم افزایش فعالیت آنزیم‌های کبدی بررسی‌شده در این مطالعه آگلومره بودن نانو ذرات تهیه شده می‌باشد و این پدیده سبب کاهش سرعت جذب و عبور این نانو ذرات از غشاهای سلولی و کاهش ضایعات غشای سلولی و در نتیجه عدم افزایش فعالیت انواع آنزیم‌های کبدی شده است (۱۷). افزودن مکمل روی بر غلظت آهن سرمی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). به‌طور کلی اگر سطح عنصر روی در جیره به‌حدی باشد که نیاز حیوان را به این عنصر تأمین کند، غلظت عنصر روی در خون در حد طبیعی خواهد بود و لذا مکمل‌کردن روی در جیره غلظت آن را در خون تحت تأثیر قرار نخواهد داد. ولی اگر سطح عنصر روی در جیره در حد کافی و نیاز حیوان نباشد، لذا با مصرف مکمل روی در جیره، غلظت آن در خون تحت تأثیر روی مکمل شده در جیره قرار گرفته و لذا غلظت آن در خون افزایش می‌یابد (۲۶؛ ۲۹). با توجه به نتایج این تحقیق افزایش سطح نانوذرات روی باعث افزایش غلظت روی سرمی در گروه‌های مختلف مرغ تخم‌گذار نسبت به گروه شاهد شد (p<۰/۰۵). در توافق با نتایج مطالعه حاضر، آنیل و همکاران (۵) مشاهده کردند که غلظت روی خون در گروه‌هایی که جیره حاوی مکمل روی دریافت کرده بودند افزایش پیدا کرده بود. این افزایش در غلظت روی خون ممکن است به‌دلیل جذب بالا و فعل و انفعال پایین مواد معدنی عالی در دستگاه گوارش باشد (۸، ۹).

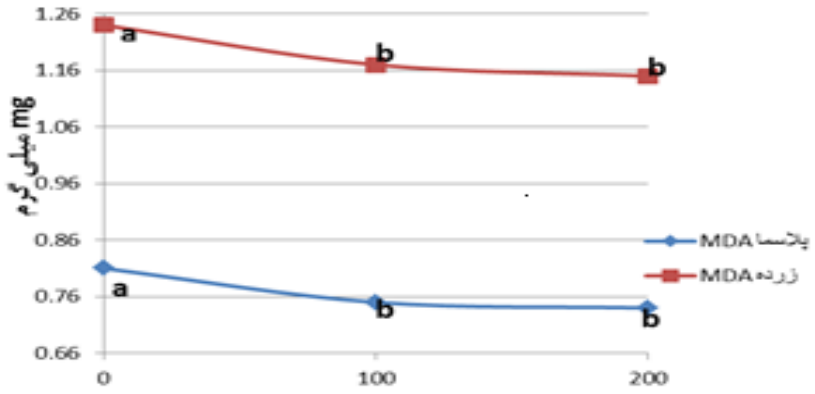
داده‌های مرتبط با تأثیر سطوح مختلف نانو ذرات اکسید روی بر عیار پادتن بر ضدآنفلوآنزا در گراف یک و جدول ۶ نشان داده شده است افزایش سطوح مکمل نانوذرات اکسید روی در جیره باعث افزایش عیار پادتن بر علیه آنفلوآنزا در گروه‌های آزمایشی نسبت به گروه شاهد شد (p<۰/۰۵) هر چند بر عیار پادتن بر ضدنیوکاسل اثر معنی‌داری نداشت. اما عابدینی و همکاران (۱) گزارش کردند که استفاده از نانو ذرات اکسید روی در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار بر عیار پادتن نیوکاسل اثر داشته و با افزایش سطح نانواکسید روی باعث افزایش پاسخ ایمنی به واکسن نیوکاسل شد. همچنین در آزمایش هادسون و همکاران (۱۴) با مکمل‌نمودن جیره مرغ‌های مادر در سطح ۱۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم با دو منبع مختلف آلی و معدنی مشاهده کردند که پاسخ ایمنی به فیتوهماگلوتتین و عیار پادتن به ویروس بیماری نیوکاسل در گروه مکمل روی بالاتر از گروه شاهد بود و این افزایش برای گروه‌های دریافت‌کننده روی با منبع آلی بالاتر از منبع معدنی بود.

جدول ۶- اثر نانواکسیدروی بر وضعیت پاداکسندگی خون و بر عیار پادتن بر ضدنیوکاسل و آنفلوآنزا در مرغ تخم‌گذار
Table 6. The effect of zinc nano oxid on blood antioxidant status and the titer against Newcastle and Influenza in layer hens

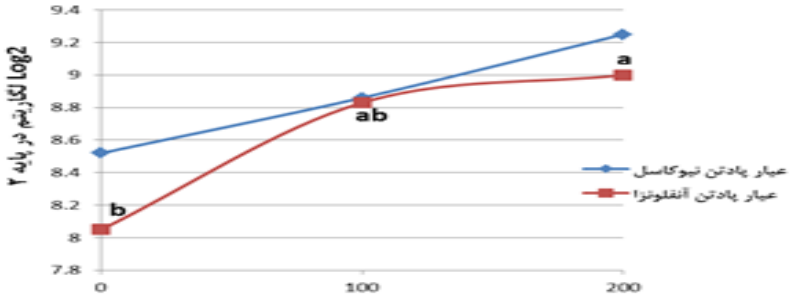
شاخص	واحد	نانواکسیدروی(میلی‌گرم/کیلوگرم)			اشتباه معیار میانگین	سطح معنی‌داری
		صفر	۱۰۰	۲۰۰		
مالون دی‌آلدئید خون	µg/dl	۰/۸۱^{a}	۰/۷۵^{b}	۰/۷۴^{b}	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱
مالون دی‌آلدئید زرده	µg/g	۱/۲۴^{a}	۱/۱۷^{b}	۱/۱۵^{b}	۰/۰۳۸	۰/۰۰۰۴
نیوکاسل	Log^{2}	۸/۵۲	۸/۸۶	۹/۲۵	۰/۳۹۹	۰/۰۹۰۳
آنفلوآنزا	Log^{2}	۸/۰۵^{b}	۸/۸۳^{ab}	۹/۰۰^{a}	۰/۴۲۲	۰/۰۳۲۸

a,b: وجود حروف مختلف روی اعداد هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (p< ۰/۰۵).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]



شکل ۱- اثر نانوذرات اکسید روی بر عیار پادتن بر ضد نیوکاسل و آنفلونزا (لگاریتم در پایه ۲).
Figure 1. Effect of zinc oxide nanoparticles on Newcastle and Influnza antibody titer (Log2)



شکل ۲- اثر نانوذرات اکسید روی بر غلظت مالون دی آلدئید خون (میلی گرم بر دسی لیتر) و مالون دی آلدئید زرده تخم مرغ (میکروگرم بر گرم).
Figure 2. Effect of zinc oxide nanoparticles on plasma malondialdehyde (mg/dl) and yolk malondaldehyde (µg/g)

تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد غلظت MDA خون و زرده با افزایش سطح روی جیره، به‌صورت خطی کاهش پیدا کرد (شکل ۲). عابدینی و همکاران (۱) گزارش کردند که استفاده از سطوح مختلف روی باعث کاهش MDA زرده در مقایسه با گروه شاهد شد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. آل و همکاران (۴) نیز گزارش کردند که سطح MDA در تمام گروه‌های تغذیه‌شده با مکمل اکسید روی کاهش یافت. عابدینی و همکاران (۱) گزارش کردند که سطح MDA خون و تخم‌مرغ در تمام مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده با نانو ذرات اکسید روی کاهش یافت که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. البته با توجه به نقش‌های مهم عنصر روی در ساختار آنزیم‌های مرتبط با سامانه پاداکسندگی، انتظار می‌رود که افزودن مکمل‌های عنصر روی اثر مثبتی بر سایر شاخص‌های پاداکسندگی و فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز نیز داشته باشد.

یافته‌ها نشان داد افزودن سطح ۲۰۰ میلی‌گرم نانواکسید روی به جیره مرغ تخم‌گذار باعث بهبود عملکرد، واحد هاو و کیفیت پوسته تخم مرغ و پاسخ ایمنی، شاخص‌های بیوشیمیایی خون و وضعیت پاداکسندگی خون و زرده تخم‌مرغ در مرغان تخم‌گذار شد.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]

منابع

1. Abedini, M., F. Shariaatmadari, M.A. Karimi-Torshizi, H. Ahmadi and E. Shahraki. 2018. Effects of zinc oxide nanoparticles on performance, egg quality, tissue zinc content, bone parameters, and antioxidative status in laying hens. Biological Trace Element Research, 184: 259-267.
2. Ahmadi, F., Y. Ebrahimnezhad, N. Maheri and J. Ghiasi Ghalehkandi. 2013. The effects of zinc oxide nanoparticle on performance, digestive organs and serum lipid concentration in broiler chickens during starter period. International Journal of Bioscience Cesek, 7: 23-29.
3. Arabi, H.A., M.M. Tabatabdei, A. Fadayifar, S. Torkashvand, A.A. Bahari, P. Zamani, D. Alipour and A.H. Dezfoulian. 2011. Effects of supplementing organic zinc, with or without copper, on performance, plasma minerals and some enzymes activities in mehraban male lambs. Journal of Animal Science Researches, 21(3): 111-122.
4. Dawei, A., Z. Wang and A. Zhau. 2010. Protective effects of nano-Zno on the primary cutture mice intestinal epithelial cells in invitro against oxidative injury. World Journal of Agricultural Science, 6(2): 149-153.
5. Anil, K.C., J.V. Ramana, P.J. Rama, S.D. Sudheer and S. Shakeela. 2012. Dietary supplementation of Zinc sulphate and zinc–methionine: changes in levels of mineral composition. Journal of Animal Production Advances, 2(9): 409-419.
6. Bahakaim, A.S.A., H.A. Abdel Magied, S.M.H. Osman, A.S. Omar, N.Y. Abdelmalak and N.A. Ramadan. 2013. Effect of using different levels and sources of zinc in layer's diets on egg zinc enrichment. Egyptian Poultry Science Journal, (34) (I): 39-56.
7. Brown, L. and S. Pentland. 2007. Health infertility organization: Male infertility-improving sperm quality. Acubalance wellness Centre Ltd. Onwest 8thAve. in Voncover BC. Canada.
8. Francisco, H.S.J., R. Facundo, C.C.C.P. Diana, M.G. Fidel, E.M. Alberto, D.J.P.G. Amaury, T.P. Humberto and M.C. Gabriel. 2008. The antimicrobial sensitivity of Streptococcus mutans to nanoparticles of silver, zinc oxide and gold. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, 4: 237-240.
9. Karami, M., M. Torki and H. Mohammadi. 2018. Effect of dietary supplemental chromium methionine, zinc oxide, and ascorbic acid on performance, egg quality traits and blood parameters of laying hens subjected to heat stress. Journal of applied Animal Research, 46(1): 1174-1184.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Huang, Y.L., X.G. Luo and B. Liu. 2007. An optimal dietary zinc level of broiler chicks fed a corn-soybean meal diet. Poultry Science, 86: 2582-2589.
14. Hudson, B.P., W.A. Dozier III, J.L. Wilson, J.E. Sander and T.L. Ward. 2004. Reproductive performance and immune status of caged broiler breeder hens provided diets supplemented with either inorganic or organic sources of zinc from hatching to 65 wk of age. Journal of Applied Poultry Research, 13: 349-359.
15. Jahanian, R. and E. Rasouli. 2015. Effects of dietary substitution of zinc-methionine for inorganic zinc sources on growth performance, tissue zinc accumulation and some blood parameters in broiler chicks. Journal of Animal Physiology and Animal Nature, 99(1): 50-58.
16. Mabe, I., C. Rapp, M. Bain and Y. Nyss. 2003. Supplementation of a corn–soy bean meadiet wit manganese, cupper and zinc from organic or inorganic source improve eggshell quality in aged laying hens. Poultry Science Journal, 82: 1903-1913.
17. Mokhtari, M., M. Shariati and N. geshmardi. 2007. Oral effects of lead on thyroid hormones and liver enzymes in rats. Hormozgan Medical Journal, 11(2): 115-20.
18. Mohammadi, B. and M.R. Akbari. 2016. Effects of zinc oxide nanoparticles on immune system function, antioxidant status, and performance of broiler chickens fed wheat-based diets. Journal of Animal Science Researches, 27(1): 103-114 (In Persian).
19. Namera, M.M., M. Hla, M. Abdel Wahed and H.M. Fayek. 2008. Evolution of different sources of dietary zinc supplementation for Japanese Quail: 2-laying performance. Poultry Science, 29: 127-143.
20. Nys, Y., J. Gautron, M.D. Mckee, J.M. Garcia-Ruiz and M. Hincke. 2010. Biochemical and functional characterization of eggshell matrix proteins. Poultry Science, 57: 401-403.
21. Park, S.W., H. Namkung, H.J. Ahn and I.K. Paik. 2004. Production of iron enriched eggs of laying hens. Department of Animal Science, 456-756.
22. Pour Reza, J. and A. Nikkhah. 2003. Broiler breeder (Translated). Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran, 360 pp (In Persian).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]

23. Rai, M., A. Yadav and A. Gade. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. Biotechnology Advances, 27: 76-83.
24. Salabi, F.M. Bujarpoor, J. Fayazi, S. Salari and M. Nazari. 2011. Effects of different levels of zinc on theperformance and carcass characteristics of broiler reared under heat stress condition. Journal of Animaland Veterinary Advances, 10: 1332-1335.
25. Sarvari, B.G., A.H. Seyedi, H.A. Shahryar, M. Sarikhan and S.Z. Ghavidel. 2015. Effects of dietary zinc oxide and a blend of organic acids on broiler live performance, carcass traits and serum parameters. Brazilian Journal of Poultry Science, 17: 39-46.
26. Soroush, Z., S. Salari, M. Sari, J. Fayazi and S. Tabataii. 2015. Effects of different levels of zinc on performance, egg quality traits and some blood parameters of laying hens. Research on Animal Production, 6(11): 19-27 (In Persian).
27. 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, 53:555-563.
28. 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.
29. Tsai, Y.H., S.Y. Mao, M.Z. Li, J.T. Huang and T.F. Lien. 2016. Effects of nanosize zinc oxide on zinc retention, eggshell quality, immune response and serum parameters of aged laying hens. Department of Animal Science, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan.
30. 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.
31. Virden, W.S., J.B. Yeatman, S.J. Barber, K.O. Willeford, T.L. Ward, T.M. Fakler, R.F. Wideman and M.T. Kidd. 2004. Immune system and cardiac functions of progeny chicks from dams fed diets differingin zinc and manganese level and source. Poultry Science, 83: 344 -351.
32. Yan, F., J.H. Kersey and P.W. Waldroup. 2001. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. Poultry Science, 80: 455-459.
33. Yang, X.J., X.X. Sun, C.Y. Li, X.H. Wu and J.H. Yao. 2011. Effects of copper, iron, zinc, and manganes supplementation in a corn and soybean meal diet on the growth performance, meat quality, and immune responses of broiler chickens. Applied Journal of Poultry Research, 20: 263-271.
34. Yoshioka, T., K. Kawada, T. Shimada and M. Mori. 1979. Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against activated-oxygen toxicity in the blood. American Journal of Obstet Gynecol, 135: 372-376.
35. Zakaria, H.A., M. Jalal, H.H. Al-Titi and A. Souad. 2016. Effect of sources and levels of dietary zinc on the performance, carcass traits and blood parameters of broilers. Brazilian Journal of Poultry Science, 3: 519-526.
36. Zhao, Y., L. Li, P.F. Zhang, X.Q. Liu, W.D. Zhang, Z.P. Dirg, S.W. Wang, W. Shen, L.J. Min and Z. Hao. 2016. Regulation of egg quality and zinc oxide nanoparticle. Poultry Science, 95: 920-933.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]

The Effect of Zinc Oxide Nanoparticles on Production Performance, Egg Quality Traits and Antioxidant Status of Laying Hens

Ami Javadifarr[1], Seyyed Javad Hosseini-Vashan[2], Mohammad Bagher Montazer Torbati[3] and Yasaman Shamshirgaran[3]

1- Graduated M.Sc. Student in Poultry production and Husbandary, University of Birjand
2-Associate Professor in Poultry Nutrition, University of Birjand, (Corresponding authur: jhosseiniv@birjand.ac.ir)
3-Assistant Professor in Genetics and Animal breeding, University of Birjand
Received: March 28, 2020 Accepted: March 8, 2021

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the effect of zinc oxide on production performance, egg quality and antioxidant status of layer hens. This experiment was performed with 96 Bovens strain layer hens at peak production (28-35 weeks) in a completely randomized design with 3 treatments with 4 replicates and 8 hens each for 3 periods of 28 days. The treatments included control group (without zinc oxide nanoparticles) and two levels of 100 and 200 mg zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) /kg of diet. Experimental diets were provided to laying hens for 8 weeks. Zinc oxide nanoparticles increased the egg mass (32-35 wk), and decreased feed intake (28-31wk) compared to control ($P<0.05$). The ZnONPs did not affect the egg production and egg weight. The haugh unit (31 and 35 wks) and quality traits of egg shell including eggshell stability (31 and 35 wks), and relative weight of eggshell and specific gravity (35wk) increased with increasing ZnONPs supplementation in diet ($P<0.05$). The concentration of total protein, HDL, and antibody against Newcastle disease were not affected by ZnONPs supplementation level. The use of ZnONPs supplementation reduced the concentration of cholesterol, triglyceride, LDL, concentration of MDA in blood and yolk, and the activity of the enzyme ALT ($P<0.05$). The ZnONPs supplementation increased the antibody titer against the influenza and increased zinc concentration in the blood. The results of this research showed that supplementation of 200 mg of ZnONPs per kg of layer diet may improve the growth performance indices, hough unit and egg shell quality, and decrease the blood lipids and improve immune response in layer hens at peak production.

Keywords: Egg production percentage, Egg shell quality, Haugh unit, ZnONPs

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.2.5]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.1]