

آثار استفاده از دو سطح اکسید روی با اندازه ذرات متفاوت بر عملکرد تولید مثلی مرغ‌ها و خروس‌های مادر گوشتی

مسعود برزگر^۱، مجتبی زاغری^{۲*}، مهدی زندی^۳ و مصطفی صادقی^۳

۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری تغذیه طیور، استاد و دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۹)

چکیده

در تحقیق حاضر اثر سطوح و اندازه ذرات مختلف اکسید روی بر عملکرد تولیدمثلی مرغ‌ها و خروس‌های مادر گوشتی مورد ارزیابی قرار گرفت. از تعداد ۲۰۰ قطعه مرغ مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار، ۵ تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار و ۲۴ قطعه خروس مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار، شش تکرار و یک پرنده در هر تکرار در سن ۵۴ هفتگی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره حاوی ۷۰ میلی‌گرم روی از منبع اکسید روی با اندازه ذرات بزرگ (LPZnO-70)، ۱۰۰ میلی‌گرم روی از منبع اکسید روی با اندازه ذرات بزرگ (LPZnO-100)، ۷۰ میلی‌گرم روی از منبع اکسید روی با اندازه ذرات کوچک (SPZnO-70) و ۱۰۰ میلی‌گرم روی از منبع اکسید روی با اندازه ذرات کوچک (SPZnO-100) در هر کیلوگرم خوراک بودند. نتایج نشان دادند که تیمارهای آزمایشی بر تولید تخم‌مرغ، وزن بدن، وزن تخم‌مرغ و وزن زرده تخم‌مرغ تاثیر معنی‌داری نداشتند. ضخامت پوسته تخم‌مرغ در کل دوره آزمایش در تیمار حاوی SPZnO بیشتر از LPZnO بود ($P < 0.001$). بالاترین و پایین‌ترین میزان باروری و جوجه‌درآوری به ترتیب در تیمارهای حاوی SPZnO-100 و LPZnO-70 مشاهده شد. بیشترین میزان حجم مایع منی در تیمارهای حاوی SPZnO-100 و LPZnO-100 مشاهده شد ($P < 0.05$). به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که SPZnO به دلیل قابلیت دسترسی بالاتر، تأثیر مطلوب‌تری بر فراسنجه‌های تولیدمثلی گله‌های مادر گوشتی دارد. از آنجایی که سطح ۱۰۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره از هر دو منبع اکسید روی عملکرد تولیدمثلی بهتری را به همراه داشت، استفاده از SPZnO-100 توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسپرم، اکسید روی، باروری، جوجه‌درآوری، مرغ مادر گوشتی.

The effect of zinc oxide levels with different particles sizes on reproductive performance of hens and roosters of broiler breeders

Masoud Barzegar¹, Mojtaba Zaghari², Mahdi Zhandi³ and Mostafa Sadeghi³

1, 2, 3. Ph.D. Candidate, Professor and Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Mar. 17, 2020 - Accepted: Jun. 29, 2020)

ABSTRACT

In this research the effects of different levels and particle sizes of zinc oxide on reproductive performance of hens and roosters of broiler breeders were evaluated. A total of 200 female Ross 308 broiler breeders in a completely randomized design with 4 treatments, 5 replicates and 5 birds per each replication, and 24 male Ross 308 broiler breeders in a completely randomized design with 4 treatments, 6 replicates and one bird per each replication at 54 weeks of age were used. The experimental treatments included the diets containing 70 mg zinc from zinc oxide with large particle size (LPZnO-70), 100 mg zinc from zinc oxide with large particle size (LPZnO-100), 70 mg zinc from zinc oxide with small particle size (SPZnO-70) and 100 mg zinc from zinc oxide with small particle size (SPZnO-100). The results indicated that the experimental treatments had no significant effect on egg production, body weight, egg weight and egg yolk weight. In the entire experimental period, the egg shell thickness was significantly higher in treatment containing SPZnO than LPZnO ($P < 0.001$). The highest and lowest fertility and hatchability ratios were observed in treatments containing SPZnO-100 and LPZnO-70, respectively. The highest semen volume was observed in roosters of treatments containing SPZnO-100 and LPZnO-100 ($P < 0.05$). Generally, it can be concluded that SPZnO has a more desirable effect on reproductive parameters of broiler breeders due to its higher bioavailability. Since the level of 100 mg zinc per kg of diet from both sources of zinc oxide resulted in better reproductive performance, the utilization of SPZnO-100 might be recommended.

Keywords: Broiler breeder, fertility, hatchability, sperm, zinc oxide.

* Corresponding author E-mail: mzaghari@ut.ac.ir

مقدمه

عنصر روی یک ریزمغذی ضروری است که در تنظیم فعالیت‌های مختلف سلولی دخالت داشته و نقش‌های اساسی مثل کوفاکتور تجزیه‌ای آنزیم‌ها یا کوفاکتور ساختاری پروتئین‌ها را بر عهده دارد. بیش از ۳۰۰ آنزیم و ۱۰۰۰ عامل رونویسی برای عملکرد مطلوب خود به روی نیاز دارند. از آنجایی که بدن حیوانات ذخیره کمی از روی دارد که پاسخگوی به نیاز حیوان نیست از این رو این عنصر باید در جیره به‌طور پیوسته وجود داشته باشد (Bao *et al.*, 2009). از طرفی، میزان روی موجود در اقلام خوراکی کمتر از حد نیاز حیوان یا پرنده است (NRC, 1994) بنابراین افزودن روی به جیره، ضروری است.

کمبود روی در مرغ‌های مادر موجب کاهش جوجه درآوری، عدم توانایی در تفریح جوجه و افزایش میزان مرگ و میر جنینی می‌شود (Wilson, 1997). به دلیل آن که روی جز آن که روی جزئی از ساختمانی آنزیم کربنیک آنهیدراز است و این آنزیم در تشکیل پوسته تخم‌مرغ نقش دارد بنابراین عنصر روی برای تشکیل مطلوب پوسته تخم، ضروری است (Guimaraes *et al.*, 2013). سازوکار فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز، تبدیل دی‌اکسید کربن و آب به اسید کربنیک است (Roberts, 2004).

عنصر روی بخشی از ساختار آنزیم‌های مختلفی است که دارای نقش آنتی‌اکسیدانی و فعالیت ترمیم‌کنندگی DNA هستند (Ebisch *et al.*, 2006). نقش روی در از بین بردن گونه‌های اکسیژن فعال (Reactive Oxygen Species (ROS)) و بهبود زنده‌مانی و تحرک اسپرم در حیوانات مختلف گزارش شده است (Bagchi *et al.*, 1998). همچنین عنصر روی جزو ضروری ساختمان اسپرم و فرایند تولید اسپرم است. افزودن روی به جیره خروس‌های گله مادر موجب افزایش تحرک و غلظت اسپرم می‌شود (Prasad, 1993).

عنصر روی برای عملکرد طبیعی سد روده‌ای و تولید مجدد بافت پوششی آسیب دیده مورد نیاز است (Alam *et al.*, 1994). روی موجود در جیره به‌طور

مؤثری مانع به هم ریختگی سد روده در اثر سوء تغذیه شده و موجب بهبود آن می‌گردد (Rodriguez *et al.*, 1996). در مورد ریخت‌شناسی روده مشخص شده است که روی موجب افزایش ارتفاع پرز و کاهش عمق کریپت می‌گردد (Payne *et al.*, 2006). آثار روی شامل تکثیر سلول‌های کریپت روده، بهبود ساخت و تخریب سلول‌های پوششی روده و حفظ ساختار و عملکرد سد روده‌ای است (Hu *et al.*, 2013).

عنصر روی به شکل غیرآلی (معدنی) مانند اکسید روی، سولفات روی و... و آلی (پیوند شیمیایی غیریونی بین اتم روی و لیگاند که به‌طور معمول یک اسیدآمین است) وجود دارد. نمک‌های معدنی در محیط مایع یونیزه شده و مستعد انجام واکنش با دیگر ترکیبات خوراک هستند. در بین اشکال معدنی، اکسید روی (ZnO) پایداری بیشتری دارد ولی قابلیت زیست‌فراهمی آن برای طیور نسبت به سولفات روی کمتر است (Edwards & Baker, 1999). سولفات‌ها در آب حلالیت بیشتری دارند و می‌توانند با یون‌های فلزی واکنش داده و رادیکال‌های آزاد تشکیل دهند که نتیجه آن کاهش ارزش غذایی جیره است. بنابراین در بیشتر کشورها از اکسید روی به عنوان منبع معدنی روی در تغذیه طیور استفاده می‌شود.

در این پژوهش اثر سطوح (دو سطح) و اندازه ذرات مختلف اکسید روی بر عملکرد تولید مثلی مرغ‌ها و خروس‌های مادر گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر از تعداد ۲۰۰ قطعه مرغ مادر گوشتی در یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار، ۵ تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر تکرار و ۲۴ قطعه خروس مادر گوشتی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار، ۶ تکرار و یک پرنده در هر تکرار از سویه راس ۳۰۸ در سن ۵۴ هفتگی استفاده شد. اکسید روی (خلوص ۷۶ درصد) در دو شکل، یکی دارای اندازه ذرات بزرگ (Large Particle ZnO (LPZnO)) و دیگری دارای اندازه ذرات کوچک (Small Particle ZnO (SPZnO)) بود در دو سطح ۷۰ و

راس ۳۰۸ (Anonymous, 2016) تنظیم گردیدند که در جدول ۱ ارائه شده‌اند. اندازه‌گیری میزان عنصر روی در جیره پایه به روش جذب اتمی صورت گرفت که برای مرغ‌ها و خروس‌ها به ترتیب ۲۶/۵ و ۳۳/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک به دست آمد. خوراک به شکل آردی و به صورت محدود در اختیار پرنده‌ها قرار گرفت. مصرف آب به صورت اختیاری بود. برای این‌که عنصر روی از بدن پرنده‌ها تخلیه شود، جیره بدون روی به مدت دو هفته در اختیار پرنده‌ها قرار داده شد. همه پرنده‌ها در شرایط کنترل شده با میزان روشنایی ۱۳/۵ ساعت و دمای ۲۲ الی ۲۳ درجه سانتی‌گراد، پرورش یافتند.

۱۰۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی شامل جیره حاوی ۷۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره از منبع اکسید روی با اندازه ذرات بزرگ (LPZnO-70)، ۱۰۰ میلی‌گرم - گرم روی در هر کیلوگرم جیره از منبع اکسید روی با اندازه ذرات بزرگ (LPZnO-100)، ۷۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره از منبع اکسید روی با اندازه ذرات کوچک (SPZnO-70) و ۱۰۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره از منبع اکسید روی با اندازه ذرات کوچک (SPZnO-100) بودند. جیره‌های پایه برای مرغ‌ها و خروس‌ها بر اساس راهنمای پرورش سویه

جدول ۱. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره پایه مرغ‌ها و خروس‌ها (از سن ۵۴ تا ۶۵ هفتگی)

Table 1. The ingredients and nutrients composition of basal diet for females and males (from 54 to 65 weeks of age)

Ingredients (g/kg)	Basal diet of females	Basal diet of males
Corn grain	723.6	687.9
Soybean meal	169.8	65.7
Corn oil	3.1	0.0
Wheat bran	0.0	214
Di calcium phosphate	12.6	13.7
Oyster shell	79.8	8.1
Common salt	3.4	3.2
Sodium bicarbonate	1.0	1
Vitamin supplement ¹	2.5	2.5
Mineral supplement ²	2.5	2.5
D L- Methionine	1.4	1.1
L-Lysine HCL	0.0	0.3
L Threonine	0.2	0.0
Sum	1000	1000
LPZnO-70 *	0.0921	0.0921
LPZnO-100	0.1316	0.1316
SPZnO-70 **	0.0921	0.0921
SPZnO-100	0.1316	0.1316
Nutrients (Calculated %)		
MEn (kcal/kg)	2800	2700
Crude protein	13	11.5
Calcium	3.4	0.7
Available phosphorus	0.32	0.35
Na	0.18	0.18
Cl	0.22	0.22
(Na+K)-Cl (meq/kg)	154	160
Dig. Lys	0.52	0.44
Dig. Met	0.35	0.28
Dig. Met+Cys	0.54	0.42
Dig. Thr	0.47	0.33

۱. مقدار ویتامین‌ها در هر کیلوگرم جیره: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D₃، ۳۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K₃، ۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B₁، ۳ میلی‌گرم؛ ویتامین B₂، ۱۲ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۱۵ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۵۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B₆، ۴ میلی‌گرم؛ ویتامین B₁₂، ۰/۰۳ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۲۵ میلی‌گرم؛ کولین، ۳۰۰ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدان، ۱ میلی‌گرم.

۲. مقدار مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره: مس (سولفات مس ۵ آبه)، ۱۰ میلی‌گرم؛ ید (یدید کلسیم)، ۲ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن ۴ آبه)، ۵۰ میلی‌گرم؛ منگنز (سولفات منگنز)، ۱۲۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سلنات سدیم)، ۰/۳ میلی‌گرم و روی، صفر میلی‌گرم (فاقد روی). جیره پایه به ترتیب حاوی ۲۶/۵ و ۳۳/۶ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره برای مرغ‌ها و خروس‌ها بود.

* اکسید روی با اندازه ذرات بزرگ.

** اکسید روی با اندازه ذرات کوچک.

1. Vitamin premix provided per kilogram of diet: Vitamin A, 11000 IU; vitamin D₃, 3500 IU; vitamin E, 100 IU; vitamin K₃, 5 mg; vitamin B₁, 3 mg; vitamin B₂, 12 mg; Pantothenic acid, 15 mg; Niacin, 55 mg; B₆, 4 mg; B₉, 2 mg; B₁₂, 0.03 mg; Biotin, 0.25 mg; Choline, 300 mg and Antioxidant, 1 mg.

2. Mineral premix provided per kilogram of diet: Copper (as cupric sulphate, 5H₂O), 10 mg; iodine (as calcium iodide), 2 mg; iron (as ferrous sulphate, 4H₂O), 50 mg; manganese (as manganese sulphate), 120 mg; selenium (as sodium selenate), 0.3 mg and zinc, 0 mg (no added zinc). basal diet contained 26.5 and 33.6 mg Zn /Kg of diet for females and males respectively.

* Large Particle ZnO.

** Small Particle ZnO.

فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده

در این تحقیق تولید تخم‌مرغ به صورت روزانه، وزن بدن، وزن تخم‌مرغ، وزن زرده و ضخامت پوسته تخم‌مرغ به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. در دو هفته اول آزمایش مرغ‌ها از لحاظ میزان تولید تخم‌مرغ یکی شدند. بررسی باروری و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها در سن ۶۵ هفتگی صورت گرفت. در این مورد از تلقیح مصنوعی استفاده شد بدین شکل که بعد از اسپرم‌گیری با روش ماساژ شکمی (Burrows & Quinn, 1937) اسپرم‌ها با شیر بدون چربی به نسبت ۱ به ۵ (حجمی/حجمی) به نحوی رقیق گردیدند که به ازای هر مرغ تعداد ۲۰۰ میلیون اسپرم در نظر گرفته شود سپس اسپرم خروس‌های هر تیمار به مرغ‌های همان تیمار تلقیح شد. در طول هفته ۶۵ تخم‌مرغ‌های قابل جوجه‌کشی جمع‌آوری و در محیطی با دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و در پایان هفته ۶۵ به جوجه‌کشی انتقال داده شدند. پس از پایان دوره جوجه‌کشی، تعداد جوجه‌های متولد شده برای تعیین درصد جوجه‌درآوری نسبت به تعداد تخم‌مرغ وارد شده به دستگاه برای هر تیمار محاسبه شد. از طرفی برای تعیین درصد باروری، تخم‌مرغ‌هایی که تفریخ نشده بودند شکسته شدند و وجود یا عدم وجود جنین ثبت شد. مجموع جوجه‌های تفریخ شده و تخم‌مرغ‌های حاوی جنین نسبت به تخم‌مرغ‌های وارد شده به دستگاه برای هر تیمار تحت عنوان میزان باروری ثبت شد.

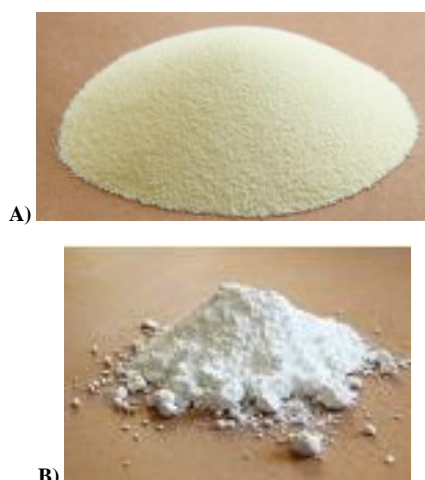
در مورد خروس‌ها حجم مایع منی، جنبایی، جنبایی پیش‌رونده، زنده‌مانی اسپرم و آزمون یکنواختی غشا (Hypo-Osmotic Swelling Test) (HOST) در پایان آزمایش (سن ۶۵ هفتگی) مورد بررسی قرار گرفت. حجم مایع منی با استفاده از میکروتیوب‌های مدرج اندازه‌گیری شد. جنبایی و جنبایی پیش‌رونده اسپرم به روش تخمین چشمی بررسی و داده‌های آن یادداشت گردید. زنده‌مانی اسپرم‌ها با استفاده از روش رنگ آمیزی ائوزین-نگروزین (Lukaszewicz *et al.*, 2008) و یکپارچگی غشای اسپرم با روش HOST مورد ارزیابی قرار گرفتند (Santiago-Moreno *et al.*, 2009).

در این پژوهش از دو شکل اکسید روی که به لحاظ خصوصیات فیزیکی- شیمیایی با یکدیگر متفاوت بودند استفاده شد. در این بررسی، اکسید روی مرسوم در صنعت پرورش طیور تحت عنوان LPZnO و نسل جدید اکسید روی که دارای خصوصیات ظاهری و عملکردی ویژه‌ای است تحت عنوان SPZnO معرفی شده است. در SPZnO مساحت ویژه و تخلخل افزایش یافته است. این موارد موجب شده است تا SPZnO دارای جریان‌پذیری مناسب باشد که نتیجه آن توزیع یکنواخت‌تر آن در جیره است از طرفی با توجه به خصوصیات فیزیکی- شیمیایی ذکر شده، قابلیت دسترسی و جذب روده‌ای آن نیز نسبت به اکسید روی معمولی (LPZnO) بالاتر است (Narcy *et al.*, 2015). در جدول ۲ و شکل ۱ به ترتیب مقایسه بین ویژگی‌های دو نوع منبع اکسید روی (Noori *et al.*, 2019) و شکل ظاهری آن‌ها آورده شده است.

جدول ۲. مقایسه ویژگی‌های LPZnO و SPZnO
Table 2. Comparison of LPZnO and SPZnO characteristics

Characteristics	LPZnO*	SPZnO**
Particle size (nm)	100- 1000	< 100
Area to weight ratio (m ² /g)	2.4	42
Arsenic (ppm)	100	30
Cadmium (ppm)	30	2
Lead (ppm)	400	20
Dioxin (ng)	1.5	1.5
CV (%)***	5.61	3.65
Angle of repose (degree)	35	28
Mixability	poor	good

* اکسید روی با اندازه ذرات بزرگ
** اکسید روی با اندازه ذرات کوچک
*** ضریب تغییرات عنصر روی در خوراک کامل
*** Coefficient of variation for Zn in complete feed



شکل ۱. دو نوع اکسید روی. A) SPZnO و B) LPZnO.
Figure 1. Two kinds of zinc oxide. A) SPZnO and B) LPZnO.

طرح آزمایشی

داده‌های به‌دست‌آمده از این تحقیق با استفاده از نرم-افزار (SAS 9.0 (2011) و رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در مورد فراسنجه‌هایی که به صورت هفتگی بررسی شدند، از رویه MIXED استفاده شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد مرغ‌ها

اثر تیمارهای آزمایشی بر تولید تخم‌مرغ، وزن بدن، وزن تخم‌مرغ و وزن زرده در کل دوره آزمایش معنی‌دار نبود ($P > 0.05$) (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). هر چند که مرغ‌ها به لحاظ تولید تخم‌مرغ یکنواخت شدند با این حال برای عامل همبسته تجزیه و تحلیل انجام شد که معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). اثر تیمارها بر ضخامت پوسته تخم‌مرغ در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج، ضخامت پوسته تخم‌مرغ در هفته دوم دوره تخلیه، کاهش ولی در هفته‌های اول و دوم شروع آزمایش (سنین ۵۶ و ۵۷ هفتگی) افزایش یافت. مطابق جدول ۳، ضخامت پوسته در تیمار حاوی SPZnO-70 بیشتر از سایر گروه‌ها بود. افزودن SPZnO به‌طور معنی‌داری ضخامت پوسته را نسبت به LPZnO در کل دوره آزمایش افزایش داد ($P < 0.001$) (شکل ۲).

در مطالعه‌ای بر روی مرغ‌های مادر، افزایش میزان روی جیره، اثر معنی‌داری بر وزن تخم‌مرغ نداشت (Kidd *et al.*, 1992). با افزودن روی از منبع اکسید روی و یا ویتامین A به جیره مرغ‌ها، تفاوت معنی‌داری از نظر وزن بدن، تولید تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک، مشاهده نشد (Kaya *et al.*, 2001). همچنین استفاده از روی بدون توجه به منبع آن، اثر معنی‌داری بر وزن تخم‌مرغ نداشت (Tabatabaie *et al.*, 2007).

مقدار عنصر روی پیشنهادی برای مرغ‌های مادر در جداول استاندارد از ۶۵ تا ۱۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک متغیر است (Cobb-Vantress, 2013;)

(Anonymus, 2016). جدول‌های NRC (1994)، مقدار ۴/۵ میلی‌گرم به ازای هر مرغ مادر در روز را پیشنهاد داده است که البته بر اساس گزارش‌های کمی می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که مقادیر ۷۰ تا ۱۳۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره در مرغ مادر برای حفظ عملکرد تولید تخم‌مرغ، کافی است.

در پژوهشی بیان شده که افزودن روی به جیره مرغ‌ها موجب افزایش میزان روی در تخم‌مرغ، افزایش تولید و بهبود استحکام پوسته تخم‌مرغ می‌شود (Bahakaim *et al.*, 2014). گزارش شده است که افزودن روی به جیره موجب افزایش قابلیت استفاده از کلسیم و در نتیجه بهبود فراسنجه‌های کیفی پوسته تخم‌مرغ می‌شود (Klecker *et al.*, 2002). یکی از مهمترین مسائل در صنعت پرورش طیور حفظ کیفیت پوسته تخم‌مرغ است که دلیل آن اثرگذاری بر تولید تخم‌مرغ و جوجه‌درآوری و در نهایت سوددهی می‌باشد. روی با دو راه‌کار نقش مهمی در کیفیت پوسته تخم‌مرغ ایفا می‌کند که یکی اثر بر ساختار بافت پوششی ایستوموس و در نتیجه تولید غشای پوسته (Rodriguez-Navarro *et al.*, 2015) و دیگری نقش کوفاکتوری روی در آنزیم کربنیک انهدراز است که این آنزیم موجب بهبود تشکیل پوسته تخم‌مرغ می‌شود (Innocenti *et al.*, 2004). دلیل آن که SPZnO توانست ضخامت پوسته تخم‌مرغ را افزایش دهد احتمالاً به دلیل توزیع یکنواخت‌تر آن در جیره به علت جریان‌پذیری بالاتر و همچنین قابلیت دسترسی بالاتر و جذب بیشتر آن است (Narcy *et al.*, 2015).

باروری و جوجه‌درآوری

اثر سطوح و اندازه ذرات مختلف اکسید روی بر باروری و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها در سن ۶۵ هفتگی در شکل ۳ آورده شده است. نتایج بیانگر اثر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر باروری ($P < 0.01$) و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها ($P < 0.03$) است. بالاترین و پایین‌ترین میزان باروری و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها به ترتیب در تیمارهای SPZnO-100 و LPZnO-70 مشاهده شد. با توجه به شکل ۳، صرف‌نظر از نوع منبع اکسید روی، میزان باروری و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها

می‌تواند با رادیکال‌های آزاد تولیدشده توسط اسپرم‌های غیرطبیعی پیوند برقرار کرده و در نتیجه اسپرم‌های سالم را از آسیب‌های ناشی از گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) حفظ کند (Chia *et al.*, 2000). نفوذ اسپرم به لایه داخلی پری‌ویتلین تخمک به‌طور مثبت با باروری همبستگی مثبت دارد. شمار بالای اسپرم نفوذ کرده به این لایه بیانگر لقاح موفق است و می‌تواند به‌طور مثبتی مرتبط با پرشدن مطلوب لوله‌های ذخیره اسپرم (Sperm Storage Tubules utero-vaginal region) در ناحیه رحمی-واژنی (Fairchild, 2001) مرتبط باشد.

در سطح ۷۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره کمتر از سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آن بود. بنابراین می‌توان بیان کرد که استفاده از روی به میزان ۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم برای به دست آوردن باروری و جوجه‌درآوری مطلوب و بهینه، کافی نیست. در مطالعه‌ای گزارش شد که سطوح مختلف روی اثر معنی‌داری بر درصد باروری و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ دارند. این بهبود در تیمارهایی که روی دریافت کرده بودند می‌تواند به دلیل اثر روی بر پوسته تخم‌مرغ، کیفیت اسپرم و بازده تولیدمثلی نرها باشد (Aneb *et al.*, 2011). پیشنهاد شده است که روی

جدول ۳. اثر سطوح و اندازه ذرات مختلف اکسید روی بر ضخامت پوسته تخم‌مرغ (میلی‌متر)*

Table 3. The effect of different levels and particle sizes of ZnO on egg shell thickness (mm)*

Treatments	Age (week)									
	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
LPZnO -70	0.298 ^b	0.348	0.348	0.346 ^b	0.336	0.336	0.328 ^b	0.348 ^b	0.344	0.346ab
LPZnO -100	0.306 ^b	0.332	0.340	0.342 ^{ab}	0.340	0.340	0.332 ^b	0.346 ^b	0.332	0.330b
SPZnO -70	0.340 ^a	0.356	0.358	0.360 ^a	0.352	0.346	0.374 ^a	0.372 ^a	0.356	0.356a
SPZnO -100	0.325 ^a	0.346	0.348	0.340 ^b	0.336	0.350	0.358 ^a	0.360 ^{ab}	0.354	0.343ab
SE	0.007	0.006	0.007	0.005	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007	0.005
P- value	0.003	0.110	0.420	0.060	0.300	0.460	0.0009	0.030	0.100	0.030
LPZnO**	0.302 ^b	0.340	0.344	0.344	0.338	0.338	0.330 ^b	0.348 ^b	0.338 ^b	0.338
SPZnO***	0.334 ^a	0.351	0.353	0.350	0.344	0.348	0.366 ^a	0.366 ^a	0.355 ^a	0.349
SE	0.005	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.003
P- value	0.0004	0.120	0.230	0.330	0.390	0.120	0.0001	0.008	0.020	0.090

* دو هفته قبل از شروع آزمایش (سپین ۵۴ و ۵۵ هفتگی) مرغ‌ها جیره تخلیه (فاقد روی) دریافت کردند.

a-b: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) هستند.

** اکسید روی با اندازه ذرات بزرگ.

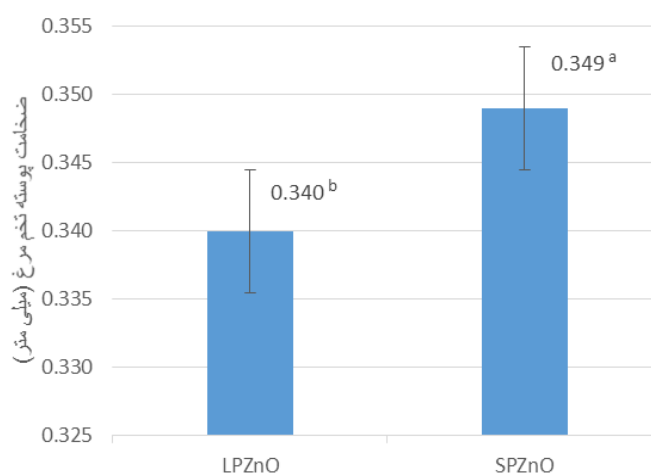
*** اکسید روی با اندازه ذرات کوچک.

* Two weeks before the start of experiment (at 54 and 55 weeks of age), all birds received a depletion diet (without added zinc).

a-b: Means within each column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

** Large Particle ZnO.

*** Small Particle ZnO.



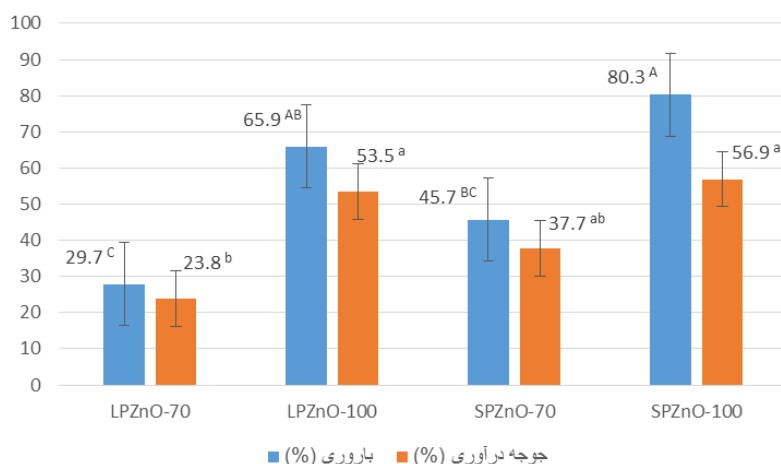
شکل ۲. اثر اندازه ذرات مختلف اکسید روی بر ضخامت پوسته تخم‌مرغ (میلی‌متر) در کل دوره آزمایش ($P < 0.001$, $SE = 0.002$)

Figure 2. The effect of different particle sizes of ZnO on egg shell thickness (mm) in entire experimental period ($P < 0.001$, $SE = 0.002$)

ویژگی‌های اسپرم

اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات اسپرم خروس‌های گله مادر در پایان آزمایش (سن ۶۵ هفتگی) در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به نتایج، سطوح مختلف اکسید روی تنها بر حجم مایع منی اثر معنی‌دار داشت ($P < 0.05$) و در مورد فراسنجه‌های دیگر نه سطوح و نه اندازه ذرات مختلف اکسید روی

اثر معنی‌دار نداشتند ($P > 0.05$). همان‌طور که ملاحظه می‌شود، استفاده از سطح ۱۰۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره منجر به افزایش معنی‌دار حجم منی در مقایسه با سطح ۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آن شد. در خروس‌های گله مادر افزودن روی می‌تواند از غشای اسپرم در برابر پراکسیداسیون لیپیدی محافظت کرده و زنده‌مانی آن را افزایش دهد (Gallo *et al.*, 2003).



شکل ۳. اثر سطوح و اندازه ذرات مختلف اکسید روی بر باروری (حروف بزرگ) و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها (حروف کوچک) در سن ۶۵ هفتگی ($P < 0.0009$, $SE = 7.2$) و ($P < 0.028$, $SE = 6.8$)

Figure 3. The effect of different levels and particle sizes of ZnO on fertility ($P < 0.0009$, $SE = 7.2$) (capital letters) and hatchability of eggs ($P < 0.028$, $SE = 6.8$) (lowercase letters) at 65 week of age

جدول ۴. اثر سطوح و اندازه ذرات مختلف اکسید روی بر خصوصیات اسپرم خروس‌های گله مادر در پایان دوره آزمایش (سن ۶۵ هفتگی)*

Table 4. The effect of different levels and particle sizes of ZnO on semen characteristics of male broiler breeders at the end of experimental period (65 week of age)*

Treatments	Semen volume (ml)	Motile spermatozoa (%)	Sperm forward motility (%)	HOST (%)*	Viable spermatozoa (%)
LPZnO -70	0.398 ^{ab}	36.16	28.23	77.12	82.47
LPZnO -100	0.683 ^a	30.98	24.52	72.63	80.82
SPZnO -70	0.398 ^b	35.71	28.33	81.30	81.49
SPZnO -100	0.533 ^{ab}	47.61	37.16	78.38	82.46
SE	0.10	4.30	4.70	2.50	2.20
P- value	0.050	0.080	0.280	0.150	0.930
LPZnO**	0.541	33.57	33.83	74.88	81.65
SPZnO***	0.400	41.60	32.04	79.80	81.97
SE	0.08	3.20	3.30	1.80	1.50
P- value	0.200	0.090	0.250	0.060	0.880

a-b میانگین موجود در یک ستون با حروف غیر یکسان بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) است.

* آزمون یکنواختی غشا.

** اکسید روی با اندازه ذرات بزرگ.

*** اکسید روی با اندازه ذرات کوچک.

a-b Means within each column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

* Hypo-Osmotic test.

** Large Particle ZnO.

*** Small Particle ZnO.

فراسنجه‌های تولیدمثلی گله‌های مادر دارد. از آنجایی که سطح ۱۰۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم جیره از هر دو منبع اکسید روی عملکرد تولیدمثلی بهتری را به همراه داشت، استفاده از SPZnO-100 توصیه می‌شود.

روی به مقدار زیادی در مجرای تولیدمثل خروس‌ها وجود دارد و نقش مهمی در فیزیولوژی و فرایند تولید اسپرم ایفا می‌کند به نحوی که کمبود آن موجب نقص عملکرد سیستم تولیدمثل همچون تحلیل لوله‌های منی‌ساز و کاهش وزن بیضه می‌شود (Rahman *et al.*, 2014).

سپاسگزاری

از خانم دکتر الهام داری و آقای مهندس امیر مصیب‌زاده به‌خاطر همکاری در طرح و از شرکت مینا طیور برای در اختیار قرار دادن محصول اکسید روی با اندازه ذرات کوچک و مکمل‌های ویتامینی و مواد معدنی، تشکر و قدردانی می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، اکسید روی با اندازه ذرات کوچک (SPZnO) به‌دلیل جریان‌پذیری بالاتر و در نتیجه توزیع یکنواخت‌تر در جیره و همچنین قابلیت دسترسی بالاتر، تأثیر مطلوب‌تری بر

REFERENCES

1. Alam, A. N., Sarker, S. A., Wahed, M. A., Khatun, M. & Rahaman, M. M. (1994). Enteric protein loss and intestinal permeability changes in children during acute shigellosis and after recovery: effect of zinc supplementation. *Gut*, 35, 1707-1711.
2. Amen, M. H. M. & Al-Daraji, H. J. (2011). Effect of dietary supplementation with different level of zinc on sperm egg penetration and fertility traits of broiler breeder chicken. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10, 1083-1088.
3. Anonymus. (2016). Ross 308: Broiler Breeder Management Manual. Aviagen, Newbridge, Midlothian EH28 8SZ, Scotland, UK.
4. Bagchi, D., Vuchetich, P. J., Bagchi, M., Tran, M. X., Krohn, R. L., Ray, S. D. & Stohs, S. J. (1998). Protective effects of zinc salts on TPA-induced hepatic and brain lipid peroxidation, glutathione depletion, DNA damage and peritoneal macrophage activation in mice. *General Pharmacology: The Vascular System*, 30, 43-50.
5. Bahakaim, A. S. A., Abdelmagied, H. A., Osman, S. M. H., Omar, A. S., Abdelmalak, N. Y. & Ramadan, N. A. (2014). Effect of using different levels and sources of zinc in layer's diets on egg zinc enrichment. *Egyptian Poultry Science Journal*, 34, 39-56.
6. Bao, Y. M., Choct, M., Iji, P. A., & Bruerton, K. (2009). Optimal dietary inclusion of organically complexed zinc for broiler chickens. *British Poultry Science*, 50, 59-102.
7. Burrows, W. H. & Quinn, J. P. (1937). The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. *Poultry Science*, 16, 19-24.
8. Chia, S. E., Ong, C.N., Chua, L. H., Ho, L. M. & Tay, S. K. (2000). Comparison of zinc concentrations in blood and seminal plasma and the various sperm parameters between fertile and infertile men. *Journal of Andrology*, 21, 53-57.
9. Ebisch, I., Thomas, C., Peters, W., Braat, D., & Steegerstheunissen, R. (2006). The importance of folate, zinc and antioxidants in the pathogenesis and prevention of subfertility. *Human Reproduction Update* 13, 163-174.
10. Edwards, H., & Baker, D. H. (1999). Bioavailability of zinc in several sources of zinc oxide, zinc sulfate, and zinc metal. *Journal of Animal Science*, 77, 2730-2735.
11. Fairchild, B. D. (2001). *Turkey Hen Age, Fertility and Sperm Penetration of the Inner Previtelline Layer Affects Embryonic Mortality*. Ph.D. thesis. Graduate Faculty, North Carolina State University.
12. Gallo, R., Veronico, M., Nacucchi, O., Tafaro, E., Barile, P., Nicastro, F., & Zezza, L. (2003). The effects of selenium, zinc and vitamin E supplementation on performance of broiler breeder males. *Italian Journal of Animal Science*, 2, 471-473.
13. Guimaraes, A. C. T., Sakomura, N. K., Hauschild, L., Loureiro, B. A., & Donato, D. C. Z. (2013). Microminerais complexados a amino´ acidos no desempenho reprodutivo de matrizes pesadas e resposta da prog´enie. *Ciencia Rural* 43, 1044-1049.
14. Hu, C., Song, J., Li, Y., Luan, Z., & Zhu, K. (2013). Diosmectite-zinc oxide composite improves intestinal barrier function, modulates expression of pro-inflammatory cytokines and tight junction protein in early weaned pigs. *British Journal of Nutrition*, 110, 681-688.

15. Innocenti, A., Zimmerman, S., Ferry, J.G., Scozzafava, A. & Supuran C.T. (2004). Carbonic anhydrase inhibitors. Inhibition of the zinc and cobalt gamma-class enzyme from the archaeon *Methanosarcina thermophila* with anions. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 14, 3327-3331
16. Kaya, S., Mucalilar, H. D., Haliloglu, S. F. & Ipek, H. (2001). Effect of dietary vitamin A and zinc on egg yield and some blood parameters of laying hens. *Turkey Journal of Veterinary and Animal Science*, 25, 763-769.
17. Kidd, M.T., Anthony, N. B. & Lee, S. R. (1992). Progeny performance when dams and chicks are fed supplemental zinc. *Poultry Science*, 71, 1201-1206.
18. Klecker, D., Zeman, L., Jelinek, P. & Bunesova, A. (2002). Effect of manganese and zinc chelates on the quality of eggs. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 50, 59-68.
19. Lukaszewicz, E., Jersey, A., Partyka, A. & Siudzinska, A. (2008). Efficacy of evaluation of rooster sperm morphology using different staining methods. *Research of Veterinary Science*, 85, 583-588.
20. Narcy, A., Mathe, D., Nys, Y. & Romeo, A. (2015). Bioavailability of zinc oxide sources in broilers, In: *Proceeding of WVPA (Malaysia Branch) and WPSA (Malaysia Branch) Scientific Conference*. 21-22 Sept., Kuala Lumpur Convention Centre, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 74-76.
21. National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Revised Edition, National Academy Press, Washington, DC., USA.
22. Noori, O., Zaghari, M. & Mehrvarz, H. (2019). Scrutinizing mixer efficiency and poultry feed homogeneity. *European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*. 23-26 June., Turkey.
23. Payne, R. L., Bidner, T. D., Fakler, T. M. & Southern, L. L. (2006). Growth and intestinal morphology of pigs from sows fed two zinc sources during gestation and lactation. *Journal of Animal Science*, 84, 2141-2149.
24. Prasad, A. S. (1993). Clinical spectrum of human zinc deficiency. In *Biochemistry of zinc* (pp. 219-258). Springer, Boston, MA.
25. Rahman, H., Qureshi, M. S. & Khan, R.U. (2014) Influence of dietary zinc on semen traits and seminal plasma antioxidant enzymes and trace minerals of Beetal bucks. *Reproduction in Domestic Animals* 48, 1004-1007.
26. Roberts, J. R. (2004). Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *Journal of Poultry Science*, 41, 161-177.
27. Rodriguez, P., Darmon, N., Chappuis, P., Candalh, C., Blaton, M. A., Bouchaud, C. & Heyman, M. (1996). Intestinal paracellular permeability during malnutrition in guinea pigs: effect of high dietary zinc. *Gut* 39, 416-422.
28. Rodríguez-Navarro, A. B., Marie, P., Nys, Y., Hincke, M.T. & Gautron, J. (2015). Amorphous calcium carbonate controls avian eggshell mineralization: a new paradigm for understanding rapid eggshell calcification. *Journal of Structural Biology*, 190, 291-303.
29. Santiago-Moreno, J., Castaño, C., Coloma, M. A., Gómez-Brunet, A., Toledano-Díaz, A., López-Sebastián, A., & Campo, J. L. (2009). Use of the hypo-osmotic swelling test and aniline blue staining to improve the evaluation of seasonal sperm variation in native Spanish free-range poultry. *Poultry Science*, 88(12), 2661-2669.
30. SAS Institute. (2011). *SAS/STAT User's Guide: Statistics*. Release 9.3 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
31. Tabatabaie, M. M., Aliarabi, H., Saki, A. A., Ahmadi, A. & Hosseini Siyar, S. A. (2007). Effect of different sources and levels of zinc on egg quality and laying hen performance. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10, 3476-3478.
32. Wilson, H. R. (1997). Effects of maternal nutrition on hatchability. *Poultry Science*, 76, 134-143.