

DOI:10.22034/AS.2023.38225.1552

تأثیر سطوح مختلف عنصر روی بر عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ و فراسنجه‌های ایمنی مرغان تخم‌گذار در پرورش متراکم و توصیه شده

سمیه سالاری^{۱*}، زینب پورآزادی^۲ و محمدرضا جمالی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۳

^۱ دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، اهواز، ایران

^۲ دانش آموخته دکترای گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، اهواز، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: s.salari@asnrukh.ac.ir

چکیده:

زمینه مطالعاتی: عنصر روی جزء ضروری آنزیم کربونیک آنهیدراز رحمی است که نقش مهمی در تشکیل پوسته تخم‌مرغ دارد. **هدف:** به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف عنصر روی بر عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ و فراسنجه‌های ایمنی مرغان تخم‌گذار در شرایط پرورش متراکم این آزمایش انجام شد. **روش کار:** تعداد ۱۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های-لاین W-۳۶ در سن ۶۰ هفتگی به مدت ۱۰ هفته استفاده شد. تیمارهای مورد بررسی شامل دو سطح تراکم (توصیه شده (۳ مرغ به ازای هر قفس) و متراکم (۵ مرغ به ازای هر قفس))، و ۴ سطح روی از منبع روی-متیونین (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بودند که در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۴ با ۸ تیمار اجرا شد. **نتایج:** افزودن سطوح مختلف روی در شرایط متفاوت تراکم نتوانست مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک را تحت تأثیر قرار دهد. سطوح ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی باعث کاهش معنی‌دار درصد تولید تخم‌مرغ و وزن تخم‌مرغ در مقایسه با سطح ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در مرغان تخم‌گذار شد. مقاومت پوسته تخم‌مرغ با افزایش سطح روی جیره افزایش و واحد هاو در پرندگان پرورش یافته در شرایط متراکم نسبت به تراکم توصیه شده کاهش یافت ($P < 0.05$). در بررسی فراسنجه‌های تولیدمثلی مرغان تخم‌گذار، تنها وزن تخمدان در پرندگان موجود در شرایط متراکم کمتر از تراکم توصیه شده بود ($P < 0.05$). استفاده از سطح ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در جیره به طور معنی‌داری باعث افزایش سطح LDL خون در مقایسه با سطح ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و اعمال تنش تراکم نیز به طور معنی‌داری باعث افزایش سطح گلوکز خون مرغان تخم‌گذار در مقایسه با تراکم توصیه شده شد. **نتیجه‌گیری نهایی:** در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از روی نتوانست تغییری در فراسنجه‌های کمی یا کیفی تخم‌مرغ در شرایط پرورش متراکم ایجاد کند، هر چند سطوح ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی باعث افزایش استحکام پوسته تخم‌مرغ شد.

واژگان کلیدی: تراکم، روی، عملکرد، فراسنجه‌های خونی، مرغ تخم‌گذار

مقدمه

دیگری نیز که به مقدار کم به جیره افزوده می‌شوند، نیازمندان. این مواد شامل، ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌نیاز یا کم مصرف می‌باشند. عناصر کم مصرف عمدتاً به شکل نمک‌های معدنی به صورت اکسید، سولفات و یا

طیور برای زنده ماندن، تولید مثل و تولید اقتصادی گوشت و تخم‌مرغ، علاوه بر نیاز به کربوهیدراتها، پروتئین‌ها، چربی‌ها و مواد معدنی پرنیاز، به مواد مغذی

کربنات به جیره غذایی افزوده می‌شوند. عنصر روی، از جمله مواد معدنی کم نیاز است که می‌تواند در بهبود عملکرد طیور نقش مؤثری داشته باشد (لیسون و سامرز ۲۰۰۱). عنصر روی یک عنصر ضروری در ساختمان بیش از ۲۰۰ نوع آنزیم مختلف است که از جمله مهمترین آنها می‌توان به کربونیک آنهیدراز و تیامیدین کیناز اشاره کرد که در ساختمان آنزیم‌های دیگری نظیر کربوکسی پپتیداز لوزالمعده، لاکتات دهیدروژناز، تیامیدین کیناز و آلکالین فسفاتاز و چندین سیستم آنزیمی دیگر نیز مشارکت دارد (لیسون و سامرز ۲۰۰۱). کربونیک آنهیدراز متالوآنزیمی است که حاوی ۳۳ درصد روی می‌باشد و در دهیدراته کردن دی اکسیدکربن معده که یک واکنش ضروری جهت خنثی کردن حالت قلیایی بیش از حد مخاط معده است، نقش دارد (لیسون و سامرز ۲۰۰۱). این آنزیم همچنین در آهکی کردن و تشکیل پوسته تخم‌مرغ نقش دارد (لیسون و سامرز ۲۰۰۱) بطوری که فقدان این آنزیم سبب کاهش ترشح یون بی‌کربنات و در نتیجه به مقدار زیادی کاهش در وزن پوسته تخم‌مرغ و نازک شدن پوسته آن می‌شود (اسویات کلویز و کورلسکی ۲۰۰۸). عنصر روی در تمامی بافت‌های بدن وجود داشته و تمایل آن به تجمع در استخوان بیش از کبد می‌باشد. غلظت‌های بالای آن در پوست و پر نیز یافت می‌شود. عنصر روی برای بسیاری از وظایف فیزیولوژیکی از قبیل عملکرد سیستم ایمنی، وظایف آنتی اکسیدانی، رشد و تولید مثل مورد نیاز است. نقش روی در عملکرد سیستم ایمنی، در افزایش تعداد لنفوسیت‌های T، نوتروفیل‌ها، ماکروفاژها، تولید آنتی‌بادی‌ها و کاهش حساسیت سلول در مقابل ویروس‌ها و افزایش اندازه اندام‌های لنفاوی نشان داده شده است (سahین و همکاران ۲۰۰۹). از طرف دیگر، کمبود عنصر روی می‌تواند منجر به نقص در سطوح مختلف دفاع میزبان از اولین سد دفاعی بدن یعنی پوست تا ایمنی همورال و سلولی گردد (والش و همکاران ۱۹۹۰). حیواناتی که دچار کمبود طولانی مدت روی می‌شوند پس از مدتی دچار

چروکیدگی طحال شده و چون طحال از اندام‌های ایمنی در بدن به شمار می‌رود، کمبود این عنصر موجب اختلال در سیستم ایمنی می‌گردد (ویلسون ۲۰۰۴). اندروود و ساتل (۱۹۹۹)، احتیاجات پرنده به روی را در جوجه‌های ۸-۰ هفتگی، ۴۰ میلی‌گرم، ۱۸-۸ هفتگی، ۳۵ میلی‌گرم، مرغ‌های تخم‌گذار، ۵۰ میلی‌گرم و گله‌های مادر و اجداد ۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره گزارش نمودند. از طرفی بر اساس NRC (۱۹۹۴) نیاز مرغ‌های تخم‌گذار به عنصر روی در دوره تولید بر اساس ۸۰ گرم خوراک مصرفی روزانه ۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و بر اساس ۱۰۰ گرم خوراک مصرفی روزانه ۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. از طرف دیگر، یکی از مهمترین مسائل مدیریتی مرغان تخم‌گذار تعداد پرنده در واحد سطح در قفس می‌باشد. تأثیر فضای قفس بر عملکرد مرغان تخم‌گذار بخوبی مشخص شده است (کیلینگ و همکاران ۲۰۰۳ و جلال و همکاران ۲۰۰۶). تراکم در قفس به مفهوم فضای قفس به ازای هر پرنده است که با افزایش تعداد پرنده در قفس این فضا کاهش می‌یابد. فضای در نظر گرفته شده برای هر پرنده در سیستم قفس در کشورهای مختلف متفاوت است و از حداقل ۳۰۰ سانتی‌متر مربع به ازای هر پرنده آغاز می‌شود. در اتحادیه اروپا بر اساس قانون‌های مصوب تا سال ۲۰۰۲ به ازای هر پرنده حداقل سطح ۴۵۰ سانتی‌متر مربع پیشنهاد شده است (قوانین اتحادیه اروپا ۱۹۸۶). به هر حال میزان سطح مورد نیاز هر پرنده تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تعداد پرندگان قفس، اندازه مفید قفس، وضعیت قرارگیری و طرح قفس و میزان فعالیت هر نژاد یا سویه خاص قرار دارد. راهنمای مدیریت مرغ تخم‌گذار های- لاین W-۳۶ (۲۰۰۸)، میزان فضای مورد نیاز برای هر قطعه مرغ تخم‌گذار را در قفس بر اساس توصیه اتحادیه اروپا ۵۵۰ سانتی‌متر مربع و بر اساس توصیه آمریکا ۴۳۲ تا ۵۵۵ سانتی‌متر مربع پیشنهاد داده است. گزارش شده است که با کاهش فضای قفس، تولید تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ و مصرف خوراک کاهش و تلفات افزایش می‌یابد (رودنبرگ

۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بودند. دوره عادت‌پذیری به مدت ۲ هفته اجرا شد. جیره پایه براساس احتیاجات توصیه شده در راهنمای تغذیه مرغ تخمگذار (های لاین W-۳۶) (۲۰۰۸) تنظیم شد (جدول ۱). جیره پایه بر اساس ذرت-کنجاله سویا و با انرژی قابل متابولیسم ۲۸۵۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و پروتئین خام ۱۵/۲۷ درصد تنظیم شد. سطح روی جیره پایه نیز ۱۸/۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره بود. در این آزمایش از مکمل معدنی بدون روی در تنظیم جیره استفاده شد که از شرکت جوانه خراسان تهیه گردید. از متیونین-روی (حاوی ۱۸ درصد روی) (ZinPro Corporation, Eden) (Availa Zn -Prairie, MN) به عنوان مکمل آلی روی جهت تامین سطح روی جیره ها استفاده شد. مقادیر مورد نیاز متیونین-روی ابتدا با ترازوی با دقت ۰/۱ گرم توزین و به کل خوراک اضافه شد. مکمل متیونین-روی به گونه‌ای به جیره‌های آزمایشی اضافه شد که سطح روی جیره با احتساب روی جیره پایه به ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. آب و خوراک در کل دوره آزمایش به طور آزاد در اختیار مرغ‌ها قرار گرفت. تخم‌مرغ‌های هر تکرار آزمایشی روزانه در نوبت بعدازظهر جمع‌آوری، شمارش و وزن آنها به وسیله ترازو با دقت یک گرم ثبت می‌شد و سپس درصد تولید محاسبه شد. برای اندازه‌گیری مقدار خوراک مصرفی، روزانه به صورت آزاد خوراک در اختیار مرغ‌ها قرار گرفته و در پایان هر هفته خوراک باقی مانده محاسبه شد. محاسبه ضریب تبدیل خوراک از تقسیم مقدار خوراک مصرفی به توده تخم‌مرغ هر واحد آزمایشی در هر روز محاسبه و در پایان هفته بصورت میانگین هفتگی ثبت گردید و در پایان دوره ضریب تبدیل غذایی کل دوره هر واحد آزمایشی محاسبه شد (کابوک و همکاران ۲۰۰۳).

جهت بررسی صفات کیفیت تخم‌مرغ در پایان هر هفته نمونه‌گیری انجام گرفت و در هر نمونه‌گیری تعداد ۲ عدد تخم‌مرغ از هر تکرار انتخاب شد. پس از شماره

و همکاران ۲۰۰۵). با توجه به اینکه در شرایط پرورش متراکم پرندۀ تحت تنش قرار می‌گیرد و سیستم ایمنی آن تضعیف می‌گردد، شاید بتوان مشکلات ناشی از تنش تراکم بالا را با ایجاد تغییر در ترکیب جیره در مرغ‌ان تخم‌گذار بهبود بخشید. از طرفی روی عنصری است که استفاده از آن در زمان تنش‌های مختلف مفید گزارش شده است و می‌تواند سیستم ایمنی را بهبود بخشد، بر این اساس هدف این پژوهش بررسی اثرات مکمل نمودن روی آلی (متیونین-روی) بر عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ و فراسنجه‌های ایمنی مرغ‌ان تخم‌گذار در شرایط پرورش متراکم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از ۱۶۰ قطعه مرغ تخمگذار سویه های - لاین W-۳۶ در سن ۶۰ هفتگی با میانگین وزن 1400 ± 50 گرم به مدت ۱۰ هفته (شامل ۲ هفته عادت‌پذیری و ۸ هفته نمونه برداری) به روش پرورش در قفس صورت گرفت. در این سالن قفس‌ها به صورت پلکانی، در دو ردیف قرار گرفتند. روشنایی سالن با کمک لامپ‌های ۶۰ واتی تنگستن (۱۰ لوکس) به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تأمین شد. آبخوری‌ها بصورت نیپل و دانخوری‌ها به صورت ناودانی بودند. خوراک روزانه روزی دو بار به صورت دستی بین مرغ‌ها (صبح و بعدازظهر) توزیع می‌شد. تخم‌مرغ‌ها هر روز به هنگام بعدازظهر (ساعت ۷ بعدازظهر) جمع‌آوری می‌شدند. شرایط محیطی داخل سالن کاملاً تحت کنترل بوده و دمای سالن در حدود 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد حفظ شد و به طور مرتب عمل تهویه انجام و مدت روشنایی ۱۶ ساعت نور ثابت تأمین گردید. مرغ‌ها بصورت تصادفی به ۴۰ واحد آزمایشی، شامل ۸ تیمار و ۵ تکرار اختصاص یافته و در داخل قفس مربوط به خود جای گرفتند. تیمارهای مورد بررسی شامل دو سطح تراکم (توصیه شده (۳ مرغ به ازای هر قفس) و متراکم (۵ مرغ به ازای هر قفس)، $40 \times 38 \times 38$ سانتی‌متر) و ۴ سطح روی (۴۰،

دستگاهی به نام ارتفاع سنج سه پایه (مدل 300 CE) استفاده شد. از فرمول زیر واحد هاو محاسبه شد (هاو ۱۹۳۷):

گذاری نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و با ترازوی دیجیتالی ۰/۰۱ گرم توزین و سپس بر روی سطح ظرف شیشه‌ای شکسته و پارامترهای مورد نظر اندازه گیری شد. برای تعیین ارتفاع سفیده بر حسب میلی‌متر از

$$[۷/۵۷ + (۱/۷) \times ((\text{وزن تخم مرغ (گرم)}) \times (۱/۷) - \text{ارتفاع سفیده (میلی‌متر)})] \text{ لگاریتم} \times ۱۰۰ = \text{واحد هاو}$$

Table 1- Ingredients and chemical composition of the basal diet¹

Ingredients (% ,unless stated otherwise)	
Corn	63.12
Soybean meal (44% crude protein)	21.61
Sunflower oil	2.50
Fish meal (60% crude protein)	1.00
Dicalcium phosphate	1.30
Oyster shell	4.75
Limestone	4.73
Sodium chloride	0.39
Mineral and vitamin premix ²	0.50
Methionine	0.10
Calculated analysis (% ,unless stated otherwise)	
AME _n (Kcal/ kg)	2850
Crude protein	15.27
Ether extract	5.16
Methionine	0.37
Lysine	0.89
Arginine	1.03
Calcium	4.00
Available phosphorus	0.37
Sodium	0.18
Zinc of basal diet (mg/kg)	18.80

¹ Zinc-Met was added to the basal diet to reach the zinc level of diets to 40, 80, 120 and 160 mg/kg.

² Vitamin and mineral premix per kg of diet contains vitamin A (11000IU), D3 (2300IU), E (121IU), K₃ (2mg), B₁₂ (0.02 mg), Thiamine (4 mg), Riboflavin (40 mg), Folic acid (0.75 mg), D-Biotin (0.075 mg), Pyridoxin (4 mg), Choline Chloride (840 mg), Ethoxy Queen (0.125 mg), Mn (100 mg), Fe (80 mg), Cu (8 mg), I (0.5 mg), Co (0.2 mg), Se (0.15 mg).

در انتهای دوره آزمایش با کشتار تصادفی یک پرنده از هر تکرار (۵ پرنده از هر تیمار)، وزن تخمدان (درصدی از وزن زنده)، وزن اویداکت (درصدی از وزن زنده)، تعداد فولیکول‌های زرد بزرگ، و وزن بزرگترین فولیکول اندازه گیری شد. به منظور بررسی فولیکول‌های تخمدان ابتدا قطر فولیکول‌ها به وسیله کولیس اندازه‌گیری شد. آن دسته از فولیکول‌ها که دارای قطر بالاتر از ۱۰ میلی‌متر بودند، فولیکول‌های زرد بزرگ نامیده شدند. آن دسته از فولیکول‌ها که دارای قطر ۵ تا ۱۰ میلی‌متر بودند، فولیکول‌های زرد کوچک نامیده شده و تعداد آن‌ها محاسبه شد (رئما و همکاران ۲۰۰۱). در پایان دوره

جهت ارزیابی کیفیت پوسته، شاخص استحکام و ضخامت آن در طول دوره آزمایش اندازه گیری شدند. ضخامت پوسته تخم‌مرغ با استفاده از ریز سنج (FE 20) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر در سه نقطه از پوسته تخم‌مرغ (انتهای باریک، انتهای پهن و وسط) اندازه گیری و معدل آنها به عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد. برای تعیین مقاومت پوسته از دستگاه مقاومت سنج مکانیکی (Karl Kolb, Germany) استفاده شد که واحد آن کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد. رنگ زرده، با استفاده از مقیاس رنگ رش تعیین گردید (کابوک و همکاران ۲۰۰۳).

$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$
 Y_{ijk} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین مشاهدات، A_i = اثر سطح i (۴ سطح) از عامل A (روی)، B_j = اثر سطح j (۲ سطح) از عامل B (تراکم)، $(AB)_{ij}$ = اثر متقابل بین دو فاکتور A و B ، e_{ijk} = اثر خطای آزمایش

نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک مرغان تخمگذار در طول دوره آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر متقابل تراکم و سطوح مختلف روی بر مصرف خوراک مرغان تخمگذار معنی‌دار نشد ($P > 0.05$). اثر اصلی تراکم و همچنین روی نیز بر مصرف خوراک مرغان تخمگذار در طول دوره آزمایش معنی‌دار نشد ($P > 0.05$). بر اساس بررسی‌های انجام شده، در ارتباط با اثر متقابل روی و تراکم در مرغ تخمگذار پژوهشی در دسترس نیست، به این دلیل به پژوهش‌های دیگر بر روی سایر گونه‌های پرندگان می‌پردازیم. میرفندرسکی و جهانیان (۲۰۱۵) با استفاده از سطوح مختلف صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم در کیلوگرم کروم متیونین در شرایط پرورش متراکم در مرغان تخمگذار بیان نمودند که مصرف خوراک پرندگان تحت تأثیر اثر متقابل قرار نگرفت. اما مصرف خوراک در تراکم بالا به طور معنی‌داری در مقایسه با تراکم توصیه شده کاهش یافت. این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر در خصوص عدم معنی‌داری مصرف خوراک تحت تأثیر تراکم در تضاد است. هر چند در پژوهش حاضر، مصرف خوراک پرندگان موجود در تراکم بالا به طور عددی از پرندگان موجود در تراکم توصیه شده کمتر بود. پرسینگر (۲۰۰۰) بیان نمود که پرندگان موجود در قفس‌های مجهز تمایل به مصرف بالاتر خوراک برای تأمین انرژی مورد نیاز برای گرم کردن بدن خود دارند. درواقع تراکم بالا در قفس‌های تجاری باعث نگهداری دمای بدن پرنده و در نتیجه منجر به کاهش مصرف خوراک می‌شود.

آزمایش، از هر تکرار دو قطعه مرغ تخمگذار پس از ۶-۵ ساعت گرسنگی انتخاب و نمونه‌های خون از ورید بال آن‌ها تهیه و در لوله‌های هپارینه جمع آوری گردید تا با استفاده از این نمونه‌ها فراسنجه‌های لیپیدی خون نظیر تری گلیسرید (TG)، کلسترول تام، LDL و HDL اندازه‌گیری شود. بعد از خونگیری، نمونه بلافاصله به آزمایشگاه انتقال و با استفاده از سانتریفیوژ (به مدت ۱۰ دقیقه در $g \times 1500$) سرم آن‌ها جدا و تا زمان سنجش فاکتورهای ذکر شده در دمای ۲۰- نگهداری شدند. غلظت تری گلیسرید، کلسترول تام (TC)، HDL، LDL با استفاده از روش آنزیمی و با کیت تجاری شرکت پارس آزمون و به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر (Convergys(R)100, Germany) تعیین شد. به منظور تعیین تیترا آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفند (SRBC)، در ابتدای هفته‌های ششم و هفتم آزمایش دو پرنده به ازای هر تکرار به طور تصادفی انتخاب و نیم میلی‌لیتر محلول SRBC ۲۰ درصد به ماهیچه سینه آن‌ها تزریق شد و ۷ روز بعد از هر تزریق خونگیری جهت بررسی تیترا آنتی‌بادی به عمل آمد. نمونه‌های خون با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و نمونه‌های سرم حاصله در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان تعیین عیار آنتی‌بادی ضد SRBC نگهداری شدند. برای تعیین عیار آنتی‌بادی تولید شده علیه گلبول قرمز گوسفند از روش میکروهماگلوتیناسیون (HA) استفاده شد (خطیب جو و همکاران ۲۰۱۱). این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل 2×4 با ۸ تیمار، ۵ تکرار به انجام رسید. به منظور تصحیح فراوانی داده‌ها به شکل توزیع نرمال از تبدیل داده‌ها به صورت آرک سینوس (Arc sin) استفاده شد. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۱) و رویه GLM مورد آنالیز قرار گرفت و جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (۱۹۵۵) در سطح خطای ۵ درصد استفاده شد. مدل آماری طرح بصورت زیر می‌باشد.

Table 2- Effect of various levels of zinc and density on performance of laying hens at the whole period of experiment

Item	Feed intake (g/h/d)	Egg production (%)	Egg weight (g)	Egg mass (g)	Feed conversion ratio
Zinc level (ppm)					
40	97.84	71.30 ^a	63.11 ^a	44.99	2.18
80	97.84	70.01 ^{ab}	61.85 ^a	43.30	2.25
120	91.65	63.93 ^{cb}	59.85 ^b	38.26	2.39
160	87.49	60.70 ^c	57.97 ^b	35.18	2.47
SEM	3.068	2.148	0.677	4.71	0.102
Density					
3	95.21	67.72	60.70	41.10	2.31
5	92.11	65.25	60.69	39.60	2.32
SEM	2.170	1.519	0.479	1.71	0.021
Interaction of density and zinc					
3 40	101.39	71.42	63.15	45.10	2.24
80	97.95	74.45	60.97	45.39	2.15
120	96.05	61.21	60.82	37.22	2.58
160	85.46	63.80	57.85	36.90	2.31
5 40	93.95	71.18	63.06	44.88	2.09
80	97.74	65.58	62.74	41.14	2.37
120	87.25	66.65	58.88	39.24	2.22
160	89.52	57.59	58.10	33.45	2.67
SEM	4.340	3.038	0.958	5.42	0.300
P-Value					
Density	0.320	0.258	0.993	0.369	0.067
Zinc	0.063	0.003	<0.0001	0.078	0.240
Interaction	0.413	0.106	0.303	0.812	0.762

^{ab}Means within the same column with different superscript letters were significantly different (P<0.05)

مرغ افزایش و تمایل پرندگی به مصرف خوراک کاهش می‌یابد (چو و همکاران ۲۰۰۳). شاید بتوان اثرات آرام‌بخش روی را از دلایل کاهش عددی مصرف خوراک در سطوح بالای روی در مطالعه حاضر دانست. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود اعمال تنش تراکم تاثیر معنی‌داری در درصد تولید پرندگان نداشت هر چند بلحاظ عددی در طول آزمایش با افزایش تراکم، درصد تولید کاهش یافت (P>۰/۰۵). اما استفاده از عنصر روی در سطوح ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره، درصد تولید تخم‌مرغ پرندگان را به طور معنی‌داری نسبت به سایر سطوح در طول آزمایش کاهش داد (P>۰/۰۵). دارموس و همکاران (۲۰۰۴) در مرغ‌های مادر تخمگذار نشان دادند، سطح ۲۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اکسید روی موجب کاهش درصد تولید گردید که مطابق با یافته‌های این پژوهش است. نادعلی و همکاران (۲۰۱۴)

پارک و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزایش سطوح روی در جیره مرغ‌های تخمگذار باعث کاهش معنی‌دار میزان خوراک مصرفی گردید. همچنین شفیع‌پور و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از سطوح ۴۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره در مرغان تخمگذار، کاهش معنی‌داری در مصرف خوراک پرندگان مشاهده کردند. سروش و همکاران (۲۰۱۹) با بکارگیری سطوح مختلف ۴۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در جیره مرغان تخمگذار پرورش یافته در قفس، بیان نمودند که مصرف خوراک به طور معنی‌داری در بالاترین سطح روی، کاهش و رفتارهای تهاجمی نیز به طور معنی‌داری در پرندگان دریافت کننده سطح ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در مقایسه با سطح ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی کاهش یافت. نشان داده شده است با افزایش سطح روی، رفتار آرامشی در

در بررسی اثر مقادیر مختلف روی (۸۰، ۱۱۰ و ۱۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) در جیره مرغ‌های مادر گوشتی افزایش درصد تولید تخم‌مرغ و وزن تخم‌مرغ را گزارش نمودند که پژوهش حاضر با یافته‌های ذکر شده در تضاد است. سروش و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از سطوح مختلف روی (۴۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) از منبع سولفات روی در تغذیه مرغ‌های تخمگذار بیان نمودند که پرندگان تغذیه شده با عنصر روی در سطح ۱۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره به طور معنی‌داری درصد تولید تخم‌مرغ بالاتری نسبت به سطوح ۴۰ و ۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره داشتند. شاید دلیل عدم تطابق یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های حاصل از سروش و همکاران (۲۰۱۸) را بتوان به منبع روی مورد استفاده نسبت داد زیرا در پژوهش حاضر روی از منبع متیونین-روی و در پژوهش ذکر شده از منبع سولفات روی تامین شده است. افزایش درصد تولید تخم‌مرغ تا سطح روی ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم را شاید بتوان به تاثیر روی در تولید تخم‌مرغ بواسطه نقش روی در تولید آلومین، ایجاد لایه‌های پوسته در ایستموس و شکل‌گیری پوسته در رحم و همچنین به علت اثر روی در افزایش هورمون‌های استروژن و پروژسترون، LH، FSH نسبت داد (پارک و همکاران، ۲۰۰۴). از طرف دیگر، ونکاتا و همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند که با استفاده از سطح ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اکسید روی جهت القای تولک بری در تغذیه مرغ‌های مادر گوشتی، وزن اندامهای تولیدمثلی کاهش یافت. این محققین علت کاهش وزن اندامهای تولیدمثلی در سطوح بالای روی را به اثر بیش از حد روی بر سیستم هورمونی LH و اثر بر تخم‌گذاری که باعث قطع تخم‌گذاری و کاهش درصد تولید می‌شود، نسبت دادند. شاید دلیل کاهش درصد تولید تخم‌مرغ در پژوهش حاضر در سطوح بالای روی جیره (۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) نیز به این دلیل باشد. همچنین شاید دلیل دیگر کاهش درصد تولید در سطوح یاد شده را بتوان به کاهش عددی مصرف خوراک در اثر

مصرف سطوح بالای روی جیره نسبت داد. در پژوهش حاضر درصد تولید تخم‌مرغ در مرغان پرورش یافته در شرایط متراکم نسبت به تراکم توصیه شده بلحاظ عددی کاهش یافت. ساریکا و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که تولید تخم‌مرغ، توده تخم‌مرغ، زنده‌مانی و وزن زنده به‌طور معنی‌داری با افزایش تراکم گله کاهش پیدا می‌کند. همین محققان گزارش نمودند که مرغ‌های تخم‌گذار پرورش داده شده در تراکم کمتر گله نسبت به مرغ‌هایی که در تراکم بالاتر قرار داشتند به‌طور معنی‌داری زودتر به بلوغ جنسی رسیدند. افت تولید تخم‌مرغ در تراکم‌های بالا، ناشی از کاهش نرخ تخم‌گذاری در مرغ‌ها می‌باشد. میرفندرسکی و جهانیان (۲۰۱۵) نشان دادند مرغ‌های تخم‌گذاری که در قفس‌های با تراکم بالاتر بودند، تولید روزانه تخم‌مرغ، توده تخم‌مرغ و خوراک مصرفی کمتری در مقایسه با پرندگانی که در شرایط نرمال نگهداری می‌شدند داشتند. کاهش در تولید تخم‌مرغ ناشی از کاهش فضای دان‌خوری به ازای هر پرند، وقوع کانیالیسم و شرایط استرس‌زایی که به دنبال تراکم بالا در قفس رخ می‌دهد، ایجاد می‌شود (جلال و همکاران، ۲۰۰۶ و میرفندرسکی و جهانیان ۲۰۱۵). اما در پژوهش حاضر درصد تولید تخم‌مرغ تحت تاثیر تراکم قرار نگرفت که با یافته‌های پژوهش‌های ذکر شده مطابقت ندارد.

اثر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میانگین وزن تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ در طی دوره آزمایشی در جدول ۲ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، اثرات متقابل تراکم و سطوح متفاوت روی بر میانگین وزن تخم‌مرغ معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). تراکم نیز اثر معنی‌داری بر میانگین وزن تخم‌مرغ نداشت ($P > 0.05$). اما با افزایش سطح روی جیره، میانگین وزن تخم‌مرغ به طور خطی کاهش معنی‌داری را نشان داد بطوریکه پرندگان تغذیه شده یا سطح ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در جیره کاهش معنی‌داری در وزن تخم‌مرغ در مقایسه با سایر تیمارها داشتند. توده تخم‌مرغ نیز تحت تأثیر اعمال تیمارها قرار نگرفت ($P > 0.05$). شفیع‌پور و همکاران

بوده و به‌همین علت نیاز پروتئین افزایش پیدا می‌کند، لذا ضریب تبدیل مواد غذایی در قفس‌های متراکم‌تر می‌تواند تحت تأثیر منفی قرار می‌گیرد.

نتایج حاصل از تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات کیفیت تخم‌مرغ در کل دوره آزمایش در جدول ۳ آورده شده است. اثرات متقابل تراکم و سطوح مختلف روی در کل دوره بر خواص کیفی تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). با افزایش سطح روی جیره، استحکام پوسته تخم‌مرغ به طور معنی‌داری زیاد شد بطوریکه پرندگان تغذیه شده با سطوح ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی جیره بالاترین استحکام پوسته را داشتند ($P < 0.05$). همچنین پرندگان پرورش داده شده در شرایط متراکم واحد هاو تخم‌مرغ کمتری نسبت به پرندگان پرورش داده شده در تراکم توصیه شده در کل دوره آزمایش داشتند ($P < 0.05$). جهانیان و میرفندرسی (۲۰۱۵) با استفاده از سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ماکروگرم در کیلوگرم جیره مکمل کروم-متیونین در دو سطح تراکم (۵ و ۷ قطعه مرغ تخمگذار در هر قفس، 45 cm^2 * ۴۰) در تغذیه مرغ تخمگذار بیان نمودند که در طول ۳۵ روز دوم آزمایش، ضخامت پوسته تخم‌مرغ در پرندگان پرورش داده شده در شرایط متراکم به طور معنی‌داری بیشتر از تراکم نرمال بود. همچنین جهانیان و میرفندرسی (۲۰۱۵) بیان نمودند که اثر متقابل کروم و تراکم بر فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری نداشت که با نتایج پژوهش حاضر در یک راستا است. خاجارن و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که کیفیت پوسته تخم‌مرغ در مرغهای تخمگذار تغذیه شده با روی آلی بهبود یافت. وی نقش روی در آنزیم کربونیک آنهیدراز در تبدیل کلسیم به کربنات کلسیم مورد نیاز پوسته تخم‌مرغ را علت این امر دانست. عنصرروی در مگنوم در فرایند تشکیل آلبومین دخالت داشته و همچنین در ایستموس به شکل گیری تولید غشای پایه پوسته تخم‌مرغ کمک نموده و در نهایت در رحم بواسطه آنزیم کربونیک آنهیدراز در شکل گیری پوسته موثر می باشد

(۲۰۱۶) گزارش نمودند که با افزایش سطح روی در جیره مرغان تخمگذار به طور معنی‌داری وزن تخم‌مرغ کاهش یافت که یافته‌های پژوهش حاضر با این نتایج در تطابق است. نادعلی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر مقادیر مختلف روی (۸۰، ۱۱۰ و ۱۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) از منبع سولفات روی در جیره مرغ‌های مادر گوشتی افزایش وزن تخم‌مرغ را گزارش نمودند. شاید بتوان دلیل کاهش وزن تخم‌مرغ و تناقض یافته‌های این بررسی را با سایر مطالعات به نوع و سطح مکمل روی مورد استفاده ربط داد. چون با توجه به اینکه روی آلی زیست‌فراهمی بالاتری دارد و در سطوحی متفاوت از پژوهش‌های ذکر شده استفاده شده شاید بتوان این نتایج را توجیه نمود.

مطابق اطلاعات جدول ۲ در کل دوره آزمایش اثرات متقابل سطوح مختلف روی جیره و تراکم بر ضریب تبدیل خوراک مرغان تخمگذار معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). همچنین اثر اصلی روی و تراکم نیز بر وزن تخم‌مرغ معنی‌دار نشد. شفیع پور و همکاران (۲۰۱۶) نیز با استفاده از سطوح مختلف روی در شرایط تنش اکسیداتیو ناشی از منابع مختلف چربی در تغذیه مرغان تخمگذار، تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک در بررسی اثرات متقابل مشاهده نکردند. همچنین این محققان افزایش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک را با افزایش سطح روی جیره بیان داشتند که با نتایج پژوهش حاضر در تضاد است. دارموس و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از مرغ‌های مادر تخمگذار نشان دادند که سطح ۲۱۰ میلی‌گرم اکسید روی در کیلوگرم جیره باعث افزایش ضریب تبدیل خوراک گردید. در پژوهش حاضر ضریب تبدیل خوراک در شرایط متراکم نسبت به شرایط توصیه شده افزایش یافت، هر چند معنی‌دار نبود. بیان شده است که پرو و بال‌ها در مرغ برای محافظت و تأمین گرما کاربرد دارد و در قفس‌های سیمی، میزان آسیب‌پرهای بیشتر است که اتلاف بیشتر پروتئین را باعث می‌شود (راموز و همکاران ۱۹۸۶). ریزش پرهای در تراکم‌های بالا بیشتر

محمود و حضم (۲۰۱۱) گزارش کردند که مکمل سازی روی در جیره مرغان تخم‌گذار بطور مثبتی واحد هاو را تحت تاثیر قرار داد. در پژوهش حاضر با افزایش سطح روی جیره، واحد هاو تخم مرغ به طور عددی افزایش نشان داد. اثر روی بر واحد هاو بدلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن و مراقبت از چربی و پروتئین تخم مرغ در مقابل اکسیداسیون نسبت داده شده است. عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در صفات کیفی تخم مرغ در تراکم‌های مختلف در طول دوره آزمایش را شاید بتوان اینگونه توضیح داد که ترکیب تخم مرغ تا حد زیادی تحت تاثیر ژنوتیپ و خوراکی است که پرنده مصرف می‌کند و کمتر تحت تاثیر سیستم پرورشی می‌باشد (شولتیسک و همکاران ۱۹۸۴).

(پارک و همکاران ۲۰۰۴). شاید بتوان دلیل افزایش استحکام پوسته را در اثر استفاده از سطوح افزایشی روی به موارد ذکر شده در بالا نسبت داد. شفیع‌پور و همکاران (۲۰۱۶) نیز با استفاده از سطوح مختلف روی (۴۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) در شرایط تنش اکسیداتیو ناشی از منابع مختلف چربی (روغن سویا، روغن ماعی و بیه) در تغذیه مرغان تخم‌گذار بیان داشتند با افزایش سطح روی جیره تا سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در منابع چربی غیراشباع، واحد هاو افزایش و سپس کاهش نشان داد. همچنین در پژوهش ذکر شده، با افزایش سطح روی جیره، درصد پوسته، مقاومت و ضخامت پوسته افزایش یافت که این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر در کل دوره آزمایش در ارتباط با سطوح مختلف روی جیره همخوانی دارد.

Table 3- Effect of various levels of zinc and density on egg qualitative properties at the whole period of experiment

Item	Haugh Unit	Yolk Color ¹	Egg shell thickness (mm)	Egg shell strength (Kg/cm ²)
Zinc (ppm)				
40	83.87	7.68	0.352	2.01 ^{ab}
80	83.97	7.64	0.353	1.94 ^b
120	84.46	7.62	0.360	2.15 ^a
160	85.01	7.55	0.360	2.19 ^a
SEM	0.35	0.08	0.002	0.06
Density				
3	84.73 ^a	7.61	0.359	2.10
5	83.92 ^b	7.63	0.354	2.05
SEM	0.25	0.05	0.002	0.04
Density Zinc level (ppm)				
3 40	84.00	7.61	0.355	2.04
80	84.30	7.67	0.353	1.94
120	84.97	7.64	0.368	2.25
160	85.67	7.54	0.360	2.16
5 40	83.75	7.75	0.350	1.98
80	83.64	7.60	0.354	1.94
120	83.95	7.61	0.353	2.05
160	84.34	7.56	0.359	2.22
SEM	0.50	0.11	0.004	0.08
P- Value				
Density	0.02	0.87	0.08	0.44
Zinc	0.10	0.75	0.12	0.02
Interaction	0.73	0.82	0.20	0.50

^{ab}Means within the same column with different superscript letters were significantly different (P<0.05)

¹ Yolk color was determined using the Roche Color Fan color index 1 to 15 to distinguish the yolk color from lightest to darkest color intensity.

پرورش داده شده در شرایط متراکم وزن تخمدان کمتری نسبت به پرندگان پرورش داده شده در شرایط توصیه شده داشتند ($P < 0.05$). اما اثر اصلی روی بر ریخت‌شناسی تخمدان معنی‌دار نشد.

نتایج حاصل از اثرات تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های تولیدمثلی مرغان تخم‌گذار در جدول ۴ آورده شده است. اثرات متقابل سطوح مختلف روی و تراکم بر فراسنجه‌های تولیدمثلی تاثیر معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). در بررسی اثرات اصلی، پرندگان

Table 4- Effect of various levels of zinc and density on reproductive parameters of laying hens at the end of the experiment

Item	Weight of ovary (% of live body weight))	Weight of oviduct ((% of live body weight)	Number of large yellow follicle	Weight of the largest follicle (g)	Number of small yellow follicle
Zinc (ppm)					
40	2.90	3.75	4.20	14.40	19.20
80	2.85	4.10	4.25	13.80	17.50
120	2.72	3.90	4.40	13.40	15.50
160	2.71	3.76	4.40	13.40	16.50
SEM	0.16	0.21	0.20	0.80	1.32
Density					
3	3.04 ^a	4.08	4.45	14.55	17.40
5	2.55 ^b	3.68	4.17	12.95	16.95
SEM	0.11	0.15	0.14	0.56	0.93
Density Zinc level (ppm)					
3 40	3.17	4.01	4.20	15.20	20.60
80	3.33	4.40	4.80	15.20	18.00
120	2.89	3.98	4.20	13.60	14.80
160	2.78	3.93	4.60	14.20	16.20
5 40	2.64	3.50	4.20	13.60	17.80
80	2.37	3.81	3.70	12.40	17.00
120	2.55	3.82	4.60	13.20	16.20
160	2.64	3.60	4.20	12.60	16.80
SEM	0.22	0.30	0.28	1.13	1.87
P- Value					
Density	<0.01	0.08	0.18	0.05	0.73
zinc	0.78	0.63	0.85	0.79	0.26
Interaction	0.34	0.89	0.07	0.77	0.69

^{ab}Means within the same column with different superscript letters were significantly different ($P < 0.05$)

کاهش یافت. این پژوهشگران بیان داشتند شاید دلیل کاهش درصد تولید با افزایش سطح روی جیره را بتوان به کاهش تعداد فولیکول زرد بزرگ و همچنین کاهش وزن فولیکول‌ها نسبت داد. بر خلاف نتایج این پژوهش، در مطالعه حاضر فراسنجه‌های تخمدانی تحت تاثیر قرار نگرفت. در زمینه تاثیر تراکم بر فیزیولوژی تولیدمثل مرغان تخم‌گذار نیز اطلاعات کمی در دسترس است. افت تولید تخم‌مرغ در تراکم‌های بالا، ناشی از کاهش نرخ

شفیعی پور و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از سطوح مختلف روی در جیره حاوی منابع مختلف روغن‌های اشباع و غیراشباع در تغذیه مرغ تخم‌گذار بیان داشتند که به جز در مورد تعداد فولیکول‌های سفید بزرگ، اثرات متقابل منابع مختلف لیپیدی و سطوح متفاوت روی بر سایر فراسنجه‌های ریخت‌شناسی تخمدان معنی‌دار نبود اما در جیره حاوی پیه، با افزایش سطح روی جیره، تعداد فولیکول سفید بزرگ به طور خطی افزایش یافت. همچنین با افزایش سطح روی جیره، تعداد فولیکول زرد بزرگ

و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از سطوح مختلف ۸۰، ۱۱۰، ۱۴۰ و ۱۷۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره در تغذیه مرغ‌های مادر گوشتی گزارش نمودند که سطح ۱۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره باعث کاهش سطح گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول خون شده است. ساهین و کوکوک (۲۰۰۳) نشان دادند که بلدرچین‌های تغذیه شده با سطوح مختلف روی و روغن ماهی تحت دمای بالای محیطی غلظت کلسترول سرم و LDL خونشان پایین‌تر از تیمار شاهد بود. محمود و حضم (۲۰۱۱ ب) گزارش کردند که استفاده از روی در تغذیه جوجه‌های گوشتی موجب افزایش کلسترول و گلوکز خون گردید. پووادولپیرود و تاکستون (۲۰۰۰) بیان نمودند که شرایط تنش‌زا در جوجه‌های گوشتی باعث افزایش وزن کمتر، افزایش سایز کبد به سبب تجمع چربی، و افزایش سطوح در گردش کورتیکوسترون، گلوکز، پروتئین کل، تری‌گلیسرید، LDL، HDL و کلسترول خون می‌شود. میرفندرسکی و جهانیان (۲۰۱۵) نیز افزایش سطح گلوکز خون را در پرندگان پرورش یافته در تراکم بالا در مقایسه با تراکم نرمال گزارش نمودند. یافته‌های پژوهش حاضر در زمینه افزایش سطح گلوکز خون در شرایط تنش‌زای تراکم با یافته‌های ذکر شده در توافق است. بیان شده است که افزایش سطح گلوکز خون بدلیل افزایش سطح گلوکوکورتیکوئیدهای خون در نتیجه تنش است (سیمون ۱۹۸۴).

تخمک‌گذاری در مرغ‌ها می‌باشد (راموز و همکاران ۱۹۸۶).

محمود و حضم (۲۰۱۱ ب) با افزودن سطوح متفاوت روی به جیره مرغ‌ان تخم‌گذار افزایش معنی‌دار غلظت‌های استروژن و پروژسترون را مشاهده نمودند و نتیجه گرفتند که مصرف جیره حاوی روی منجر به بهبود معنی‌دار هومومون‌های جنسی و عملکرد تولید مثلی می‌گردد. استروژن آزادشده از تخمدان موجب تحریک رشد اویداکت، افزایش کلسیم خون، پروتئین‌ها، چربی‌ها، ویتامین‌ها و دیگر مواد ضروری برای تشکیل تخم‌مرغ می‌گردد. از طرفی پروژسترون باعث القا تخمک‌گذاری از فولیکول‌های رسیده در طول سیکل تخمک‌گذاری می‌شود (ناکادا و همکاران ۱۹۹۴). برون و پنتلند (۲۰۰۷) گزارش نمودند که عنصر روی برای تولید پروژسترون مورد نیاز است و کمبود آن می‌تواند سبب تولید بیش از حد ترشح پرولاکتین شود. پرولاکتین نیز سبب کرچی و توقف تخم‌گذاری می‌شود.

نتایج حاصل از اثرات تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی مرغ‌ان تخم‌گذار در پایان دوره آزمایشی در جدول ۵ آورده شده است. تراکم بجز در مورد غلظت گلوکز خون، تاثیر معنی‌داری بر سایر فراسنجه‌های خون نداشت ($P > 0.05$). پرندگان پرورش داده شده در تراکم بالا غلظت گلوکز خون بالاتری نسبت به پرندگان تراکم توصیه شده داشتند ($P < 0.05$). همچنین استفاده از سطح ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در جیره به طور معنی‌داری باعث افزایش غلظت LDL خون نسبت به تیمار شاهد شد ($P < 0.05$). اثرات متقابل تراکم و سطوح مختلف روی بر فراسنجه‌های خونی تاثیر معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). رشیدی و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثرات چربی، ویتامین E و روی بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی نشان دادند که استفاده از جیره حاوی روغن ماهی، ویتامین E و روی نسبت به جیره حاوی پیه بر میزان کلسترول، تری‌گلیسرید و گلوکز سرم خون اثر کاهشی داشت. نادعلی

Table 5- Effect of various levels of zinc and density on some blood parameters of laying hens at the end of the experiment (mg/dl)

Item	Glucose	Triglyceride	Cholesterol	HDL	LDL
Zinc (ppm)					
40	226.30	1495.90	152.20	43.27	26.00 ^b
80	230.20	1439.50	141.70	44.26	26.80 ^{ab}
120	232.80	1547.80	126.90	41.84	24.60 ^b
160	239.10	1429.80	136.90	43.99	32.60 ^a
SEM	4.52	77.32	9.17	3.76	2.03
Density					
3	222.05 ^b	1449.60	139.00	42.49	27.90
5	242.15 ^a	1506.90	145.15	44.18	27.10
SEM		54.67	6.48	2.66	1.43
Interaction of density and zinc					
3 40	214.00	1423.80	148.40	46.90	27.40
80	218.20	1460.00	146.80	39.28	24.00
120	223.00	1479.00	125.80	42.24	25.80
160	233.00	1435.60	135.00	41.56	34.40
5 40	238.60	1568.00	156.00	39.64	24.60
80	242.20	1419.00	136.60	49.24	29.60
120	242.60	1616.60	148.00	41.44	23.40
160	245.20	1424.00	140.00	46.42	30.80
SEM	6.40	109.35	12.97	5.32	2.87
P- Value					
Density	<0.01	0.46	0.22	0.65	0.69
Zinc	0.25	0.68	0.18	0.96	0.04
Interaction	0.75	0.75	0.77	0.42	0.35

^{ab}Means within the same column with different superscript letters were significantly different (P<0.05)

Table 6- Effect of various levels of zinc and density on total antibody titer against SRBC in laying hens (Log₂)

Zinc (ppm)	Primary response	Secondary response
40	5.10	7.00
80	4.90	7.10
120	4.70	7.20
160	5.00	7.50
SEM	0.19	0.31
Density		
3	5.10	7.10
5	4.75	7.30
SEM	0.13	0.22
Interaction of density and zinc		
3 40	5.20	7.00
80	5.20	6.80
120	4.80	7.20
160	5.20	7.40
5 40	5.00	7.00
80	4.60	7.40
120	4.60	7.20
160	4.80	7.60
SEM	0.27	0.44
P- Value		
Density	0.08	0.53
Zinc	0.52	0.70
Interaction	0.78	0.89

در مطالعه‌ای تغذیه مرغان مادر گوشتی با سطوح مختلف روی، سیستم ایمنی را در جوجه‌های تولیدی بهبود بخشیده اما تأثیری بر رشد نداشته است (کید و همکاران ۱۹۹۳). در پژوهش دیگری مکمل نمودن کمپلکس روی متیونین (۴۰ یا ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) به جیره مرغ-های مادر مقاومت آن‌ها را در برابر حملات باکتری اشرشیاکولای افزایش داد (فلینچیوم و همکاران ۱۹۸۹). رسولی و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از سطوح ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی جیره از مکمل روی-متیونین در شرایط پرورش متراکم در جوجه‌های گوشتی، تفاوت معنی‌داری در پاسخ اولیه و ثانویه علیه SRBC در اثرات متقابل و نیز اثرات اصلی مشاهده نکرد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در پژوهش دیگری که اثر پروبیوتیک و سطوح مختلف پروتئین جیره در شرایط مختلف تراکم (۱۰ و ۱۶ قطعه پرنده در هر مترمربع) بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی بررسی شد، تراکم اثری بر درصد وزن نسبی اندام‌های لنفی طحال و بورس فابریسیوس نداشته است (هوشمند و همکاران ۲۰۱۲). بوجیس و همکاران (۲۰۰۹)، از سطوح تراکم (۶، ۱۵، ۲۳، ۳۳، ۳۵، ۴۱، ۴۷ و ۵۶ کیلوگرم در مترمربع) در تغذیه جوجه‌های گوشتی استفاده کردند و بیان نمودند تراکم اثری بر وزن نسبی بورس فابریسیوس نداشته است. روی یک عنصر ضروری برای عملکرد بهتر سیستم ایمنی در حیوانات محسوب می‌شود. کمبود روی سبب کاهش ایمنی سلولی می‌شود (فلچر و همکاران ۱۹۸۸) با افزایش سطح روی در جیره مصرفی، عیار آنتی بادی ضد SRBC افزایش عددی نشان داده است (جدول ۵). در تحقیقی گزارش شده است که مکمل نمودن جیره پایه جوجه‌های گوشتی با ۱۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم روی از منبع ترکیبات آلی، منجر به بهبود معنی‌دار پاسخ اولیه و ثانویه آنتی‌بادی علیه SRBC گردیده است (بارتلت و اسمیت ۲۰۰۳). برخی از مطالعات نیز نشان می‌دهد که مکمل کردن جیره غذایی

جوجه‌های گوشتی با بیشتر از ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی تولید آنتی‌بادی را بالا می‌برد نتایج این پژوهش‌ها با تحقیق حاضر همخوانی ندارد. طبق مطالعه صورت گرفته توسط وفا و همکاران (۲۰۰۳)، افزودن بیش از ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عنصر روی به شکل اکسید روی به جیره جوجه‌های گوشتی باعث بهبود تولید تیترا آنتی بادی علیه SRBC نسبت به جیره فاقد روی شده است. میرفندرسکی و جهانیان (۲۰۱۵) با استفاده از سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppb در شرایط پرورشی متراکم (۵ و ۷ قطعه مرغ تخمگذار به ازای هر قفس) نشان دادند که تیترا آنتی بادی علیه نیوکاسل در ۷ و ۱۴ روز پس از تزریق به طور معنی‌داری در شرایط پرورش متراکم (۷ قطعه پرنده در هر قفس) کاهش یافت. مطالعات نشان دادند که کورتیزول و کورتیکوسترون سرکوب کننده سیستم ایمنی هستند و از تولید و فعالیت آنتی‌بادی جلوگیری کرده و باعث آسیب به فعالیت لمفوسیت‌ها شده و تکثیر لوکوسیت‌ها را کاهش می‌دهند (گراس ۱۹۹۲). تاکتاکان و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از قفس‌های معمولی باتری (۵۶۱/۹ سانتی‌متر مربع به ازای هر پرنده) و قفس‌های مجهز (۶۴۲/۶ سانتی‌متر مربع به ازای هر پرنده) تفاوت معنی‌داری در تیترا آنتی‌بادی علیه نیوکاسل در قبل و نیز پس از تزریق در مرغان تخمگذار مشاهده نکردند. هکرت و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند که تراکم قفس تأثیر معنی‌داری بر تیترا هم‌گلویتینین علیه SRBC ندارد.

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از روی نتوانست تغییری در عملکرد تولید یا کیفیت تخم‌مرغ در شرایط پرورش متراکم در قفس ایجاد کند. هر چند سطوح ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی باعث افزایش استحکام پوسته تخم‌مرغ شد.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت‌های مالی، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Bartlett JR and Smith MO, 2003. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. *Poultry Science* 82(10): 1580-1588.
- Batal AB, Parr TM and Baker DH, 2001. Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of young chicks fed soy concentrate diet. *Poultry Science* 80: 87-90.
- Buijs S, Keeling L, Rettenbacher S, Van Poucke E and Tuytens FAM, 2009. Stocking density effects on broiler welfare: Identifying sensitive ranges for different indicators. *Poultry Science* 88: (8) 1536-1543.
- Çabuk M, Bozkurt M, Alçiçek A, Çatli AU and. Baser KHC, 2003. Effect of a dietary essential oil mixture on performance of laying hens in the summer season. *South African Journal of Animal Science* 36: 215-221.
- Chu Y, Mouat MF, Harris HB, Coffeld JA and Grider A, 2003. Water maze performance and changes in serum corticosterone levels in zincdeprived and pair-fed rats. *Physiological Behavior*. 78: 567-578.
- Commission of the European Communities, 1986. Council Directive 86/113/EEC: Welfare of battery hens. *Official Journal of the European Communities (L 95)* 29: 45-49.
- Duncan DB, 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11 (1): 1-42.
- Durmus I, Atasoglu C, Mizrak C, Ertas S and Kaya M, 2004. Effect of increasing zinc concentration in the diets of brown parent stock layers on various production and hatchability traits (short communication). *Arch. Tierz Dummerstorf* 47 (5): 483-489.
- Fletcher MP, Gershwin ME, Keen CL and Hurley LS, 1988. Trace element deficiencies and immune responsiveness in human and animal models. In: *Nutrition and Immunology*. New York NY. pp: 215-239.
- Flinchum JD, Nockels CF and Moreng RE, 1989. Aged hens fed zinc-methionine had chicks with improved performance. *Poultry Science* 68 (Suppl 1):55.
- Gross WB, 1992. Effect of short-term exposure of chickens to corticosterone on resistance to challenge exposure with *Escherichia coli* and antibody response to sheep erythrocytes. *American Journal of Veterinary Research* 53:291-293.
- Guo YY, Song ZG, Jiao HC, Song QQ and Lin H, 2012. The effect of group size and stocking density on the welfare and performance of hens housed in furnished cages during summer. *Animal Welfare* 21: 41-49.
- Haugh R, 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult. Mag* 43: 552-555
- Heckert RA, Estevez I, Russek-Cohen E and Pettit-Riley R, 2002. Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. *Poultry Science* 81:451-457.
- Houshmand M, Azhar K, Zulkifli I, Bejo MH and Kamyab A, 2012. Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers. *Poultry Science* 91(1): 393-401.
- Hy-Line International, 2008. 'Hy-Line W-36 commercial management guide.' (Hy-Line International: West Des Moines, IA).
- Jalal MA, Scheideler SE and Marx M, 2006. Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens. *Poultry Science* 85:306-311.
- Keeling LJ, Estevez I, Newberry RC and Correia MG, 2003. Production-related traits of layers reared in different sized flocks: The concept of problematic intermediate group sizes. *Poultry Science* 82:1393-1396.
- Khajaren J, Khajaren S, Rapp CJ, Ward TA, Johnson JA and Falker TM, 2006. Effects of zinc and manganese amino acid complexes (Availa-zinc) on layer production and egg quality. <http://us.zinpro.com/research/ZPA/ZPA0048.htm>.
- Khatibjoo A, Kermanshahi H, Golian A and Zaghari M, 2011. The effect of dietary n-6: n-3 ratio and sex on broilers breeder immunity. *Poultry Science* 90(10): 2209-2216.
- Kidd MT, Anthony NB, Newberry LA and Lee SR, 1993. Effect of supplemental zinc in either a corn-soybean or a milo and corn-soybean meal diet on the performance of young broiler breeders and their progeny. *Poultry Science* 72(8):1492-1499.
- Lesson S and Summers J, 2001. *Scott nutrition of the chicken*. 4th edition. 688.
- Liu Zh, Lu L, Li SF, Zhang LY, Xi L, Zhang KY and Luo XG, 2011. Effects of supplemental zinc source and level on growth performance, carcass traits, and meat quality of broilers. *Poultry Science* 90: 1782-1790

- Mahmood HM and Hazim J, 2011a. Zinc improves egg quality in Cobb500 broiler breeder females. *International Journal of Poultry Science* 10(6): 471-476
- Mahmood HM and Hazim J, 2011b. 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(11): 1083-1088.
- Mirfendereski E and Jahanian R, 2015. Effects of dietary organic chromium and vitamin C supplementation on performance, immune responses, blood metabolites, and stress status of laying hens subjected to high stocking density. *Poultry Science* 94: 281-288.
- Nadali M, Salari S, Boujarpour M, Tabatabaei Vakili S and Sari M, 2014. Effect of different levels of zinc supplementation on some productive parameters of broiler breeder. *Iranian Journal of Animal Science Research* 5(4): 291-301.
- Noor R, Mittal S and Iqbal J, 2002. Superoxide dismutase-applications and relevance to human disease *Medical Science Monitor* 8: RA210-RA215.
- NRC, 1994. 'Nutrient requirements of poultry.' 9th edn. National Academy Press: Washington, DC.
- Nys U, Hincle MT, Arias JL, Garcia-Ruiz JM, Solomon SE, 1999. Avian egg shell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews* 10: 143-166.
- Oteiza PL, Katherine LO, Cesar GF, Carl LK, 1996. Oxidant defense systems in testes from zinc-deficient rats. *Experimental Biology and Medicine* 213: 85-91.
- Park SY, Birkhold SG, Kubena LF, Nisbet DJ and Ricks SC, 2004. Effects of high zinc diets using zinc propionate on molt induction, organs, and postmolt egg production and quality in laying hens. *Poultry Science* 83:24-33
- Prasad AS, Kucuk O, 2002. Zinc in cancer prevention. *Cancer and Metastasis Reviews* 21: 291-295.
- Preisinger R, 2000. Lohmann tradition, praxiserfahrung und entwicklungsperspektiven. *Lohmann Inform* 3:13-16.
- Puvadolpirod S and Thaxton JP, 2000. Model of physiological stress in chickens. I. Response parameters. *Poultry Science* 79:363-369.
- Ramos NC, Anderson KE and Adams AW, 1986. Effects of type of cage partition, cage shape and world density on productivity and well-being of layers. *Poultry Science* 65: 2023-2028.
- Rashidi A, Gofrani Ivary AY, khatibjoo A and Vakili R, 2010. Effects of dietary fat, vitamin E and zinc on immune response and blood parameters of broiler reared under heat stress. *Research Journal of Poultry Science* 3(2): 32-38.
- Rasooli V, Salari S, Tatar A, 2018. Effect of organic zinc supplement on performance, immunity responses, cecal microbial population and digestibility of nutrients in broiler chickens reared at high stocking density. *Iranian Journal of Animal Science* 49 (3): 393-404 (In Persian).
- Renema RA, Robinson FE, Oosterhoff HH, Feddes JJR, and Wilson JL, 2001. Effects of photostimulatory F. E light intensity on ovarian morphology and carcass traits at sexual maturity in modern and antique egg-type pullets. *Poultry Science* 80: 47-56.
- Rodenburg TB, Tuytens FAM, Sonck B, De Koen R, Lieve H, and Johan Z, 2005. Welfare, health, and hygiene of laying hens housed in furnished cages and in alternative housing systems. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 8:211-226.
- Sahin K and Kucuk O, 2003. Zinc supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. *The Journal of Nutrition* 133: 2808-2811.
- Sahin K, Sahin N, Kucuk O, Hayiril A and Prasad AS, 2009. Role of zinc in heat – stressed poultry. *Poultry Science* 88: 2176-2183.
- Sahin R and Kucuk O, 2001. A simple way to reduce heat stress in laying hens as judged by egg laying, body weight gain and biochemical parameters. *Acta Veterinaria Hungarica* 49: 421-430.
- Sarica M, Boga S, Yamak US, 2008. The effects of space allowance on egg yield, egg quality and plumage condition of laying hens in battery cages. *Czech Journal of Animal Science* 53: 346-353.
- SAS Institute, 2001. SAS/STAT Users Guide. SAS Inc, NC.

- Scholtyssek S, Gschwindt-Ensinger B and Bessei W, 1984. Der Einfluss der Zucht in unterschiedlichen Haltungssystemen auf Leistung, Verhaltens- und physiologische Parameter von Legchennen (2. Mitteilung: Vergleich der Kreuzungsetkkte). Arch. Geflügelk. 48, 80-88.
- Shafiepour Fard D, Salari S, Sari M, Abdanan Mehdizadeh S and Zarei M, 2016. Effect of lipid sources and organic zinc supplementation on performance, egg bacterial activity and reproductive parameters of laying hens. Journal of Animal Production 18(3): 539-552 (In Persian).
- Simon J, 1984. Effects of daily corticosterone injections upon plasma glucose, insulin, uric acid and electrolytes and food intake pattern in the chicken. Diabetes and Metabolism 10: 211-217.
- Sorosh Z, Salari S, Sari M, Fayazi J and Tabatabaei S, 2019. Dietary zinc supplementation and the performance and behaviour of caged laying hens. Animal Production Science 59 (2): 331-337.
- Swiatkiewicz S and Koreleski J, 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.
- Tactacan GB, Guenter W, Lewis NJ, Rodriguez-Lecompte JC and House JD, 2009. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. Poultry Science 88: 698-707.
- Underwood EJ and Suttle NF, 1999. The mineral nutrition of livestock (3rd edition), CABI publishing, Wallingford, Oxon, UK, pages.
- Venkata R, Malathil VK and Venkatarami Reddy BS, 2008. Effect of induced moulting in male and female line broiler breeder hens by zinc oxide and feed withdrawal methods on post molt performance parameters. International Journal of Poultry Science 7(6): 586-593.
- Wafa AE, Sayed SA, Ali MA and Abdallah AG, 2003. Performance and immune response of broiler chicks as affected by methionine and zinc or commercial zinc-methionine supplementations. Egypt Poultry Science 23(6): 523-540.
- Walsh CT, Sandstead HH, Prasad AS, Newberne PM and Fraker PJ, 1990. Zinc: health effects and research priorities for the 1990s. Environmental Health Perspectives 102(2): 5-46.
- Wilson HR, 2004. Hatchability Problem Analysis. University of Florida, CIRIII2.

Effect of different zinc levels on performance, egg quality traits and immune response of laying hens reared under high and recommended stock density

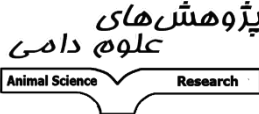

S Salari^{1*}, Z Pourazadi² and MR Jamali²

Received: February 2, 2020 Accepted: July 18, 2020

¹ Associate Professor, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran

² Ph. D graduated, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran

*Corresponding author: Email: s.salari@asnrukh.ac.ir

 <p>پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research</p>	<p>Journal of Animal Science/vol.32 No.3/ 2022/pp 1-18 https://animalscience.tabrizu.ac.ir</p>	
<p>© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/) DOI:10.22034/AS.2023.38225.1552</p>		

Introduction: Zinc (Zn) is required for many enzymatic and metabolic functions in the animal's body (Prasad and Kucuk 2002). Also, it affects the antioxidant defence system, where deficiency of Zn increases oxidative damage to cell membranes (Prasad and Kucuk 2002). Zn was assumed to improve the antioxidant capacity (Liu et al. 2011), since Zn is necessary for the structure and function of superoxide dismutase, it protects the brain, lungs, and other tissues from oxidation (Noor et al., 2002). However, it has been suggested that Zn increases the synthesis of metallothionein, a cysteine-rich protein that acts as a free radical scavenger (Oteiza et al. 1996). Nys et al. (1999) reported that the deficiency of Zn decreased egg production and eggshell quality linked to its role as a cofactor in the enzyme carbonic anhydrase, which is essential for shell deposition. The NRC (1994) recommends a level of 40–75 mg/kg of Zn in various poultry diets. Due to the high amount of phytate, Zn can be less bioavailable, despite the high level of Zn available in cereals. Therefore, this micronutrient can be supplemented to diets of livestock and poultry (Sahin et al. 2009). ZnO and ZnSO₄ are the two most common inorganic Zn supplements used for poultry diets (Batal et al. 2001). The present study has examined the effects of Zn supplementation of laying hens on performance, egg quality traits and immune response under high stock density.

Material and methods: This experiment was conducted to evaluate the effects of dietary inclusion of different levels of zinc on performance, egg quality traits and immune response of laying hens under high stock density with 160 Hy-Line W-36 leghorn hens for 10 weeks. Treatments consisted of different levels of zinc (40, 80, 120 and 160 ppm) and two cage densities [3 hens/cage (recommended) or 5 hens/cage (high density) (38 × 38 × 40 cm)], that was performed in completely randomized design with 2×4 factorial arrangements with five replicates. The basal diet was formulated to meet all of the nutrient specifications according to the Hy-Line W-36 recommendations (Hy-Line International, 2007). The first 2-wk (61–62 wk of age) was considered as the adaptation period. The main trial period commenced from 63 wk of age and lasted for 8 weeks. Lighting program was set on 16 light: 8 dark using an artificial light in a windowless house. The hens had free access to feed and water at all times. The temperature was maintained at 20±2 °C throughout the study. Egg production and egg weight were recorded daily and feed intake (FI), feed conversion ratio (FCR) and egg quality were recorded weekly. Egg quality traits were evaluated every 35-d period. All eggs produced during the last 2-d of each period were collected and egg quality indices including Haugh

unit (HU), yolk color, egg shell thickness, and shell breaking strength were measured as follows: Each egg was weighed and the eggshell breaking strength (kg/cm^2) was measured by a quasi-static compression device. The broken eggs were put onto a glass surface. The height of the albumen, midway between the yolk and the edge of the thick albumen, was measured with micrometer. Haugh units were calculated using the formula: $\text{HU} = 100 \log (H + 7.57 - 1.7 \times W^{0.37})$, where H is the mean height (mm) of the albumen and W is the weight (g) of egg (Haugh, 1937). Yolk color was visually scored by the Roche yolk color fan. Eggshell thickness was determined on 3 points (air cell, equator, and sharp end) by using a micrometer screw gauge. In order to study immune responses, suspension of SRBC were injected into the breast muscle of two birds of each replicate at the first of 6th and 7th weeks of experiment and blood parameters were analyzed 7 days after each injection. Also, reproductive parameters, blood lipid parameters were analyzed at the end of the experiment.

Results and discussion: The results of this experiment showed that dietary supplementation of zinc in different stock density could not affect performance of layers ($P > 0.05$). Although, dietary increasing levels of zinc caused significant decrease in egg production percentage and egg weight during the whole period of experiment. Sorosh et al (2019) showed hens receiving 130 mg Zn/kg of diet, laid more eggs than the birds which receiving 40 and 70 mg Zn/kg of diet. Also, they reported hens receiving 130 mg Zn/kg of diet had lower feed consumption compared with the other treatments. FCR was influenced by supplemental Zn in which dietary inclusion of 70, 100, and 130 mg Zn/kg of diet improved FCR compared with that of the 40-mg inclusion level. Mirfendereski and Jahanian (2015) showed that hens in cages with higher stocking density had lower hen-day egg production, egg mass, and feed intake compared with those in normal density cages. Also, they reported plasma concentrations of triglycerides and high-density lipoproteins were not influenced by dietary treatments. Sarica et al. (2008) observed that hen-housed egg production, egg mass, viability, and live weights were decreased by the higher stocking densities. In addition, the same authors reported that hens housed at the lower stocking densities reached sexual maturity significantly earlier than those in higher stocking densities. In the current experiment haugh unit was significantly lower in birds with high stock density compared with those in normal density cages. Jahanian and Mirfendereski (2015) showed that eggshell thickness was greater in hens under high stocking density challenge during the second 35-d period. Ovary weight was lower in hens under high stocking density challenge ($P < 0.05$). Dietary supplementation of zinc (160 ppm) increased plasma LDL level and high stocking density increased plasma glucose level ($P < 0.05$). The present findings indicated that dietary zinc supplementation in high stock density could not affect performance or egg quality of birds, although, levels of 120 and 160 mg Zn/kg of diet increased eggshell strength.

Keywords: Blood parameters, Density, Laying hen, Performance, Zinc