تولیدات دامی
دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵
صفحه‌های ۵۵۲-۵۳۹

اثر منابع لیپید و سطوح مختلف روی بر عملکرد، فعالیت باکتریایی تخم‌مرغ و فراسنجه‌های تولیدمثلی مرغ‌های تخمگذار

داریان شفیعی پورفرد[۱]، سمیه سالاری[۲*]، محسن ساری[۲]، سامان آبدانان مهدیزاده[۳]، مهدی زارعی[۴]

۱. دانشجوی دکترای تغذیه دام گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز، ایران

۲. دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز، ایران

۳. استادیار گروه مکانیک، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز، ایران

۴. دانشیار گروه بهداشت و مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۱۷

چکیده

اثرات منابع متفاوت لیپید و سطوح مختلف روی بر عملکرد، فعالیت باکتریایی تخم‌مرغ و ریخت‌شناسی تخمدان مرغ‌های تخمگذار با استفاده از ۲۸۸ قطعه مرغ تخمگذار در سن ۶۰ هفتگی در یک آزمایش فاکتوریل ۴ × ۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار، چهار تکرار و شش قطعه مرغ در هر تکرار و به مدت ۱۰ هفته بررسی شد. جیره‌های آزمایشی دارای چهار درصد چربی از سه منبع متفاوت لیپید (روغن سویا، روغن ماهی و پیه) و چهار سطح روی (۴۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بودند. با افزایش سطح روی در جیره‌های حاوی منابع مختلف لیپید، مصرف خوراک کاهش یافت (P<۰/۰۵). با افزودن مکمل روی به جیره‌های حاوی منابع مختلف لیپید، واحد هاو افزایش یافت (P<۰/۰۵). بیشترین واحد هاو در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی با روغن سویا و روغن ماهی مشاهده شد. افزایش سطح روی در جیره سبب افزایش مقاومت پوسته، ضخامت پوسته و درصد پوسته شد (P<۰/۰۵). در جیره حاوی پیه، با افزایش سطح روی تعداد فولیکول سفید بزرگ به طور خطی افزایش یافت (P<۰/۰۵). با افزودن مکمل روی به جیره‌های حاوی منابع مختلف لیپید، بار میکروبی زرده به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). براساس نتایج تحقیق حاضر، افزودن روی از منبع آلی به جیره‌های حاوی منابع مختلف لیپید، به‌جز کاهش بار میکروبی زرده نتوانسته شاخص‌های دیگر مورد ارزیابی را تحت تأثیر قرار دهد.

کلیدواژه‌ها: تخمدان، روغن ماهی، ضخامت پوسته، مکمل روی – متیونین، واحد هاو

* نویسنده مسئول Email: s.salari@ramin.ac.ir

مقدمه

طی دهه اخیر استفاده از مکمل چربی در جیره طیور به دلیل اثر آن در بهبود رشد، بازده خوراک، اندازه و تولید تخم‌مرغ و همچنین جوجه‌درآوری به طور گسترده‌ای رایج شده است. لیپیدها علاوه بر اینکه یک منبع متراکم انرژی هستند، منبع عالی اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی بوده و باعث افزایش خوش‌خوراکی جیره و کاهش گرد و غبار آن می‌شوند. مهمترین دلیل برای دستکاری محتوای چربی و ترکیب اسید چرب تخم‌مرغ، کاهش میزان کلسترول زرده و افزایش غلظت اسیدهای چرب امگا-۳ به منظور بهبود ارزش تغذیه‌ای آن برای مصرف‌کنندگان است. در این رابطه، اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا-۳ و امگا-۶ به علت نقش در پاسخ‌های سلولی، ویژگی‌های غشای سلول و سایر عوامل پاتولوژیکی بسیار حائز اهمیت هستند [۲]. اسیدهای چرب براساس نوع و به‌ویژه طول و درجه غیراشباع بودن، به اسیدهای چرب ذخیره‌ای و اکسیداسیونی تقسیم می‌شوند [۳]. اسیدهای چرب اشباع غالباً ذخیره می‌شوند، درحالی‌که اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه از نوع امگا-۳ بیشتر اکسیده شده و نوع امگا-۶ حد متوسطی از این دو پاسخ را در بین گروه‌های اسیدهای چرب دارد [۳]. به‌طورکلی، دلیل اکسیداسیون لیپیدها در جیره‌های غذایی حاوی اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به‌واسطه فعالیت آنزیم‌های درگیر در مسیر بتا اکسیداسیون است. این آنزیم‌ها شامل کارنیتین ترانسفراز ۲، آسیل کوآنزیم A اکسیداز، آسیل کوآنزیم A دهیدروژناز و ۲-۴ دی انویل کوآنزیم A ردوکتاز در غشای داخلی میتوکندری هستند [۳]. طی فرایند اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع به‌دلیل حضور رادیکال‌های آزاد اشباع می‌شوند و لذا به دلیل افزایش پایداری لیپیدهای تخم‌مرغ، آنتی‌اکسیدان‌ها به جیره مرغ‌های تخمگذار افزوده می‌شوند.

آنتی‌اکسیدان‌ها به‌دلیل میل ترکیبی با اکسیژن توانایی مهار اکسیداسیون را دارند. عنصر روی به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مؤثر عمل می‌کند و استفاده از مکمل‌های آلی و معدنی این عنصر غلظت توکوفرول و ویتامین C سرم خون بلدرچین تخمگذار را افزایش می‌دهد [۲۲]. به‌علاوه، عنصر روی در ساختار آنزیم سوپراکسید دیسموتاز شرکت می‌کند که یک آنزیم مهم در فرایند اکسیداسیون لیپیدها است. این آنزیم نقش مهمی در محافظت بافت‌ها و سلول‌ها در مقابل آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد ایفا می‌کند. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در خارج از میتوکندری و سیتوپلاسم سلولی حضور دارد و رادیکال‌های آزاد سیتوپلاسم توسط این آنزیم خنثی می‌شوند [۲۲]. عنصر روی از جمله مواد معدنی کم‌نیاز است که می‌تواند در بهبود عملکرد طیور نقش مؤثری داشته باشد [۲]. روی به دلیل شرکت در سیستم‌های آنزیمی، در سوخت‌وساز انرژی، تولید پروتئین، سوخت‌وساز اسید نوکلئیک و همچنین در یکپارچگی بافت پوششی، تقسیم سلولی، جذب و استفاده از ویتامین‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است [۸]. تفاوت‌هایی در زیست فراهمی منابع مختلف عنصر روی، وجود دارد. در بیشتر منابع معدنی، عنصر روی زیست فراهمی پایینی دارد، اما کمپلکس‌های آلی مواد معدنی، نسل جدیدی از ترکیبات هستند که در آن‌ها ماده معدنی براساس خصوصیات فیزیکوشیمیایی خود با یک یا چند اسید آمینه ترکیب شده از زیست فراهمی بالایی برخوردار می‌شود [۱۳]. حلالیت کمپلکس روی - متیونین بالاست، درحالی‌که دیگر منابع روی چنین خاصیتی ندارند [۱۳]. پیش از جذب روده‌ای، حل شدن عنصر در محیط آبی روده جهت جذب، ضروری است. در غیر این صورت، ماده معدنی دفع خواهد شد [۱۳]. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر منابع مختلف لیپیدی و سطوح روی بر عملکرد، پایداری باکتریایی تخم‌مرغ و برخی فراسنجه‌های تولیدمثلی مرغ‌های تخمگذار است.

مواد و روشها

این تحقیق با استفاده از ۲۸۸ قطعه مرغ تخمگذار سویه‌های لاین W-۳۶ در سن ۶۰ هفته‌ای با میانگین وزن ۵۰ ± ۱۴۰۰ گرم به مدت ۱۰ هفته (شامل دو هفته عادت‌پذیری و هشت هفته نمونه‌برداری)، به صورت یک آزمایش فاکتوریل ۴ × ۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار، چهار تکرار و شش قطعه مرغ در هر تکرار انجام شد. جیره های آزمایشی حاوی چهار درصد چربی از سه منبع متفاوت لیپیدی (روغن سویا، روغن ماهی و پیه) و چهار سطح مختلف روی (۴۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بودند. از روی-متیونین (حاوی ۱۲ درصد روی و ۸۸ درصد متیونین) به عنوان منبع روی استفاده شد. تمامی جیره‌ها از نظر انرژی و پروتئین به صورت یکسان تنظیم شدند. جیره پایه باتوجه به میزان انرژی و پروتئین مورد نیاز در مرحله اوج تولید و براساس احتیاجات توصیه شده در راهنمای تغذیه مرغ تخمگذار (های لاین W-۳۶) تنظیم شد (جدول ۱). در طی دوره آزمایش پرندگان به طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند. قفس‌ها در سالن به صورت طبقاتی، در دو ردیف بود و در هر قفس سه مرغ (دو قفس کنار هم به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد) قرار داشت. روشنایی سالن با کمک لامپ‌های ۶۰ واتی تنگستن صورت گرفت و طول دوره روشنایی ۱۶ ساعت در روز بود. دمای سالن بین ۲۰-۱۷ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. تخم‌مرغ‌ها هر روز به هنگام غروب جمع‌آوری می‌شدند. صفات عملکردی شامل درصد تولید تخم‌مرغ و میانگین وزن تخم‌مرغ به‌صورت روزانه و خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. جهت بررسی خصوصیات کیفی تخم‌مرغ، پایان هر هفته در بعدازظهر نمونه‌گیری انجام گرفت و در هر نمونه‌گیری تعداد دو عدد تخم‌مرغ از هر تکرار انتخاب شد. پس از شماره‌گذاری، تخم‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و سپس روی سطح پتریدیش شکسته و ارتفاع سفیده غلیظ جهت برآورد واحد هاو با استفاده از ارتفاع سنج استاندارد مدل (300CE) اندازه‌گیری شد [۹]. شاخص زرده تخم‌مرغ نیز یکی از شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ می‌باشد که برای بیان کیفیت درونی تخم‌مرغ از آن استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری این شاخص، پس از شکستن تخم‌مرغ در ظرف پتریدیش و جداسازی زرده و ثبت وزن آن توسط ترازوی دیجیتال، ارتفاع زرده با استفاده از دستگاه ارتفاع‌سنج اندازه‌گیری و از تقسیم وزن زرده به ارتفاع آن، شاخص زرده تخم‌مرغ محاسبه شد [۵]. برای تعیین مقاومت پوسته از دستگاه مقاومت‌سنج استفاده شد. پس از جداسازی قسمت پهن پوسته تخم‌مرغ به همراه لایه‌های مربوطه ضخامت آن با استفاده از دستگاه ریزسنج با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر تعیین گردید. برای اندازه‌گیری رنگ زرده تخم‌مرغ از شابلن‌های رنگی که از یک تا ۱۵ رنگ‌بندی شده‌اند، استفاده شد. در روز پایانی آزمایش، دو قطعه مرغ از هر تکرار به صورت تصادفی به منظور بررسی و اندازه‌گیری خصوصیات تولیدمثلی، انتخاب و کشتار شد و سپس محتویات حفره شکمی از جمله تخمدان، لوله تخم و فولیکول‌ها بیرون کشیده شده و وزن آن‌ها ثبت شد. به منظور بررسی فولیکول‌های تخمدان ابتدا قطر فولیکول‌ها به وسیله کولیس اندازه‌گیری شد. فولیکول‌های دارای قطر بالاتر از ۱۰ میلی‌متر، فولیکول‌های زرد بزرگ نامیده شدند و وزن اولین فولیکول زرد بزرگ، تعداد آن‌ها، وزن کل و میانگین وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. فولیکول‌های دارای قطر پنج تا ۱۰ میلی‌متر، فولیکول‌های زرد کوچک و فولیکول‌های با قطر کمتر از پنج میلی‌متر، فولیکول‌های سفید نامیده شدند و تعداد آن‌ها محاسبه شد. درنهایت تعداد فولیکول‌های تخمک‌ریزی شده بررسی شد [۲۱].

جدول ۱ . مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی †

مواد خوراکی (٪)	جیره پایه
ذرت	۵۷/۷۷
کنجاله سویا (۴۳ درصد پروتئین خام)	۲۲/۲۵
پیه، روغن سویا یا روغن ماهی	۴
سبوس گندم	۴
دی‌کلسیم فسفات	۱/۲۰
پودر صدف	۵
نمک	۰/۳۸
مکمل معدنی فاقد روی‡	۰/۲۵
مکمل ویتامینی‡	۰/۲۵
آهک	۴/۸
مواد مغذی محاسبه شده	
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۶۴
پروتئین خام (درصد)	۱۵/۳۱
چربی خام (درصد)	۶/۴۹
متیونین (درصد)	۰/۳۵
لیزین (درصد)	۰/۸۷
آرژنین (درصد)	۱/۰۳
کلسیم (درصد)	۱/۴
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۳۴
سدیم (درصد)	۰/۱۸
روی جیره پایه (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲۲/۳۰

† مکمل روی – متیونین به گونه‌ای به جیره پایه افزوده شد که سطح روی حیره به ترتیب بـه ۴۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلـی‌گـرم در کیلوگرم برسد. سطح متیونین جیره با استفاده از مکمل‌های روی – متیونین و دی ال–متیونین تنظیم شد. مکمل روی متیونین دارای ۱۲ درصد روی و ۸۸ درصد متیونین بود.

‡ هر کیلوگرم از مکمل معدنی فاقد روی حاوی مقادیر خالص زیر بود: منگنز ۱۰۰ میلی‌گرم، آهن ۲۵ میلی‌گرم، مس ۱۰ میلی‌گرم، ید ۰/۵ میلی‌گرم، کبالت ۰/۱ میلی‌گرم، سلنیم ۰/۲ میلی‌گرم و هر کیلوگرم از مکمل ویتامینه حاوی مقادیر خالص زیر بود: ویتـامین A ۱۵۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین B_1 ۴ میلی گرم، ویتامین B_2 ۱۰ میلی‌گرم، ویتامین B_6 ۶ میلی‌گرم، ویتـامین B_{12} ۲۵ میلـی‌گـرم، اسید پانتوتنیک ۱۵ میلی‌گرم، اسید فولیک ۲ میلی‌گرم، نیاسین ۲۰ میلی‌گرم، بیـوتین ۱۰ میلـی‌گـرم، ویتـامین D_3 ۳۰۰۰ میلـی‌گـرم، ویتامین E ۱۵ میلی‌گرم، ویتامین K ۳۵ میلی‌گرم و کولین ۴۰۰ میلی‌گرم

جهت بررسی فعالیت باکتریایی تخم‌مرغ، تعداد ۹۶ عدد تخم‌مرغ (از هر تکرار دو عدد تخم‌مرغ) انتخاب شد. سپس دو گرم از هر نمونه تخم‌مرغ مایع (زرده و سفیده) به صورت مصنوعی با سوسپانسیون سالمونلا آلوده شد. میزان غلظت سالمونلا در سوسپانسیون با مخلوط کردن میزان کافی از کلنی‌های سالمونلا با سرم شست‌وشو و طیف نورسنجی با دستگاه طیف‌سنج در طول موج ۶۲۵ نانومتر تعیین شد. میزان جذب ۰/۰۸-۰/۱ نشان‌دهنده وجود 10^8 × ۱/۵ عدد سالمونلا در محلول است. درنتیجه در این پژوهش میزان آلودگی تا غلظت 10^8 میلی‌لیتر لحاظ شد تا بحرانی‌ترین حالت ایجاد شود. در ادامه روند آزمایش با تلقیح یک میلی‌لیتر سوسپانسیون حاوی سالمونلا با دو میلی‌لیتر از تخم‌مرغ مایع انجام شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. درنهایت، یک سی‌سی از هر کدام از ۴۸ نمونه محلول آلوده شده روی محیط کشت پایه نوترینت آگار کشت داده شد و با قرار دادن آن‌ها در انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، تعداد کلنی‌های زنده هر دو روز یک‌بار شمارش شدند. سپس، لگاریتم بار باکتریایی سالمونلا در پایه ۱۰ محاسبه شد [۵].

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) برای مدل ۱ تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح خطای پنج درصد مقایسه شدند [۲۳].

مدل (۱) $Y_{ijK} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$

در این رابطه، Y_{iJK} مقدار هر مشاهده، μ میانگین جامعه، α_i اثر منبع لیپید، β_j اثر سطح روی، $(\alpha\beta)_{ij}$ اثر متقابل لیپید × روی و ε_{ijk} خطای آزمایشی هستند.

نتایج و بحث

اثر منابع مختلف لیپیدی و سطوح متفاوت روی، بر مصرف خوراک در کل دوره آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. در کل دوره آزمایش اثرات متقابل منابع مختلف لیپیدی و سطوح متفاوت روی بر مصرف خوراک معنی‌دار بود ($P<0/05$)، به‌طوری‌که کمترین میزان مصرف خوراک در سطوح ۱۰۰ و ۳۰۰ روغن سویا و همچنین سطح ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روغن ماهی و پیه مشاهده شد. افزایش سطح روی در جیره مرغ‌های تخمگذار باعث کاهش معنی‌دار میزان خوراک مصرفی می‌شود [۱۸]. از طرف دیگر، با افزایش سطح روی جیره رفتار آرامشی در مرغ افزایش و تمایل پرنده به مصرف خوراک کاهش می‌یابد [۸]، شاید بتوان اثرات آرام‌بخش روی را از دلایل کاهش مصرف خوراک در جیره حاوی سطح بالای روی بیان نمود. جیره حاوی روی، ویتامین E و روغن ماهی در مقایسه با جیره حاوی پیه و روی میزان خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهند [۲۰]. همچنین، در بررسی دیگری با استفاده از بلدرچین‌های تخمگذار تغذیه شده با سطوح مختلف روی و روغن ماهی تحت دمای بالای محیطی، مصرف خوراک به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت [۲۲]. عنصر روی به واسطه شرکت در سیستم‌های آنزیمی درگیر در متابولیسم انرژی، پروتئین و اسید نوکلئیک و همچنین نقش آن در حفظ یکپارچگی بافت پوششی، تقسیم سلولی، جذب و استفاده از ویتامین‌ها می‌تواند در بهبود هضم و متابولیسم مواد مغذی مؤثر باشد [۲۲]. در مطالعه دیگری در جوجه‌های گوشتی بهبود معنی‌داری در راندمان خوراکی پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی روی مشاهده شد [۶]. روی برای عملکرد مطلوب سیستم عصبی مهم بوده و در ساختار پروتئین‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، فعالیت انتقال‌دهنده‌های عصبی، عملکرد هیپوکامپ و تولید پیش‌ساز ناقلین عصبی نقش دارد. از آنجایی‌که عنصر روی از طریق انتقال دهنده‌های عصبی از فعال شدن محور

هیپوتـالاموس – هیپـوفیز - آدرنـال جلـوگیری مـی‌کنـد، درنتیجه موجب کاهش ترشح گلوکوکورتیکوئیدها از غـده فوق کلیوی می‌شود که این امر باعث آرامش در مـرغ‌هـای تخمگذار و کاهش مصرف خوراک می‌شود [۱۱].

جدول ۲. اثرات منابع مختلف لیپیدی و سطوح روی بر عملکرد تولیدی مرغ‌های تخمگذار در کل دوره آزمایش

منبع چربی	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	مصرف خوراک (گرم)	وزن تخم‌مرغ (گرم)	توده تخم‌مرغ (گرم)	درصد تولید	ضریب تبدیل خوراک
	۴۰	۱۱۲/۱۰^{a}	۶۵/۴۲	۵۸/۲۶	۸۹/۰۶	۱/۹۲
روغن سویا	۱۰۰	۹۱/۳۹^{e}	۶۳/۹۴	۵۳/۴۵	۸۳/۶۱	۱/۷۱
	۲۰۰	۹۹/۴۶^{b}	۵۹/۰۲	۴۵/۷۲	۷۷/۴۷	۲/۱۹
	۳۰۰	۹۱/۴۵^{e}	۵۷/۹۱	۴۲/۵۲	۷۳/۴۳	۲/۱۵
	۴۰	۱۱۱/۵۴^{a}	۶۴/۴۹	۵۷/۱۹	۸۸/۶۹	۱/۹۵
روغن ماهی	۱۰۰	۹۴/۸۵^{d}	۶۲/۱۰	۵۴/۶۶	۸۸/۰۲	۱/۷۳
	۲۰۰	۹۷/۲۵^{c}	۵۸/۲۶	۴۳/۹۵	۷۵/۴۴	۲/۲۱
	۳۰۰	۹۰/ ۵۹^{e}	۵۷/۳۳	۴۱/۶۷	۷۲/۶۹	۲/۱۷
	۴۰	۱۱۲/۸۱^{a}	۶۲/۹۳	۵۸/۳۴	۹۲/۷۱	۱/۹۳
پیه	۱۰۰	۹۸/۵۶^{bc}	۶۲/۶۳	۵۶/۲۴	۸۹/۸۱	۱/۷۵
	۲۰۰	۹۵/۰۳^{d}	۵۸/۹۵	۴۳/۱۱	۷۳/۱۴	۲/۲۰
	۳۰۰	۹۲/۱۸^{e}	۵۷/۷۱	۴۶/۹۷	۸۱/۳۹	۱/۹۶
SEM		۰/۶۷	۰/۷۷	۱/۴۶	۲/۱۸	۰/۰۷۷
منبع چربی						
روغن سویا		۹۹/۶۴^{a}	۶۱/۵۷	۴۹/۸۰	۸۰/۸۹	۲/۰۰
روغن ماهی		۹۸/۶۰^{b}	۶۰/۵۴	۴۹/۱۶	۸۱/۲۱	۲/۰۲
پیه		۹۸/۵۶^{b}	۶۰/۵۵	۵۱/۰۱	۸۴/۲۶	۱/۹۳
SEM		۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۷۳	۱/۰۹	۰/۰۳۸
سطح روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)						
۴۰		۱۱۲/۱۵^{a}	۶۴/۲۸^{a}	۵۷/۹۴^{a}	۹۰/۱۵^{a}	۱/۹۳^{b}
۱۰۰		۹۴/۹۳^{c}	۶۲/۸۹^{b}	۵۴/۸۰^{b}	۸۷/۱۴^{a}	۱/۷۳^{c}
۲۰۰		۹۷/۲۴^{b}	۵۸/۷۴^{c}	۴۴/۲۶^{c}	۷۵/۳۵^{b}	۲/۱۹^{a}
۳۰۰		۹۱/۴۰^{d}	۵۷/۶۵^{c}	۴۳/۷۲^{c}	۷۵/۸۴^{b}	۲/۰۹^{a}
SEM		۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۸۴۸	۱/۲۶	۰/۰۴۴
منابع تغییرات				p-value		
منبع چربی		۰/۰۵	۰/۱۱۴	۰/۲۲۸	۰/۰۶۹	۰/۶۶
روی		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
منبع چربی × روی		۰/۰۰۰۱	۰/۶۱۷	۰/۲۷۳	۰/۰۸۷	۰/۶۱۹

a-c: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت معنی‌دار است (P< ۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

اثرات متقابل منابع مختلف لیپیدی و سطوح متفاوت روی تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت، اما اثر سطوح مختلف روی بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۲). کمترین میزان ضریب تبدیل خوراک مربوط به مرغ‌های تغذیه شده با سطح ۱۰۰ و بیشترین میزان ضریب تبدیل خوراک مربوط به پرندگان تغذیه شده با سطوح ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی بود. از آنجایی‌که ضریب تبدیل خوراک متأثر از دو فاکتور مصرف خوراک و توده تخم‌مرغ است، لذا در سطوح بالای روی به علت کاهش شدید توده تخم‌مرغ، ضریب تبدیل خوراک افزایش یافته است. در مطالعه دیگری با استفاده از مرغ‌های مادر تخمگذار نشان داده شد که سطح ۲۱۰ میلی‌گرم اکسید روی در کیلوگرم جیره باعث افزایش ضریب تبدیل خوراک شد [۹] که با یافته‌های تحقیق حاضر در ارتباط با سطوح ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی مطابقت دارد. استفاده از اکسید روی در سطح ۵۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره باعث کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک گردید [۸]. جیره حاوی روغن ماهی و سولفات روی و سلنیوم باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی شد [۱۲]. همچنین، بلدرچین‌های تخمگذار تغذیه شده با سطوح ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و روغن ماهی تحت دمای بالای محیطی ضریب تبدیل خوراک بهتری نسبت به تیمار شاهد داشتند [۲۲] که در مورد سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در این پژوهش مطابقت دارد.

اثرات متقابل منابع چربی وسطوح مختلف روی تأثیر معنی‌داری بر درصد تولید نداشتند (جدول ۲). مصرف سطوح ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی باعث کاهش معنی‌دار درصد تولید شد (P<۰/۰۵). شاید بتوان دلیل کاهش درصد تولید را به کاهش مصرف خوراک در سطوح بالای روی مرتبط دانست. در یک بررسی در مرغ‌های مادر تخمگذار، سطح ۲۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اکسید روی موجب کاهش درصد تولید شد [۹] که مطابق با یافته‌های این پژوهش است. در مطالعه‌ای افزایش درصد تولید و وزن تخم‌مرغ در اثر استفاده از مقادیر مختلف روی (۸۰، ۱۱۰ و ۱۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در جیره مرغ‌های مادر گوشتی گزارش شد [۴]. تولید و کیفیت تخم‌مرغ در مرغ‌های تغذیه شده با روی آلی در بررسی دیگری بهبود یافت [۱۳]. علت کاهش درصد تولید با تغذیه سطوح بالای روی در این پژوهش را می‌توان به اثر بیش از حد روی بر سیستم هورمونی LH و اثر بر تخمک‌گذاری که باعث قطع تخمک‌گذاری و کاهش درصد تولید می‌شود، نسبت داد [۱۸].

اثرات متقابل منابع مختلف لیپیدی وسطوح متفاوت روی بر وزن و توده تخم‌مرغ معنی‌دار نبود. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که به‌جز سطح روی جیره، عوامل دیگری نیز در تغییرات وزن تخم‌مرغ موثر هستند که از آن جمله می‌توان سطح انرژی جیره و منبع لیپید در جیره را نام برد [۱۵]. افزایش سطح روی جیره به طور معنی‌داری باعث کاهش وزن و توده تخم‌مرغ شد (P<۰/۰۵). در یک بررسی اثر مقادیر مختلف مکمل روی در جیره غذایی مرغ‌های مادر گوشتی باعث افزایش وزن تخم‌مرغ شد [۴]. استفاده از سطوح مختلف سولفات روی در جیره مرغ‌های تخمگذار موجب افزایش وزن تخم‌مرغ شد [۱۵]. شاید بتوان دلیل کاهش وزن و توده تخم‌مرغ و تناقض یافته‌های این بررسی را با سایر مطالعات به نوع و سطح مکمل روی ربط داد. زیرا در سایر مطالعات معمولاً روی معدنی و در سطوح کمتر استفاده شده است، اما در این پژوهش، باتوجه به اینکه روی آلی استفاده شده و روی آلی زیست فراهمی بالاتری داشته، شاید بتوان این نتایج را توجیه نمود.

اثر متقابل منابع مختلف لیپیدی و سطوح متفاوت روی به‌جز واحد هاو، بر سایر خواص کیفی تخم‌مرغ معنی‌دار نشد (جدول ۳).

جدول ۳. اثرات منابع مختلف لیپیدی و سطوح روی بر خواص کیفی تخم‌مرغ در کل دوره آزمایش

منبع چربی	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	شاخص زردہ	واحد هاو	رنگ زردہ	مقاومت پوسته (کیلوگرم در سانتی‌مترمربع)	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	درصد پوسته
	۴۰	۸۹/۱۳	۸۲/۴۷^{c}	۸/۵۰	۲/۰۹	۰/۳۲۱	۱۰/۷۱
	۱۰۰	۹۰/۵۳	۸۹/۲۴^{a}	۸/۷۵	۲/۶۶	۰/۳۳۶	۱۰/۸۰
روغن سویا	۲۰۰	۸۹/۵۲	۸۳/۴۴^{bc}	۸/۷۵	۲/۸۵	۰/۳۴۱	۱۱/۲۴
	۳۰۰	۸۸/۵۰	۸۴/۸۷^{b}	۹/۰۰	۲/۶۶	۰/۳۳۷	۱۱/۳۸
	۴۰	۹۰/۰۴	۸۲/۳۹^{c}	۹/۰۰	۱/۹۴	۰/۳۱۶	۱۰/۸۳
	۱۰۰	۸۸/۳۷	۸۷/۹۹^{a}	۸/۷۵	۲/۴۸	۰/۳۲۰	۱۱/۱۲
روغن ماهی	۲۰۰	۸۷/۶۵	۸۵/۲۰^{b}	۹/۰۰	۲/۷۹	۰/۳۳۶	۱۱/۳۳
	۳۰۰	۸۹/۹۱	۸۳/۸۵^{bc}	۹/۰۰	۲/۶۹	۰/۳۳۶	۱۱/۲۲
	۴۰	۸۸/۹۷	۸۳/۵۲^{bc}	۹/۰۰	۲/۰۷	۰/۳۰۸	۱۰/۷۸
	۱۰۰	۸۹/۹۷	۸۳/۸۳^{bc}	۸/۷۵	۲/۵۵	۰/۳۲۹	۱۰/۸۸
پیه	۲۰۰	۸۸/۶۷	۸۳/۰۸^{bc}	۹/۰۰	۲/۶۱	۰/۳۴۰	۱۱/۱۳
	۳۰۰	۸۷/۴۳	۸۴/۴۳^{bc}	۹/۰۰	۲/۵۹	۰/۳۴۱	۱۱/۳۴
SEM		۰/۹۱۱	۰/۷۰۳	۰/۱۵۳	۰/۰۷۳	۰/۰۰۳۹	۰/۱۸۱
منبع چربی							
روغن سویا		۸۹/۴۲	۸۵/۰۰^{a}	۸/۷۵	۲/۵۶	۰/۳۳۴	۱۱/۰۳
روغن ماهی		۸۸/۹۹	۸۴/۸۶^{a}	۸/۹۳	۲/۴۷	۰/۳۲۷	۱۱/۱۲
پیه		۸۸/۷۶	۸۳/۷۲^{b}	۸/۹۳	۲/۴۵	۰/۳۲۹	۱۱/۰۳
SEM		۰/۴۵۵	۰/۳۵۱	۰/۰۷۶	۰/۰۳۶	۰/۰۰۱۹	۰/۰۹۰
	سطح روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)						
۴۰		۸۹/۳۸	^{c}۸۲/۷۹	۸/۸۴	^{c}۲/۰۳	^{c}۰/۳۱۵	^{b}۱۰/۷۷
۱۰۰		۸۹/۶۲	^{a}۸۷/۰۲	۸/۷۵	^{b}۲/۵۶	^{b}۰/۳۲۸	^{b}۱۰/۹۳
۲۰۰		۸۸/۶۱	^{bc}۸۳/۹۰	۸/۹۱	^{a}۲/۷۵	^{a}۰/۳۳۹	^{a}۱۱/۲۳
۳۰۰		۸۸/۶۱	^{b}۸۴/۳۹	۹/۰۰	^{ab}۲/۶۵	^{a}۰/۳۳۸	^{a}۱۱/۳۱
SEM		۰/۵۲۶	۰/۴۰۶	۰/۰۸۸	۰/۰۴۲	۰/۰۰۲۲	۰/۱۰۴
منابع تغییرات			P-value				
منبع چربی		۰/۵۸۹	۰/۰۲۷	۰/۱۷۸	۰/۰۹۰	۰/۰۷۰	۰/۷۰۴
سطح روی		۰/۴۱۰	۰/۰۰۰۱	۰/۲۵۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲۵
منبع چربی × روی		۰/۲۳۲	۰/۰۰۰۶	۰/۶۳۷	۰/۳۱۸	۰/۲۲۰	۰/۸۸۰

a-c: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

با افزایش سطح روی تا سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در منابع غیراشباع اسیدهای چرب، واحد هاو افزایش و پس از آن کاهش نشان داد، اما در مورد منبع لیپید اشباع، افزودن روی تأثیری بر واحد هاو نداشت. با افزایش سطح روی در جیره درصد پوسته و همچنین مقاومت و ضخامت پوسته افزایش یافت (P<۰/۰۵). در یک بررسی، افزودن مکمل روی در جیره حاوی روغن سویا در تغذیه مرغ‌های تخمگذار واحد هاو را افزایش داد [۱۶]. اثر روی بر واحد هاو به‌دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن و مراقبت از پروتئین و چربی تخم‌مرغ در مقابل اکسیداسیون نسبت داده شده است. عنصر روی باعث افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز موجود در سفیده و زرده شده و درنتیجه میزان اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها را در تخم‌مرغ کاهش داده و موجب حفظ خصوصیات کیفی آن می‌شود [۱۶]. شاید بتوان دلیل بهبود واحد هاو را در منابع لیپیدی غیراشباع با مکمل روی در مقایسه با لیپیدهای اشباع به اثر آنتی‌اکسیدانی روی ربط داد که منابع غیراشباع مستعد فساد بوده و روی بهتر توانسته فعالیت نماید. استفاده از منابع آلی و غیرآلی روی و منگنز اثرات مثبتی بر درصد پوسته و ضخامت آن ایجاد نموده است [۱۴]. همچنین کیفیت پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تخمگذار تغذیه شده با روی آلی در سطوح ۶۶ و ۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره بهبود یافت [۱۳]. بهبود فراسنجه‌های کیفی پوسته را شاید بتوان به نقش روی در آنزیم کربونیک آنهیدراز در تشکیل کربنات‌کلسیم مورد نیاز پوسته تخم‌مرغ و نیز کاهش تولید تخم‌مرغ در سطوح بالای روی در این پژوهش نسبت داد. عنصر روی در ناحیه مگنوم در رویه رسوب آلبومین (در تولید پروتئین) دخالت داشته و همچنین در ایستموس به شکل‌گیری غشای پایه پوسته تخم‌مرغ کمک نموده و درنهایت در رحم به واسطه آنزیم کربونیک آنهیدراز در شکل‌گیری پوسته مؤثر می‌باشد [۱۸].

به‌جز در مورد تعداد فولیکول‌های سفید بزرگ، اثرات متقابل منابع مختلف لیپیدی و سطوح متفاوت روی بر سایر فراسنجه‌های ریخت‌شناسی تخمدان معنی‌دار نبود (جدول ۴). در جیره حاوی پیه، با افزایش سطح روی تعداد فولیکول سفید بزرگ به طور خطی افزایش یافت که چنین روندی در ارتباط با دو منبع دیگر لیپیدی مشاهده نشد. وزن لوله رحمی در پرندگان تغذیه شده با روغن سویا به طور معنی‌داری نسبت به روغن ماهی کاهش یافت (P<۰/۰۵). سطح ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی نسبت به سطوح دیگر بیشترین تعداد فولیکول زرد بزرگ و نیز وزن بزرگترین فولیکول را موجب شد (P<۰/۰۵). در زمینه تأثیر اسیدهای چرب غیراشباع بر فیزیولوژی تولیدمثل مرغ‌های تخمگذار اطلاعات کمی در دسترس است. اسیدهای چرب غیراشباع به واسطه اثرات مثبتی که بر سیالیت غشا، تحریک سیگنال‌های داخل سلولی و حساسیت به‌التهاب‌های اکسیداتیو دارند، بر بافت‌های تولیدمثلی تأثیر می‌گذارند [۲۴]. با این وجود، استفاده از جیره مکمل شده با شش درصد روغن ماهی به طور معنی‌داری غلظت استروژن پلاسما را در مرغ‌های تخمگذار کاهش داد [۲۵]. هورمون‌های تخمدانی نظیر استروژن از طریق گیرنده‌های موجود در بافت رحم بر دیواره رحم اثر می‌گذارند [۲۵]. وزن لوله تخم، تخمدان و تعداد فولیکول زرد بزرگ در نیمچه‌ها به طور منفی تحت تأثیر نسبت پایین امگا-۶ به امگا-۳ قرار می‌گیرد که این کاهش را به تغییرات هورمونی ناشی از منابع مختلف چربی نسبت داده‌اند [۱۹]. همچنین در یک بررسی، روغن ماهی سطوح استروژن پلاسمایی را کاهش داد و ارتباط مثبتی بین پروستاگلاندین‌ها و غلظت استروژن رحم مرغ‌های تخمگذار گزارش شد [۲۵]. در این پژوهش، اثر متقابل لیپید و روی بر تعداد فولیکول سفید بزرگ معنی‌دار شده است که به دلیل رفتار متفاوت روی در منابع مختلف چربی است.

جدول ۴. اثرات منابع مختلف لیپیدی و سطوح روی بر ریخت‌شناسی تخمدان مرغ‌های تخمگذار

منبع چربی	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	وزن نسبی تخمدان (درصد)	وزن نسبی لوله رحمی (درصد)	تعداد فولیکول زرد بزرگ	تعداد فولیکول زرد کوچک	تعداد فولیکول سفید بزرگ	تعداد فولیکول سفید کوچک	وزن بزرگترین فولیکول (گرم)
	۴۰	۳/۲۲	۴/۰۰	۶/۰۰	۲/۷۵	۳۹/۲۵^{a}	۲/۵۰	۱۳/۵۵
روغن سویا	۱۰۰	۲/۹۴	۳/۵۰	۴/۲۵	۲/۰۰	۳۴/۰۰^{abc}	۳/۰۰	۱۰/۳۰
	۲۰۰	۳/۲۶	۳/۷۰	۵/۲۵	۳/۵۰	۳۷/۰۰^{ab}	۲/۷۵	۱۲/۹۷
	۳۰۰	۳/۳۴	۳/۸۵	۴/۷۵	۲/۲۵	۳۵/۰۰^{ab}	۲/۵۰	۱۱/۵۷
	۴۰	۳/۵۴	۴/۱۹	۵/۵۰	۲/۷۵	۳۷/۰۰^{ab}	۳/۰۰	۱۲/۹۷
روغن ماهی	۱۰۰	۳/۳۸	۴/۴۱	۵/۲۵	۳/۵۰	۳۴/۰۰^{abc}	۲/۵۰	۱۳/۲۵
	۲۰۰	۲/۷۶	۴/۴۱	۴/۵۰	۲/۵۰	۳۴/۷۵^{ab}	۲/۵۰	۱۱/۶۰
	۳۰۰	۲/۷۶	۳/۷۴	۴/۷۵	۲/۲۵	۳۴/۲۵^{abc}	۳/۰۰	۱۰/۱۵
	۴۰	۳/۰۰	۳/۹۶	۵/۰۰	۳/۰۰	۲۸/۷۵^{c}	۲/۵۰	۱۲/۶۲
پیه	۱۰۰	۳/۱۵	۳/۹۰	۵/۰۰	۳/۲۵	۳۱/۵^{bc}	۳/۰۰	۱۲/۳۵
	۲۰۰	۲/۹۵	۳/۹۰	۴/۵۰	۲/۷۵	۳۷/۷۵^{ab}	۲/۵۰	۱۱/۰۷
	۳۰۰	۲/۷۹	۳/۷۵	۴/۵۰	۲/۵	۳۸/۷۵^{a}	۲/۷۵	۱۱/۲۷
SEM		۰/۲۵۷	۰/۲۳۸	۰/۳۷۹	۰/۵۱۲	۱/۸۹	۰/۵۰۵	۰/۷۵۶
منبع چربی								
روغن سویا		۳/۱۹	۳/۷۷^{b}	۵/۰۶	۲/۶۲	۳۶/۳۱	۲/۶۸	۱۲/۱۰
روغن ماهی		۳/۱۱	۴/۱۹^{a}	۵/۰۰	۲/۷۵	۳۵/۷۵	۲/۷۵	۱۲/۰۰
پیه		۲/۹۷	۳/۸۸^{ab}	۴/۷۵	۲/۸۷	۳۴/۱۸	۲/۶۸	۱۱/۸۳
SEM		۰/۲۹۶	۰/۱۱۹	۰/۱۸۹	۰/۲۵۶	۰/۹۴۶	۰/۲۵۲	۰/۳۷۸
سطح روی (میلی گرم در کیلوگرم)								
۴۰		۳/۲۵	۴/۰۶	۵/۵۰^{a}	۲/۸۳	۳۵/۰۰	۲/۶۶	۱۳/۰۵^{a}
۱۰۰		۳/۱۵	۴/۰۰	۴/۸۳^{ab}	۲/۹۱	۳۳/۱۶	۲/۸۳	۱۱/۹۷^{ab}
۲۰۰		۲/۹۹	۳/۹۳	۴/۷۵^{b}	۲/۹۱	۳۷/۵۰	۲/۵۸	۱۱/۸۸^{ab}
۳۰۰		۲/۹۶	۳/۷۸	۴/۶۶^{b}	۲/۳۳	۳۶/۰۰	۲/۷۵	۱۱/۰۰^{b}
SEM		۰/۱۴۸	۰/۱۳۷	۰/۲۱۹	۰/۲۹۵	۱/۰۹	۰/۲۹۱	۰/۴۳۶
منابع تغییرات			P-value					
منبع چربی		۰/۴۹۶	۰/۰۴۷	۰/۴۷۶	۰/۷۸۹	۰/۲۷۱	۰/۸۷۹	۰/۸۷۹
سطح روی		۰/۴۷۱	۰/۵۰۸	۰/۰۴۳	۰/۴۵۲	۰/۰۵۷	۰/۹۳۸	۰/۰۲۱
منبع چربی × روی		۰/۳۱۷	۰/۴۴۸	۰/۲۳۱	۰/۳۶۱	۰/۰۱۵	۰/۹۲۲	۰/۰۵۵

a-c: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

به عبارت دیگر، افزودن روی به جیره حاوی روغن سویا و روغن ماهی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها ایجاد نکرده است، درحالی‌که در جیره حاوی پیه، سطح ۳۰۰ روی در مقایسه با سطح ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تعداد فولیکول سفید بزرگ را به طور معنی‌داری افزایش داده است. شاید بتوان این‌گونه بیان نمود که استفاده از مکمل روی در مرغ‌های تخمگذار تغذیه شده با روغن سویا و روغن ماهی به عنوان منابع اسیدهای چرب غیراشباع نتوانسته اثر منفی ناشی از این منابع روغنی را بر تعداد فولیکول سفید جبران نماید، درصورتی‌که در جیره حاوی پیه، به دلیل نداشتن اثرات کاهشی بر غلظت استروژن، مکمل روی بهتر توانسته عمل کند و سبب افزایش معنی‌دار تعداد فولیکول سفید شده است. عنصر روی برای تولید پروژسترون مورد نیاز است و کمبود آن می‌تواند سبب تولید بیش از حد ترشح هورمون پرولاکتین شود [۶]. پرولاکتین نیز سبب کرچی و توقف تخمگذاری می‌شود. اثر مفید عنصر روی بر عملکرد تولیدمثلی به صورت مستقیم به وسیله تجمع روی درگونادها و در غده پروستات یا غیرمستقیم به وسیله تأثیر بر هیپوفیز، هورمون‌های گونادوتروپیک و غدد جنسی می‌باشد [۱۷].

در اثر استفاده از منابع مختلف لیپید با افزایش سطح روی، بار میکروبی زرده به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$) (جدول ۵). بیشترین بار میکروبی سفیده در اثر تغذیه پیه و کمترین آن در اثر تغذیه روغن سویا مشاهده شد. با افزایش سطح روی در جیره، بار میکروبی سفیده کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). وضعیت ساختمانی اسیدهای چرب نقش مهمی در فعالیت ضدباکتریایی آنها ایفا می‌کند، زیرا اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیر باعث شویندگی دیواره سلولی باکتری‌ها می‌شوند، به همین دلیل، منابع لیپیدی غیراشباع جیره نسبت به پیه باعث کاهش بیشتری در بار میکروبی سفیده تخم‌مرغ شدند [۱۱]. از طرف دیگر، باکتری‌ها محیط حاوی چربی را نمی‌توانند تحمل نمایند، از آنجایی‌که باکتری‌ها به‌طور طبیعی از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها برای رشد و نمو خودشان استفاده می‌کنند. بنابراین چربی با ایجاد پوششی بر روی باکتری و احاطه کردن آنها از تغذیه باکتریها از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها جلوگیری کرد، درنتیجه مانع رشد و نمو آنها می‌شود [۱۱]. مکمل‌های معدنی و آلی روی نقش مهمی را به عنوان عوامل ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی در کیفیت و ماندگاری تخم‌مرغ ایفا می‌کنند [۱۰]. عنصر روی با افزایش کارایی آنزیم‌های مؤثر در سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن همانند گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز و همچنین با توجه به قابلیت‌های انتقال به تخم‌مرغ می‌تواند در ماندگاری تخم‌مرغ مؤثر باشد [۱]. همچنین عنصر روی از اجزای ساختمانی بسیاری از متالوآنزیم‌ها، نظیر کربوکسی پپتیداز، لاکتات دهیدروژناز، الکل دهیدروژناز، آلکالین فسفاتاز، گلوتامات دهیدروژناز، گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز می‌باشد. بنابراین از آنجایی‌که آنتی‌اکسیدان‌ها از طریق سیستم گردش خون به تخم‌مرغ انتقال می‌یابند، درنتیجه با خواص ضدباکتریایی که علیه باکتری‌های بیماری‌زا دارند باعث افزایش ماندگاری تخم‌مرغ می‌شوند [۷]. عنصر روی قادر است که غشای خارجی باکتری‌های گرم منفی را متلاشی کرده و سبب خارج شدن لیپوپلی‌ساکاریدها و افزایش نفوذپذیری غشای سیتوپلاسمی شود. همچنین، روی علاوه بر ممانعت از رشد باکتری ها، قادر به جلوگیری از تولید سم توسط باکتری نیز می‌باشد [۷].

افزودن روی به جیره حاوی منابع مختلف لیپید به‌جز کاهش بار میکروبی زرده نتوانسته شاخص‌های دیگر مورد ارزیابی را تحت تأثیر قرار دهد. افزایش سطح روی جیره بر فراسنجه‌های کمی تخم‌مرغ اثر منفی داشته، اما ضمن بهبود برخی فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ، توانسته بار میکروبی زرده و سفیده تخم‌مرغ را کاهش دهد، اما برای تعیین سطح مطلوب استفاده از آن در جیره‌های حاوی لیپید نیاز به تحقیقات بیشتری است.

جدول ۵. اثرات منابع مختلف لیپیدی و سطوح روی بر بار میکروبی تخم‌مرغ (لگاریتم واحد تشکیل‌دهنده پرگنه)

منبع چربی	سطح روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	بار میکروبی سفیده (cfu/g)	بار میکروبی زرده (cfu/g)
سویا	۴۰	۲/۵۱	۲/۸۰^{a}
	۱۰۰	۱/۵۸	۱/۶۸^{efd}
	۲۰۰	۱/۴۵	۱/۵۸^{f}
	۳۰۰	۱/۴۸	۱/۶۱^{ef}
ماهی	۴۰	۲/۷۱	۲/۸۷^{a}
	۱۰۰	۱/۶۴	۱/۷۳^{cd}
	۲۰۰	۱/۴۸	۱/۶۵^{efd}
	۳۰۰	۱/۵۶	۱/۷۰^{ecd}
پیه	۴۰	۲/۶۲	۲/۴۲^{b}
	۱۰۰	۱/۷۱	۱/۸۰^{c}
	۲۰۰	۱/۶۵	۱/۷۶^{cd}
	۳۰۰	۱/۶۷	۱/۷۶^{cd}
SEM		۰/۰۴	۰/۰۳
منبع چربی			
سویا		۱/۷۶^{c}	۱/۹۲^{b}
ماهی		۱/۸۵^{b}	۱/۹۹^{a}
پیه		۱/۹۱^{a}	۱/۹۳^{b}
SEM		۰/۰۲	/۰۱۷
	سطح روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)		
۴۰		۲/۶۱^{a}	۲/۷۰^{a}
۱۰۰		۱/۶۴^{b}	۱/۷۳^{b}
۲۰۰		۱/۵۳^{c}	۱/۶۶^{c}
۳۰۰		۱/۵۷^{c}	۱/۶۹^{cd}
SEM		۰/۰۲۳	۰/۰۱۹
منابع تغییرات		P-value	
منبع چربی		۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۸۰
روی		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
منبع چربی × روی		۰/۰۷۲	۰/۰۰۰۱

a-c : تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

منابع

۱. بهرامی م، شریعتمداری ف و کریمی ترشیزی م ا (۱۳۹۳) اثر عصاره آویشن باغی و نعناع و ویتامین E و روی بر عملکرد و سیستم ایمنی مرغ‌های تخمگذار در شرایط تنش گرمایی و میزان پراکسیداسون در تخم مرغ‌های تولیدی در طی ماندگاری. تحقیقات گیاهان دارویی ایران. ۲۷(۲): ۳۳۷-۳۲۶.

۲. پوررضا ج، صادقی ق ع و مهری م (۱۳۸۰) تغذیه مرغ. انتشارات ارکان. اصفهان. ۶۸۸ ص.

۳. قائدی س (۱۳۹۲) بررسی اثراسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه بر عملکرد تولیدمثلی خروس و مرغ مادر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان. اهواز.

۴. نادعلی م، سالاری س، بوجارپور م، طباطبایی وکیلی ص و ساری م (۱۳۹۱) تأثیر سطوح مختلف عنصر روی بر برخی فراسنجه‌های تولیدی مرغ‌های مادر گوشتی. پژوهش‌های علوم دامی ایران. ۵(۴): ۳۰۱-۲۹۱.

5. Abdanan S, Minaei S, Mohajerani E and Karimi Torshizi MA (2013) Effect of UV irradiation, sample thickness and storage temperature on storability, bacterial activity and functional properties of liquid egg. International Journal of Food Technology. 10.1007/s13197-014-1509-42: 324-337.

6. Burrell AL, Dozier WA, Daris AJ, Compton MM, Freeman ME, Nendrell PF and ward TL (2004) Responses of broiler to dietary zinc concentration and sources in relation to environmental implications. British Poultry Science. 45: 255-263.

7. Burt S (2004) Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods a review. International Journal of Food Microbialogy. 94: 223-253.

8. Chu Y, Mouat MF, Harris HB, Coffeld JA and Grider A (2003) Water maze performance and changes in serum corticosterone levels in zinc-deprived and pair-fed rats. Physiological Behavior. 78: 567-578.

9. 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) Archieve Tierz Dummer Storf. 47(5): 483-489.

10. El-Desouky AI, Bahlol HE and Sharoba AM (2006) Effect of zinc and preservatives on the growth of E.coli O157:H7 and quality of refrigerated mincd meat. Annals of Agricaltural Science Moshtohor. 44: 1675-1695.

11. Gantois IR, Ducatelle F, Pasmans F, Haesebrouck R, Gast J and Van Immerseel F (2009) Mechanism of egg contamination by *Salmonella Enteritidis*. FEMS Microbiological Review. 33: 718-738.

12. Guardiola F, Barrota A and Codony R (2005) Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition of chicken meat. Poultry Science. 84: 1129-1140.

13. Khajaren J, Khajaren S, Rapp CJ, Ward TA, Jahnson JA and Falker TM (2006) Effects of zinc and manganese amino acid complexes (Availa-z/m) on layer production and egg quality. Poultry Science. 55: 322-329.

14. Klecker D, Zeman L, Jelinek P and Bunesova A (2002) Effect of manganese and zinc chelates on the quality of eggs. Acta Univ. Agricaltural Et Silvic Mendel. 50: 59-68.

15. Kita K, Homura I and Okumura J (1997) Influence of dietary zinc methionine supplementation on eggshell quality in laying hens under hot climat environment. Poultry Science. 27: 26-34.

16. Mahmood HM and Hazim J (2011a) Zinc improves egg quality in Cobb 500 broiler breeder females. International Journal of Poultry Science. 10: 476-477.

17. Nakada T, Koja Z and Tanaka K (1994) Effect of progesterone on ovulation in hypophysectomised hens. British Poultry Science. 35: 153-156.

18. Park SY, Birkhold SG, Kubena LF, Nisbet DJ and Ricke SC (2004) Effects of high zinc diets using zinc propionate on molt induction, and postmolt egg production and quality in laying hens. Poultry Science. 83: 24-33.

19. Pilevar M, Arshami A and Basami MR (2011) Effects of dietary n-6: n-3 ratio on immune and reproductive systems of pullet chicks. Poultry Science. 90: 1758-1766.

20. Rashidi AA, Gofrani Ivari Y, Khatibjoo A and Vakili R (2010) Effects of dietary fat, vitamin E and zinc on immune respons and blood parameters of broiler reared under heat stress. Poultry Science. 3(2): 32-38.

21. Renema RA, Robinson FE, Osterhoff HH, Feddes JJ and Wilson JL (2001) Effects of photostimulatory light intensity on ovarian morphology and carcass traits at sexual maturity in modern and antiqueegg-type pullets. Poultry Science. 80: 47-56.

22. Sahin K and Kucuk O (2003) Zinc Supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. Journal of Nutrition. 133: 2808-2811.

23. SAS Institute. (2005). SAS Users guide: Statistics. Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.

24. Wathes DC, Abayasekara DR and Aitken RJ (2007) Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. Boilogy of Reproduction. 77: 190-209.

25. Whitehead CC and Bowman AS (1993) Regulation of plasma estrogen by dietary fats in the hen: Relationships with egg Weight. British Poultry Science. 34: 999-1010.