

اثرات منابع چربی و سطوح مختلف روی بر پروفیل اسید چرب و کلسترول زرده تخم مرغ، وضعیت آنتی اکسیدانی و برخی فراسنجه‌های خونی مرغ‌های تخمگذار

داریان شفیعی پور فرد^۱ سمیه سالاری^{۱*} محسن ساری^۱ سامان آبدانان مهدی زاده^۲ مهدی زارعی^۳

۱) گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران

۲) گروه مکانیک، دانشکده مهندسی زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران

۳) گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

(دریافت مقاله: ۲۲ مهر ماه ۱۳۹۶، پذیرش نهایی: ۴ بهمن ماه ۱۳۹۶)

چکیده

زمینه مطالعه: یکی از مباحثی که نگرانی زیادی را در مورد مصرف تخم مرغ ایجاد نموده است، سطح کلسترول و میزان اسیدهای چرب اشباع تخم مرغ است. **هدف:** به منظور بررسی اثرات منابع چربی و سطوح مختلف روی بر ترکیب اسید چرب، کلسترول زرده تخم مرغ و وضعیت آنتی اکسیدانی خون مرغ‌های تخمگذار، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۴ با ۱۲ تیمار انجام گرفت. **روش کار:** تیمارهای آزمایش شامل منابع مختلف چربی (روغن سویا، روغن ماهی، پیه) و سطوح مختلف روی (۴۰ (کنترل)، ۲۰۰، ۱۰۰ و ۳۰۰) بودند. **نتایج:** در این پژوهش در بررسی اثرات متقابل بیشترین سطح اسید اولئیک در زرده تخم مرغ مربوط به جیره آزمایشی حاوی پیه و سطح ۳۰۰ mg/kg روی بود ($p < 0.05$). بیشترین سطح اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا ۳ زرده تخم مرغ به ترتیب مربوط به جیره‌های آزمایشی حاوی پیه، روغن سویا و ماهی بود ($p < 0.05$). همچنین بیشترین نسبت امگا-۶ به امگا-۳ موجود در زرده تخم مرغ مربوط به جیره آزمایشی حاوی روغن سویا و کمترین نسبت مربوط به جیره حاوی پیه بود ($p < 0.05$). در ارتباط با سطوح مختلف روی، بیشترین سطح اسید اولئیک مربوط به سطح حاوی ۳۰۰ mg/kg روی بود ($p < 0.05$). بیشترین فعالیت گلوکوتایون پراکسیداز خون در جیره حاوی روغن سویا و سطح ۲۰۰ mg/kg روی مشاهده شد ($p < 0.05$). غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز خون در جیره حاوی روغن سویا به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها و سطح ۱۰۰ mg/kg روی نسبت به سایر سطوح روی جیره افزایش نشان داد ($p < 0.05$). **نتیجه گیری نهایی:** در این پژوهش در جیره حاوی روغن سویا و پیه، با افزایش سطح روی جیره، سطح اسید اولئیک زرده تخم مرغ افزایش یافت و بیشترین فعالیت گلوکوتایون پراکسیداز در جیره حاوی روغن سویا و سطح ۲۰۰ mg/kg روی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: روغن ماهی، روی-متیونین، اسید چرب، فعالیت آنتی اکسیدانی

مقدمه

بین گروه‌های اسید چرب دارد. به دلیل افزایش پایداری لیپیدهای تخم مرغ، آنتی اکسیدان‌ها به جیره غذایی مرغ‌های تخمگذار افزوده می‌شوند. آنتی اکسیدان‌ها بدلیل میل ترکیبی با اکسیژن توانایی مهار اکسیداسیون را دارند. لذا تحقیقات برای افزایش کیفیت و پایداری چربی از طریق افزودن مکمل‌هایی مثل روی (۱۴)، توکوفرول‌ها و بسیاری از موارد دیگر نظیر آنتی اکسیدان‌های مصنوعی مانند هیدروکسی تولوئن و اتوکسی کوئین (۱۸) ادامه دارد. روی، عنصری ضروری در تغذیه انسان و حیوانات به شمار می‌آید. این عنصر در کلیه سلول‌ها یافت شده و در محدوده وسیعی از فرآیندهای بیوشیمیایی بدن موجودات دخاله دارد. این عنصر برای ثبات بخشیدن و عملکرد بسیاری از متالوآنزیم‌های دخیل در فرآیندهای متابولیکی بدن حیوان ضرورت دارد و از جمله مواد معدنی کم نیاز است که می‌تواند در بهبود عملکرد طیور نقش مؤثری داشته باشد. از طرفی، مقدار این عنصر در اجزای پایه جیره‌های غذایی، تکاپوی احتیاجات بدن حیوان را نمی‌نماید زیرا اکثر مواد خوراکی تشکیل دهنده جیره، از لحاظ این عنصر دچار کمبود بوده و بعلاوه، عنصر روی موجود در منابع غذایی گیاهی، تا حد زیادی توسط کمپلکس فیتاتی محصور شده است. بنابراین اضافه کردن

تخم مرغ یکی از بهترین منابع پروتئینی مورد استفاده در تغذیه انسان است و سطح و ترکیب اسیدهای آمینه موجود در آن تا حد زیادی با نیازهای غذایی انسان مطابقت دارد. از سوی دیگر سطح ایده آل نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ و اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع که برای سلامتی انسان مفید هستند به ترتیب ۴ و کمتر از ۰/۴ می‌باشد. برای دست یافتن به نسبت‌های توصیه شده می‌بایست تخم مرغی تولید گردد که سهم اسیدهای چرب غیر اشباع نسبت به اسیدهای چرب اشباع بیشتر گردد. دستکاری جیره یکی از مهمترین راهکارهای کاهش کلسترول زرده و افزایش غلظت اسیدهای چرب امگا ۳ به منظور بهبود ارزش غذایی آن برای مصرف کنندگان می‌باشد. در این رابطه، اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا ۳ و امگا ۶ به علت اهمیت آن‌ها در پاسخ‌های سلولی، ویژگی‌های غشاء سلول و سایر عوامل پاتولوژیکی بسیار حائز اهمیت هستند (۱۴). از طرفی اسیدهای چرب اشباع غالباً ذخیره می‌شوند در حالی که اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه از نوع امگا ۳ ترجیحاً اکسیده و نوع امگا ۶ حد متوسطی از این دو پاسخ را در



مرغ‌های تخم‌گذار؛ ۵۰ mg/kg و گله‌های مادر و اجداد ۶۵ mg/kg ماده خشک جیره گزارش نمودند. همچنین، تفاوت‌هایی در زیست‌فراهمی منابع مختلف عنصر روی وجود دارد. در بیشتر مطالعات، منابع معدنی عنصر روی از زیست‌فراهمی پایینی برخوردار هستند، اما کمپلکس‌های آلی روی، نسل جدیدی از ترکیبات هستند که در آن‌ها ماده معدنی براساس خصوصیات فیزیکوشیمیایی خود با یک یا چند اسید آمینه ترکیب می‌شود. محصول این واکنش ماده معدنی با قابلیت زیست‌فراهمی بالا خواهد بود. با توجه به اینکه استفاده از چربی‌ها به عنوان منابع تأمین‌کننده اسیدهای چرب در تغذیه مرغ تخم‌گذار بدلیل انتقال آن‌ها به تخم‌مرغ از اهمیت بالایی برخوردار است و از طرفی چربی‌ها در معرض اکسیداتیو هستند در این تحقیق تأثیر سطوح مختلف روی از منبع آلی بعنوان یک آنتی‌اکسیدان و نیز یک ماده تغذیه‌ای در جیره حاوی منابع مختلف چربی در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار

در این تحقیق از ۲۸۸ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه‌های -لاین W-۳۶ در سن ۶۰ هفتگی با میانگین وزن 1400 ± 50 گ به مدت ۱۰ هفته استفاده شد که شامل ۲ هفته عادت‌پذیری و ۸ هفته نمونه برداری بود. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل 3×4 با ۱۲ تیمار، ۴ تکرار و ۶ قطعه مرغ در هر تکرار به انجام رسید. تیمارهای آزمایشی شامل ۴٪ منابع

این عنصر به شکل مکمل‌های غذایی مجزا در جیره طیور ضروری بوده تا از عواقب سوء ناشی از کمبود آن ممانعت بعمل آید. روی در ساختمان شش گروه آنزیمی شامل اکسیدوردوکتازها، ترانسفرازها، هیدرولازها، لیازها، ایزومرازها و لیگازها شرکت دارد (۱۶). نمونه‌ای از عمل کاتالیزوری روی، در آنزیم کربونیک آنهیدراز می‌باشد. کربونیک آنهیدراز متالوآنزیمی است که حاوی ۰/۳۳٪ روی می‌باشد و در دهیدراته کردن دی‌اکسید کربن معده که یک واکنش لازم جهت خنثی کردن حالت قلیایی بیش از حد مخاط معده است نقش دارد. همچنین عنصر روی به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مؤثر عمل می‌کند و در ساختار آنزیم سوپراکسید دیسموتاز که یک آنزیم مهم در فرایند اکسیداتیو لیپیدهاست شرکت می‌کند. این آنزیم در خارج از میتوکندری و سیتوپلاسم سلولی وجود دارد که رادیکال‌های آزاد رسیده به سیتوپلاسم توسط این آنزیم خنثی می‌شود و نقش مهمی در محافظت بافت‌ها و سلول‌ها در مقابل آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد ایفا می‌کند (۱۹). از طرفی بر اساس NRC (۱۳) نیاز مرغ‌های تخم‌گذار به عنصر روی در دوره تولید بر اساس ۸۰ خوراک مصرفی روزانه mg/kg و بر اساس ۱۰۰ خوراک مصرفی روزانه ۲۹ mg/kg می‌باشد. همچنین راهنمای مرغ تخم‌گذارهای لاین W-۳۶ نیاز مرغ‌های تخم‌گذار را در دوره تولید ۶۶ mg/kg بیان می‌کند. Underwood and Suttle در سال ۱۹۹۹، احتیاجات پرنده به روی را در جوجه‌های ۸-۰ هفتگی، mg/kg ۴۰ ماده خشک جیره؛ ۱۸-۸ هفتگی، mg/kg ۳۵ ماده خشک جیره،

جدول ۱. ترکیب اسید چرب جیره‌های آزمایشی (درصدی از کل اسید چرب). ۱-مجموع اسیدهای چرب اشباع ۲-مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند دوگانه ۳-مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند گانه ۴-مجموع اسیدهای چرب امگا-۶ ۵-مجموع اسیدهای چرب امگا-۳.

| ترکیب اسید چرب | جیره حاوی روغن سویا | جیره حاوی روغن ماهی | جیره حاوی پیه |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| اسید میریستیک | ۰/۵۰ | ۲/۶۶ | ۳/۱۰ |
| اسید پالمیتیک | ۱۹/۸۸ | ۱۸/۳۲ | ۲۴/۱۰ |
| اسید پالمیتولئیک | ۰/۴۵ | ۳/۰۵ | ۷/۵۰ |
| اسید مارگاریک | ۰/۲۷ | ۰/۰۰ | ۰/۵۰ |
| اسید مارگارولئیک | ۰/۱۱ | ۰/۰۰ | ۰/۵۰ |
| اسید استئاریک | ۵/۵۳ | ۲/۹۴ | ۱۶/۳۰ |
| اسید اولئیک | ۲۶/۵۷ | ۲۳/۰۶ | ۳۴/۷۰ |
| اسید لینولئیک | ۴۰/۲۷ | ۳۹/۲۹ | ۱۴/۶۰ |
| اسید لینولئیک | ۳/۷۵ | ۲/۷۴ | ۲/۲۰ |
| اسید آراشیدونیک | ۰/۴۳ | ۰/۲۷ | ۰/۱۰ |
| ایکوزاپنتانویک اسید | ۰/۰۰ | ۳/۵۳ | ۰/۰۰ |
| دوکوزاپنتانویک اسید | ۰/۰۰ | ۰/۴۹ | ۰/۰۰ |
| دوکوزاهگزانویک اسید | ۰/۰۰ | ۶/۷۸ | ۰/۰۰ |
| SFA ^۱ | ۲۲/۴۲ | ۱۸/۹۲ | ۴۴/۴۰ |
| MUFA ^۲ | ۲۷/۳۹ | ۲۵/۸۴ | ۳۸/۱۰ |
| PUFA ^۳ | ۴۴/۰۳ | ۴۹/۲۹ | ۱۶/۸۰ |
| ۶-PUFA ^۴ | ۴۰/۲۷ | ۳۴/۵۶ | ۱۴/۶۰ |
| ۳-PUFA ^۵ | ۳/۷۵ | ۱۴/۶۸ | ۲/۲۰ |
| n-۳-PUFA ^۶ | ۱۰/۷۳ | ۲/۳۵ | ۶/۶۳ |



جدول ۲. اثرات متقابل منابع چربی و سطوح مختلف روی بر ترکیب اسید چرب زرده تخم مرغ (درصدی از کل اسید چرب). میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون نشانه معنی‌دار بودن است ($p < 0.05$).

| منبع چربی | سطح روی (mg/kg) | اسید میریستیک | اسید پالمیتیک | اسید پالمیتولئیک | اسید مارگاریک | اسید مارگارولئیک | اسید استئاریک | اسید اولئیک | اسید لینولئیک |
|-----------|-----------------|---------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|----------------------|---------------|
| روغن سویا | ۴۰ | -۰/۳۴ | ۲۳/۷۸ | ۲/۰۱ | -۰/۳۱ | -۰/۱۴ | ۸/۸۶ | ۴۰/۴۳ ^{dce} | ۱۷/۵۹ |
| | ۱۰۰ | -۰/۳۹ | ۲۵/۱۷ | ۲/۲۷ | -۰/۳۱ | -۰/۱۵ | ۹/۹۹ | ۳۹/۲۴ ^c | ۱۷/۹۲ |
| | ۲۰۰ | -۰/۵۰ | ۲۴/۶۰ | ۲/۴۴ | -۰/۲۳ | -۰/۱۲ | ۹/۶۱ | ۳۹/۰۷ ^e | ۱۷/۸۵ |
| | ۳۰۰ | -۰/۳۹ | ۲۴/۸۴ | ۲/۲۳ | -۰/۳۰ | -۰/۱۲ | ۱۰/۳۴ | ۳۸/۷۴ ^c | ۱۷/۰۱ |
| روغن ماهی | ۴۰ | -۰/۳۸ | ۲۵/۴۵ | ۲/۳۵ | -۰/۴۶ | -۰/۳۶ | ۸/۴۷ | ۴۰/۰۳ ^{de} | ۱۴/۸۳ |
| | ۱۰۰ | -۰/۴۳ | ۲۵/۱۴ | ۲/۸۰ | -۰/۶۱ | -۰/۳۴ | ۸/۶۶ | ۳۹/۸۰ ^{dc} | ۱۲/۱۷ |
| | ۲۰۰ | -۰/۴۵ | ۲۴/۵۱ | ۲/۸۷ | -۰/۴۶ | -۰/۴۰ | ۸/۸۹ | ۴۳/۱۵ ^{cb} | ۱۳/۰۰ |
| | ۳۰۰ | -۰/۴۲ | ۲۳/۷۱ | ۳/۰۷ | -۰/۵۱ | -۰/۳۸ | ۹/۱۶ | ۴۴/۷۶ ^{ab} | ۱۰/۴۴ |
| پیه | ۴۰ | -۰/۵۵ | ۲۴/۴۱ | ۳/۰۴ | -۰/۶۴ | -۰/۵۱ | ۹/۰۲ | ۴۲/۷۶ ^{deb} | ۱۱/۹۵ |
| | ۱۰۰ | -۰/۵۶ | ۲۴/۳۰ | ۲/۶۵ | -۰/۸۳ | -۰/۵۵ | ۹/۵۱ | ۴۳/۹۹ ^{ab} | ۹/۸۱ |
| | ۲۰۰ | -۰/۵۶ | ۲۴/۴۳ | ۳/۳۴ | -۰/۵۹ | -۰/۴۷ | ۹/۳۶ | ۴۴/۸۸ ^{ab} | ۱۰/۸۸ |
| | ۳۰۰ | -۰/۵۱ | ۲۳/۸۷ | ۲/۹۳ | -۰/۴۴ | -۰/۴۲ | ۱۰/۰۰ | ۴۶/۹۸ ^a | ۹/۱۸ |
| SEM | | -۰/۰۴۸ | -۰/۵۶۹ | -۰/۲۱۶ | -۰/۰۷۹ | -۰/۰۵۶ | -۰/۴۳۰ | -۰/۹۴۴ | -۰/۵۰۱ |
| p-Value | | -۰/۷۶۸ | -۰/۳۶۳ | -۰/۳۹۳ | -۰/۳۲۸ | -۰/۸۳۳ | -۰/۹۴۶ | -۰/۰۲۶ | -۰/۶۴۹ |

ادامه جدول ۲.

| منبع چربی | سطح روی (mg/kg) | اسید لینولئیک | اسید ایکوزانویئیک | اسید آراشیدونیک | دوکوزاهگزائونویئیک اسید | دوکوزاپنتائونویئیک اسید | PUFAn-۶ | PUFAn-۳ | PUFAn-۶/n-۳ |
|-----------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------|---------|-------------|
| روغن سویا | ۴۰ | -۰/۷۱ | -۰/۲۲ | ۱/۶۴ | ۰/۹۸ | -۰/۱۲ | ۱۹/۲۳ | ۱/۸۲ | ۱۰/۵۹ |
| | ۱۰۰ | -۰/۶۷ | -۰/۲۲ | ۱/۵۲ | ۰/۹۴ | -۰/۱۱ | ۱۹/۴۵ | ۱/۷۳ | ۱۱/۳۶ |
| | ۲۰۰ | -۰/۶۶ | -۰/۱۸ | ۱/۶۴ | ۱/۲۹ | -۰/۱۱ | ۱۹/۴۹ | ۲/۰۶ | ۹/۴۵ |
| | ۳۰۰ | -۰/۶۹ | -۰/۲۱ | ۱/۶۲ | ۰/۹۰ | -۰/۰۸ | ۱۸/۶۳ | ۱/۶۸ | ۱۱/۴۱ |
| روغن ماهی | ۴۰ | -۰/۵۷ | -۰/۲۱ | ۰/۹۷ | ۳/۲۰ | -۰/۱۸ | ۱۶/۰۶ | ۳/۹۶ | ۴/۱۳ |
| | ۱۰۰ | -۰/۶۳ | -۰/۱۸ | -۰/۵۲ | ۳/۴۷ | -۰/۲۴ | ۱۲/۶۹ | ۴/۳۵ | ۲/۹۲ |
| | ۲۰۰ | -۰/۵۱ | -۰/۲۴ | -۰/۷۳ | ۳/۶۷ | -۰/۱۵ | ۱۳/۷۳ | ۴/۳۴ | ۳/۲۱ |
| | ۳۰۰ | -۰/۳۶ | -۰/۱۹ | -۰/۸۴ | ۳/۵۱ | -۰/۲۴ | ۱۱/۲۸ | ۴/۱۲ | ۲/۷۵ |
| پیه | ۴۰ | -۰/۳۳ | -۰/۲۷ | ۱/۳۵ | ۱/۴۵ | -۰/۱۲ | ۱۳/۳۰ | ۲/۵۹ | ۵/۸۸ |
| | ۱۰۰ | -۰/۳۵ | -۰/۲۸ | ۱/۳۰ | ۱/۵۷ | -۰/۱۳ | ۱۱/۱۱ | ۲/۰۵ | ۵/۴۲ |
| | ۲۰۰ | -۰/۲۶ | -۰/۲۱ | ۱/۴۱ | ۱/۸۹ | -۰/۱۲ | ۱۲/۲۹ | ۲/۲۸ | ۵/۴۰ |
| | ۳۰۰ | -۰/۲۴ | -۰/۲۲ | ۱/۴۳ | ۱/۹۱ | -۰/۱۱ | ۱۰/۶۱ | ۲/۲۶ | ۴/۶۵ |
| SEM | | -۰/۰۶۶ | -۰/۰۶۰ | -۰/۱۲۷ | -۰/۲۰۴ | -۰/۰۲۸ | ۱/۰۳ | -۰/۲۶۲ | -۰/۷۶۸ |
| p-Value | | -۰/۵۶۰ | -۰/۹۵۰ | -۰/۷۷۱ | -۰/۸۷۴ | -۰/۴۴۰ | -۰/۵۵۸ | -۰/۷۶۸ | -۰/۵۰۸ |

این جیره‌ها از مکمل معدنی فاقد روی استفاده شد. سطح روی جیره پایه ۲۲ mg/kg بود. انرژی متابولیسمی هر سه منبع لیپیدی تقریباً برابر در نظر گرفته شد. در طی دوره آزمایش پرندگان بطور آزاد به آب و غذا دسترسی داشتند. قفس‌ها در سالن بصورت طبقاتی، در دو ردیف و در هر قفس ۳ مرغ (هر دو قفس کنار هم به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد) قرار داشتند. روشنایی سالن با کمک لامپ‌های ۶۰ واتنی تنگستن تأمین گردید و طول دوره روشنایی ۱۶ ساعت در روز بود. دانخوری‌ها بصورت ناودانی و آبخوری به صورت نیلی و خوراک روزی دوبار به صورت دستی بین مرغ‌ها در دانخوری‌ها توزیع می‌شد. دمای سالن بین ۲۵-۲۰ در نوسان بود.

مختلف لیپیدی، شامل روغن سویا، روغن ماهی و پیه و سطوح مختلف روی شامل ۴۰ mg/kg (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ جیره بودند. جیره پایه با انرژی قابل متابولیسم ۲۸۶۴ kcal/kg و با پروتئین خام ۱۵/۳۱٪ با توجه به مقدار انرژی و پروتئین مورد نیاز در مرحله اوج تولید و براساس احتیاجات توصیه شده در راهنمای تغذیه مرغ تخمگذارهای لاین W-۳۶ تنظیم شد. مکمل روی-متیونین به گونه‌ای به جیره پایه افزوده شد که سطح روی جیره به ترتیب به ۴۰ mg/kg (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ برسد. سطح متیونین جیره با استفاده از مکمل‌های روی-متیونین و دی ال متیونین تنظیم شد. مکمل روی-متیونین دارای ۱۲٪ روی و ۸۸٪ متیونین بود. در



جدول ۳. اثرات اصلی منابع چربی و سطوح مختلف روی بر ترکیب اسید چرب زرده تخم مرغ (درصدی از کل اسید چرب). میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون نشانه معنی دار بودن است ($P < 0.05$). داده‌ها نشان دهنده میانگین ۸ عدد تخم مرغ به ازای هر تیمار می‌باشد.

| منبع چربی | اسید میریستیک | اسید پالمیتیک | اسید پالمیتولئیک | اسید مارگاریک | اسید مارگارولئیک | اسید استئاریک | اسید اولئیک | اسید لینولئیک |
|-----------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| روغن سویا | ۰/۴۰ ^b | ۲۴/۵۹ | ۲/۲۴ ^b | ۰/۲۹ ^b | ۰/۱۳ ^c | ۹/۷۰ ^a | ۳۹/۳۷ ^c | ۱۷/۵۹ ^a |
| روغن ماهی | ۰/۴۳ ^b | ۲۴/۷۰ | ۲/۷۷ ^a | ۰/۵۱ ^a | ۰/۳۷ ^b | ۸/۷۹ ^b | ۴۷/۹۳ ^b | ۱۲/۶۱ ^b |
| پیه | ۰/۵۴ ^a | ۲۴/۲۵ | ۲/۹۹ ^a | ۰/۶۳ ^a | ۰/۴۹ ^a | ۹/۴۷ ^a | ۴۴/۶۵ ^a | ۱۰/۴۵ ^c |
| SEM | ۰/۰۲۴ | ۰/۲۸۴ | ۰/۱۰۸ | ۰/۰۳۹ | ۰/۰۲۸ | ۰/۲۱۵ | ۰/۴۷۲ | ۰/۵۰۹ |
| p- Value | ۰/۰۰۰۷ | ۰/۵۱۶ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ |
| سطح روی (mg/kg) | | | | | | | | |
| ۴۰ | ۰/۴۲ | ۲۴/۵۵ | ۲/۴۷ | ۰/۴۷ | ۰/۳۳ | ۸/۷۸ | ۴۷/۰۷ ^b | ۱۴/۷۹ ^a |
| ۱۰۰ | ۰/۴۶ | ۲۴/۸۷ | ۲/۵۷ | ۰/۵۸ | ۰/۳۴ | ۹/۳۹ | ۴۷/۰۱ ^b | ۱۳/۳۰ ^{ab} |
| ۲۰۰ | ۰/۵۰ | ۲۴/۵۱ | ۲/۸۸ | ۰/۴۲ | ۰/۳۳ | ۹/۲۸ | ۴۲/۳ ^{ab} | ۱۳/۹۱ ^{ab} |
| ۳۰۰ | ۰/۴۴ | ۲۴/۱۴ | ۲/۷۴ | ۰/۴۱ | ۰/۳۱ | ۹/۸۳ | ۴۳/۴۹ ^a | ۱۲/۲۱ ^b |
| SEM | ۰/۰۲۸ | ۰/۳۲۸ | ۰/۱۲۴ | ۰/۰۴۵ | ۰/۰۳۲ | ۰/۲۴۸ | ۰/۵۴۵ | ۰/۵۸۷ |
| p- Value | ۰/۲۵۹ | ۰/۴۹۶ | ۰/۱۱۹ | ۰/۰۵۶ | ۰/۸۶۵ | ۰/۰۵۳ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۳۶ |

ادامه جدول ۳.

| منبع چربی | اسید لینولئیک | اسید ایکوزانوئیک | اسید آراشیدونیک | دوکوزاهگزاتوئیک اسید | دوکوزاپنتانوئیک اسید | PUFAn-۶ | PUFAn-۳ | PUFAn-۶/n-۳ |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| روغن سویا | ۰/۶۸ ^a | ۰/۲۰ | ۱/۶۰ ^a | ۱/۰۳ ^c | ۰/۱۰ ^b | ۱۹/۲۰ ^a | ۱/۸۲ ^c | ۱۰/۷۰ ^a |
| روغن ماهی | ۰/۵۳ ^b | ۰/۲۰ | ۰/۷۶ ^c | ۳/۴۶ ^a | ۰/۲۰ ^a | ۱۳/۴۴ ^b | ۴/۱۹ ^a | ۳/۲۵ ^c |
| پیه | ۰/۲۹ ^c | ۰/۲۴ | ۱/۳۷ ^b | ۱/۷۱ ^b | ۰/۱۳ ^b | ۱۷/۸۳ ^c | ۲/۳ ^b | ۵/۳۴ ^b |
| SEM | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۳۰ | ۰/۰۶۳ | ۰/۱۰۲ | ۰/۰۱۴ | ۰/۱۱۵ | ۰/۱۳۱ | ۰/۳۸۴ |
| p- Value | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۶۱۰ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ |
| سطح روی (mg/kg) | | | | | | | | |
| ۴۰ | ۰/۵۴ | ۰/۲۳ | ۱/۳۲ | ۱/۸۸ | ۰/۱۴ | ۱۶/۲۰ ^a | ۲/۷۹ | ۶/۸۶ |
| ۱۰۰ | ۰/۵۵ | ۰/۲۲ | ۱/۱۱ | ۱/۹۹ | ۰/۱۶ | ۱۴/۴۳ ^{ab} | ۲/۷۱ | ۶/۵۷ |
| ۲۰۰ | ۰/۴۷ | ۰/۲۱ | ۱/۲۶ | ۲/۲۸ | ۰/۱۳ | ۱۵/۱۷ ^{ab} | ۲/۹۰ | ۶/۰۲ |
| ۳۰۰ | ۰/۴۳ | ۰/۲۱ | ۱/۲۹ | ۲/۱۱ | ۰/۱۵ | ۱۳/۵۱ ^b | ۲/۶۸ | ۶/۲۷ |
| SEM | ۰/۰۳۸ | ۰/۰۳۵ | ۰/۰۷۳ | ۰/۱۱۸ | ۰/۰۱۶ | ۰/۵۹۵ | ۰/۱۵۱ | ۰/۴۴۳ |
| p- Value | ۰/۱۲۳ | ۰/۹۴۰ | ۰/۲۳۳ | ۰/۱۲۲ | ۰/۶۷۵ | ۰/۰۲۷ | ۰/۷۵۷ | ۰/۵۷۵ |

۷۰ به طول ۱۲۰ m و قطر داخلی $250 \mu\text{m}$ که ضخامت فاز ساکن آن $25 \mu\text{m}$ بود، استفاده گردید. به منظور بررسی وضعیت آنتی اکسیدانی خون، در پایان دوره آزمایشی از هر تکرار دو قطعه مرغ انتخاب و از ورید بال آن‌ها خونگیری به عمل آمد. سپس نمونه‌ها به لوله‌های هپارینه اضافه و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه نمونه‌ها بلافاصله سانتریفیوژ (۱۰ دقیقه در 4°C) و گلبول‌های قرمز آن‌ها (اریتروسیت‌ها) جدا گردید. جهت تعیین فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و گلوکاتایون پراکسیداز (GPx)، اریتروسیت‌ها ۴ مرتبه با استفاده از محلول نمکی 0.9% شستشو داده شدند و سپس با آب مقطر خنک به نسبت چهار به یک، مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای 4°C جهت لیز شدن اریتروسیت‌ها نگهداری شدند. نمونه‌ها تا زمان اندازه‌گیری وضعیت آنتی اکسیدانی در میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی‌لیتری و در دمای 20°C - نگهداری شدند. برای

تخم‌مرغ‌ها هر روز به هنگام غروب جمع‌آوری می‌شدند. جهت بررسی میزان کلسترول و ترکیب اسید چرب زرده تخم مرغ در پایان دوره آزمایشی نمونه‌گیری انجام گرفت و در هر نمونه‌گیری تعداد ۲ عدد تخم‌مرغ از هر تکرار انتخاب و پس از شماره‌گذاری نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه پس از شکستن تخم مرغ، زرده با دقت کامل از سفیده جدا و توزین گردید. پس از توزین، زرده با استفاده از یک همزن شیشه‌ای کاملاً به صورت هموژن درآمد. در این مرحله با استفاده از روش اصلاح شده Folch و همکاران در سال ۱۹۷۵ اقدام به استخراج عصاره زرده نموده سپس اسیدهای چرب متیل استر طبق گزارش Cheria و همکاران در سال ۲۰۰۹ بدست آمدند (۵،۹). برای آنالیز اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی و نیز اسیدهای چرب و میزان کلسترول زرده از دستگاه کروماتوگرافی گازی، مدل HP ۶۸۹۰ ساخت آمریکا استفاده شد. در این تحقیق از ستون BPX-



جدول ۴. اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان کلسترول زرده تخم مرغ (mg/g) زرده تخم مرغ) و وضعیت آنتی‌اکسیدانی خون مرغ‌های تخمگذار. میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون نشانه معنی‌دار بودن است ($p < 0.05$).

| منبع چربی | سطح روی (mg/kg) | کلسترول زرده تخم مرغ | سوپراکسید دیسموتاز (mol/ml) | گلوکاتایون پراکسیداز (mol/l) |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| روغن سویا | ۴۰ | ۱۲/۹۱ | ۳۹/۲۸ | ۵۴۲۷/۰۰ ^{cadb} |
| | ۱۰۰ | ۱۴/۰۲ | ۳۸۸/۰۸ | ۵۷۳۸/۵۰ ^{cab} |
| | ۲۰۰ | ۱۴/۰۶ | ۳۵۳/۰۰ | ۶۰۸۶/۸۰ ^a |
| | ۳۰۰ | ۱۱/۸۴ | ۳۹۸/۳۳ | ۴۸۲۹/۰۰ ^d |
| | ۴۰ | ۱۲/۷۰ | ۴۲۴/۲۰ | ۵۲۱۲/۸۰ ^{edb} |
| روغن ماهی | ۱۰۰ | ۱۳/۹۴ | ۳۷۵/۳۳ | ۵۵۴۲/۰۰ ^{cadb} |
| | ۲۰۰ | ۱۱/۸۰ | ۴۴۴/۸۰ | ۵۳۵۹/۸۰ ^{cadb} |
| | ۳۰۰ | ۱۴/۳۰ | ۳۸۷/۸۵ | ۴۸۴۵/۰۰ ^d |
| | ۴۰ | ۱۱/۳۹ | ۴۴۱/۷۵ | ۶۰۳۱/۰۰ ^{ab} |
| پیه | ۱۰۰ | ۱۱/۹۵ | ۳۹/۳۰ | ۵۱۷۷/۳۰ ^{cd} |
| | ۲۰۰ | ۱۴/۴۵ | ۴۴/۷۵ | ۵۱۷۹/۵۰ ^{cd} |
| | ۳۰۰ | ۱۴/۹۱ | ۴۴/۳۳ | ۵۹۵۱/۸۰ ^{cab} |
| | | ۱/۰۷ | ۲۸/۷۶ | ۲۵۱/۸۴ |
| SEM | | | | |
| منبع چربی | | | | |
| روغن سویا | | ۱۳/۲۱ | ۳۸۲/۴۲ | ۵۵۲/۳۰ |
| روغن ماهی | | ۱۳/۱۸ | ۴۰۸/۰۴ | ۵۲۳۹/۹۰ |
| پیه | | ۱۳/۱۷ | ۴۲۸/۲۸ | ۵۵۸۴/۹۰ |
| SEM | | | | |
| سطح روی (mg/kg) | | | | |
| | ۴۰ | ۱۲/۳۳ | ۴۱۸/۷۴ | ۵۵۵۶/۹۰ |
| | ۱۰۰ | ۱۳/۳۱ | ۳۸۴/۵۷ | ۵۴۸۵/۹۰ |
| | ۲۰۰ | ۱۳/۴۴ | ۴۱۲/۸۵ | ۵۵۴۲/۰۰ |
| | ۳۰۰ | ۱۳/۶۸ | ۴۰۸/۸۳ | ۵۲۰۸/۶۰ |
| SEM | | | | |
| | | -۰/۶۲۲ | ۱۶/۶۰ | ۱۴۵/۴۰ |
| سطح احتمالات ($p < 0.05$) | | | | |
| منبع چربی | | -۰/۹۹۹ | -۰/۰۹۳ | -۰/۱۳۵ |
| سطح روی | | -۰/۴۵۵ | -۰/۴۹۳ | -۰/۳۰۶ |
| منبع چربی × سطح روی | | -۰/۱۱۹ | -۰/۵۴۴ | -۰/۰۰۳۷ |

SAS مورد آنالیز قرار گرفتند و سپس مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵٪ صورت پذیرفت.

نتایج

ترکیب اسید چرب تخم‌مرغ و جیره‌های آزمایشی: ترکیب اسید چرب جیره‌های آزمایشی و نیز اثرات متقابل و اثرات اصلی تیمارهای آزمایشی بر ترکیب اسید چرب زرده تخم مرغ به ترتیب در جداول ۱، ۲ و ۳ آورده شده است. در این پژوهش در بین جیره‌های آزمایشی جیره حاوی روغن سویا حاوی بیشترین سطح اسید لینولئیک (C1۸:۲) ۴۰/۲۷٪ بوده و فاقد اسیدهای چرب دو کوزاهگزانوئیک اسید (C۲۲:۶n) و دو کوزاپنتانویک اسید (C۲۲:۵n) می‌باشد. در حالی که جیره حاوی روغن ماهی حاوی اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا ۳ یعنی دو کوزاهگزانوئیک اسید

اندازه گیری فعالیت آنزیم‌های گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز (واحد بر گرم هموگلوبین) در اربتروسیت، از کیت رانسود شرکت راندوکس انگلستان و مطابق روش Woolliam و همکاران در سال ۱۹۸۳ استفاده شد (۲۲). جهت تعیین فراسنجه‌های لیپیدی خون، در پایان دوره آزمایشی دو قطعه پرندۀ از هر تکرار انتخاب و نمونه‌های خونی از ورید بال آنها تهیه و بعد از خونگیری، نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از سانتریفیوژ (۱۰ دقیقه در 4°C) سرم آن‌ها جدا و در میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی لیتری و در دمای 20°C تا زمان سنجش فراسنجه‌های خونی نگهداری شدند. در زمان آنالیز، غلظت تری گلیسرید، کلسترول، HDL، LDL و آنزیم آلکالین فسفاتاز در خون با استفاده از روش آنزیمی و با کیت تجاری شرکت پارس آزمون و بوسیله دستگاه اتوآنالیزور (هیتاچی ۹۰۲) تعیین شدند. کلیه داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری



جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی مرغ‌های تخمگذار در پایان دوره آزمایشی. میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون نشانه معنی دار بودن است ($p < 0.05$).

| منبع چربی | سطح روی (mg/kg) | تری گلیسرید (mg/dl) | کلسترول (mg/dl) | HDL (mg/dl) | LDL (mg/dl) | HDL: LDL | آلکالین فسفاتاز (U/L) |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-------------|-------------|----------------------|-----------------------|
| روغن سویا | ۴۰ | ۷۸۳/۷۵ | ۱۶۵/۲۵ | ۶۹/۷۵ | ۳۹/۲۵ | ۱/۷۷ | ۱۵۵۴/۰۰ |
| | ۱۰۰ | ۸۰۵/۵۰ | ۱۰۵/۲۵ | ۴۷/۲۵ | ۲۵/۲۵ | ۱/۸۷ | ۱۱۰۹/۸۰ |
| | ۲۰۰ | ۷۸۶/۵۰ | ۱۷۴/۲۵ | ۶۷/۲۵ | ۵۲/۰۰ | ۱/۲۹ | ۱۵۱۶/۳۰ |
| | ۳۰۰ | ۷۹۷/۷۵ | ۱۱۶/۷۵ | ۴۴/۲۵ | ۳۲/۷۵ | ۱/۳۵ | ۲۰۷۱/۰۰ |
| | ۴۰ | ۷۸۶/۵۰ | ۱۷۶/۲۵ | ۶۲/۲۵ | ۴۴/۲۵ | ۱/۴۰ | ۲۲۳/۰۵۰ |
| روغن ماهی | ۱۰۰ | ۷۹۲/۲۵ | ۱۵۲/۷۵ | ۶۰/۰۰ | ۴۴/۵۰ | ۱/۳۴ | ۲۰۲۷/۰۰ |
| | ۲۰۰ | ۷۳۶/۷۵ | ۱۶۱/۵۰ | ۶۸/۷۵ | ۶۹/۷۵ | -/۹۸ | ۱۷۲۱/۰۰ |
| | ۳۰۰ | ۸۰۰/۲۵ | ۱۰۳/۲۵ | ۴۲/۲۵ | ۳۷/۲۵ | ۱/۱۳ | ۱۳۲۱/۰۰ |
| | ۴۰ | ۷۸۸/۵۰ | ۱۳۷/۲۵ | ۵۸/۵۰ | ۳۷/۷۵ | ۱/۵۴ | ۲۱۴۰/۵۰ |
| | ۱۰۰ | ۷۸۳/۷۵ | ۱۶۹/۰۰ | ۶۲/۲۵ | ۴۴/۵۰ | ۱/۳۹ | ۱۸۷۴/۸۰ |
| پیه | ۲۰۰ | ۷۸۵/۵۰ | ۱۵۵/۲۵ | ۵۵/۷۵ | ۵۴/۲۵ | ۱/۰۲ | ۱۱۰۶/۵۰ |
| | ۳۰۰ | ۷۸۹/۰۰ | ۱۵۷/۰۰ | ۵۸/۵۰ | ۴۰/۷۵ | ۱/۴۳ | ۱۸۸۴/۳۰ |
| | SEM | ۱۴/۳۴ | ۲۳/۲۷ | ۹/۳۹ | ۱/۵۲ | -/۸۹ | ۳۷۱/۰۱ |
| | منبع چربی | | | | | | |
| | روغن سویا | ۷۹۳/۳۸ | ۱۴۰/۳۸ | ۵۷/۱۲ | ۳۷/۳۱ | ۱/۵۳ | ۲۵۶۲/۸۰ ^a |
| روغن ماهی | ۷۷۸/۹۴ | ۱۴۸/۴۴ | ۵۸/۳۱ | ۴۸/۹۳ | ۱/۱۹ | ۱۸۲۴/۹۰ ^b | |
| پیه | ۷۸۶/۶۹ | ۱۵۴/۶۳ | ۵۸/۷۵ | ۴۴/۳۱ | ۱/۳۲ | ۱۷۵۱/۵۰ ^b | |
| SEM | ۷/۱۷ | ۱۱/۶۳ | ۴/۶۹ | ۵/۲۶ | -/۸۷ | ۱۸۹/۰۰ | |
| سطح روی (mg/kg) | | | | | | | |
| | ۴۰ | ۷۸۶/۲۵ | ۱۵۹/۵۸ | ۶۳/۵۰ | ۴۰/۴۱ | ۱/۵۷ | ۱۹۷۵/۰۰ ^b |
| | ۱۰۰ | ۷۹۳/۸۳ | ۱۴۲/۳۳ | ۵۶/۵۰ | ۳۸/۰۸ | ۱/۴۸ | ۳۰۰۳/۸۰ ^a |
| | ۲۰۰ | ۷۶۹/۵۸ | ۱۶۳/۶۷ | ۶۳/۹۱ | ۵۸/۶۶ | ۱/۰۹ | ۱۴۴۷/۹۰ ^b |
| | ۳۰۰ | ۷۹۵/۶۷ | ۱۲۵/۶۷ | ۴۸/۳۳ | ۳۶/۹۱ | ۱/۳۰ | ۱۷۵۸/۸۰ ^b |
| SEM | ۸/۲۸ | ۱۳/۴۳ | ۵/۴۲ | ۵/۲۴ | ۶/۰۷ | -/۷۸ | ۲۱۸/۲۴ |
| سطح احتمالات ($p < 0.05$) | | | | | | | |
| منبع چربی | -/۳۷۳ | -/۶۸۸ | -/۹۶۸ | -/۳۰۳ | -/۳۱۳ | -/۰۰۷ | |
| سطح روی | -/۱۲۴ | -/۱۹۰ | -/۱۶۲ | -/۰۵۴ | -/۳۳۳ | -/۰۰۰۱ | |
| منبع چربی × سطح روی | -/۳۱۵ | -/۲۶۸ | -/۵۴۳ | -/۹۱۹ | -/۵۹۰ | -/۴۱۵ | |

۳ یعنی دو کوزا هگزائوئیک اسید (C22:5n3-C) می‌باشد. همچنین اسید لینولئیک بیشترین درصد را در بین اسیدهای چرب روغن ماهی به خود اختصاص داد. بیشترین سطح اسید اولئیک (C18:1) و پالمیتیک اسید (C16:0) در جیره حاوی پیه مشاهده شده است. در طی این آزمایش در بررسی اثرات متقابل در جیره حاوی روغن سویا با افزایش سطح روی اسید اولئیک زرده تخم مرغ بطور عددی و غیرمعنی دار کاهش یافت در صورتیکه در جیره‌های حاوی روغن ماهی و پیه اسید اولئیک در سطح ۳۰۰ mg/kg روی بطور معنی‌داری ($p < 0.05$) نسبت به جیره کنترل افزایش یافت. همچنین در بررسی اثرات اصلی منابع چربی، جیره حاوی روغن سویا به طور معنی‌داری باعث افزایش سطح اسید لینولئیک، اسید لینولینیک و اسید آراشیدونیک زرده تخم مرغ در مقایسه با سایر منابع چربی گردید ($p < 0.05$). همچنین مقادیری از اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا

۳ یعنی دو کوزا هگزائوئیک اسید (C22:5n3-C) می‌باشد. همچنین اسید لینولئیک بیشترین درصد را در بین اسیدهای چرب روغن ماهی به خود اختصاص داد. بیشترین سطح اسید اولئیک (C18:1) و پالمیتیک اسید (C16:0) در جیره حاوی پیه مشاهده شده است. در طی این آزمایش در بررسی اثرات متقابل در جیره حاوی روغن سویا با افزایش سطح روی اسید اولئیک زرده تخم مرغ بطور عددی و غیرمعنی دار کاهش یافت در صورتیکه در جیره‌های حاوی روغن ماهی و پیه اسید اولئیک در سطح ۳۰۰ mg/kg روی بطور معنی‌داری ($p < 0.05$) نسبت به جیره کنترل افزایش یافت. همچنین در بررسی اثرات اصلی منابع چربی، جیره حاوی روغن سویا به طور معنی‌داری باعث افزایش سطح اسید لینولئیک، اسید لینولینیک و اسید آراشیدونیک زرده تخم مرغ در مقایسه با سایر منابع چربی گردید ($p < 0.05$). همچنین مقادیری از اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا



این نشان دهنده رفتار متفاوت روی در جیره‌های حاوی منابع مختلف چربی است. همچنین پرندگان دریافت کننده جیره حاوی روغن سویا به طور معنی‌داری باعث افزایش سطح اسید لینولئیک، اسید لینولنیک و اسید آراشیدونیک زرده تخم مرغ در مقایسه با سایر منابع چربی شدند. بالا بودن درصد اسید چرب لینولئیک زرده تخم مرغ در پرندگان دریافت کننده جیره حاوی روغن سویا احتمالاً بدلیل بالاتر بودن سطح این اسید چرب در روغن سویا می‌باشد. در ارتباط با اسید اولئیک نیز چون سطح این اسید چرب در پیه نسبت به سایر منابع چربی بالاتر است باعث افزایش درصد آن در زرده تخم مرغ پرندگان دریافت کننده منبع چربی پیه شده است. شاید دلیل کاهش معنی‌دار اسید اولئیک زرده تخم مرغ در پرندگان دریافت کننده جیره حاوی روغن سویا، بدلیل بالاتر بودن اسید لینولنیک موجود در آن نسبت به سایر منابع چربی باشد. Mazalli و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان دادند که با افزودن روغن سویا به جیره مرغ‌های تخمگذار سطح اسید اولئیک زرده تخم مرغ کاهش یافت زیرا اسید اولئیک پیش ساز اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ می‌باشد. در پژوهش حاضر همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود دوکوزاهگزانوئیک اسید و دوکوزاپنتانوئیک اسید در روغن سویا وجود نداشت در صورتیکه در جدول ۳ این اسیدهای چرب در زرده تخم مرغ در پرندگان دریافت کننده روغن سویا ملاحظه می‌شود که این شاید بدلیل وجود اسید لینولنیک موجود در روغن سویا باشد. مشخص شده است که اسید لینولنیک می‌تواند در کبد در طی اشباع شدن و طولی شدن تبدیل به دوکوزاهگزانوئیک اسید و دوکوزاپنتانوئیک اسید شود و در زرده تخم مرغ ذخیره گردد. Pardo و همکاران در سال ۲۰۰۵ نشان دادند که روغن سویا باعث افزایش غلظت اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا ۳ یعنی دوکوزا هگزانوئیک اسید (۳-C۲۲:۶n) و دوکوزا پنتانوئیک اسید (۳-C۲۲:۵n) در زرده تخم مرغ شده است (۱۶). همچنین Filardi و همکاران در سال ۲۰۰۵ با افزودن روغن سویا به جیره مرغ‌های تخمگذار افزایش معنی‌دار سطح اسید لینولئیک زرده تخم مرغ را مشاهده کردند (۸). در این پژوهش جیره حاوی روغن ماهی به طور معنی‌داری باعث افزایش اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا ۳ یعنی دوکوزاهگزانوئیک اسید و دوکوزا پنتانوئیک اسید در زرده تخم مرغ در مقایسه با سایر منابع چربی گردید. Ceylan و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان دادند که افزودن روغن ماهی به جیره مرغ‌های تخمگذار در مقایسه با منابع دیگر روغن بطور معنی‌داری غلظت دوکوزا هگزانوئیک اسید زرده تخم مرغ را افزایش داد که در توافق با یافته‌های این پژوهش است (۴). همچنین در این پژوهش کاهش مقدار اسیدهای چرب اشباع زرده تخم مرغ را می‌توان به اثرات محدود کننده اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه بر سنتز اسیدهای چرب کبدی و سنتز تری گلیسرید مرتبط دانست. افزایش سطح غیراشباع بودن اسیدهای چرب، اثرات محدود کننده‌ای بر سنتز سایر اسیدهای چرب دارد، به گونه‌ای که دوکوزا هگزانوئیک اسید قدرت بیشتری نسبت به دوکوزاپنتانوئیک اسید یا

شاهد و سطح 100 mg/kg روی شد ($p < 0.05$).

کلسترول زرده تخم مرغ و وضعیت آنتی‌اکسیدانی: نتایج حاصل از اثرات منابع چربی و سطوح مختلف روی بر میزان کلسترول زرده تخم مرغ و وضعیت آنتی‌اکسیدانی خون مرغ‌های تخمگذار در پایان دوره آزمایشی در جدول ۴ آورده شده است. اثرات متقابل منابع چربی و سطوح مختلف روی و نیز اثرات اصلی تأثیر معنی‌داری بر میزان کلسترول زرده تخم مرغ نداشتند ($p > 0.05$). اما به لحاظ عددی کمترین و بیشترین میزان کلسترول زرده تخم مرغ به ترتیب مربوط به اثر متقابل روغن ماهی و سطح 200 mg/kg روی و اثر متقابل پیه و سطح 300 mg/kg روی بود. همچنین در بررسی وضعیت آنتی‌اکسیدانی خون مرغ‌های تخمگذار، اثرات متقابل منابع چربی و سطوح مختلف روی تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز نداشتند ($p < 0.05$). بطوریکه افزایش سطوح روی در جیره حاوی پیه به طور معنی‌داری باعث کاهش فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز شد اما در ارتباط با روغن سویا با افزایش سطح روی جیره تا سطح 200 mg/kg فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز افزایش یافت اما در سطح 300 mg/kg کاهش معنی‌داری دیده شد. در ارتباط با روغن ماهی افزودن روی آلی به جیره نتوانست بر فعالیت آنزیم مذکور تأثیر معنی‌داری داشته باشد. این یافته‌ها نشان دهنده رفتار متفاوت مکمل روی آلی در جیره‌های حاوی منابع مختلف چربی است.

فراسنجه‌های خونی: نتایج حاصل از اثرات منابع چربی و سطوح مختلف روی بر فراسنجه‌های خونی مرغ‌های تخمگذار در پایان دوره آزمایشی در جدول ۵ آورده شده است. اثرات متقابل منابع چربی و سطوح مختلف روی بر فراسنجه‌های خونی تأثیر معنی‌داری نداشتند ($p > 0.05$). اما به لحاظ عددی کمترین میزان LDL سرم خون مربوط به اثر متقابل روغن سویا با 100 mg/kg روی و بیشترین میزان LDL سرم خون مربوط به اثر متقابل روغن ماهی و سطح 200 mg/kg روی بود. اما در بررسی اثرات اصلی، منابع چربی و سطوح مختلف روی بطور معنی‌داری غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز را تحت تأثیر قرار دادند ($p < 0.05$). بطوریکه در بین منابع چربی روغن سویا نسبت به دیگر منابع چربی باعث افزایش غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز شده، در حالی که در بین سطوح مختلف روی سطح 200 mg/kg باعث کاهش غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز شد. نسبت HDL به LDL نیز تحت تأثیر معنی‌دار اعمال تیمارها قرار نگرفت ($p < 0.05$).

بحث

در پژوهش حاضر، در جیره حاوی روغن سویا با افزایش سطح روی، اسید اولئیک زرده تخم مرغ بطور عددی و غیر معنی‌دار کاهش یافت در صورتیکه در جیره حاوی روغن ماهی و پیه اسید اولئیک در سطح mg/kg ۳۰۰ روی بطور معنی‌داری نسبت به جیره کنترل افزایش یافت که



تری گلیسرید و کلسترول تأثیر کاهشی داشته است (۱۲). Sahin and Kucuk در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که بلدرچین‌های تغذیه شده با سطوح مختلف روی و روغن ماهی تحت دمای بالای محیطی غلظت کلسترول سرم و LDL خونشان پایین تر از تیمار شاهد بود (۱۸). اما در بررسی سطوح مختلف روی بر فراسنجه‌های خونی، غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز بطور معنی‌داری کاهش یافت. Hazim و Mahmood در سال ۲۰۱۱ گزارشی کردند که استفاده از روی در تغذیه جوجه‌های گوشتی موجب افزایش کلسترول و گلوکز خون و کاهش غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز کبدی گردید (۱۰). از آنجایی که آلکالین فسفاتاز آنزیم کبدی است که در زمان التهاب و آسیب کبدی، مقدار آن در خون افزایش می‌یابد، بنابراین عنصر روی با کاهش آسیب در سلول‌های کبدی موجب کاهش آنزیم آلکالین فسفاتاز می‌شود. کاهش فعالیت این آنزیم بیان‌کننده خاصیت حفاظتی کبد بر علیه سموم رادیکال‌های آزاد است، که این امر مربوط به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های ناشی از عنصر روی می‌باشد (۳۳). اما از طرفی در بررسی اثرات اصلی منابع چربی بر فراسنجه‌های خونی، جیره حاوی روغن سویا نسبت به دیگر منابع چربی به طور معنی‌داری غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز را افزایش داد. از آنجایی که روغن سویا نسبت به دیگر منابع چربی دارای مقادیر بالایی اسید لینولئیک بوده و از طرفی این اسید چرب به دلیل فعالیت شیمیایی بالا، سریع‌تر اکسید شده و عامل ناپایداری این روغن می‌باشد، بنابراین باعث افزایش آسیب‌های کبدی و در نتیجه منجر به افزایش غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز کبدی شده است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بخاطر حمایت‌های مالی پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Ayerza, R., Coates, W. (2000) Dietary levels of chia Influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens. *Poult Sci.* 79: 724-739.
2. Bou, R., Guardiola, F., Barrota, A., Codony, R. (2005) Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition of chicken meat. *Poult Sci.* 84: 1129-1140.
3. Çabuk, M., Bozkurt, M.A., Alçiçek, A.U., Çatli, K.H.C. (2003) Effect of a dietary essential oil mixture on performance of laying hens in the summer season. *Anim Sci.* 36: 215-221.
4. Ceylan, N., İciftci I., Mirzak, C., Kahraman, Z., Efill, H. (2011) Influence of different dietary oil

آراشیدونیک اسید در این فرایند دارد. در این پژوهش تیمارهای حاوی روغن سویا و ماهی تأثیر معنی‌داری بر میزان کلسترول زرده تخم مرغ نداشتند. Shafey و همکاران در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که تغذیه مرغ‌های تخمگذار با جیره حاوی روغن آفتابگردان بطور معنی‌داری باعث افزایش کلسترول پلاسما گردید ولی بر کلسترول زرده تخم مرغ بی تأثیر بود (۲۰). Ceylan و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان دادند که جیره مرغ‌های تخمگذار غنی از اسیدهای چرب امگا ۳ تأثیری بر میزان کلسترول زرده تخم مرغ نداشت (۴). همچنین در بررسی وضعیت آنتی‌اکسیدانی مرغ‌های تخمگذار، از آنجایی که روغن سویا نسبت به دیگر منابع چربی دارای مقادیر بالایی اسید لینولئیک و به میزان کمتری اسید لینولئیک بوده و از طرفی این اسید چرب به دلیل فعالیت شیمیایی بالا، سریع‌تر اکسید شده و عامل ناپایداری این روغن می‌باشد، بنابراین با افزایش سطح روی آلی به میزان mg/kg ۲۰۰ به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مؤثر علاوه بر اینکه باعث پایداری این روغن شده بلکه فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز را نیز بطور معنی‌داری افزایش داد، بنابراین در جیره حاوی روغن سویا، بدلیل ناپایداری این روغن، مکمل روی بهتر توانسته عمل کند و سبب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز شده است. Sahin و همکاران در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که بلدرچین‌های تخمگذار تغذیه شده با سطوح مختلف روی تحت دمای بالای محیطی فعالیت آنزیم‌های گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز خونشان بالاتر از تیمار شاهد بود (۱۹). Bou و همکاران در سال ۲۰۰۵ نشان دادند که جیره جوجه‌های گوشتی حاوی روغن سویا و سولفات روی و سلنیوم به طور معنی‌داری باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز شده است (۲). 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 (۱۹). عنصر روی در ساختار آنزیم‌های سوپراکسید دسموتاز و گلوکاتایون پراکسیداز که آنزیم‌های مهم در فرایند اکسیداتیو لیپیدهاست شرکت می‌کند. این آنزیم‌ها نقش مهمی در محافظت بافت‌ها و سلول‌ها در مقابل آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد ایفا می‌کند. آنزیم سوپراکسید دسموتاز روی در خارج از میتوکندری و سیتوپلاسم سلولی وجود دارد که رادیکال‌های آزاد رسیده به سیتوپلاسم توسط این آنزیم خنثی می‌شود (۱۷). در این پژوهش اثرات متقابل منابع چربی و سطوح مختلف روی بر فراسنجه‌های خونی معنی‌دار نبود. Rashidi و همکاران در سال ۲۰۱۰ با بررسی اثرات چربی، ویتامین E و روی در جوجه‌های گوشتی نشان دادند که استفاده از روغن ماهی به همراه ویتامین E و روی بر میزان کلسترول، تری‌گلیسرید، گلوکز و مالون دی‌آلدهید سرم خون اثر کاهشی داشت (۱۷). Nadali و همکاران در سال ۲۰۱۲ با استفاده از سطوح مختلف mg/kg ۸۰، ۱۱۰، ۱۴۰ و ۱۷۰ روی در جیره در تغذیه مرغ‌های مادر گوشتی گزارشی نمودند که سطح mg/kg ۱۱۰ جیره بر سطح گلوکز،



- sources on performance and fatty acid profile of egg yolk in laying hens. *Anim Sci.* 20: 71-83.
5. Cherian, G., Bautistaortega, J., Goeger, D.E. (2009) Maternal dietary n-3 fatty acids alter cardiac ventricale fatty acid composition, prostaglandin and thromboxane production in growing chicks. *Esse Fatty Acid.* 80: 297-303.
 6. Collins, V.P., Cantor, A.H., Pescatore, A.J., Straw, M.L., Ford, M.L. (1997) Pearl millet in layer diets enhances egg yolk n-3 fatty acids. *Poult Sci.* 76: 326-330.
 7. Cousins, R.J., Hempe, J.M. (1990) Zinc. In: Present Knowledge in Nutrition. Brown, ML. (ed.) International Life Sciences Institute, Nutrition Foundation, Washington. D.C. USA. p.251-260.
 8. Filardi, R.S., Junqueira, O.M., DE Laurentiz, A.C., Casartelli, E.M., Rodrigues, E.A., Araujo, L.F. (2005) Influence of different fat sources on the performance, egg quality, and lipid profile of egg yolks of commercial layers in the second laying cycle. *J Appl Poult Res.* 14: 258-264.
 9. Folch, J., Lees, M., sloan-stanely, G.H. (1975) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Bio Chem.* 226: 497-507.
 10. Mahmood, H.M., Hazim, J. (2011) Zinc improves egg quality in Cobb 500 broiler breeder females. *Int J Poult Sci.* 10: 477-476.
 11. Mazalli, M.R., Faria, D.E., Salvador, D., Ito, D.T. (2004) A comparison of the feeding value of different sources of fat for laying hens: 2. lipid, cholesterol, and vitamin E profiles of egg yolk. *J Appl Poult Res.* 13: 280-29.
 12. Nadali, M., Salari, S., Bojarpour, M., Tabatabaei, S., Sari, M. (2012) Effect of zinc supplementation on some parameters and production of broiler breeder hens. *J Anim Sci Res.* 4: 75-86.
 13. National Research Council. (1994) Nutrient Requirements of Poultry. (9th ed.) National Academy of Sciences, Washington, DC.
 14. Papas, A.C., Acamovic, T., Sparks, N.H.C., Surai, P.F., Mcoevitt, R.M. (2005) Effects of supplementing broiler breeder diets with organic selenium and polyunsaturated fatty acids on eggs quality during storage. *Poult Sci.* 84: 865-874.
 15. Padio, V.T., Landin, L.A., Waliszewski, K.N., Perez-Gil, F., Diaz L., Hernandez, B. (2005) The effect of soybean soapstock on the quality parameters and fatty fat acid composition of hen egg yolk. *Poult Sci.* 84: 148-157.
 16. Park, S. Y., Birkhold, S. G., Kubena, L. F., Nisbet, D. J., Ricke, S. C. (2004) Effects of high zinc diets using zinc propionate on molt induction, organs, and post-molt egg production and quality in laying hens. *Poult Sci.* 83: 24-33.
 17. Rashidi, A.A., Gofrani Ivary, Y., Khatibjoo, A., Vakili, R. (2010) Effects of dietary fat, vitamin E and zinc on immune respons and blood parameters of broiler reared under heat stress. *Poult Sci.* 3: 32-38.
 18. Sahin, K., kucuk, O. (2003) Zinc Supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. *J Nut.* 133: 2808-2811.
 19. Sahin, k., Kucuk, O., Hayirli, A., Prasad, A.S. (2009) Role of zinc in heat-stressed poultry. *Poult Sci.* 88: 2176-2183.
 20. Shafey, T.M., Dingle, J.G., Mcdonald, M.W., Kostner, K. (2003) Effect of type of grain and oil supplement on the performance, blood lipoproteins, egg cholesterol and fatty acids of laying hens. *Int J Poult Sci.* 2: 200-206.
 21. Underwood, E.J., Suttle, N.F. (1999) The mineral nutrition of livestock (3rd ed.). CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK. p. 497.
 22. Woolliams, J.A., Wiener, G., Anderson, P.H., McMurray, C.H. (1983) Variation in the activity of glutathione-peroxidase and superoxide dismutase and in the concentration of copper in the blood in various breed crosses of sheep. *Res Vete Sci.* 34: 253-256.
 23. Ziaee, H., karimi Torshizi, M., Naimi pour, H. (1388) Replace the combined effect of antibiotics on humoral immune response and some serum parameters of broiler chickens. *J Agric Sci and Natu Res, Gorgan.* 2: 156-167.



Effects of Lipid Sources and Different Levels of Zinc on Fatty Acid Profile and Cholesterol Egg Yolk, Antioxidant Status and Some Blood Parameters of Laying Hens

Shafiei poor fard, D.¹, Salari, S.^{1*}, Sari, M.¹, Abdanan Mehdi Zadeh, S.², Zarei, M.³

¹Department of Animal Sciences, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran

²Department of Biosystem Sciences, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran

³Department of Food Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

(Received 14 December 2017, Accepted 24 January 2018)

Abstract:

BACKGROUND: One of the issues that has created much concern about egg consumption is the cholesterol and saturated fatty acids of it. **OBJECTIVES:** This experiment was conducted to evaluate the effects of lipid sources and different levels of zinc on fatty acid composition and cholesterol of egg yolk, antioxidant status and some blood parameters of laying hens in a completely randomized design with factorial arrangement (3*4) with 12 treatments. **METHODS:** Treatments consisted of 4 percentages of different fat sources, including soybean oil, fish oil, tallow and different zinc levels of 100, 200 and 300 ppm and the control group. **RESULTS:** The highest level of oleic acid in egg yolk was observed at tallow diets with the level of 300 ppm zinc ($p < 0/05$). The highest level of oleic acid, linoleic acid and omega-3 long-chain fatty acids in egg yolk was in diets containing tallow, soybean oil and fish, respectively ($p < 0/05$). The highest ratio of omega-6 to omega-3 egg yolk was in diet of soybean oil and the lowest proportion was in tallow diet ($p < 0/05$). The highest level of oleic acid in egg yolk was observed at the level of 300 ppm of zinc ($p < 0/05$). The highest glutathione peroxidase activity of blood was observed in diet containing soybean oil and level of 200 ppm of zinc ($p < 0/05$). Concentration of alkaline phosphatase enzyme was significantly increased at diet containing soybean oil and also at the level of 100 ppm zinc in comparison to other diets. **CONCLUSIONS:** The results of this study indicated that in the diets of tallow and soybean oil, oleic acid of egg yolk increased by adding zinc and the highest glutathione peroxidase activity was observed in the diet of soybean oil and level of 200 ppm zinc.

Keyword: Fish oil, zinc methionine, fatty acid, antioxidant activity

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Fatty acid composition of experimental diets (% of total fatty acid).

Table 2. Interaction between fat sources and different levels of zinc on fatty acid composition of egg yolk (% of total fatty acid).

Table 3. Main effect of fat sources and different levels of zinc on fatty acid composition of egg yolk (% of total fatty acid).

Table 4. Effects of treatments on cholesterol concentration of egg yolk (mg/g of egg yolk) and blood antioxidant statues of layers.

Table 5. Effect of treatments on blood parameters of laying hens at the end of the experiment.

*Corresponding author's email: s.salari@ramin.ac.ir, Tel: 061-36524351, Fax: 061-36522425

