نشریه آموزشی- پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور
فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی
شماره ۲۰، پاییز ۱۳۹۵
ص‌ص: ۳۱~۴۶

بررسی اثر سطوح مختلف روغن ماهی و ویتامین E در جیره بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار و خصوصیات کیفی تخم‌مرغ

- **علی اسدی اربابی**
دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه طیور، گروه علوم دامی دانشگاه آزاد ساوه
- **مجید کلانتر نیستانکی** (نویسنده مسئول)
عضو هیات علمی گروه علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم
- **جواد نصر**
عضو هیات علمی گروه علوم دامی دانشگاه آزاد ساوه

تاریخ دریافت : فروردین ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش : خرداد ۱۳۹۷
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۲۵۳۲۱۲۶۴۵۳
Email: m2332002@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/aasrj.2018.121361.1145

چکیده:

در این تحقیق باهدف بررسی سطوح مختلف روغن ماهی و ویتامین E در جیره بر عملکرد و خصوصیات کیفی تخم مرغ، تعداد ۱۸۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه نیک چیک در اوج تخم‌گذاری در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با طرح پایه کاملاً تصادفی با ٦ تیمار و ٥ تکرار به مدت ۸ هفته مورد مطالعه قرار گرفتند. عوامل مورد بررسی شامل ۳ سطح روغن ماهی (صفر ، ۱/٥ و ۳ درصد) و ۲ سطح ویتامین E شامل توصیه شده و دو برابر توصیه شده (۸/٥ و ۱۷ میلی گرم در کیلوگرم جیره) بودند. صفات عملکرد به صورت هفتگی و شاخص های کیفی تخم مرغ در پایان آزمایش اندازه گیری شدند. نتایج نشان دادند که بیشترین تعداد و وزن تخم‌مرغ تولیدی در هفته (به ترتیب ۳۹/۹۲ عدد و ۲۳٥۰/٤۲ گرم)، بالاترین درصد تولید و توده تخم‌مرغ تولیدی (به ترتیب ۹٦/٤۲ درصد و ۳۹۷/۷٤ گرم) و کمترین ضریب تبدیل انرژی و پروتئین به ترتیب ٥/۰۸ و ۰/۳۲ متعلق به جیره حاوی ۳ درصد روغن ماهی بود (P<۰/۰٥). بیشترین واحد هاو، ضخامت پوسته و ارتفاع سفیده غلیظ به ترتیب ۸٦/٥٥، ۰/٤۳ و ٦/۸٥ میلی‌متر به سطح ۳ درصد روغن ماهی تعلق داشت (P<۰/۰٥). در همین حال، بیشترین وزن تخم مرغ تولیدی در هفته و بیشترین مقدار مصرف انرژی و پروتئین در هفته به ترتیب ۲۲۲۹/٤۸ گرم و به ترتیب ۱۱۷٦۹/۳۱ کیلوکالری و ۷۳۱/٤۱ گرم متعلق به جیره حاوی سطح ۲ برابر توصیه شده ویتامین E بود (P<۰/۰٥). بیشترین مقدار ماده خشک، چربی و وزن زرده به ترتیب ۷۷/۹۰ درصد، ۱۲/۱۱ و ۱۷/۲۷ گرم و بیشترین واحد هاو، ضخامت پوسته و ارتفاع سفیده غلیظ نیز به ترتیب با مقادیر ۸۷/۱٤، ۰/٤۰ و ٦/۸۱ میلی متر به جیره حاوی سطح ۲ برابر توصیه شده ویتامین E تعلق داشت (P<۰/۰٥). اثر متقابل عوامل مورد بررسی نیز بر عملکرد و خصوصیات کیفی تخم مرغ معنی‌دار بودند (P<۰/۰٥). در کل نتایج این مطالعه نشان دادند که استفاده از ۳ درصد روغن ماهی و ۲ برابر سطح توصیه شده ویتامین E منجر به بالاترین عملکرد تولیدی و بهبود مشخصه‌های کیفی تخم مرغ شد.

واژه‌های کلیدی: روغن ماهی، خصوصیات کیفی تخم مرغ، عملکرد، مرغ‌های تخم‌گذار، ویتامین E

Applied Animal Science Research Journal No 28 pp: 31-46

Effect of different dietary levels of fish oil and vitamin E on performance and egg quality of layers

By: A.A. Arbabi[1], M. Kalantar[2*], and J. Nasr[1]
[1] Animal Science Department, Islamic Azad University, Saveh Branch, Saveh, Iran. P.O. Box 366-39187.
[2] Animal Science Department, Qom Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). Qom, Iran. P.O. Box 195. *(Corresponding Author: M. Kalantar,m2332002@yahoo.com)

In order to evaluate the effect of layer diets supplementation with different levels of fish oil and increasing the vitamin E levels on performance and egg qualitative characteristics, a total of 180 Nickchick laying hens at peak of production period were used in a 3×2 factorial arrangement with completely randomized design with 6 treatments and 5 replicates for 8 weeks. The factors of interest included three levels of fish oil (0, 1.5, 3%), and vitamin E (standard and 200% upper i.e. 8.5 and 17 mg/kg diet, respectively). The performance on the weekly basis and egg qualitative characteristics at the end of the experiment were measured in this period. The results showed that the maximum number and weight of egg per week (39.92 and 2350.42g, respectively), the maximum egg production percentage and egg mass (96.42%, 397.74g, respectively) and the lowest energy and protein conversion ratio (5.08 and 0.32, respectively) were belonged to diet containing 3% fish oil (P<0.05). The highest Haugh unit, sell thickness and albumin height (86.55, 0.43 and 6.85mm, respectively) was belonged to diet containing 3% fish oil (P<0.05). Meanwhile, the maximum egg weight produced per week and the maximum energy and protein intake per week (2229.48g, 11769.31 kcal and 731.41g, respectively) were belonged to diet containing vitamin E at twice standard level (P<0.05). The highest dry matter content, fat content and vitelline weight (77.90%, 12.11 and 17.27g, respectively) and the maximum Haugh unit, shell thickness and albumin height (87.14, 0.40 and 6.81mm, respectively) was belonged to diet containing vitamin E at twice standard level (P<0.05). Also, the interaction between the two factors of interest was significant on performance and egg qualitative characteristics. Generally, the results of the present study showed that the utilization of 3% fish oil and vitamin E at twice standard level resulted in the maximum performance and improvement in egg qualitative characteristics.

Key words: Egg Qualitative, Fish Oil, Laying Hens, Performance, Vitamin E

مقدمه

با توجه به تولید بالای تخم مرغ در ایران (سالانه حدود ۹۵۰ هزار تن)، اهمیت اقتصادی این محصول در کنار سلامت آن حائز اهمیت است (امیدی، ۱۳۹۱). در پرورش صنعتی، نگه‌داری تخم مرغ به منظور تامین تعداد مناسب برای فروش یا جوجه‌کشی امری متداول بوده و این در حالی است که نگه‌داری طولانی مدت تخم مرغ باعث تغییر خصوصیات کیفی آن نظیر کاهش آب و دی‌اکسیدکربن، افزایش pH سفیده، کاهش واحد هاو و پراکسیداسیون اسیدهای چرب می‌شود (میرقلنج و همکاران، ۱۳۸۴؛ حسینی واشان و همکاران، ۱۳۸۸). در حال حاضر، عدم برخورداری از کیفیت قابل قبول تخم مرغ سالانه میلیون ها دلار به این صنعت خسارت وارد می کند (Farrel، ۲۰۰۲). برای کاهش خسارت یاد شده بهبود شرایط موثر بر کیفیت داخلی و پوسته تخم مرغ و نیز بهره گیری از عوامل موثر بر افزایش ماندگاری این محصول از اهمیت زیادی برخوردار هستند (Yamamoto و همکاران، ۱۹۹۶؛ Antruejo و همکاران، ۲۰۱۱).

هدف از کاربرد روغن ماهی در جیره طیور استفاده از ظرفیت انرژی زایی و بهبود ترکیب اسیدهای چرب نوع امگا در محصول تولیدی و انتقال آنها از این طریق به مصرف کنندگان محصولات

طیور می‌باشد. در کنار اهداف فوق دسترسی به این فرآورده در کشورهای برخوردار از آب‌های آزاد و منابع دریایی براحتی فراهم بوده و این محصول از وفور نسبی و قیمت مناسبی نیز برخوردار است (میرقلنج و همکاران، ۱۳۸۴؛ امیدی، ۱۳۹۱). روغن ماهی به علت ایجاد طعم و بوی خاص در مقادیر بالا در جیره با محدودیت مصرف مواجه بوده و مورد پسند و ذائقه مصرف کنندگان نمی‌باشد. اما در سطوح پایین (کمتر از ۳ تا ۴ درصد جیره) اثر نامطلوب یاد شده بسیار کم و غیرقابل احساس می باشد (میرقلنج و همکاران، ۱۳۸۴ ؛ صفا مهر و همکاران، ۱۳۸۹؛ Cachaldora و همکاران، ۲۰۰۸). در هر صورت بهره‌گیری از این ماده غذایی ارزشمند در حداکثر مقدار ممکن و البته با رعایت استانداردهای موجود از جمله امور حیاتی و ضروری به خصوص از جنبه حفظ سلامت جامعه به شمار می رود. افزایش مقدار اسیدهای چرب غیراشباع از طریق مکمل سازی جیره با روغن ماهی یا سایر روغن های غیراشباع باعث بهبود قابلیت هضم و جذب و سوخت و ساز اسیدهای چرب‌اشباع جیره شده و در مجموع تولید و بهره‌وری از انرژی جیره افزایش می‌یابد (میرقلنج و همکاران، ۱۳۸۴؛ حسینی واشان و همکاران، ۱۳۸۸). این امر به دلیل اثر هم کوشی بین منابع چربی و اسیدهای چرب نوع اشباع و غیراشباع و نیز بهبود ساخت و مصرف میسل های چربی در دستگاه گوارش می‌باشد (امیدی ، ۱۳۹۱؛ Mazalli و همکاران، ۲۰۰۴). با وجود مقادیر قابل توجه اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه مانند اسید لینولئیک در تخم‌مرغ، این محصول ظرفیت آنتی اکسیدانی بالایی نداشته و نسبت به پراکسیداسیون چربی بسیار حساس است لذا نیاز به مکمل سازی با آنتی‌اکسیدان‌های خوراکی از جمله ویتامین E در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار امری حیاتی به نظر می‌رسد (Cherian و همکاران، ۱۹۹۶b؛ Puthpongsiriporn و همکاران، ۲۰۰۱؛ Torki و همکاران، ۲۰۱۴).

ویتامین E یکی از اجزای مهم سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی طبیعی می باشد که با حفظ اسیدهای چرب غیر اشباع در غشای سلول از اکسید شدن اجزای سلولی ممانعت می کند (Chang و همکاران، ۱۹۹۴؛ Galobart و همکاران، ۲۰۰۱)، نقش ترکیبات ویتامین E (توکوفرول و توکوتری‌انول) در مهار اکسیداسیون لیپید و کلسترول به خوبی مش خص شده است (محیطی اصل و همکاران، ۱۳۸۸؛ Mazalli و همکاران، ۲۰۰۴؛ Puthpongsiriporn و همکاران، ۲۰۰۱). ویتامین E یک آنتی اکسیدان طبیعی محلول در چربی است که قادر است رادیکال‌های حاصل از پراکسید شدن اسیدهای چرب را به هیدروپراکسیدهای کم خطرتری تبدیل کرده و واکنش‌های زنجیره‌ای پراکسیداسیون را کاهش دهد. بنابراین افزودن ویتامین E به جیره غذایی طیور به منظور افزایش ثبات اکسیداتیو و افزایش ماندگاری تخم‌مرغ امری قابل توصیه است (Chang و همکاران، ۱۹۹۴؛ Gebert و همکاران، ۱۹۹۸؛ Globart و همکاران، ۲۰۰۱؛ Torki و همکاران، ۲۰۱۴). در شرایط تنش گرمایی، کمبود ویتامین‌ها و مواد معدنی یا نیاز به آن‌ها افزایش می‌یابد. این درحالی است که به‌دلیل بروز همزمان تنش حرارتی و تنش اکسیداتیو، ذخایر ویتامین E در بدن مرغ کاهش می یابد (میرقلنج و همکاران، ۱۳۸۴ ؛ پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵). در تایید این مطلب، گزارشاتی مبنی بر اثر مفید افزودن ویتامین E به جیره و کاهش اثر منفی تنش گرمایی وجود دارد (محیطی اصل و همکاران، ۱۳۸۶؛ Puthpongsiriporn و همکاران، ۲۰۰۱).

با توجه به اطلاعات ارائه شده می‌توان اظهار داشت که مکمل سازی تخم مرغ با منابع حاو ی اسیدهای چرب خانواده امگا از جمله روغن ماهی برای حفظ سلامت افراد جامعه کاملاً ضروری است. از سوی دیگر به دلیل بالا بودن مقدار چربی تخم مرغ و ماهیت غیراشباع روغن ماهی در جیره، احتمال اکسید شدن آن‌ها در شرایط نامناسب نگه‌داری وجود دارد که باعث تولید ترکیبات مضر و رادیکال‌های آزاد شده و صدمات جبران ناپذیری به سلول‌های بدنی وارد و حتی زمینه ایجاد بیماری‌های خطرناکی نظیر سرطان نیز بوجود خواهد آمد. در این شرایط حفظ کیفیت تخم مرغ با استفاده از آنتی اکسیدان‌های طبیعی نظیر ویتامین E از اهمیت خاصی برخوردار است. از طر فی برای تولید تخم مرغ با کیفیت و با درجه ماندگاری بیشتر، لازم است مطالعات دقیقی در مورد کمیت و کیفیت مکمل‌های مصرفی (ازجمله روغن ماهی به عنوان منبع اسیدهای چرب خانواده امگا و ویتامین E به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی)، سطوح قابل مصرف و ترکیب مناسب آن ها در جیر ه انجام شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر جایگزینی سطوح مختف روغن ماهی و مکمل سازی دو سطح مختلف ویتامین E در جیره مرغ‌های تخم‌گذار بر عملکرد و خصوصیات کیفی تخم مرغ انجام شد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۸۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه نیک چیک در مرحله اوج تخم‌گذاری (سن ۲۵ هفتگی) در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با طرح پایه کاملاً تصادفی به مدت ۸ هفته مورد استفاده قرار گرفتند. عوامل مورد بررسی شامل ۳ سطح روغن ماهی (صفر ، ۱/۵ و ۳ درصد) و ۲ سطح سطح ویتامین E شامل توصیه شده (بر مبنای راهنمای پرورش سویه) و دو برابر توصیه شده ویتامین E (۸/۵ و ۱۷ میلی گرم در کیلوگرم خوراک) بودند. روغن ماهی از نوع کیلکا و تولید شرکت ارس، کاملاً تازه (حاوی آنتی اکسیدان BHT به مقدار ۰/۰۱ درصد) و تایید شده توسط مراجع ذیصلاح بود. همچنین ویتامین E به شکل پودر آلفا-توکوفرول استات و تولید شرکت Roche سوئیس با درصد خلوص بالا (۹۹٪) بود (Roche, F. Hoffmann-La Roche Ltd, 4002 Basel, Switzerland) که به صورت اضافه بر سایر اقلام جیره با مکمل مصرفی مخلوط گردید. تعداد ۶ تیمار در ۵ تکرار و هر تکرار شامل ۳۶ قطعه پرنده و در مجموع تعداد ۱۸۰ قطعه پرنده در آزمایش استفاده شد. مرحله اصلی آزمایش از سن ۲۵ هفتگی به مدت ۸ هفته تا سن ۳۳ هفتگی (بعد از پیک تولید) ادامه داشت. خصوصیات جیره‌های غذایی و مواد مغذی مورد نیاز و نیازمندی‌های پرورش اعم از نور، دما، تهویه وسایر شرایط مورد نیاز در مدت آزمایش مطابق توصیه‌های راهنمای پرورش سویه نیک چیک (زینالی، ۱۳۹۳) بود. به منظور عادت‌پذیری مرغ‌های تخم گذار با جیره های آزمایشی، یک دوره ۷ روزه در نظر گرفته شد. پس از طی دوره مزبور، مرغ‌های هر واحد آزمایشی به صورت انفرادی وزن کشی و مرحله اصلی آزمایش آغاز شد. با توجه به احتیاجات مرغان در دوره اوج تخم‌گذاری و بر اساس توصیه راهنمای پرورشی سویه مورد نظر، از یک جیره پایه با انرژی و پروتئین یکسان برای کلیه تیمارها استفاده شد و فقط سطح روغن ماهی و ویتامین E با توجه به مشخصات تیمار مربوطه در جیره متوازن گشت و در عین حال سطح روغن در تمام تیمارها برابر بود (جدول ۱). تنظیم جیره‌ها با استفاده از نرم افزار آماری UFFDA (۱۹۹۳) انجام گرفت و همه جیره ها از نظر مقدار انرژی و پروتئین یکسان بودند.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره پایه

اقلام جیره	درصد	موادمغذی جیره (براساس ماده خشک)	مقدارمحاسبه شده
ذرت	۴۳	انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۱۰/۲۷
گندم	۱۹	پروتئین خام (درصد)	۱۵/۰۳
روغن*	۳	لیزین (درصد)	۰/۷۵
کنجاله سویا	۲۳/۴	متیونین (درصد)	۰/۳۵
پودرصدف	۹/۶	کل اسیدهای آمینه گوگرددار (درصد)	۰/۶۱
بی کربنات سدیم	۰/۲۵	کلسیم (درصد)	۳/۹۶
دی کلسیم فسفات	۱/۰۲	فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۳۱
نمک	۰/۱۸	ویتامین E (میلی گرم)***	۸/۵۰
دی-ال متیونین	۰/۱۱		
ال- لیزین	۰/۰۴		
پیش مخلوط ویتامینی **	۰/۲		
پیش مخلوط معدنی **	۰/۲		
جمع	۱۰۰		

* روغن مصرفی جیره های آزمایشی در سطح ۳ درصد تنظیم شد و شامل مخلوطی از روغن سویا و ماهی با نسبت های صفر، ۱/۵و ۳ درصد بصورت جایگزینی روغن ماهی بجای سویا (بترتیب برای تیمارها برابر ۰، ۱/۵و ۳ درصد روغن ماهی) در جیره بود.** در هر کیلوگرم از خوراک، پیش مخلوط اضافه شده به جیره حاوی ۷۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۸/۵ میلی گرم ویتامین E، ۱/۸ میلی گرم ویتامین K، ۱/۲ میلی گرم ویتامین B_1، ۳/۲ میلی گرم ویتامین B_2، ۶/۵ میلی گرم ویتامین B_3، ۳۰ میلی گرم نیاسین، ۲ میلی گرم ویتامین B_6، ۰/۵ میلی گرم فولیک اسید، ۰/۱ میلی گرم ویتامین B_{12}، ۰/۱۵ میلی گرم بیوتین و ۳۵۰ میلی گرم کولین کلراید. به همراه ۶۰ میلی گرم منگنز، ۶۰ میلی گرم آهن، ۵۵ میلی گرم روی، ۵/۲ میلی گرم مس، ۰/۸۵ میلی گرم ید و ۰/۳۵ میلی گرم سلنیوم بود . *** سطح ویتامین E در تیمار دو برابر سطح توصیه شده، با اضافه کردم مکمل حاوی ویتامین E خالص به ۱۷ میلی گرم در کیلوگرم خوراک رسانده شد.

جیره‌های آزمایشی با جایگزین کردن سطوح صفر ، ۱/۵ و ۳ درصد روغن ماهی بجای روغن سویا در جیره و یا مکمل‌سازی دو سطح ویتامین E ، شامل سطح توصیه شده (۸/۵ میلی گرم) و سطح دو برابر توصیه شده (۱۷ میلی گرم) با پیش مخلوط ویتامینی جیره پایه آماده شدند. برای تهیه جیره‌ها، ابتدا مواد خوراکی آسیاب شده و بعد از توزین دقیق وارد مخلوط کن شدند. برای توزین مواد خوراکی از ترازوی دیجیتالی با دقت یک گرم استفاده شد.

محاسبات مربوط به صفات تولیدی شامل مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی، تعداد و وزن تخم‌مرغ تولیدی، تصحیح مربوط به مجموع مصرف خوراک، مجموع تولید تخم مرغ، درصد تولید تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ با استفاده از روش‌های توصیه شده انجام شد (فرخوی و همکاران، ۱۳۷۸؛ حسینی واشان و همکاران، ۱۳۸۸؛ امیدی ، ۱۳۹۱). همچنین محاسبات مربوط به مصرف انرژی و پروتئین ، بازده مصرف انرژی و پروتئین و صفات وابسته نیز بر اساس توصیه مقالات انجام پذیرفت (حسینی واشان و همکاران، ۱۳۹۲). به منظور بررسی خصوصیات کیفی تخم مرغ‌های تولیدی، در پایان هفته‌های هفتم و هشتم دوره‌آزمایش نمونه‌گیری انجام شد و نمونه‌های جمع آوری شده به آزمایشگاه منتقل و خصوصیات کیفی آن‌ها با استفاده از روش‌های توصیه شده اندازه‌گیری شدند (حسینی واشان و همکاران، ۱۳۸۸؛ امیدی ، ۱۳۹۱؛ Cherian و همکاران، ۱۹۹۶a,b). خصوصیات کیفی مورد مطالعه عبارت از صفات کیفی خارجی (شامل مقاومت، ضخامت و وزن پوسته تخم‌مرغ) و صفات کیفی داخلی (شامل ارتفاع سفیده غلیظ، واحد هاو، وزن، ماده خشک، چربی، رنگ و pH زرده) بودند.داده‌های حاصل از آزمایش در قالب آزمایش فاکتوریل۲ × ۳ با طرح پایه کاملاً تصادفی ابتدا با نرم‌افزار Excel ویرایش و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۲۰۰۴ مطابق مدل آماری (۱) و رویه ANOVA تجزیه واریانس شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون جند دامنه ای دانکن در سطح خطای ۵ درصد انجام شد.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk} \qquad \text{(مدل ۱)}$$

در مدل فوق اجزای مدل به ترتیب به شرح ذیل هستند: Y_{ijk} = مقدار مشاهده برای هر صفت، μ = میانگین صفت در جامعه، α_i = اثر اصلی عامل اول (سه سطح روغن ماهی)، β_j = اثراصلی عامل دوم (دو سطح ویتامین E)، $\alpha\beta_{ij}$ = اثر متقابل عامل اول و دوم، e_{ijk} = اثر خطای آزمایش.

نتایج و بحث

صفات عملکرد

تاثیر سطوح مختلف روغن ماهی در جیره بر صفات تولیدی مرغ-های مورد آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. به طوری که مشاهده می‌شود، سطوح مختلف روغن ماهی به شکل مستقل تقریباً تمامی صفات تولیدی مرغ‌های تحت آزمایش را به طور معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) تحت تاثیر قرار دادند. تاثیر ناشی از سطح ۳ درصد روغن ماهی نسبت به بقیه سطوح مشهودتر بود.

جدول ۲- اثر سطوح مختلف روغن ماهی در جیره بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار در سن ۲۵ تا ۳۳ هفتگی

صفت	سطوح روغن			SEM	سطح معنی‌داری
	۰	۱/۵	۳		
تعداد تخم مرغ تولیدی قفس در هفته	۳۸/۱۰^{b}	۳۸/۸۷^{ab}	۳۹/۹۲^{a}	۰/۷۰	۰/۰۰۱
مجموع وزن تخم مرغ تولیدی درهفته (گرم)	۲۱۷۲/۹۱^{b}	۲۲۴۹/۷۳^{ab}	۲۳۵۰/۴۲^{a}	۷۱/۰۴	۰/۰۰۰
مصرف خوراک قفس درهفته (گرم)	۴۱۳۰/۲۱	۴۱۹۰/۱۱	۴۲۸۰/۰۵	۹۰	۰/۲۳۱
مصرف خوراک هرمرغ در روز (گرم)	۱۰۲/۰۹	۱۰۲/۸۸	۱۰۲/۹۸	۰/۴۲	۰/۱۷۴
درصد تولید تخم مرغ (روز مرغ)	۹۴/۳۱	۹۵/۴۵	۹۶/۴۲	۰/۶۴	۰/۰۱۱
میانگین وزن تخم مرغ (گرم)	۵۷/۱۲	۵۷/۹۳	۵۸/۹۱	۰/۷۸	۰/۴۷۷
توده تخم مرغ تولیدی روزانه هر مرغ (گرم)	۵۳/۸۲^{c}	۵۵/۲۸^{b}	۵۶/۸۰^{a}	۰/۹۲	۰/۰۰۰
توده تخم مرغ تولیدی هفتگی هر مرغ (گرم)	۳۷۶/۷۷^{b}	۳۸۷/۰۴^{a}	۳۹۷/۷۴^{a}	۷/۳۸	۰/۰۰۰
ضریب تبدیل خوراک	۱/۹۰^{a}	۱/۸۶^{a}	۱/۸۳^{b}	۰/۰۳	۰/۰۰۰
مصرف انرژی قفس در هفته (کیلوکالری)	۱۱۵۰۵/۴^{b}	۱۱۶۷۵^{ab}	۱۱۹۳۵/۶۰^{a}	۱۲۷/۰۴	۰/۰۰۰
مصرف پروتئین قفس در هفته (گرم)	۷۱۴/۶۹^{b}	۷۲۵/۵۴^{b}	۷۴۱/۷۴^{a}	۱۰/۶۱	۰/۰۰۰
انرژی مصرفی تولید هر تخم مرغ (کالری)	۳۰۱/۸۹	۳۰۰/۵۳	۲۹۹/۲۹	۱/۱۴	۰/۰۸۰
پروتئین مصرفی تولید هر تخم مرغ (گرم)	۱۸/۷۶	۱۸/۶۸	۱۸/۶۰	۰/۱۶	۰/۰۸۰
بازده تولید انرژی	۰/۱۸۹۴^{b}	۰/۱۹۱۹^{ab}	۰/۱۹۷۲^{a}	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
بازده تولید پروتئین	۳/۰۴^{b}	۳/۱۰^{ab}	۳/۱۷^{a}	۰/۰۵۰	۰/۰۰۰
ضریب تبدیل انرژی	۵/۲۹^{a}	۵/۱۹^{b}	۵/۰۸^{c}	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰
ضریب تبدیل پروتئین	۰/۳۲۹۴^{a}	۰/۳۲۲۹^{ab}	۰/۳۱۷۲^{b}	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰
تعداد تخم مرغ تولیدی هر مرغ در هفته	۶/۶۰^{b}	۶/۶۸^{ab}	۶/۷۵^{a}	۰/۰۹۵	۰/۰۰۰
مصرف پروتئین روزانه (روز مرغ) (گرم)	۱۷/۶۹	۱۷/۸۲	۱۷/۹۳	۰/۱۹	۰/۱۸۰
مصرف انرژی روزانه (روز مرغ) (کالری)	۲۸۴/۵۴	۲۸۶/۷۲	۲۸۸/۴۲	۱/۵۵	۰/۱۷۱
قیمت تمام شده تخم مرغ (ریال/کیلو)	۲۳۰۹۰	۲۳۹۴۰	۲۲۹۶۱	۱۱۲	۰/۰۹۲
بازده تولید انرژی	۲۹/۱۳^{b}	۲۹/۶۹^{ab}	۳۰/۳۲^{a}	۰/۳۲	۰/۰۰۰

$^{a-b}$ در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند ($P<0/05$).

اثر سطوح مختلف ویتامین E در جیره بر صفات عملکرد مرغان مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود، سطوح مختلف ویتامین E به شکل مستقل تعدادی از صفات عملکرد مرغ‌های تحت آزمایش را به طور معنی‌دار ($P<0/05$) تحت تاثیر قرار دادند. این تاثیر نسبت به روغن ماهی از شدت و دامنه کمتری برخوردار بود. همچنین تاثیر ناشی از سطح ۲ برابر ویتامین E نسبت به سطح توصیه شده از شدت بیشتری برخوردار بود.

جدول ۳- اثر سطوح مختلف ویتامین E در جیره بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار در سن ۲۵ تا ۳۳ هفتگی

صفت	سطح ویتامین E (mg/kg)		SEM	سطح معنی‌داری
	E17	E8.5		
تعداد تخم مرغ تولیدی قفس در هفته	۳۹/۳۸	۳۸/۵۴	۰/۴۵	۰/۱۱۰
مجموع وزن تخم مرغ تولیدی درهفته (گرم)	۲۲۸۵/۹۲[a]	۲۲۲۹/۴۸[b]	۳۲/۵۲	۰/۰۰۸
مصرف خوراک قفس درهفته (گرم)	۴۲۳۰/۲۸	۴۱۸۰/۲۱	۳۳۰	۰/۲۰۳
مصرف خوراک هرمرغ در روز (گرم)	۱۰۲/۹۹	۱۰۲/۶۵	۱/۵۶	۰/۴۷۲
درصد تولید تخم مرغ (روز مرغ)	۹۶/۰۳[a]	۹۴/۷۶[b]	۰/۵۸	۰/۰۰۲
میانگین وزن تخم مرغ (گرم)	۵۸/۰۸	۵۷/۸۷	۰/۲۳	۰/۱۷۸
توده تخم مرغ تولیدی روزانه هر مرغ (گرم)	۵۵/۷۸	۵۴/۸۴	۰/۴۹	۰/۱۱۱
توده تخم مرغ تولیدی هفتگی هر مرغ (گرم)	۳۹۰/۴۳	۳۸۳/۸۷	۲/۸۷	۰/۰۵۹
ضریب تبدیل خوراک	۱/۸۵	۱/۸۸	۰/۰۶	۰/۲۵۳
مصرف انرژی قفس در هفته (کیلوکالری)	۱۱۷۶۹/۳۱[a]	۱۱۶۳۷/۹۴[b]	۵۲/۵۱	۰/۰۰۴
مصرف پروتئین قفس در هفته (گرم)	۷۳۱/۴۱[a]	۷۲۳/۲۵[b]	۵/۶۵	۰/۰۱۲
انرژی مصرفی تولید هر تخم مرغ (کالری)	۲۹۹/۰۹	۳۰۲/۰۵	۳/۶۹	۰/۱۸۲
پروتئین مصرفی تولید هر تخم مرغ (گرم)	۱۸/۵۹	۱۸/۷۷	۰/۶۱	۰/۴۵۲
بازده تولید انرژی	۰/۱۹۴	۰/۱۹۲	۰/۰۲	۰/۵۴۱
بازده تولید پروتئین	۳/۱۳	۳/۰۸	۰/۰۶	۰/۲۲۲
ضریب تبدیل انرژی	۵/۱۶	۵/۲۲	۰/۰۶	۰/۱۱۳
ضریب تبدیل پروتئین	۰/۳۲۱	۰/۳۲۵	۰/۰۰۸	۰/۰۹۹
تعداد تخم مرغ تولیدی هر مرغ در هفته	۶/۷۲	۶/۶۳	۰/۰۹۲	۰/۱۵۴
مصرف پروتئین روزانه (روز مرغ) (گرم)	۱۷/۸۴	۱۷/۷۸	۰/۵۳	۰/۵۸۱
مصرف انرژی روزانه (روز مرغ) (کالری)	۲۸۷/۰۵	۲۸۶/۰۷	۲/۲۰	۰/۱۷۱
قیمت تمام شده تخم مرغ (ریال/کیلو)	۲۳۱۹۹	۲۳۹۵۵	۱۶۸	۰/۱۹۴
بازده تولید انرژی	۲۹/۹۱	۲۹/۵۱	۰/۲۸	۰/۲۵۸

[a-b] در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

اثر متقابل سطوح روغن ماهی و ویتامین E در جیره بر صفات تولیدی مرغان مورد آزمایش در جدول ۴ ارایه شده است. به طوری که ملاحظه می شود، اثر متقابل سطح روغن ماهی و ویتامین E نیز بر تعداد قابل توجهی از صفات عملکرد معنی‌دار (P<۰/۰۵) بود. از بین صفات تولیدی که بیشتر تحت تاثیر قرار گرفتند می‌توان به تعداد تخم مرغ تولیدی، مجموع وزن تخم مرغ تولیدی، درصد تولید تخم مرغ، وزن توده تخم مرغ تولیدی، میانگین وزن تخم مرغ تولیدی، ضریب تبدیل خوراک و میزان مصرف انرژی و پروتئین یا بازده مصرف انرژی و پروتئین اشاره کرد. در واقع به جز صفت قیمت تمام شده تخم مرغ، تقریباً تمامی صفات نسبت به مکمل سازی جیره با روغن ماهی و ویتامین E، واکنش مثبت نشان دادند. روند تاثیر ترکیب توام عوامل نیز بر میانگین صفات عملکرد همانند اثر مستقل آنها به صورت افزایشی بود.

جدول ٤- اثر متقابل سطوح مختلف روغن ماهی و ویتامین E در جیره بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار در سن ۲۵ تا ۳۳ هفتگی

صفت	سطح روغن صفر		سطح روغن ۱/۵		سطح روغن ۳		SEM	سطح معنی‌داری
	E17	E8.5	E17	E8.5	E17	E8.5		
تعداد تخم مرغ تولیدی قفس در هفته	۳۸/۷۰^{ab}	۳۷/۵۰^{b}	۳۸/۶۵^{ab}	۳۹/۰۹^{a}	۴۰/۷۹^{a}	۳۹/۰۴^{a}	۱/۳۲	۰/۰۰۰
مجموع وزن تخم مرغ تولیدی درهفته (گرم)	۲۲۰۷/۶۰^{c}	۲۱۳۸/۲۱^{c}	۲۲۳۹/۳۹^{b}	۲۲۶۰/۰۸^{b}	۲۴۱۰/۷۸^{a}	۲۲۹۰/۱۶^{b}	۸۱/۲	۰/۰۰۰
مصرف خوراک قفس درهفته (گرم)	۴۱۸۰/۱۸^{ab}	۴۰۷۰/۷۱^{b}	۴۱۶۰/۱۴^{ab}	۴۲۱۰/۲۱^{ab}	۴۳۲۰/۳۲^{a}	۴۳۴۰/۲۴^{ab}	۱۰۰	۰/۰۳۱
مصرف خوراک هرمرغ در روز (گرم)	۱۰۲/۳۱	۱۰۱/۸۸	۱۰۳/۰۵	۱۰۲/۷۱	۱۰۳/۶۳	۱۰۳/۳۵	۰/۸۵	۰/۰۷۴
درصد تولید تخم مرغ (روز مرغ)	۹۴/۷۴^{b}	۹۳/۸۹^{b}	۹۵/۶۳^{ab}	۹۵/۲۷^{ab}	۹۷/۷۲^{a}	۹۵/۱۴^{ab}	۰/۶۹	۰/۰۰۰
میانگین وزن تخم مرغ (گرم)	۵۷/۱۱^{b}	۵۷/۰۵^{b}	۵۸/۰۱^{ab}	۵۷/۸۷^{ab}	۵۹/۱۳^{a}	۵۸/۷۱^{a}	۰/۸۱	۰/۰۰۷
توده تخم مرغ تولیدی روزانه هر مرغ (گرم)	۵۴/۰۹^{b}	۵۳/۵۶^{b}	۵۵/۴۶^{ab}	۵۵/۱۳^{ab}	۵۷/۷۸^{a}	۵۵/۸۳^{ab}	۱/۲۶	۰/۰۰۰
توده تخم مرغ تولیدی هفتگی هر مرغ (گرم)	۳۷۸/۶۵^{b}	۳۷۴/۹۰^{b}	۳۸۸/۲۰^{ab}	۳۸۵/۸۹^{ab}	۴۰۴/۴۳^{a}	۳۹۰/۸۲^{a}	۹/۸۴	۰/۰۰۰
ضریب تبدیل خوراک	۱/۸۹^{a}	۱/۹۱^{a}	۱/۸۶^{ab}	۱/۸۷^{ab}	۱/۸۰^{b}	۱/۸۵^{ab}	۰/۰۵	۰/۰۱۱
مصرف انرژی قفس در هفته (کیلوکالری)	۱۱۶۴۸/۳۹^{ab}	۱۱۳۵۲/۴۱^{b}	۱۱۶۰۶/۸۳^{ab}	۱۱۷۴۳/۱۸^{a}	۱۲۰۵۲/۸۱^{a}	۱۱۸۱۸/۳۱^{a}	۲۰۳/۳۳	۰/۰۰۰
مصرف پروتئین قفس در هفته (گرم)	۷۲۳/۹۰^{a}	۷۰۵/۵۰^{b}	۷۲۱/۳۲^{ab}	۷۲۹/۷۹^{a}	۷۴۹/۰۳^{a}	۷۳۴/۴۶^{a}	۱۱/۶۶	۰/۰۰۰
انرژی مصرفی تولید هر تخم مرغ (کالری)	۳۰۱/۱۴	۳۰۲/۶۴	۳۱۱/۵۰	۳۰۰/۵۷	۲۹۵/۶۵	۳۰۲/۹۳	۳/۲۶	۰/۰۶۵
پروتئین مصرفی تولید هر تخم مرغ (گرم)	۱۸/۷۲^{ab}	۱۸/۸۱^{a}	۱۸/۶۷^{ab}	۱۸/۶۸^{ab}	۱۸/۳۷^{b}	۱۸/۸۳^{a}	۰/۱۸	۰/۰۵۶
بازده تولید انرژی	۰/۱۸۹^{b}	۰/۱۸۹^{b}	۰/۱۹۲^{ab}	۰/۱۹۲^{ab}	۰/۲۰۰^{a}	۰/۱۹۴^{ab}	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰
بازده تولید پروتئین	۳/۰۵^{b}	۳/۰۳^{b}	۳/۱۱^{ab}	۳/۱۰^{ab}	۳/۲۲^{a}	۳/۱۲^{ab}	۰/۰۶۵	۰/۰۰۰
ضریب تبدیل انرژی	۵/۲۸^{a}	۵/۳۱^{a}	۵/۱۸^{ab}	۵/۲۰^{ab}	۵/۰۱^{b}	۵/۱۶^{ab}	۰/۱۰	۰/۰۰۰
ضریب تبدیل پروتئین	۰/۳۲۸^{ab}	۰/۳۳۱^{a}	۰/۳۱۳^{b}	۰/۳۲۳^{ab}	۰/۳۱۳^{b}	۰/۳۲۲^{ab}	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰
تعداد تخم مرغ تولیدی هر مرغ در هفته	۶/۶۳^{ab}	۶/۵۷^{b}	۶/۶۹^{ab}	۶/۶۷^{ab}	۶/۸۴^{a}	۶/۶۶^{ab}	۰/۱۰	۰/۰۰۰
مصرف پروتئین روزانه (روز مرغ) (گرم)	۱۷/۷۲	۱۷/۶۴	۱۷/۸۵	۱۷/۷۹	۱۷/۹۵	۱۷/۹۰	۰/۱۶	۰/۰۸۷
مصرف انرژی روزانه (روز مرغ) (کالری)	۲۸۵/۱۴^{b}	۲۸۳/۹۴^{b}	۲۸۷/۲۱^{a}	۲۸۶/۲۴^{a}	۲۸۸/۸۰^{a}	۲۸۸/۰۴^{a}	۱/۶۳	۰/۰۰۷
قیمت تمام شده تخم مرغ (ریال/کیلو)	۲۳۶۸۷	۲۳۱۶۶	۲۳۴۷۵	۲۳۱۵۸	۲۳۵۸۹	۲۳۴۷۰	۱۳۴	۰/۶۴۲
بازده تولید انرژی	۲۹/۲۱^{b}	۲۹/۰۴^{b}	۲۹/۷۳^{a}	۲۹/۶۵^{ab}	۳۰/۷۹^{a}	۲۹/۸۴^{a}	۰/۸۸	۰/۰۵۱

$^{a-c}$ در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند ($P<0/05$).

اضافه شدن روغن به جیره علاوه بر افزایش غلظت انرژی، باعث خوش‌خوراکی، بهبود خواص ظاهری و مصرف خوراک شده، بازده خوراک مصرفی را افزایش داده و بر بهبود صفات تولیدی پرنده تاثیر مستقیم دارد (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵). افزایش اسیدهای چرب غیراشباع از طریق مکمل سازی جیره با این نوع روغن‌ها به دلیل هم‌کوشی بین اسیدهای چرب و بهبود ساخت و مصرف میسل های چربی در دستگاه گوارش باعث بهبود هضم و جذب و سوخت و ساز اسیدهای چرب و افزایش بهره‌وری از انرژی جیره خواهد شد (Mazalli و همکاران، ۲۰۰۴). افزایش سطح روغن، از طریق تامین انرژی لازم برای تولید تخم مرغ و

اثرات ویژه مربوط به حضور چربی از جمله اثر کالریزایی اضافی، استفاده از چربی در جیره علاوه بر افزایش کارآیی هضم و جذب خوراک و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی جیره، بر میزان نرخ عبور خوراک از دستگاه گوارش تاثیر می گذارد که به طور مستقیم بر قابلیت هضم جیره موثر است (Yamamoto و همکاران، ۱۹۹۶). منابع چربی بخصوص به شکل توام اشباع و غیراشباع دارای یک نوع اثر همکوشی متقابل افزایشی بوده که باعث طولانی شدن زمان تخلیه دستگاه گوارش، افزایش تاثیر ترشحات گوارشی و تاثیر بر ساختار مواد هضمی شده و قابلیت هضم مواد مغذی جیره را تا حدود زیادی افزایش می دهند (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵؛ حسینی واشان و همکاران، ۱۳۹۲؛ Gebert و همکاران، ۱۹۹۸). در شرایط تولید بالا و وجود تنش ها درگله از جمله تنش گرمایی، عامل مهم کاهش تولید، عدم تامین انرژی به اندازه کافی و در حد نیاز پرنده است (Puthpongsiriporn و همکاران، ۲۰۰۱؛ Cherian و همکاران، ۱۹۹۶b).

افزودن منابع روغن به ویژه روغن‌های غیراشباع زمانی دارای تاثیر مثبت است که به تناسب افزایش سطح روغن در جیره و افزایش سطح انرژی استحصالی از آن، مقدار سایر مواد مغذی و انواع ریزمغذی‌های جیره به خصوص ویتامین‌ها و مواد دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی نیز افزایش یابند (Mazalli و همکاران، ۲۰۰۴). وقتی جیره با چربی یا روغن مکمل‌سازی می‌شود، کارآیی استفاده از انرژی جیره افزایش می یابد که ناشی از کاهش اتلاف حرارتی جیره و بهبود خواص فیزیکی و ظاهری آن است (Coorey و همکاران، ۲۰۱۵). در شرایطی که نسبت انرژی قابل سوخت و ساز به پروتئین جیره کاملاً متعادل باشد، علا وه بر اینکه درصد بالایی از روغن در جیره قابل مصرف خواهد بود، کارایی استفاده از انرژی و ضریب تبدیل انرژی در حداکثر مقدار خود قرار خواهد داشت (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵؛ فرخوی و همکاران، ۱۳۷۸).

تاثیر مثبت اسیدهای چرب امگا-۳ در سلامتی انسان، منجر به غنی‌سازی محصولات با منابع مختلف اسیدهای چرب نظیر دانه کتان، کلزا، جلبک های دریایی یا روغن ماهی شده است (حسینی واشان و همکاران، ۱۳۹۲؛ Coorey و همکاران، ۲۰۱۵). اکنون باعث بهبود صفات تولیدی می‌شود (Gebert و همکاران، ۱۹۹۸). تخم‌مرغ های غنی از اسیدهای چرب امگا-۳ در اغلب نقاط جهان در دسترس عموم قرار دارند (حسینی واشان و همکاران، ۱۳۸۸؛ امیدی، ۱۳۹۱؛ Antruejo و همکاران، ۲۰۱۱). از فواید اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳ می‌توان به کاهش فشار خون، بهبود بیماری‌های قلبی و عروقی به ویژه تصلب شرائین، درمان بیماری‌های التهابی و تورمی، کلیوی، افسردگی، کاهش رشد تومورها، کاهش بیماری‌های پوستی، افزایش ایمنی بدن، جلوگیری از رشد سلول‌های سرطانی، برطرف کردن التهاب و علایم آسم و کمک به تکامل جنین اشاره کرد (حسینی واشان و همکاران، ۱۳۸۸؛ نوید شاد، ۱۳۹۱؛ Coorey و همکاران، ۲۰۱۱؛ Antruejo و همکاران، ۲۰۱۱) اما حساسیت زیاد اسیدهای چرب غیراشباع به فساد اکسیداتیو لزوم استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها را ایجاب می‌نماید. با توجه به اثرات آنتی‌اکسیدانی ویتامین E، غنی سازی تخم مرغ با آن موجب افزایش مدت زمان نگه‌داری و بهبود کیفیت داخلی تخم‌مرغ شده و خطر تشکیل پراکسیدها را کاهش می‌دهد (محیطی اصل و همکاران، ۱۳۸۸؛ Farrel ، ۲۰۰۲).درصد اسیدهای چرب بلند زنجیر نوع DHA و EPA در روغن ماهی نسبت به LNA بیشتر از سایر منابع روغن است (Cachaldora و همکاران، ۲۰۰۸ ؛ Coorey و همکاران، ۲۰۱۵). بیشتر تلاش‌های انجام شده برای غنی‌سازی تخم مرغ با اسیدهای چرب امگا-۳ ، بر استفاده از روغن ماهی منهادن متمرکز شده است (Antruejo و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج یک تحقیق نشان داد کاربرد ۳ درصد روغن ماهی منهادن در جیره مرغان تخم‌گذار باعث افزایش معنی‌دار اسید چرب نوع DHA (۱۸۰میلی‌گرم) و افزایش غیرمعنی‌دار اسیدهای چرب EPA و LNA (۳۰میلی‌گرم) در زرده تخم مرغان دریافت کننده مکمل فوق گردید (Mazalli و همکاران، ۲۰۰۴). روغن‌های دریایی مانند روغن ماهی دارای مقادیر قابل توجهی از دو اسیدچرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه با زنجیره بسیار بلند شامل ایکوزاپنتاانوئیک (EPA) و دکوزاهگزاانوئیک (DHA) می باشند که هر دو از اسید آلفا- لینولنیک سنتز می شوند (صفا مهر

و همکاران، ۱۳۸۹؛ Cachaldora و همکاران، ۲۰۰۸؛ Coorey و همکاران، ۲۰۱۵).

الگوی اسیدهای چرب تخم مرغ و چربی گوشت طیور به طور مستقیم به ترکیب اسیدچرب جیره بستگی دارد (صفامهر و همکاران، ۱۳۸۹؛ Mazalli و همکاران، ۲۰۰۴). طیور در مقایسه با دیگر جانداران، اسید چرب را به طور مستقیم از طریق خون سیاهرگ باب برای انتقال به کبد جذب و بدون تغییر خاصی در بافت ها ذخیره می کنند. در نتیجه اسید چرب جذب شده در بافت چربی و یا زرده تخم مرغ به مقدار زیادی به همان فرم جذب شده، ذخیره می‌شود و لذا امکان تغییر الگوی اسیدهای چرب بافت و تولیدات طیور به وسیله تغییر در محتوای اسید چرب جیره وجود دارد (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵؛Antruejo و همکاران، ۲۰۱۱).

نتایج این بخش از پژوهش حاضر بیانگر آن است که سطوح مختلف روغن ماهی به شکل مستقل تقریباً تمامی صفات عملکرد مرغ‌های مورد آزمایش را به طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار داد. تاثیر ناشی از سطح ۳ درصد روغن ماهی نسبت به بقیه سطوح مشهودتر بود. اما در مورد ویتامین E فقط صفات مجموع وزن و درصد تخم مرغ تولیدی و مصرف انرژی و پروتئین تحت تاثیر قرار گرفتند. اثر متقابل سطوح مختلف روغن ماهی و ویتامین E بر اکثر صفات عملکرد، مثبت بود. همانطور که قبلاً نیز اشاره شد، افزایش سطح روغن از طریق تامین انرژی لازم برای تولید تخم‌مرغ و اثرات ویژه مربوط به حضور چربی از جمله اثر کالری‌زایی اضافی، باعث بهبود صفات تولیدی می‌شود (Mazalli و همکاران، ۱۹۹۸؛ Gebert و همکاران، ۲۰۴). ویتامین E نیز سرعت و میزان تجزیه و فساد منابع چربی داخل تخم مرغ و خطر تنش اکسیداتیو را کاهش می‌دهد (Chang و همکاران، ۱۹۹۴؛ Gebert و همکاران، ۱۹۹۸؛). همچنین ویتامین E برای سنتز بسیاری از ناقلین انرژی از جمله یوبی کوئینون و کوفاکتورهای موثر در سوخت و ساز انرژی از جمله ویتامین C بسیار حائز اهمیت است (Cherian و همکاران، ۱۹۹۶a؛ Puthpongsiriporn و همکاران، ۲۰۰۱).

خصوصیات کیفی تخم‌مرغ

اثر سطوح مختلف روغن ماهی در جیره بر خصوصیات کیفی تخم‌مرغ در مرغان مورد آزمایش در جدول ۵ نشان داده شده است. همان طور که دیده می شود، سطوح مختلف روغن ماهی به طور مستقل تعداد قابل توجهی از خصوصیات کیفی تخم‌مرغ‌های مورد آزمایش را به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) تحت تاثیر قرار داد. در سطوح بالاتر روغن ماهی، میزان بهبود مشهودتر بود. از جمله مهم‌ترین شاخص‌های کیفی بهبود یافته می‌توان به مقدار چربی زرده، واحد هاو، ضخامت و وزن پوسته و ارتفاع سفیده غلیظ اشاره کرد.

جدول ۵- اثر سطوح مختلف روغن ماهی در جیره بر خصوصیات کیفی تخم‌مرغ در سن ۳۳ هفتگی

صفت	سطوح روغن			SEM	سطح معنی داری
	۰	۱/۵	۳		
ماده خشک زرده (درصد)	۶۸/۳۱	۶۸/۳۴	۶۸/۴۲	۲/۷۲	۰/۷۹۱
مقدار چربی زرده (گرم)	۱۲/۰۱^{a}	۱۱/۹۶^{b}	۱۱/۹۵^{b}	۰/۰۴	۰/۰۲۵
وزن زرده (گرم)	۱۷/۱۲	۱۷/۱۳	۱۷/۱۱	۰/۰۹	۰/۵۱۲
واحد هاو	۸۵/۴۴^{b}	۸۵/۸۶^{b}	۸۶/۵۵^{a}	۰/۲۳	۰/۰۰۰
ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۰/۳۸۵^{b}	۰/۳۹۷^{ab}	۰/۴۳۱^{a}	۰/۰۲	۰/۰۰۰
pH زرده	۶/۲۳	۶/۲۲	۶/۲۴	۰/۲۳	۰/۳۷۹
pH سفیده	۹/۰۴	۹/۰۳	۹/۱۳	۰/۴۵	۰/۳۴۹
ارتفاع سفیده غلیظ (میلی‌متر)	۶/۷۰^{b}	۶/۷۴^{b}	۶/۸۵^{a}	۰/۰۸	۰/۰۰۱
وزن پوسته (گرم)	۵/۱۶^{c}	۵/۲۶^{b}	۵/۳۹^{a}	۰/۰۲	۰/۰۰۰
رنگ زرده	۴/۶۶	۴/۶۵	۴/۶۴	۰/۰/۱۵	۰/۲۷۸

$^{a-c}$ در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند ($P<۰/۰۵$).

اثر سطوح مختلف ویتامین E در جیره بر خصوصیات کیفی تخم‌مرغ در جدول ۶ آورده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، اثر سطوح مختلف ویتامین E نیز بر بیشتر خصوصیات کیفی تخم مرغ در مرغ های مورد مطالعه معنی‌دار (P<۰/۰۵) بود. استفاده از سطح بالاتر ویتامین E در جیره به شکل موثرتری خصوصیات کیفی تخم مرغ را بهبود داد. از بین شاخص‌های کیفی، تنها رنگ زرده تغییر معنی داری نشان نداد ولی بقیه صفات به‌خوبی نسبت به افزایش سطح ویتامین E جیره واکنش نشان دادند.

جدول ٦- اثر سطوح مختلف ویتامین E در جیره بر خصوصیات کیفی تخم‌مرغ در سن ۳۳ هفتگی

صفت	سطح ویتامین E		SEM	سطح معنی داری
	E17	E8.5		
ماده خشک زرده (درصد)	۷۷/۹۰[a]	۵۸/۸۱[b]	۴/۳۳	۰/۰۰۰
مقدار چربی زرده (گرم)	۱۲/۱۱[a]	۱۱/۸۴[b]	۰/۱۰	۰/۰۰۰
وزن زرده (گرم)	۱۷/۲۷[a]	۱۶/۹۷[b]	۰/۰۹	۰/۰۲۳
واحد هاو	۸۷/۱۴[a]	۸۳/۸۰[b]	۱/۲۳	۰/۰۰۰
ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۰/۴۰۳[a]	۰/۳۷۱[b]	۰/۰۱	۰/۰۰۰
pH زرده	۶/۲۷[a]	۶/۱۹[b]	۰/۰۳	۰/۰۰۰
pH سفیده	۹/۱۰[a]	۹/۰۴[b]	۰/۰۶	۰/۰۴۲
ارتفاع سفیده (میلی‌متر)	۶/۸۱[a]	۶/۶۵[b]	۰/۰۵	۰/۰۰۰
وزن پوسته (گرم)	۵/۶۲[a]	۴/۷۶[b]	۰/۲۹	۰/۰۰۰
رنگ زرده	۴/۷۰	۴/۶۲	۰/۰۹	۰/۲۷۸

[a-b] در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

اثر متقابل سطوح مختلف روغن ماهی و ویتامین E در جیره بر خصوصیات کیفی تخم مرغ در مرغان مورد آزمایش در جدول ۷ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، اثر متقابل بین روغن ماهی و ویتامین E جیره بر خصوصیات کیفی تخم‌مرغ‌های مورد آزمایش معنی‌دار (P<۰/۰۵) بود. از بین صفات کیفی که بیشتر تحت تاثیر قرار گرفت، وزن، ماده خشک و چربی زرده، واحد هاو، ضخامت و وزن پوسته و ارتفاع سفیده غلیظ بودند.

مکمل سازی چربی علاوه بر افزایش کارآیی هضم و جذب خوراک و بـ بهبود ضریب تبدیل مواد مغذی بر نرخ عبور خوراک از دستگاه گوارش و در نهایت بر میزان قابلیت هضم جیره تاثیر می گذارد. این امر باعث می شود جذب مواد مغذی به داخل تخم مرغ افزایش یافته و شاخص‌های کیفی تخم مرغ نیز بهبود یابند (Torki و همکاران، ۲۰۱۴). به جز املاح معدنی (از جمله کلسیم، فسفر و منیزیم)، از مهم ترین مواد راه یافته و انباشته شده در سفیده و زرده، ویتامین E و سلنیوم هستند که به طور مستقیم در جلوگیری از فساد اکسیداتیو منابع چربی، حفظ قوام سفیده و زرده، حفظ pH و رنگ زرده و پایداری واحد هاو تاثیر دارند (ملک محمدی، ۱۳۸۴؛ Chang و همکاران، ۱۹۹۴؛ Coorey و همکاران، ۲۰۱۵).

جدول ۷- اثر متقابل سطوح مختلف روغن ماهی و ویتامین E در جیره بر خصوصیات کیفی تخم‌مرغ در سن ۳۳ هفتگی

صفت	سطح روغن صفر		سطح روغن ۱/۵		سطح روغن ۳		SEM	سطح معنی داری
	E17	E8.5	E17	E8.5	E17	E8.5		
ماده خشک زرده (درصد)	۷۸/۰۰^{a}	۵۸/۸۳^{b}	۷۷/۹۵^{a}	۵۸/۷۳^{b}	۷۷/۷۵^{a}	۵۸/۸۷^{b}	۷/۴۵	۰/۰۰۱
مقدار چربی زرده (گرم)	۱۲/۰۷^{a}	۱۱/۲۴^{b}	۱۲/۰۸^{a}	۱۱/۸۴^{ab}	۱۲/۱۶^{a}	۱۱/۸۵^{ab}	۰/۳۱	۰/۰۰۰
وزن زرده (گرم)	۱۷/۲۶^{ab}	۱۹/۹۶^{a}	۱۷/۲۸^{ab}	۱۶/۹۷^{b}	۱۷/۲۷^{ab}	۱۶/۹۷^{b}	۱/۱۰	۰/۰۲۳
واحد هاو	۸۷/۱۱^{a}	۸۳/۷۷^{b}	۸۷/۱۰^{a}	۸۳/۸۱^{b}	۸۷/۲۰^{a}	۸۳/۸۲^{b}	۱/۴۵	۰/۰۰۰
ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۰/۴۰۲^{a}	۰/۳۷۱^{b}	۰/۴۰۲^{a}	۰/۳۷۳^{b}	۰/۴۰۵^{a}	۰/۳۷۲^{b}	۰/۰۲۱	۰/۰۱۱
pH زرده	۶/۲۶	۶/۲۰	۶/۲۷	۶/۱۹	۶/۲۸	۶/۲۰	۰/۱۱	۰/۹۷۸
pH سفیده	۹/۰۵	۹/۰۳	۹/۰۵	۹/۰۴	۹/۲۱	۹/۰۵	۰/۱۸	۰/۰۸۵
ارتفاع سفیده غلیظ (میلی‌متر)	۶/۸۲^{a}	۶/۴۵^{b}	۶/۸۱^{a}	۶/۶۴^{ab}	۶/۸۱^{a}	۶/۶۵^{ab}	۰/۱۵	۰/۰۰۸
وزن پوسته (گرم)	۵/۵۸^{a}	۴/۷۴^{b}	۵/۶۳^{a}	۴/۷۹^{b}	۵/۶۵^{a}	۴/۷۵^{b}	۰/۳۲	۰/۰۴۱
رنگ زرده	۴/۷۱	۴/۶۳	۴/۷۱	۴/۶۲	۴/۷۰	۴/۶۲	۰/۰۹	۰/۸۶۹

$^{a-b}$ در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

افزایش مقدار روغن‌های غیراشباع جیره (روغن ماهی) باعث تجمع اسیدهای چرب غیراشباع در زرده تخم مرغ می شود که از نظر تغذیه و سلامتی مصرف کنندگان مناسب بوده ولی به دلیل افزایش احتمال اکسیداسیون آنها و تولید رادیکال آزاد حاصل از پراکسیداسیون، خطر بالقوه ای برای سلامتی و عامل اصلی کاهش کیفیت تخم مرغ خواهد بود. در این شرایط مکمل سازی جیره با ویتامین E در سطوح بالاتر از حد توصیه شده، به عنوان عامل آنتی‌اکسیدان طبیعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود (Walsh و همکاران، ۱۹۹۳؛ Gebert و همکاران، ۱۹۹۸).

در خصوص تاثیر ویتامین E بر شاخص‌های کیفی تخم مرغ و مکانیسم های اثر آن هنوز اطلاعات کاملی وجود ندارد (Torki و همکاران، ۲۰۱۴) اما با توجه به گستردگی و تاثیر عمیق این ویتامین که در کارکردهای فیزیولوژیک بدن و مسیرهای سوخت و سازی ویژه که در جذب و تامین مواد مغذی، هضم و سوخت و ساز مواد مغذی به ویژه انرژی و پروتئین، تنظیم عملکرد بهینه سایر فعالیت های متابولیک بدن و موارد مختلف دیگر نشان داده است، به نظر می‌رسد این ویتامین می‌تواند در فرآیندهای فیزیولوژیک مرتبط با صفات عملکرد و خصوصیات کیفی تخم‌مرغ نیز موثر بوده و باعث بهبود آنها به خصوص در شرایط نامناسب پرورش شود (Chang و همکاران، ۱۹۹۴؛ Puthpongsiriporn و همکاران، ۲۰۰۱). در شرایط مناسب پرورش و نبود عوامل تنش‌زا در گله، معمولاً میانگین صفات مختلف در حد ایده‌آل (اپتیمم) بوده و تامین بیشتر از حد نیاز مواد مغذی در جیره تاثیر چندانی در بهبود این میانگین ها ندارد اما در شرایط نامناسب، وجود تنش‌ها و کمبودهای تغذیه‌ای، تامین سطح بالاتر از حد توصیه شده مواد مغذی از جمله ویتامین E و سلنیوم می‌تواند منجر به افزایش غلظت مواد مغذی در تخم مرغ و بهبود شاخص های کیفی آن در گله-های طیور شود (محیطی اصل و همکاران، ۱۳۸۶؛ Gebert و همکاران، ۱۹۹۸؛ Puthpongsiriporn و همکاران، ۲۰۰۱).

در شرایط کمبود ویتامین E ، میزان و سرعت تجزیه و فساد منابع چربی داخل تخم مرغ افزایش یافته و خطر تنش اکسیداتیو نیز افزایش می‌یابد (محیطی اصل و همکاران، ۱۳۸۸؛ Walsh و همکاران، ۱۹۹۳؛ Cherian و همکاران، ۱۹۹۶b؛ Galobart و همکاران، ۲۰۰۱). گذشته از این، وجود مقدار کافی ویتامین E برای سنتز بسیاری از ناقلین انرژی از جمله یوبی کوئینون و کوفاکتورهای موثر در سوخت و ساز انرژی از جمله ویتامین C بسیار حائز اهمیت است. ترکیبات یاد شده علاوه بر تاثیر در فرآیندهای بیوشیمیایی تامین انرژی و مواد مغذی، به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا منجر به حفظ کیفیت محتویات داخلی و خصوصیات کیفی تخم مرغ نیز خواهند شد (Cherian و همکاران، ۱۹۹۶a؛ Aydin and Dogan ، ۲۰۱۰؛ Antruejo و همکاران، ۲۰۱۱).

بر طبق نتایج این تحقیق، در هنگام استفاده از سطح ۳ درصد روغن ماهی در جیره، خصوصیات کیفی تخم مرغ در مرغان مورد آزمایش، بهبود نشان دادند و این افزایش به صورت اثر متقابل روغن و ویتامین E نیز تکرار شد. نتایج آزمایش حاضر در خصوص بهبود صفات کیفی و افزایش واحد هاو با نتایج گزارش شده توسط ملک محمدی و همکاران (۱۳۸۴)، محیطی اصل و همکاران (۱۳۸۶و ۱۳۸۸)، حسینی واشان و همکاران (۱۳۸۸) و نتایج تعدادی از گزارشات خارجی مطابقت دارد (Mazalli و همکاران، ۲۰۰۴؛ Cachaldora و همکاران، ۲۰۰۸؛ Antruejo و همکاران، ۲۰۱۱؛ Torki و همکاران، ۲۰۱۴؛ Coorey و همکاران، ۲۰۱۵).

گزارش های موجود حاکی از آن است که اضافه شدن ویتامین E به جیره از طریق بهبود مکانیسم‌های جذب و انتقال مواد مغذی (ملک محمدی، ۱۳۸۴ ؛ محیطی اصل و همکاران، ۱۳۸۸؛ Torki و همکاران، ۲۰۱۴)، و همچنین افزایش کارآیی سیستم‌های آنزیمی و مهار صدمات ناشی از اکسیداسیون چربی های غیراشباع موجود در دیواره سلولی دستگاه گوارش و گردش خون (Aydin and Dogan ، ۲۰۱۰) باعث بهبود صفات تولیدی و ارتقای خصوصیات کیفی تخم مرغ می شود. با توجه به جنبه‌های گسترده اثر گذاری این ویتامین دور از انتظار نخواهد بود که بهبود کارایی مصرف خوراک، بازده انرژی و پروتئین مصرفی و افزایش قابلیت هضم و دسترسی مواد مغذی بدنبال استفاده از این ویتامین حاصل شده و در مجموع صفات عملکرد و خصوصیات کیفی تخم مرغ بهبود پیدا کنند.

ویتامین E بسیار ناپایدار بوده و در حضور اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسیدهای چرب موجود در پودر ماهی یا عناصر معدنی سنگین، اکسید و تخریب می‌گردد. بنابراین وقتی مقدار اسیدهای چرب غیراشباع موجود در جیره افزایش یابد، باید مقدار مواد آنتی اکسیدان موجود در جیره نظیر ویتامین E نیز افزایش یابد تا مانع اکسیداسیون چربی موجود در تخم مرغ شده و از کاهش کیفیت داخلی آن جلوگیری شود (محیطی اصل و همکاران، ۱۳۸۶؛ Yu و همکاران، ۱۹۹۵؛ و همکاران، Cherian ۱۹۹۶b؛ Puthpongsiriporn و همکاران، ۲۰۰۱). نتایج آزمایش‌های مرتبط حاکی از آن است که افزودن ویتامین E به جیره می‌تواند تاثیر بسزایی در افزایش مقدار ویتامین E زرده تخم مرغ تا حدود ۵/۵ برابر داشته باشد. بر این اساس، رابطه خطی بین مقدار این ماده در جیره و مقدار آن در تخم مرغ به چشم می خورد (محیطی اصل و همکاران، ۱۳۸۸؛ Antruejo و همکاران، ۲۰۱۱؛ Torki و همکاران، ۲۰۱۴؛ Coorey و همکاران، ۲۰۱۵).

در کل، نتایج این بخ ش از پژوهش نیز بیانگر آن است که سطوح مختلف روغن ماهی به شکل مستقل تقریباً به طور معنی‌داری بر تمامی صفات کیفی تخم‌مرغ‌های تولیدی از جمله مقدار چربی، ارتفاع سفیده غلیظ و واحد هاو، وزن و ضخامت پوسته اثر داشت. ویتامین E نیز بخوبی صفاتی مانند مقدار چربی، مقدار ماده خشک و وزن زرده، ارتفاع سفیده غلیظ و واحد هاو، وزن و ضخامت پوسته و pH زرده و سفیده را تحت تاثیر قرارد داد. همچنین اثر متقابل سطوح مختلف روغن ماهی و ویتامین E بر اکثر خصوصیات کیفی تخم مرغ مثبت بود. همان طور که قبلاً نیز اشاره شد، روغن از طریق تامین انرژی لازم برای تولید تخم‌مرغ و ویتامین E نیز از طریق جلوگیری از فساد منابع چربی و تنش اکسیداتیو، سنتز ناقلین انرژی و کنترل فرآیندهای بیوشیمیایی تامین انرژی یا بروز خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا منجر به حفظ کیفیت داخلی تخم مرغ و بهبود خصوصیات کیفی تخم مرغ می‌شوند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد صفات عملکرد شامل تعداد و وزن تخم مرغ تولیدی، درصد تولید و وزن توده تخم مرغ، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، مصرف انرژی و پروتئین، ضریب تبدیل انرژی و پروتئین و نیز بازده مصرف انرژی و پروتئین و صفات کیفی تخم مرغ شامل مقدار چربی، مقدار ماده خشک و وزن زرده، ارتفاع سفیده غلیظ و واحد هاو، وزن و ضخامت پوسته و pH زرده و سفیده در نتیجه تاثیر روغن ماهی و ویتامین E به شکل مستقل یا توام بهبود یافتند. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از سطح ۳ درصد روغن ماهی و مقدار ۲ برابر سطح توصیه شده ویتامین E (۱۷ میلی گرم در کیلوگرم خوراک) قابل توصیه است.

منابع

امیدی، م. (۱۳۹۱)، تاثیر منابع مختلف غذایی بر میزان اسیدهای چرب امگا-۳، کلسترول تخم مرغ و عملکرد مرغان تخم‌گذار. پایان نامه کارشناسی ارشد پرورش و تولید طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

پوررضا، ج.، صادقی، ق. ع. و مهری، م. (۱۳۸۵). تغذیه مرغ (ترجمه). انتشارات ارکان دانش (اصفهان)، چاپ اول. ۶۷۲ صفحه.

حسینی واشان، ج.، افضلی، ن.، افشین، م.، قوی پنجه، ن.، سالاری، ا. و کمال پور، س. (۱۳۹۲)، ارزیابی شاخص تولید و راندمان مصرف انرژی و پروتئین در جوجه های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف دانه کتان و تفاله گوجه فرنگی. تحقیقات دام و طیور، شماره ۴ ص ۳۵-۲۵.

حسینی واشان، س. ج.، افضلی، ن.، ملکانه، م.، ناصری، م. ع. و رسانی، ع. (۱۳۸۸)، غنی سازی زرده تخم مرغ با اسیدهای چرب امگا-۳ بلند زنجیر با استفاده از روغن ماهی کلیکا در جیره مرغ تخم گذار. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۷ ص ۱۴۱-۱۳۱.

زینالی، ع. (۱۳۹۳). راهنمای مدیریت پرورش مرغ تخم گذار سویه نیک چیک سفید (H&N). شرکت مرغ مادر تخم گذار حاجی زاده. انتشارات باستان، چاپ اول ۴۶ صفحه. قابل دسترس در سایت www.kimiajojehmarand.com

صفا مهر، ع. ر.، آقائی، ن. ا. و چکانی آذر، س. (۱۳۸۹)، اثر سطوح مختلف روغن ماهی روی عملکرد، اجزاء لاشه و فراسنجه‌های کیفی گوشت در جوجه های گوشتی. مجله پژوهش های علوم دامی، شماره ۸ ص ۱۳۱-۱۱۹.

فرخوی، م.، خلیقی سیگارودی، ت. و نیک نفس، ف. (۱۳۷۸). راهنمای کامل پرورش طیور (ترجمه). انتشارات سازمان اقتصادی کوثر. معاونت کشاورزی. واحد آموزش و پژوهش. چاپ هفتم، ۹۱۵ صفحه.

محیطی اصلی، م.، شریعتمداری، ف. و لطف الهیان، ه. (۱۳۸۸). بررسی خصوصیات کیفی، پراکسیداسیون چربی‌ها و ترکیب اسیدهای چرب در طول نگه‌داری در تخم مرغ های غنی شده با سلنیوم و ویتامین E. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۲ ص ۴۸-۳۸.

محیطی اصلی، م.، شریعتمداری، ف.، لطف الهیان، ه. و حسینی، س. ع. (۱۳۸۶). بررسی اثرات سطوح مختلف پیش‌مخلوط ویتامینی و معدنی بر عملکرد مرغ و کیفیت تخم‌مرغ در شرایط تنش گرمایی. فصلنامه پژوهش‌های علوم دامی،شماره ۲ ص ۱۲-۱۹.

ملک محمدی، ح. (۱۳۸۴)، بررسی اثرات سطوح مختلف ویتامین E و سلنیوم بر عملکرد، خصوصیات کیفی تخم مرغ و دوره انبارداری آن در مرغ های تغذیه شده با کتان. پایان نامه پرورش و مدیریت تولید طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

میرقلنج، ع.، رحیمی، ش.، برزگر، م. و کمالی، م. ع. (۱۳۸۴)، مقایسه منابع مختلف اسیدهای چرب امگا-۳ جهت غنی سازی تخم مرغ. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، شماره ۱ دوره ۶۰ ص ۹۱-۸۷.

نوید شاد، ب. (۱۳۹۱)، اثر استفاده از روغن ماهی، روغن سویا، روغن نخل و یا مکمل CLA بر صفات تولیدی و ترکیب اسیدهای چرب بافت ماهیچه ای جوجه های گوشتی. پژوهش-های تولیدات دامی، شماره ۱۱ ص ۴۶-۳۵.

Antruejo, A., Azcona, J.O., Garcia, P.T., C, Gallinger., M, Rosmini., R, Ayerza., W, Coates and C.D. Perez (2011), Omega-3 enriched egg production: the effect of a-linoleic x-3 fatty acid sources on laying hen performance and yolk lipid content and fatty acid composition. British Poultry Science. 52: 750-760.

Aydin, R. and Dogan, I. (2010), Fatty acid profile and cholesterol content of egg yolk from chickens fed diets supplemented with purslane (*Portulaca oleracea* L.). Society of Chemical Industry, P 1759-1760.

Cachaldora, P., Garc´ıa-Rebollar, P., Alvarez, C., De Bla, J.C. and, M´endez. J. (2008). Effect of type and level of basal fat and level of fish oil supplementation on yolk fat composition and n-3 fatty acids deposition efficiency in laying hens. Animal Feed Science and Technology. 141: 104–114.

Chang, W. P., Hom, J. S., Dietert, R. R., Combs, G. F. and Marsh, J. A. (1994). Effect of dietary vitamin E and selenium deficiency on chicken splenocyte proliferation and cell surface marker expression. Immunopharmacology and Immunotoxicology. 16: 203-223.

Cherian, G., Wolfe, F. W. and J. S. Sim. (1996a). Feeding dietary oils with tocopherols: effects on internal qualities of eggs during storage. Journal of Food Science, 61: 15–18.

Cherian, G., Wolfe, F. W. and J. S. Sim. (1996b). Dietary oils with added tocopherols: Effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids and oxidative stability. Poultry Science, 75: 423–431.

Coorey, R., Novinda, A., Williams, H. and Jayasena, V. (2015), Omega-3 fatty acid profile of eggs from laying hens fed diets supplemented with chia, fish oil, and flaxseed. Journal of Food Science, 80(1):180-187.

Farrel, D.J. (2002) Adding value to the hen's Egg. Developments in Poultry Nutrition . School of Land and Food Science. The University of Queensland, Qld 4072. Australia. P261-268.

Galobart, J., Barroeta, A. C., Baucells, M. D., Codony, R. and Ternes, W. (2001). Effect of dietary supplementation with rosemary extract and α-tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with ω3-fatty acids. Poultry Science. 80: 460– 467.

Gebert, S., Messikommer, R., Pfirter, H. P., Bee, G. and Wenk, C. (1998). Dietary fats and vitamin E in diets for laying hens: Effects on laying performance, storage stability and fatty acid composition of eggs. Archive of Geflugelk, 62: 214–222.

Mazalli, M. R., Faria, D. E., Salvador, D. and Ito, D. T. (2004). A comparison of feeding value of different sources of fatty acids for laying hens: 2. Lipid, cholesterol and vitamin E profile of egg yolk. Poultry Science. 83: 280-290.

Pesti, GM., and Miller, BR. (1993). Used Feed Formulation Done Again (UFFDA). A computer software for Animal Feed Formulation. UFFDA-http://www.poultry.uga.edu/ poultrysoftware.htm.

Puthpongsiriporn, U., Scheideler, S. E., Shell, J. L. and Beck, M. M. (2001). Effect of vitamin E and C supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. Poultry Science, 80: 1190-1200.

SAS Institute. (2004). SAS/STAT User's Guide Release 9. SAS Institute Inc. Cary NC.

Torki, M. Akbari, M. and Moradi Kor, N. (2014). Effect of vitamin E and selenium supplements on performance, egg quality and blood chemistry in Lohman LSL-Lite laying hens. Online Journal of Veterinary Research, 18: 238-246.

Walsh, D. M., Kennedy, D.G., Goodal, E.A. and Kennedy, S. (1993). Antioxidant enzyme activity in the muscles of calves depleted of vitamin E or selenium or both. British Journal of Nutrition, 70: 621-630.

Yamamoto, T., Juneja, R., Hatta, H. and Kim, M. (1996). Hen Eggs: Their Basic and Applied Science. CRC Press Book. ISBN 9780849340055. Available at: https://www.crcpress.com/Hen-Eggs-Basic-and-Applied-Science/.

Yu, B P. (1995). Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. Physiological Reviews, 74(1): 139-162.