غنی‌سازی زرده تخم‌مرغ با اسیدهای چرب امگا-۳ بلندزنجیر با استفاده از روغن ماهی کیلکا در جیره مرغ تخم‌گذار

سید جواد حسینی واشان[۱*]، نظر افضلی[۱]، محمد ملکانه[۲]، محمد علی ناصری[۳] و علی اله رسانی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۴/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۱/۲۱)

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات استفاده از روغن ماهی کیلکا در جیره مرغ تخم‌گذار روی صفات عملکردی، ترکیب اسیدهای چرب امگا-۳ زرده تخم‌مرغ و نسبت بین اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ زرده تخم‌مرغ، تعداد ۷۲ قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن W- 36 با سن ۲۶ هفته انتخاب شدند و به‌منظور مطالعه صفات فوق، به جیره مرغان تخم‌گذار سطوح ۰، ۲ و۴ درصد روغن ماهی کیلکا اضافه شد. صفات مقدار خوراک مصرفی، درصد تولید تخم‌مرغ، ضریب تبدیل غذایی، گرم تخم‌مرغ تولیدی، میانگین وزن تخم‌مرغ، شاخص تخم‌مرغ، شاخص ارتفاع زرده، شاخص رنگ زرده، و وزن زرده به‌عنوان درصدی از وزن تخم‌مرغ تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). مقادیر اسیدهای چرب اشباع (اسیدهای میریستیک، پالمیتیک و استئاریک)، اسیدهای چرب امگا-۷ (اسید پالمیتولئیک)، اسیدهای چرب امگا-۹ (اسید اولئیک)، اسید آراشیدونیک و اسید لینولنیک زرده تحت تأثیر سطوح روغن ماهی قرار نگرفتند. ولی درصد اسید لینولئیک زرده به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). سطح اسیدهای چرب امگا-۳ غیراشباع بلندزنجیر مانند ایکوزاپنتانوئیک و دوکوزاهگزانوائیک اسید در زرده با افزایش سطح روغن ماهی در جیره بیش از ۳۲۳ و ۵۲۴ درصد افزایش یافت (P<۰/۰۵). نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ از مقدار ۱۸ در تیمار شاهد به ۳/۸ و ۲/۳۱ به ترتیب در تیمارهای حاوی ۲ و ۴ درصد روغن ماهی کیلکا کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: روغن ماهی کیلکا، مرغ تخم‌گذار، زرده تخم‌مرغ و اسیدهای چرب امگا-۳

مقدمه

تخم‌مرغ یکی از منابع مهم خوراکی انسان بوده که مقدار زیادی کلسترول به‌ویژه لیپوپروتئین با چگالی پایین(LDL) دارد. کلسترول به‌دلیل دارا بودن نقش‌های مهم، برای عملکرد طبیعی بدن ضروری بوده ولی سطوح بالای LDL تخم‌مرغ می‌تواند در بسیاری از موارد برای سلامتی انسان و مرغ مضر باشد. افزایش سطح اسیدهای چرب امگا-۳ جیره [اسیدهای چرب لینولنیک(LNA)(Linolenic acid) ، ایکوزاپنتاانوئیک اسید(EPA)(Eicosapentaenoeic acid) ، دوکوزاپنتاانوئیک اسید(DPA)(Docosapentaenoeic acid) و دوکوزاهگزاانوئیک اسید(DHA)(Docosahexaenoeic acid) که سه اسید چرب آخری جزء اسیدهای چرب بلندزنجیر می‌باشند] می‌تواند به

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲. دانشیار بیوشیمی بالینی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند
۳. استادیار شیمی آلی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند
۴. کارشناس شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Jhosseiniv@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

کاهش این نوع لیپوپروتئین‌ها در تخم‌مرغ کمک نماید (۹، ۱۲ و ۲۰). از جمله مهم‌ترین منابع غنی اسیدهای چرب امگا-۳ بلند زنجیر طبیعی روغن‌های ماهی و سایر موجودات دریایی می‌باشند. هولان و همکاران با اضافه کردن ۵ درصد پودر ماهی به جیره مرغان تخم‌گذار دریافتند که مقادیر کل اسیدهای چرب امگا-۳، EPA، DPA و DHA در لاشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت(۱۲). هم‌چنین تغذیه مرغان با سطوح ۰، ۴، ۸ و ۱۲ درصد پودر ماهی قرمز تأثیری بر مرگ و میر، راندمان مصرف خوراک و وزن بدنی نداشتند ولی میزان بیماری مرگ ناگهانی (Suddenly Dead Syndrome)(SDS)، راندمان مصرف خوراک و وزن بدنی به حداقل رسید. با افزایش سطوح پودر ماهی در جیره مقادیر EPA، DHA و اسیدهای چرب امگا-۳ در تخم‌مرغ افزایش یافت. هم‌چنین سطوح مختلف تیماری مقادیر کل اسیدهای چرب امگا-۳، EPA و DHA در گوشت سینه را افزایش داد. به‌طور کلی افزودن روغن ماهی باعث افزایش اسیدهای چرب امگا-۳ و کاهش مقادیر امگا-۶ در بافت‌ها می‌شود(۱۲). در بدن پرندگان مقادیر کمی ازLNA به DHA تبدیل می‌شود در حالی‌که در دوران آبستنی مقادیر زیادی از DHA برای تمایز سلولی، سیناپس فعال و تقسیم غشای سلولی مغز جنین لازم است. در پرندگان، ایکوزانوئیدها تقریباً بر بسیاری از سیستم‌های فیزیولوژیکی مانند تخم‌گذاری، رشد جنینی، سرعت رشد، ایمنی، رشد توده استخوانی، تنظیم حرارت و... تأثیر می‌گذارند(۷ و ۱). لیواندر و همکاران گزارش کردند که افزایش مقادیر امگا-۳ جیره نقش حفاظتی در برابر عامل کوکسیدیوز ایفاء می‌نماید(۱۴) و تغذیه مرغ‌ها با مکمل‌های اسیدهای چرب از میزان خسارات کوکسیدیوز می‌کاهد(۳). هم‌چنین افزودن مکمل اتیل استرهای EPA,DHA به جیره آغازین جوجه گوشتی دارای ۵ درصد روغن ماهی منهدن به‌طور معنی‌داری مقادیر کاروتنوئیدهای پلاسما را افزایش و خطر بروز استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد(۲).

اسیدهای چرب خانواده امگا-۳ اسیدهای چرب امگا-۳، نقش مهمی در جلوگیری از بروز بیماری‌های قلبی- عروقی، سطح کلسترول خون و واکنش‌های التهابی در انسان دارند (۱۲). هم‌چنین تحقیقات مختلف بیانگر نقش اسیدهای چرب امگا-۳ در ممانعت از رشد سرطان پروستات و سینه (۱۷ و۱۸)، کاهش زمان تأخیر پاسخ ایمنی (۸)، کاهش روماتیسم سرخرگ‌ها (۲۱) و خطر مرگ ناشی از بیماری عروق کرونر قلب می‌باشند. علاوه بر این، برای رشد طبیعی مغز جنین و بهبود سیستم بینایی در انسان ضروری هستند (۱۴).

نسبت مناسب اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳، جهت فعالیت طبیعی مغز و رتینال چشم ضروری است. در مورد نسبت دقیق این اسیدها اتفاق نظر وجود ندارد. بعضی مطالعات نسبت مناسب اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ را برابر پنج ، گروهی دیگر چهار و حتی بعضی از محققین نسبت نزدیک به یک را گزارش نمودند اما بیشترین محققین نسبت کمتر از ۵ را جهت غنی‌سازی کافی می‌دانند (۶، ۲۲ و۲۳).

هدف از انجام این تحقیق بررسی و تعیین بهترین سطح استفاده از روغن ماهی با حداقل اثرات منفی بر روی صفات عملکردی و تولیدی جهت غنی‌سازی اسیدهای چرب امگا-۳ زرده و بررسی نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ زرده تخم‌مرغ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

حیوانات و جیره‌های آزمایشی

در این تحقیق ۷۲ قطعه مرغ لگهورن W – 36 با سن ۲۶ هفته انتخاب و به‌طور تصادفی در ۳ تیمار ۳ تکراری حاوی ۲ پن ۴تایی تقسیم شد. کلیه جیره‌ها بر اساس پیشنهادات NRC (National Research Council,1994) (۱۶) فرموله گردیده و از لحاظ انرژی، پروتئین، فیبر، اسیدهای آمینه و مواد معدنی یک‌نواخت شد (آنالیز جیره‌ها در جدول ۱ موجود است). در این تحقیق ۳ نوع جیره شامل سطح صفر درصد روغن ماهی به‌عنوان تیمار شاهد و سطوح ۲ و ۴ درصد روغن ماهی (Fish oil)(FO) به ترتیب تیمارهای ۲ و ۳ آزمایش در سه دوره ۲۸ روزه متوالی در اختیار مرغ‌ها قرار گرفت. هم‌چنین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

جدول۱. ترکیب مواد خوراکی و مواد مغذی تشکیل دهنده جیره‌های مصرفی

ماده خوراکی ٪	۱	۲	۳
ذرت	۶۶/۴۳	۴۶/۳۰	۴۰/۵۷
کنجاله سؤیا	۲۰/۱۰	۱۹/۲۲	۲۰/۴۲
گندم	۱/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰
پودر ماهی(FO)	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰
روغن ماهی	۰/۰۰	۲/۰۰	۴/۰۰
پودرصدف	۴/۵۰	۴/۵۰	۴/۵۰
سنگ آهک	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰
دی کلسیم فسفات	۰/۷۰	۰/۷۲	۰/۷۲
نمک	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۳
مکمل* ویتامینه	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل* مینراله	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
لیزین	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۵.
متیونین	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸
ترکیب شیمیایی جیره‌ها			
انرژی قابل متابولیسم(Kcal/Kg)	۲۸۲۰	۲۸۲۲	۲۸۲۱
پروتئین خام ٪	۱۶/۱	۱۶/۱	۱۶/۱
چربی خام	۴/۱۱	۶/۰۹	۸/۱۲
کلسیم (٪)	۳/۷	۳/۷۳	۳/۷۲
فسفر (٪)	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
لیزین	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴
متیونین + سیستئین	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷

* : هر کیلو گرم مکمل ویتامینه مرغ تخم‌گذار حاوی ۸۸۰۰۰۰۰ ویتامین A، ۱/۴۷۷ گرم ویتامین B_1 ،۴ گرم ویتامین B_2 ، ۷/۸۴ گرم ویتامین B_3، ۲/۴۶۲ گرم ویتامین B_6، ۰/۰۱ گرم ویتامین B_{12}، ۲۵۰۰۰۰۰ IU ویتامین D_3، ۱۱۰۰۰IU ویتامینE ، ۲۲ گرم ویتامین K_3، ۰/۴۸ گرم فولاسین و ۰/۱۵ گرم بیوتین می‌باشد.

* : هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی: ۷۴/۴ گرم اکسید منگنز، ۷۵ گرم اکسید فریک ، ۶۴/۶۷۵ گرم اکسید روی ، ۶ گرم سولفات مس ، ۰/۲ گرم پرمیکس سلنیوم و ۲۰۰ گرم کولین کلراید بود.

جهت انتخاب مرغ‌های یک‌نواخت و همگن از نظر تولید و وزن بدنی، دوره پیش آزمایش به‌مدت دو هفته اجرا شد.

صفات مورد بررسی

صفات عملکردی شامل درصد تولید تخم‌مرغ، میانگین وزن تخم‌مرغ‌ها، گرم تخم‌مرغ تولیدی به ازای هر مرغ در روز، میزان خوراک مصرفی، ضریب تبدیل غذایی و تغییران وزن بدن مورد مطالعه قرار گرفت هم‌چنین صفات کیفی تخم‌مرغ شامل واحد هاو(Hough Unit)، شاخص تخم‌مرغ (Shape Index)، ارتفاع زرده، رنگ زرده تخم‌مرغ (به روش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

ویلیـومیر(Vuilleumier (procedure), 1969) (۲۵)) و وزن زرده به‌عنوان درصدی از تخم‌مرغ اندازه‌گیری و محاسبه شد.

به‌منظور بررسی تـأثیر سـطوح مختلـف روغـن مـاهی روی کیفیت پوسـته تخـم‌مـرغ، ضـخامت پوسـته و وزن مخـصوص تخم‌مرغ اندازه‌گیری شد. برای انـدازه‌گیـری وزن مخـصوص از ۱۰ سطل که وزن مخصوص آنها بین ۱/۰۶ تا ۱/۱۰ تنظیم شـده بود استفاده گردید و تخم‌مرغ‌ها داخل هر یک از سطل‌هـا قـرار می‌گرفـت هـر تخـم‌مرغـی کـه بـه سـطح ظـرف آب مـی‌آمـد نشان‌دهنده آن بود که وزن مخصوص آن تخم‌مرغ با آب داخـل ظرف برابر است(۲۴).

تعیین اسیدهای چرب زرده تخم‌مرغ

برای اندازه‌گیری سطح اسیدهای چـرب موجـود در زرده ابتـدا ۳ عدد تخم‌مرغ به‌طور تصادفی از هر تکرار تیمارهـای مختلـف (در سه روز متوالی روزی یک تخم‌مرغ) جمع‌آوری و زرده آنها جدا شد و سپس زرده‌های هر تکـرار بـا هـم مخلـوط و از هـر تکرار یک نمونه و مجموعاً سه نمونه از هر تیمار انتخـاب و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا قبل از شروع آزمایش‌های تجزیه شیمیایی نگه‌داری شد. سپس مقادیر کل چربی ۰/۵ گرم زرده با روش فولچ به‌طور دقیق استخراج شـد (۱۰) در ایـن روش نـیم گرم زرده در بالن قرار داده و هگزان نرمال و متانول بـه نـسبت ۲ به ۱ به این بالن اضافه شد پس از آن استر اسـیدهای چـرب، در حضور تری فلورید بور ۱۵ درصد، به متیل استر اسید چرب مربوطه تبدیل گردیـد. متیـل اسـتر اسـیدهای چـرب بـه‌وسـیله دسـتگاه گـاز کرومـاتوگرافی مـدل شـیمادزو A ۱۶ (Gas Chromatography Shimadzu GC-16A) و سـتون کاپیلاری (CPSil 88 Fused silica capillary column) با طـول ۱۰۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر جداسـازی شـد. در ابتـدا ستون به‌مدت ۵ دقیقه در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد گرم شـد و سپس با سرعت ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۱۷ افـزایش و دوباره با سـرعت۴ درجـه در دقیقـه بـه۲۳۰ درجـه رسـید و به‌مدت ۲۵ دقیقه در همین درجـه حـرارت بـاقی مانـد. درجـه حـرارت آشکارسـاز (دتکتـور) ۲۸۰ درجـه و محـل تزریـق (انجکتور) برابر ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد حفـظ شـد. گـاز حامـل هلیوم و فشار سر سـتون برابـر ۲/۲ گـرم بـر سـانتی‌متـر مربـع تنظـیم شـد. سـپس زمـان بـازداری پیـک‌هـای نمونـه بـا اسـتاندارد(اسـتاندارد اسـید چـرب شـرکت سـیگما (Sigma Quimica, S.A. Apdo. Correos 161, 28100 Alcobendas, Spain)) مقایـسه و نـوع اسـید چـرب شناسـایی گردید. برای تعیین مقدار کمی اسید چـرب از روش اسـتاندارد داخلی استفاده شد (۱۳). جدول ۲ آنالیز ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی را نشان می‌دهد.

آنالیز آماری

داده‌ها با استفاده از برنامه SAS 6.12 (۱۹) و با استفاده از رویـه خطی عمومی(General Linear Model) (GLM) در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز شدند و مدل آماری مورد استفاده به‌صورت زیر بود

$$Y_{ij} = \mu_{ij} + \alpha_i + w_j + \alpha_i \times w_j + e_{ij}$$

در این فرمول Y_{ij} صفت مورد مطالعه، μ_{ij} میانگین صفت و α_i اثر تیمار و w_i اثر دوره یـا هفتـه‌هـای آزمایـشی (دوره‌هـای ۲۸ روزه) و $\alpha_i \times w_j$ اثر متقابل تیمار و دوره‌های آزمایشی e_{ij} اثـر خطای آزمایشی هم‌چنـین جهـت آزمـون معنـی‌داری از آزمـون دانکن (Duncan test) در سطح ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی داده‌های آزمایشی نشان داد که سـطوح مختلـف روغـن ماهی کیلکـا تـأثیر معنـی‌داری روی صـفات عملکـردی شـامل مصرف خوراک روزانه، درصد تولیـد تخـم‌مـرغ، میـانگین وزن تخم‌مرغ، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و ضریب تبـدیل غـذایی روزانه نداشت ($P > ۰/۰۵$)(جدول ۵). مقادیر افزایش وزن بدنی در طول دوره آزمایشی در تیمارهای حاوی روغن ماهی نسبت بـه تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافـت ($P < ۰/۰۵$). چـون در تیمار شاهد روغن به جیره افزوده نشده بود افزایش بیـشتر وزن

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

جدول۲. ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی

اسید چرب	جیره‌های آزمایشی		
	شاهد	٪۲ FO	٪۴ FO
	درصد از کل متیل استرهای اسیدهای چرب جیره		
$C_{14:0}$	۱/۰۹	۲/۲۳	۲/۶۷
$C_{16:0}$	۳۰/۱۹	۳۳/۴۶	۳۴/۱۹
$C_{16:1\ n-7}$	۳/۵۲	۲/۳۶	۲/۲۷
$C_{18:0}$	۸/۴۱	۱۰/۶۵	۱۲/۴۱
$C_{18:1\ n-9}$	۳۴/۵۹	۲۸/۲۹	۲۵/۵۱
$C_{18:2\ n-6}$	۲۰/۱۲	۱۷/۷۸	۱۶/۸۲
$C_{18:3\ n-3}$	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۱
$C_{20:4\ n—6}$	۱/۳۵	۱/۵۴	۱/۹۷
$C_{20:5\ n-3}$	۰/۰۳	۳/۵۳	۴/۵۸
$C_{22:6\ n-3}$	۰/۰۱	۰/۹۸	۱/۷۸

* FO,(Fish oil): (روغن ماهی)

** : اسید میریستیک ($C_{14:0}$) اسید پالمیتیک ($C_{16:0}$)، اسید پالمیتولئیک ($C_{16:1}$)، اسید استئاریک ($C_{18:0}$)، اسید اولئیک($C_{18:1}$)، اسید لینولئیک ($C_{18:2}$)، اسید لینولنیک ($C_{18:3}$)، اسید آراشیدونیک($C_{20:4}$)، اسید ایکوزاپنتانوئیک ($C_{20:5}$)، اسید دوکوزاهگزانوئیک($C_{22:6}$) (Myristic acid, Palimitic acid, Palimitoleic acid, Stearic acid, Oleic acid, Linoleic acid(LA), Llinolenic acid(LNA), Arashidonic acid(AA), Eicosapentaenoic acid(EPA) and (Docosahexaenoic acid(DHA)

بدنی در تیمارهای حاوی روغن ماهی به‌دلیل اثر افزایشی روغن‌ها می‌باشد. سایر صفات کیفی تخم‌مرغ‌ها مانند شاخص تخم‌مرغ، واحدها و(کیفیت سفیده تخم‌مرغ)، شاخص رنگ و ارتفاع زرده، ضخامت پوسته و وزن مخصوص در سطوح مختلف روغن ماهی تغییر معنی‌داری پیدا ننمود (P >۰/۰۵). وزن زرده و سفیده به‌عنوان درصدی از وزن تخم‌مرغ از جمله دیگر صفاتی بودند که در این طرح مورد مطالعه قرار گرفتند. آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین آنها وجود نداشت (P >۰/۰۵). نتایج مشابهی را محققین قبلی در هنگام استفاده از ۳ درصد روغن ماهی منهدن گزارش نمودند(۲۶).

جدول ۴ ترکیب اسیدهای چرب و مقدار کلسترول زرده تخم‌مرغ تیمارهای تغذیه شده با روغن ماهی کیلکا را نشان می‌دهد. بر مبنای اطلاعات مندرج در جدول فوق سطح کلسترول تخم‌مرغ کاهش یافت (P <۰/۰۵) که با نتایج بعضی از محققین مطابقت داشت (۵ و۲۶). اما درصد اسیدهای چرب اشباع (مریستات، پالمیتات و استئارات) در تیمارهای مختلف تغییر معنی‌داری نشان نداد (P >۰/۰۵) (جدول ۴). هارگیس و همکاران (۱۱) نیز در هنگام استفاده از روغن ماهی منهدن در جیره تغییر معنی‌داری در مقدار اسیدهای چرب اشباع گزارش نکردند. هم‌چنین ون الس ویک نیز عدم تغییر مقادیر اسیدهای چرب اشباع پالمیتات و استئارت و سایر اسیدهای چرب اشباع

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

جدول۳. تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی کیلکا بر صفات عملکردی و تولیدی مرغان تخم‌گذار

صفات عملکردی	گره‌های آزمایشی		
	شاهد	٪ ۲ FO	٪ ۴ FO
تولید تخم‌مرغ (٪)	۹۰/۷۷ ± ۱/۱۴	۹۱/۱۷ ± ۱/۸۵	۸۹/۳۸ ± ۱/۹۸
میانگین وزن تخم‌مرغ (گرم)	۵۷/۷۳ ± ۱/۰۲	۵۷/۶۷± ۰/۷۸	۵۷/۲۱ ± ۰/۶۳
گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه (گرم)	۵۲/۳۹ ± ۱/۴۵	۵۲/۵۹ ± ۱/۸۶	۵۰/۸۷± ۱/۹۷
مصرف خوراک روزانه (گرم)	۹۲/۶۸ ± ۱/۸۱	۹۳/۷۸ ± ۱/۱۷	۹۴/۴۹ ± ۱/۸۹
ضزیب تیدیل غذایی	۱/۷۷ ± ۰/۱۴	۱/۷۷ ± ۰/۱۸	۱/۸۹ ± ۰/۱۱
افزایش وزن بدنی (گرم)	۹۰/۰۰ ± ۳/۰۹^{c}	۱۲۴ ± ۲۸/۱۱ ^{b}	۱۶۸ ± ۲۶/۰۱^{a}
واحد هاو	۸۵/۹۸ ± ۲/۵۴	۸۸/۱۳ ± ۲/۹۶	۸۷/۰۷ ± ۱/۴۳
شاخص تخم‌مرغ	۷۶/۳۰ ± ۱/۲۷	۷۷/۴۴ ± ۱/۱۴	۷۶/۰۶ ± ۱/۵۳
شاخص ارتفاع زرده	۴۰/۸۱ ± ۱/۶۸	۴۱/۵۲ ± ۲/۰۸	۳۹/۷۰ ± ۲/۷۸
شاخص رنگ زرده	۵/۵۶ ± ۰/۸۹	۶/۲۱ ± ۰/۸۶	۵/۷۶ ± ۰/۹۸
وزن مخصوص	۱/۰۸۳۸ ± ۰/۰۰۲۳	۱/۰۸۴۴ ± ۰/۰۰۲۳	۱/۰۸۲۸ ± ۰/۰۰۲۳
ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۳۴/۸۷ ± ۱/۰۷	۳۵/۱۱ ± ۰/۹۵	۳۴/۲۸ ± ۰/۸۴
درصد وزن زرده از تخم‌مرغ	۲۶/۷۵ ± ۰/۹۴	۲۷/۵۳ ± ۰/۹۱	۲۶/۹۰ ± ۰/۷۰

FO,(Fish oil): (روغن ماهی)

وجود حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین میانگین تیمارهای مختلف آزمایشی می‌باشد (P <۰/۰۵)

را در هنگام مکمل نمودن ۳ درصد روغن ماهی منهدن به جیره گزارش نمود(۲۶) که با نتایج ما مطابقت دارد زیرا مرغ توانایی سنتز اسیدهای چرب اشباع را دارند و اگر مقدار جیره ای آنها کاهش یابد نیز مرغ می‌تواند کمبود آنها را جبران نماید.

اسید پالمپیتولئیک مهم‌ترین اسید چرب خانواده امگا– ۷ می‌باشد. وقتی روغن ماهی کیلکا به جیره مرغ تخم‌گذار اضافه شد درصد این اسید چرب در زرده تغییری ننمود(جدول۴ و۵). شاید تنوع کم مقدار این اسید چرب در منابع مختلف جیره خوراکی مرغان دلیل اصلی آن باشد. نتایج مشابهی را سایر محققین نیز در هنگام افزودن روغن ماهی به جیره گزارش نمودند(۶، ۱۱ و ۲۶).

درصد اسید اولئیک (شاخص اسیدهای چرب امگا– ۹) زرده تخم‌مرغ در تیمارهای تغذیه شده با روغن ماهی کیلکا تغییری معنی‌داری در هیچ یک از دوره‌های آزمایشی با تیمار شاهد نداشت (P >۰/۰۵) (جدول ۴ و ۵). یافته‌های ما با نتایج آیموند و ون السویک (۵)، ون السویک (۲۶)، بائوسلز و همکاران (۶) مطابقت داشت. و اکثر این پژوهشگران عدم تغییر در مقادیر اسید اولئیک و اسیدهای چرب امگا –۹ در هنگام افزودن روغن ماهی به جیره مرغ را گزارش نمودند. ولی هارگیس و همکاران (۱۱) کاهش در مقدار اسید اولئیک را گزارش نمودند که با نتایج ما و سایر پژوهشگران مطابقت ندارد. شاید دلیل این تفاوت‌ها به خاطر تفاوت در روش‌های آنالیزی باشد زیرا تقریباً ترکیب جیره‌های حاوی روغن ماهی مشابه بود و علاوه بر این مرغ توانایی سنتز اسید اولئیک را دارد.

آنالیز سطوح اسیدهای چرب امگا–۶ زرده تیمارهای تغذیه شده با روغن ماهی کیلکا نشان داد. درصد اسید لینولئیک به‌طور میانگین از ۱۰/۲۴ در تیمار شاهد به ۷/۲۶ و ۷/۶۹ در تیمارهای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

جدول۴. ترکیب اسیدهای چرب زرده تخم‌مرغ مرغان تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن ماهی کیلکا

اسید چرب	گره‌های آزمایشی		
	شاهد	٪ ۲ FO	٪ ۴ FO
	درصد از کل متیل استرهای اسیدهای چرب زرده تخم‌مرغ		
$C_{14:0}$	۰/۸۶ ± ۰/۰۷	۰/۸۸ ± ۰/۰۷	۱/۰۱ ± ۰/۱۶
$C_{16:0}$	۳۴/۹۲ ± ۱/۶۸	۳۶/۲۶ ± ۳/۳۲	۳۳/۰۵ ± ۲/۹۹
$C_{16:1\ n-7}$	۲/۹۹ ± ۰/۴۰	۳/۸۱ ± ۰/۹۱	۳/۰۱ ± ۰/۴۶
$C_{18:0}$	۸/۸۹ ± ۰/۳۸	۸/۸۷ ± ۱/۶۳	۱۰/۳۱ ± ۲/۹۳
$C_{18:1\ n-9}$	۳۹/۹۶ ± ۱/۲۹	۴۰/۳۹ ± ۰/۹۶	۴۰/۳۱ ± ۰/۶۰
$C_{18:2\ n-6}$	۱۰/۲۴ ± ۱/۲۰^{a}	۷/۲۶ ± ۰/۷۹^{b}	۷/۶۹ ± ۰/۷۷^{b}
$C_{18:3\ n-3}$	۰/۴۷ ± ۰/۱۱	۰/۵۵ ± ۰/۰۹	۰/۵۶ ± ۰/۲۰
$C_{20:4\ n—6}$	۱/۳۴ ± ۰/۶۵	۰/۸۸ ± ۰/۵۲	۱/۳۷ ± ۰/۷۳
$C_{20:5\ n-3}$	۰/۱۴۷ ± ۰/۰۱۶ ^{c}	۰/۵۲۰ ± ۰/۰۸۰ ^{b}	۰/۸۲۳ ± ۰/۰۹۷ ^{a}
$C_{22:6\ n-3}$	۰/۰۳۱ ± ۰/۰۰۲ ^{c}	۱/۰۶۰ ± ۰/۰۷۰ ^{b}	۲/۴۴۶ ± ۰/۰۶۲ ^{a}
کلسترول زرده (mg/g)	۱۲/۹۵ ±۰/۵۹ ^{a}	۱۲/۲۰ ±۰/۴۸ ^{b}	۱۱/۸۰ ±۰/۶۵ ^{b}

FO,(Fish oil): (روغن ماهی)

** : اسید میریستیک ($C_{14:0}$) اسید پالمیتیک ($C_{16:0}$)، اسید پالمیتولئیک ($C_{16:1}$)، اسید استئاریک ($C_{18:0}$)، اسید اولئیک($C_{18:1}$)، اسید لینولئیک($C_{18:2}$)، اسید لینولنیک ($C_{18:3}$)، اسید آراشیدونیک($C_{20:4}$)، اسید ایکوزاپنتانوئیک ($C_{20:5}$)، اسید دوکوزاهگزانوئیک($C_{22:6}$) (Myristic acid, Palimitic acid, Palimitoleic acid, Stearic acid, Oleic acid, Linoleic acid(LA), Llinolenic acid(LNA), Arashidonic acid(AA), Eicosapentaenoic (acid(EPA) and Docosahexaenoic acid(DHA)

وجود حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین میانگین تیمارهای مختلف آزمایشی می‌باشد (P <۰/۰۵)

۲ و ۳ کاهش یافت. این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P <۰/۰۵). (جدول ۴). بسیاری از محققین گزارش نمودند که مقدار اسید لینولئیک در منابع دریایی پایین بوده و افزودن این منابع خوراکی به جیره مرغ تأثیر معنی‌داری بر درصد آن در زرده نخواهد داشت. هم‌چنین آنالیز آماری داده‌ها نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری در درصد آراشیدونات در تیمارهای تغذیه شده با روغن ماهی کیلکا و شاهد وجود ندارد (جدول ۴) (P <۰/۰۵). ولی هارگیس و همکاران کاهش مقدار اسید آراشیدونیک را از ۱۰۵ میلی‌گرم در شاهد به ۳۵ میلی‌گرم در تیمار حاوی روغن ماهی گزارش نمودند. هم‌چنین آیموند و ون السویک (۵) کاهش درصد اسید آراشیدونیک را از ۵/۰۴ به ۲/۵۲ گزارش نمودند که این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار بود. ولی بائوسلز و همکاران (۶) هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری گزارش ننمودند که مشابه نتایج تحقیق حاضر است. درصد مجموع اسیدهای چرب امگا-۶ در جدول ۵ موجود است. بررسی کامل این اسیدها در تیمارها نشان داد که درصد مجموع اسیدهای چرب امگا-۶ در تیمارهای حاوی روغن ماهی کیلکا نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته و در تیمار حاوی ۲ و۴ درصد روغن ماهی کیلکا کمترین مقادیر مشاهده شد و این کاهش نسبت به تیمار شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P <۰/۰۵). در میانگین دوره‌ها درصد مجموع اسیدهای چرب امگا-۶ از ۱۲/۳۸ درصد در تیمار شاهد به ۸/۱۴ و ۹/۰۵ درصد به ترتیب در تیمارهای ۲ و ۳ کاهش یافت. احتمالاً این کاهش به‌دلیل رقابت در مسیرهای متابولیکی سنتز اسیدهای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

جدول۵. ترکیب لیپید، و نسبت اسیدهای چرب و مجموع اسیدهای چرب اشباع و امگا در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن ماهی کیلکا

اسید چرب	گره‌های آزمایشی		
	شاهد	٪ ۲ FO	٪ ۴ FO
	درصد از کل متیل استرهای اسیدهای چرب زرده تخم‌مرغ		
SFA*	۴۴/۶۸ ± ۱/۳۹	۴۵/۹۲ ± ۱/۵۱	۴۴/۱۷ ± ۱/۹۷
PUFA	۵۴/۴۱ ± ۱/۶۲	۵۴/۰۶ ± ۱/۹۸	۵۵/۸۱ ± ۲/۱۳
MUFA	۴۲/۹۵ ± ۱/۴۴	۴۴/۲۰ ± ۱/۹۵	۴۳/۳۲ ± ۱/۰۷
ω -7	۲/۹۹ ± ۰/۴۰	۳/۸۱ ± ۰/۹۳	۳/۰۱ ± ۰/۶۸
ω -9	۳۹/۹۶ ± ۱/۲۹	۴۰/۳۹ ± ۰/۹۶	۴۰/۳۱ ± ۰/۶۰
ω -6	۱۱/۵۸ ± ۱/۲۷[a]	۸/۱۴ ± ۰/۹۸[b]	۹/۰۵ ± ۱/۰۸[b]
ω -3	۰/۶۵ ± ۰/۱۲[c]	۲/۱۴ ± ۰/۲۴[b]	۳/۹۲ ± ۰/۳۰[a]
PUFA / SFA	۱/۲۰ ± ۰/۰۴[a]	۱/۱۹ ± ۰/۰۳[a]	۱/۲۶ ± ۰/۰۶[a]
SFA/MUFA	۱/۰۴ ± ۰/۰۴[a]	۱/۰۴ ± ۰/۰۵[a]	۱/۰۲ ± ۰/۰۷[a]
ω -6 / ω -3	۱۸/۰۱ ± ۰/۸۶[a]	۳/۸۰ ± ۰/۳۱[b]	۲/۳۱ ± ۰/۱۹[c]
مقدار کل لیپید (گرم در ۱۰۰ گرم زرده)	۲۳/۱۲ ± ۰/۸۶	۲۲/۸۱ ± ۰/۵۳	۲۲/۴۳ ± ۰/۶۷

*SFA; saturated fatty acid, PUFA; polyunsaturated fatty acid, MUFA; monounsaturated fatty acid, ω -7; omega-7 fatty acids, and ω -6/ ω -3 the ratio of omega-6/omega-3 fatty acids

وجود حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین میانگین تیمارهای مختلف آزمایشی می‌باشد (P <۰/۰۵)

چرب امگا-۶ و امگا-۳ می‌باشد وقتی پیش‌سازهای یک خانواده در جیره افزایش می‌یابد میزان آنزیم‌های سنتزی آن خانواده افزایش می‌یابد و در سنتز اسیدهای چرب خانواده مقابل اختلال ایجاد می‌شود چون مقدار پیش سازهای اسیدهای چرب امگا-۶ در تیمارهای ۲ و ۳ پایین‌تر بود درصد اسیدهای چرب این خانواده نیز در زرده کاهش یافت (P <۰/۰۵).

اسیدهای چرب امگا-۳ ، مهم‌ترین خانواده اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه هستند که نقش‌های مهمی در سلامتی و عملکرد صحیح قلب و عروق و سیستم ایمنی و عصبی دارند(۲۲). در تیمارهای حاوی روغن ماهی کیلکا، اسیدهای چرب بلند زنجیر مانند ایکوزانوئیدها و دوکوزانوئیدها افزایش یافت. اما آنالیز داده‌ها نشان داد که در تیمارهای حاوی روغن ماهی کیلکا مقدار اسید لینولنیک نسبت به شاهد تغییر معنی‌داری نکرده است (جدول ۴) (P <۰/۰۵). این نتایج با یافته‌های آیموند و ون السویک(۵) و بائوسلز و همکاران (۶) موافق بود که دلیل آن احتمالاً پایین بودن سطح اسید لینولنیک در روغن ماهی است. موجودات دریایی از جمله ماهی غنی از اسیدهای چرب امگا-۳ غیراشباع بلندزنجیر می‌باشند ولی با نتایج هارگیس و همکاران (۱۱) مبنی بر افزایش مقدار لینولنات بعد از سه هفته تیمار مطابقت نداشت. که دلیل آن اختلاف در مقدار اسید لینولنیک در منابع مورد استفاده بود جیره‌های حاوی روغن ماهی کیلکا حاوی سطوح پایین اسید لینولنیک و سطوح بالای اسیدهای چرب امگا-۳ بلندزنجیر بودند و مکمل نمودن روغن ماهی کیلکا تأثیری بر درصد اسید لینولنیک زرده نداشت.

آنالیز داده‌های آزمایشی مربوط به تیمارهای حاوی روغن ماهی کیلکا نشان داد که درصد ایکوزاپنتاانوئیک اسید با افزایش روغن ماهی کیلکا حدود ۳۲۳ و ۵۲۴ درصد نسبت به تیمار شاهد به ترتیب در تیمارهای ۲ و ۳ افزایش یافت(P <۰/۰۵)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

(جدول ۴). یافته‌های ما با نتایج هارگیس و همکاران (۱۱) که افزایش این اسید چرب را از صفر به بیش از ۳۵ میلی‌گرم گزارش نمودند و نتایج ون السویک (۲۶) که افزایش از نزدیک صفر به ۱۵ میلی‌گرم و با یافته‌های بائوسلز و همکاران (۶) که افزایش EPA را گزارش نمودند موافق بود. ولی با نتایج آیموند و ون السویک (۵) که عدم افزایش در مقدار EPA را گزارش نمودند مطابقت نداشت. همان‌طور که در جداول ۲ و۴ نشان داده شده در حالی‌که مقدار EPA از DHA در روغن ماهی بالاتر بود ولی درصد DHA از EPA در زرده بیشتر بود و این افزایش مقدار DHA بیانگر توانایی سنتز این اسید چرب از منشأ EPA در بدن مرغ می‌باشد.

دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA)، مهم‌ترین اسید چرب بلند زنجیر خانواده امگا–۳، دارای ۲۲ کربن و ۶ باند دوگانه می‌باشد. این اسید بیشترین افزایش را در تیمارهای حاوی روغن ماهی کیلکا داشت. مقدار DHA به‌طور میانگین از ۰/۰۳۱ درصد در شاهد به ۱/۰۶۱ و ۲/۴۵ درصد به ترتیب در تیمارهای حاوی ۲ و ۴ درصد روغن ماهی کیلکا افزایش یافت که اختلاف بین تیمارهای مختلف و شاهد معنی‌دار بود (P <۰/۰۵). هارگیس و همکاران (۱۱) افزایش از ۱۰ میلی‌گرم به ۱۸۰ میلی‌گرم را گزارش نمودند هم‌چنین سایر محققین نیز (۵ ،۶ و ۲۶) نتایج مشابهی را گزارش نمودند که با نتایج مطالعه مطابقت دارد. یکی از فاکتورهای مهم دیگر مجموع اسیدهای چرب امگا–۳ (لینولنیک اسید، ایکوزاپنتاانوئیک اسید و دوکوزاهگزاانوئیک اسید) می‌باشد چون این اسیدها دارای پیوندهای دوگانه زیادی بوده و در درجه حرارت پایین به‌صورت مایع هستند تأثیر زیادی بر روی سلامتی و سیستم ایمنی و عملکرد قلب و عروق دارند. آنالیز داده‌های آزمایشی حاکی از افزایش مجموع اسیدهای چرب امگا–۳ در تیمارهای حاوی روغن ماهی کیلکا می‌باشد، بیشترین افزایش درصد مجموع اسیدهای چرب امگا–۳ مربوط به دو اسید چرب EPA و DHA بود و مجموع اسیدهای چرب امگا–۳ به‌طورمیانگین از ۰/۶۹ درصد در تیمار شاهد به ۲/۱۴ و ۳/۹۲ در تیمارهای ۲ و ۳ افزایش یافت و اختلاف آن با تیمار شاهد معنی‌دار بود (P <۰/۰۵). محققین زیادی نیز نتایج مشابهی در مورد افزایش مقادیر اسیدهای چرب امگا–۳ زرده تخم‌مرغ در هنگام افزودن روغن ماهی به جیره گزارش نمودند (۵، ۶، ۱۱ و ۲۶) که مشابه نتایج تحقیق حاضر بود. (جداول ۴ و ۵). بنابراین مکمل نمودن روغن‌های ماهی به‌ویژه ماهی کیلکا به جیره به‌دلیل دارا بودن سطوح بالای اسیدهای چرب امگا–۳ بلند زنجیر باعث افزایش این گروه اسیدهای چرب می‌شوند

امروزه محققینی که در زمینه اسیدهای چرب مطالعه می‌نمایند اهمیت نسبت اسیدهای چرب امگا–۶ به امگا–۳ را از درصد آنها در منابع خوراکی مهم‌تر می‌دانند(۶ و ۱۵). بیشتر محققین تجزیه و تحلیل نتایج را بر اساس این نسبت‌ها انجام می‌دهند (جدول ۵). آنالیز آماری مربوط به نسبت اسیدهای چرب امگا–۶ به امگا–۳ نشان داد که با افزایش روغن ماهی در جیره، این نسبت در زرده از ۱۸/۰۱ در تیمار شاهد به ۳/۸ و ۲/۳۱ به ترتیب در تیمارهای ۲ و ۴ درصد روغن ماهی کیلکا کاهش یافت (P <۰/۰۵). علت این کاهش به‌دلیل بالا بودن اسیدهای چرب بلندزنجیر غیراشباع در روغن‌های ماهی می‌باشد. که به مرغ توانایی افزایش سنتز اسیدهای چرب امگا–۳ و افزایش توانایی انتقال آنها را به تخم‌مرغ می‌دهد. هر چه این نسبت پایین‌تر باشد آثار بهتری روی عروق خونی و سیستم قلبی خواهد داشت خطر بروز سکته‌های قلبی- عروقی و مرگ ناگهانی را کاهش خواهد داد.

نتیجه‌گیری

استفاده از سطح ۲ درصد روغن ماهی در تغذیه طیور هیچ‌گونه اثر منفی روی صفات عملکردی مرغان تخم‌گذار و کیفی تخم‌مرغ نخواهد داشت ولی استفاده از سطح ۴ درصد روغن ماهی کیلکا منجر به افزایش وزن بدنی و هزینه تولید می‌گردد. استفاده از سطوح مختلف روغن ماهی باعث افزایش اسیدهای چرب امگا–۳ زرده به‌ویژه اسیدهای چرب بلند زنجیر و با چند پیوند دوگانه و هم‌چنین بهبود نسبت اسیدهای چرب امگا–۶ به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

امگا-۳ می‌شود. بسته به هدف غنی‌سازی می‌توان درصد روغن ماهی را مشخص نمود.

سپاسگزاری

محققین از جناب آقای مهندس قره شیر مدیر مزرعه مرغداری "مرغ تخم‌گذار شرکت به پرور" و استانداری خراسان جنوبی به‌دلیل همکاری در اجرای طرح تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

۱. میرقلنج، ع.، ش. رحیمی، م. برزگر و ع. م. کمالی. ۱۳۸۴. مقایسه منابع مختلف اسیدهای چرب امگا -۳ جهت غنی‌سازی تخم‌مرغ. مجله دانشکده دام‌پزشکی، دانشگاه تهران ۶۰(۱): ۸۷-۹۱.

2. Allen, P. C. and D. D. Harry. 1998. Effects of Dietary Supplementation with n-3 Fatty Acid Ethyl Esters on Coccidiosis in Chickens. Poult. Sci. 77: 1631-1635.
3. Allen, P. C., H. D. Danforth and O. A. Levander. 1996. Diets high in n-3 fatty acids reduce cecal Lesion scores in chickens infected with Eimeria tenella. Poult. Sci. 75:179-185.
4. Anderson, G. J. and W. E. Corliss. 1990. Docosa-hexaenoic acid is the preferred dietary n-3 fatty acid for the development of the brain and retina. Pediatric. Res. 27: 89-97.
5. Aymond, W. M. and M.E. Van Elswyk. 1995. Yolk Thiobarbituric acid reactive substance and n-3 fatty acid in response to whole and ground flaxseed. Poult. Sci. 74: 1388-1394.
6. Baucells, M. D., N. Crespo, A.C. Barroeta, S. Lopez-Ferrer and M. A. Grashornt. 2000. Incorporation of different polyun-saturated fatty acid into eggs. Poult. Sci. 79: 51-59.
7. Clandinin, M., J. E. Chapell, L. S. Heim, P. R. Sawyer and G. W. Chance. 1980. Extrauteriane fatty acid accretion in infant brain: implications for fatty acid requirements. Early Hum. Dev. 4: 131-138.
8. Gonzalez-Esquerra, R. and S. Leeson. 2000. Effect of feeding hen's regular or deodorized menhadan oil on production parameters, yolk fatty acid profile, and sensory quality of eggs. Poult. Sci. 79:1579-1062.
9. Grobas, S., J. Mendez, L. Lazar, C. De Blas and G. G. Mateos. 2001. Influence of source and percentage of fat added to diet on performances and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. Poult. Sci. 80:1171–1179.
10. Folch, J., M. Less and G. H. Sloane-stanely. 1957. A simple method for the isolation and purification of total fatty acids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226: 497-507.
11. Hargis, P. S., M. E. Van Elswyk and B.M. Hargis. 1991. Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil. Poult. Sci. 70: 874-883.
12. Hulan, H. W., R. G. Ackman, W. M. N. Ratnayake and F. G. Proudfoot. 1988. omega-3 fatty acid levels and performance of broiler chicken fed Red Fish Meal or Red Fish Oil. Can. J. Anim. Sci. 68: 543-547.
13. Morrison, W. R. and M.L. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetates from lipid with boron trifluoride methanol. J. Lipid. Res. 5: 600-608.
14. Leavander, O. A., A. L. Ager, V. C. Morris, R. Fontela and R.G. May. 1992. Menhaden oil protects against malaria in mice fed ground chow. FASEB. J. 6: A 1212.
15. Milinsk, M. C., A. E. Murakami, S. T. M. Gomes, M. Matsushita and N.E. de Souza. 2003. Fatty acid profile of egg yolk lipids from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. Food Chem. 83: 287–292.
16. National Reserch Counicle. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed., National Academy Press, Washington, DC.
17. Okuyama, H., T. Kobayashi and S. Watanaba. 1997. Dietary fatty acids- The n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. Prog. Lipid Res. 35:409-457.
18. Pandalai, P. K., M. J. Pilat, K. Yamazaki, H. Naki and K. J. Pienta. 1996. The effects of omega-3 and omega-6 fatty acids on in vitro prostate cancer growth. Anticancer Res. 16: 815-820.
19. SAS Institute. 1991. SAS ® User,s Guide: Statistics. Version 6.04 Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.
20. Scheideler, S. E. and G. W. Froning. 1996. The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form, and storage conditions on egg production and composition among vitamin E-supplemented hens. Poult. Sci. 75: 1221-1226.
21. Simopoulos, A. P. 1991. Omega-3 fatty acid in health and disease and in growth and development. Am. J. Clin. Nutr. 54: 438-463.
22. Simopoulos, A. P. and J. Robinson. 1998. The Omega Plan. Harper Collins Pub., New York.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]

23. Shimizu, Y. K., S. Ise Arai and H. Shimasaki. 2001. Dietary fish oil for hens affects the fatty acid composition of egg yolk phospholipids and gives a valuable food with an ideal balance of n-6 and n-3 essential fatty acids for human nutrition. J. Oleo Sci. 50: 797-803.
24. Thompson, B. K. and R. M. Hamilton. 1982. Comparison of the precision and accuracy of the flotation and Archimedes method for measuring the specific gravity of egg. Poult. Sci. 16: 1599
25. Vuilleumier, J. P. 1969. The Roche yolk color fan—an instrument for measuring yolk color. Poult. Sci. 48: 767–779.
26. Van Elswyk, M. E. 1992. Composition, functionaly and sensory evaluation of eggs from hens fed dietary menhaden oil. J. Food Sci. 57(2): 343.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.44.7]