



اثر منابع مختلف پودر چربی کلسیمی أمگا ۳ و ۶ بر عملکرد، جوجه‌درآوری، لپیدهای خون و شمارش فولیکول‌های تخمدان در مرغ مادر گوشتی مسن

فرزانه ستاری نجف آبادی^۱، اردشیر محیط^{۲*}، حسین مروج^۲، حسن درمانی کوهی^۲، نوید قوی حسین زاده^۴

- ۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
- ۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
- ۳- استاد، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ۴- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۷)

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین اثر سطوح مختلف پودر چربی کلسیمی أمگا ۳ و أمگا ۶ بر عملکرد، درصد جوجه‌درآوری، لپیدهای سرم، چربی بطنی و شمارش فولیکول‌های تخمدان در مرغ مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ (۶۵ هفته) انجام گرفت. آزمایش بر اساس روش اندازه‌گیری تکرار شده با ۸۴ قطعه مرغ مادر گوشتی و ۲۸ قطعه خروس، با هفت گروه آزمایشی (با چهار تکرار) و به مدت سه ماه اجرا شد. گروه‌های آزمایشی شامل گروه شاهد (بدون پودر چربی)، سطح ۱/۵ و ۳٪ از پودرهای چربی کلسیمی أمگا ۳ حیوانی با منشا ماهی (ω3F)، أمگا ۳ گیاهی با منشا کتان (ω3L) و أمگا ۶ گیاهی با منشا سویا (ω6S) بود. نتایج نشان داد بالاترین میانگین کل درصد تخم‌گذاری مربوط به گروه‌های آزمایشی حاوی سطح ۱/۵٪ ω3F (۶۱/۹۸) و ω3L (۶۰/۲۵) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بود ($P < 0/05$). در بین گروه‌های آزمایشی، بیشترین توده تخم‌مرغ (۴۴/۷۸ g/h/d) از مصرف سطح ۱/۵٪ ω3F حاصل شد ($P < 0/05$). بیشترین غلظت تری‌گلیسیرید (۱۸۰۶/۸ mg/dL)، کلسترول (۲۰۶/۲۵ mg/dL) و لیپوپروتئین با چگالی کم (۲۲۴/۲۵ mg/dL) سرم خون متعلق به گروه شاهد بود، که تفاوت معنی‌داری با سایر گروه‌های آزمایشی داشت ($P < 0/05$). درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور با مصرف جیره‌های حاوی پودر چربی به‌جز سطح ۳٪ ω6S نسبت به گروه شاهد بهبود یافت ($P < 0/05$). در مجموع با توجه به صفات عملکرد تولیدی، جوجه‌درآوری و توجیه اقتصادی جیره‌ها، به نظر می‌رسد افزودن پودرهای چربی کلسیمی أمگا ۳ در سطح ۱/۵٪ (ω3F و ω3L) مقرون به صرفه بوده و می‌تواند تاثیر مثبتی بر مرغ مادر گوشتی مسن داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: پودر چربی کلسیمی، تخمدان، توده تخم‌مرغ، لیپوپروتئین، مرغ مادر گوشتی

* نویسنده مسئول: ar_mohit@guilan.ac.ir

مقدمه

کتان منجر به بهبود عملکرد تولیدی شده است (Saber and Kutlu, 2018). همچنین این محققان مشاهده کردند که گنجاندن ۲٪ روغن کتان و ماهی در مقایسه با روغن سویا و روغن آفتابگردان، تأثیر مثبتی بر جوجه‌درآوری تخم‌های بارور داشت، در حالی‌که تأثیر معنی‌داری بر تعداد تخم‌های بارور و درصد باروری نداشت (Saber and Kutlu, 2019). در مقابل، گروهی با افزودن سطح ۳٪ روغن ماهی، آفتابگردان و پیه به جیره مرغ تخم‌گذار ۶۹ هفته نشان دادند روغن ماهی منجر به افزایش جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور و باروری و کاهش وزن تخم‌مرغ شد (Olubowale et al., 2014). از طرفی، استفاده از روغن در جیره طیور از لحاظ عملی دشوار است (El-Hamid et al., 2016). در مقابل، پودرهای چربی کلسیمی به دلیل استفاده از منابع مختلف چربی و همچنین وجود کلسیم، انرژی قابل سوخت و ساز متفاوتی نسبت به منابع روغن آن دارد، بنابراین ممکن است آثار متفاوتی داشته باشد. از این رو لازم است سطح بهینه پودرهای چربی کلسیمی مورد بررسی قرار گیرد. استفاده از پودر چربی در تغذیه طیور بسیاری از مشکلات استفاده از چربی‌ها و روغن‌ها در جیره طیور از جمله نگهداری، حمل و نقل، خطر اکسیداسیون و مشکلات و امکانات مورد نیاز به هنگام مخلوط کردن با جیره را تسهیل می‌کند (Mala et al., 2004). در سال‌های اخیر برخی تولیدکننده‌ها، جایگزین کردن پودرهای چربی کلسیمی به جای روغن‌های آن را در جیره طیور ترجیح می‌دهند. با توجه به اینکه بیشتر مطالعات صورت گرفته در خصوص استفاده از منابع مختلف روغن در جیره مرغ مادر در سن اقتصادی گله انجام شده است و گزارشی در خصوص استفاده از منابع مختلف پودر چربی کلسیمی حاوی اسیدهای چرب ۳ أمگا و ۶ أمگا به عنوان جایگزین روغن در جیره مرغ مادر به خصوص در سنین بالای گله وجود ندارد، مطالعه حاضر به منظور تعیین آثار منابع مختلف پودر چربی کلسیمی حاوی اسیدهای چرب ۳ أمگا با منشا گیاهی و حیوانی و ۶ أمگا گیاهی بر عملکرد تولیدی، جوجه‌درآوری، لیپیدهای خون، وزن چربی بطنی و تخمدان و شمارش فولیکولی تخمدان در مرغ مادر گوشتی به منظور جلوگیری از افت تولید در سنین بالای مرغ (بعد از سن اقتصادی گله) انجام شد.

طبق کاتالوگ پرورش مرغ مادر گوشتی راس (Aviagen, 2018)، سن اقتصادی گله در محدوده سن ۲۱ تا ۶۴ هفتگی است. بعد از اوج تولید (حدود ۴۰ هفتگی) و با افزایش سن مرغ، به تدریج تولید تخم‌مرغ کاهش پیدا می‌کند (King' Ori, 2011). پژوهش‌های بسیاری برای بهبود عملکرد و جلوگیری از افت تولید در سنین بالای مرغ انجام گرفته است که از این بین می‌توان به برنامه‌های تغذیه‌ای اشاره کرد (Bozkurt et al., 2008). به نظر می‌رسد بتوان با استفاده از منابع مختلف روغن به خصوص روغن‌های حاوی ۳ أمگا و ۶ أمگا به بهبود عملکرد در سنین بالای مرغ مادر گوشتی کمک کرد (Olubowale et al., 2014). بیشتر جیره‌های غذایی طیور، از جمله مرغ مادر، بر اساس اسید چرب ۶ أمگا فرموله می‌شود، این در حالی است که مطالعات زیادی در خصوص آثار مثبت اسید چرب ۳ أمگا بر جنبه‌های سلامتی و ارتباط مفید بین اسیدهای چرب ۳ أمگا و ۶ أمگا در جیره انجام شده است، که اهمیت بسزایی در صفات مربوط به عملکرد تولیدی و تولیدمثلی در مرغ مادر ایفا می‌کند (Koppenol et al., 2014; Saber and Kutlu, 2019). چربی و روغن، خوراکی‌های غنی از انرژی در دسترس هستند که از منابع حیوانی یا گیاهی بدست می‌آیند (El-Katcha et al., 2014; Murali et al., 2015; Mellouk et al., 2018). بیشتر مطالعات موجود در خصوص تأثیر روغن‌های مختلف در جیره مرغ مادر گوشتی در سن اقتصادی انجام شده است. با مطالعه‌ای روی مرغ مادر گزارش شده است که با مصرف جیره‌های حاوی اسیدهای چرب بلند زنجیر ۳ أمگا و ۶ أمگا، نرخ تخم‌گذاری و توده تخم تولیدی تحت تأثیر قرار نگرفت، ولی وزن تخم‌مرغ در مرغ‌های مصرف‌کننده جیره حاوی ۳ أمگا ۳ کاهش یافت (Koppenol et al., 2014). در یک آزمایش با سطح ۱/۵٪ روغن ماهی و سویا در جیره مرغ مادر در سن ۳۴ هفتگی، در پاسخ به جیره حاوی روغن ماهی، کاهش معنی‌داری در وزن و توده تخم‌مرغ تولیدی و افزایش تعداد فولیکول‌های کوچک مشاهده شد، ولی تفاوتی در چربی بطنی، وزن تخمدان و اویداکت و تعداد فولیکول‌های زرد بزرگ مشاهده نشد (Delezie et al., 2016). پژوهشی روی مرغ مادر در سن ۲۵ هفتگی نشان داد افزودن ۲٪ روغن

مواد و روش‌ها

چربی کلسیمی أمگا ۳ گیاهی با منشا کتان ($\omega 3L$) و سطح ۱/۵ و ۳٪ پودر چربی کلسیمی أمگا ۶ گیاهی با منشا سویا ($\omega 6S$) بود.

پودرهای چربی از شرکت دانش بنیان کیمیا دانش الوند و با برند تجاری پرشیافت تهیه شد. تنظیم جیره‌ها با استفاده از نرم افزار جیره‌نویسی WUFFDA متناسب با پیشنهاد کاتالوگ راس تنظیم شد. خروس‌ها با جیره یکسان بر پایه ذرت و سویا و با سطح انرژی ۲۷۷۰ (kcal/kg) و پروتئین ۱۱۷/۱ (g/kg) تغذیه شدند. اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره غذایی مرغ‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. ابعاد هر جایگاه آزمایشی ۱۲۵×۲۵۰ سانتی‌متر و مجهز به یک لانه تخم‌گذاری و برنامه نوری شامل ۱۵ ساعت روشنایی و ۹ ساعت تاریکی بود. تخم‌مرغ‌های تولید شده در هر گروه آزمایشی، به صورت روزانه، در چند نوبت و در ساعت‌های مشخص جمع‌آوری، شمارش، وزن‌کشی و ثبت شدند.

برای انجام این آزمایش از ۸۴ قطعه مرغ مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ در سن ۶۵ هفتگی بر اساس درصد تولید یکسان (قبل از شروع آزمایش اندازه‌گیری شد) استفاده شد، و آزمایشی در قالب طرح اندازه‌گیری تکرار شده با هفت گروه آزمایشی، چهار تکرار و سه قطعه مرغ در هر تکرار به مدت سه ماه انجام شد. تعداد ۲۸ قطعه خروس پس از پلاک-گذاری در جایگاه‌های جداگانه نگهداری شدند و هر صبح پس از توزیع و مصرف دان به وسیله مرغ و خروس‌ها، یک عدد خروس به صورت مقطعی (تعویض جایگاه هر دو روز یک بار) به داخل جایگاه مرغ‌ها منتقل شد، به نحوی که در طول دوره آزمایش در تمام واحدهای آزمایشی حتماً یک بار از تمام خروس‌ها استفاده شود. جیره‌های آزمایشی با رعایت سطوح یکسان انرژی و پروتئین شامل گروه آزمایشی شاهد (بدون پودر چربی)، سطح ۱/۵ و ۳٪ پودر چربی کلسیمی أمگا ۳ حیوانی با منشا ماهی ($\omega 3F$)، سطح ۱/۵ و ۳٪ پودر

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره غذایی مرغ مادر گوشتی

Table 1. Ingredients and chemical composition of broiler breeder hens diet (%)

Ingredients (%)	Fat powder sources						
	Control	$\omega 3F^1$		$\omega 3L^2$		$\omega 6S^3$	
	0%	1.5%	3%	1.5%	3%	1.5%	3%
Yellow corn	70.19	64.07	59.62	63.62	58.80	63.62	58.80
Soybean meal	19.17	20.48	19.78	20.35	19.67	20.35	19.67
Wheat bran	1.49	5.22	9.29	5.80	10.00	5.80	10.00
Calcium carbonate	6.75	6.32	5.88	6.32	6.06	6.32	6.06
Fat powder	0.00	1.50	3.00	1.50	3.00	1.50	3.00
Dicalcium phosphate	1.28	1.25	1.23	1.24	1.28	1.24	1.28
Vitamin and mineral premix ⁴	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Salt	0.40	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
DL-methionine	0.17	0.18	0.19	0.18	0.19	0.18	0.19
Threonine	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
L-Lysine-HCL	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
Chemical composition (%)							
AMEn (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Protein	14.63	14.63	14.63	14.63	14.63	14.63	14.63
Crude fat	2.87	4.03	5.25	4.03	5.24	4.03	5.24
Calcium	2.93	2.93	2.93	2.93	3.00	2.93	3.00
Available phosphorus	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.34	0.35
Lysine	0.66	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Methionin	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Methionin + Cystein	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67

¹ $\omega 3F$: $\omega 3$ fat powder based on fish oil, ² $\omega 3L$: $\omega 3$ fat powder based on linseed oil, ³ $\omega 6S$: $\omega 6$ fat powder based on soybean oil.

⁴ Supplied per kilogram of feed: vitamin A, 4400000 IU; vitamin D3, 1400000 IU; vitamin E, 40000 IU; vitamin K, 2000 mg; thiamine, 1200 mg; riboflavin, 4800 mg; pantothenic acid, 6000 mg; niacin, 22000 mg; pyridoxine, 1600 mg; choline chloride, 400000 mg; folic acid, 800 mg; biotin, 100 mg; vitamin B12, 12 mg; Mn, 48000 mg; Zn, 40000 mg; Fe, 20000 mg; Cu, 4000 mg; I, 800 mg; Se, 120 mg.

نتایج و بحث

عملکرد تولیدی: تاثیر معنی دار سطوح و منابع مختلف پودر چربی کلسیمی آمگا ۳ و آمگا ۶ بر درصد تخم‌گذاری و وزن تخم‌مرغ در جدول ۲ و توده تخم‌مرغ در جدول ۳ نشان داده شده است ($P < 0.05$). نتایج مقایسه میانگین درصد تخم‌گذاری و میانگین توده تخم‌مرغ طی دو ماه مصرف جیره‌های آزمایشی نشان داد مصرف جیره‌های حاوی ۱/۵٪ ۳F و ۱/۵٪ ۳F به طور معنی‌داری منجر به کاهش این دو صفت در مقایسه با سایر جیره‌ها به جز سطح ۳٪ ۳F شد ($P < 0.001$). در انتهای ماه سوم مصرف، بالاترین درصد تخم‌گذاری و توده تخم‌مرغ به طور معنی‌داری مربوط به گروه آزمایشی حاوی ۱/۵٪ ۳F بود، و فقط سطح ۳٪ ۳F منجر به کاهش معنی‌دار این دو صفت نسبت به سایر جیره‌ها شد ($P < 0.001$). این در حالی است که تمامی گروه‌های آزمایشی کاهش چشم‌گیری در درصد تولید نشان دادند که با توجه به بالا رفتن سن مرغ‌های مادر (حدود ۷۵ هفتگی) و کاهش قدرت تولیدمثلی در سنین بالا می‌تواند قابل توجیه باشد، ولی در این بین، گروه آزمایشی حاوی سطح ۱/۵٪ ۳F توانست به میزان کمتری این کاهش تولید را نسبت به سایر گروه‌ها داشته باشد. در مجموع، میانگین درصد تخم‌گذاری کل دوره سه ماهه مصرف نشان داد سطح ۱/۵٪ ۳F و ۱/۵٪ ۳L به طور معنی‌داری بالاترین درصد تخم‌گذاری را در بین گروه‌های آزمایشی داشتند ($P < 0.001$). همچنین نتایج مقایسات متعامد میانگین کل درصد تخم‌گذاری و توده تخم‌مرغ تفاوت معنی‌داری بین آمگا ۳ با منشا گیاهی و حیوانی و نیز آمگا ۳ و آمگا ۶ نشان داد ($P < 0.05$). این نتایج می‌تواند نشان‌دهنده تاثیر مثبت و معنی‌دار استفاده از پودرهای چربی کلسیمی آمگا ۳ و ۶ در سطح ۱/۵٪ در سنین بالای مرغ مادر باشد. این نتایج مطابق با نتایج برخی محققان بود (Delezie et al., 2016; Saber and Kutlu, 2018; Khatibjoo et al., 2018)، ولی گزارش‌های دیگر نشان داد استفاده از سطوح مختلف روغن ماهی، کتان و سویا تاثیر معنی‌دار یا مثبت بر درصد تخم‌گذاری و توده تخم‌مرغ نداشته است (Bozkurt et al., 2008; Ceylan et al., 2014; Saleh, 2013; Koppenol et al., 2011). شاید بتوان برتری این گروه‌های آزمایشی را تا حدودی به

درصد تولید بر اساس شاخص روز مرغ و توده تخم‌مرغ تولیدی در انتهای هر ماه آزمایش محاسبه و نتایج به صورت میانگین دو ماهه اول، میانگین ماه سوم و میانگین کل دوره گزارش شدند. به منظور اندازه‌گیری قابلیت جوجه‌درآوری، تعداد ۱۰ عدد تخم‌مرغ قابل جوجه‌کشی از هر تکرار (۲۸۰ عدد تخم‌مرغ) در انتهای هفته ۶ و ۱۲ آزمایش جمع‌آوری و پس از گازدهی با فرمالدئید تا زمان انتقال به دستگاه جوجه‌کشی در شرایط مناسب نگهداری شدند. سپس تخم‌مرغ‌ها در دستگاه جوجه‌کشی واقع در گروه علوم دامی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران قرار گرفتند و صفات درصد تخم‌مرغ‌های بارور و درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور اندازه‌گیری شد. در انتهای آزمایش، یک مرغ از هر تکرار انتخاب و پس از خون‌گیری از ورید بال کشتار شد. نمونه‌های خون جهت جدا کردن سرم سانتریفیوژ شده، سپس غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول سرم با کیت‌های شرکت پارس آزمون (کیت تشخیص کمی تری‌گلیسرید PAP-GPO با روش فتومتریک، کیت کلسترول CHOD-PAP به روش آنزیماتیک، کالیبراسیون خطی و با روش End point) و LDL و HDL با استفاده از کیت‌های شرکت پیشتاز طب (به صورت مایع با طول موج خوانش ۵۴۶ و ۶۰۰ نانومتر، کالیبراسیون خطی و با روش End point) اندازه‌گیری شدند. چربی محوطه بطنی، تخمدان و مجرای تخم‌گذاری پس از جداسازی توزین شدند و تعداد فولیکول‌های زرد بزرگ (قطر بالاتر از ۱۰ میلی‌متر)، زرد کوچک (قطر ۵ تا ۱۰ میلی‌متر) نیز شمارش و ثبت شدند (Gilbert et al., 1983). در انتها توجیه اقتصادی جیره‌ها بر اساس هزینه خوراک مصرفی برای تولید یک قطعه جوجه با استفاده از مجموع تخم‌مرغ بارور، درصد تخم‌گذاری و جوجه‌درآوری محاسبه شد. داده‌های حاصل در قالب طرح کاملاً تصادفی با اندازه‌گیری تکرار شده و با رویه GLM نرم افزار SAS ۹/۴ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها به وسیله روش توکی در سطح ۵٪ با یکدیگر مقایسه شدند. همچنین مقایسات متعامد برای بررسی تفاوت آمگا ۳ با منشا گیاهی و حیوانی و نیز تفاوت آمگا ۳ و آمگا ۶ انجام شد.

می‌تواند منجر به تغییر استروئیدسازی شوند (Feng et al., 2015). استرادیول ترشح LH از هیپوفیز پیشین و همچنین تعداد گیرنده‌های LH در سلول‌های گرانولوزا را افزایش می‌دهد و از این راه موجب افزایش رشد فولیکول غالب در مراحل نهایی می‌شود (Rosenfeld et al., 2001; Kim et al., 2017).

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین وزن تخم‌مرغ در انتهای ماه دوم و کل دوره آزمایش نشان داد افزودن سطح ۱/۵ و ۳٪ پودرهای چربی در جیره به جز سطح ۱/۵٪ ۳L ω در گروه حاوی سطح ۱/۵٪ ۶S ω نسبت به گروه شاهد معنی‌دار بود ($P < 0.0001$). همچنین نتایج مقایسات متعامد میانگین کل وزن تخم‌مرغ تفاوت معنی‌داری بین ۳ امگا با منشا گیاهی و حیوانی نشان داد ($P < 0.05$). به طور مشابه گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد افزایش معنی‌داری در وزن تخم‌مرغ حاصل از مرغ‌های مادر مصرف‌کننده روغن سویا نسبت به روغن ماهی در سطح ۱/۵ و ۳٪ وجود داشته است (Koppenol et al., 2014; Delezie et al., 2016).

اثرگذاری مثبت اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیر (PUFA) بر عملکرد تولیدمثلی (Mellouk et al., 2018)، افزایش سیالیت غشای سلول‌های تخمدان و تغییر استروئید-سازی نسبت داد (Feng et al., 2015; Zanussi et al., 2019). محققین بیان کردند اسید لینولنیک و PUFAها از راه افزایش تولید فولیکول‌های بزرگ و افزایش نرخ تخمک-گذاری منجر به بهبود تولیدمثل می‌شوند (Wathes et al., 2007; El-Hamid et al., 2016). اسیدهای چرب غیراشباع با فسفولیپیدهای غشا برهمکنش ناپایدارتری نسبت به اسید چرب اشباع و کلسترول برقرار کرده و در نتیجه دولاچه‌های سیال‌تری تشکیل می‌دهند (Yang et al., 2011). این امر نشان می‌دهد PUFAها نقش بسیار مهمی در بهبود سیالیت غشای سلولی دارند، که می‌توانند با افزایش حساسیت سلول‌های فولیکول به LH و FSH و همچنین انجام تبادلات بهتر غشایی بر سوخت و ساز سلول اثر گذاشته و رشد و توسعه فولیکول‌ها را بهبود دهند (Zeron et al., 2002; El-Hamid et al., 2016; Zanussi et al., 2019). همچنین این پودرهای چربی حاوی اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیر

جدول ۲- تاثیر سطوح و منابع مختلف پودر چربی بر درصد تولید تخم‌مرغ روزانه و وزن تخم‌مرغ در مرغ مادر گوشتی (۶۵-۷۷ هفتگی)

Table 2. Effect of different sources and levels of fat powder on hen day egg production and egg weight in broiler breeder hens (65-77 week-old)

Treatments	HDEP ¹ (%)			Egg weight (g)		
	Month 2	Month 3	Total period	Month 2	Month 3	Total period
Control	62.96 ^a	37.04 ^d	54.32 ^b	70.68 ^{bc}	72.07 ^{ab}	71.03 ^{bc}
1.5% ω3F ²	63.89 ^a	58.15 ^a	61.98 ^a	71.86 ^{ab}	73.18 ^{ab}	72.19 ^{ab}
3% ω3F	56.67 ^{bc}	40.74 ^{dc}	51.36 ^{bc}	72.20 ^{ab}	74.65 ^a	72.81 ^{ab}
1.5% ω3L ³	64.08 ^a	52.59 ^b	60.25 ^a	69.27 ^c	70.30 ^b	69.53 ^c
3% ω3L	60.00 ^{ab}	43.12 ^c	54.37 ^b	71.15 ^{bc}	72.32 ^{ab}	71.44 ^{abc}
1.5% ω6S ⁴	53.94 ^c	51.11 ^b	52.99 ^{bc}	73.56 ^a	72.58 ^{ab}	73.32 ^a
3% ω6S	60.93 ^{ab}	30.49 ^e	50.78 ^c	70.98 ^{bc}	72.94 ^{ab}	71.47 ^{abc}
SEM	0.81	0.82	0.56	0.36	0.59	0.36
CV%	3.28	4.50	2.49	1.24	1.98	1.23
Effect (P-value)						
Treat	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0185	0.0001
Time	0.12	0.04	0.04	0.08	0.074	0.07
Treat × Time	0.46	0.10	0.07	0.20	0.17	0.09
Animal origin × plant origin	0.59	0.001	0.0013	0.06	0.007	0.01
ω3 × ω6	< 0.0001	0.001	< 0.0001	0.007	0.81	0.06

^{a-e} Means within a column with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ HDEP: Hen day egg production; ² ω3F: ω3 fat powder based on fish oil; ³ ω3L: ω3 fat powder based on linseed oil; ⁴ ω6S: ω6 fat powder based on soybean oil.

درصد تخم‌مرغ‌های بارور و جوجه‌درآوری: نتایج حاصل از درصد تخم‌مرغ‌های بارور و درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ-های بارور طی دو دوره جوجه‌کشی در جدول ۴ نشان داده شده است. از نظر درصد تخم‌مرغ‌های بارور در دوره اول و دوم جوجه‌کشی بین گروه شاهد و گروه‌های آزمایشی حاوی پودر چربی تفاوتی مشاهده نشد. مشابه با این نتایج، محققان گزارش کردند مصرف سطوح مختلف اسید چرب آمگا ۳ و ۶ (Khatibjoo *et al.*, 2018) و سطح ۲ و ۴٪ روغن ماهی و کتان (Saber and Kutlu, 2019) در جیره مرغ مادر تاثیری بر درصد باروری نداشت. در مقابل، برخی نتایج نشان داد مصرف سطح ۳٪ روغن ماهی منجر به کاهش باروری شد (Olubowale *et al.*, 2014). نتایج حاصل از درصد جوجه-درآوری در تخم‌مرغ‌های بارور نشان داد در دوره اول جوجه-کشی، گروه‌های آزمایشی حاوی سطح ۱/۵٪ ω3F، سطح ۳٪ ω6S و سطح ۱/۵٪ ω3L، درصد جوجه‌درآوری در تخم‌مرغ-های بارور را به میزان معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند ($P < 0.05$). در دوره دوم جوجه‌کشی، با مصرف جیره‌های حاوی سطح ۱/۵٪ و ۳٪ ω3F و ω3L و سطح ۱/۵٪ ω6S افزایش معنی‌داری در درصد جوجه-درآوری تخم‌مرغ‌های بارور حاصل شد ($P < 0.05$).

برخی محققان با افزودن ۱/۵٪ روغن ماهی به جیره مرغ مادر (Bozkurt *et al.*, 2008) و ۳٪ روغن ماهی در مقایسه با روغن آفتابگردان به جیره مرغ تخم‌گذار کاهش معنی‌داری در وزن تخم‌مرغ مشاهده کردند. همچنین گروهی با افزودن ۱/۵ و ۳٪ روغن آفتابگردان، کتان و ماهی (Ceylan *et al.*, 2011) به جیره مرغ تخم‌گذار تفاوت معنی‌داری در وزن تخم‌مرغ گزارش نکردند. تفاوت در وزن تخم‌مرغ می‌تواند تا حدودی به تفاوت در میزان اسید لینولئیک در بین جیره-های غذایی ربط داده شود (Koppenol *et al.*, 2014). در تحقیق دیگری چنین نتیجه‌گیری شد که کاهش وزن تخم-مرغ در جیره‌های حاوی روغن ماهی نسبت به روغن سویا می‌تواند به علت افزایش اسیدهای چرب آمگا ۳ باشد که منجر به کاهش غلظت اسید لینولئیک شده و تاثیر مهمی بر وزن تخم‌مرغ دارد (Delezie *et al.*, 2016). تاثیر مثبت اسید لینولئیک بر سوخت و ساز استرادیول پلازما، ممکن است تولید پروتئین و لیپید برای تشکیل تخم‌مرغ را افزایش دهد (González-Muñoz *et al.*, 2009). اما تفاوت موجود در وزن تخم‌مرغ نه تنها به دلیل تفاوت در تشکیل لیپوپروتئین زرده است، بلکه می‌تواند به دلیل ساز و کاری باشد که شامل تحریک تولید پروتئین در لوله اویداکت به وسیله اسیدهای چرب غیراشباع در جیره غذایی است (González-Muñoz *et al.*, 2009; Koppenol *et al.*, 2014).

جدول ۳- تاثیر سطوح و منابع مختلف پودر چربی بر توده تخم‌مرغ تولیدی در مرغ مادر گوشتی (۶۵-۷۷ هفتگی)

Table 3. Effect of different sources and levels of fat powder on egg mass in broiler breeder hens (65-77 week-old)

Treatments	Egg mass (g/h/d)		
	Month 2	Month 3	Total period
Control	44.4 ^a	26.68 ^d	38.55 ^c
1.5% ω3F ¹	45.90 ^a	42.55 ^a	44.78 ^a
3% ω3F	40.88 ^{bc}	30.41 ^c	37.39 ^{cd}
1.5% ω3L ²	44.41 ^a	36.97 ^b	41.93 ^b
3% ω3L	42.70 ^{ab}	29.83 ^c	38.41 ^{cd}
1.5% ω6S ³	39.70 ^c	37.09 ^b	38.83 ^c
3% ω6S	43.24 ^{ab}	22.26 ^e	36.25 ^d
SEM	0.59	0.45	0.40
CV%	3.34	3.38	2.50
Effect (<i>P</i> -value)			
Treat	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Time	0.22	0.05	0.019
Treat × Time	0.09	0.10	0.07
Animal origin × plant origin	0.18	0.001	< 0.0001
ω3 × ω6	0.005	0.001	< 0.0001

^{a-d} Means within a column with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ ω3F: ω3 fat powder based on fish oil; ² ω3L: ω3 fat powder based on linseed oil; ³ ω6S: ω6 fat powder based on soybean oil.

اصلی انرژی، آب متابولیکی، مواد مغذی و اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیر PUFA برای توسعه جنین در طول دوره ۲۱ روزه جوجه‌کشی است (Bozkurt *et al.*, 2008; Koppenol *et al.*, 2015). علاوه بر این، چربی زرده منبع اسید چرب و دیگر اجزای مورد نیاز برای تولید فسفولیپید غشا در بافت‌های در حال رشد جنین است (Koppenol *et al.*, 2018; Khatibjoo *et al.*, 2015; *al.*). گزارش شده است که ω -3PUFA برای طیف وسیعی از عملکردهای فیزیولوژیکی در سوخت و ساز بدن جوجه مانند سوخت و ساز ایکوزانوئید و فعالیت مربوط به سیستم ایمنی (Goldberg *et al.*, 2013)، توسعه سیستم عصبی مرکزی و مغز و تاثیرات ضد التهابی در جنین (Gulliver *et al.*, 2012; Delezie *et al.*, 2016) و در سوخت و ساز چربی نقش بسزایی دارد (Khatibjoo *et al.*, 2018; Alagawany *et al.*, 2019).

لیپیدهای خون: نتایج جدول ۵ نشان داد غلظت تری-گلیسرید، کلسترول، LDL و HDL سرم به طور معنی‌داری تحت تاثیر پودرهای چربی قرار گرفتند ($P < 0.05$). کاهش معنی‌داری در سطح تری‌گلیسرید، کلسترول و LDL در مرغ‌های مادر مصرف‌کننده سطح ۱/۵ و ۳٪ ω 3F و ω 3L و ω 3S نسبت به گروه آزمایشی شاهد مشاهده شد ($P < 0.05$). در مقابل مصرف پودرهای چربی منجر به افزایش غلظت HDL شدند. این افزایش در تمامی گروه‌های آزمایشی به جز گروه حاوی سطح ۳٪ ω 3L معنی دار بود ($P < 0.05$). نتایج مشابهی به وسیله سایر محققین بدست آمده است. گزارش شده که افزودن روغن ماهی و یا کتان به جیره مرغ منجر به کاهش غلظت تری‌گلیسرید سرم شده است (Chashnidel *et al.*, 2010; Al-Hilali, 2018; Ibrahim *et al.*, 2018; Abbasi *et al.*, 2019). همچنین افزودن روغن‌های مختلف مانند سویا، ماهی و کتان به جیره پرنده منجر به کاهش غلظت کلسترول و LDL سرم (Güçlü *et al.*, 2008; Chashnidel *et al.*, 2010; Monfaredi *et al.*, 2011; Al-Hilali, 2018; Ibrahim *et al.*, 2018; Abbasi *et al.*, 2019)، و افزایش HDL سرم شده است (Chashnidel *et al.*, 2010; Al-Hilali, 2018; Ibrahim *et al.*, 2018; Abbasi *et al.*, 2019). برخی نیز با افزودن روغن‌های سویا، ماهی، کتان و آفتابگردان در جیره مرغ‌های تخم‌گذار (Murata *et al.*, 2003) و بلدرچین (Güçlü *et al.*, 2008)

همچنین نتایج مقایسات متعامد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور در هر دو دوره جوجه‌کشی تفاوت معنی‌داری بین امگا ۳ و امگا ۶ و در دوره دوم، تفاوت معنی‌داری بین امگا ۳ با منشا گیاهی و حیوانی نشان داد ($P < 0.05$). مشابه با این نتایج، محققان با مقایسه سطح ۳٪ روغن‌های ماهی نسبت به روغن آفتابگردان و پیه در جیره مرغ تخم‌گذار (Olubowale *et al.*, 2014)، افزودن سطح ۲ و ۴٪ روغن ماهی و کتان به جیره بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار (Manohar, 2017)، افزودن سطح ۲٪ روغن ماهی و کتان در جیره مرغ مادر (Saber and Kutlu, 2019) و سطح ۳٪ این روغن‌ها در جیره بلدرچین (Al-Daraji *et al.*, 2010)، تاثیر مثبتی در جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور گزارش کردند. تحقیقات نشان داده است که تغییر در اسید چرب جیره به ویژه اسید چرب امگا ۳ بر تغییرات نسبی اسید چرب زرده موثر بوده و از این راه می‌تواند بر باروری و درصد جوجه‌درآوری تاثیر بگذارد و این پتانسیل را دارد که در سوخت و ساز اسید چرب جنینی، رشد کلی و درصد زنده‌مانی جنین مؤثر باشد (Koppenol *et al.*, 2014; Delezie *et al.*, 2016). شاید بتوان علت برتر بودن پودرهای چربی کلسیمی امگا ۳ (ω 3F و ω 3L) و سطح ۱/۵٪ ω 6S را به دلیل تاثیر این پودرهای چربی بر محتوای اسید چرب زرده تخم‌مرغ‌های تولیدی دانست. مقدار اسید چرب غیراشباع زرده تخم‌مرغ تقریباً ۶۷٪ در مقابل ۳۳٪ اسیدهای چرب اشباع برآورد شده است (Koppenol *et al.*, 2014; Fernandes *et al.*, 2018). گزارش شده که در طول جوجه‌کشی، حدود ۸۰٪ چربی زرده به وسیله جنین در حال رشد جذب می‌شود (Koppenol *et al.*, 2015; Fernandes *et al.*, 2018). گروهی بیان کردند که جنین در حال توسعه ترجیحاً اسیدهای چرب غنی از اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیر به ویژه دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA)، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و اسید آراشیدونیک را از چربی زرده جذب می‌کند، که پیش‌ماده برای تولید آن‌ها، اسید لینولنیک و لینولئیک است (Bozkurt *et al.*, 2008; Koppenol *et al.*, 2018; Khatibjoo *et al.*, 2014). از نقطه نظر تغذیه‌ای، اکسیداسیون اسیدهای چرب زرده تخم‌مرغ منبع اولیه و

در واقع اسیدهای چرب ۳ امگا با کاهش تولید تری‌گلیسیرید و آپولیپوپروتئین B، حذف VLDL به وسیله بافت‌های محیطی و کبد و دفع صفرا در مدفوع را افزایش داده و باعث کاهش تولید VLDL در کبد می‌شوند (Güçlü *et al.*, 2008; Saleh *et al.*, 2009; Chashnidel *et al.*, 2010; Al-Hilali, 2018). HDL دارای نسبت بالایی کلسترول، فسفولیپید و استر کلسترول و مقدار اندکی تری‌گلیسیرید است، همچنین یکی از عوامل اصلی فعال‌کننده LPL در پلاسمای مرغ است (Viveros *et al.*, 2009). در آزمایش حاضر، افزایش غلظت HDL در جیره‌های حاوی پودر چربی می‌تواند بیان‌کننده این علت باشد که مصرف این پودرهای چربی حاوی ۳ امگا ۶ منجر به افزایش کارایی مسیر خارج کبدی کلسترول شده که منجر به استفاده بهتر از کلسترول به وسیله کبد (به شکل صفرا) می‌شود (Saleh *et al.*, 2009).

چربی بطنی و فراسنجه‌های تخمدان: نتایج جدول ۶ تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی حاوی پودر چربی در وزن چربی محوطه بطنی، وزن تخمدان، مجرای تخم‌گذاری و تعداد فولیکول‌های زرد بزرگ و کوچک نشان داد ($P < 0.05$). گروه شاهد به طور معنی‌داری دارای بیشترین چربی محوطه بطنی بود و گروه‌های حاوی پودر چربی منجر به کاهش چربی شده بودند. کمترین چربی بطنی مختص

گزارش کردند غلظت HDL سرم تحت تأثیر هیچ یک از منابع روغن قرار نگرفت. محققین نشان دادند که جایگزینی اسید چرب اشباع با غیراشباع در جیره طیور منجر به کاهش چربی شکمی و افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز (LPL) شده که می‌تواند باعث کاهش غلظت تری‌آسیل‌گلیسرول در پلاسما شود (Rebolé *et al.*, 2006; Al-Hilali, 2018). همچنین بیان شده است که PUFAها منجر به مهار تولید لیپید و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب کبدی شده، که بر همین اساس، تری‌گلیسیرید خون را کاهش می‌دهند (Chashnidel *et al.*, 2010; Hassan *et al.*, 2011). مجموع، PUFA در مقایسه با اسیدهای چرب اشباع، غلظت سرمی لیپوپروتئین با چگالی خیلی کم (VLDL)، LDL و کلسترول را کاهش و HDL را افزایش می‌دهند (Viveros *et al.*, 2011; Monfaredi *et al.*, 2009; *al.*). بیان شده است که شاید اسیدهای چرب غیراشباع با مهار هیدروکسیل‌متیل گلووتاریل-کوآ ردوکتاز (HMG-CoA) کبدی که آنزیم محدودکننده سرعت تولید کلسترول است، منجر به کاهش غلظت سرمی کلسترول شوند (Al-Hilali, 2018). شاید بتوان یکی از دلایل کاهش غلظت سرمی LDL در این آزمایش را به دلیل پایین بودن غلظت VLDL در پلاسما و کاهش تبدیل VLDL به LDL نسبت داد.

جدول ۴- اثر سطوح مختلف پودر چربی کلسیمی بر قابلیت جوجه‌درآوری و باروری در مرغ مادر گوشتی

Table 4. Effect of different sources and levels of $\omega 3$ fat powder on fertile egg and hatchability of fertile egg in broiler breeder hens

Treatment	Fertile egg (%)		Hatchability of fertile egg (%)	
	First incubation	Second incubation	First incubation	Second incubation
Control	86.39 ^{ab}	91.56 ^{ab}	45.11 ^{cd}	43.12 ^b
1.5% $\omega 3F^1$	76.04 ^{ab}	80.21 ^{ab}	77.38 ^a	60.57 ^a
3% $\omega 3F$	73.71 ^{ab}	72.63 ^{ab}	43.19 ^d	65.31 ^a
1.5% $\omega 3L^2$	80.72 ^{ab}	61.46 ^b	60.96 ^b	62.59 ^a
3% $\omega 3L$	72.64 ^b	72.80 ^{ab}	55.56 ^{bcd}	60.23 ^a
1.5% $\omega 6S^3$	91.43 ^a	68.81 ^{ab}	57.27 ^{bc}	57.75 ^a
3% $\omega 6S$	86.79 ^{ab}	94.03 ^a	75.91 ^a	32.50 ^b
SEM	3.15	5.54	2.26	2.16
CV%	9.49	17.54	9.32	9.69
P-value				
Treat	0.013	0.02	< 0.0001	< 0.0001
Animal origin \times plant origin	0.031	0.72	0.38	0.0004
$\omega 3 \times \omega 6$	0.001	0.12	0.01	0.0001

^{a-d} Means within a column with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ $\omega 3F$: $\omega 3$ fat powder based on fish oil; ² $\omega 3L$: $\omega 3$ fat powder based on linseed oil; ³ $\omega 6S$: $\omega 6$ fat powder based on soybean oil.

به تری گلیسیرید نسبت به تبدیل اسیدهای چرب به تری-گلیسیرید کارایی کمتری در رسوب انرژی دارد (Wongsuthavas *et al.*, 2011). به غیر از گروه‌های آزمایشی حاوی سطح ۱/۵ و ۳٪ ω 3F، سایر گروه‌های حاوی پودر چربی به طور معنی‌داری باعث کاهش وزن تخمدان شدند ($P < 0.01$). بالاترین وزن مجرای تخم‌گذاری به طور معنی‌داری مربوط به جیره حاوی ۳٪ ω 3L بود، در حالی که در بین پودرهای چربی، سطح ۱/۵٪ ω 3L و ۳٪ ω 3F به طور معنی‌داری باعث کاهش وزن مجرا شدند ($P < 0.01$). این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق برخی محققان که تفاوت معنی‌داری مشاهده نکردند در تضاد بود (Ebeid, 2011; Radwan *et al.*, 2012; Delezie *et al.*, 2016) ولی گزارش مشابهی یافت نشد. بیان شده مصرف روغن ماهی حاوی ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) منجر به افزایش نرخ تخم‌گذاری و رشد فولیکول‌ها می‌شود که این وقایع به عملکرد هیپوتالاموس-هیپوفیز بستگی دارد. همچنین EPA و DHA با افزایش جریان خون به تخمدان‌ها منجر به افزایش وزن تخمدان می‌شوند (Nateghi *et al.*, 2019). مرغ‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی پودر چربی تفاوت معنی‌داری در تعداد فولیکول زرد بزرگ با گروه شاهد نشان ندادند. در واقع پودرهای چربی تاثیر منفی بر فولیکول‌های زرد بزرگ نداشتند.

گروه‌های حاوی سطح ۱/۵ و ۳٪ ω 6S بود ($P < 0.01$). در توافق با این نتایج، محققین گزارش کردند افزودن روغن سویا (Monfaredi *et al.*, 2011)، و افزودن نسبت‌های مختلف روغن کتان و ماهی (Ibrahim *et al.*, 2018) منجر به کاهش چربی محوطه بطنی در جوجه‌های گوشتی شد. همچنین گروهی دیگر با افزودن سطح ۱/۵٪ روغن سویا و ماهی تفاوت معنی‌داری در وزن چربی بطنی در مرغ مادر مشاهده نکردند (Delezie *et al.*, 2016).

نتایج بیانگر این است که ترکیب اسید چرب جیره بر ذخیره چربی محوطه شکم تاثیرگذار است (Monfaredi *et al.*, 2011; Wongsuthavas *et al.*, 2011). محققان دریافتند که وقتی مرغ با جیره غنی از اسیدهای چرب غیراشباع تغذیه می‌شود، به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر در کاتابولیسم چربی و کاهش فعالیت آنزیم اسیدچرب سنتتاز کبد، سرعت اکسیداسیون چربی افزایش و با کاهش مقدار کوآنزیم-آ قابل دسترس برای ساخت مجدد اسید چرب منجر به کاهش لیپوژنز و تولید اسید چرب اندوژنوس (درون زا) شده و بنابراین درصد چربی محوطه شکمی کاهش می‌یابد (Wongsuthavas *et al.*, 2011; Monfaredi *et al.*, 2011; Radwan *et al.*, 2012; Fouad and El-Senousey, 2014; Ibrahim *et al.*, 2018). اسیدهای چرب غیراشباع به ویژه PUFA پس از اکسید شدن، ATP تولید می‌کنند، به طوری که کربوهیدرات‌ها از مسیر اکسیداتیو به مسیر لیپوژنیک منتقل می‌شوند. بیان شده است که تبدیل گلوکز

جدول ۵- تاثیر سطوح و منابع مختلف پودر چربی بر غلظت لیپیدهای سرم (mg/dL) در مرغ مادر گوشتی (۷۷ هفته‌گی)

Table 5. Effect of different sources and levels of fat powder on serum lipid concentration (mg/dL) in broiler breeder hens (77 week-old)

Treatments	Triglyceride (mg/dL)	Cholesterol (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)
Control	1806.80 ^a	206.25 ^a	56.75 ^c	224.25 ^a
1.5% ω 3F ¹	937.30 ^b	140.00 ^b	63.00 ^{ab}	106.75 ^b
3% ω 3F	843.0 ^b	132.00 ^b	63.50 ^{ab}	67.75 ^b
1.5% ω 3L ²	927.30 ^b	140.25 ^b	67.00 ^a	58.00 ^b
3% ω 3L	868.50 ^b	124.25 ^b	60.50 ^{bc}	67.00 ^b
1.5% ω 6S ³	861.00 ^b	141.25 ^b	62.50 ^{ab}	94.00 ^b
3% ω 6S	790.00 ^b	133.00 ^b	64.00 ^{ab}	50.25 ^b
SEM	137.670	9.967	1.506	15.534
P-value	0.005	0.0023	0.0289	0.0001
CV%	33.56	16.80	5.91	39.87

^{a-c} Means within a column with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ ω 3F: ω 3 fat powder based on fish oil; ² ω 3L: ω 3 fat powder based on linseed oil; ³ ω 6S: ω 6 fat powder based on soybean oil.

PUFA با تاثیر بر سیالیت غشا و با افزایش حساسیت سلول-های فولیکول به LH و FSH و افزایش تبادلات غشایی بر سوخت و ساز سلول‌های فولیکول اثر گذاشته و منجر به افزایش تعداد و توسعه فولیکول‌ها می‌شوند (El-Hamid *et al.*, 2016; Zanussi *et al.*, 2019). اما دلیلی برای تاثیرگذاری منفی پودر چربی $\omega 3L$ بر تعداد فولیکول‌های زرد کوچک یافت نشد.

توجیه اقتصادی جیره‌ها بر اساس هزینه خوراک مصرفی برای تولید یک قطعه جوجه: نتایج برآورد توجیه اقتصادی جیره بر اساس هزینه خوراک مصرفی برای تولید هر جوجه (جدول ۷) نشان داد گروه آزمایشی شاهد و تمامی گروه‌های حاوی پودر چربی به جز سطح $\omega 3F$ ۳٪ درآمد بیشتری از فروش جوجه‌های تولیدی نسبت به هزینه خوراک مصرفی مرغ‌ها داشتند. در عین حال، بالاترین درآمد حاصل از فروش جوجه‌ها متعلق به جیره حاوی سطح $\omega 3F$ ۱/۵٪ بود. و پس از آن متعلق به سطح $\omega 3L$ ۱/۵٪ و $\omega 6S$ ۳٪ بود. این در حالی بود که پایین‌ترین قیمت هر کیلوگرم خوراک مصرفی مرغ‌ها متعلق به گروه شاهد بود. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت با توجه به هزینه مصرف خوراک و درآمد حاصل از فروش جوجه‌ها، از بین گروه‌های آزمایشی، مصرف جیره‌های حاوی سطح $\omega 3F$ ۱/۵٪ و $\omega 3L$ و سطح $\omega 6S$ ۳٪ مقرون به صرفه است.

گروه آزمایشی حاوی سطح $\omega 3F$ ۱/۵٪ باعث افزایش معنی‌داری در تعداد فولیکول‌های زرد کوچک شد، در حالی‌که سطح $\omega 3L$ ۱/۵٪ و $\omega 3F$ ۳٪ منجر به کاهش معنی‌دار تعداد فولیکول‌های زرد کوچک شد ($P < 0.01$). مشابه با این نتایج، گروهی با افزودن سطح $\omega 3F$ ۱/۵٪ روغن ماهی به جیره مرغ تخم‌گذار، افزایش تعداد فولیکول‌های زرد کوچک را مشاهده کردند (Nateghi *et al.*, 2019). گروهی دیگر با افزودن سطح $\omega 3F$ ۲/۵٪ روغن ماهی و کتان در جیره مرغ تخم‌گذار، تفاوت معنی‌داری در تعداد فولیکول‌های زرد بزرگ و کوچک گزارش نکردند (Ebeid, 2011). همچنین گزارش شده در گاوهای تغذیه شده با روغن کتان نسبت به روغن سویا کاهش چشمگیری در تعداد فولیکول‌های کوچک مشاهده شد (Ponter *et al.*, 2006). محققان گزارش کردند در بین اسیدهای چرب، اسید چرب امگا ۳ و امگا ۶ و نسبت آن‌ها به یکدیگر به عنوان یک عامل مهم برای تنظیم سیستم‌های تولیدمثل شناخته شده است (به ویژه اسیدهای چرب بلند زنجیر حاصل از روغن ماهی). همچنین بیان شده اسیدهای چرب غیراشباع دارای آثار مختلفی بر عملکرد تخمدان و تعداد فولیکول‌ها هستند (Wathes *et al.*, 2007; Nateghi *et al.*, 2019). بنابراین، دینامیک تخمدان و رفتار بیوفیزیکی فولیکول‌ها ممکن است تحت تاثیر تغییرات PUFA باشد (Nateghi *et al.*, 2019). گزارش‌هایی وجود دارد که بیان می‌کنند اسیدهای چرب لینولئیک، لینولنیک و همچنین

جدول ۶- تاثیر سطوح و منابع مختلف پودر چربی بر چربی بطنی، وزن تخمدان و تعداد فولیکول‌های زرد بزرگ و کوچک در مرغ مادر گوشتی

Table 6. Effect of different sources and levels of fat powder on abdominal fat, ovary weight and large and small yellow follicle numbers on broiler breeder hen

Treatment	Abdominal fat (g)	Ovary (g)	Oviduct (g)	LYF ¹	SYF ²
Control	114.05 ^a	75.30 ^a	88.73 ^b	5.00 ^{ab}	10.00 ^b
1.5% $\omega 3F$ ³	70.50 ^d	75.08 ^a	88.22 ^b	5.75 ^a	12.50 ^a
3% $\omega 3F$	60.19 ^e	68.15 ^{ab}	75.22 ^c	5.75 ^a	10.00 ^b
1.5% $\omega 3L$ ⁴	91.44 ^b	52.46 ^c	72.88 ^c	4.25 ^b	6.50 ^c
3% $\omega 3L$	82.06 ^c	58.26 ^c	100.36 ^a	5.50 ^a	7.75 ^c
1.5% $\omega 6S$ ⁵	25.16 ^f	56.94 ^c	80.38 ^{bc}	5.50 ^a	10.25 ^b
3% $\omega 6S$	21.60 ^f	61.06 ^{bc}	80.00 ^{bc}	4.75 ^{ab}	10.25 ^b
SEM	1.21	1.63	1.90	0.27	0.285
P-value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.03	< 0.0001
CV%	4.47	6.25	5.56	12.56	6.99

^{a-f} Means within a column with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ Large yellow follicle; ² Small yellow follicle; ³ $\omega 3F$: $\omega 3$ fat powder based on fish oil; ⁴ $\omega 3L$: $\omega 3$ fat powder based on linseed oil;

⁵ $\omega 6S$: $\omega 6$ fat powder based on soybean oil.

جدول ۷- توجیه اقتصادی جیره‌های مورد استفاده در این مطالعه

Table 7. Economic explanation of diets used in this study

Treatments	Cost per kilogram of diet (Rial)	Total cost of hens feed intake (Rial)	Total cost of hatched chick (Rial)	Economic explanation
Control	11575.10	515323.45	589821.89	74498.44
1.5% ω 3F ¹	13505.80	601278.22	860684.18	259405.96
3% ω 3F	13873.70	617657.12	593436.26	24220.86
1.5% ω 3L ²	13487.00	600441.24	703457.19	103015.95
3% ω 3L	13844.50	616357.14	631524.84	15167.70
1.5% ω 6S ³	13487.00	600441.24	621298.55	20857.31
3% ω 6S	13844.50	616357.14	705141.57	88784.43

¹ ω 3F: ω 3 fat powder based on fish oil; ² ω 3L: ω 3 fat powder based on linseed oil; ³ ω 6S: ω 6 fat powder based on soybean oil.

بر وزن تخم‌مرغ، افزایش غلظت سرمی HDL و کاهش غلظت تری‌گلیسیرید، کلسترول، LDL و کاهش وزن چربی شکمی داشتند. در مجموع، با توجه به صفات اقتصادی عملکرد تولیدی و جوجه‌درآوری و توجیه اقتصادی جیره‌ها، به نظر می‌رسد افزودن پودرهای چربی کلسمی ۳ امگا در سطح ۱/۵٪ (ω 3L و ω 3F) مقرون به صرفه بوده و می‌تواند تاثیر مثبتی در سنین بالاتر از سن اقتصادی مرغ مادر گوشتی داشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

از نتایج این آزمایش می‌توان استنباط کرد بعد از دو ماه مصرف پودرهای چربی، سطح ۱/۵٪ پودرهای چربی کلسمی ۳ امگا (ω 3L و ω 3F) نسبت به امگا ۶ (ω 6S) تاثیر بهتری بر عملکرد تولیدی و تولیدمثلی در مرغ مادر داشت، اما در ماه سوم مصرف و علیرغم افزایش سن مرغ، سطح ۱/۵٪ ω 3L، ω 3F و ω 6S به طور موثری عملکرد تولیدی و همچنین درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور را بهبود بخشید. علاوه بر این، پودرهای چربی کلسمی تاثیر مثبتی

فهرست منابع

- Abbasi F., Samadi F., Jafari S. M., Ramezanzpour S. and Shams Shargh M. 2019. Production of omega-3-enriched meat through feeding broilers with ultrasonicated flaxseed oil nanoemulsions: Performance, serum composition, physicochemical properties and oxidative stability. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 9(3): 487-496.
- Al-Daraji H. J., Al-Mashadani H. A., Al-Hayani W. K., Mirza H. A. and Al-Hassani A. S. 2010. Effect of dietary supplementation with different oils on productive and reproductive performance of quail. *International Journal of Poultry Science*, 9(5): 429-435.
- Al-Hilali A. H. 2018. Effect of dietary flaxseed oil on growth performance and serum lipid profiles in broilers. *Pakistan Journal of Nutrition*, 17(11): 512-517.
- Alagawany M., Elnesr S. S., Farag M. R., Abd El-Hack M. E., Khafaga A. F., Taha A. E., Tiwari R., Yatoo M., Bhatt P., Khurana S. K. and Dhama K. 2019. Omega-3 and Omega-6 fatty acids in poultry nutrition: effect on production performance and health. *Animals*, 9(8): 573.
- Bozkurt M., Cabuk M. and Alcicek A. 2008. Effect of dietary fat type on broiler breeder performance and hatching egg characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(1): 47-53.
- Ceylan N., Ciftçi I., Mizrak C., Kahraman Z. and Efil H. 2011. Influence of different dietary oil sources on performance and fatty acid profile of egg yolk in laying hens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20(1): 71-83.
- Chashmidel Y., Moravej H., Towhidi A., Asadi F. and Zeinodini S. 2010. Influence of different levels of n-3 supplemented (fish oil) diet on performance, carcass quality and fat status in broilers. *African Journal of Biotechnology*, 9(5): 687-691.

- Delezie E., Koppenol A., Buyse J. and Everaert N. 2016. Can breeder reproductive status, performance and egg quality be enhanced by supplementation and transition of n-3 fatty acids?. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(4): 707-714.
- Ebeid T. A. 2011. The impact of incorporation of n-3 fatty acids into eggs on ovarian follicular development, immune response, antioxidative status and tibial bone characteristics in aged laying hens. *Animal*, 5(10): 1554-1562.
- El-Hamid I. A., El-Din A. N., Zaghoul A. A., El-Bahrawy K. A., Elshahawy I. I., Allam A. M., El-Zarkouny S. Z. and Hassan G. A. 2016. Effects of calcium salts of fatty acids rich in palmitic and oleic fatty acids on reproduction and serum biochemistry in Barki ewes. *Small Ruminant Research*, 144: 113-118.
- El-Katcha M. I., El-Kholy M. E., Soltan M. A. and EL-Gayar A. H. 2014. Effect of dietary omega-3 to omega-6 ratio on growth performance, immune response, carcass traits and meat fatty acids profile of broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 2(2): 71-94.
- Feng Y., Ding Y., Liu J., Tian Y., Yang Y., Guan S. and Zhang C. 2015. Effects of dietary omega-3/omega-6 fatty acid ratios on reproduction in the young breeder rooster. *BMC Veterinary Research*, 11(1): 73.
- Fernandes J. I. M., Bordignon H. L. F., Prokoski K., Kosmann R. C., Vanroo E. and Murakami A. E. 2018. Supplementation of broiler breeders with fat sources and vitamin e: carry over effect on performance, carcass yield, and meat quality offspring. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70 (3): 983-992.
- Fouad A. M. and El-Senousey H. K. 2014. Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7): 1057-1068.
- Gilbert A. B., Perry M. M., Waddington D. and Hardie M. A. 1983. Role of atresia in establishing the follicular hierarchy in the ovary of the domestic hen (*Gallus domesticus*). *Reproduction*, 69(1): 221-227.
- Goldberg E. M., Ryland D., Gibson R. A., Aliani M. and House J. D. 2013. Designer laying hen diets to improve egg fatty acid profile and maintain sensory quality. *Food Science and Nutrition*, 1(4): 324-335.
- González-Muñoz M. J., Bastida S., Jiménez O., Vergara G. and Sánchez-Muniz F. J. 2009. The effect of dietary fat on the fatty acid composition and cholesterol content of Hy-line and Warren hen eggs. *Grasas y Aceites*, 60(4): 350-359.
- Güçlü B. K., Uyanık F. and İşcan, K. M. 2008. Effects of dietary oil sources on egg quality, fatty acid composition of eggs and blood lipids in laying quail. *South African Journal of Animal Science*, 38(2): 91-100.
- Gulliver C. E., Friend M. A., King B. J. and Clayton E. H. 2012. The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids in reproduction of sheep and cattle. *Animal Reproduction Science*, 131(1-2): 9-22.
- Hassan M. S. H., Radwan N. L., Khalek A. M. A. and El-Samad M. H. A. 2011. Effect of different dietary linoleic acid to linolenic acid ratios on some productive, immunological and physiological traits of Dandarawy chicks. *Egyptian Poultry Science Journal*, 31(1): 149-160.
- Ibrahim D., El-Sayed R., Khater S. I., Said E. N. and El-Mandrawy S. A. 2018. Changing dietary n-6: n-3 ratio using different oil sources affects performance, behavior, cytokines mRNA expression and meat fatty acid profile of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 4(1): 44-51.
- Khatibjoo A., Kermanshahi H., Golian A. and Zaghari M. 2018. The effect of n-6/n-3 fatty acid ratios on broiler breeder performance, hatchability, fatty acid profile and reproduction. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(4): 986-998.
- Kim Y. J., Park K. E., Kim Y. Y., Kim H., Ku S. Y., Suh C. S., Kim S. H. and Choi Y. M. 2017. Effects of estradiol on the paracrine regulator expression of in vitro matured murine ovarian follicles. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 14(1): 31-38.
- King' Ori A. M. 2011. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of Poultry Science*, 10(6): 483-492.
- Koppenol A., Delezie E., Aerts J., Willems E., Wang Y., Franssens L., Everaert N. and Buyse J. 2014. Effect of the ratio of dietary n-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on broiler breeder performance, egg quality, and yolk fatty acid composition at different breeder ages. *Poultry Science*, 93(3): 564-573.
- Koppenol A., Buyse J., Everaert N., Willems E., Wang Y., Franssens L. and Delezie E. 2015. Transition of maternal dietary n-3 fatty acids from the yolk to the liver of broiler breeder progeny via the residual yolk sac. *Poultry Science*, 94(1): 43-52.
- Mala S., Slezáčková I., Strakova E., Suchý P. and Večerek V. 2004. Plant-based diets containing Ca-salts of fatty acids and their influence on performance, carcass characteristics, and health status of broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno*, 73(3): 321-328.
- Management Guide of the Ross 308 parents Stock. 2018. (<http://en.aviagen.com/ross-308>).

- Mellouk N., Ramé C., Marchand M., Staub C., Touzé J. L., Venturi É., Mercierand F., Travel A., Chartrin P., Lecompte F. and Ma L. 2018. Effect of different levels of feed restriction and fish oil fatty acid supplementation on fat deposition by using different techniques, plasma levels and mRNA expression of several adipokines in broiler breeder hens. *PloS ONE*, 13(1): p.e0191121.
- Monfaredi A., Rezaei M. and Sayyahzadeh H. 2011. Effect of supplemental fat in low energy diets on some blood parameters and carcass characteristics of broiler chicks. *South African Journal of Animal Science*, 41(1): 24-32.
- Manohar G. R. 2017. Effect of dietary omega-3 fatty acid rich oil sources on fertility and hatchability performance of Japanese quail eggs. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6(1): 923-926.
- Murali P., George S. K., Ally K. and Dipu M.T. 2015. Effect of L-carnitine supplementation on growth performance, nutrient utilization, and nitrogen balance of broilers fed with animal fat. *Veterinary World*, 8(4): 482.
- Murata L. S., Ariki J., Machado C. R., da Silva L. D. P. and Rezende M. J. M. 2003. Effect of oils sources on blood lipid parameters of commercial laying hens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 5(3): 203-206.
- Nateghi R., Alizadeh A., Jafari Ahangari Y., Fathi R. and Akhlaghi A., 2019. Stimulatory effects of fish oil and vitamin E on ovarian function of laying hen. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1): 636-645.
- Olubowale O. S., De Witt F. H., Greyling J. P. C., Hugo A., Jooste A. M. and Raito M. B. 2014. The effect of dietary lipid sources on layer fertility and hatchability. *South African Journal of Animal Science*, 44(5): 44-50.
- Ponter A. A., Parsy A. E., Saadé M., Mialot J. P., Fichoux C., Duvaux-Ponter C. and Grimard B. 2006. Effect of a supplement rich in linolenic acid added to the diet of postpartum dairy cows on ovarian follicle growth, and milk and plasma fatty acid compositions. *Reproduction Nutrition Development*, 46(1): 19-29.
- Radwan N. L., El-Samad M. A. and Nada S. A. 2012. Effects of different dietary ratios of linoleic acid to α -linolenic acid on productive performance, immunity of laying hens and egg yolk fatty acid composition. *Egyptian Poultry Science Journal*, 32(1): 163-188.
- Rebolé A., Rodríguez M. L., Ortiz L. T., Alzueta C., Centeno C., Viveros A., Brenes A. and Arija I. 2006. Effect of dietary high-oleic acid sunflower seed, palm oil and vitamin E supplementation on broiler performance, fatty acid composition and oxidation susceptibility of meat. *British Poultry Science*, 47(5): 581-591.
- Rosenfeld C. S., Wagner J. S., Roberts R. M. and Lubahn D. B. 2001. Intraovarian actions of oestrogen. *Reproduction*, 122(2): 215-226.
- Saber S. N. and Kutlu H. R. 2018. Effect of omega-3 and omega-6 fatty acid inclusion in broiler breeder's diet on laying performance, egg quality, and yolk fatty acids composition. *Indian Journal of Animal Science*, 88(12): 1374-1378.
- Saber S. N. and Kutlu H. R. 2019. Effect of including n-3/n-6 fatty acid feed sources in diet on fertility and hatchability of broiler breeders and post-hatch performance and carcass parameters of progeny. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(2): 305-312.
- Saleh A. A. 2013. Effects of fish oil on the production performances, polyunsaturated fatty acids and cholesterol levels of yolk in hens. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(89): 605-612.
- Saleh H., Rahimi S. and Karimi T. M. 2009. The effect of diet that contained fish oil on performance, serum parameters, the immune system and the fatty acid composition of meat in broilers. *International Journal of Veterinary Science*, 3 (2): 69-75.
- SAS. 2013. Base SAS 9.4 procedures guide: statistical procedures. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- Viveros A., Ortiz L. T., Rodríguez M. L., Rebolé A., Alzueta C., Arija I., Centeno C. and Brenes A. 2009. Interaction of dietary high-oleic-acid sunflower hulls and different fat sources in broiler chickens. *Poultry Science*, 88(1): 141-151.
- Wathes D. C., Abayasekara D. R. E. and Aitken R. J. 2007. Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. *Biology of Reproduction*, 77(2): 190-201.
- Wongsuthavas S., Yuangklang C., Vasupen K., Mitchaotha J., Alhaidary A., Mohamed H. E. and Beynen A. C. 2011. Fatty acid metabolism in broiler chickens fed diets either rich in linoleic or alpha-linolenic acid. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(3): 282-289.
- Yang X., Sheng W., Sun G. Y. and Lee J. C. M. 2011. Effects of fatty acid unsaturation numbers on membrane fluidity and α -secretase-dependent amyloid precursor protein processing. *Neurochemistry International*, 58(3): 321-329.

- Zanussi H. P., Shariatmadari F., Sharafi M. and Ahmadi H. 2019. Dietary supplementation with flaxseed oil as source of omega-3 fatty acids improves seminal quality and reproductive performance in aged broiler breeder roosters. *Theriogenology*, 130: 41-48.
- Zeron Y., Sklan D. and Arav A. 2002. Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. *Molecular Reproduction and Development*, 61(2): 271-278.



Research paper

Effect of different sources of omega-3 and omega-6 calcium fat powder on performance, hatchability, serum lipids and ovarian follicles count in old broiler breeder hen

F. Sattari Najafabadi¹, A. Mohit^{2*}, H. Moravej³, H. Darmani Kuhi², N. Ghavi Hossein-Zadeh⁴

1. Ph.D Student of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Sciences, University of Tehran, Karaj, Iran
4. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

(Received: 22-10-2019 – Accepted: 16-02-2020)

Abstract

This study was conducted to determine the effect of different levels of omega-3 and omega-6 calcium fat powders on performance, hatchability, serum lipids, abdominal fat, and ovarian follicle count in Ross-308 broiler breeder hens (65 week-old). The experiment was performed in a repeated measurement design with 84 hens and 28 roosters with seven treatments (four replicates) during three months. The experimental groups included control group (no fat powder), 1.5 and 3% of animal omega-3 calcium fat powder of fish oil origin (ω 3F), plant omega-3 calcium fat powder of linseed oil origin (ω 3L), and omega-6 calcium fat powder of soybean oil origin (ω 6S). The results showed that the highest average of HDEP was belonged to the experimental groups containing 1.5% ω 3F (61.98), and ω 3L (60.25) without significant difference with together ($P > 0.05$). However, among experimental groups, the highest egg mass (44.78 g/h/d) was obtained from consumption of 1.5% ω 3F ($P < 0.05$). The highest concentrations of triglycerides (1806.8 mg/dL), cholesterol (206.25 mg/dL), and low density lipoprotein (244/25 mg/dL) of serum were belonged to control group that was significantly different from other experimental groups ($P < 0.05$). The percentage of hatchability of fertile eggs was improved by consuming diets containing fat powder, except 3% ω 6S, when compared to control ($P < 0.05$). Overall, considering the production performance, hatchability and economic explanation of diets, it seems that addition of omega-3 calcium fat powder at the level of 1.5% (ω 3F and ω 3L) is affordable and can have a positive effect on old broiler breeder hens.

Keywords: Calcium fat powder, Egg mass, Ovary, Lipoprotein, Broiler breeder hen

*Corresponding author: ar_mohit@guilan.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2020.14808.1463