



"مقاله پژوهشی"

اثرات سطوح گوناگون روغن ماهی بر عملکرد تولیدی، تولیدمثلی و فراسنجه‌های خونی کبک‌های ماده چوکار (*Alectoris chukar*)

آرمان عبدالهی^۱، امیر اخلاقی^۲، محمدجواد ضمیری^۳، علی نیازی^۴، شهریار کارگر^۵ و زربخت انصاری پیرسایی^۶

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی دام و استاد بخش علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲- دانشیار بخش علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، (نویسنده مسؤول): aakhlaghi@shirazu.ac.ir

۳- استاد پژوهشگاه زیست فن اوری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۴- دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۵- دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۶- تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۲۰

صفحه: ۸۴ تا ۷۵

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی اثرات سطوح گوناگون روغن ماهی بر عملکرد تولیدی، تولیدمثلی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون کبک‌های چوکار بود. شمار ۳۶ قطعه کبک چوکار ماده (هشتاد و هفت هفته سن) با میانگین وزن $495 \pm 15/0$ گرم از جمیعت کبک‌های مولد گزینش و در قالب طرح کاملاً تصادفی به یکی از تیمارهای شاهد و سه ذُر متفاوت روغن ماهی اختصاص یافتند. هو تیمار سه تکرار و هر تکرار (قفس) سه کبک ماده وجود داشت. همچنین ۱۲ قطعه کبک نر بعد از گزینش از گله یایه، بهشیوه تصادفی برای انجام جفت‌گیری طبیعی با کبک‌های ماده (با نسبت ۱:۳) و تا پایان آزمایش در قفس‌های آزمایش توزیع شدند. تیمارها شامل: ۱- شاهد، تجویز خوراکی $0/0$ سی سی نرمال سالین، و تیمارهای ۲، ۳ و ۴ به ترتیب تجویز خوراکی $0/1$ $0/2$ و $0/3$ سی سی روغن ماهی روزانه طی ۲۱ روز پی در پی بودند. جمع آوری تخم‌ها روزانه هر دو ساعت یک بار طی ۱۶ ساعت روشنایی از روز ۸ تا روز ۲۸ آزمایش انجام شد و در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. وزن کبک‌ها پیش از آغاز آزمایش و پس از آن هر هفته یک بار ثبت شد. همچنین مصرف خوراک به طور روزانه ثبت شد. خون گیری از کبک‌ها در روز صفر، ۱۰ و ۲۱ آزمایش انجام شد تا فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم ارزیابی شوند. یافته‌ها نشان دادند که مصرف خوراک، وزن بدن و افزایش وزن روزانه از تجویز روغن ماهی تاثیر نداشت (p > 0.05). تجویز خوراکی روغن ماهی تاثیر نداشت (p > 0.05). کبک‌هایی که نرخ باروری شد که در $0/2$ سی سی در مقایسه با دیگر تیمارها بالاتر بود، اگرچه معنی دار نبود (p > 0.05). کبک‌هایی که روغن ماهی دریافت کردند در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی داری در وزن تخم نشان دادند که در گروه $0/0$ سی سی در مقایسه با دیگر گروه‌ها بیشترین کاهش دیده شد (p < 0.05). سطوح کلسترول تمام و تری‌گلیسرید سرم در کبک‌هایی که ذُرها گوناگون روغن ماهی دریافت کردند در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی داری داشت که در پرنده‌هایی که $0/3$ سی سی روغن ماهی دریافت کردند بیشترین کاهش وجود داشت (p < 0.05). برهمکنش تیمار و زمان سبب کاهش معنی دار در غلظت کلسترول تمام سرم شده بود (p < 0.02). غلظت LDL و گلوکز در پرنده‌های گروه $0/3$ سی سی روغن ماهی، در مقایسه با دیگر تیمارها کاهش معنی داری داشت (p < 0.05). اما غلظت VLDL، HDL، پروتئین تمام، کلسمیم و فسفر از روغن ماهی تاثیر نداشت (p > 0.05). روش هر فته، $0/2$ سی سی روغن ماهی، ذُر مناسب تری برای بهبود عملکرد تولید مثلی مانند تولید تخم و نرخ باروری در کبک بود. فرون بر این تجویز خوراکی $0/3$ سی سی روغن ماهی توانست سبب کاهش فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون مانند کلسترول تمام، تری‌گلیسرید، LDL و گلوکز در کبک‌های چوکار ماده شود.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب امگا-۳، عملکرد تولیدمثلی، فراسنجه‌های خون، کبک چوکار

در برخی موارد، یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در صنعت یوروش، طیور تخم‌گذار، کاهش، سطح اسیدهای چرب امگا-۳ خون و زرده تخم است (۳). در همین راستا گزارش شده است که غلظت اسیدهای چرب موجود در ماهیچه و تخم پرنده، بستگی زیادی به ترکیب اسیدهای چرب جیره دارد (۶). بنابراین، با افزایش، نسبت اسیدهای چرب امگا-۳ در جیره پرنده، می‌توان غلظت این اسیدهای چرب مفید برای سلامتی انسان را در تخم پرنده افزایش داد.

یافته‌ها نشان می‌دهند که به علت بالاتر بودن قابلیت هضم اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به اسیدهای چرب اشباع، بهره‌وری اسیدهای چرب غیراشباع در مقایسه با اسیدهای چرب اشباع در جیره پرنده‌گان بالاتر است (۴۵) که علت آن به تاثیر بیشتر اسیدهای چرب غیراشباع در تحریک تراویش صفراء نسبت داده می‌شود (۲۴). بنابراین مکمل‌های خوراکی حاوی اسیدهای چرب غیراشباع می‌توانند بر رشد و عملکرد تولیدی پرنده نیز تاثیرگذار باشند. در مطالعه‌ای

مقدمه کبک، گونه‌ای است که مه‌توان، آن، را برای تولید گوشت و تخم استفاده نمود و با تکثیر و پرورش آن را در مناطقی که این گونه در حال انقراض است، احیا نمود. انواع کبک شامل کبک خاکستری، کبک یونانی، کبک چوکار و کبک قرمز هستند. کبک چوکار از رده گالیفورمها، خانواده فازیانیده، جنس آلتکتوریس، گونه چوکار و بومی آسیا، مکزیک و جنوب اروپا است (۱۳). به تازگی افزایش گرایش به گوشت کبک و علاقه‌مندی‌ها به یوروش، صنعت، آر، یوروش، دهنده‌گاز، را به تولید بیشتر گوشت و تخم کبک سوق داده است. از این‌رو، می‌توان با ارایه راهکارهایی، مانند مدیریت تغذیه‌ای، عملکرد تولیدی و همچنین تولید مثلی کبک به عنوان گونه‌ای با نرخ تولید مثلی بسیار پایین را بهبود بخشید. یکی از این راهکارهای تغذیه‌ای می‌تواند افزودن اسیدهای چرب امگا-۳ به جیره پرنده‌ها باشد که به تازگی علاقه‌مندی به پژوهش در این زمینه رو به افزایش است.

1- *Perdix perdix*

4- *Alectoris rufa*

2- *Alectoris graeca*

5- *Galliformes*

3- *Alectoris chukar*

6- *Phasianidae*

۱۵ کیلومتری شمال شرق شیراز انجام شد. شمار ۳۶ قطعه کبک چوکار ماده (هشتاد و هفت هفته سن) با میانگین وزن بدن ۴۹۵ ± ۱۵۰.۵ گرم از جمعیت کبک‌های مولد گزینش شدند و در قالب طرح کاملاً تصادفی به یکی از تیمارهای شاهد و سه دُر متفاوت روغن ماهی (Omega-3 Max, Euro-otc-Pharma Company, Bönen, Germany) در قفس‌های انفرادی (۳۵ \times ۴۰ \times ۱۱۰ سانتی‌متر) اختصاص یافتند. تیمارها عبارت بودند از: ۱) تیمار شاهد (تجویز خوراکی سی سی روغن ماهی، ۲) تجویز خوراکی سی سی روغن ماهی و ۳) تجویز خوراکی سی سی روغن ماهی. هر تیمار سه تکرار و هر تکرار سه کبک داشت. همچنین شمار ۱۲ قطعه کبک نر به شیوه تصادفی از جمعیت کبک‌های مولد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز جدا شد و برای انجام جفت‌گیری طبیعی و با نسبت ۱:۳ (جنس ماده: جنس نر) در طول دوره آزمایش در کنار پرنده‌های ماده در قفس‌های آزمایش توزیع شدند. تجویز تیمارها به مدت ۲۱ روز بی در پی انجام شد. ده میلی‌لیتر روغن ماهی، ۲/۸۸۰ میلی‌گرم اسیدهای چرب امگا-۳، ۱/۲۴۰ میلی‌گرم ایکوزاپیتانویک اسید، ۱۰/۹۰ دوکوزاهاگزنوویک اسید^۱، ۸۳۳ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D و ۱۵ واحد بین‌المللی ویتامین E را در بر می‌گرفت. پرندگان در طول دوره با جیره معمول تغذیه شدند و آب آشامیدنی و خوراک در تمام مدت در اختیار آن‌ها بود. انرژی متabolیسمی ۲۸۰۰ کیلو کالری و پروتئین خام ۱۶ درصد در هر کیلوگرم بود (جدول ۱). پروفیل اسیدهای چرب جیره به روش کروماتوگرافی گازی (BFRL, SP-3420A, Beijing, China) و با استفاده از ستون مویینه-5 HP به طول ۱۲۰ متر و قطر ۲۵۰ میکرومتر سنجش شدند (جدول ۲). برنامه دمایی ستون به این صورت بود که ابتدا در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک دقیقه مانده و سپس با سرعت چهار درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و پنج دقیقه نیز در این دما نگهداشته شد. دمای تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز حامل، نیتروژن با خلوص بالا و با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌لیتر در دقیقه و حجم تزریق یک میکرولیتر بود. همچنین همه پرندگان در شرایط محیطی یکسان و در دمای تقریبی ۲۰ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشناختی و ۸ ساعت تاریکی نگهداشی شدند. میانگین افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و وزن هفتگی بدن برای پرنده‌های موجود در هر قفس در طی دوره آزمایش ثبت شد.

مکمل‌های امگا-۳ سبب افزایش مصرف خوراک و بهبود رشد و عملکرد شد (۴). همچنین وزن بدن در بلدرچین هایی که روغن‌های حاوی اسیدهای چرب امگا-۳ را برای یک دوره ۱۲ هفته ای دریافت کردند، افزایش یافت (۲۶). اسمیت و همکاران (۳۹) نیز گزارش کردند که جوجه‌های گوشته‌ی که در جیره‌های خوراکی خود منابع گوناگونی از اسیدهای چرب امگا-۳ را دریافت کرده بودند، در مقایسه با جوجه‌های دریافت‌کننده اسیدهای چرب اشباع افزایش وزن بیشتر داشتند. اسیدهای چرب امگا-۳ در منابع طبیعی مانند روغن ماهی، روغن کتان، روغن سویا و کانولا فراوان هستند (۶). با این حال، اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳ با منشا دریایی به راحتی هضم می‌شوند، زیرا ساختار تری‌گلیسرید بر لیپولیز و جذب اسیدهای چرب امگا-۳ تاثیر می‌گذارد (۲۳). اسیدهای چرب امگا-۳ موجود در بیشتر خوراک‌های دریایی بیشتر تمایل دارند تا در موقعیت sn-2 مولکول تری‌گلیسرید آسیله شوند. بنابراین، بیشتر این اسیدهای چرب با شکل ۲-تری‌گلیسرید جذب می‌شوند (۲۳).

صرف اسیدهای چرب غیراشباع در جوجه‌های گوشته‌ی ای که در شرایط کمبود اکسیژن قرار داشتند با کاهش دادن مقاومت عروق خونی و گرانروی خون از بزرگ شدن بطن راست جلوگیری نمود (۴۳). جوجه‌های گوشته‌ی که منابع اسیدهای چرب امگا-۳ دریافت کرده دارای کیفیت گوشت بهتری از نظر محتوای اسیدهای چرب غیراشباع بودند (۲۹،۲۸) که مصرف گوشت آن‌ها در انسان سبب کاهش غلظت کلسترول، LDL^۲ و افزایش HDL^۳ شدند (۲۲).

در پژوهش‌های مختلف نتایج متفاوتی از تأثیر اسیدهای چرب امگا-۳ بر عملکرد تولیدمثلي مرغ‌های تخم‌گذار نشان داده شده است (۸،۹). در پژوهشی تولید تخم مرغ از سطوح گوناگون روغن ماهی جیره تاثیر نپذیرفت (۲۱،۱۵).اما کورتیناس و همکاران (۱۲) گزارش کردند که تولید تخم در پرنده‌هایی که چهار درصد روغن ماهی دریافت کردند، افزایش یافت. همچنین، یافته‌های برخ، از پژوهش، گزا، دیگر نشار، داده است که افزودن روغن ماهی به جیره سبب کاهش تولید در پرنده تخم‌گذار می‌شود (۳۴،۴۱).

تا جایی که می‌دانیم در پژوهش‌های پیشین، اثرات روغن ماهی به عنوان یکی از منابع اسیدهای چرب امگا-۳ بر عملکرد رشد، تولید و تولیدمثلي کبک بررسی نشده است. بنابراین، هدف از پژوهش، حاضر، بررسی، اثر تجویز خوراک، سطوح مختلف روغن ماهی بر عملکرد رشد، تولید، تولیدمثلي و فراسنجه‌های خونی کبک‌های ماده چوکار بود.

مواد و روش‌ها

پرنده‌ها و تیمارهای آزمایشی

این پژوهش در پاییز ۱۳۹۷ در ایستگاه آموزشی-پژوهشی بخش علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در

1- Low-density lipoprotein
4- Eicosapentaenoic acid

2- Very low-density lipoprotein
5- Docosapentaenoic acid

3- High-density lipoprotein

جدول ۱- ترکیب پایه خوراک مصرفی و ترکیب شیمیایی تشکیل‌دهنده آن (بر حسب کیلوگرم بر هزار کیلوگرم)
Table 1. The composition of the diets and their chemical analysis (expressed as Kg/1000 Kg)

۶۶۵	ذرت
۲۳۰	سوپا
۱۸	روغن
۳	مکمل ویتامینی
۳	مکمل موادمعنی
۱/۷	میونین
۶۰	کربنات کلسیم
۱۴	دی کلسیم فسفات
۱	D ویتامین
۰/۵	مایکواد ^۱
۰/۸	جوش شیرین
۳	نمک
	آنالیز شیمیایی (گرم بر کیلوگرم)
۹۰۴/۳۰	ماده خشک
۱۶۱/۹۰	پروتئین خام
۳۰/۳۰	عصاره اتری
۱۹/۸۰	خاکستر
۴۴/۸۰	فibre خام
۲۸۲۱	انرژی متابولیسمی (کیلوکالری بر کیلوگرم)
۳۴/۵۰	کلسیم
۷/۴۰	فسفر قابل دسترس
۵/۸۴	تریپونین
۱/۷۵	تریپوفان
۹/۶۰	آرژنین
۱/۶۰	سدیم
۶/۶۰	پتانسیم
۷/۸۰	لایزین
۵/۸۰	لیزین+میونین

جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های گروه شاهد و آزمایش (بر اساس درصد از کل چربی)
Table 2. The fatty acid composition of the control and experimental diets (percentage of total fatty acids)

نسبت محاسبه شده	اسید چرب	غلظت در چربه (%)
	C14:0	۰/۰۴
	C16:0	۱۵/۱۳
	C16:1	۲۴۴
	C18:0	۴/۴۶
	C18:1 (n-9)	۱۳/۱۷
	C18:2 (n-6)	۳۵/۲۳
	C18:3 (n-3)	۱/۹۰
	C18:4 (n-3)	۰/۰۲
	C20:4 (n-6)	۰/۲۲
	C20:5 (n-3)	۱/۸۰
	C22:5 (n-3)	۰/۰۰
	C22:6 (n-3)	۴/۹۴
	سایر اسیدهای چرب	۳/۳۵
مجموع اسیدهای چرب اشیاع		۲۲/۶۰
مجموع اسیدهای چرب غیراشیاع		۷۷/۰۱
مجموع اسیدهای چرب غیراشیاع با یک پیوند دوگانه		۱۳/۵۸
مجموع اسیدهای چرب غیراشیاع با بیش از یک پیوند دوگانه		۴۳/۹۰
مجموع اسیدهای چرب امگا-۳		۸/۶۶
مجموع اسیدهای چرب امگا-۶		۳۵/۲۳
نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳		۴/۰۶
نسبت اسیدهای چرب غیراشیاع به اشیاع		۳/۴۰

C1، اسید میرستیک: C16:1، اسید پالمیتیک: C18:0، اسید پالمتوپلیک: C18:1 (n-9)، اسید استاریک: C18:2 (n-6)، اسید اولئیک: C18:3 (n-3)، اسید لینولیک: C18:4 (n-3)، اسید استاریدونیک: C20:4 (n-6)، اسید آرکیدونیک: C20:5 (n-3)، اسید اکزابتانویک: C22:5 (n-3)، اسید دوکوزابتانویک: C22:6 (n-3)، اسید دوکوزاهگزانویک.
سایر اسیدهای چرب: C21:0، C20:1 n-9، C17:1، C17:0، C20:1 n-9، C17:1.

وزن روزانه و مصرف خوراک از تغییرات وزن بدن، وزن اولیه بدن به عنوان متغیر آماری همراه در مدل آماری گنجانده شد.

نتایج و بحث

جدول ۳ اثرات تجویز خوراکی سطوح گوناگون روغن ماهی بر فراسنجه‌های رشد، تولید و تولیدمثلي را نشان می‌دهد. به غیر از وزن تخم، دیگر فراسنجه‌ها تحت تاثیر سطوح روغن ماهی قرار نگرفت ($0.05 < p$). در تایید با این یافته، باسماکلوقلو و همکاران (۵) گزارش کردند که افزودن ۱/۵ درصد روغن ماهی به جیره مرغ‌های تخم‌گذار سبب افزایش مصرف خوراک و درصد تولید تخم در مرغ‌های تخم‌گذار نشد. همچنین ابید و همکاران (۱۵) نیز نشان دادند که افزودن ۱/۲۵ درصد و ۲/۵ درصد روغن ماهی به جیره مرغ‌های تخم‌گذار با افزایش درصد تولید تخم همراه نبود. در مطالعه حاضر، در مقایسه با گروه شاهد سطوح گوناگون روغن ماهی باعث بهبود درصد تولید تخم شده است و این در کبک‌های گروه ۰/۰ سی سی، بالاتر بود؛ هرچند معنی‌دار نبود. شکل ۱ تغییرات درصد تولید تخم روزانه میان کبک‌هایی که سطوح گوناگون روغن ماهی دریافت کردند را نشان می‌دهد. با پیشرفت آزمایش، شمار تولید تخم در کبک‌هایی که ۰/۲ سی سی روغن ماهی دریافت کردند در مقایسه با گروه شاهد بیشتر بود، بهشیوه‌ای که روزهای ۱۲ و ۱۸ پس از تجویز تیمار، بیشترین نرخ تولید تخم دیده شد (شکل ۱). بنابراین، ممکن است طول دوره تجویز روغن ماهی در بهبود تولید تخم روند مثبتی داشته باشد. سطوح گوناگون روغن ماهی، کاهش وزن تخم را در پی داشت ($0.05 < p$). در تایید این یافته، افزودن ۱/۵ درصد روغن ماهی به جیره مرغ‌هایی که گوشتش در پژوهش بزکورت و همکاران (۷) سبب کاهش وزن تخم شد. بیشتر پژوهشگران گزارش کردند که افزودن روغن‌های امگا-۳ به جیره پرنده، کاهش وزن تخم را در پی داشت (۱۰، ۱۵، ۱۶، ۳۴). اما برخی دیگر نشان دادند که مکمل روغن ماهی تاثیری بر وزن تخم تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار نداشت (۲۱، ۵). گونزالس اکورا و لسن (۱۶) کاهش وزن تخم را به کاهش تری گلیسرید پالاسما در پرنده‌هایی که مکمل روغن ماهی دریافت کردند، نسبت دادند. همچنین ون السوک و همکاران (۴۲) نشان دادند که کاهش غلظت تری گلیسرید خون در پرنده‌ها در پی دریافت روغن ماهی، می‌تواند دسترسی لپیدهای برای تشکیل زرده را کاهش دهد که خود تحت تاثیر کاهش غلظت استردادیول خون است زیرا پیش‌ساز هورمون‌های استروپییدی، کلسترول می‌باشد که در پی افزودن روغن ماهی به جیره پرنده، کاهش می‌یابد (۳۱). به هر حال ساز و کار دقیق اثرات روغن ماهی جیره بر وزن تخم تولیدی پرنده و ترکیبات تشکیل دهنده آن به طور کامل روشن نیست (۱۵).

جمع‌آوری و نگهداری تخم

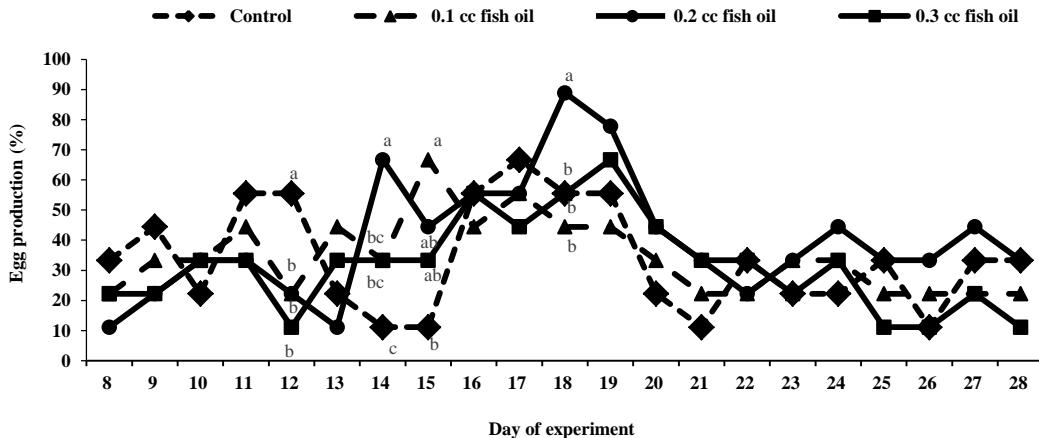
هشت روز پس از آغاز اعمال تیمارها، تخم‌های تولیدی هر دو ساعت یک بار و به مدت سه هفته جمع‌آوری، شماره‌گذاری و وزن‌کشی شدند. در پایان هر روز تخم‌های جمع‌آوری شده درجه‌بندی^۲ شده و پس از ضد عفونی کردن با فرم آبدئید به اتاق نگهداری (دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۵ درصد) منتقل شدند. درصد تولید تخم، میانگین وزن تخم و نرخ باروری در بین تیمارها ارزیابی شد. برای ارزیابی نرخ باروری، تخم‌ها شکسته و وزنه از آلبومن جدا شد. سپس زرده به ظرفی جداگانه منتقل شد و با چرخش آن، ناحیه بلاستودیسک پیدا شد اگر این ناحیه، متراکم، به شکل نقطه سفید با قطر ۲ تا ۳ میلی‌متر و با لبه دندانه‌ای بود، تخم نابارو (بلاستودیسک) در نظر گرفته می‌شود. ولی اگر این ناحیه سفید، به شکل حلقه متقارن گرد با قطر ۴ تا ۵ میلی‌متر و با لبه‌های یکنواخت، صاف و بدون حباب دیده شود که یک نقطه روشمنی در مرکز داشته باشد، تخم بارور (بلاستودرم) می‌باشد (۳۶).

جمع‌آوری نمونه‌های خون

خون گیری با کمک سرنگ پنج سی سی از سیاه‌رگ بازویی در روز صفر (آغاز آزمایش)، ۱۰ و ۲۱ انجام شد. جهت استخراج سرم ابتدا، حدود دو سی سی خون از هز پرنده در یک لوله آزمایش قادر ماده خد انعقاد ریخته شد. لوله‌های آزمایش محتوی خون لخته شده، پس از جایه‌جایی به آزمایشگاه به مدت ده دقیقه در $1800 \times g$ در دمای ۱۲ درجه Hermale سانتی‌گراد سانتریفیوژ (ساخت شرکت Labortechnik آلمان) شدند. فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون VLDL، LDL، HDL، HDL، LDL، VLDL مانند کلسترول تام، تری گلیسرید، Ziest Chemie Diagnostic، (Tehran, Iran) سنجش شدند. نمونه‌های سرم جداسازی شده درون لوله‌های درب‌دار، در دمای ۲۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سنجش فراسنجه‌های خونی بالا با روش Cobas Mira Chemistry Analyser (Roche, Mannheim, Germany) بر اساس روش کشاورزی و همکاران (۲۰) اعتبارسنجی شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

بعد از نرمال سازی، داده‌هایی که ماهیت تکرارشونده^۱ داشتند با PROC MIXED و دیگر داده‌ها با PROC GLM در نرم‌افزار SAS واکاوی شدند (۳۷). میانگین حداقل مربوط (LSmeans) داده‌ها پس از تصحیح برای مقایسات چندگانه بهروش توکی در سطح آماری ۵٪ مقایسه شدند. در طول آزمایش، پرنده‌گان هفت‌های یک بار وزن‌کشی شدند و تغییرات وزن آن‌ها ثبت شد و به علت تاثیرپذیری داده‌های افزایش



شکل ۱- تغییرات درصد تولید تخم روزانه در کبک‌هایی که سطوح گوناگون روغن ماهی دریافت کردند.

Figure 1. Interaction effect of oral fish oil and time (Day of experiment) on daily egg production in Chukar partridges

جدول ۳- اثرات تجویز خوراکی سطوح گوناگون روغن ماهی بر عملکرد تولیدی و تولید مثابی کبک‌های چوکار

Table 3. Effects of oral administration of fish oil on productive and reproductive traits in Chukar partridges

P-Value	SEM	تیمار					میانگین فراستنجه
		۰/۳ سی سی	۰/۲ سی سی	۰/۱ سی سی	شاهد		
-۰/۲۲	۶/۵۸	۳۲/۴۴	۳۱/۱۹	۳۲/۱۱	۳۰/۰۴	صرف خوراک (گرم بهازای هر پرنده در روز)	
-۰/۴۷	۸/۲۵	۴۸۳/۲۸	۴۸۶/۳۴	۴۸۹/۵۸	۴۸۴/۱۵	وزن بدن (گرم)	
-۰/۴۱	۰/۱۳	۲/۳۸	۳/۴۱	۳/۵۴	۲/۳۹	افزايش وزن روزانه (گرم بهازای هر پرنده در روز)	
-۰/۱۲	۳/۱۷	۳۵/۲۷	۳۹/۸۴	۳۴/۶۲	۳۴/۲۵	تولید تخم (%)	
-۰/۰۵	۱/۰۲	۱۵/۴۵ ^d	۱۷/۵۳ ^c	۱۹/۷۶ ^b	۲۰/۳۱ ^a	وزن تخم (گرم)	
-۰/۲۴	۳/۳۶	۹۱/۳۴	۹۲/۵۲	۹۱/۱۳	۸۹/۶۳	نرخ بازوری (%)	

a,b در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف ناهمانند تقاضت معنی‌داری دارند ($p < 0.05$).درصد تولید تخم = تعداد تخم‌های تولیدی \times طول دوره جمع‌آوری تخم \times تقسیم بر تعداد پرنده در هر تیمار.a,b در هر روز میانگین‌های دارای حروف ناهمانند تقاضت معنی‌داری دارند ($p < 0.05$).

پرنده‌ها به حضور منابع اسیدهای چرب امگا-۳ جیره و یا تبدیل پیش‌سازها برای ساخت در جگر و استه است. اسیدهای چرب غیراشبع با مهار فعالیت آنزیم هیدروکسی‌متیل‌گلوتاریل کوانزیم آ ردوکتاز (آنزیم محدود کننده بیوسنتر کلسترول) از بیوسنتر کلسترول در جگر جلوگیری می‌کنند (۳۷). مصرف جیره دارای پنج درصد روغن ماهی در مرغ‌های گوشتی (۳۵) و بلدرچین زبانی (۱۴) با کاهش تری‌گلیسرید سرم همراه بود. گزارش شده است که کاهش غلظت تری‌گلیسرید سرم به افزایش میزان اسیدهای چرب جیره ارتباط دارد که سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های مسیر بتاکسیداتیو^۱ مانند کارنیتین پالمیتیل ترانسفراز-۱ و آسیل کوانزیم آ اکسیداز^۲ و به طور هم‌زمان کاهش بیان ژن آنزیم اسیدچرب سنتاز^۳ و کاهش حساسیت کارنیتین پالمیتیل ترانسفراز-۱ به مهار مالونیل کوانزیم آ در غشاء بیرونی میتوکندری جگر می‌شود (۴۰، ۴۴). این تغییرات بهنوبه خود فراهمی بیشتر اسیدهای چرب را برای فرآیند اکسیداسیون در پی دارد. از سوی دیگر نشان شده است که مصرف اسیدهای چرب غیراشبع جیره به‌وسیله پرنده‌ها می‌تواند از ساخت اسیدهای چرب در جگر جلوگیری کند و سبب کاهش غلظت تری‌گلیسرید سرم شود (۱۴).

تجویز خوراکی دُزهای گوناگون روغن ماهی معنی‌دار نبود ($p > 0.05$). چیریان (۱۰) گزارش کرد که افزودن ۱/۷۵ درصد روغن ماهی به جیره مرغ‌های مادر گوشته تاثیری بر نرخ بازوری نداشت. خطیب‌جو و همکاران (۲۱) نیز گزارش کردند که افزایش نسبت‌های گوناگون روغن امگا-۳ به امگا-۶ تاثیری بر نرخ بازوری مرغ‌های مادر گوشته نداشت. داده‌های کنونی نشان می‌دهند کبک‌هایی که بیش از ۱/۰ سی سی روغن ماهی را دریافت کردند، غلظت سرمی کلسترول تام ($p = 0.04$) و تری‌گلیسرید ($p = 0.05$) بالاتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند (جدول ۲). بهره‌منش تیمار و زمان نیز در غلظت کلسترول تام سرم کاهش معنی‌داری را نشان داد (شکل ۲؛ $p = 0.02$): به شیوه‌ای که غلظت سرمی کلسترول تام در روزهای ۱۰ و ۲۱ پس از تجویز روغن ماهی کاهش معنی‌داری را نشان داد و این کاهش در کبک‌هایی که ۰/۳ سی سی روغن ماهی دریافت کردند، بالاتر از دیگر گروه‌ها بود. شکل ۲ نشان می‌دهد که در روزهای صفر، ۱۰ و ۲۱ آزمایش، روند تغییرات غلظت کلسترول تام برای کبک‌هایی گروه شاهد ثابت بود، اما برای کبک‌هایی که دُزهای گوناگون روغن ماهی دریافت کردند روند کاهشی دیده شد. گزارش شده است که کاهش غلظت خونی کلسترول در

1- Hydroxymethyl-glutaryl-CoA reductase
4- Acyl-CoA oxidase2- β -oxidative
5- Fatty acid synthase3- Carnitine palmitoyltransferase-1
6- Malonyl-CoA

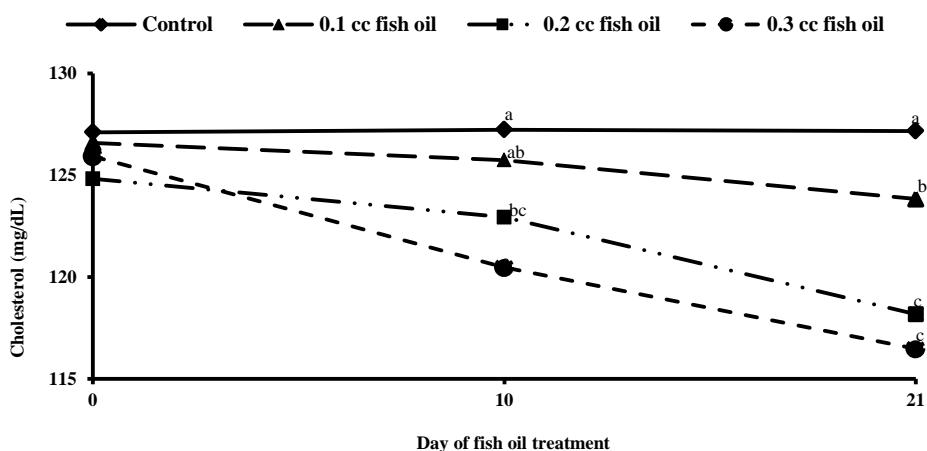
جدول ۴- اثرات تجویز خوراکی سطوح گوناگون روغن ماهی بر فراسنجه‌های خونی کبک‌های چوکار ماده

Table 4. Effects of oral administration of fish oil on selected blood attributes in female Chukar partridge

زمان	P-Value	تیمار × زمان	تیمار	SEM	تیمار	۱/۳ سی سی	۲/۳ سی سی	۱/۰ سی سی	شاهد	فراسنجه (میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۰۴	۲/۲۴	۱۲۰/۴۶ ^c	۱۲۳/۱۸ ^{bc}	۱۲۶/۵۶ ^{ab}	۱۲۸/۳۴ ^a	۱۲۸/۳۴ ^a	کلسترول تام	
۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۰۵	۲/۳۱	۷۵/۹۴ ^c	۷۹/۵ ^{bc}	۸۷/۴۳ ^{ab}	۸۴/۶۵ ^a	۸۴/۶۵ ^a	تری‌گلیسرید	
۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۰۳	۱/۷۵	۳۴/۰۶ ^b	۳۷/۸۵ ^a	۳۸/۲۴ ^a	۴۰/۳۶ ^a	۴۰/۳۶ ^a	LDL	
۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۱	۱/۱۴	۱۵/۱۸	۱۵/۹	۱۶/۴۸	۱۶/۸۳	۱۶/۸۳	VLDL	
۰/۱۴	۰/۲۹	۰/۲۱	۲/۷۴	۷۰/۳۲	۶۹/۷۳	۷۱/۸۴	۷۱/۱۶	۷۱/۱۶	HDL	
۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۰۵	۲/۷۳	۳۴۸/۸۶ ^b	۳۵۱/۷۴ ^a	۳۵۲/۸۵ ^a	۳۵۴/۳۵ ^a	۳۵۴/۳۵ ^a	گلوگز	
۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۰۴	۰/۵۷	۵/۴	۵/۱۳	۴/۸۹	۴/۶۶	۴/۶۶	پروتئین تام	
۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۰۲۸	۰/۶۱	۹/۸۱	۹/۷۳	۹/۳۳	۹/۴۵	۹/۴۵	کلسیم	
۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۰۲۱	۰/۰۸۴	۵/۷۳	۵/۷۸	۵/۵۱	۵/۲۲	۵/۲۲	فسفور	

a,b: در هر روز میانگین‌های دارای حروف ناهمانند تقاضت معنی داری دارند ($p < 0.05$).

LDL: لیپوپروتئین با چگالی پایین، VLDL: لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین، HDL: لیپوپروتئین با چگالی بالا.

شکل ۲- برهم‌کنش تیمار و زمان (روزهای صفر، ۱۰ و ۲۱ تجویز تیمار) بر غلظت کلسترول سرم در کبک‌های چوکار ماده
Figure 2. Interaction effect of oral fish oil and time (Day of experiment) on blood cholesterol level in Chukar partridges.a,b: در هر روز میانگین‌های دارای حروف ناهمانند تقاضت معنی داری دارند ($p < 0.05$).

داده‌های آزمایش کنونی نشان می‌دهند که غلظت HDL، LDL، VLDL، HDL، پروتئین تام، کلسیم و فسفر از سطوح گوناگون روغن ماهی تاثیر نپذیرفت ($p > 0.05$). این یافته‌ها در مورد پروتئین تام با یافته‌های پیشین در مرغ‌های گوشتی که اسیدهای چرب امگا-۳-دريافت کردن، هم‌خوانی ندارد (۱۹،۳۲،۴۱) که می‌تواند به علت مدت کوتاه‌تر آزمایش کنونی باشد. این پژوهشگران گزارش کردن سطوح گوناگون مکمل روغن ماهی جیره در درازمدت سبب کاهش پروتئین تام سرم مرغ‌های گوشتی شد. فرآورده‌های اسید آرکیدونیک به‌ویژه پروستاگلاندین‌ها به شیوه نامستقیم بر ساخت پروتئین تاثیر مثبت دارند (۳۳). مصرف اسیدهای چرب امگا-۳-نه تنها سبب کاهش غلظت خونی اسید آرکیدونیک می‌شود، بلکه مسیر ساخت ایکوزانوپیدها و ترومبوکسان‌ها را نیز تنظیم می‌کند (۱۵).

در تایید یافته‌های کنونی درباره غلظت کلسیم و فسفر سرم، کومار و همکاران (۲۵) نشان دادند که کلسیم و فسفر سرم در جوجه‌های گوشتی که سطوح گوناگون اسیدهای چرب امگا-۳-دريافت کردن، تاثیری نپذیرفت. مشاهده شده

یافته‌های کنونی نشان می‌دهند کبک‌هایی که ۰/۳ سی سی روغن ماهی دریافت کردن، غلظت LDL و گلوگز ($p = 0/0.05$) سرم پایینی در مقایسه با دیگر پرنده‌ها داشتند (جدول ۴). در تایید با یافته‌های ما، پژوهش‌ها نشان دادند که اسیدهای چرب غیراشباع به‌ویژه اسیدهای چرب امگا-۳-۳، می‌توانند فعالیت آنزیم دلتا ۹-دی‌چوراز را مهار کنند و سبب کاهش آزادسازی لیپید از جگر به جریان خون پرنده شوند، اما سازوکار دقیق آن کاملاً روش‌نیست (۱۸). کرسبو و استیوگارسیا (۱۱) کاهش غلظت گلوکز خون در جوجه‌های گوشتی که اسیدچرب امگا-۳-دريافت کردن را به افزایش غلظت انسولین نسبت دادند. اسیدهای چرب غیراشباع می‌توانند از راه کاهش مقاومت انسولین و بهبود در فعالیت و حساسیت انسولین تاثیر بر ساخت و ساز گلوکز بگذارند (۳۰). اگرچه در پژوهش کنونی غلظت انسولین سرم اندازه‌گیری نشد، اما براساس گزارش‌های نیومن و همکاران (۳۰) می‌توان گفت کاهش غلظت گلوکز سرم در کبک‌هایی که ۰/۳ سی سی روغن ماهی دریافت کردن، به افزایش غلظت انسولین مرتبط است.

کبک نداشت، اما وزن تخم را کاهش داد. هنوز اطلاعات زیادی درباره سیستم تولید مثلی و رخدادهای فیزیولوژیک در کبک وجود دارد که ناشناخته است. ضرورت دارد تا این رخدادهای فیزیولوژیک که می‌توانند تحت تاثیر اسیدهای چرب امگا-۳ قرار گیرند شناخته شوند. پیشنهاد می‌شود چرب امگا-۳ مدتی که آینده انجام شود تا اثرات سطوح بالاتر روغن ماهی و با مدت تجویز طولانی‌تر بر عملکرد تولید و تولید مثلی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین تجویز خوراکی ۰/۳ سی سی روغن ماهی سبب کاهش فراسنجه‌های خونی مانند کلسترول تام، تری‌گلیسرید، LDL و گلوکز شد. بنابراین، تغییرات در غلظت لیپید و گلوکز به‌واسطه مصرف سطوح گوناگون روغن ماهی، می‌تواند سبب بهبود عملکرد تولید مثلی شود.

است که مصرف درازمدت روغن ماهی جیره‌ها، سوخت و ساز کلسیم و رشد استخوان را در بلدرچین‌های ژانینی افزایش داد (۲۶). مصرف درازمدت اسیدهای چرب امگا-۳ جیره سبب افزایش غلظت این اسیدهای چرب در بافت‌های پرنده شده که می‌تواند بر سوخت و ساز کلسیم پرنده تاثیر بگذارد (۱)، به این شیوه که پس از مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ و کلسیم، سیستم گوارش پرنده میان اسیدهای چرب امگا-۳ و کلسیم، صابون کلسیمی محلول تشکیل می‌شود که به راحتی در سیستم گوارشی پرنده جذب می‌شود که در پایان بر غلظت کلسیم در جریان خون و بافت‌ها می‌تواند تاثیر بگذارد (۲).

روی هم رفته، یافته‌های به دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که تجویز خوراکی دُزهای به کار رفته روغن ماهی در مدت کوتاه تاثیری بر مصرف خوراک و وزن بدن

منابع

- Abdulla, N.R., T.C. Loh, H. Akit, A.Q. Sazili, H.L. Foo, K.Y. Kareem, R. Mohamad and R. Abdul Rahim. 2017. Effects of dietary oil sources, calcium and phosphorus levels on growth performance, carcass characteristics and bone quality of broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 45: 423-429.
- Abdulla, N., T. Loh, H. Akit, A.Q. Sazili, H.L. Foo, R. Mohamad, R.A. Rahim, M. Ebrahimi and A. Sabow. 2015. Fatty acid profile, cholesterol and oxidative status in broiler chicken breast muscle fed different dietary oil sources and calcium levels. *South African Journal of Animal Science*, 45: 153-163.
- Ahmad, S.A., M. Yousef, M.A. Sabri, Z. Kamran. 2012. Response of laying hens to omega-3 fatty acids for performance and egg quality. *Avian Biology Research*, 5: 1-10.
- Alagawany, M., S.S. Elnesr, M.R. Farag, M.E. Abdel-Hack, A.F. Khafaga, A.E. Taha, R. Tiwari, M.I. Yatoo, P. Bhatt, S.K. Khurana and K. Dhama. 2019. Omega-3 and omega-6 fatty acids in poultry nutrition: Effect on production performance and health. *Animals*, 9: 573.
- Basmacioglu, H., M. Cabuk, K. Unal, K. Ozkan, S. Akkan and H. Yalcin. 2003. Effects of dietary fish oil and flax seed on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk and blood parameters of laying hens. *South African Journal of Animal Science*, 33: 266-273.
- Bou, R., F. Guardiola, A. Barroeta and R. Codony. 2005. Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. *Poultry Science*, 84: 1129-1140.
- Bozkurt, M., M. Cabuk and A. Alcicek. 2008. Effect of dietary fat type on broiler breeder performance and hatching egg characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 17: 47-53.
- Buitendach, G.C., F.H. De Witt, A. Hugo, H.J. Van Der Merwe and M.D. Fair. 2013. Effect of dietary fatty acid saturation on egg production at end-of-lay. *South African Journal of Animal Science*, 43: 126-131.
- Cachaldora, P., P. Garcia-Rebollar, C. Alvarez, J.C. De Blas and J. Mendez. 2006. Effect of type and level of fish oil supplementation on yolk fat composition and n-3 fatty acid retention efficiency in laying hens. *British Poultry Science*, 47: 43-49.
- Cherian, G. 2008. Egg quality and yolk polyunsaturated fatty acid status in relation to broiler breeder hen age and dietary n-3 oils. *Poultry Science*, 87: 1131-1137.
- Crespo, N. and E. Esteve-Garcia. 2003. Polyunsaturated fatty acids reduce insulin and very low density lipoprotein levels in broiler chickens. *Poultry Science*, 82: 1134-1139.
- Cortinas, L., J. Galobart, A.C. Barroeta, M.D. Baucells and M.A. Grashorn. 2003. Change in α-tocopherol contents, lipid oxidation and fatty acid profile in eggs enriched with linolenic acid or very long-chain ω3 polyunsaturated fatty acids after different processing methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 820-829.
- Del Hoyo, J., A. Elliot and J. Sargatal. 1994. *Handbook of the birds of the world*. Vol. 2. New World Vulture to Guineafowl. Lynx Edicionel. Barcelona, Espana, 638 pp.

14. Donaldson, J., K. Pillay, M. Madziva and K. Erlwanger. 2015. The effect of different high-fat diets on erythrocyte osmotic fragility, growth performance and serum lipid concentrations in male, Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99: 281-289.
15. Ebeid, T., Y. Eid, A. Saleh and H.A. El-Hamid. 2008. Ovarian follicular development, lipid peroxidation, antioxidative status and immune response in laying hens fed fish oil-supplemented diets to produce n-3-enriched eggs. *Animal*, 2: 84-91.
16. Gonzalez-Esquerra, R. and S. Leeson. 2000. Effect of feeding hens regular or deodorized menhaden oil on production parameters, yolk fatty acid profile, and sensory quality of eggs. *Poultry Science*, 79: 1597-1602.
17. Gulliver, C.E., M.A. Friend, B.J. King and E.H. Clayton. 2012. The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids in reproduction of sheep and cattle. *Animal Reproduction Science*, 131: 9-22.
18. Hermier, D., D. Catheline and P. Legand. 1996. Relationship between hepatic fatty acid desaturation and lipid secretion in the estrogenized chicken. *Comparative Biochemistry & Physiology*, 105: 259-264.
19. Hosseini-Mansoub, N. and Y. Bahrami. 2011. Influence of dietary fish oil supplementation on humoral immune response and some selected biochemical parameters of broiler chickens. *Journal of Agrobiology*, 28: 67-77.
20. Keshavarz, R., A. Akhlaghi, M.J. Zamiri, M.R. Jafarzadeh Shirazi, F. Saemi, A.A. Akhlaghi, M. Zhandi, M. Afrouziyah and M.J. Zuidhof. 2019. The long-term oral administration of thyroxine: effects on blood hematological and biochemical features in broiler breeder hens. *Poultry Science*, 0: 1-6.
21. Khatibjoo, A., H. Kermanshahi, A. Golian and M. Zaghami. 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: 986-998.
22. Kinsella, J.E., B.R. Lokesh and R.A. Stone. 1990. Dietary n-3 poly-unsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. *American Journal of Clinical Nutrition*, 52: 1-28.
23. Kinsella, J.E., B.R. Lokesh, B. German, J. Swanson and M. Zuniga. 1987. Eicosanoid synthesis and membrane enzymes are affected by dietary fat level and ratios of n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids. In: Lands WEM, ed. polyunsaturated fatty acids and eicosanoids. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society, 416-418.
24. Krogdahl, A. 1985. Digestion and absorption of lipids in poultry. *Journal of Nutrition*, 115: 675-685.
25. Kumar, P., S. Tiwari, T. Sahu and S.K. Naik. 2015. Influence of selenomethionine and omega-3 fatty acid on serum mineral profile and nutrient utilization of broiler chicken. *Veterinary World*, 8: 164-169.
26. Liu, D., H. Veit and D. Denbow. 2004. Effects of long-term dietary lipids on mature bone mineral content, collagen, crosslinks and prostaglandin E2 production in Japanese quail. *Poultry Science*, 83: 1876-1883.
27. Mousa, S.A., S.M. Abdel-Raheem, H.A. Abdel-Raheem and A.L.S. Sadeek. 2017. Effect of dietary fat sources and antioxidant types on growth performance and carcass quality of Japanese quails. *International Journal of Poultry Science*, 16: 443-450.
28. Navidshad, B. 2013. Effects of dietary inclusion of fish oil, soybean oil, palm oil or conjugated linoleic acid supplementation on performance and meat fatty acid composition of broiler chickens. *Research on Animal Production*, 4: 35-46.
29. Navidshad, B. and F. Mirzaei Aghje Gheshlagh. 2013. A Survey on the possibility of concurrent enrichment of broiler chicken meat with CLA and n-3 type PUFAs. *Research on Animal Production*, 5: 26-43.
30. Newman, R.E., W.L. Bryden, A.C. Kirby, L.H. Storlien and J.A. Downing. 2005. Dietary n-3 and n-6 fatty acids alter avian glucose Metabolism. *British Poultry Science*, 46: 104-113.
31. Newman, R.E., W.L. Bryden, E. Fleck, J.R. Ashes, W.A. Buttemer, L.H. Storlien and J.A. Downing. 2002. Dietary n-3 and n-6 fatty acids alter avian metabolism: metabolism and abdominal fat deposition. *British Journal of Nutrition*, 88: 11-18.
32. Olomu, J. and V. Baracos. 1991. Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition, and fatty acid composition of broiler chicks. *Poultry Science*, 70: 1403-1411.

- ۸۳
33. Palmer, R. 1990. Prostaglandins and the control of muscle protein synthesis and degradation. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 39: 95-104.
 34. Pappas, A., T. Acamovic, N. Sparks, P. Surai and R. McDevitt. 2005. Effects of supplementing broiler breeder diets with organic selenium and polyunsaturated fatty acids on egg quality during storage. *Poultry Science*, 84: 865-874.
 35. Phetteplace, H.W. and B.A. Watkins. 1990. Lipid measurements in chickens fed different combinations of chicken fat and menhaden oil. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 38: 1848-1853.
 36. Qiaohua, W., F. Dandan, M. Meihu and Z. Tao. 2017. Differentiating between fertilized and unfertilized eggs prior to incubation based on oxygen flux measurement. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10: 243-251.
 37. Qureshi, A., N. Qureshi, J. Hasler-Rapacz, F. Weber, V. Chaudhary, T. Crenshaw, A. Gapor, A. Ong, Y. Chong and D. Peterson. 1991. Dietary tocotrienols reduce concentrations of plasma cholesterol, apolipoprotein B, thromboxane B₂, and platelet factor 4 in pigs with inherited hyperlipemias. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53: 1042S-1046S.
 38. SAS. 2003. User's Guide: Version 9.1 edition. SAS. Inc., Carry., NC.
 39. Smith, M., K. Soisuvan and L. Miller. 2003. Evaluation of dietary calcium level and fat source on growth performance and mineral utilization of heat-distressed broilers. *Poultry Science*, 2: 32-37.
 40. Surette, M., J. Whelan, K. Broughton and J. Kinsella. 1992. Evidence for mechanisms of the hypotriglyceridemic effect of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism*, 1126: 199-205.
 41. Touchburn, S., J. Simon and B. Leclercq. 1981. Evidence of a glucose-insulin imbalance and effect of dietary protein and energy level in chickens selected for high abdominal fat content. *Journal of Nutrition*, 111: 325-335.
 42. Van Elswyk, M., B. Hargis, J. Williams and P. Hargis. 1994. Dietary menhaden oil contributes to hepatic lipidosis in laying hens. *Poultry Science*, 73: 653-662.
 43. Walton, J., J. Bond, R. Julian and E. Squires. 1999. Effect of dietary flax oil and hypobaric hypoxia on pulmonary hypertension and haematological variables in broiler chickens. *British Poultry Science*, 40: 385-391.
 44. Wong, S., P. Nestel, R. Trimble, G. Stoker, R. Illman and D. Topping. 1984. The adaptive effects of dietary fish and safflower oil on lipid and lipoprotein metabolism in perfused rat liver. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism*, 792: 103-109.
 45. Zollitsch, W., W. Knaus, F. Aichinger and F. Lettner. 1997. Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. *Animal Feed Science Technology*, 66: 63-73.

The Effects of Different Fish Oil Levels on Productive and Reproductive Performance and Blood Attributes In Female Chukar Partridges (*Alectoris Chukar*)

Arman Abdollahi¹, Amir Akhlaghi², Mohammad Javad Zamiri³, Ali Niazi⁴, Shahryar Kargar² and Zarbakht Ansari Pirsaraei⁵

1 and 3- PhD Student in Animal Physiology and Professor, Department of Animal Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

2- Associate Professor, Department of Animal Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
(Corresponding author: aakhlaghi@shirazu.ac.ir)

4- Professor, Institute of Biotechnology, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
5- Associate Professor, Department of Animal Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: December 19, 2019 Accepted: May 19, 2020

Abstract

The effects of different levels of fish oil on productive and reproductive performance as well as serum biochemical indices in female Chukar partridges were evaluated. Thirty-six 1.5-year-old laying Chukar partridges and 12 age-matched males (female: male ratio of 3:1) were divided to four experimental groups (three replicates of three birds each) in a completely randomized, to orally receive 0 (control), 0.1, 0.2, or 0.3 mL of fish oil on a daily basis for 21 successive days where the control birds received 0.3 mL normal saline solution only as the sham control group. The birds had a free access to feed and fresh water and were weighed weekly. The eggs (n=271) were collected once per two hours during the photophase (8 times daily) for the last 21 days of the treatment period (from 7 through 28 d of experiment). Blood samples were collected on d 0, 10, and 21 of the trial to analyze selected biochemical attributes. Although administration of 0.2 mL fish oil increased the egg production and fertility rate, the difference was not significant as compared to the control group ($p> 0.05$). Feed intake, body weight, and daily weight gain were not influenced by the different levels of fish oil. A significant decrease in egg weight was detected in fish oil-fed birds where partridges receiving 0.2 mL fish oil recorded the lowest egg weight among the experimental groups ($p< 0.05$). Similarly, the birds administered with different levels of fish oil had lower serum total cholesterol and triglyceride levels compared to the control group where the lowest records were found for 0.3 mL fish oil level. The interaction effect of fish oil level and time on serum total cholesterol was significant ($p=0.02$). The serum levels of LDL and glucose were decreased in partridges receiving 0.3 mL fish oil ($p<0.05$). No significant changes in the serum concentration of VLDL, HDL, total protein, calcium, and phosphorus were found during the trial. Data suggested that oral exposure of Chukar partridge to 0.2 mL of fish oil had positive effect on egg production and fertility rate. However, egg weight was decreased. Oral administration of 0.3 mL of fish oil may decrease serum total cholesterol, triglyceride, LDL, and glucose in partridges.

Keywords: Fish Oil, Reproduction, Biochemical Attributes, Chukar Partridge