Iranian Journal of Animal Science
Vol 50, No 1, Spring 2019 (23-33)
DOI: 10.22059/ijas.2017.239397.653550

علوم دامی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸ (ص ۳۳-۲۳)

تأثیر کورکومین بر پروفیل لیپیدهای پلاسما و برخی فراسنجه‌های کیفیت اسپرم خروس‌های مادرگوشتی

امین کاظمی‌زاده[۱]، احمد زارع‌شحنه[۲*]، سعید زین الدینی[۳]، علیرضا یوسفی[۴]، مهدی حیدری عمله[۵]، میثم توکلی الموتی[۶] و زربخت انصاری پیرسرایی[۷]

۱، ۲، ۳، ۵. دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار و دانشجوی دکتری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴. استادیار بخش پاتولوژی و حیوانات تحت آزمایش، مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۶. مدیر تولید گروه تولیدی رامسر طیور، تنکابن، ایران

۷. دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۷)

چکیده

هدف این آزمایش، مطالعه اثر تغذیه کورکومین بر پروفیل لیپیدهای پلاسما و برخی از فراسنجه‌های اسپرم خروس‌های مادرگوشتی بود. آزمایش با ۲۸ قطعه خروس سویه راس ۳۰۸ از سن ۵۱ هفتگی و به مدت ۹ هفته، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۷ تکرار، در قفس‌های انفرادی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف کورکومین بودند (تیمار ۱: فاقد کورکومین (شاهد)، تیمار ۲: ۰/۰۰۶، تیمار ۳: ۰/۰۱۲ و تیمار ۴: ۰/۰۱۸ درصد جیره) که به جیره پایه افزوده شد. به‌منظور اندازه‌گیری پروفیل چربی‌های پلاسما، در پایان آزمایش از ۵ قطعه خروس در هر گروه تیماری خون‌گیری شد. همچنین، طی دوره آزمایش، نمونه‌های منی برای ارزیابی جنبایی و یکپارچگی غشای اسپرم به‌صورت هفتگی جمع‌آوری شد. غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول کل و لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (LDL) پلاسما در تیمار ۳ و ۴ به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش و غلظت لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL) افزایش یافت (P<۰/۰۵). بین تیمار ۲ و گروه شاهد از نظر غلظت گلوکز و فراسنجه‌های چربی پلاسما تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. یکپارچگی غشای پلاسمایی و جنبایی اسپرم در تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد به‌صورت خطی افزایش یافت (P<۰/۰۵). بین تیمارهای آزمایشی، تیمار ۴ بیشترین تأثیر بر پروفیل لیپیدهای پلاسما و همچنین بیشترین میزان بهبود جنبایی و یکپارچگی غشای اسپرم را داشت. در کل، با در نظر گرفتن همه شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده، افزودن ۰/۰۱۸ درصد کورکومین به جیره پاسخ بهتری نسبت به دیگر تیمارها از خود نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پلاسما، تولیدمثل، خروس، سوخت‌وساز چربی، کورکومین.

The effect of Curcumin on plasma lipid profile and some sperm quality traits in broiler breeder roosters

Amin Kazemizadeh[1], Ahmad. Zare Shahneh[2*], Saeid Zeinoaldini[3], Ali Reza Yousefi[4], Mehdi Heidari Amale[5], Meysam Tavakoli Alamouti[6] and Zarbakht Ansari Pirsaraei[7]

1, 2, 3, 5. M.Sc. Student, Professor, Associated Professor, Ph. D. Candidate, Department of Animal Science, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

4. Assistant Professor, Department of Pathology and Experimental Animals, Razi Vaccine and Serum Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

6. Production Manager, Ramsar Toyoor Production Group, Tonekabon, Iran

7. Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: Aug. 8, 2017 - Accepted: Oct. 29, 2017)

ABSTRACT

This study was aimed to determine the effect of dietary Curcumin supplementation on the plasma lipid profile and some sperm quality parameters in broiler breeder roosters. In a completely randomized design, a total of twenty-eight 51-weeks-old Ross-308 roosters were randomly assigned to 4 treatment groups (n=7) and individually caged for 9 successive weeks. Treatments were different levels of Curcumin that were added to a basal diet including: T1, control (no Curcumin supplement), T2, 0.006%; T3, 0.012%, and T4, 0.018% of the diet. To determine plasma lipid profile, blood samples were collected from five birds/treatment at the end of the trial. Also, semen samples were weekly collected from each bird during the experiment, and sperm motility and plasma membrane integrity were evaluated. The results showed that concentrations of the plasma glucose, triglyceride, total cholesterol, and LDL were decreased, and concentrations of HDL were increased in T3 and T4 groups compared to the control group ($P < 0.05$). There were no significant differences in plasma lipid profile and plasma concentration of glucose between T1 and the control group ($P<0.05$). Sperm plasma membrane integrity and motility were linearly improved in treated groups compared to the control ($P<0.05$). The highest decrease in plasma lipid profile and most improvements in sperm motility and plasma membrane integrity was observed in T4 groups compared with other groups. In conclusion, considering all the measured parameters, dietary supplementation of 0.018% Curcumin had the best response on modifying plasma lipid profiles and improving sperm quality characteristics compared with other treatments.

Keywords: Curcumin, lipid metabolism, plasma, reproduction, rooster.

* Corresponding author E-mail: azareh@ut.ac.ir

مقدمه

یکی از مشکلات صنعت مرغ مادر، تجمع چربی‌های بطنی و افزایش شاخص‌های چربی پلاسما با پیشرفت دوره تولید است. این تغییرات، مرغ و خروس‌ها را مستعد ابتلا به بیماری‌های متابولیک و کاهش باروری می‌کند (Robinson *et al*., 1993). وجود رابطه منفی بین وزن بدن و سطح چربی‌های ذخیره‌ای با شایستگی تولیدمثلی در طیور به تأیید رسیده است و این امر توانایی تولید در گله‌های مرغ مادر گوشتی را به‌شدت محدود می‌کند (Robinson *et al*., 1993). موضوع تعدیل ذخیره چربی و بهبود سوخت‌وساز گله مرغ‌های مادر گوشتی به منظور بهبود شرایط تولید و باروری هدف تحقیق بسیاری از مطالعات طی دهه گذشته بوده است (Walzem & Chen, 2014; Saraswati *et al*., 2013). در این راستا، تغذیه گیاهان دارویی مؤثر بر ذخیره‌سازی و سوخت‌وساز چربی از جمله راهکارهایی است که همواره برای حل این مشکل پیشنهاد می‌شود (Desvergne & Wahli, 1999).

کورکومین (*Curcumin*) جزء فعال ادویه زردچوبه (*Curcuma longa* L.) است که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و ضد دیابتی و همچنین دارای اثرات کاهش‌دهنده چربی، گلوکز و کلسترول می‌باشد (Ghorbani *et al*., 2014; Jacob *et al*., 2008). نشان داده شده است که افزودن زردچوبه یا کورکومین خالص به جیره مرغ‌های تخم‌گذار (Kermanshahi & Riasi, 2006). موش (Babu & Srinivasan, 1997; Kamal-Eldin *et al*., 2000; Um *et al*., 2013)، موش صحرایی (Rukkumani *et al*., 2003) و انسان (Soni & Kuttan, 1992) موجب کاهش شایان توجه اکسیداسیون چربی، کاهش چربی‌های پلاسمایی و اسیدهای چرب آزاد خون می‌شود. کورکومین از لیگاندهای طبیعی گیرنده‌های فعال‌کننده تکثیر پروکسیزوم‌ها (Peroxisome proliferator-activated receptors: PPARs) به شمار می‌آید که نقش کلیدی در تنظیم سوخت‌وساز مواد مغذی و چربی دارند (Desvergne & Wahli, 1999). PPARγ ایزوفرمی از PPARها است که بیشتر در بافت چربی بیان می‌شود و فعال‌شدن آن در پی اتصال لیگاندهای طبیعی مانند اسیدهای چرب بلند زنجیر و پروستاگلاندین‌ها یا لیگاندهای سنتزی مانند داروهای تیازولیدن‌دایونی (Thiazolidinediones)، تأثیرات شگرفی بر سوخت‌وساز چربی دارد (Hauner, 2002; Lehrke & Lazar, 2005). PPARγ در تنظیم بیان ژن‌های تنظیم‌گر سوخت‌وساز و تمایز سلول‌های چربی، هومئوستاز (Homeostasis) گلوکز (Yki-Jarvinen *et al*., 2004)، تنظیم سطح چربی‌های برون‌سلولی (Desvergne & Wahli, 1999) و سوخت‌وساز چربی ماکیان (Matsubara *et al*., 2005) نقش محوری دارد. مجموعه شواهد بیان شده این فرضیه را که احتمالاً استفاده از کورکومین در جیره گله‌های مادر گوشتی نیز بتواند اثرات مثبتی بر سوخت‌وساز چربی‌ها داشته باشد، تقویت می‌نماید.

افزون بر این، احتمالاً کورکومین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی (Ahmadi, 2010; Daneshyar *et al*., 2011b; Khan *et al*., 2012) از مسیرهای مختلفی مانند کاهش تنش‌های اکسیداتیو، بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی منی و بهبود فعالیت میتوکندری اسپرم می‌تواند بر عملکرد تولیدمثل خروس‌های مادر گوشتی نیز تأثیر مثبت داشته باشد. با توجه به این‌که سطح آنتی اکسیدان‌های طبیعی در پرندگان پایین است، میزان تخریب لیپیدهای غشایی و آزادسازی تری‌گلیسرید و کلسترول بافتی به خون افزایش می‌یابد و این امر اکسیداسیون لیپیدها را تشدید می‌شود (Debski *et al*., 2004). گزارش شده است که میزان و نوع لیپیدهای موجود در ساختار دم اسپرم، نقش بسیار مهمی در باروی و کنش آن دارد (Speake *et al*., 2003)، به‌طوری که تغییرات غیرقابل برگشت غشای فسفولیپیدی اسپرم در اثر پراکسیدسیون لیپیدها از عوامل اصلی کاهش باروری به شمار می‌آید (Khan, 2011). کورکومین با داشتن دو شاخصه آنتی‌اکسیدانی شامل حلقه‌های فنولی و بخش بتا دی کتونی بر روی یک مولکول (Khan *et al*., 2012) ویژگی منحصربه‌فردی از نظر خواص آنتی‌اکسیدانی دارد که احتمالاً می‌تواند بر کیفیت اسپرم نیز اثرگذار باشد. اثر بخشی آنتی‌اکسیدان‌های با منشأ گیاهی مانند تفاله سیب، گوجه‌فرنگی، عصاره

رزماری بر کیفیت اسپرم و در نتیجه بهبود تولید مثل در گله‌های مادر گوشتی به تأیید رسیده است (Ashraf *et al*., 2005; Borghei-Rad *et al*., 2017; Saemi *et al*., 2012) بنابراین، هدف این پژوهش در درجه نخست تعیین اثر افزودن کورکومین به جیره بر پروفیل چربی‌های پلاسما و در درجه دوم، بررسی تأثیرات احتمالی تغذیه کورکومین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان گیاهی بر برخی از فراسنجه‌های کیفی اسپرم در خروس‌های مادرگوشتی بود.

مواد و روش‌ها

پرنده‌ها، شرایط محیطی و جیره‌آزمایشی

این پژوهش روی ۲۸ قطعه خروس مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ در مزرعه دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. به‌منظور تطابق با شرایط آزمایش، خروس‌ها در سن ۴۹ هفتگی به‌مدت دو هفته در قفس‌های انفرادی با جیره پایه تغذیه و با روش مالش شکمی برای اسپرم‌گیری عادت‌دهی شدند (Burrows & Quinn, 1937). از سن ۵۱ هفتگی و به مدت ۹ هفته، خروس‌ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به ۴ گروه آزمایشی با ۷ تکرار تخصیص یافتند. همه گروه‌های آزمایشی با یک جیره پایه متوازن‌شده بر اساس کاتولوگ سویه راس ۳۰۸ تغذیه شدند (جدول ۱). تیمارهای آزمایشی سطوح مختلف کورکومین (St. Louis, MO, USA) بود که به جیره پایه اضافه شد. تیمارها عبارت بودند از: تیمار ۱) جیره پایه فاقد کورکومین (گروه شاهد)، تیمار ۲) جیره پایه حاوی ۰/۰۰۶ درصد کورکومین، تیمار ۳) جیره پایه حاوی ۰/۰۱۲ درصد کورکومین و تیمار ۴) جیره پایه حاوی ۰/۰۱۸ درصد کورکومین. دوزهای کورکومین مورد استفاده در این آزمایش بر اساس پژوهش‌های پیشین که نشان دادند میزان ۲۰۰-۵۰ میلی‌گرم به ازای هرکیلوگرم خوراک مصرفی (۰/۰۲-۰/۰۰۵ درصد جیره) به‌طور مؤثری می‌تواند سوخت‌وساز چربی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی را بهبود دهد، انتخاب شد (Daneshyar *et al*., 2011a; Zeinali *et al*., 2011; Zhang *et al*., 2015) طی دوره آزمایش دسترسی پرندگان به خوراک به‌صورت محدود بود (به‌طور میانگین روزانه ۱۵۸ گرم)؛ بنابراین، کورکومین اضافه شده به خوراک به‌طور کامل مصرف می‌شد. خروس‌ها به‌صورت هفتگی توزین و در یک محیط کنترل‌شده (۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی و در دمای ۲۱-۱۸ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

جدول ۱. مواد تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره پایه
Table 1. Ingredients and the chemical composition of basal diet

Item	% DM
Corn	69
Soybean meal	8.5
Wheat bran	19.19
Dicalcium phosphate	1.4
Calcium carbonate	0.8
Sodium chloride	0.32
Vitamin premix*	0.25
Trace mineral premix**	0.25
DL-Me	0.29
Composition	
ME (kcal/kg)	2754
CP (%)	11.99
Ca (%)	0.7
P (%)	0.25
Na (%)	0.46
Cl (%)	0.3
K (%)	0.38

* هر کیلوگرم جیره حاوی ۱۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۴ میلی‌گرم ویتامین K3، ۲۵ میکروگرم ویتامین B12، ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۷/۵ میلی‌گرم B2، ۵۰ میلی‌گرم B3، ۱۸ میلی‌گرم B5، ۵/۵ میلی‌گرم B6 و ۵۰ میکروگرم B7 بود.

** هر کیلوگرم جیره حاوی ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۱۲۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۱۰میلی‌گرم روی، ۲ میلی‌گرم ید و ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم بود.

* Supplied per kg diet: vitamin A, 15,000 IU; vitamin E, 100 IU; vitamin K3, 4 mg; vitamin B12, 25 µg; vitamin D3, 3,000 IU; riboflavin, 7.5 mg; niacin, 50 µg; pantothenic acid, 18 mg; pyridoxine, 5.5 mg; biotin, 50 mg.

** Supplied per kg diet: Fe, 90 mg; Mn, 120 mg; Zn, 110 mg; I, 2 mg and Se, 0.3 mg.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی

در پایان آزمایش، ۵ قطعه خروس از هر گروه آزمایشی به‌صورت تصادفی انتخاب و خون‌گیری با استفاده از سرنگ‌های انسولین در ساعت ۶ صبح و پیش از خوراک‌دهی صورت پذیرفت. به این منظور، ۳ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ زیر بال گرفته شد و به لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA انتقال یافت. سپس با سانتریفیوژ کردن نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دور ۳۵۰۰g، پلاسما جدا و تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های چربی پلاسما، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. غلظت کلسترول کل، تری‌گلسیرید، لیپوپروتئین‌های با

چگالی کم (LDL) و لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL) با روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. همچنین، غلظت گلوکز با روش الکتروشیمیایی و با استفاده از دستگاه گلوکزسنج (Glucocard 01, Arkway, Japan) اندازه‌گیری شد.

جمع‌آوری و ارزیابی منی

در طول دوره آزمایش، نمونه‌های منی با روش مالش شکمی و به‌صورت هفتگی جمع‌آوری شد و بلافاصله برای ارزیابی تحرک و سلامت غشای اسپرم به آزمایشگاه انتقال یافت. درصد تحرک اسپرم‌های هر نمونه، پس از رقیق‌سازی یک قطره از نمونه منی با سیترات سدیم ۲/۹ درصد (نسبت ۱ به ۱۰۰) با استفاده از میکروسکوپ فاز کنتراست (Labomed Inc., Los Angeles, USA) و بزرگ‌نمایی ۴۰۰× تعیین شد (Akhlaghi *et al*., 2014). برای اندازه‌گیری یکپارچگی غشای اسپرم از آزمون تورم هایپواسموتیک (Hypo Osmotic Swelling test) استفاده شد (Jeyendran *et al*., 1984). به این منظور، ۱۰ میکرولیتر از منی با ۴۰۰ میکرولیتر از محلول هایپواسموتیک (۱ گرم سیترات سدیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر با فشار اسمزی ۱۰۰ میلی اسمول بر کیلوگرم، pH= ۷) مخلوط شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس با استفاده از میکروسکوپ فاز کنتراست با بزرگ نمایی ۴۰۰×، حداقل در پنج میدان دید، ۲۰۰ اسپرم بررسی شد. اسپرم‌های با دم متورم به‌عنوان پاسخ مثبت (غشای پلاسمایی سالم) و اسپرم‌های با دم غیرمتورم، به‌عنوان پاسخ منفی (غشای پلاسمایی ناسالم) در نظر گرفته شدند (Santiago-Moreno *et al*., 2009).

واکاوی آماری

واکاوی آماری داده‌ها با نرم‌افزار آماری (SAS, 2002) انجام شد. داده‌های مربوط به فراسنجه‌های تکرار شده در زمان مانند وزن بدن و فراسنجه‌های کیفی اسپرم با رویه MIXED و داده‌های مربوط به فراسنجه‌های خونی با رویه GLM آنالیز شد. پیش از واکاوی آماری، نرمال بودن توزیع باقی‌مانده داده‌ها مورد آزمون قرار گرفت. برای تجزیه آماری صفاتی مانند وزن بدن و فراسنجه‌های پلاسمایی، وزن زنده اندازه‌گیری‌شده در ابتدای دوره به عنوان عامل همبسته در مدل آماری قرار داده شد و در صورت معنی‌دار نبودن اثر آن، از مدل حذف و آنالیز مجدد انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی صورت پذیرفت و P<۰/۰۵ به‌عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

مدل آماری برای تجزیه‌وتحلیل وزن بدن و فراسنجه‌های خونی به صورت زیر بود:

$$Y_{ij}= \mu + T_i + e_{ij}$$

که در آن: Y_{ij}= مقدار هر مشاهده، μ= اثر میانگین، T_i= اثر تیمارهای آزمایشی، e_{ij} = اثرات باقیمانده

مدل آماری برای تجزیه‌وتحلیل فراسنجه‌های کیفی منی به‌صورت زیر بود:

$$Y_{ijk}=\mu+T_i+P_j+\delta_{(i)k}+(T\times P)_{ij}+ e_{ijK}$$

که در آن: Y_{ijk}= مقدار هر مشاهده، μ= اثر میانگین، T_i= اثر تیمار آزمایشی، P_j=اثر j امین زمان اندازه‌گیری، $\delta_{(i)k}$= اثر تصادفی پرنده $(T\times P)_{ij}$= برهم‌کنش i امین تیمار در j امین زمان اندازه‌گیری، e_{ijk}= اثر اشتباه آزمایشی.

نتایج

میانگین وزن بدن و فراسنجه‌های چربی پلاسمای خون خروس‌های مادر گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف کورکومین در جدول ۲ نشان داده شده است. تغذیه کورکومین تأثیر معنی‌داری بر وزن بدن طی هفته‌های مختلف آزمایش نداشت (P>۰/۰۵). غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL و گلوکز پلاسما در تیمارهای ۳ و ۴ نسبت به گروه شاهد کاهش و غلظت HDL افزایش یافت (P<۰/۰۵). با این وجود، بین هیچ یک از فراسنجه‌های پلاسمایی اندازه‌گیری شده در تیمار ۲ و گروه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بین تیمارهای آزمایشی، تیمار ۴ بیشترین کاهش در غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید و گلوکز پلاسما را نشان داد، اما بین تیمارهای ۳ و ۴ از نظر تأثیر بر HDL و LDL اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

تأثیر تغذیه کورکومین بر برخی فراسنجه‌های کیفی اسپرم خروس‌های مادرگوشتی در جدول ۳

نشان داده شده است. کورکومین به‌طور خطی میانگین جنبایی اسپرم را افزایش داد (P<۰/۰۵)؛ به‌طوری‌که بیشترین جنبایی در بالاترین سطح کورکومین مشاهده شد (جدول ۳). تغذیه کورکومین جنبایی اسپرم را در گروه‌های تیماری ۲، ۳ و ۴ به‌ترتیب حدود ۵، ۹ و ۱۲٪ نسبت به گروه شاهد بهبود داد. روند تغییرات در میزان جنبایی اسپرم‌های جمع‌آوری‌شده طی هفته‌های مختلف آزمایش (شکل ۱) نشان داد که حداقل یک بازه ۲ هفته‌ای تغذیه کورکومین برای بروز اثرات مثبت آن بر جنبایی اسپرم لازم است (P<۰/۰۵).

بین تیمارهای آزمایشی، میانگین درصد اسپرم‌های دارای یکپارچگی غشا در تیمار ۴ بیشترین و در گروه شاهد کم‌ترین بود (P<۰/۰۵؛ جدول ۳). تغذیه کورکومین درصد اسپرم‌های دارای یکپارچگی غشاء را در تیمارهای ۲، ۳ و ۴ به‌ترتیب حدود ۴، ۷ و ۹٪ نسبت به گروه شاهد افزایش داد. همانند روند مشاهده شده برای جنبایی اسپرم، حداقل یک بازه زمانی ۲ هفته‌ای برای مشاهده اثرات مثبت تغذیه کورکومین بر سلامت غشای اسپرم نیاز بود (P<۰/۰۵؛ شکل ۲)؛ و با کاهش سطح تغذیه کورکومین، زمان مورد نیاز برای مشاهده اثرات مثبت بر فراسنجه‌های کیفی اسپرم افزایش یافت (شکل‌های ۱ و ۲). درصد جنبایی اسپرم و یکپارچگی غشا در گروه‌های تیماری از سن ۵۷ هفتگی تا پایان آزمایش روندی نزولی داشت (شکل‌های ۱ و ۲).

جدول ۲. تأثیر تغذیه کورکومین (میانگین ± خطای استاندارد میانگین) بر وزن بدن و فراسنجه‌های چربی پلاسمای خروس‌های مادر گوشتی

Table 2. The effect of dietary Curcumin supplemntation on body weight and plasma lipid paprmeters in broiler breeder roosters

Parameters	Treatments*				SEM
	T1	T2	T3	T4	
Body Weight (Kg)	5.65	5.49	5.35	5.34	0.10
Cholesterol (mg/dL)	133.80^{a}	132.40^{ab}	130.40^{b}	127.40^{c}	0.86
Triglyceride (mg/dL)	43.00^{a}	42.80^{a}	37.80^{b}	35.00^{c}	0.80
High-density lipoprotein (mg/dL)	97.20^{b}	97.00^{b}	102.60^{a}	104.60^{a}	0.80
High-density lipoprotein (mg/dL)	24.80^{a}	23.60^{ab}	21.80^{bc}	21.00^{c}	0.78
Glucose (mg/dL)	180.80^{a}	180.20^{a}	178.00^{b}	172.20^{c}	0.72

a, b, c: در هر ردیف، میانگین‌های با حروف غیرهمسان دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p<۰/۰۵).

*T1 = جیره پایه فاقد کورکومین (شاهد)، T2= جیره پایه حاوی ۰/۰۰۶٪ کورکومین، T3= جیره پایه حاوی ۰/۰۱۲٪ کورکومین، T4= جیره پایه حاوی ۰/۰۱۸٪ کورکومین.

a, b, c: Means with different letters within a row are statistically significant (p<0.05).

* T1, basal diet with no Curcumin supplemntation (control); T2, dietary supplemntation of 0.006% Curcumin; T3, dietary supplementatin of 0.012% Curcumin; T4 dietary supplementatin of 0.018% Curcumin.

جدول ۳. تأثیر تغذیه کورکومین بر یکپارچگی غشای پلاسمایی و جنبایی اسپرم خروس‌های مادر گوشتی

Table 3. The effect of dietary Curcumin supplementation on sperm motility and plasma membrane integrity in broiler breeder roosters

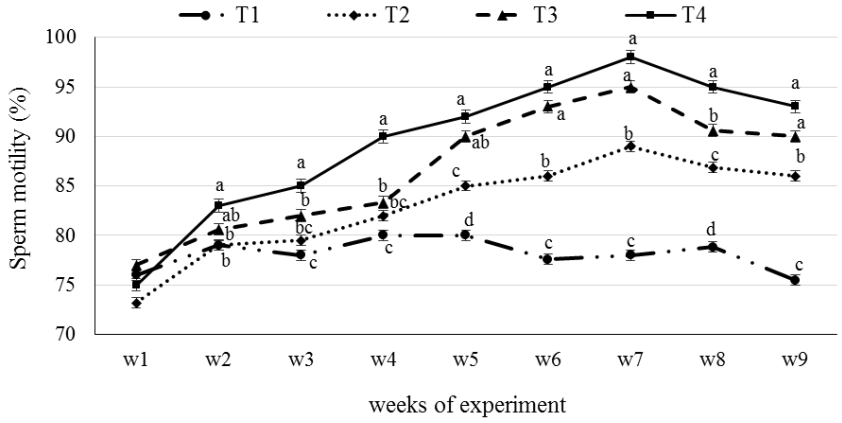
Sperm Parameters	Treatments*				SEM
	T1	T2	T3	T4	
Motility (%)	78.10^{d}	83.20^{c}	86.61^{b}	89.55^{a}	0.60
Sperm plasma membrane integrity (%)	59.88^{c}	63.94^{b}	67.00^{ab}	68.77^{a}	0.66

a, b, c, d: در هر ردیف، میانگین‌های دارای حروف غیرهمسان اختلاف معنی‌دار دارند (p<۰/۰۵).

*T1 = جیره پایه فاقد کورکومین (شاهد)، T2= جیره پایه حاوی ۰/۰۰۶٪ کورکومین، T3= جیره پایه حاوی ۰/۰۱۲٪ کورکومین، T4= جیره پایه حاوی ۰/۰۱۸٪ کورکومین.

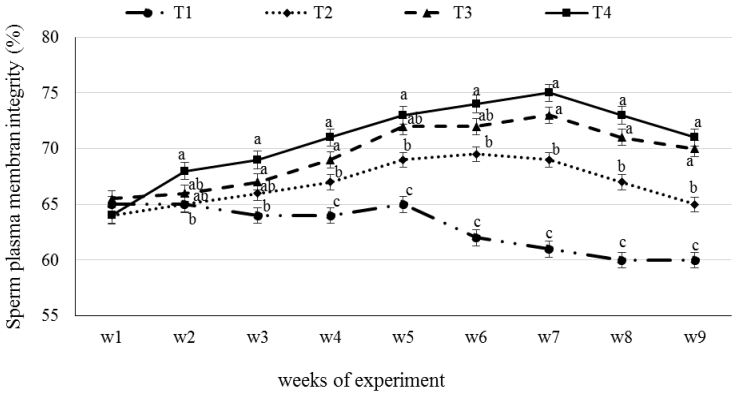
a, b, c, d: Means with different letters within a row are statistically significant (p<0.05).

* T1, basal diet with no Curcumin supplemntation (control); T2, dietary supplementaion of 0.006% Curcumin; T3, dietary supplementatin of 0.012% Curcumin; T4 dietary supplementatin of 0.018% Curcumin.



شکل ۱. تأثیر تغذیه کورکومین بر جنبایی اسپرم خروس‌های مادر گوشتی طی هفته‌های مختلف آزمایش (T1= جیره پایه فاقد کورکومین (شاهد)، T2= جیره پایه حاوی ۰/۰۰۶٪ کورکومین، T3= جیره پایه حاوی ۰/۰۱۲٪ کورکوکین، T4= جیره پایه حاوی ۰/۰۱۸٪ کورکومین).

Figure 1. The effect of dietary Curcumin supplementation on sperm motility during the experimental period in broiler breeder roosters (T1, basal diet with no Curcumin supplemntation (control); T2, dietary supplemntation of 0.006% Curcumin; T3, dietary supplementatin of 0.012% Curcumin; T4 dietary supplementatin of 0.018% Curcumin).



شکل ۲. تأثیر تغذیه کورکومین بر یکپارچگی غشای اسپرم خروس‌های مادر گوشتی طی هفته‌های مختلف آزمایش (T1= جیره پایه فاقد کورکومین (شاهد)، T2= جیره پایه حاوی ۰/۰۰۶٪ کورکومین، T3= جیره پایه حاوی ۰/۰۱۲٪ کورکوکین، T4= جیره پایه حاوی ۰/۰۱۸٪ کورکومین).

Figure 2. The effect of dietary Curcumin supplementation on sperm plasma membrane integrity during the experimental period in broiler breeder roosters (T1, basal diet with no Curcumin supplemntation (control); T2, dietary supplemntation of 0.006% Curcumin; T3, dietary supplementatin of 0.012% Curcumin; T4 dietary supplementatin of 0.018% Curcumin).

بحث

نتایج نشان داد تغذیه خروس‌ها با جیره حاوی ۰/۰۱۸ درصد کورکومین به مدت ۹ هفته، باعث کاهش معنی‌دار غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید و LDL پلاسمایی شد، درحالی‌که غلظت HDL را افزایش داد. موافق با نتایج این مطالعه، تغذیه زردچوبه به مرغ‌های تخم‌گذار منجر به کاهش کلسترول و تری‌گلیسرید پلاسما شد (Kermanshahi & Riasi, 2006). نشان داده شده است که استفاده از کورکومین در جیره باعث کاهش کلسترول پلاسما در موش (Babu & Srinivasan, 1997)، اسیدهای چرب آزاد و تری‌گلیسرید در موش صحرایی (Rukkumani *et al*., 2003)، LDL، لیپوپروتئین‌های با چگالی خیلی پایین (VLDL) و کلسترول کل در موش‌های نر (Kamal-Eldin *et al*., 2000) یا تعدیل پروفیل چربی‌های پلاسما و کاهش ذخیره چربی کبد در موش‌های تغذیه

شده با رژیم غذای پرچرب می‌شود (Um *et al*., 2013). همچنین، مشابه با یافته‌های این پژوهش، تغذیه ۵۰۰ میلی‌گرم کورکومین به‌مدت ۷ روز به انسان موجب کاهش شایان توجه پراکسیدهای چربی، کلسترول کل و همچنین افزایش HDL پلاسما شد (Soni & Kuttan, 1992).

سازوکار احتمالی بروز چنین اثراتی به‌وسیله کورکومین به‌ترکیبات فنولی موجود در ترکیب آن نسبت داده می‌شود. کورکومین فعالیت آنزیم ۳-هیدروکسی -۳- متیل‌گلوتاریل-CoA ردوکتاز را مهار نموده و در نتیجه ساخت کلسترول را کاهش می‌دهد؛ همچنین کورکومین با افزایش گیرنده‌های LDL در سطح کبد، کاتابولیسم LDL را نیز تسریع می‌کند (Ashraf *et al*., 2005; Barreto *et al*., 2008). افزون بر این، کورکومین از فعالیت آنزیم اسیدچرب سنتاز جلوگیری و بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب را افزایش می‌دهد؛ در نتیجه، ذخیره چربی را به‌طور مؤثری کاهش می‌دهد (Sukandar *et al*., 2010) از طرفی، کورکومین لیگاند طبیعی PPARγ به شمار می‌آید که اساساً در بافت چربی بیان شده و ژن‌های مرتبط با سوخت‌وساز چربی را تنظیم می‌کند (Lehrke & Lazar, 2005). گمان می‌رود ترکیبات فنولی موجود در کورکومین با اثر بر PPARγ باعث کاهش سنتز چربی می‌شوند (Aoun *et al*., 2003). تأثیر فعال‌سازی PPARγ بر تنظیم بیان ژن‌های کدکننده برخی آنزیم‌های مسیر سنتز کلسترول و کاهش غلظت کلسترول خون به اثبات رسیده است (Ashraf *et al*., 2005). همچنین، PPARγ با تأثیر بر بیان ژن آنزیم لیپوپروتئین لیپاز، هیدرولیز تری‌گلیسرید، VLDL، اسیدهای چرب آزاد و LDL-کلسترول را افزایش می‌دهد (Swarbrick *et al*., 2001). این سازوکارها نشان می‌دهد که چگونه کورکومین می‌تواند سطح ذخیره چربی را کاهش، اکسیداسیون آن را افزایش و چربی‌های پلاسمایی را تعدیل نماید.

در این پژوهش تغذیه کورکومین باعث کاهش غلظت گلوکز پلاسمای خروس‌های مادر گوشتی شد. خروس‌هایی که ۰/۰۱۸ درصدکورکومین در جیره را دریافت کردند، کم‌ترین غلظت گلوکز را نسبت به سایر تیمارها داشتند که نشان از تأثیر وابسته به دوز این ترکیب بر گلوگز پلاسمایی دارد. سازوکار احتمالی پیشنهادشده برای نقش کورکومین در هومئوستاز گلوکز، فعال‌سازی مسیر گلیکولیز و جلوگیری از گلوکونئوژنز می‌باشد (Aoun *et al*., 2003; Jeyendran *et al*., 1984; Ashraf *et al*., 2005). در یک مطالعه، غلظت انسولین پلاسمای موش‌های صحرایی دیابتی تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد پودر زردچوبه طی مدت ۵ هفته، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که با کاهش غلظت گلوکز خون همراه بود (Weisberg *et al*., 2008). در مطالعه‌ای دیگر، تغذیه کورکومین موجود در زردچوبه باعث تنظیم آنزیم‌های سوخت‌وسازی گلوکز و کاهش غلظت گلوکز خون در موش‌های دیابتی شد، درحالی‌که کورکومین خالص تأثیر بیشتری نسبت به زردچوبه داشت (Suryanarayana *et al*., 2003). به‌طور کلی، ترکیباتی مانند کورکومین که لیگاند طبیعی PPARγ هستند، با اثر مستقیم بر بافت‌ها و همچنین به‌طور غیرمستقیم از مسیر کاهش ذخیره چربی‌های بطنی و گردش خون، باعث افزایش حساسیت بافت‌های محیطی به انسولین می‌شوند که به نوبه خود مصرف گلوکز را در بافت‌ها تسهیل کرده و با کاهش گلوکونئوژنز و افزایش گلیکوژنز سطح گلوکز پلاسما را کاهش می‌دهند.

شایان توجه است که هم‌راستا با تعدیل چربی‌های پلاسمایی به ویژه کلسترول و تری‌گلیسرید، جنبایی و درصد اسپرم‌های دارای یکپارچگی غشا بهبود یافت. موافق با این یافته‌ها، کاهش سطح تری‌گلیسرید پلاسما تحت تأثیر تغذیه کورکومین موجب افزایش جنبایی اسپرم انسان شد (Ergun *et al*., 2007)؛ درحالی‌که بالا بودن میزان کلسترول و تری‌گلیسرید، میزان جنبایی اسپرم و همچنین ریخت‌شناسی سلول‌های جنسی مختلف در لوله‌های اسپرم‌ساز را دچار اختلال نمود (Schisterman *et al*., 2014). افزون بر این، مشخص شده است که با افزایش غلظت پلاسمایی تری‌گلیسرید و VLDL، باروری موش صحرایی کاهش می‌یابد (Monfared, 2016) که نشان از رابطه معکوس بین سطح ذخیره چربی‌های بدن با کیفیت اسپرم و باروری دارد.

غشای پلاسمایی اسپرم گونه‌های مختلف به‌ویژه پرندگان، حاوی سطح بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشند که آن‌را مستعد به پراکسیداسیون لیپیدی تحت تأثیر گونه‌های فعال اکسیژن (reactive oxygen species (ROS)) می‌کند (Kelso *et al*., 1997). به‌طور معمول، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در پلاسمای منی با خنثی‌سازی ROSها، اکسیداسیون لیپیدها را کاهش می‌دهند، اما زمانی که سطح تولید رادیکال‌های آزاد از توان آنتی‌اکسیدانی منی فراتر رود، فراسنجه‌های کیفی منی به‌شدت کاهش می‌یابد (Verma & Kanwar, 1999). با افزایش سن خروس‌های مادر گوشتی پس از پیک تولید، سطح تولید ROSها و در نتیجه شاخص‌های تنش اکسیداتیو مانند مالون‌دی‌آلدئید (Malondialdehyde: MDA) افزایش می‌یابد. ازآنجاکه دو جایگاه عمده تولید ROSها، میتوکندری و غشای پلاسمایی اسپرم می‌باشد (Zegura *et al*., 2011)، تنش‌های اکسیداتیو آسیب‌های جدی به جنبایی و سلامت غشای اسپرم وارد می‌کند. افزایش تنش‌های اکسیداتیو همراه با کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی منی در خروس‌های مسن موجب کاهش یکپارچگی غشاء، جنبایی و کاهش توانایی باروری اسپرم می‌شود (Donoghue & Wishart, 2000; Kelso *et al*., 1997). رادیکال‌های آزاد با حمله به غشای پلاسمایی و همچنین تأثیر بر فعالیت میتوکندری، بیشترین تأثیر را بر یکپارچگی غشا و تحرک اسپرم می‌گذارند (Gobe, 2010; Malo *et al*., 2011; Zegura *et al*., 2011). در این راستا، مطالعات مختلفی ارتباط منفی بین افزایش تنش‌های اکسیداتیو و زنده‌مانی، تحرک و باروری اسپرم خروس را گزارش کرده‌اند (Borghei-Rad *et al*., 2017; Akhlaghi *et al*., 2014; Saemi *et al*., 2012).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تغذیه جیره حاوی ۰/۰۱۸ و ۰/۰۱۲ درصد کورکومین باعث افزایش قابل توجه جنبایی اسپرم شد. آثار مثبت تغذیه کورکومین با افزایش دوز مصرفی طی مدت کوتاه‌تری بروز کرد. نتایج این مطالعه حداقل زمان ۲ هفته را برای مشخص شدن اثرات کورکومین بر فراسنجه‌های کیفی اسپرم مشخص نمود. همچنین، برای مشاهده اثر مثبت دوزهای پایین‌تر کورکومین (۰/۰۰۶ درصد) نسبت به دوزهای بالاتر (۰/۰۱۸ و ۰/۰۱۲ درصد)، حداقل دو برابر زمان بیشتری لازم بود. نشان داده شده است که کورکومین در کنار داشتن اثرات مستقیم آنتی‌اکسیدانی (Khan, 2011)، موجب افزایش فعالیت و بیان آنزیم‌های خنثی‌کننده رادیکال‌های آزاد مانند سوپراکسید دیسموتاز (superoxide dismutase (SOD))، گلوتاتیون پراکسیداز (glutathione peroxidase (GPX)) و کاتالاز (catalase (CAT)) می‌شود (Ahmadi, 2010)؛ بنابراین، با افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی منی، کورکومین موجب مهار تولید و پاکسازی رادیکال‌های آزاد می‌شود. لذا تأثیر سریع‌تر و وابسته به دوز سطوح بالاتر کورکومین را می‌توان به بهبود سریع‌تر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در این تیمارها نسبت داد. کاهش مشاهده شده در جنبایی و درصد اسپرم‌های دارای غشای سالم در اواخر دوره آزمایش در خروس‌های تحت آزمایش، روندی طبیعی بوده که با افزایش سن خروس‌های مادر گوشتی و شدت گرفتن تنش‌های اکسیداتیو، قابل توجیه می‌باشد. از طرفی، تولید بیش از حد ROS در اسپرم باعث تخلیه سریع ATP درون‌سلولی و آسیب به آکسونیم و غشای پلاسمایی می‌شود که متعاقباً کاهش تحرک و سلامت غشای اسپرم را به دنبال دارد (Agarwal *et al*., 2014). در مطالعات پیشین اثر محافظتی کورکومین بر فعالیت میتوکندری و اسپرماتوژنز موش‌های صحرایی تحت آسیب‌های حاصل از در معرض‌قرارگیری با سرب و اشعه گاما به تأیید رسیده است (Hamzavi Jahromi *et al*., 2014; Kosari *et al*., 2012). بنابراین می‌توان گفت که در کنار کاهش شاخص‌های چربی، اثرات محافظتی و آنتی‌اکسیدانی کوکومین بر فعالیت میتوکندری و غشای اسپرم در مقابله با تنش‌های اکسیداتیو و آسیب‌های وابسته به سن خروس‌های مادر گوشتی، موجب بهبود فراسنجه‌های کیفی اسپرم در این مطالعه شده است.

نتیجه‌گیری کلی

افزودن سطوح مختلف کورکومین (از ۰/۰۰۶ تا ۰/۰۱۸

درصد) به جیره خروس‌های مادر گوشتی طی مدت ۹ هفته به‌طور وابسته به دوز موجب تعدیل فراسنجه‌های چربی و گلوکز پلاسما شد. همچنین، تغذیه کورکومین توانست جنبایی و یکپارچگی غشای اسپرم را بهبود دهد و بهترین اثر در بالاترین دوز تغذیه شده (۰/۰۱۸ درصد جیره) مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که تغذیه کورکومین می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد برای تعدیل فراسنجه‌های چربی پلاسما و بهبود کیفیت اسپرم خروس‌های مسن پس از اوج تولید مد نظر قرار گیرد و احتمالاً از این طریق باروری را بهبود بخشد؛ هرچند برای تأیید این فرضیه باید مطالعات بیشتری انجام شود.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران بابت حمایت مالی برای انجام این پژوهش و نیز از صندوق حمایت از پژوهشگران ریاست جمهوری که از این پژوهش با شماره گرنت ۹۵۸۳۶۶۶۹ حمایت مالی کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Agarwal, A., Virk, G., Ong, C., Du, P. & Stefan, S. (2014). Effect of oxidative stress on male reproduction. *The World Journal of Mens Health*, 32(1), 1-17.
2. Ahmadi, F. (2010). Effect of turmeric (*Curcumin longa*) powder on performance, oxidative stress state and some of blood parameters in broiler fed on diets containing aflatoxin B1. *Global Veterinaria*, 5(6), 312-317.
3. Akhlaghi, A., Ahangari, Y. J., Zhandi, M. & Peebles, E. D. (2014). Reproductive performance, semen quality, and fatty acid profile of spermatozoa in senescent broiler breeder roosters as enhanced by the long-term feeding of dried apple pomace. *Animal Reproduction Science*, 147(1), 64–73.
4. Donoghue, A & Wishart, G. J. (2000). Storage of poultry semen. *Animal Reproduction Science*, 62(1), 213-232.
5. Aoun, P., Simpkins, J. W. D. & Agarwal, N. (2003). Role of PPAR-γ ligands in neuroprotection against glutamate-induced cytotoxicity in retinal ganglion cells. *Investigative Ophthalmology Visual Science*, 44(7), 2999-3004.
6. Ashraf, M. Z., Hussain, M. E. & Fahim, M. (2005). Antiatherosclerotic effects of dietary supplementations of garlic and turmeric: Restoration of endothelial function in rats. *Life Sciences*, 77(8), 837-857.
7. Babu, P. S. & Srinivasan, K. (1997). Hypolipidemic action of curcumin, the active principle of turmeric (*Curcuma longa*) in streptozotocin induced diabetic rats. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 166(1-2), 169-175.
8. Barreto, M. S. R., Menten, J. F. M., Racanicci, A. M. C., Pereira, P. W. Z. & Rizzo, P. V. (2008). Plant extracts used as growth promoters in broilers. *Revista Brasileira de Ciencia Avlcola*, 10(2), 109–115.
9. Borghei-Rad, S M., Zeinoaldini, S., Zhandi, M., Moravej, H. & Ansari, M. (2017). Feeding rosemary leaves powder ameliorates rooster age-related subfertility. *Theriogenology*, 101(2017), 35–43.
10. Burrows, W. H. & Quinn, J. P. (1937). The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. *Poultry Science*. 16(1), 19-24.
11. Daneshyar, M., Ghandkanlo, M., Alizadeh; B, F., Sabzi, F. F. & Aghaei, M. (2011). Effects of dietary turmeric supplementation on plasma lipoproteins, meat quality and fatty acid composition in broilers. *South African Journal of Animal Science*, 41(4), 420-428.
12. Debski, B., Zalewski, W., Gralak, M. A. & Kosla, T. (2004). Chromium-yeast supplementation of chicken broilers in an industrial farming system. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 18(1), 47-51.
13. Desvergne, B. & Wahli, W. (1999). Peroxisome proliferator-activated receptors: nuclear control of metabolism. *Endocrine Reviews*, 20(5), 649-688.
14. Ergun, A., Kose, S. K., Aydos, K., Ata, A. & Avci, A. (2007). Correlation of seminal parameters with serum lipid profile and sex hormones. *Archives of andrology*, 53(1), 21-23.
15. Ghorbani, Z., Hekmatdoost, A. & Mirmiran, P. (2014). Anti-hyperglycemic and insulin sensitizer effects of turmeric and its principle constituent curcumin. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 12(4), e18081.
16. Gobe, G. & Crane, D. (2010). Mitochondria, reactive oxygen species and cadmium toxicity in the kidney. *Toxicology letters*, 19(1), 49-55.

17. Hamzavi, J. Z., Zolghadri, J. S., Hemayatkhah, V., Kargar J. H. & Erfanian, S. (2014). Protective effect of curcumin agains gamma-radiation on testis of Rats. *Bimonthly Journal of Hormozgan University of Medical Sciences*, 18(2), 121-131. (in Farsi)
18. Hauner, H. (2002).The mode of action of thiazolidinediones. In *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 18(S2).
19. Jacob, A., Wu, R., Zhou, M. & Wang, P. (2008) Mechanism of the anti-inflammatory effect of curcumin: PPAR-γ activation, *PPAR research* 2007, Article ID 89369, 5 pages.
20. Jeyendran, R. S., Ven, H. H., Perez-Pelaez, M., Crabo, B. G. & Zaneveld, L. J. D. (1984). Development of an assay to assess the functional integrity of the human sperm membrane and its relationship to other semen characteristics. *Journal of Reproduction and Fertility*, 70(1), 219-228.
21. Kamal-Eldin, A., Frank, J., Razdan, A., Tengblad, S., Basu, S. & Vessby, B. (2000). Effects of dietary phenolic compounds on tocopherol, cholesterol, and fatty acids in rats. *Lipids*, 35(4), 427-435.
22. Kelso, K. A., Redpath, A., Noble, R. C. & Speake, B. K. (1997). Lipid and antioxidant changes in spermatozoa and seminal plasma throughout the reproductive period of bulls. *Journal of Reproduction and Fertility*, 109(1), 1-6.
23. Kermanshahi, H. & Riasi, A. (2006). Effect of turmeric rhizome powder (*Curcuma longa*) and soluble NSP degrading enzyme on some blood parameters of laying hens. *Poultry science*, 5(5), 494-498.
24. Khan, R. U. (2011). Antioxidants and poultry semen quality. *Worlds Poultry Science Journal*, 67(2), 297-308.
25. Khan, R. U., Naz, S., Javdani, M., Nikousefat, Z., Selvaggi, M., Tufarelli, V. & Laudadio, V. (2012). The use of Turmeric (*Curcuma longa*) in poultry feed. *Worlds Poultry Science Journal*, 68(1), 97-103.
26. Kosari, A., Hosseinzadeh, A. & Dabidi, R. V. (2012). Effects of endurance training and curcumin supplementation on sperm count and motility and reproductive hormones in rats exposed to lead acetate. In *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*, 15(11), 22-33. (in Farsi)
27. Lehrke, M. & Lazar, M. A. (2005). The many faces of PPARγ. *Cell*, 123(6), 993-999.
28. Malo, C., Gil, L., Cano, R., Martínez, F. & Gale, I. (2011). Antioxidant effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on boar epididymal spermatozoa during cryopreservation. *Theriogenology*, 75(9), 1735-1741.
29. Matsubara, Y., Sato, K., Ishii, H. & Akiba, Y. (2005). Changes in mRNA expression of regulatory factors involved in adipocyte differentiation during fatty acid induced adipogenesis in chicken. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 141(1), 108-115.
30. Monfared, L. (2016). Effects of Mobile Phone Radiation on the Histological and Anatomical Parameters of Testis and Serum Levels of Testosterone in Mice. *WWW. Sjimu. Medilam. ac. ir*, 24(2), 110-118. (in Farsi)
31. Robinson, F. E., Wilson, J. L., Yu, M. W., Fasenko, G. M. & Hardin, R. T. (1993). The relationship between body weight and reproductive efficiency in meat-type chickens. *Poultry Science*, 72(5), 912-922.
32. Rukkumani, R., Balasubashini, M. & Menon, V. P. (2003). Protective effects of curcumin and photo irradiated curcumin on circulatory lipids and lipid peroxidation products in alcohol and polyunsaturated fatty acid-induced toxicity. *Phytotherapy Research*, 17(8), 925-929.
33. Saemi, F., Zamiri, M. J., Akhlaghi, A., Niakousari, M., Dadpasand, M. & Ommati, M. M. (2012). Dietary inclusion of dried tomato pomace improves the seminal characteristics in Iranian native roosters. *Poultry Science*, 91(9), 2310-2315.
34. Santiago-Moreno, J., Castano, C., Coloma, M. A., Gómez-Brunet, A., Toledano-Díaz, A., Lopez-Sebastián, A. & Campo, J. L. (2009). Use of the hypo-osmotic swelling test and aniline blue staining to improve the evaluation of seasonal sperm variation in native Spanish free-range poultry. *Poultry Science*, 88(12), 2661-2669.
35. Saraswati, T. R., Manalu, W. & Ekastuti, K. N. (2013). The role of turmeric powder in lipid metabolism and its effect on quality of the first quail's egg. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 38(2), 123-130.
36. Schisterman, E. F., Mumford, S. L., Chen, Z., Browne, R. W., Boyd B. D., Kim, S. & Buck L.G. M. (2014). Lipid concentrations and semen quality: the LIFE study. *Andrology*, 2(3), 408-415.
37. Soni, K. B. & Kuttan, R. (1992). Effect of oral curcumin administration on serum peroxides and cholesterol levels in human volunteers. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 36(4), 273- 275.
38. Speake, B K., Surai, P. F., Rooke, J. A., Vriese, S. D. & Christophe, A. (2003). Regulation of avian and mammalian sperm production by dietary fatty acids. *Male Fertility and Lipid Metabolism*. AOCS Press, Champaign, IL, 96-117.
39. Sukandar, E. Y., Permana, H., Adnyana, I. K., Sigit, J. I., Ilyas, R. A., Hasimun, P. & Mardiyah, D. (2010). Clinical study of turmeric (*Curcuma longa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) extracts as antihyperglycemic and antihyperlipidemic agent in type-2 diabetes-dyslipidemia patients. *IJP-International Journal of Pharmacology*, 6(4), 456-463.

40. Suryanarayana, P., Krishnaswamy, K. & Reddy, G. B. (2003). Effect of curcumin on galactose-induced cataractogenesis in rats. *Molecular Vision*, 9, 223-30. 24.
41. Swarbrick, M. M., Chapman, C. M., McQuillan, B. M., Hung, J., Thompson, P. L. & Beilby, J. P. (2001). A Pro12Ala polymorphism in the human peroxisome proliferator-activated receptor-gamma 2 is associated with combined hyperlipidaemia in obesity. *European Journal of Endocrinology*, 144(3), 277-282.
42. Um, M. Y., Hwang, K. H., Ahn, J. & Ha, T. Y. (2013). Curcumin Attenuates Diet-Induced Hepatic Steatosis by Activating AMP Activated Protein Kinase. *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology*, 113(3), 152-157.
43. Verma, A. & Kanwar, K. C. (1999). Effect of vitamin E on human sperm motility and lipid peroxidation in vitro. *Asian Journal of Andrology*, 1(3), 151-154.
44. Walzem, R. L. & Chen, S. (2014). Obesity-induced dysfunctions in female reproduction: lessons from birds and mammals. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 5(2), 199–206.
45. Weisberg, S. P., Leibel, R. & Tortoriello, D. V. (2008). Dietary curcumin significantly improves obesity-associated inflammation and diabetes in mouse models of diabesity. *Endocrinology*, 149(7), 3549-3558.
46. Yki-Jarvinen, H. (2004). Thiazolidinediones. *New England Journal of Medicine*, 351(11), 1106–1118.
47. Zegura, B., Dobnik, D., Niderl, M. H. & Filipic, M. (2011). Antioxidant and antigenotoxic effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts in Salmonella typhimurium TA98 and HepG2 cells. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 32(2), 296-305.
48. Zeinali, A., Kermanshahi, H., Riasi, A., Farhangfar, H., Sarir, H. & Ziaie, H. (2011). Effects of sodium selenite and turmeric powder on thyroid hormones and plasma lipids of broiler chickens reared under heat stress condition. *Global Veterineria*, 6(3), 237-240.
49. Zhang, J., Hu, Z., Lu, C., Bai, K., Zhang, L. & Wang, Tian. (2015). Effect of various levels of dietary curcumin on meat quality and antioxidant profile of breast muscle in broilers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(15), 3880-3886.