Iranian Journal of Animal Science
Vol 48, No 2, Summer 2017 (261-272)
DOI: 10.22059/ijas.2017.217434.653474

علوم دامی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۶ (ص ۲۷۲-۲۶۱)

قابلیت هضم چربی‌ها، غلظت اجزای چربی و هورمون‌های استروئیدی در سرم خون و ذخیره و الگوی توزیع چربی در لاشهٔ مرغ‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کارواکرول، منتول و تیمول

میرحسن بیرانوند[۱]، حشمت‌الله خسروی نیا[۲*]، آرش آذرفر[۳] و عزت‌الله رفیعی علوی[٤]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق دکتری، استاد و دانشیار، گروه علوم دامی دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان
٤. استادیار، گروه پاتولوژی دانشکدهٔ پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/٦/۳)

چکیده

این پژوهش برای بررسی و ارزیابی تأثیر افزودن مقادیر ٤۰۰، ۲۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب از کارواکرول، تیمول و منتول به یک جیرهٔ شاهد بدون افزودنی بر ذخیره و توزیع چربی در لاشهٔ جوجه‌های گوشتی با استفاده از ۹٦ قطعه جوجهٔ گوشتی ماده از سن ۱۲ تا ٤۲ روزگی اجرا شد. افزودن کارواکرول، منتول و تیمول به جیره به ترتیب موجب کاهش معنی‌داری در قابلیت هضم ایلئومی چربی خام به میزان ۸/۰۲، ۵/۰٦ و ۱۵/۰۸ درصد شد (p<۰/۰۱). میانگین چربی لاشه و چربی پرهای جوجه‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ حاوی کارواکرول به ترتیب ٦/۰۸ و ۳۱/۵۷ درصد کمتر از گروه شاهد بود (p<۰/۰۵). افزودن کارواکرول به جیره موجب ٦/۸٦، ٦/۹۵، ۳۸/۰۱ و ۱۰/۵۰ درصد کاهش به ترتیب در چربی شکمی (p>۰/۰۵)، چربی گردن (p>۰/۰۵)، چربی زیرپوست (p<۰/۰۵) و چربی بافت ران شد (p<۰/۱۰). ضخامت چربی پشت مرغ‌های دریافت‌کنندهٔ جیره‌های حاوی کارواکرول، تیمول و منتول به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود (p<۰/۰۵). غلظت و نسبت هورمون‌های استرادیول، دی هیدرو اپیاندروسترون و تستووسترون، پروژسترون و کورتیزول سرم خون جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کارواکرول، منتول و تیمول و جیرهٔ شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). بنابر نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که کارواکرول و تیمول موجب کاهش قابلیت هضم ایلئومی چربی و کاهش چربی لاشهٔ مرغ به‌ویژه در بخش چربی زیرپوستی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: استروئیدهای زیست‌سازی و زیست‌سوزی، جوجه‌های گوشتی، چربی لاشه و زیرپوست، مونوترپن‌های فنلی.

Lipids digestibility, blood serum concentrations of fat constituents and steroid hormones, carcass fat deposition and distribution pattern in broiler chickens fed carvacrol, menthol and thymol supplemented diets

Mirhassan Beiranvand[1], Heshmatolla Khosravinia[2*], Arash Azarfar[3] and Ezatolla Rafiei Alavai[4]
1, 2, 3. Former Ph. D. Student, Professor and Associate Professor, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, 68137-17133, P.B. 465, Lorestan, Iran
4. Assistant Professor, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, 68138-33946, Iran
(Received: Oct. 8, 2016 - Accepted: Aug. 25, 2017)

ABSTRACT

This research was conducted to examine the effect of addition 400, 200 and 200 mg/kg carvacrol, menthol and thymol, respectively, to a non- supplemented control diet on carcass fat deposition and distribution pattern in broilers. 96 female Ross 308 broiler chicks were used in 4 treatments and 12 replicates of two birds in each from 14 to 42 days of age. Ileal fat digestibility was decreased by 8.02, 5.06 and 15.08 percent in the birds receiving carvacrol-, menthol- and thymol-supplemented diets, respectively (P<0.01). The mean of carcass fat and feather fat percentage was reduced in the birds fed diets containing carvacrol by 6.08 and 31.57 percent, respectively, in comparison to control (P<0.05). The addition of carvacrol to diet resulted in 6.86 (P>0.05), 6.95 (P>0.05), 38.01 and 10.50 (P<0.05) percent reduction in abdominal, neck, subcutaneous and thigh intramuscular fat deposits, respectively. The back fat thickness of chicks receiving diets containing carvacrol, thymol and menthol was significantly (P<0.05) lower than that of control group. The blood serum concentration and ratio of estradiol, dehydroepiandrosterone, testosterone, cortisol and progesterone of chicks fed diets containing carvacrol, thymol and menthol had no significant difference with control (P>0.05). According to the results of this study, it seems that carvacrol and thymol will result to reduction in ileal fat digestibility and carcass fat of broilers especially in subcutaneous fat.

Keywords: Anabolic and catabolic steroids, broilers, carcass and subcutaneous fats, phenolic monoterpens.

* Corresponding author E-mail: khosravi_fafa@yahoo.com

مقدمه

تجمع چربی در لاشهٔ مرغ‌های گوشتی یکی از مشکلات صنعت پرورش طیور است (Remignon & Bihan-Duval, 2003). این موضوع باعث کاهش بازدهٔ خوراک، کاهش کیفیت لاشه و کاهش گرایش مصرف‌کنندگان به خرید لاشه‌های سنگین‌تر از میانگین وزن گله می‌شود. مجموع چربی لاشهٔ مرغ‌های گوشتی بسیار متغیر (در دامنهٔ ۵ تا ۲۰ درصد) و با میانگین حدود ۱۲ درصد گزارش شده است (Sakomura *et al*., 2005). بخش عمدهٔ چربی لاشهٔ مرغ به‌صورت توده‌های جداگانه‌ای همچون چربی موجود در حفرهٔ شکمی (حدود ۱۸ تا ۲۲ درصد)، زیرپوست (حدود ۱۶ تا ۲۰ درصد)، اطراف گردن (۸ تا ۱۲ درصد)، روده‌بند (حدود ۴ تا ۷ درصد)، استخوان‌بندی یا اسکلت (حدود ۱۵ درصد)، کبد و پر (حدود ۲/۵ درصد) تجمع یافته است (Crespo & Esteve-Garcia, 2001). اندازهٔ توده‌های مختلف چربی در بدن با یکدیگر رابطهٔ مثبت دارد و تغییر هر یک از آن‌ها اغلب همراه با تغییر در دیگر اجزای چربی لاشه است (Cherry *et al*., 1984). میزان و حجم تودهٔ چربی در نواحی ذخیره‌ای مختلف لاشهٔ مرغ بسته به عامل‌هایی چند از جمله ژنتیک، تغذیه، جنس، وزن زنده و سن پرنده متفاوت است (Tumova & Teimouri, 2010). این موضوع مبنای بررسی‌های چندی برای کاهش چربی لاشه و بهبود کیفیت گوشت از راه تغییر تغذیه (Descheppe & De Wiseman & Lewis, 1998 ; Groote, 1995، نژادگان یا ژنوتیپ (Leenstra, 1986) و شرایط محیط پرورش برای مرغ‌های گوشتی (Leenstra & Cahaner, 1992) بوده است. راهکارهای تغذیه‌ای گوناگونی برای کاهش انباشت چربی در بدن مرغ‌های گوشتی تجاری پیشنهاد شده است، اما در مقیاس تجاری این راهکارها چندان تأثیرگذار نبوده‌اند. چون در اغلب برنامه‌های خوراک‌دهی تجاری، میل به رشد سریع مرغ با دسترسی آزاد به خوراک، همواره مستلزم سطوح متوسط انرژی و پروتئین بالا برای جیرهٔ آغازین و انرژی بالا و پروتئین خام پایین‌تر برای جیره‌های بعدی است. این رویه محرک افزایش وزن به‌صورت چربی است (Wiseman & Lewis, 1998). در شرایط حاکم بر تغذیهٔ گله‌های مرغ گوشتی، شاید استفاده از افزودنی‌های خوراکی با منشاء گیاهی (فیتوژنیک) مناسب، راهکار قابل اجرایی برای کاهش چربی لاشه باشد. نتایج تحقیقات نشان داده است که اسانس، عصاره، روغن و پودر برخی از گیاهان دارویی، افزون بر خواص مثبت بی‌شماری همچون، ضد میکروبی و پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی)، سبب کاهش چربی لاشه در مرغ‌های گوشتی می‌شوند (Alagawany *et al*., 2015; Khosravinia *et al*., 2013b,c). کارواکرول، منتول و تیمول سه مونوترپن فنلی تک حلقه‌ای هستند که بخش اعظم اسانس گیاهان مهم خانوادهٔ نعناع مانند پونه، آویشن، مرزنجوش، مرزه، نعناع و نعناع فلفلی را تشکیل می‌دهند. غلظت کارواکرول در برخی گونه‌های گیاه مرزه تا ۹۴ درصد (Hadian *et al*., 2011)، غلظت تیمول در اسانس آویشن در نمونه‌های تهیه‌شده از مناطق مختلف ایران در دامنه‌ای از ۲/۵ تا ۷۸ درصد (Khoshsokhan *et al*., 2014) و غلظت منتول در اسانس نعناع نیز به‌طور میانگین، ۱۵/۷ درصد گزارش شده است. در میان مونوترپن‌های فنلی، کارواکرول به‌عنوان ترکیبی با سمیت بسیار اندک و ایمن برای انسان و دیگر گونه-های جانوری توصیف شده است، به‌طوری‌که افزودن اسانس مرزهٔ خوزستانی به آب آشامیدنی تا سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تأثیر سمی برای مرغ‌های گوشتی نداشت و سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در هر لیتر موجب بهبود رشد، ضریب تبدیل خوراک و کاهش چربی شکمی و کلسترول گوشت ران در مرغ‌های گوشتی شد (Khosravinia *et al*., 2013a).

نظر به ضرورت توجه جدی به کاهش چربی لاشهٔ مرغ‌های گوشتی و وجود شواهد علمی برای خاصیت کاهش چربی بدن برای گیاهان این خانواده، بررسی بیشتر تأثیر مونوترپن‌های فنلی به‌عنوان مواد مؤثرهٔ اصلی گیاهان خانوادهٔ نعناع بر میزان تجمع و الگوی توزیع چربی در لاشهٔ مرغ‌های گوشتی باید صورت گیرد. لذا این تحقیق به‌منظور بررسی و ارزیابی تأثیر افزودن سه مونوترپن فنلی کارواکرول، منتول و تیمول بر میزان ذخیره و الگوی توزیع چربی در بخش‌های

مختلف لاشهٔ جوجه‌های گوشتی از سن ۱۴ تا ۴۲ روزگی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

گلهٔ آزمایشی

برای اجرای این آزمایش، شمار ۴۰۰ قطعه جوجهٔ گوشتی یک روزهٔ سویهٔ راس ۳۰۸ از یک واحد جوجه‌کشی تجاری خریداری و به‌صورت گروهی روی بستر تهیه‌شده از تراشهٔ چوب تا سن ۱۱ روزگی پرورش یافتند. دمای سالن پرورش در روز اول ۳۳ درجهٔ سلسیوس بود و هر هفته ۳ درجه کاهش داده شد تا به ۲۴ تا ۲۵ درجه رسید و پس از آن تا پایان دورهٔ پرورش ثابت ماند. در مدت دورهٔ آزمایش نظام نوری ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت خاموشی برای جوجه‌ها فراهم شد. در طی یازده روز اول، پرندگان با یک جیرهٔ آغازین کرامبل (جدول ۱) بدون افزودنی محرک رشد در حد اشتها تغذیه شدند. در سن ۱۱روزگی، ۹۶ قطعه پرندهٔ ماده با میانگین وزن ۵±۳۰۰ گرم انتخاب و پس از نصب شمارهٔ بال در ۴۸ قفس فلزی مجهز به دانخوری و آبخوری انفرادی توزیع شدند. قفس‌ها در چهار ردیف (بلوک) و عمود بر جهت جریان هوا مستقر بودند. برای بررسی تأثیر هر یک از چهار تیمار آزمایش از دوازده تکرار استفاده شد. هر تکرار شامل یک قفس حاوی دو قطعه جوجهٔ ماده بود. پس از سه روز دورهٔ عادت‌پذیری و تغذیه با جیرهٔ آغازین، در آغاز روز پانزدهم دوباره جوجه‌ها توزین و تغذیه از جیره‌های آزمایشی آغاز شد.

جوجه‌ها از سن ۱۵ تا ۴۲ روزگی با یک جیرهٔ رشد بر پایهٔ توصیه‌های راهنمای (کاتالوگ) مربوط به سویهٔ راس ۳۰۸ (Anonymous, 2014) با اندکی تغییر در نسبت مواد مغذی، تغذیه شدند (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی شامل جیرهٔ پایهٔ آردی بدون هیچ‌گونه مادهٔ افزودنی (شاهد) و جیرهٔ پایه افزون بر ۴۰۰، ۲۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب از کارواکرول، منتول و تیمول بودند. مقادیر انتخاب‌شده بر مبنای نتایج آزمایش‌های پیشین (Lee *et al*., 2004a,b; Windisch *et al*., 2008; Khosravinia, 2015b) بودند. در اغلب گزارش‌های علمی موجود، تیمول و دیگر اسانس‌های گیاهی در سطوح ۱۰۰ تا ۳۰۰ و با میانگین ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره یا آب آشامیدنی طیور اضافه شده‌اند (Lee *et al*., 2004a,b). مقادیر مورد نظر از هر ترکیب مونوترپن به‌صورت دو بار در روز به میزان کافی از جیرهٔ مورد نظر برای یک وعده مصرف جوجه‌ها اضافه شد. برای اطمینان از درستی مخلوط شدن میزان کم اسانس، در هنگام تهیهٔ جیره، روغن سویا به جیره اضافه نشد. لذا غلظت مورد نظر از هر مونوترپن در میزان لازم از روغن برای هر کیلوگرم جیرهٔ مخلوط و پس از آن با میزان کمی از جیره به‌خوبی مخلوط شد. در نهایت مخلوط یادشده به میزان کافی از جیره برای یک وعده تغذیهٔ جوجه‌ها اضافه و بی‌درنگ در اختیار آن‌ها قرار گرفت.

عملکرد تولیدی و ترکیب لاشه

وزن زندهٔ انفرادی و مصرف خوراک جوجه‌های هر قفس در پایان روزهای ۱۴، ۲۸، ۳۵ و ۴۲ از دورهٔ پرورش اندازه‌گیری شد ولی نتایج مربوط به میانگین افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک برای دورهٔ ۱۵ تا ۴۲ روزگی محاسبه و گزارش شد. در دورهٔ زمانی یادشده هیچ جوجه‌ای تلف نشد. شاخص بازدهٔ (راندمان) اقتصادی به‌صورت (۱۰۰×((سن کشتار به روز× مصرف خوراک)/(درصد زنده‌مانی× کیلوگرم وزن زنده)) در سن ۴۲ روزگی برای پرندگان هر قفس محاسبه شد (Lup *et al*., 2010). برای اندازه‌گیری قابلیت هضم چربی و پروتئین، در سن ۳۸ تا ۴۲ روزگی، اکسید تیتانیوم (نشانگر غیرقابل‌هضم) به میزان ۵ گرم در هر کیلوگرم به جیره اضافه شد.

در سن ۴۲ روزگی شمار ده قطعه جوجه از هر تیمار به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از ثبت وزن زنده با تزریق درون وریدی ۰/۲ میلی‌لیتر محلول الکلی حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر تیمول کشته شدند. برای تخلیهٔ دستگاه گوارش از خوراک و مواد هضمی، پس از اعمال سه ساعت گرسنگی، کشتار پرندگان آغاز شد. پرندگان کشته‌شده با استفاده از ماشین، پرکنی شدند و برای محاسبه وزن پرها، لاشهٔ بدون پر، پس از خشک شدن وزن شد. لاشه‌های کامل

پرکنی‌شده در دمای ۲۰- درجهٔ سلسیوس منجمد و به قطعه‌های کوچک برش و پس از نرم شدن دوباره، سه بار چرخ شدند تا مخلوط یکنواخت همهٔ لاشه به دست آید. حدود ۲۰۰ گرم از مخلوط نهایی برای انجام تجزیه‌های شیمیایی استفاده شد. درصد مادهٔ خشک، چربی خام و پروتئین خام جیرهٔ رشد و نمونه‌های لاشه و پرها توسط روش‌های استاندارد (AOAC, 2005) اندازه‌گیری شد. برای نمونه‌های لاشه، میزان پروتئین با استفاده از روش کلدال تعیین شد (روش ۹۲۸/۰۸؛ AOAC, 2005). چربی نمونه‌های لاشه با روش سوکسله اندازه‌گیری شد (روش ۹۹۱/۳۶؛ ۲۰۰۵ AOAC). غلظت اکسید تیتانیوم در نمونه‌های محتویات رودهٔ کوچک (ایلئوم) با روش Short *et al.* (1996) سنجش شد. چهارده مرغ باقیمانده از هر تیمار نیز در سن ۴۲ روزگی پس از توزین، با قطع رگ‌های گردن ذبح شدند. لاشهٔ پرندگان بی‌درنگ با استفاده از ماشین پرکن آماده و وزن لاشه، چربی محوطهٔ شکمی و چربی گردن اندازه‌گیری شد. ران سمت راست همهٔ نمونه‌های کشتارشده همراه با لگن جدا و در پلاستیک زیپ‌دار در دمای ۲۰- درجهٔ سلسیوس تا هنگام انجام تجزیهٔ شیمیایی نگهداری شد. در آزمایشگاه گوشت ران در حالت سرد، بدون پوست چرخ و به‌طور کامل مخلوط شد. برای استخراج چربی نمونهٔ گوشت ران از روش Folch *et al.* (1975) استفاده شد. برای اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرپوست و ضخامت پوست از نمونه‌های منجمد ناحیهٔ لگن مقطعی دایره‌ای شکل با شعاع ۱ سانتی‌متر روی خط میانی بدن همراه با پوست با استفاده از لوله‌ای فلزی طراحی‌شده برای این منظور جدا شد. نمونهٔ به‌دست‌آمده از استخوان‌های لگن پاک و ضخامت نمونه با و بدون پوست با کولیس الکترونیکی (دقت ۰/۰۱میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. میزان چربی زیرپوست و همچنین میزان چربی در بافت خود پوست در نمونه‌های جداشده از ناحیهٔ پشت هر پرنده نیز با استفاده از روش Folch *et al.* (1975) با اندکی تغییر، اندازه‌گیری و به‌صورت گرم در سانتی‌متر مربع پوست بیان شد.

جدول ۱. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های پایه

Table 1. The ingredients and nutrients composition of basal diets

Item	Starter (1 to 14 d)	Grower (15 to 42 d)
Ingredients (%)		
Corn	51.75	53.00
Wheat	10.00	10.00
Soybean oil	2.50	2.70
Soybean meal	31.65	29.60
Calcium carbonate calcium	1.90	2.49
Dicalcium phosphate	0.75	0.90
Common salt	0.19	0.19
Methionine	0.37	0.30
Lysine	0.33	0.25
Theronine	0.05	0.05
Phytase	0.025	0.02
Mineral premix[1]	0.25	0.25
Vitamin premix[2]	0.25	0.25
Calculated chemical composition		
AME_n (kcal/kg)	3124	3080
CP (%)	20.02	18.72
Crude Fiber (%)	2.39	2.32
Lysine (%)	1.43	1.26
Methionine (%)	0.64	0.61
Calcium (%)	0.93	0.92
Available Phosphorus (%)	0.54	0.53

1. Supplied per kilogram of diet: 4,000 IU of vitamin A (retinyl acetate); 400 IU of cholecalciferol; 80 mg of α-tocopherol acetate; 3 mg of vitamin K_3 (menadione); 2.5 mg of thiamin; 2.5 mg of riboflavin; 25 mg of nicotinic acid; 4 mg of pyridoxine; 0.02 mg of cobalamin; 0.3 mg of biotin; 10 mg of calcium pantothenate; 1 mg of folic acid; 800 mg of choline chloride.

2. Supplied per kilogram of diet: 50 mg of Zn (zinc oxide); 20 mg of Fe (iron carbonate); 60 mg of Mn (manganese oxide); 12 mg of Cu (copper sulfate pentahydrate); 0.45 mg of I (calcium iodate); 0.30 mg of Co [cobalt-(II)-sulfate-heptahydrate]; 0.35 mg of Se (sodium selenite); 1.3 g of Na (sodium chloride); 0.55 g of Mg (magnesium oxide).

غلظت اجزای چربی و هورمون‌های استروئیدی در سرم خون

در سن ۴۲ روزگی از ورید زیر بال هر یک از چهارده مرغ ذبح‌شده ۲ میلی‌لیتر نمونهٔ خون تهیه شد. نمونه‌های خون به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم به‌دست‌آمده تا هنگام تجزیهٔ شیمیایی در دمای ۲۰- درجهٔ سلسیوس حفظ شد. غلظت تری گلیسریدها، کلسترول، لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL) و پایین (LDL) در نمونه‌های سرم با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی پارس آزمون و توسط دستگاه اتوآنالیزر (Selects E Autoanalyzer, Sr. No. 8-7140, Vital Company, The Netherlands) سنجش شد (Elliott, 1984). غلظت هورمون‌های استرادیول، کورتیزول، دی هیدرو اپیاندروسترون[1] و پروژسترون با روش رادیو ایمونو اسی اسی (RIA) و غلظت هورمون تستووسترون با روش الکتروکمیلومینسنس اسی[2] (ECLA) اندازه‌گیری شد.

تجزیهٔ آماری داده‌ها

داده‌های به‌دست‌آمده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با استفاده از proc mixed و مدل آماری زیر به کمک نرم‌افزار آماری SAS نسخهٔ ۶ (SAS, 2003) تجزیه شدند. در این مدل، بلوک به‌عنوان یک عامل با اثر تصادفی لحاظ شد.

$$Y_{ijk}=\mu+M_i+B_j+\varepsilon_{ijk}$$

در این مدل Y_{ijk}؛ نماد هر مشاهده برای متغیر وابسته (صفت اندازه‌گیری‌شده)، μ؛ بیانگر میانگین جامعه برای صفت مورد نظر، M_i؛ نماد i امین مونوترپن فنولی، B_j؛ نشان‌دهندهٔ j امین اثر بلوک و ε_{ijk}؛ نماد خطای تصادفی مربوط به هر مشاهده برای هر متغیر است. مقایسهٔ چند دامنه‌ای میانگین حداقل مربعات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار محافظت‌شدهٔ فیشر انجام شد. برای گروه‌بندی میانگین تیمارها و اختصاص حرف‌های تعیین‌کنندهٔ معنی‌دار بودن اختلاف بین آن‌ها از گزینهٔ SAS pdmix800 macro (Saxton, 1998) استفاده شد. برای مقایسه‌های به‌طور عام، سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. در برخی موارد سطح احتمال خاص همراه با مقایسهٔ مورد نظر یاد شده‌اند.

نتایج و بحث

میانگین مصرف خوراک روزانهٔ مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کارواکرول، تیمول و منتول از سن ۱۵ تا ۴۲ روزگی به‌طور معنی‌داری ($p<0/05$) کمتر از جوجه‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ شاهد بود (جدول ۲). میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک از سن ۱۵ تا ۴۲ روزگی و شاخص بازدهٔ اقتصادی در سن ۴۲ روزگی تحت تأثیر افزودن مونوترپن‌های فنلی (کارواکرول، تیمول و منتول) به جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی قرار نگرفتند ($p>0/05$). اگرچه اغلب بررسی‌های پیشین در رابطه با بی‌تأثیر و یا تأثیر اندک افزودنی‌های گیاهی بر عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی این نتایج را تأیید می‌کنند اما در برخی موارد نیز تأثیر مثبت افزودنی‌های گیاهی بر رشد و به‌ویژه ضریب تبدیل خوراک گزارش شده است. Botsoglou *et al.* (2002) و همچنین Lee *et al.* (2003) در راستای نتایج این بررسی در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، استفاده از سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس مرزنجوش (حاوی درصد بالای کارواکرول) در جیرهٔ جوجه‌های گوشتی برای یک دورهٔ ۳۸ روزه، تأثیری بر وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک نداشت. در نتایج بررسی دیگری گزارش شده است، استفاده از افزودنی‌های گیاهی با تأثیر منفی بر مزهٔ خوراک موجب کاهش مصرف خوراک حیوان می‌شوند (Lee *et al.*, 2004a,b). از سوی دیگر با نبود تأثیرپذیری رشد پرنده از افزودنی با منشاء گیاهی، افزایش وزن همسان با مصرف خوراک کمتر، منجر به بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود (Brenes & Roura, 2010). در این بررسی، به دلیل اندک بودن میزان عددی اختلاف از نظر مصرف خوراک و تغییر افزایش وزن جوجه‌های شاهد و جوجه‌های دریافت‌کنندهٔ جیرهٔ حاوی مونوترپن‌های فنلی، چنین پدیده‌ای تحقق نیافت. تأثیر ترکیب‌های گیاهی بر عملکرد رشد بسیار متنوع است. این موضوع ممکن است به علت تفاوت در ترکیب افزودنی‌های گیاهی

1. Dehydroepiandrosterone (DHEA)
2. Electrochemiluminescence assay (ECLA)

مختلف، غلظت ترکیب‌های فعال و فعالیت زیستی (بیولوژیک) آن‌ها باشد. افزون بر این، پاسخ جوجه‌ها به یک افزودنی با منشاء گیاهی ممکن است تحت تأثیر عامل‌های دیگری مانند نوع جیره، سن حیوان، بهداشت و عامل‌های محیطی همچون دمای محیط و نوع بستر پرورش قرار گیرد (Basmacioglu *et al*., 2010).

میانگین قابلیت هضم ایلئومی پروتئین خام برای مرغ‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ حاوی منتول به‌طور معنی‌داری بیشتر از مرغ‌های دریافت‌کنندهٔ جیرهٔ شاهد بود (p<۰/۰۵). افزودن کارواکرول، منتول و تیمول به جیره موجب کاهش معنی‌داری (p<۰/۰۵) به ترتیب به میزان ۸/۰۲، ۵/۰۶ و ۱۵/۰۸ درصد در قابلیت هضم ایلئومی چربی خام در مقایسه با جیرهٔ شاهد شد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های نتایج بررسی‌های Botsoglou *et al.* (2004)، Lee *et al.* (2004a) و Jang *et al.* (2007) مغایرت دارد. در این بررسی‌ها، استفاده از اسانس‌های گیاهی در جیره تأثیری بر فعالیت آنزیم‌های هضمی در رودهٔ مرغ‌های گوشتی نداشت. این محققان تأثیر نداشتن اسانس‌ها بر فعالیت آنزیم‌های هضمی را اغلب به نوع گیاه دارویی و کم بودن سطح استفاده شده در جیره نسبت دادند.

جدول ۲. میانگین افزایش وزن روزانه (گرم)، مصرف خوراک روزانه (گرم)، ضریب تبدیل خوراک (گرم خوراک مصرفی به ازای هر گرم افزایش وزن) و شاخص عملکرد اقتصادی برای مرغ‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی از سن ۱۵ تا ۴۲ روزگی

Table 2. Mean of daily weight gain (DWG), daily feed intake (DFI), feed conversion ratio (FCR) and economic performance index (EPI) for broiler chickens fed experimental diets from 15 to 42 days of age

Parameters	Experimental Treatments				SEM	P-value
	Control	Carvacrol	Menthol	Thymol		
DWG (g. d^{-1})	67.78	68.47	65.95	67.31	3.39	0.6201
DFI (g)	134.19^{a}	130.55^{b}	129.12^{b}	130.55^{b}	2.93	0.0005
FCR (g: g)	1.979	1.906	1.957	1.939	0.02	0.1240
EPI	180.4	187.33	182.41	184.14	8.35	0.2351

a-b: Means within each raw with no common superscript differ significantly (*P*<0.05).

جدول ۳. مادهٔ خشک و رطوبت محتویات رودهٔ کوچک و قابلیت هضم ایلئومی پروتئین خام و چربی خام (درصد) برای مرغ‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی در سن ۴۲ روزگی

Table 3. Dry matter and moisture of ileal contents and ileal crude protein and ether extract digestibilities (percent) in broiler chickens fed experimental diets at 42 day of age

Parameters[1]	Experimental Treatments				SEM	P-value
	Control	Carvacrol	Menthol	Thymol		
ICDM (%)	20.56	20.16	20.92	21.23	0.31	0.5841
ICM (%)	79.44	78.94	79.08	77.88	0.51	0.5942
ICPD (%)	57.70^{b}	60.29^{ab}	62.90^{a}	57.32^{b}	1.98	0.0007
ICFD (%)	82.08^{a}	75.50^{b}	77.93^{b}	69.70^{c}	2.71	0.0001

1. Ileal contents dry matter percentage (ICDM), Ileal contents moisture percentage (ICM), Ileal crude protein digestibility (ICPD), Ileal crude fat digestibility (ICFD).
a-c: Means within each raw with no common superscript differ significantly (*P*<0.05).

بر خلاف گزارش‌های بالا، محققان چندی تأثیر مثبت یا منفی استفاده از اسانس‌های گیاهی و یا مواد مؤثرهٔ آن‌ها در جیره را بر قابلیت هضم مواد مغذی در مرغ‌های گوشتی تأیید کرده‌اند (Mellor, 2000; Jang *et al*., 2007; Basmacioglu *et al*., 2010). افزایش مدت‌زمان عبور خوراک، تحریک ترشح‌های گوارشی و افزایش فعالیت آنزیم‌های هضمی از جمله سازوکارهای پیشنهادی برای تأثیر اسانس‌های گیاهی بر عملکرد دستگاه گوارش طیور است (Puvaca *et al*., 2013). با افزایش غلظت آنزیم‌ها در لولهٔ گوارش، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد در حال هضم در محیط روده دچار تغییرپذیری‌هایی همچون کاهش گرانروی و افزایش احتمال برخورد آنزیم و بستره (سوبسترا) و تغییر pH می‌شوند که در نهایت بهبود هضم و جذب خوراک را به دنبال دارند (Williams & Losa, 2001). گزارش شده است که مصرف گیاهان دارویی حرکات کیسهٔ صفرا و حرکات دودی دستگاه گوارش را تشدید کرده (Basmacioglu *et al*., 2010) و باعث تسریع در هضم و جذب خوراک در طیور می‌شود. در آزمایشی استفاده از یک مخلوط تجاری اسانس‌های گیاهی در

سطح ۵۰میلی‌گرم در کیلوگرم جیره به‌طور معنی‌داری سبب افزایش ترشح تریپسین، آلفا آمیلاز، پانکراس و مالتاز در قسمت آغازین رودهٔ جوجه‌های گوشتی شد (Jang *et al*., 2007). نتایج این آزمایش نشان داد، استفاده از سطوح بالای اسانس، فعالیت آنزیم‌های هضمی لوزالمعده و روده را در مرحلهٔ رشد جوجه‌های گوشتی افزایش می‌دهد. Mellor (2000) پیشنهاد کرد، گیاهان دارویی می‌توانند تأثیر مثبتی بر هضم مواد مغذی داشته باشند. یافته‌های این محقق نشان داد، افزودن اسانس گیاهان دارویی به جیره تأثیر مثبتی بر قابلیت هضم مادهٔ خشک جیره داشت. در این آزمایش تغییر قابلیت هضم ایلئومی پروتئین و چربی جیره با تغییر رشد و یا ضریب تبدیل خوراک پرندگان آزمایشی همراه نبود. این موضوع پیچیدگی رابطه‌ها و اثر متقابل بین مواد مغذی هضم و جذب‌شده در پرنده و ارتباط آن‌ها با رشد پرنده را نشان می‌دهد (Bravo *et al*., 2014).

میانگین میزان چربی لاشه و پرهای جوجه‌های گوشتی دریافت‌کنندهٔ جیرهٔ حاوی کارواکرول به ترتیب ۶/۰۸ و ۳۱/۵۷ درصد کمتر از تیمار شاهد بود (p<۰/۰۵). میانگین درصد مادهٔ خشک، خاکستر و پروتئین لاشهٔ مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی مونوترپن‌های فنلی با مرغ‌های شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (p<۰/۰۵؛ جدول ۴).

افزودن کارواکرول به جیره موجب ۶/۹ درصد کاهش در چربی شکمی (p>۰/۰۵)، ۶/۹ درصد کاهش در چربی گردن (p>۰/۰۵)، ۳۸ درصد کاهش در چربی زیرپوست (p<۰/۰۵) و ۱۰/۵ درصد کاهش در میزان چربی بافت ران (p<۰/۱۰) در مقایسه با گروه شاهد شد (جدول ۵). ضخامت چربی پشت مرغ‌های دریافت‌کنندهٔ جیره‌های حاوی کارواکرول، تیمول و منتول به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) کمتر از گروه شاهد بود (جدول ۵). جیرهٔ حاوی منتول موجب کاهش معنی‌داری (p<۰/۰۵) در ضخامت چربی زیرپوست در مقایسه با گروه شاهد شد (جدول ۵).

میانگین غلظت هورمون‌های استروئیدی زیست‌سازی (آنابولیک) استرادیول، دی هیدرو اپیاندروسترون و تستوسترون سرم خون پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی مونوترپن‌های فنلی با مرغ‌های دریافت‌کنندهٔ جیرهٔ شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). همچنین جیره‌های حاوی مونوترپن‌های فنلی غلظت استروئیدهای زیست‌سوزی (کاتابولیک) پروژسترون و کورتیزول خون را نسبت به پرندگان گروه شاهد تغییر ندادند (جدول ۶). نسبت مجموع غلظت استروئیدهای زیست‌سازی به استروئیدهای زیست‌سوزی بالا در خون جوجه‌های دریافت‌کنندهٔ جیره‌های حاوی مونوترپن‌های فنلی با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). غلظت کلسترول سرم خون جوجه‌های دریافت‌کنندهٔ جیرهٔ حاوی کارواکرول و منتول به ترتیب ۷/۱۲ و ۵/۴۳ درصد کمتر از مرغ‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ شاهد بود (p<۰/۱۰). غلظت تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا و پایین در سرم خون مرغ‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیرهٔ شاهد و جیره‌های حاوی کارواکرول، منتول و تیمول در سن ۴۲ روزگی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵؛ جدول ۶).

جدول ۴. میانگین درصد مادهٔ خشک، خاکستر، پروتئین خام و چربی لاشه و چربی پرهای مرغ‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی در سن ۴۲ روزگی

Table 4. Mean of carcass dry matter, ash, crude protein and fat percentage and feathers fat percentage in broiler chickens fed experimental diets at 42 day of age

Parameters	Experimental Treatments				SEM	P-value
	Control	Carvacrol	Menthol	Thymol		
Carcass						
DM (%)	32.40	32.64	32.90	32.98	0.41	0.9189
Ash (%)	7.73	6.81	6.97	6.27	0.55	0.4939
Protein (%)	50.93	53.27	51.63	50.49	1.03	0.2712
Fat (%)	35.20[a]	33.06[b]	34.57[ab]	34.69[ab]	0.93	0.0316
Feather						
Fat (%)	1.90[a]	1.30[b]	1.50[ab]	1.50[ab]	0.034	0.0001

a-b. Means within each raw with no common superscript differ significantly (P<0.05).

جدول ۵. میانگین وزن نسبی چربی محوطهٔ شکمی (درصد)، چربی گردن (درصد)، ضخامت چربی پشت (میلی‌متر)، ضخامت پوست (میلی‌متر)، وزن چربی نمونهٔ پوست ناحیهٔ پشت (گرم بر سانتی‌متر مربع) و درصد چربی گوشت ران مرغ‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی در سن ۴۲ روزگی

Table 5. Relative mean weight of abdominal fat (percent), neck fat (percent), back fat thickness (mm), skin thickness (mm), skin fat (g/cm^2 skin) and intramuscular thigh fat (percent) of broiler chickens fed experimental diets at 42 day of age

Parameters	Experimental Treatments				SEM	P-value
	Control	Carvacrol	Menthol	Thymol		
Abdominal fat (g/ 100 g LBW[1])	24.83	23.12	24.49	23.90	2.10	0.6856
Neck fat (g/ 100 g LBW[1])	10.21	9.50	12.18	9.06	1.21	0.2632
Back fat thickness (mm)	0.73[a]	0.52[b]	0.56[b]	0.58[b]	0.10	0.0174
Back fat (g/cm^2 skin)	0.74[a]	0.42[b]	0.41[b]	0.56[ab]	0.10	0.0029
Skin thickness (mm)	0.49	0.43	0.41	0.44	0.07	0.0941
Skin fat (g/cm^2 skin)	0.11	0.12	0.12	0.12	0.01	0.8969
Thigh fat (g/ 100 g)	6.52[a]	5.43[b]	5.61[ab]	6.99[a]	1.03	0.0728

1. Live body weight

a-b. Means within each raw with no common superscript differ significantly (P<0.05).

جدول ۶. میانگین غلظت هورمون‌های استرادیول، دی هیدرو اپیاندروسترون، تستوسترون، کورتیزول و پروژسترون و تری‌گلیسریدها، کلسترول و لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا و پایین در سرم خون مرغ‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی در سن ۴۲ روزگی

Table 6. Mean blood serum estradiol, dehydroepiandrosterone (DHEAS), testosterone, cortisol, progesterone, triglycerides, cholesterol, LDL[1] and HDL[1] concentrations in broiler chickens fed experimental diets at 42 day of age

Parameters	Experimental Treatments				SEM	P-value
	Control	Carvacrol	Menthol	Thymol		
Anabolic hormones						
Esteradiol (pg/ ml)	37.30	36.79	44.95	41.82	12.25	0.9033
DHEAS (ng/ml)	14.44	14.38	14.45	14.50	0.44	0.9933
Testosterone (ng/ml)	0.28	0.18	0.30	0.31	0.15	0.9962
Total	52.02	51.35	59.70	56.63	1.46	0.5303
Catabolic hormones						
Cortisol (mg/ dl)	0.86	0.95	1.24	0.88	0.50	0.8817
Progesterone (ng/ml)	0.34	0.26	0.32	0.37	0.06	0.6509
Total	1.20	1.18	1.56	1,25	0.53	0.8543
Anabolic: Catabolic	43.35	43.35	38.27	45.30	1.29	0.3377
Blood Lipids (mg/dl)						
Triglyceride	57.33	48.67	47.52	48.57	4.52	0.3254
Cholesterol	112.11	104.13	106.02	110.29	5.63	0.0705
LDL	48.96	49.75	48.98	51.02	3.36	0.9684
HDL	51.75	49.58	48.35	49.35	2.55	0.6804

1. Low density lipoproteins and high density lipoproteins

فرضیهٔ اصلی مورد بررسی در این آزمایش تأثیر مونوترپن‌های فنلی بر میزان تجمع و الگوی توزیع چربی در لاشهٔ جوجه‌های گوشتی بود. مشاهده‌ها به‌روشنی کاهش درصد کل چربی (عصارهٔ اتری) لاشه در مرغ‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ حاوی کاروکرول و به میزان کمتر در مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی تیمول را نشان دادند. کاهش حدود ۶ درصد در چربی لاشه به‌طور همسان در ذخایر مختلف چربی لاشه ظاهر نشد و موجب تغییر الگوی توزیع چربی در بدن شد. چربی پرها و چربی زیرپوست و پس از آن چربی درون بافت عضلانی ران به ترتیب بیشترین کاهش را نشان دادند. این نتایج شایان‌توجه و در تأیید یافته‌های محققان پیشین مبنی بر تأثیر مثبت اسانس‌های گیاهی حاوی کارواکرول و تیمول بر کاهش چربی لاشهٔ مرغ‌های گوشتی است ولی از برخی جنبه‌ها با تجربه‌های محققان پیشین مغایرت داشت. Khosravinia (2013a) در نتیجهٔ بررسی خود گزارش کرد، افزودن اسانس مرزه (حاوی ۹۴ درصد کارواکرول) به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به آب آشامیدنی مرغ نسبت چربی شکمی به وزن لاشه را در مقایسه با مرغ‌های شاهد به‌طور معنی‌داری (۱۵ درصد) در سن ۲۸ روزگی کاهش داد. اگرچه در گزارش یادشده الگوی توزیع چربی در لاشه بررسی نشد اما نتایج مربوط به چربی محوطهٔ شکمی مرغ‌های دریافت‌کنندهٔ کارواکرول با یافته‌های این گزارش مغایرت دارد.

در تفسیر نتایج آزمایش بالا می‌توان گفت، کاهش تجمع چربی در نواحی شکمی و گردن به دلیل کاهش انتقال لیپوپروتئین‌های با چگالی (دانسیتهٔ) خیلی کم از کبد به‌سوی این محل‌های ذخیرهٔ چربی بوده است. در آزمایش Khosravinia *et al.* (2013a) استفاده از اسانس مرزه، میزان ساخت (سنتز) لیپوپروتئین‌های با چگالی خیلی کم را توسط کبد تا حدودی کاهش داد. در این آزمایش غلظت لیپوپروتئین‌های با چگالی خیلی کم اندازه‌گیری نشد و تنها کاهش اندک و غیر معنی‌داری در غلظت لیپوپروتئین‌های با چگالی کم مشاهده شد. شاید بتوان گفت که اسانس مرزه توانایی کاهش ذخیرهٔ چربی را در سن پایین (۲۸ روزگی) در مرحلهٔ پرازدیادی یا افزایش شمار یاخته‌های چربی (هایپرپلازی) داشته است، اما با افزایش سن (۴۹ روزگی در آزمایش محققان یادشده و ۴۲ روزگی در این آزمایش) و با ورود به مرحلهٔ پررشدی یا افزایش حجم یا اندازهٔ یاخته (هایپرتروفی)، اسانس مرزه قادر به تأثیرگذاری بر تجمع چربی در یاخته‌های چربی پرشمار و با اندازه‌های کوچک نبوده است. افزون بر این، می‌توان گفت با افزایش سن مرغ میزان اسانس مرزهٔ مورد استفاده برای کاهش چربی گردن و چربی حفرهٔ شکمی کافی نبوده است و باید میزان اسانس مرزه در جیرهٔ مورد استفاده برای سنین بالاتر، افزایش یابد. نکتهٔ شایان‌توجه در نتایج مربوط به الگوی توزیع چربی، گرایش کارواکرول به کاهش میزان چربی گوشت ران (بدون پوست و چربی زیرپوستی) است. میزان چربی گوشت ران تنوع به نسبت زیادی دارد و در منابع مختلف از ۵ تا ۱۵ درصد گزارش شده است (Dinh *et al.*, 2011). Grey *et al.* (1983) در نتایج بررسی‌های خود دریافتند، در مرغ‌های گوشتی میزان چربی گوشت ران از سن ۳ تا ۱۱ هفتگی تغییر نمی‌کند درحالی‌که میزان چربی پوست به‌طور شایان‌توجهی افزایش می‌یابد. این یافته در راستای نتایج Ebrahimeinejad *et al.* (2014) امکان استفاده از کارواکرول و اسانس‌های گیاهی حاوی آن مانند مرزنجوش، مرزه و آویشن را برای تولید لاشه‌های کم‌چرب مرغ تأیید می‌کند. در آزمایش این محققان افزودن ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس مرزهٔ خوزستانی به آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی به‌طور معنی‌داری میزان چربی عضلهٔ ران را نسبت به گروه شاهد کاهش داد. در مورد سازوکارهای حاکم بر کاهش چربی لاشه در مرغ‌های تغذیه‌شده با اسانس‌های گیاهی سه نظریه وجود دارد. برخی از محققان کاهش هضم اجزای چربی جیره را در حضور ترکیب‌های گیاهی و یا احتمال کاهش جذب اسیدهای چرب را به دلیل تداخل این مواد با فرآیندهای جذب مطرح کرده‌اند (Ostlund *et al.*, 2003). شمار بیشتری از محققان در نتایج بررسی‌های خود، کاهش فعالیت و یا مهار کامل فعالیت برخی از آنزیم‌های کبدی دخیل در ساخت چربی‌ها توسط مواد مؤثرهٔ موجود در اسانس‌ها را دلیل این موضوع بیان کرده‌اند (Qureshi *et al.*, 1983; Elson & Qureshi, 1995; Crowell, 1999). Khosravinia (2015a) در رویکردی متفاوت گزارش کرد، مونوترپن‌های فنولیک موجود در اسانس مرزه به‌ویژه کارواکرول، مسیرهای سوخت‌وسازی (متابولیکی) ساخت استروئیدها در بخش قشری غدهٔ فوق کلیوی مرغ‌های گوشتی را به‌گونه‌ای تغییر می‌دهند که نسبت تولید استروئیدهای زیست‌سازی مانند تستوسترون به استروئیدهای زیست‌سوزی مانند استروژن افزایش می‌یابد. این امر با تغییر فعالیت هورمون‌های دخیل در سوخت‌وساز گلوکز، فرصت را برای سوخت‌وساز چربی‌ها و در نتیجه کاهش ذخیرهٔ چربی در لاشه فراهم می‌کند. اگرچه در این بررسی کاهش قابلیت هضم چربی جیره در نتیجهٔ استفاده از هر سه مونوترپن فنلی در جیره مشاهده شد اما بدون داده‌های مربوط به غلظت آنزیم‌های هضمی و یا شاخص‌های مولکولی دخیل در جذب اسیدهای چرب مانند بیان ژن کدکنندهٔ پروتئین باندشونده با اسیدهای چرب نمی‌توان این کاهش هضم را به‌طور دقیق توجیه کرد. از سوی دیگر در این آزمایش توجیه پیشنهادی Khosravinia (2015a) نیز تأیید نشد. چون غلظت هیچ‌یک از هورمون‌های استروئیدی و غلظت مجموع استروئیدهای زیست‌سازی و زیست‌سوزی و همچنین نسبت آن‌ها تحت تأثیر افزودن کارواکرول، تیمول و منتول در جیرهٔ مرغ‌های گوشتی قرار نگرفت. بااین‌وجود، شواهد پژوهشی برای

تأثیر اسانس گیاهان دارویی خانوادهٔ نعناع بر تغییر نسبت استروئیدهای جنسی در دست است (Haydari *et al*., 2013; Haeri *et al*., 2006). اگرچه در اغلب گزارش‌های پیشین صفات تولیدمثلی به‌ویژه ویژگی‌های اسپرم در پرندگان (Ommati *et al*., 2013) بررسی شده‌اند اما درمجموع با یافته‌های Khosravinia (2015a) مبنی بر تأثیر مونوترپن‌های فنلی موجود در اسانس گیاهان خانوادهٔ نعناع به‌ویژه کارواکرول و تیمول بر مسیرهای سوخت‌وسازی ساخت استروئیدها در بخش قشری غدهٔ فوق کلیوی در مرغ‌های گوشتی و تغییر آن‌ها در جهت افزایش نسبت تولید استروئیدهای زیست‌سازی مانند تستوسترون به استروئیدهای زیست‌سوزی مانند استروژن مغایرتی ندارند. بااین‌وجود، اثبات تأثیرگذاری استروئیدهای یادشده بر میزان ذخیره و الگوی توزیع چربی در بدن مرغ‌های گوشتی، نیاز به حمایت بیشتر توسط داده‌های تجربی دارد. تغییر غلظت هورمون‌های جنسی مرتبط با صفات تولیدمثلی به‌ویژه ویژگی‌های اسپرم، به دنبال مصرف خوراکی گیاهان دارویی، در انسان (Jorsaraei *et al*., 2008)، موش (Kamtchouing *et al*., 2002; Khaki *et al*., 2009) و پرندگان (Saemei *et al*., 2012; Ommati *et al*., 2013) نیز تأیید شده است. افزون بر این، استدلال تأثیر اسانس‌های گیاهان خانوادهٔ نعناع بر سوخت‌وساز چربی‌ها از راه بر هم زدن توازن استروئیدها با برخی توصیه‌های طب سنتی (Ernst, 2002) همخوانی دارد. شاید بتوان این موضوع را به کاهش تولید آندروژن‌ها در بدن با دخالت مواد مؤثرهٔ موجود در گیاهان بالا نسبت داد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد، مونوترپن فنلی کارواکرول و به میزان کمتری همپار (ایزومر) آن یعنی تیمول موجب کاهش مصرف خوراک، بهبود قابلیت هضم پروتئین، کاهش قابلیت هضم چربی و کاهش چربی لاشهٔ مرغ به‌ویژه در بخش چربی زیرپوستی می‌شوند. درمجموع استفاده از کارواکرول برای تولید تجاری مرغ با لاشهٔ کم‌چربی شایان‌توصیه است. نتایج این آزمایش ارتباط کاهش چربی لاشه را با تغییر غلظت و نسبت هورمون‌های استروئیدی زیست‌سازی و زیست‌سوزی در خون مرغ، حمایت نکرد. داده‌های تجربی بیشتری برای اثبات سازوکارهای حاکم بر چگونگی تحقق این کاهش آن‌هم در بخش‌های مختلف بدن توسط این مولکول‌های فعال، کوچک و محلول در چربی مورد نیاز است.

REFERENCES

1. Alagawany, M., Ezzat Abd El-hack, M., Farag, M. R., Tiwari, R. & Dhama, K. (2015). Biological effects and modes of action of carvacrol in animal and poultry production and health-A review. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 3(2), 74-84.
2. Anonymous. (2014). Ross 308 Nutrients specification. Catalog no. 0814-AVNR-035, Available at: www. Aviagen. Com.
3. AOAC. (2005). *Official methods of analysis*. (18th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
4. Basmacioglu, H., Baysal, S., Misirlioglu, Z., Polat, M., Yilmaz, H. & Turan, N. (2010). Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat–soybean meal diets. *British Poultry Science*, 51(1), 67-80.
5. Botsoglou, N. A., Christaki, E., Florou-Paneri, P., Giannenas, I., Papageorgiou, G. & Spais, A. B. (2004). The effect of a mixture of herbal essential oils or á-tocopheryl acetate on performance parameters and oxidation of body lipid in broilers. *South African Journal of Animal Science*, 34(1), 52-61.
6. Botsoglou, N. A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Fletouris, D. J. & Spais, A. B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, 43(2), 223-230.
7. Bravo, D., Pirgozliev, V. & Rose, S. P. (2014). A mixture of carvacrol, cinnamaldehyde, and capsicum oleoresin improves energy utilization and growth performance of broiler chickens fed maize-based diet. *Journal of Animal Sciences*, 92, 1531-1536.
8. Brenes, A. & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1), 1-14.

9. Cherry, J. A., Swartworth, W. J. & Siegel, P. B. (1984). Adipose cellularity studies in commercial broiler chickens. *Poultry Science*, 63, 97-108.
10. Crespo, N. & Esteve- Garcia, E. (2001). Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poultry Science*, 80, 71-78.
11. Crowell, P. L. (1999). Prevention and therapy of cancer by dietary monoterpenes. *Jounal of Nutrition*, 129, 775S-778S.
12. Deschepper, K. & De Groote, G. (1995). Effect of dietary protein, essential and non-essential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens. *British Poultry Science*, 36, 229-245.
13. Dinh, T. T. N., Thompson, L. D., Galyean, M. L., Brooks, G. C., Patterson, K.Y. & Boylan, L. M. (2011). Cholesterol content and methods for cholestrol determination in meat and poultry. *Comparative Reviews in Feed Science and Food Safety*, 10, 269-289.
14. Ebrahiminejad, Sh., Khosravinia, H. & Alirezaei, M. (2014). Effect of administration of Savory (Satureja Khuzistanica) essential oil in drinking water on performance and antioxidative potential of thigh meat in broiler chicken. *Journal of Animal Production*, 16(1), 53-62. (in Farsi)
15. Elliott, R. J. (1984). Ektachem DT-60 Analyzer. *Physician's Leading Computation Journal*, 2, 6.
16. Elson, C. E. & Qureshi, A. A. (1995). Coupling the cholesterol- and tumor-suppressive actions of palm oil to the impact of its minor constituents on 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase activity. *Essential Fatty Acids*, 52, 205-208.
17. Ernst, E. (2002). Herbal medicinal products during pregnancy: are they safe? *BJOG; An International Journal of Obstetrics and Gynecology*, 109(3), 227-235.
18. Folch, J., Lees, M. & Stanley, G. H. S. (1975). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
19. Grey, T. C., Robinson, D., Jones, J. M., Stock, S. W. & Thomas, N. L. (1983). Effect of age and sex on the composition of muscle and skin from a commercial broiler strain. *British Poultry Science*, 14, 219-231.
20. Hadian, J., Mirjalili, M. H., Kanani, M. R., Salehnia, A. & Ganjipoor, P. (2011). Phytochemical and morphological characterization of *Satureja khuzistanica* populations from Iran. *Chemistry & Biodiversity*, 8, 902-915.
21. Haeri, S., Minaie, B., Amin, G., Nikfar, S., Khorasani, R., Esmaily, H., Salehnia, A. & Abdollahi, M. (2006). Effect of *Satureja khuzistanica* essential oil on male rat fertility. *Fitoterapia*, 77, 495-499.
22. Heydari, M. J., Mohammadzadeh, S., Kheradmand, A. & Alirezaei, M. (2015). Effect of dietary Satureja khuzistanica powder on semen characteristics and thiobarbituric acid reactive substances concentration in testicular tissue of Iranian native breeder rooster. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 16(3), 255-60.
23. Jang, I. S., Ko, Y. H., Kang, S. Y. & Lee, C. Y. (2007). Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 134(3), 304-315.
24. Jorsaraei, S. G. A., Yousefnia, Y. R., Zainalzadeh, M., Moghadamnia, A. A., Beiky, A. A. & Rayati Damavandi, M. I. (2008). The effects of methanolic extracts of ginger (*Zingiber officinale*) on human sperm parameters: An *in vitro* study. *Pakistan Journal of Biological Science*, 11, 1723-1727.
25. Kamtchouing, P., Fandio, G. Y. M., Dimo, T. & Jatsa, H. B. (2002). Evaluation of androgenic activity of *Zingiber officinale* and *Pentadiplandra brazzeana* in male rats. *Asian Journal of Andrology*, 4, 299-301.
26. Khaki, A., Fathiazad, F., Nouri, M., Khaki, A. A., Ozanci, C. C., Ghafari, M. & Hamadeh, M. (2009). The effects of ginger on spermatogenesis and sperm parameters of rat. *Iranian Journal of Reproduction Medicine*, 7, 7-12.
27. Khoshsokhan, F., Poormeidani, A., Babalar, M. & Fatahimoghadam, M. R. (2014). Analysis of the essential oils of *Thymus Kotschyanusl.* (10 Populations) from Iran. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 2, 158-165.
28. Khosravinia, H. (2015a). Hypolipidemic effects of *Satureja Khuzistanica* essential oil in broiler chicken are realized through alteration in steroid hormones. *Kafkas University Veterinary Faculty Derg*, 2, 203-209.
29. Khosravinia, H. (2015b). Effects of *Satureja khuzistanica* essential oils in drinking water on mortality, production performance, water intake and organ weights in broiler chickens reared under heat stress condition. *International Journal of Biometeorology*, 59(11), 1711-1719.
30. Khosravinia, H., Ghasemi, S. & Rafiei Alavi, E. (2103a). Effect of savory (*Satureja khuzistanica*) essential oils on performance, liver and kidney functions in broiler chicks. *Journal of Animal Feed Science*, 22, 50-55.

31. Khosravinia, H., Karimi Torshizi, M. A., Alirezaei, M., Shahsavari, R. & Ghasemi, S. (2013b). Effects of *Saturija Khozistanica* essential oil in drinking water on omega-6 and omega-3 portions, cholesterol content and lipid stability in breast muscle of broiler chicks. *Iranian Animal Science,* 44(1), 71-81.
32. Khosravinia, H., Shasevari, R. & Ghasemi, S. (2013c). Effect of administration of *Satureja khuzistanica* essential oils into drinking water on chemical composition, fatty acid profile and cholesterol of breast and thigh meat in broiler chicken. *Animal and Poultry Research,* 1, 35-42.
33. Lee, K. W., Everts, H. & Beynen, A. C. (2004a). Essential oils in broiler nutrition. *International Journal of Poultry Science*, 3, 738-752.
34. Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R. & Beynen, A. C. (2003). Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science,* 44(3), 450-457.
35. Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Wouterse, H. & Beynen, A. C. (2004b). Cinnamanaldehyde, but not thymol, counteracts the carboxymethyl cellulose-induced growth depression in female broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 3, 608-612.
36. Leenstra, F. R. (1986). Effect of age, sex, genotype, and environment on fat deposition of broiler chickens. *Journal of World Poultry Science*, 42(1), 12-25.
37. Leenstra, F. R. & Cahaner, A. (1992). Effects of low and high temperatures on slaughter yield of broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low fat content. *Poultry Science,* 71, 1994-2006.
38. Lup, F., Dan, D. & Daniel, M. (2010). Economic Efficiency and European Efficiency factor in modifying of some raw materials proportion in chicken broiler feeding. *Ecotoxicologie, Zootehnie si Tehnologii de Industrie Alimentara.* pp. 569-574.
39. Mellor, S. (2000). Antibiotics are not the only growth promoters. *World Poultry*, 16(1), 14-15.
40. Ommati, M. M., Zamiri, M. J., Akhlaghi, A., Atashi, H., Jafarzadeh, M. R., Rezvani M. R. & Saemi, F. (2013). Seminal characteristics, sperm fatty acids, and blood biochemical attributes in breeder roosters orally administered with sage (*Salvia officinalis*) extract. *Animal Production Science,* 53, 548-554.
41. Ostlund, R. E., Racette, S. B. & Stenson, W. F. (2003). Inhibition of cholesterol absorption by phytosterol-replete wheat germ compared with phytosterol-depleted wheat germ. *American Journal of Clinical Nutrition,* 77, 1385-1589.
42. Puvaca, N., Stancev, V., Glamocic, D., Levic, J., Peric, L., Stanacev, V. & Milic, D. (2013). Beneficial effects of phytoadditives in broiler nutrition. *World's Poultry Science Journal,* 69, 27-34.
43. Qureshi, A. A., Din, Z. Z., Abuirmeileh, N., Burger, W. C., Ahmed, Y. & Elson, C. E. (1983). Suppression of avian hepatic lipid metabolism by solvent extracts of garlic: impact on serum lipids. *Journal of Nutrition,* 113, 1746-1755.
44. Remignon, H. & Bihan-Duval, E. L. (2003). Meat quality problems associated with selection for increased production. Pages 53-66 in W. M. Muir and S. E. Aggrey, eds. *Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology.* CABI Publishing, Wallingford, UK.
45. 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, 2310-2315.
46. Sakomura, N. K., Longo, F. A., Oviedo-Rondon, E. O., Boa-Viagem, C. & Ferraudo, A. (2005). Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. *Poultry Science,* 84, 1363-1369.
47. SAS. (2003). SAS Users Guide: Statistics. Ver. 6. Cary, NC.
48. Saxton, A. M. (1998). A macro for converting mean separation output to letter groupings in Proc Mixed. p. 1243–1246. In Proc. 23rd SAS Users Group Intl. Conf., Nashville, TN. 22-25 March 1998. SAS Institute, Cary, NC.
49. Short, F. J., Gorten, J. W. P. & Boorman, K. N. (1996). Determination of titanium dioxide added as an insert marker in chicken digestibility studies. *Animal Feed Science and Technology,* 59, 215-221.
50. Tumova, E. & Teimouri, A. (2010). Fat deposition in the broiler chicken: A review. *Scientia Agricultura and Bohemica,* 41, 121-128.
51. Williams, P. & Losa, R. (2001). The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *World Poultry,* 17(4), 14-15.
52. Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C. & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science,* 86, 140-148.
53. Wiseman, J. & Lewis, C. E. (1998). Influence of dietary energy and nutrient concentration on the growth of body weight and carcass components of broiler chickens. *Journal of Agricultural Sciences,* 131, 361-371.