

تأثیر سطوح مختلف نانوامولسیون اسانس رازیانه بر نسبت بازده انرژی و پروتئین، کیفیت بستر و فضولات و ویژگی‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی

حدیث میرزایی^۱، محمدرضا قربانی^{۲*}، سمیه سالاری^۳ و محمد امین مهرنیا^۴
 ۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری تغذیه طیور، استادیار و دانشیار، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
 ۴. استادیار، گروه صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
 (تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱۴)

چکیده

آزمایش حاضر به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نانوامولسیون اسانس رازیانه بر نسبت بازده انرژی و پروتئین، کیفیت بستر و فضولات و ویژگی‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی انجام شد. تعداد ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۵ تیمار و ۴ تکرار اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد (جیره پایه بدون هیچ افزودنی)، جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم اسانس و جیره پایه به همراه سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم نانوامولسیون اسانس رازیانه بودند. نتایج این آزمایش نشان دادند که ترانس-آنتول، فنچون و لیمونن به ترتیب با ۸۱/۴۲، ۷/۱۶ و ۴/۹۸ درصد، از ترکیبات اصلی اسانس رازیانه بودند. نسبت بازده پروتئین و انرژی تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایشی قرار نگرفتند ($P > 0.05$). pH فضولات به هنگام استفاده از نانوامولسیون در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسانس و به صورت معنی‌داری کمتر از سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه و گروه شاهد بود. رطوبت بستر به هنگام استفاده از جیره حاوی ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه نسبت به گروه شاهد کاهش یافت ($P \leq 0.05$). سوختگی مفصل خرگوشی و سینه به هنگام استفاده از نانوامولسیون اسانس رازیانه در سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نسبت به سایر گروه‌ها کمتر بود ($P \leq 0.05$). بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که استفاده از نانوامولسیون اسانس رازیانه در شرایط تنش گرمایی می‌تواند با کاهش رطوبت بستر باعث بهبود ویژگی‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی شود.

واژه‌های کلیدی: تنش گرمایی، جوجه‌های گوشتی، نانوامولسیون اسانس رازیانه، ویژگی‌های رفاهی.

The effect of different levels of fennel essential oil nanoemulsion on energy and protein efficiency ratio, litter and excreta quality and welfare related parameters of broiler chickens reared under heat stress

Hadis Mirzaei¹, Mohammad Reza Ghorbani^{2*}, Somayeh Salari³ and Mohammad Amin Mehrnia⁴

1, 2, 3. Ph.D. Candidate of Poultry Nutrition, Assistant Professor and Associate Professor, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran

4. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Khuzestan, Iran

(Received: Mar. 14, 2018 - Accepted: Oct. 6, 2018)

ABSTRACT

The present experiment was carried out to evaluate the effect of different levels of fennel essential oil nanoemulsion (FEON) on energy and protein efficiency ratio, litter and excreta quality and welfare related parameters of broiler chickens reared under heat stress. A total of 200 day-old Ross 308 broiler chicks were assigned in a completely randomized design with 5 treatments and 4 replicates. The experimental treatments were control (basal diet with no additive), basal diet and 200 mg/kg fennel essential oil (FEO) and basal diet with 50, 100 and 200 mg/kg of FEON. The results of this experiment showed that trans-anethole, fenchone and limonene with the values of 81.49, 7.16 and 4.98 percent, respectively were the main compounds of fennel essential oil. The protein and energy efficiency ratios were not affected by different experimental treatments. The excreta pH of chicks fed diet containing 200 mg/kg FEON was significantly ($P \leq 0.05$) less than those of fed diets containing 50 and 100 mg/kg of FEON and the control group. The litter moisture was decreased significantly ($P \leq 0.05$) by supplementation of diet with 50 mg/kg FEON when compared with control group. The hock burn and abdominal plumage scores were decreased significantly ($P \leq 0.05$) in chicks fed diet containing 50 mg/kg FEON when compared with other groups. According to the results of this experiment, it seems that the utilization of FEON in heat stress condition can improve broiler welfare related parameters via decreasing the litter moisture.

Keywords: Broilers, fennel essential oil nanoemulsion, heat stress, welfare parameters.

* Corresponding author E-mail: Ghorbani.mr2010@gmail.com; Ghorbani@ramin.ac.ir

مقدمه

یکی از چالش‌انگیزترین شرایط محیطی که بر رفاه و بهره‌وری مرغ‌های تجاری تأثیر می‌گذارد، تنش گرمایی است. تنش گرمایی می‌تواند از طریق کاهش نرخ رشد، مصرف خوراک و همچنین افزایش میزان مرگ‌ومیر موجب افزایش ضررهای اقتصادی شود (Wang et al., 2008). تنش گرمایی یکی از عوامل اصلی تنش اکسیداتیو است. تنش گرمایی می‌تواند با افزایش تولید و واکنش‌پذیری اکسیدان‌ها و غیرفعال کردن سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی سلول، موجب تغییرات اکسیداتیو در سلول شود (Mahmoud & Edens, 2003). سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی برای حفاظت سلول‌ها از آسیب‌های اکسیداتیو به کار می‌روند و می‌توانند از بروز و پیشرفت بسیاری از بیماری‌ها جلوگیری کنند. آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که در غلظت‌های کم قادر به پیشگیری و یا به تأخیر انداختن اکسیداسیون ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشند. نظر به این‌که گیاهان یکی از منابع مهم آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشند، تحقیقات در این زمینه رو به افزایش است. برخی از گیاهان دارویی، غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان بوده و می‌توانند باعث حفاظت سلول‌ها از آسیب‌های اکسیداتیو شوند (Kumaran & Karunakaran, 2006).

رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare*، گیاهی علفی دو ساله است که ارتفاع آن تا ۱/۵ متر می‌رسد. رازیانه گیاهی معطر است و حاوی درصد بالایی از اسیدهای چرب لینولنیک و استئاریک می‌باشد. این گیاه دارای اثرات ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی بوده و در بهبود ضایعات گوارشی نیز مؤثر است (Birdane et al., 2007). تحقیقات نشان داده‌اند که ترانس-آنتول و استراگول از ترکیبات شاخص این گیاه بوده و اثرات تحریکی بر اشتها و گوارش دارند و باعث جذب بهتر مواد مغذی در بدن می‌شوند (Cabuk et al., 2003). مشخص شده است که استفاده از اسانس رازیانه در جیره جوجه‌های گوشتی تأثیر مثبت معنی‌داری بر افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک دارد (Ciftci et al., 2005). در شرایط طبیعی و نیز تنش گرمایی، افزودن ۰/۵ درصد دانه رازیانه به جیره جوجه‌های

گوشتی باعث کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک شد (Tollba et al., 2005).

اگرچه نشان داده شده است که روغن‌های اسانسی می‌توانند جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد نگهدارنده شیمیایی باشند، با این حال محدودیت‌های ویژه‌ای وجود دارند که استفاده از آن‌ها را محدود می‌سازند. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به حلالیت کم در آب، ناپایداری و بوی قوی اسانس‌ها اشاره کرد (Liang et al., 2012). با توجه به این‌که فراهمی زیستی مواد با افزایش سطح، افزایش می‌یابد لذا فناوری نانو می‌تواند جهت افزایش فراهمی زیستی مواد در صنعت دام و طیور مورد استفاده قرار گیرد. بخش کشاورزی از مهم‌ترین عرصه‌هایی است که با استفاده از دستاوردهای فناوری نانو منافع زیادی را متوجه خود نموده است به‌گونه‌ای که بی‌شک استفاده از فراورده‌هایی در ابعاد نانو، باعث تعدیل در هزینه‌های تمام شده محصولات کشاورزی خواهد شد. با توجه به مطالب ذکر شده هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر افزودن سطوح مختلف نانومولسیون اسانس رازیانه به جیره جوجه‌های گوشتی بر نسبت بازده انرژی و پروتئین، کیفیت بستر و فضولات و ویژگی‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی بود.

مواد و روش‌ها

پرنده‌گان و جیره‌های آزمایشی

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نانومولسیون اسانس رازیانه بر نسبت بازده انرژی و پروتئین، کیفیت بستر و فضولات و ویژگی‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی آزمایشی با استفاده از ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد (جیره پایه بدون هیچ افزودنی)، جیره پایه به‌همراه ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسانس رازیانه و جیره پایه به همراه سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانومولسیون اسانس رازیانه بودند. جیره‌های آزمایشی بر اساس توصیه‌های انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC, 1994)

بود. کمترین اندازه ذرات در نانوامولسیون حاوی ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم اسانس رازیانه، حاصل شد.

جدول ۱. اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های

پایه در طی دوره‌های آغازین و رشد جوجه‌های گوشتی

Table 1. The ingredients and nutrients composition of basal diets in starter and grower periods of broilers

Ingredients (%)	Starter diet (1-21 days of age)	Grower diet (22-42 days of age)
Corn	55.24	60.94
Soybean meal (44% CP)	37.70	31.80
Sunflower oil	3.00	3.60
Oyster shell	1.15	1.45
Dicalcium phosphate	1.60	1.15
Sodium bicarbonate	0.23	0.23
Sodium chloride	0.30	0.18
Vitamin premix ¹	0.25	0.25
Mineral premix ²	0.25	0.25
DL-Methionine	0.23	0.10
Cocciostate	0.05	0.05
Calculated analysis		
Metabolizable Energy (kcal/kg)	2976	3086
Crude Protein (%)	21.40	19.20
Calcium (%)	0.90	0.90
Available phosphorus (%)	0.45	0.35
Sodium (%)	0.20	0.15
Chlorine (%)	0.20	0.15
Methionine (%)	0.50	0.40
Methionine + Cystine (%)	0.91	0.72
Lysine (%)	1.15	1.00

۱. مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم جیره مقادیر زیر را تامین می‌کند:

رتینیل استات، ۱/۵ میلی‌گرم؛ کوله کلسیفرول، ۰/۰۲۵ میلی‌گرم؛ α -

توکوفرل استات، ۲۰ میلی‌گرم؛ منادین، ۲ میلی‌گرم؛ تیامین، ۳

میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۶ میلی‌گرم؛ سیانوکوبالامین، ۰/۰۱۶ میلی‌گرم؛

نیاسین، ۱۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۱/۷۵ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک،

۱۵ میلی‌گرم و کولین کلرید، ۲۵۰ میلی‌گرم.

۲. مکمل مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره مقادیر زیر را تامین می‌کند:

منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم؛ روی، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۶ میلی‌گرم؛ سلنیم،

۰/۳ میلی‌گرم و ید، ۱/۲۵ میلی‌گرم.

1. The vitamin premix supplied the following per kilogram of diet: retinyl acetate, 1.5 mg; cholecalciferol, 0.025 mg; α -tocopheryl acetate, 20 mg; menadione, 2 mg; thiamine, 3 mg; riboflavin, 6 mg; cyanocobalamin, 0.016 mg; niacin, 15 mg; folic acid, 1.75 mg; pantothenic acid, 15 mg and choline chloride, 250 mg.

2. The mineral premix supplied the following per kilogram of diet: Mn, 120 mg; Zn, 100 mg; Cu, 16 mg; Se, 0.3 mg and I, 1.25 mg.

جدول ۲. آنالیز شیمیایی اسانس رازیانه

Table 2. The chemical analysis of fennel essence

Chemical Compound	Percent
Trans-Anethole	81.49
L-Fenchone	7.16
DL-Limonene	4.98
Benzene	2.91
2-Cyclohexen-1-one	0.67
Benzaldehyde	0.40
Fenchylacetate	0.49
Alpha-Pinene	0.42
1,3,6-Octatriene	0.39
Beta-Myrcene	0.23
1,8-Cineole	0.21
Camphor	0.14
Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-(CAS)	0.14
Benzene, 1-methoxy-4	0.13
l-Phellandrene	0.09
Gamma-Terpinene	0.08
Sabinene	0.07

برای دو مرحله آغازین (سن ۱ تا ۲۱ روزگی) و رشد (سن ۲۲ تا ۴۲ روزگی) تنظیم شدند (جدول ۱). در طی دوره آزمایش، پرندگان به طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند. تنش گرمایی از سن ۲۱ روزگی بر اساس روش Niu *et al.* (2009) اعمال شد؛ به‌گونه‌ای که پرندگان به‌صورت دوره‌ای در معرض ۱۲ ساعت دمای ۲۳/۹ درجه سانتی‌گراد، ۳ ساعت از ۲۳/۹ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد، ۵ ساعت دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد و ۴ ساعت از ۳۸ تا ۲۳/۹ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

اسانس رازیانه و طریقه تهیه نانوامولسیون اسانس رازیانه

اسانس رازیانه از شرکت باریج اسانس کاشان تهیه شد. جهت شناسایی ترکیبات اسانس از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) مدل (Agilent MS 5975 C, GC7890) و مقایسه طیف‌های حاصل از دستگاه با ترکیبات استاندارد استفاده شد. در مطالعه حاضر، ترانس-آنتول با ۸۱/۴۲ درصد به عنوان اصلی‌ترین ترکیب موجود در اسانس رازیانه شناسایی شد و فنچون و لیمونن به ترتیب با ۷/۱۶ و ۴/۹۸ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲).

جهت تهیه نانوامولسیون اسانس رازیانه با غلظت‌های مختلف اسانس، ابتدا اسانس و امولسیفایر توپین ۸۰ در نسبت‌های مساوی به همراه آب مقطر با دستگاه هموژنایزر دور بالا (Ultra Turrax T25 basic, Germany) در دور ۱۳۰۰۰ به مدت ۳ دقیقه با یکدیگر مخلوط شدند تا امولسیون قطره درشت اولیه به دست آید. سپس برای تهیه نانوامولسیون اسانس رازیانه، امولسیون قطره درشت اولیه تحت تأثیر هموژنایزر اولتراسونیک (UP 200H, Germany) به مدت ۱ دقیقه قرار گرفت (Hashtjin & Abbasi, 2015). غلظت نهایی اسانس در نانوامولسیون‌های تهیه شده معادل ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. میانگین اندازه ذرات در محلول نانوامولسیون اسانس رازیانه برای سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسانس به ترتیب ۴۵، ۱۵۲ و ۱۸۶ نانومتر

فراسنجه‌های مورد آزمایش

مقدار خوراک مصرفی و افزایش وزن به صورت هفتگی اندازه‌گیری و برای دوره‌های پیش‌دان، رشد و کل محاسبه شدند و با توجه به میزان انرژی و پروتئین جیره‌ها، نسبت بازده انرژی و پروتئین برای دوره پیش‌دان، رشد و کل دوره پرورش براساس روش *Dastar et al.* (2006) مورد محاسبه قرار گرفتند. نسبت بازده پروتئین از تقسیم گرم افزایش وزن بر گرم پروتئین مصرفی و نسبت بازده انرژی از تقسیم مقدار انرژی قابل سوخت و ساز مصرفی (کالری) بر گرم افزایش وزن بدست آمد.

برای سنجش ویژگی‌های بستر، نمونه‌برداری به روش *McGrath et al.* (2005) از ۵ نقطه بستر (چهار گوشه و وسط هر پن) صورت گرفت. برای سنجش pH بستر، نمونه‌های جمع‌آوری شده از بستر با یکدیگر مخلوط و به نسبت یک به چهار با آب مقطر مخلوط و بعد از ورتکس، pH (pH meter, WTW 3110, Germany) اندازه‌گیری شد. برای سنجش رطوبت و خاکستر بستر و فضولات از روش پیشنهادی *AOAC* (1995) استفاده گردید. صفات مربوط به فضولات (رطوبت، pH و خاکستر) با جمع‌آوری فضولات تازه از هر پن در پایان دوره پرورش، اندازه‌گیری شد. برای سنجش pH فضولات، نمونه‌های جمع‌آوری شده به نسبت یک به یک با آب مقطر مخلوط شده و بعد از ورتکس، pH اندازه‌گیری شد (*Nakaue & Koelliker, 1981*).

در آخر دوره پرورش، ۵ قطعه پرنده از هر تکرار به طور تصادفی انتخاب و فراسنجه‌های رفاهی نظیر سوختگی کف پا، سوختگی مفصل خرگوشی، سوختگی سینه و راه رفتن طبق روش *Sun et al.* (2013) مورد سنجش قرار گرفت. برای برآورد امتیاز سوختگی کف پا و مفصل خرگوشی از اعداد صفر (عارضه‌ای مشاهده نشد)، یک (عارضه کم؛ عارضه با قطر کمتر از ۰/۷۵ سانتی‌متر)، دو (عارضه متوسط؛ عارضه با قطر بیشتر از ۰/۷۵ و کمتر از ۱/۵ سانتی‌متر) و سه (عارضه شدید؛ عارضه با قطر بیشتر از ۱/۵ سانتی‌متر) استفاده شد. برای امتیاز بندی سوختگی سینه اعداد صفر (بدون سوختگی)، یک (سوختگی کمتر از یک سوم کل سطح)، دو (سوختگی

بیشتر از یک دوم کل سطح) و سه (سوختگی بیشتر از دو سوم کل سطح) به کار برده شدند. برای تعیین امتیاز راه رفتن از امتیاز صفر (راه رفتن طبیعی)، یک (راه رفتن با مشکل) و دو (بی‌میلی به راه رفتن) استفاده گردید. راه رفتن طبیعی برای پرنده‌گانی ثبت شد که مشکلی در راه رفتن نداشتند و حداقل ۱/۵ متر به‌طور متعادل راه می‌رفتند. در راه رفتن با مشکل، پرنده‌گان حداقل ۱/۵ متر را به صورت نامتعادل می‌توانستند راه بروند. بی‌میلی در راه رفتن در مورد پرنده‌گانی بود که رغبت برای ایستادن و راه رفتن نداشتند.

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ و رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. برای آنالیز داده‌های مربوط به فراسنجه‌های رفاهی از روش کای اسکور (Kruskal-Wallis Test) استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک و افزایش وزن جوجه‌های گوشتی پرورش‌یافته در شرایط تنش گرمایی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان دادند که در دوره آغازین پرورش، مصرف خوراک و افزایش وزن به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایشی قرار گرفتند ($P \leq 0/05$). در این دوره، به‌جز تیمار استفاده‌کننده از سطح ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانومولسیون اسانس رازیانه، سایر تیمارها مصرف خوراک بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. همچنین مقدار افزایش وزن جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسانس رازیانه و جیره‌های حاوی سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانومولسیون اسانس رازیانه به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0/05$) بیشتر از گروه شاهد بود. میانگین مصرف خوراک و افزایش وزن طی دوره رشد و نیز کل دوره پرورش تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایشی قرار نگرفت.

نگرفت. نسبت بازده انرژی در دوره آغازین در تیمارهای حاوی ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه به ترتیب ۲/۱۵ و ۴/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت هر چند این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P \leq 0/15$).
 با توجه به نتایج مطالعه حاضر مشخص شد که استفاده از نانوامولسیون اسانس رازیانه در سطوح پایین و در دوره پیش‌دان، اثرگذاری بهتری بر مصرف خوراک و افزایش وزن داشته است. در دوره رشد و شرایط تنش گرمایی هرچند استفاده از نانوامولسیون اسانس رازیانه باعث بهبود عددی میانگین مصرف خوراک و افزایش وزن شد ولی این بهبود از نظر آماری معنی‌دار نبود.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر نسبت بازده پروتئین پرندگان پرورش یافته در شرایط تنش گرمایی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان دادند که در دوره‌های مختلف پرورش بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0/05$). افزایش ۴/۳ درصدی نسبت بازده پروتئین نیز به هنگام استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانو اسانس رازیانه برای دوره آغازین پرورش از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P \leq 0/12$).
 تأثیر تیمارهای آزمایشی بر نسبت بازده انرژی پرندگان پرورش یافته در شرایط تنش گرمایی در جدول ۵ آورده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، نسبت بازده انرژی در دوره‌های مختلف پرورش تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک و افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی

Table 3. The effect of experimental treatments on feed intake and body weight gain of broiler chickens

Treatment ¹	Starter (1-21 days of age)		Grower (22-42 days of age)		Total (1-42 days of age)	
	Feed intake (gr)	Weight gain (gr)	Feed intake (gr)	Weight gain (gr)	Feed intake (gr)	Weight gain (gr)
1	822.58 ^b	610.60 ^b	2446.92	1311.67	3269.50	1922.27
2	944.54 ^a	670.50 ^a	2563.31	1488.75	3480.84	2159.25
3	887.55 ^{ab}	666.58 ^a	2563.31	1368.75	3450.86	2035.33
4	909.98 ^a	706.83 ^a	2576.58	1391.46	3486.55	2098.29
5	902.40 ^a	682.63 ^a	2657.32	1473.56	3559.72	2156.18
SEM ²	13.26	9.84	25.40	31	34.81	34.38
P-value	0.03	0.01	0.11	0.35	0.08	0.14

۱. تیمارها شامل ۱، جیره شاهد (جیره پایه بدون هیچ افزودنی)، ۲، جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسانس رازیانه، ۳، جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه، ۴، جیره پایه به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه و ۵، جیره پایه به همراه ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه بودند.

۲. خطای معیار میانگین‌ها.

a-b: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مختلف، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0/05$).

1. Treatments were 1, Control (basal diet with no additive), treatment 2, basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil, treatment 3, basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil nanoemulsion (FEON), treatment 4, basal diet with 100 mg/kg FEON and treatment 5, basal diet with 50 mg/kg FEON.

2. Standard error of means.

a-b: Means within a column with different superscripts are statistically of significant difference ($P \leq 0.05$).

جدول ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر نسبت بازده پروتئین جوجه‌های گوشتی

Table 4. The effect of experimental treatments on protein efficiency ratio of broiler chickens

Treatment ¹	Starter	Grower	Total
	(1-21 days of age)	(22-42 days of age)	(1-42 days of age)
1	3.48	2.78	2.90
2	3.30	3.08	3.05
3	3.53	2.80	2.88
4	3.63	2.83	2.98
5	3.53	2.88	2.98
SEM ²	0.04	0.06	0.04
P-value	0.12	0.56	0.73

۱. تیمارها شامل: ۱) جیره شاهد (جیره پایه بدون هیچ افزودنی)، ۲) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسانس رازیانه، ۳) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه، ۴) جیره پایه به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه و ۵) جیره پایه به همراه ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه بودند.

۲. خطای معیار میانگین‌ها.

1. Treatments were 1) Control (basal diet with no additive), treatment 2) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil, treatment 3) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil nanoemulsion (FEON), treatment 4) basal diet with 100 mg/kg FEON and treatment 5) basal diet with 50 mg/kg FEON.

2. Standard error of means.

جدول ۵. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر نسبت بازده انرژی جوجه‌های گوشتی (کالری/گرم)

Table 5. The effect of experimental treatments on energy efficiency ratio of broiler chickens (Cal/gr)

Treatment ¹	Starter (1-21 days of age)	Grower (22-42 days of age)	Total (1-42 days of age)
1	4020.1	5762.9	5157.8
2	4194.2	5358.7	4928.2
3	3963.4	5797.3	5149.6
4	3831.0	5729.7	5041.8
5	3933.8	5567.5	5004.7
SEM ²	46.7	95.8	63.1
P-value	0.15	0.62	0.79

۱. تیمارها شامل: ۱) جیره شاهد (جیره پایه بدون هیچ افزودنی)، ۲) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسانس رازیانه، ۳) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانومولسیون اسانس رازیانه، ۴) جیره پایه به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانومولسیون اسانس رازیانه و ۵) جیره پایه به همراه ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانومولسیون اسانس رازیانه بودند.

۲. خطای معیار میانگین‌ها.

1. Treatments were 1) Control (basal diet with no additive), treatment 2) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil, treatment 3) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil nanoemulsion (FEON), treatment 4) basal diet with 100 mg/kg FEON and treatment 5) basal diet with 50 mg/kg FEON.

2. Standard error of means.

بدن جذب و ابقا خواهند شد (Lee et al., 2003). هر چند در تحقیق حاضر پیش‌بینی می‌شد که در دوره رشد، تنش حرارتی اثرات منفی بر بازده انرژی و پروتئین داشته باشد و استفاده از افزودنی خوراکی بتواند بر اثرات منفی تنش حرارتی غلبه کند ولی اثرگذاری نانومولسیون اسانس رازیانه در این دوره بر بازده انرژی و پروتئین معنی‌دار نبود. محققین معتقدند که دمای بالای محیط باعث کاهش قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود (Mahmoud & Edens, 2003). جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی، انرژی بیشتری را برای سازگاری با شرایط تنش استفاده می‌کنند بنابراین انرژی کمتری برای رشد منظور شده و این امر منجر به کاهش عملکرد رشد می‌شود (Lei & Slinger, 1970). علاوه بر این، کاهش اشتها و مصرف خوراک، مکانیسم دفاعی بدن برای کاهش تولید گرما در شرایط تنش گرمایی است. در شرایط تنش‌زا، الگوهای رفتاری پرندگان تغییر کرده و به دلیل این رفتارهای جدید نظیر نفس نفس زدن، مصرف انرژی آن‌ها افزایش می‌یابد (Zulkifli & Stinornzah, 2004). شرایط تنش‌زا مانند درجه حرارت بالای محیط می‌تواند سبب تحریک تولید بیش از حد گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر (ROS) شود که باعث آسیب اکسیداتیو به لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شوند (Sohail et al., 2011). در مطالعه حاضر، افزایش وزن بدن ($P \leq 0.01$)، مصرف خوراک ($P \leq 0.03$)، بازده پروتئین ($P \leq 0.12$) و میزان مصرف

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد، در دوره آغازین، تیمار حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانومولسیون اسانس رازیانه، بیشترین افزایش وزن (۱۵/۸ درصد بیشتر نسبت به گروه شاهد) را بخود اختصاص داد. به نظر می‌رسد افزایش معنی‌دار وزن بدن به هنگام استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانومولسیون اسانس رازیانه باعث بهبود بازده پروتئین (۴/۳ درصد بیشتر نسبت به تیمار شاهد) و کاهش ۴/۷ درصدی انرژی قابل سوخت و ساز مصرفی به ازای هر گرم افزایش وزن شده است. محققین معتقدند ترکیبات مورد استفاده به جای آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره غذایی طیور باید از جنبه‌های مختلف بهره‌وری تغذیه‌ای نظیر بازده انرژی و پروتئین نسبت به گروه شاهد برتری داشته باشند (Kalantarnistanki et al., 2011). در این راستا، محققین کارایی استفاده از انرژی جیره را در هنگام استفاده از مکمل‌های گیاهی بیشتر از زمانی که از این مکمل‌ها استفاده نشد، برآورد کردند (Kalantarnistanki et al., 2015). (Ghazanfari et al., 2011) گزارش کردند که مصرف آشامیدنی آویشن بر بازده انرژی اثر مثبتی داشت و می‌تواند جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌های استفاده شده در جیره یا آب آشامیدنی باشد. تحقیقات نشان می‌دهند استفاده از گیاهان دارویی سبب کاهش جمعیت میکروبی مضر دستگاه گوارش می‌شوند لذا سرعت تجزیه پروتئین و اسیدهای آمینه موجود در شیرابه گوارشی، کاهش یافته و مقادیر بیشتری از آن‌ها در

نظیر درصد رطوبت و خاکستر نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود نداشت ($P > 0.05$). کاهش pH فضولات و به دنبال آن آزاد سازی کمتر آمونیاک به هنگام استفاده از ترکیبات گیاهی در این مطالعه به بهبود شرایط بستر کمک نمود. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از عصاره‌های گیاهی با افزایش جمعیت باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک در محتویات روده باعث کاهش pH بستر می‌شوند (Zhang et al., 2013).

جدول ۶. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات مربوط به فضولات جوجه‌های گوشتی

Table 6. The effect of experimental treatments on excreta traits of broiler chickens

Treatment ¹	Ash (%)	Moisture (%)	pH
1	12.77	81.44	7.23 ^{ab}
2	16.21	85.00	6.63 ^{bc}
3	15.11	79.18	6.46 ^c
4	16.00	82.37	7.36 ^a
5	18.00	82.80	7.60 ^a
SEM ²	0.74	0.85	0.14
P-value	0.27	0.30	0.01

۱. تیمارها شامل: ۱) جیره شاهد (جیره پایه بدون هیچ افزودنی)، ۲) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسانس رازیانه، ۳) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه، ۴) جیره پایه به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه و ۵) جیره پایه به همراه ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه بودند.

۲. خطای معیار میانگین‌ها.

a-c در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مختلف، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0.05$).

1. Treatments were 1) Control (basal diet with no additive), treatment 2) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil, treatment 3) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil nanoemulsion (FEON), treatment 4) basal diet with 100 mg/kg FEON and treatment 5) basal diet with 50 mg/kg FEON.

2. Standard error of means.

a-c: Means within a column with different superscripts are statistically of significant difference ($P \leq 0.05$).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات مربوط به بستر جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۷ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، بجز رطوبت بستر سایر صفات مربوط به بستر تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف قرار نگرفتند. بالاترین درصد رطوبت بستر مربوط به تیمار شاهد و کمترین درصد رطوبت بستر مربوط به پایین‌ترین سطح استفاده از نانو امولسیون اسانس رازیانه بود ($P \leq 0.05$).

انرژی قابل سوخت و ساز به ازای گرم افزایش وزن بدن ($P \leq 0.15$) در دوره آغازین به واسطه استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه بهبود یافت. به نظر می‌رسد در مراحل اولیه زندگی پرنده، تولید آنزیم‌های گوارشی به طور ناقص انجام می‌شود و استفاده از نانوامولسیون اسانس رازیانه توانسته است با تأثیر بر آنزیم‌های گوارشی باعث افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی و در نتیجه بهبود افزایش وزن و بازده پروتئین و انرژی شود (Ciftci et al., 2005). مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی مانند ترانس-آنتول اثر تحریکی بر افزایش ترشحات شیرابه گوارشی از اندام‌هایی نظیر لوزالمعده و کبد داشته و ترشح کافی این شیرابه‌ها موجب هضم و جذب و سوخت و ساز بهتر مواد مغذی شده که نتیجه آن بهبود بهره‌وری در رابطه با عملکرد و کیفیت لاشه می‌باشد (Brenes & Roura, 2010). ترانس-آنتول، ترکیب اصلی موجود در اسانس رازیانه می‌باشد که باعث تحریک اشتها و افزایش ترشحات دستگاه گوارش و در نتیجه بهبود قابلیت هضم و جذب خوراک و عملکرد می‌شود (Lee et al., 2003; Guler et al., 2005). مطالعات متعددی، خواص ضد میکروبی گیاهان را نشان داده‌اند که می‌تواند جمعیت میکروبی روده و سلامت دستگاه گوارش پرنده را از طریق کاهش تعداد باکتری‌های بیماری‌زا بهبود بخشد (Ghazanfari et al., 2015) و باعث بهبود عملکرد شود (Anderson et al., 1997).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات مربوط به فضولات جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۶ آمده است. به طوری که ملاحظه می‌شود، اثر تیمارهای آزمایشی بر pH فضولات، معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). نتایج این آزمایش نشان دادند که جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه، pH کمتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند. pH فضولات گروه‌های تغذیه شده با جیره حاوی اسانس رازیانه و جیره‌های حاوی سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشت. در مورد سایر صفات

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی‌های رفتاری جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۸ نشان داده شده است. طبق نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از پایین‌ترین سطح نانومولسیون اسانس رازیانه باعث کاهش معنی‌دار سوختگی مفصل خرگوشی و سینه در مقایسه با اسانس و تیمار شاهد شد ($P \leq 0.05$). در ارتباط با این دو صفت، تفاوت معنی‌داری به هنگام استفاده از سطوح دیگر نانومولسیون اسانس رازیانه (۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و نیز اسانس رازیانه با تیمار شاهد وجود نداشت. امتیاز کف پا و راه رفتن تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفت.

جدول ۸. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی‌های رفتاری جوجه‌های گوشتی

Table 8. The effect of experimental treatments on behavioral characteristics of broiler chickens

Treatment ¹	Abdominal Plumage score	hock burn score	Footpad burn score	Gait score
1	2.10 ^a	2.70 ^a	2.9	0.25
2	2.15 ^a	2.65 ^a	2.65	0.05
3	1.55 ^a	2.65 ^a	2.75	0.15
4	1.75 ^a	2.80 ^a	2.65	0.05
5	1.45 ^b	2.45 ^b	2.65	0.30
SEM ²	0.11	0.05	0.12	0.05
P-value	0.02	0.02	0.96	0.48

۱. تیمارها شامل: (۱) جیره شاهد (جیره پایه بدون هیچ افزودنی)، (۲) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه، (۳) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم نانومولسیون اسانس رازیانه، (۴) جیره پایه به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم نانومولسیون اسانس رازیانه و (۵) جیره پایه به همراه ۵۰ میلی‌گرم نانومولسیون اسانس رازیانه بودند.
۲. خطای معیار میانگین‌ها.

a-b: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مختلف، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0.05$).

1. Treatments were 1) Control (basal diet with no additive), treatment 2) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil, treatment 3) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil nanoemulsion (FEON), treatment 4) basal diet with 100 mg/kg FEON and treatment 5) basal diet with 50 mg/kg FEON.
2. Standard error of means.

a-b: Means within a column with different superscripts are statistically of significant difference ($P \leq 0.05$).

با توجه به اینکه رطوبت بستر به هنگام استفاده از ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانو امولسیون رازیانه در جیره کمتر از سایر گروه‌ها بود لذا کاهش مشکلات رفتاری در این سطح از نانو امولسیون قابل پیش‌بینی بود. درماتیت کف پا یک بیماری است که باعث ایجاد

جدول ۷. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات مربوط به بستر جوجه‌های گوشتی

Table 7. The effect of experimental treatments on litter traits of broiler chickens

Treatment ¹	Ash (%)	Moisture (%)	pH
1	15.36	62.53 ^a	7.80
2	19.17	59.00 ^{ab}	8.07
3	17.22	56.78 ^{ab}	8.22
4	16.39	60.00 ^{ab}	8.25
5	15.79	54.40 ^b	8.50
SEM ²	0.62	0.96	0.11
P-value	0.33	0.05	0.46

۱. تیمارها شامل: (۱) جیره شاهد (جیره پایه بدون هیچ افزودنی)، (۲) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم اسانس رازیانه، (۳) جیره پایه به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم نانومولسیون اسانس رازیانه، (۴) جیره پایه به همراه ۱۰۰ میلی‌گرم نانومولسیون اسانس رازیانه و (۵) جیره پایه به همراه ۵۰ میلی‌گرم نانومولسیون اسانس رازیانه بودند.
۲. خطای معیار میانگین‌ها.

a-b: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مختلف، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0.05$).

1. Treatments were 1) Control (basal diet with no additive), treatment 2) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil, treatment 3) basal diet with 200 mg/kg fennel essential oil nanoemulsion (FEON), treatment 4) basal diet with 100 mg/kg FEON and treatment 5) basal diet with 50 mg/kg FEON.
2. Standard error of means.

a-b: Means within a column with different superscripts are statistically of significant difference ($P \leq 0.05$).

دمای بالای محیط می‌تواند منجر به افزایش مصرف آب و در نتیجه افزایش رطوبت بستر و کاهش کیفیت بستر شود و این عوامل اثرات نامطلوبی بر مصرف خوراک، سرعت رشد، مرگ و میر و سلامتی پرندگان دارند (Dozier *et al.*, 2005; Sohail *et al.*, 2010). رطوبت بالای بستر باعث افزایش فعالیت میکروبی می‌شود که به نوبه خود منجر به افزایش دما و آمونیاک در بستر جوجه‌های گوشتی می‌شود (Miles *et al.*, 2004). محیط‌های تنش‌زا مانند دمای محیطی بالا باعث افزایش تنش اکسیداتیو و عدم تعادل در وضعیت میکروبی و آنتی‌اکسیدانی پرنده شده (Gursu *et al.*, 2004) و می‌تواند بر سیستم ایمنی پرنده تأثیر منفی گذاشته و همچنین عملکرد و توانایی آن‌ها را برای مقابله با عفونت‌های ویروسی و باکتریایی، کاهش دهند (Heckert *et al.*, 2002). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند در مطالعه حاضر به هنگام استفاده از ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانومولسیون اسانس رازیانه، رطوبت بستر کاهش یافت. کاهش رطوبت بستر می‌تواند از طریق کاهش چالش‌های رفتاری پرنده باعث بهبود عملکرد شود.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این پژوهش نشان دادند که ترانس - آنتول، فنچون و لیمونن به ترتیب با ۸۱/۴۲، ۷/۱۶ و ۴/۹۸ درصد، از ترکیبات اصلی موجود در اسانس رازیانه بودند. مکمل‌سازی جیره با نانوامولسیون اسانس رازیانه، تأثیر معنی‌داری بر بازده پروتئین و میزان انرژی قابل سوخت‌وساز مصرفی به ازای هر گرم افزایش وزن بدن نداشت هر چند، استفاده از سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نانوامولسیون اسانس رازیانه در شرایط تنش گرمایی باعث بهبود ویژگی‌های رفتاری و کیفیت بستر جوجه‌های گوشتی شد.

سپاسگزاری

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به جهت تأمین مالی این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

ضایعات نکروزه روی سطح کف پا در جوجه‌های گوشتی در حال رشد می‌شود. درمانیت کف پا می‌تواند سلامت و بهره‌وری جوجه‌های گوشتی را کاهش دهد و منجر به زیان‌های اقتصادی شود. به خوبی مشخص شده است که علت اصلی درمانیت کف پا، کیفیت بستر و وجود بستر مرطوب و خیس است (Mayne et al., 2007). تنش گرمایی می‌تواند باعث افزایش مصرف آب و به دنبال آن افزایش دفع آب و رطوبت بستر و در نتیجه کاهش کیفیت بستر شود (Dozier et al., 2005). رطوبت بالای بستر منجر به افزایش ضایعات پا و سوختگی سینه می‌شود (Dozier et al., 2006). ایجاد ضایعات پا و نشستن طولانی مدت بر روی بستر مرطوب ممکن است باعث ایجاد ضایعات پوستی در ناحیه پا و سینه شود که وضعیت سلامت گله و کیفیت گوشت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bessei, 2006; Bokkers & Koene, 2004).

REFERENCES

- Anderson, W. G., McKinly, R. S. & Colavecchia, M. (1997). The use of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. *North American Journal of Fisheries Management*, 17, 301-307.
- AOAC. (1995). *Association of Official Analytical Chemists*. Official methods of AOAC International (16th Edn.). Virginia, USA, Pp, 1147.
- Bessei, W. (2006). Welfare of broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*, 62, 455-466.
- Birdane, F. M., Cemek, M., Birdane, Y. O., Gülçin, I. & Büyükokuroğlu, M. E. (2007). Beneficial effects of *Foeniculum vulgare* on ethanol-induced acute gastric mucosal injury in rats. *World Journal Gastroenterology*, 13, 607-611.
- Bokkers, E. A. M. & Koene, P. (2004). Motivation and ability to walk for a food reward in fast and slow-growing broilers to 12 weeks of age. *Behavior Processes*, 67, 121-130.
- Brenes, A. & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science Technology*, 158, 1-14.
- Cabuk, M., Bozkurt, M., Alçiçek, A., Catli, A. U. & Baser, K. H. C. (2003). Effect of a dietary essential oil mixture on performance of laying hens in the summer season. *South African Journal of Animal Science*, 36, 215-221.
- Ciftci, M., Guler, T., Dalkilic, B. & Ertas, N. (2005). The effect of anise oil (*Pimpinella anisum* L.) on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*, 4, 851-855.
- Dastar, B., Golian, A., DaneshMesgaran, M., EftekhariShahroodi, F. & Kermanshahi, H. (2006). Effect of reducing protein level of starter diet on performance, energy and protein efficiency ratio in broiler chickens. *Journal of Agricultural Science*, 16, 207-217. (in Farsi)
- Dozier, W. A., Thaxton, J. P., Branton, S. L., Morgan, G. W., Miles, D. M., Roush, W. B., Lott, B. D. & Vizzier-Thaxton, Y. (2005). Stocking density effects on growth performance and processing yields of heavy broilers. *Poultry Science*, 84, 1332-1338.
- Dozier, W. A., Thaxton, J. P., Purswell, J. L., Olanrewaju, H. A., Branton, S. L. & Roush, W. B. (2006). Stocking density effects on male broilers grown to 1.8 kilograms of body weight. *Poultry Science*, 85, 344-351.
- Duncan, D. B. (1955). *Multiple range and multiple F tests*. *Biometrics*, 11, 1-42.
- Ghazanfari, S., Adibmoradi, M. & Rahiminiat, F. (2015). Effects of different levels of *Artemisia sieberi* essential oil on intestinal morphology characteristics, microfora population and immune system in broiler chickens. *Journal of Veterinary Research*, 70, 195-202.
- Guler, T., Ertas, O. N., Ciftci, M. & Dalkilic, B. (2005). The Effect of coriander seed as diet ingredient on the performance of Japanese quail. *South African Journal of Animal Science*, 35, 261-267.

15. Gursu, M. F., Onderci, M., Gulcu, F. & Sahin, K. (2004). Effects of vitamin C and folic acid supplementation on serum paraoxonase activity and metabolites induced by heat stress *in vivo*. *Nutrition Research*, 24, 157-164.
16. Hashtjin, A. M. & Abbasi, S. (2015). Nano-emulsification of orange peel essential oil using sonication and native gums. *Food Hydrocolloids*, 44, 40-48.
17. Heckert, R., Estevez, I., Russek-Cohen, E. & Pettit-Riley, R. (2002). Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. *Poultry Science*, 81, 451-457.
18. Kalantarnistanki, M., Saki, A. A., Zamani, P. & Ali Arabi, H. (2011). Effect of thyme essential oil on performance, energy efficiency and protein in broiler chickens. *Animal Science Journal*, 92, 60-65. (in Farsi)
19. Kumaran, A. & Karunakaran, R. J. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 97, 109-114.
20. 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, 450-457.
21. Lei, K. Y. & Slinger, S. J. (1970). Energy utilization in the chick in relation to certain environmental stresses. *Journal of Animal Science*, 50, 285-292.
22. Liang, R., Xu, S., Shoemaker, C. F., Li, Y., Zhong, F. & Huang, Q. (2012). Physical and antimicrobial properties of peppermint oil nanoemulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 7555-7548.
23. Mahmoud, K. Z. & Edens, F. W. (2003). Influence of selenium sources on age-related and mild heat stress-related changes of blood and liver glutathione redox cycle in broiler chickens (*Gallus domesticus*). Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: *Biochemistry and Molecular Biology*, 136, 921-934.
24. Mayne, R. K., Else, R. W. & Hocking, P. M. (2007). High dietary concentrations of biotin did not prevent foot pad dermatitis in growing turkeys and external scores were poor indicators of histopathological lesions. *British Poultry Science*, 48, 291-298.
25. McGrath, J. M., Sims, J. T., Maguire, R. O., Saylor, W. W., Angei, C. R. & Turner, B. L. (2005). Broiler diet modification and litter storage. *Journal of Environmental Quality*, 34, 1896-1909.
26. Miles, D. M., Branton, S. L. & Lott, B. D. (2004). Atmospheric ammonia is detrimental to the performance of modern commercial broilers. *Poultry Science*, 83, 1650-1654.
27. Nakaue, H. S. & Koelliker, J. K. (1981). Studies with clinoptilolite in poultry. II. Effect of feeding varying levels of clinoptilolite (zeolite) of dwarf single comb white leghorn pullets and ammonia production. *Poultry Science*, 60, 944-949.
28. National Research Council. (1994). *Nutrient requirement of poultry*. 9th revised edition. National Academy Press. Washington, D.C.
29. Niu, Z. Y., Liu, F. Z., Yan, Q. L. & Li, W. C. (2009). Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. *Poultry Science*, 88, 2101-2107.
30. SAS Institute. (1999). *SAS User's Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
31. Sohail, M. U., Ijaz, A., Yousaf, M. S., Ashraf, K., Zaneb, H., Aleem, M. & Rehman, H. (2010). Alleviation of cyclic heat stress in broilers by dietary supplementation of mannan-oligosaccharide and Lactobacillus-based probiotic: Dynamics of cortisol, thyroid hormones, cholesterol, C-reactive protein, and humoral immunity. *Poultry Science*, 89, 1934-1938.
32. Sohail, M. U., Rahman, Z. U., Ijaz, A., Yousaf, M. S., Ashraf, K., Yaqub, T., Zaneb, H., Anwar, H. & Rehman, H. (2011). Single or combined effects of mannan-oligosaccharides and probiotic supplements on the total oxidants, total antioxidants, enzymatic antioxidants, liver enzymes, and serum trace minerals in cyclic heat-stressed broilers. *Poultry Science*, 90, 2573-2577.
33. Sun, Z. W., Yan, L., Zhao, J. P., Lin, H. & Guo, Y. M. (2013). Increasing dietary vitamin D₃ improves the walking ability and welfare status of broiler chickens reared at high stocking densities. *Poultry Science*, 92, 3071-3079.
34. Tollba, A. A., Abd EL-Galy, H. M. A. & Abd EL-Samad, M. H. (2005). The effect of using some herbal additives on physiological and productive performance of two Egyptian chicken strains during winter and summer seasons. *Egypt Poultry Science*, 25, 107-123.
35. Wang, L., Piao, X. L., Kim, S. W., Piao, X. S., Shen, Y. B. & Lee, H. S. (2008). Effects of *Forsythia suspensa* extract on growth performance, nutrient digestibility, and antioxidant activities in broiler chickens under high ambient temperature. *Poultry Science*, 87, 1287-1294.
36. Zhang, H. Y., Piao, X. S., Zhang, Q., Li, P., Yi, J. Q., Liu, J. D., Li, Q. Y. & Wang, G. Q. (2013). The effects of *Forsythia suspensa* extract and berberine on growth performance, immunity, antioxidant activities, and intestinal microbiota in broilers under high stocking density. *Poultry Science*, 92, 1981-1988.
37. Zulkifli, I. & Stinornzah, A. (2004). Fear and stress reactions and the performance of commercial broiler chickens subjected to regular pleasant and quail unpleasant contacts with human being. *Applied Animal Behavioral Science*, 88, 77-87.