

تأثیر مکمل بستر بنتونیت سدیم و تراکم گله بر عملکرد جوجه‌های گوشتی و کیفیت بستر در تابستان

مازیار محیطی اصلی^{۱*}، معین قناعت پرست رشتی^۲ و میثم توکلی الموتی^۲

۱ و ۲. استادیار و دانشجویان دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۲۵)

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر مکمل بستر بنتونیت سدیم و تراکم گله بر عملکرد و کیفیت بستر با استفاده از ۲۵۲ قطعه جوجه - گوشتی در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار به صورت فاکتوریل (۳×۲) و چهار تکرار انجام شد. عامل‌های آزمایشی شامل تراکم در واحد سطح (۱۴؛ تراکم کم و ۱۸؛ تراکم زیاد / پرند در هر مترمربع) و سه سطح مکمل بستر بنتونیت سدیم (۰، ۲ و ۴ کیلوگرم در هر مترمربع) بودند. افزایش تراکم سبب افت عملکرد رشد، افزایش رطوبت، pH، شمار اشریشیاکلی و اووسیست بستر، نمره زخم‌های روده، زخم کف پا، مفصل خرگوشی و زخم سینه شد ($P < 0.01$). رطوبت بستر و نمره زخم کف پا و مفصل خرگوشی با افزودن ۲ کیلوگرم مکمل بستر کاهش یافت ($P < 0.01$). افزودن چهار کیلوگرم بنتونیت سدیم سبب کاهش شمار اشریشیاکلی و نیتروژن بستر و بهبود افزایش وزن جوجه‌ها نسبت به گروه شاهد شد ($P < 0.01$). اثر متقابل تراکم و مکمل بستر برای نمره زخم‌های کف پا و مفصل خرگوشی (۳۵ روزگی) معنی‌دار بود ($P < 0.05$) به طوری که در تراکم کم زخم‌ها ناچیز بود و افزودن مکمل بستر تأثیری بر آن نداشت اما زخم‌های پا ناشی از تراکم بالا با افزودن ۴ کیلوگرم مکمل بستر کاهش یافت. نتایج نشان می‌دهد که افزودن مکمل بستر بنتونیت-سدیم تأثیر مثبتی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی و کیفیت بستر داشت.

واژه‌های کلیدی: بنتونیت سدیم، تراکم پرند، جوجه گوشتی، کیفیت بستر، عملکرد.

Effect of sodium bentonite litter supplement and stocking density on growth performance of broiler and litter quality in summer

Maziar Mohiti-Asli^{1*}, Moein Ghanaatparast-Rashti² and Meysam Tvakoli-Alamooti²

1, 2. Assistant Professor and Ph.D. Students, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture Science, University of Guilan, P.O. Box 41635-1314, Rasht, Iran

(Received: Nov. 21, 2015 - Accepted: Jul. 15, 2016)

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the effects of sodium bentonite litter supplement and stocking density on performance and litter quality using a total of 252 broiler chicks in completely randomized design with 6 treatments which were arranged factorially (3×2) and 4 replicates. Experimental factors included: stocking density (14; low and 18; high /birds per m²) and three levels of sodium bentonite litter supplement (0, 2 and 4 kg/m²). Higher stocking density led to lower performance, higher moisture, pH, count of *E.coli* and oocysts in litter, intestinal lesions score, footpad and hock lesion scores and breast blister ($P < 0.01$). Litter moisture and footpad and hock scores were reduced by application of 2 kg/m² litter supplement ($P < 0.01$). Supplementation of 4 kg/m² sodium bentonite decreased count of *E. coli* and nitrogen in litter and improved body weight gain of broilers than control ($P < 0.01$). Interactions between stocking density and litter supplement for footpad and hock scores (35 day of age) were significant ($P < 0.05$) as lesions were negligible in lower stocking density without any effect by litter supplement, although the lesions induced by higher density were reduced using 4 kg/m² litter supplement. Results indicated that application of sodium bentonite as litter supplement had beneficial effects on broilers performance and litter quality.

Keywords: broiler, litter quality, performance, sodium bentonite, stocking density.

مقدمه

تراکم بالای پرورش منجر به کاهش عملکرد و برهم زدن آسایش جوجه‌های گوشتی می‌شود. تراکم‌های پرورش جوجه‌های گوشتی بین کشورها و نظام‌های پرورشی بسیار متفاوت است (Buijs *et al.*, 2009). برای دستیابی به سود اقتصادی بالاتر، تراکم بهینه برای جوجه‌های گوشتی نر (۲/۷ کیلوگرم) و ماده (۲/۲ کیلوگرم) به ترتیب ۱۷ و ۱۹ قطعه پرنده در هر مترمربع گزارش شده است (Puron *et al.*, 1995). تراکم زیاد پرورش، رفتار جوجه‌های گوشتی را تغییر می‌دهد، به طوری که اگر فضای تحت اختیار برای هر جوجه گوشتی به کمتر از ۰/۰۶۲۵ تا ۰/۰۷۰ مترمربع (معادل ۳۴ تا ۳۸ کیلوگرم در مترمربع؛ Estevez, 2007) برسد، سلامتی و آسایش آن به خطر می‌افتد (Zuowei *et al.*, 2011). هنگامی که تراکم افزایش می‌یابد، جوجه‌های گوشتی کمتر راه می‌روند، مسافت کمتری را طی می‌کنند و در نتیجه دچار ضعف در تحرک می‌شوند (Estevez, 2007). به دلیل دشواری در دسترسی به دانخوری‌ها که در نتیجه کاهش توانایی تحرک در شرایط پرورش با تراکم زیاد ایجاد می‌شود، عملکرد پرنده کاهش می‌یابد (Sorensen *et al.*, 2000). گرچه استفاده از تراکم بالای پرورش می‌تواند رشد پرنده را کاهش دهد (Dawkins *et al.*, 2004)، اما در اغلب موارد انگیزه‌ای برای کاهش تراکم پرورش توسط پرورش‌دهندگان وجود ندارد زیرا هنگامی که جوجه‌های گوشتی در شرایط متراکم پرورش داده می‌شوند، سود اقتصادی در هر مترمربع اغلب هنوز هم بالاتر است (Feddes *et al.*, 2002). در نتیجه، درآمد اقتصادی بالاتر ناشی از راه افزایش شمار پرنده‌ها در واحد سطح می‌تواند سبب کاهش عملکرد، سلامتی و آسایش پرنده شود (Xie *et al.*, 2014). بین تراکم گله جوجه‌های گوشتی و کیفیت بستر آن‌ها رابطه مهمی وجود دارد. به‌ویژه در شرایط پرورش با تراکم زیاد مواد بستری تندتر از تراکم کم دچار افت کیفیت می‌شود و سطوح بالای رطوبت بستر می‌تواند بروز زخم سینه، سوختگی مفصل خرگوشی و زخم‌های کف پا را افزایش دهد (Campo & Prieto, 2009; Yardimci & Kenar, 2008).

یکی از مهم‌ترین عامل‌های مؤثر بر کیفیت بستر

در پرورش جوجه‌های گوشتی، فراهم کردن مواد بستر با کیفیت است. یک ماده مناسب برای بستر باید خشک بوده و ظرفیت جذب آب بالایی داشته باشد، اما همچنین باید بتواند رطوبت جذب‌شده را به سرعت از دست بدهد (Ritz *et al.*, 2005). مواد بستری و در نتیجه کیفیت بستر به صورت مستقیم بر عملکرد، سلامتی، کیفیت لاشه و آسایش طیور مؤثرند (Jones *et al.*, 2005). با توجه به موارد یادشده توجه بیشتر برای ایجاد شرایط پرورشی مناسب برای کاهش اثر نامطلوب تراکم بالا باید در نظر گرفته شود (Petek *et al.*, 2010). تعدادی از مکمل‌ها مانند سولفات آلومینیوم و بنتونیت برای کاهش رطوبت و آمونیاک در بستر طیور استفاده شده‌اند. بنتونیت سدیم (سیلیکات آلومینیوم) نوعی خاک است که گرایش بالایی برای جذب و حفظ آب دارد. بنتونیت سدیم می‌تواند تا پنج برابر وزن خود آب جذب کند و تا سیزده برابر حجم خشک خود، افزایش حجم داشته باشد (Lim *et al.*, 2013). افزودن بنتونیت سدیم به بستر طیور در شرایط آزمایشگاهی، آمونیاک بستر را جذب می‌کند و در مقایسه با سولفات آلومینیوم (آلوم) کارایی بالاتری دارد (Redding, 2011 & 2013). با توجه به اینکه میزان مدفوع در محل پرورش جوجه‌های گوشتی وابسته به تراکم گله است، اثر متقابل سطوح انواع مواد بستر و تراکم‌های متفاوت گله بر عملکرد، کیفیت بستر، میزان زخم‌های کف پا و مفصل خرگوشی نیاز به بررسی بیشتری دارد (Zhang *et al.*, 2011). با در نظر گرفتن اهمیت تراکم گله و کیفیت بستر، هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی استفاده از مکمل بستر بنتونیت سدیم در تراکم‌های کم و زیاد جوجه‌های گوشتی بر عملکرد و کیفیت بستر است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با ۲۵۲ قطعه جوجه گوشتی مخلوط نر و ماده سویه راس ۳۰۸ با میانگین وزن $42/3 \pm 0/5$ گرم، به صورت فاکتوریل 2×2 در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه مرغداری آموزشی و

روزهای ۱، ۲۱ و ۳۵ پرورش، با توجه به تیمار بندی، مکمل بستر به همراه ۱ کیلوگرم تراشه چوب به بستر اضافه شد. به طوری که در نهایت ۴/۵ کیلوگرم تراشه چوب در هر مترمربع توزیع شد. جیره‌های آزمایش به صورت پلت و بر پایه نیازهای گزارش شده توسط راهنمای راس ۳۰۸ فرموله شدند (جدول ۱). دمای سالن پرورش در روز اول ۳۶ درجه سلسیوس و در دوره پرورش ۳۱ درجه سلسیوس حفظ شد. دسترسی به آب و خوراک در دوره آزمایش به صورت آزاد بود.

پژوهشی دانشگاه گیلان و در فصل تابستان انجام شد. عامل‌های آزمایشی شامل دو تراکم متفاوت جوجه گوشتی (۱۴؛ تراکم کم و ۱۸؛ تراکم زیاد / پرنده در هر مترمربع) و سه سطح مکمل بستر بنتونیت سدیم (۰، ۲ و ۴ کیلوگرم در هر مترمربع بستر؛ زرین بستر، زرین خاک قائن، ایران) بودند. جوجه‌های گوشتی در واحدهای آزمایشی (۰/۶۶ مترمربع فضای مفید به جز فضای اشغال شده توسط آبخوری و دانخوری) روی بستری پوشیده از تراشه چوب به مدت ۴۲ روز پرورش یافتند. در

جدول ۱. اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Ingredients and chemical composition of the diets used in the experiment

Ingredients (% , as fed basis)	Pre Starter (d 1-7)	Starter (d 8-14)	Grower (d 15-25)	Finisher (d 26-42)
Corn	51.12	56.02	58.62	62.72
Soybean meal, 44% CP	33.50	33.90	31.00	27.00
Wheat	6.30	5.00	5.50	5.00
Corn gluten meal	3.00	0.00	0.00	0.00
Soybean oil	1.80	1.50	1.40	2.00
Monocalcium phosohate	1.32	0.00	0.00	0.00
Dicalcium phosohate	0.00	1.50	1.35	1.20
Calcium carbonate	1.35	0.87	0.86	0.88
Common salt	0.27	0.25	0.23	0.23
Sodium bicarbonate	0.10	0.13	0.15	0.14
L-Lysine HCl, 78%	0.32	0.02	0.15	0.14
DL-Methionine, 98%	0.30	0.24	0.20	0.18
L-Threonine, 99%	0.12	0.06	0.03	0.00
Vitamin premix*	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral premix**	0.25	0.25	0.25	0.25
Phytase (Natuphos 10000)	0.00	0.01	0.01	0.01
Total	100	100	100	100
Calculated composition***				
Metabolisable energy, kcal kg ⁻¹	2950	2900	2950	3000
Crude protein, %	22.5	21.00	19.50	18.00
Digestible lysine, %	1.28	1.15	0.98	0.90
Digestible methionine, %	0.63	0.55	0.47	0.43
Digestible methionine+cystine, %	0.92	0.84	0.74	0.69
Digestible threonine, %	0.80	0.72	0.64	0.60
Calcium, %	1.05	1.00	0.90	0.85
Available phosphorus, %	0.50	0.45	0.45	0.42
Sodium, %	0.18	0.17	0.16	0.16

* هر کیلوگرم جیره حاوی ۱۰۰۰۰ IU (A)، ۵۰۰۰ IU (D₃)، ۴۵ IU (E)، ۳ میلی‌گرم K₃، ۳ میلی‌گرم B₁، ۹ میلی‌گرم B₂، ۱۰ میلی‌گرم B₃، ۳۰ میلی‌گرم B₅، ۴ میلی‌گرم B₆، ۲ میلی‌گرم B₉، ۰/۰۲ میلی‌گرم B₁₂، ۰/۱ میلی‌گرم H، ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرین کلراید بود.

** هر کیلوگرم جیره حاوی ۵۵ میلی‌گرم آهن، ۱۲۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۶ میلی‌گرم مس، ۱/۳ میلی‌گرم ید و ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم بود.

*** محاسبات بر پایه جدول‌های ترکیب‌های مواد خوراکی NRC (۱۹۹۴) انجام شده است.

*Vitamin premix provided the following per kilogram of diet: vitamin A, 10000 IU; vitamin D₃, 5000 IU; vitamin E, 45 IU; vitamin K₃, 3 mg; vitamin B₁, 3 mg; vitamin B₂, 9 mg; vitamin B₃, 10 mg; vitamin B₅, 30 mg; vitamin B₆, 4 mg; vitamin B₉, 2 mg; vitamin B₁₂, 0.02 mg; vitamin H, 0.1 mg and choline chloride, 1000 mg.

**Mineral premix provided the following per kilogram of diet: iron, 55 mg; manganese, 120 mg; zinc, 100 mg; copper, 16 mg; iodine, 1.3 mg; selenium, 0.3 mg.

***Calculated nutrient content was based on ingredient composition data from NRC (1994).

(روز)، محاسبه شد (Huff et al., 2013). در پایان هفته‌های ۴ تا ۶ پرورش، همه پرنده‌ها موجود در هر تکرار برای زخم‌های کف پا^۱ و سوختگی مفصل خرگوشی^۲ بررسی شدند. زخم‌ها از ۰ تا ۳ نمره‌دهی شد،

شاخص‌های عملکردی شامل وزن بدن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک به طور هفتگی و تلفات به طور روزانه برای هر گروه اندازه‌گیری، ثبت و به صورت هفتگی محاسبه شد. در پایان آزمایش، شاخص کارایی اروپایی نیز با استفاده از رابطه وزن بدن (کیلوگرم) × درصد ماندگاری × ۱۰۰ / ضریب تبدیل × سن کشتار

1. Footpad damage

2. Hock Burns

ارزیابی شد. دو پرندۀ از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب، توزین و به شیوۀ حلال کشتار شدند (Farouk *et al.*, 2015). سه ناحیۀ (دئودنوم، ژژنوم و سکوم) از روده برای زخم‌های ناشی از کوکسیدیوز ارزیابی شد. به طور عمده، این نواحی محل‌های وجود به ترتیب *ایمریا اسروولینا*، *ایمریا ماکسیما* و *ایمریا تنلا*^۳ هستند. بر پایۀ شدت زخم‌های، نمرة ۰ = بدون زخم، ۱ = زخم‌های کم، ۲ = زخم‌های میانگین، ۳ = زخم‌های شدید و ۴ = زخم‌های بسیار شدید برای هر پرندۀ ثبت شد (Johnson & Reid, 1970). در مورد زخم سینه نیز بر پایۀ شدت زخم، نمرة ۰ = پوست سینۀ طبیعی، ۱ = پوست سینۀ غیرطبیعی و بدون قرمزی و خون‌مردگی، ۲ = قرمز شدگی با خون‌مردگی اندک، ۳ = قرمزی شدید و ۴ = قرمزی بسیار شدید برای هر پرندۀ ثبت شد (Gresham & Barwick, 1962). همچنین وزن کبد و قلب برای هر پرندۀ ثبت و بر پایۀ نسبتی از وزن زنده بیان شد (Wu *et al.*, 2014).

اثرهای اصلی سطوح مختلف تراکم جوجه‌های گوشتی، مکمل بنتونیت سدیم در بستر و اثر متقابل این عامل‌ها با استفاده از میانگین کمینۀ مربعات رویۀ GLM نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ (SAS Institute, 2002) برای مدل ۱ تجزیه شد و میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + L_j + (DL)_{ij} + e_{ijk} \quad (\text{مدل ۱}):$$

در مدل ۱ Y_{ijk} میزان هر مشاهده، μ میانگین کل، D_i تأثیر سطوح تراکم جوجه‌های گوشتی، L_j اثر سطوح مکمل بنتونیت سدیم در بستر جوجه‌های گوشتی، $(DL)_{ij}$ اثر متقابل تراکم جوجه‌های گوشتی و مکمل سدیم بنتونیت سدیم در بستر، e_{ijk} اثر خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

عملکرد رشد

صفات عملکردی در سه هفته نخست پرورش تحت تأثیر عامل‌های آزمایشی قرار نگرفتند ($P > 0.05$; جدول ۲). جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم کم، صفات عملکردی

به‌طوری‌که، ۰ = بدون زخم، ۱ = زخم کم (قطر کمتر از ۰/۷۵ سانتی‌متر)، ۲ = زخم‌های بیشتر (قطر کمتر از ۱/۵ سانتی‌متر) و ۳ = زخم‌های شدید (قطر بیشتر از ۱/۵ سانتی‌متر) بود (Bilgili *et al.*, 2006).

در ۴۲ روزگی، نمونه‌های بستر برای اندازه‌گیری pH، رطوبت، نیتروژن، شمار باکتری‌های اسیدلاکتیکی و اشریشیاکلی و شمار اووسیست‌ها، از پنج ناحیۀ بستر در هر تکرار (چهار نمونه از گوشه‌ها و یک نمونه از ناحیۀ مرکزی) گردآوری و به‌طور کلی با هم مخلوط شدند. سپس ۵ گرم از آن برای سی دقیقه در ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر باقی ماند و برای پنج دقیقه مخلوط و pH محلول به‌دست‌آمده اندازه‌گیری شد (Abd El-Wahab *et al.*, 2012). رطوبت بستر به روش از دست دادن وزن پس از خشک‌کردن آن در دمای ۱۰۵ درجۀ سلسیوس تا هنگامی‌که وزن آن ثابت شود، تعیین شد (AOAC, 2005). نیتروژن بستر با استفاده از روش کج‌دال اندازه‌گیری شد (AOAC, 2005). به‌منظور تعیین شمار باکتری‌های اسیدلاکتیکی و اشریشیاکلی، به ترتیب از محیط‌های کشت MRS agar و MacConkey agar استفاده شد (Hu *et al.*, 2012). میزان ۵۰ گرم نمونۀ بستر با ۴۵۰ میلی‌لیتر بافر فسفات سالین سترون‌شده (استریل) به مدت دو ساعت مخلوط شد. از نمونه‌های بستر، رقت‌های 10^{-4} ، 10^{-5} و 10^{-6} با استفاده از بافر فسفات سالین سترون‌شده تهیه و در محیط‌های کشت موردنظر تلقیح شد. سپس محیط‌های کشت MRS agar در دمای ۳۷ درجۀ سلسیوس و به مدت ۴۸ ساعت و محیط‌های کشت MacConkey agar در دمای ۳۷ درجۀ سلسیوس و به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. شمارش باکتری‌ها با استفاده از روش سری رقت^۱ انجام و آن‌گاه رقتی که ضریب پراکندگی کمتری داشت انتخاب شد و بر پایۀ CFU^۲ در هر گرم نمونۀ بستر بیان شد. شمار اووسیست‌ها در هر گرم بستر با استفاده از روش شمارش مک مستر تصحیح‌شده انجام شد (Peek & Landman, 2003).

میزان زخم‌های روده و زخم سینه در ۴۲ روزگی

3. *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella*

1. Serial dilution
2. Colony forming unit

متفاوتی بستگی دارد. دمای بالای محیط پرورش پرنده مهم‌ترین عامل است. کاهش جریان هوا در سطح پرنده که در پرورش با تراکم زیاد رخ می‌دهد می‌تواند دفع گرما از بدن پرنده را کاهش دهد (Houshmand *et al.*, 2011). کاهش دسترسی به آب و خوراک، افزایش آمونیاک و کیفیت نامساعد هوا به دلیل تبادل ناکافی هوا از دیگر عامل‌هایی هستند که می‌توانند اثر منفی بر عملکرد پرنده داشته باشند (Feddes *et al.*, 2002). همچنین، در شرایط تنش‌زا، الگوهای رفتاری پرنده تغییر کرده و در نتیجه مصرف انرژی آن‌ها را افزایش می‌دهد (Zulkifli & Sti Nor Azah, 2004).

رشد و شاخص کارایی اروپای بهتری در مقایسه با جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم زیاد طی ۳ تا ۶ هفتگی و کل دوره پرورش نشان دادند ($P < 0.01$). محققان گزارش دادند که پرورش جوجه‌های گوشتی با تراکم کم سبب بهبود ضریب تبدیل در مقایسه با تراکم زیاد می‌شود که با یافته‌های این تحقیق همخوانی دارد اما آن‌ها تفاوت معنی‌داری در افزایش وزن روزانه جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم‌های مختلف مشاهده نکردند (Houshmand *et al.*, 2011). اثر منفی پرورش در تراکم زیاد بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در تحقیق پیشین گزارش شده است (Dozier *et al.*, 2006). کاهش عملکرد ناشی از پرورش در تراکم زیاد به عامل‌های

جدول ۲. اثر تراکم گله و مکمل بستر بنتونیت سدیم بر میانگین افزایش وزن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل و شاخص کارایی اروپایی جوجه‌های گوشتی از ۱ تا ۴۲ روزگی

Table 2. Effect of stocking density and sodium bentonite litter supplement on average body weight gain (BWG), average daily feed intake (ADFI), feed conversion ratio (FCR), and European efficiency factor (EEF) of broiler on 1 to 42 d of age

Item	1-21 d			22-42 d			1-42 d			EEF*
	BWG, g/d	ADFI, g/d	FCR, g/g	BWG, g/d	ADFI, g/d	FCR, g/g	BWG, g/d	ADFI, g/d	FCR, g/g	
Stocking density										
Low**	44.2	67.2	1.52	86.9 ^a	169.9 ^a	1.96 ^b	65.5 ^a	118.5 ^a	1.81 ^b	362.3 ^a
High***	43.5	66.7	1.53	75.0 ^b	158.1 ^b	2.11 ^a	59.3 ^b	112.4 ^b	1.90 ^a	312.9 ^b
SEM**** (n=12)	0.33	0.43	0.015	1.02	0.68	0.027	0.53	0.42	0.014	5.19
Sodium bentonite litter supplement (kg/m ²)										
0	43.4	66.3	1.53	77.7 ^b	158.9 ^c	2.06	60.5 ^b	112.7 ^c	1.86	325.8
2	43.8	66.5	1.52	80.9 ^{ab}	163.8 ^b	2.04	62.3 ^{ab}	115.2 ^b	1.85	337.5
4	44.4	67.9	1.53	84.3 ^a	169.2 ^a	2.01	64.3 ^a	118.5 ^a	1.84	349.4
SEM (n=8)	0.41	0.53	0.019	1.24	0.83	0.033	0.65	0.52	0.017	6.36
P-value										
Stocking density	0.203	0.398	0.637	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Litter supplement	0.243	0.109	0.943	0.006	0.001	0.647	0.002	0.001	0.728	0.065
Stocking density × Litter supplement****	0.408	0.167	0.980	0.859	0.069	0.829	0.774	0.169	0.824	0.908

a-c: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف متفاوت معنی‌دار است ($P < 0.05$)

* شاخص کارایی اروپایی / ** تراکم ۱۴ پرنده در هر مترمربع / *** تراکم ۱۸ پرنده در هر مترمربع / **** اشتباه معیار میانگین / ***** از آنجایی که اثر متقابل تراکم گله و مکمل بستر در هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نبود، میانگین‌های مربوطه در جدول نشان داده نشده است.

a-c: Means within a column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

*European efficiency factor / **14 birds per m² / ***18 birds per m² / ****Standard error of mean / *****Since the interaction between stocking density and Litter supplement was not significant in any traits, the averages were not shown in the Table

سدیم بر عملکرد جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). افزودن مکمل بستر سبب بهبود افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در ۳ تا ۶ هفتگی و کل دوره شد و افزودن ۴ کیلوگرم بنتونیت سدیم در هر مترمربع بیشترین تفاوت را با شاهد نشان داد ($P < 0.01$). تحقیقی در مورد اثر افزودن بنتونیت

جوجه‌های پرورش‌یافته روی بسترهای حاوی ۴ کیلوگرم در هر مترمربع مکمل بستر بنتونیت سدیم، افزایش وزن و خوراک مصرفی بیشتری در مقایسه با جوجه‌های پرورش‌یافته روی بستر بدون مکمل طی سه تا شش هفتگی و کل دوره داشتند ($P < 0.01$). اثر متقابل بین تراکم گله و مکمل بستر بنتونیت

ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی بستر

بستری که تراکم کمتری از جوجه‌ها روی آن پرورش داده شدند، رطوبت، pH، شمار اشریشیاکلی و اووسیست پایین‌تری در مقایسه با بستر جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم زیاد داشت ($P < 0.01$; جدول ۳). تراکم گله و مکمل بستر بنتونیت سدیم اثر معنی‌داری بر شمار لاکتوباسیل‌های بستر نداشت ($P > 0.05$). شرایط بستر بر عملکرد جوجه‌های گوشتی اثر می‌گذارد. بستر خشک به کنترل سطح آمونیاک کمک می‌کند و شرایط محیطی پاک‌تری برای گله فراهم می‌کند. افزایش تجمع رطوبت بستر، سبب کیکی شدن بستر خواهد شد. نتایج تحقیقی که به تازگی منتشر شده نشان داد که بستر مرطوب، pH بالاتری در مقایسه با بستر خشک دارد و بستر با رطوبت و pH بالاتر موجب افزایش متصاعد شدن آمونیاک بستر می‌شود (Mohiti-Asli & Ghanaatparast-Rashti, 2015).

سدیم به بستر بر عملکرد طیور انجام نشده است و اغلب تحقیقات در این زمینه به صورت آزمایشگاهی بوده که در آن عملکرد طیور ارزیابی نشده است (Redding, 2011 & 2013). دلیل بهبود افزایش وزن و افزایش خوراک مصرفی در پی استفاده از مکمل بنتونیت سدیم در بستر می‌تواند مربوط به کاهش رطوبت و نیتروژن بستر باشد (جدول ۲) که شرایط بهتری را برای پرندها ایجاد کرده است. محققان نشان داده‌اند که استفاده از ۲ کیلوگرم زئولیت در مترمربع در بستر (خاک اره) موجب افزایش وزن جوجه‌های گوشتی شد (Karamanlis *et al.*, 2008). در تحقیقی که در سال‌های اخیر منتشر شده است، افزودن مکمل سولفات آلومینیوم (آلوم) به بستر جوجه‌های گوشتی در فصل زمستان سبب افزایش وزن پایان دوره شد که دلیل آن بهبود شرایط بستر (کاهش میزان رطوبت بستر و کاهش انتشار آمونیاک از بستر) گزارش شده است (Sahoo, 2016).

جدول ۳. تأثیر تراکم گله و مکمل بستر بنتونیت سدیم بر ترکیب شیمیایی و میکروبی بستر جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی
Table 3. Effect of stocking density and sodium bentonite litter supplement on chemical and microbial composition of broiler litter on 42 d

Item	Moisture, %	Nitrogen, %	pH	<i>Lactobacillus</i> , CFU	<i>E. coli</i> , CFU	Oocysts*
Stocking density						
Low**	55.01 ^b	1.71	7.44 ^b	8.48	7.07 ^b	0 ^b
High***	59.67 ^a	1.56	8.65 ^a	8.15	7.85 ^a	208 ^a
SEM**** (n=12)	1.080	0.070	0.038	0.157	0.124	17.7
Sodium bentonite litter supplement (kg/m ²)						
0	61.35 ^a	1.78 ^a	8.13	8.47	7.83 ^a	100
2	55.42 ^b	1.72 ^{ab}	8.04	8.23	7.35 ^{ab}	113
4	55.26 ^b	1.42 ^b	7.98	8.25	7.21 ^b	100
SEM (n=8)	1.323	0.084	0.046	0.192	0.151	21.7
P-value						
Stocking density	0.007	0.138	0.001	0.154	0.001	0.001
Litter supplement	0.006	0.015	0.094	0.613	0.022	0.895
Stocking density × Litter supplement****	0.280	0.443	0.629	0.623	0.103	0.823

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف متفاوت معنی‌دار است ($P < 0.05$)

* شمار اووسیست‌ها در هر گرم نمونه بستر / ** تراکم ۱۴ پرند در هر مترمربع / *** تراکم ۱۸ پرند در هر مترمربع / **** اشتباه معیار میانگین

***** از آنجایی که اثر متقابل تراکم گله و مکمل بستر در هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نبود، میانگین‌های مربوطه در جدول نشان داده نشده است.

a-b: Means within a column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

* Oocysts per gram litter / ** 14 birds per m² / *** 18 birds per m² / **** Standard error of mean / ***** Since the interaction between stocking density and Litter supplement was not significant in any traits, the averages were not shown in the Table

(2008). اشریشیاکلی یک باکتری گرم منفی بوده که علت بیماری‌های زیادی در طیور است و برای سلامتی انسان‌ها نیز زیانبار است. کاهش تهویه، افزایش pH و رطوبت بستر موجب افزایش شمار باکتری‌های اشریشیاکلی بستر می‌شود و احتمال بروز عفونت‌ها در طیور را افزایش می‌دهد (Gingerich & Diamond, 2011). استفاده از ۴ کیلوگرم بنتونیت سدیم در هر

محققان نشان دادند که شمار اووسیست‌های بستر با افزایش رطوبت بستر، افزایش می‌یابد که با یافته‌های این تحقیق همخوانی دارد (Abd El-Wahab *et al.*, 2012). تحقیقات در زمینه نقش تراکم پرورش جوجه‌های گوشتی بر جمعیت میکروبی بستر محدود است. برخی محققان اثری از تراکم گله بر جمعیت میکروبی بستر مشاهده نکردند (Yardimci & Kenar, 2011).

ترکیب شیمیایی بستر (رطوبت، pH) مشاهده نکردند، همخوانی دارد (Zhang *et al.*, 2011).

زخم کف پا و مفصل خرگوشی

جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم کم در سه هفته پایانی پرورش، نمره زخم‌های کف پا و مفصل خرگوشی کمتری در مقایسه با جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم زیاد داشتند ($P < 0.01$; جدول ۴). این نتایج در راستای تحقیقات پیشین است که در آن‌ها افزایش تراکم پرورش موجب افزایش زخم‌های کف پا و مفصل خرگوشی می‌شود و این پاسخ در صورتی که تراکم به ۴۰ تا ۴۵ کیلوگرم وزن بدن در مترمربع از بستر برسد بیشتر خواهد بود (Zhang *et al.*, 2011). افزایش میزان زخم‌های پا منعکس‌کننده کیفیت پایین بستر در رابطه با پرورش با تراکم زیاد است (Dozier *et al.*, 2006). در سه هفته پایانی پرورش، استفاده از ۲ و ۴ کیلوگرم مکمل در هر مترمربع بستر منجر به کاهش نمره زخم کف پا و مفصل خرگوشی شد ($P < 0.01$). پیشنهاد شده است که افزایش رطوبت بستر منجر به افزایش زخم‌های کف پا و مفصل خرگوشی می‌شود (Imaeda, 2000).

مترمربع بستر منجر به کاهش شمار اشریشیاکلی، رطوبت و نیترژن بستر شد ($P < 0.05$). کاهش شمار باکتری‌های اشریشیاکلی بستر در این تحقیق، احتمال دارد به دلیل کاهش رطوبت بستر ناشی از مکمل‌سازی آن با بنتونیت سدیم بوده باشد که با یافته‌های این تحقیق یا استفاده از ماده آلود همخوانی دارد (Sahoo, 2016). بنتونیت سدیم نوعی خاک بوده که توانایی جذب آب تا پنج برابر وزن خود را دارد (Lim *et al.*, 2013). همچنین تحقیقات نشان داده است که افزودن بنتونیت سدیم به بستر طیور در شرایط آزمایشگاهی، آمونیاک بستر را جذب می‌کند (Redding, 2011, 2013). تحقیقی که به تازگی در زمینه افزودن ماده آلود به بستر جوجه‌های گوشتی منتشر شده است، کاهش رطوبت، pH و شمار اشریشیاکلی بستر را نشان داد ولی میزان نیترژن بستر تحت تأثیر قرار نگرفت (Sahoo, 2016). اثر متقابل بین تراکم گله و مکمل بستر بنتونیت سدیم در این تحقیق بر ترکیب شیمیایی و میکروبی بستر معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). این نتیجه با یافته‌های دیگر محققان که اثر متقابلی بین تراکم گله و مکمل‌سازی بستر با ماده آلود بر

جدول ۴. تأثیر تراکم گله و مکمل بستر بنتونیت سدیم بر زخم‌های کف پا و مفصل خرگوشی جوجه‌های گوشتی از ۲۸ تا ۴۲ روزگی
Table 4. Effect of stocking density and sodium bentonite litter supplement on footpad and hock burn scores of broiler litter from 28 to 42 d of age

Item	Footpad burn scores			Hock burn scores		
	28 d	35 d	42 d	28 d	35 d	42 d
Stocking density						
Low*	0.25 ^b	0.44 ^b	1.13 ^b	0.05 ^b	0.12 ^b	0.40 ^b
High**	0.63 ^a	1.31 ^a	1.90 ^a	0.21 ^a	0.72 ^a	1.08 ^a
SEM*** (n=12)	0.078	0.137	0.136	0.038	0.106	0.133
Sodium bentonite litter supplement (kg/m ²)						
0	0.73 ^a	1.45 ^a	2.03 ^a	0.26 ^a	0.82 ^a	1.24 ^a
2	0.41 ^{ab}	0.81 ^b	1.43 ^b	0.09 ^b	0.35 ^b	0.63 ^b
4	0.17 ^b	0.37 ^b	1.08 ^b	0.03 ^b	0.10 ^b	0.35 ^b
SEM (n=8)	0.095	0.156	0.166	0.047	0.129	0.162
Stocking density × Litter supplement						
Low × 0	0.36	0.78 ^{bc}	1.47	0.11	0.28 ^b	0.64
Low × 2	0.25	0.29 ^c	1.97	0.03	0.03 ^b	0.31
Low × 4	0.14	0.28 ^c	0.94	0.01	0.06 ^b	0.25
High × 0	1.10	2.13 ^a	2.60	0.42	1.35 ^a	1.83
High × 2	0.56	1.33 ^{ab}	1.90	0.15	0.67 ^{ab}	0.96
High × 4	0.21	0.46 ^{bc}	1.21	0.06	0.15 ^b	0.46
SEM (n=4)	0.134	0.220	0.235	0.066	0.183	0.230
P-value						
Stocking density	0.003	0.001	0.001	0.008	0.001	0.002
Litter supplement	0.002	0.001	0.003	0.007	0.004	0.004
Stocking density × Litter supplement	0.069	0.042	0.185	0.186	0.047	0.128

a-c: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف متفاوت معنی‌دار است ($P < 0.05$)

* تراکم ۱۴ پرند در هر مترمربع / ** تراکم ۱۸ پرند در هر مترمربع / *** اشتباه معیار میانگین

a-c: Means within a column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

*14 birds per m² / **18 birds per m² / ***Standard error of mean

نمره زخم‌های بخش‌های مختلف روده و شمار اووسیست‌ها در هر گرم بستر ناچیز بود به طوری که این اعداد نمی‌توانند دلیل وجود کوکسیدیوز تلقی شوند. گزارش شده است که نمره زخم‌های در بخش آغازین روده و میانگین کل روده به ترتیب تا حدود ۱/۲۴ و ۰/۹۱ حالت بیماری‌زایی ندارند (Mohiti-Asli & Ghanaatparast-Rashti, 2015). البته زیاده شدن این زخم‌ها می‌تواند در کاهش دادن عملکرد پرنده مؤثر باشد (Peek & Landman, 2003). از عامل‌های افزایش بروز زخم سینه در جوجه‌های گوشتی، می‌توان به افزایش رطوبت بستر، آمونیاک و تهویه نامناسب اشاره کرد که در نتیجه پرورش جوجه‌های گوشتی در تراکم زیاد تشدید می‌شود (Estevez, 2007). محققان گزارش داده‌اند که افزایش تراکم پرورش منجر به افزایش وزن قلب می‌شود که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (Benyi et al., 2015). در برابر برخی دیگر تغییر معنی‌داری در این صفت گزارش نکردند (Beg et al., 2011). از مدت‌ها پیش مشخص شد که وزن قلب به‌عنوان یک شاخص برای تنش‌های مزمن است (Gvoryahu et al., 1996). افزایش وزن قلب در این تحقیق نشان داد که شرایط پرورش در تراکم زیاد منجر به تنش مزمن در طیور گوشتی شده است. همچنین پیش‌تر از این محققان نشان داده‌اند که پرورش مرغ‌های تخم‌گذار در شرایط با تراکم زیاد (۰/۳۱۶ در برابر ۰/۴۰۶ مترمربع برای هر مرغ) منجر به افزایش وزن قلب آن‌ها می‌شود (Cunningham et al., 1988).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد پرورش جوجه‌های گوشتی در تراکم زیاد منجر به کاهش عملکرد و کیفیت بستر (افزایش رطوبت، pH، شمار اشریشیاکلی و اووسیست بستر) و افزایش بروز زخم‌های پا شد. هرچند با افزودن ۲ کیلوگرم مکمل بستر رطوبت بستر و نمره زخم کف پا و مفصل خرگوشی کاهش یافت اما میانگین افزایش وزن و کاهش شمار اشریشیاکلی بستر تنها هنگامی که ۴ کیلوگرم بنتونیت سدیم به بستر اضافه شد تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت. اثر متقابل

در این آزمایش استفاده از بنتونیت سدیم در بستر موجب کاهش رطوبت و نیتروژن بستر شده است که می‌تواند دلیل کاهش زخم کف پا و مفصل خرگوشی باشد (Imaeda, 2000). اثر متقابل بین تراکم گله و مکمل بستر بنتونیت سدیم بر نمره زخم کف پا و مفصل خرگوشی جوجه‌های گوشتی در هفته پنجم پرورش معنی‌دار بود ($P < 0/05$). نمره زخم‌های کف پا و مفصل خرگوشی در جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم کم ناچیز بود و افزودن مکمل بستر اثری بر آن نداشت. در پرورش با تراکم بالا، نمره این زخم افزایش یافت و افزودن ۴ کیلوگرم مکمل بنتونیت سدیم در هر مترمربع بستر منجر به کاهش آن شد. در پرورش با تراکم زیاد، مواد بستری سریع‌تر از تراکم کم خیس می‌شوند و سطوح بالای رطوبت بستر می‌تواند بروز زخم سینه، زخم‌های کف پا و مفصل خرگوشی را افزایش دهد (Campo & Prieto, 2009; Yardimci & Kenar, 2008). در این تحقیق، بنتونیت سدیم با جذب آب و در نتیجه کاهش رطوبت بستر (Lim et al., 2013; Redding, 2013) در شرایط پرورشی با تراکم زیاد منجر به کاهش زخم کف پا و مفصل خرگوشی شد. در برابر محققان نشان دادند که مکمل‌سازی بستر جوجه‌های گوشتی با ماده آلموم، تأثیر زیادی بر نمره زخم کف پا و مفصل خرگوشی ندارد (Zhang et al., 2011).

زخم‌های ناشی از کوکسیدیوز و بروز زخم سینه

جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم کم، زخم روده‌ای ناشی از کوکسیدیوز، میزان زخم سینه و وزن قلب پایین‌تری در مقایسه با جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم زیاد داشتند ($P < 0/05$ ؛ جدول ۵) و تراکم گله اثر معنی‌داری بر وزن کبد جوجه‌های گوشتی نداشت ($P > 0/05$). همچنین اثر مکمل بستر و اثر متقابل بین عامل‌ها بر زخم‌های روده‌ای ناشی از کوکسیدیوز، بروز زخم سینه و وزن قلب و کبد جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). نمره زخم‌های روده و شمار اووسیست‌ها در هر گرم بستر به‌عنوان معیارهای قضاوت در زمینه بیماری کوکسیدیوز هستند (Conway & McKenzie, 2007). البته در این تحقیق

تراکم پرورش و مکمل بستر بر نمره زخم‌های کف پا و میزان بروز آن‌ها ندارد اما پرورش با تراکم بالا مفصل خرگوشی در سن ۳۵ روزگی نشان داد که این زخم‌های در جوجه‌های پرورش‌یافته با تراکم کم، ناچیز است و افزودن مکمل بستر اثر چندانی بر موجب افزایش بروز زخم‌های پا شد و افزودن ۴ کیلوگرم مکمل بستر بروز این زخم‌ها را کاهش داد.

جدول ۵. تأثیر تراکم گله و مکمل بستر بنتونیت سدیم بر زخم‌های روده ناشی از کوکسیدیوز، وزن کبد و قلب (درصد نسبت به وزن زنده) و بروز زخم سینه جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table 5. Effect of stocking density and sodium bentonite litter supplement on coccidiosis lesion score, liver and heart weight (Percentage of the live weight) and breast blisters incidence of broiler on d 28

Item	Coccidiosis lesion score				Liver	Heart	breast blisters
	Upper region	Middle region	Cecal region	Overall mean			
Stocking density							
Low*	0.58 ^b	0.21	0.08	0.29 ^b	2.65	0.46 ^b	0.42 ^b
High**	1.13 ^a	0.37	0.17	0.56 ^a	2.63	0.53 ^a	2.38 ^a
SEM*** (n=12)	0.154	0.103	0.070	0.073	0.078	0.022	0.179
Sodium bentonite litter supplement (kg/m ²)							
0	1.00	0.44	0.19	0.54	2.69	0.50	1.63
2	0.81	0.25	0.13	0.40	2.61	0.49	1.38
4	0.75	0.19	0.07	0.33	2.63	0.51	1.19
SEM (n=8)	0.188	0.125	0.086	0.089	0.095	0.026	0.219
P-value							
Stocking density	0.017	0.260	0.408	0.014	0.826	0.027	0.001
Litter supplement	0.624	0.356	0.595	0.251	0.810	0.787	0.374
Stocking density × Litter supplement****	0.924	0.571	0.840	0.882	0.838	0.943	0.320

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف متفاوت معنی‌دار است (P < 0.05)

* تراکم ۱۴ پرنده در هر مترمربع / ** تراکم ۱۸ پرنده در هر مترمربع / *** اشتباه معیار میانگین / **** از آنجایی که اثر متقابل تراکم گله و مکمل بستر در هیچ کدام از صفات معنی‌دار نبود، میانگین‌های مربوطه در جدول نشان داده نشده است.

a-b: Means within a column with different superscripts are significantly different (P < 0.05)

*14 birds per m² / **18 birds per m² / ***Standard error of mean / ****Since the interaction between stocking density and Litter supplement was not significant in any traits, the averages were not shown in the table

زیرین خاک قائن و شرکت رامسر طیور به خاطر حمایت مالی از این طرح، تشکر و قدردانی می‌گردد.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان، مسئولان شرکت

REFERENCES

1. Abd El-Wahab, A. A., Visscher, C. F., Wolken, S., Reperant, J. M., Beineke, A., Beyerbach, M. & Kamphues, J. (2012). Foot-pad dermatitis and experimentally induced coccidiosis in young turkeys fed a diet without anticoccidia. *Poultry Science*, 91, 627-635.
2. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005). *Official methods of analysis*. 18th ed. Gaithersburg (MD): Association of Official Analytical Chemists.
3. Beg, M. A. H., Baqui, M. A., Sarker, N. R. & Hossain, M. M. (2011). Effect of Stocking Density and Feeding Regime on Performance of Broiler Chicken in Summer Season. *International Journal of Poultry Science*, 10, 365-375.
4. Benyi, K., Netshipale, A. J., Mahlako, K. T. & Gwata, E. T. (2015). Effect of genotype and stocking density on broiler performance during two subtropical seasons. *Tropical Animal Health and Production*, 47, 969-974.
5. Bilgili, S. F., Alley, M. A., Hess, J. B. & Nagaraj, M. (2006). Influence of age and sex on footpad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets. *The Journal of Applied Poultry Research*, 15, 433-441.
6. Buijs, S., Keeling, L., Rettenbacher, S., Van Poucke, E. & Tuytens, F. A. M. (2009). Stocking density effects on broiler welfare: Identifying sensitive ranges for different indicators. *Poultry Science*, 88, 1536-1543.
7. Campo, J.L. & Prieto, M. T. (2009). Effects of moist litter, perches, and droppings pit on fluctuating asymmetry, tonic immobility duration, and heterophil-to-lymphocyte ratio of laying hens. *Poultry Science*, 88, 708-713.
8. Conway, D.P. & McKenzie, M.E. (Eds.). (2007). *Poultry Coccidiosis*. Diagnostic and Testing Procedures. Blackwell, Iowa, USA, (pp. 49-64.)

9. Cunningham, D. V., Van Tienhoven, A. & Gvoryahu, G. (1988). Population size, cage area, and dominance rank effects on productivity and well-being of laying hens. *Poultry Science*, 67, 399-406.
10. Dawkins, M. S., Donnelly, C. A. & Jones, T. A. (2004). Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature*, 427, 342-344.
11. 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.
12. Estevez, I. (2007). Density allowances for broilers: where to set the limits? *Poultry Science*, 86, 1265-1272.
13. Farouk, M.M., Al-Mazeedi, H.M., Sabow, A. B., Bekhit, A.E.D., Adeyemi, K. D., Sazili, A. Q. & Ghani, A. (2014). Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science*, 98, 505-519.
14. Feddes, J. J., Emmanuel, E. J. & Zuidhof, M. J. (2002). Broiler performance, body weight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. *Poultry Science*, 81, 774-779.
15. Gingerich, E. & Diamond, V. (2011). E. coli Infections in Poultry. *Diamond*, V, 1-4.
16. Gresham, G. A. & Barwick, M. W. (1962). Breast blisters' in the broiler chicken. *Nature*, 193, 1306-1307.
17. Gvoryahu, G., Shalev, U., Robinzon, B. & Snapir, N. (1996). Intermingling heavy and light strain chickens may cause social stress. *Poultry Science*, 75, 849-851.
18. Houshmand, M., Azhar, K., Zulkifli, I., Bejo, M. H. & Kamyab, A. (2012). Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers. *Poultry Science*, 91, 393-401.
19. Hu, C. H., Gu, L. Y., Luan, Z. S., Song, J. & Zhu, K. (2012). Effects of montmorillonite-zinc oxide hybrid on performance, diarrhea, intestinal permeability and morphology of weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 177, 108-115.
20. Huff, G. R., Huff, W. E., Jalukar, S., Oppy, J., Rath, N. C. & Packialakshmi, B. (2013). The effects of yeast feed supplementation on turkey performance and pathogen colonization in a transport stress/Escherichia coli challenge. *Poultry Science*, 92, 655-662.
21. Imaeda, N. (2000). Influence of the stocking density and rearing season on incidence of sudden death syndrome in broiler chickens. *Poultry Science*, 79, 201-204.
22. Johnson, J. & Reid, W. M. (1970). Anticoccidial drugs: lesion scoring techniques in battery and floor-pen experiments with chickens. *Experimental Parasitology*, 28, 30-36.
23. Jones, T. A., Donnelly, C. A. & Dawkins, M. S. (2005). Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the United Kingdom and Denmark stocked at five densities. *Poultry Science*, 84, 1155-1165.
24. Karamanlis, X., Fortomaris, P., Arsenos, G., Dosis, I., Papaioannou, D., Batzios, C. & Kamarianos, A. (2008). The effect of a natural zeolite (clinoptilolite) on the performance of broiler chickens and the quality of their litter. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21, 1642-1650.
25. Lim, S. C., Gomes, C., Kadir, M. Z. A. A. & Abidin, M. Z. (2013). Characterizing of bentonite with chemical, physical and electrical perspectives for improvement of electrical grounding systems. *International Journal of Electrochem Science*, 8, 11429-11447.
26. Mohiti-Asli, M. & Ghanaatparast-Rashti, M. (2015). Dietary oregano essential oil alleviates experimentally induced coccidiosis in broilers. *Preventive Veterinary Medicine*, 120, 195-202.
27. NRC (National Research Council). (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Revised ed. National Academy Press, Washington, DC. USA.
28. Peek, H. W. & Landman, W. J. M. (2003). Resistance to anticoccidial drugs of Dutch avian Eimeria spp. field isolates originating from 1996, 1999 and 2001. *Avian Pathology*, 32, 391-401.
29. Petek, M., Cibik, R., Yildiz, H., Sonat, F. A., Gezen, S. S., Orman, A. & Aydin, C. (2010). The influence of different lighting programs, stocking densities and litter amounts on the welfare and productivity traits of a commercial broiler line. *Veterinarija ir Zootechnika*, 51, 36-43.
30. Puron, D., Santamaria, R., Segura, J. C. & Alamilla, J. L. (1995). Broiler performance at different stocking densities. *The Journal of Applied Poultry Research*, 4, 55-60.
31. Redding, M. R. (2011). Bentonites and layered double hydroxides can decrease nutrient losses from spent poultry litter. *Applied Clay Science*, 52, 20-26.
32. Redding, M. R. (2013). Bentonite can decrease ammonia volatilization losses from poultry litter: laboratory studies. *Animal Production Science*, 53, 1115-1118.
33. Ritz, C. W., Fairchild, B. D. & Lacy, M. P. (2005). Litter quality and broiler performance. Cooperative Extension Service / The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. *Bulletin*, 1267, 1-8.
34. Sahoo, S. P. (2016). Effect of chemically amended litter on litter quality and broiler performance in winter. *Journal of Applied Animal Research*, 44, 1-5.

35. SAS INSTITUTE. (2002). *SAS statistics user's guide*. Version 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
36. Sorensen, P., Su, G. & Kestin, S. C. (2000). Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science*, 79, 864-870.
37. Wu, D. W., Chen, X., Yang, X., Leng, Z. X., Yan, P. S. & Zhou, Y. M. (2014). Effects of heat treatment of soy protein isolate on the growth performance and immune function of broiler chickens. *Poultry Science*, 93, 326-334.
38. Xie, M., Jiang, Y., Tang, J., Wen, Z. G., Huang, W. & Hou, S. S. (2014). Effects of stocking density on growth performance, carcass traits, and foot pad lesions of White Pekin ducks. *Poultry Science*, 93, 1644-1648.
39. Yardimci, M. & Kenar, B. (2008). Effect of stocking density on litter microbial load in broiler chickens. *Archiva Zootechnica*, 11, 75-81.
40. Zhang, H. F., Jiao, H. C., Song, Z. G. & Hai, L. I. N. (2011). Effect of alum-amended litter and stocking density on ammonia release and footpad and hock dermatitis of broilers. *Agricultural Sciences in China*, 10, 777-785.
41. Zulkifli, I. & Azah, A. S. N. (2004). Fear and stress reactions and the performance of commercial broiler chickens subjected to regular pleasant and unpleasant contacts with human being. *Applied Animal Behaviour Science*, 88, 77-87.
42. Zuowei, S., Yan, L., Yuan, L., Jiao, H., Song, Z., Guo, Y. & Lin, H. (2011). Stocking density affects the growth performance of broilers in a sex-dependent fashion. *Poultry Science*, 90, 1406-1415.