

## بررسی تأثیر ساختار فیزیکی خوراک و تراکم، بر عملکرد و برخی فراسنجه‌های رفتاری با استفاده از پردازش تصویر در جوجه‌های گوشتی

فرشید جمال‌پور بیرگانی<sup>۱</sup>، سمیه سالاری<sup>۲\*</sup> و سامان آبدانان مهدی‌زاده<sup>۳</sup>

۱ و ۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

خوزستان، ملاتانی

۳. استادیار، گروه مکانیک، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱)

### چکیده

این آزمایش به منظور مطالعه تأثیر ساختار فیزیکی خوراک و تراکم بر عملکرد و برخی فراسنجه‌های رفتاری جوجه‌های گوشتی با استفاده از ۲۰۸ جوجه یکروزه سویه راس ۳۰۸ به مدت ۴۲ روز انجام شد. گروه‌های آزمایشی شامل دو ساختار فیزیکی خوراک (پلت و آردی) و دو سطح از تراکم (۱۰ و ۱۶ قطعه پرند در هر مترمربع) بودند که در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۲ در چهار تکرار انجام شد. عملکرد به صورت هفتگی و خصوصیات لاشه در ۴۲ روزگی اندازه‌گیری شد. جهت بررسی رفتار پرندگان، و پوشش تمام واحدهای آزمایشی از ۸ دوربین فیلم‌برداری استفاده شد. نتایج نشان داد در کل دوره پرورش، مصرف خوراک، اضافه وزن و ضریب تبدیل خوراک در پرندگان تغذیه شده از جیره پلت به‌طور معنی‌داری نسبت به خوراک آردی بهبود یافت ( $P < 0.05$ ). درصد چربی حفره بطنی، در پرندگان مصرف‌کننده خوراک آردی در تراکم بالا، افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). شاخص فعالیت در پرندگان تغذیه‌شده با خوراک آردی در تراکم بالا در نوبت صبح هفته سوم افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط پرورش متراکم، تغییر ساختار فیزیکی خوراک نمی‌تواند فراسنجه‌های عملکردی و رفتاری را تحت تأثیر قرار دهد، اگرچه جیره پلت‌شده باعث بهبود فراسنجه‌های عملکردی و تراکم بالا، سبب افزایش میانگین تجمع اطراف دانخوری در مقایسه با تراکم طبیعی در پرندگان شد.

واژه‌های کلیدی: پلت، خصوصیات لاشه، شاخص فعالیت، ضریب تبدیل خوراک، مصرف خوراک.

## Effect of feed form and stock density on performance assessed and some behavioral parameters assessed by image processing, in broiler chickens

Farshid Jamalpor<sup>1</sup>, Somayyeh Salari<sup>2\*</sup> and Saman Abdanan Mehdizadeh<sup>3</sup>

1, 2. M.Sc. Graduate and Associate Professor, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, P.O. Box: 6341773637

3. Assistant Professor, Department of Biosystem Sciences, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

(Received: Feb. 23, 2021 - Accepted: Jun. 22, 2021)

### ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate effect of feed form and stocking density on performance and some behavioral parameters of 208 one-day-old broiler chickens (Ross 308), for 42 days. Treatments were 2 feed forms (pellet *versus* mash) and 2 levels of density (10 and 16 birds/m<sup>2</sup>) that was performed in completely randomized design with 2×2 factorial arrangement and 4 replicates. Performance parameters were recorded weekly and carcass characteristics measured on day 42 of age. For evaluating behavioral parameters, 8 cameras were used. The results showed that feed intake, body weight gain and feed conversion ratio were improved in broilers fed pellet diets compared to the birds fed mash diets at whole period of experiment ( $P < 0.05$ ). Abdominal fat was increased in birds that consumed mash diet in high stocking density ( $P < 0.05$ ). In the morning of the third week, the activity index of birds that consumed mash diet in high stocking density increased significantly ( $P < 0.05$ ). The results of this study indicate that feed form could not affect performance and behavioral parameters of broilers in high stocking density, although, pelleting diets improved performance parameters and high stock density increased average around feeder activity of broiler chickens.

**Keywords:** Activity index, carcass characteristics, feed intake, feed conversion ratio, pellet.

\* Corresponding author E-mail: S.Salari@asnrukh.ac.ir; somayehsallary@yahoo.com

### مقدمه

یکی از عوامل مهم افزایش بازدهی گله‌های طیور گوشتی افزایش تراکم گله در واحد سطح است. با وجودی که به نظر می‌رسد با افزایش میزان تراکم گله در واحد سطح، میزان تولید افزایش خواهد یافت، اما باید توجه داشت که بازدهی این تصمیم به عوامل بسیاری مانند قوانین رفاه حیوانات، وضعیت آب و هوای منطقه، سن کشتار و فصل پرورش بستگی دارد. علاوه بر عوامل ذکر شده، عوامل متعدد دیگری نیز در تعیین تراکم طیور مؤثر هستند که از آن جمله می‌توان به نژاد، سطح مواد مغذی خوراک، فضای دانخوری و آبخوری، ویژگی‌های سالن، جثه پرنده، بازده اقتصادی و غیره اشاره نمود (Vanhonacker *et al.*, 2008). 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 متر مربع (معادل ۳۴ تا ۳۸ کیلوگرم در مترمربع) برسد، سلامتی و آسایش جوجه‌ها به خطر می‌افتد (Zuwei *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 دانخوری که در نتیجه کاهش توانایی تحرک در شرایط پرورش با تراکم زیاد ایجاد می‌شود، عملکرد پرنده کاهش می‌یابد (Sorensen *et al.*, 2000). تراکم بالا موجب کاهش مصرف خوراک و همچنین موجب ایجاد بستر نامناسب و ایجاد زخم کف پای جوجه‌های گوشتی می‌گردد (Škrbić *et al.*, 2009) و نیز به دلیل ایجاد تنش باعث کاهش کیفیت گوشت پرنده می‌شود (Vanhonacker *et al.*, 2008). همچنین دما و رطوبت در سالن مرغداری با افزایش تراکم بالا می‌رود (Buijs *et al.*, 2009). همچنین می‌توان با کنترل غلظت آمونیاک و دی اکسید کربن و همچنین کاهش دما و رطوبت سالن، تراکم را افزایش داده از تلفات زیاد جلوگیری کرد (Guardia *et al.*, 2011).

Feddes *et al.* (2002) با استفاده از تراکم‌های مختلف ۱۱/۹، ۱۴/۳، ۱۷/۹ و ۲۳/۸ پرنده به‌ازای متر مربع در جوجه‌های گوشتی، نشان دادند که تراکم بر میزان تولید ماهیچه سینه، کیفیت لاشه، وقوع زخم و

خراشیدگی در بدن جوجه‌ها تأثیر منفی ندارد و به دلیل کاهش تحرک جوجه‌ها تا اندازه‌ای مصرف انرژی کاهش یافته و موجب بهبود بازده اقتصادی می‌شود. با توجه به اینکه در سالن‌های با تراکم بالا ممکن است پرنده فضای لازم برای مصرف خوراک در اختیار نداشته باشد شاید دادن خوراک پلت به‌دلیل تراکم بالا و یکسان مواد مغذی بتواند نیازهای پرنده را در این شرایط تأمین کند. با توجه به موارد ذکر شده شاید بتوان مشکلات ناشی از تنش تراکم بالا را با ایجاد تغییر در شکل جیره در گله‌های گوشتی بهبود بخشید. جیره طیور بسته به هدف پرورش و در دسترس بودن به صورت پلت، کرامبل و آردی تهیه می‌شود. خوراک‌های پلت خوراک متراکم و فرآوری شده با حرارت و بخار آب و بعضاً افزودنی‌ها هستند که به‌دلیل خواص مفیدی که دارند امروزه در صنعت طیور از متقاضیان بیشتری نسبت به خوراک‌های آردی برخوردارند. Ahmed *et al.* (2007) گزارش کردند که خوراک به شکل کرامبل یا پلت بلافاصله در چینه‌دان حل شده و همراه با هضم سریع، میزان جذب آن افزایش می‌یابد. تغذیه با پلت، میزان حرکات دودی دستگاه گوارش را بالا برده و بازده خوراک بهتر می‌شود. همچنین تغذیه با پلت نرخ رشد جوجه‌ها را نسبت به آردی افزایش می‌دهد (Nir *et al.*, 1994).

از طرف دیگر، نظارت بر فعالیت، یک روش بالقوه برای تعیین سطح تحرک جوجه‌های گوشتی در مزارع تجاری است. استفاده از تصاویر دوربین فیلم برداری برای تجزیه و تحلیل فعالیت در حال تبدیل شدن به یک فناوری رایج است. این تکنیک غیرتهاجمی و نسبتاً ارزان مجموعه‌ای از داده‌های مستمر در دوره‌های زمانی طولانی را تجزیه و تحلیل می‌کند. در زمان پردازش، یک توالی یا الگوریتم تجزیه و تحلیل در زمان کوتاه استفاده می‌شود. بنابراین، فضای زیادی برای ذخیره‌سازی داده‌ها مورد نیاز نیست. در دامداری‌های تجاری، تجزیه و تحلیل تصویر برای طبقه‌بندی رفتار، پیچیده‌تر می‌شود. نورپردازی، ویژگی‌های دوربین، پس زمینه و سنجش صفات هدف همه روی توانایی سامانه، برای تشخیص موضوع و ضبط دقیق حرکت اثر می‌گذارند (Hoy *et al.*, 1996). Neves *et al.* (2014) مطالعه‌ای با عنوان تشخیص تحرک گله و رفتار جوجه‌های گوشتی با

ساعت قبل از ورود جوجه یکروزه به سالن، شرایط بهینه پرورش (دما، رطوبت، روشنایی و غیره) منظور گردید. در ابتدای دوره از آبخوری‌های کله‌قندی و دان‌خوری‌های سینی جهت سهولت مصرف آب و خوراک توسط جوجه‌ها استفاده شد. با آغاز هفته دوم پرورش، به تدریج دان‌خوری‌های استوانه‌ای جایگزین ظروف قبلی شد و ارتفاع دان‌خوری‌ها و آب‌خوری‌ها پیوسته متناسب با ارتفاع پشت جوجه‌ها تنظیم گردید. جوجه‌ها بر روی بستر در پن‌هایی به ابعاد یک مترمربع که توسط تراشه نجاری پوشیده شده بود، نگهداری شدند. نوردهی به گونه‌ای بود که در سه روز اول پرورش، جوجه‌ها تحت الگوی نوری ۲۴ ساعت روشنایی قرار گرفتند و پس از آن برنامه نوردهی ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی در نظر گرفته شد. رطوبت نسبی سالن در حدود ۵۵ تا ۶۰ درصد برای جوجه‌های گوشتی در نظر گرفته شد که برای این منظور یک رطوبت‌سنج در سالن آویزان شده بود و میزان رطوبت با استفاده از آب‌پاشی کف سالن و نیز با روشن نمودن تهویه‌ها تنظیم می‌گردید. دما در هفته اول پرورش ۳۳ درجه سانتی‌گراد بود که در طول دوره آزمایش به ازای هر هفته، ۲/۵ درجه دمای آشیانه کاهش داده شد. گروه‌های آزمایشی مورد مطالعه شامل ۲ ساختار فیزیکی خوراک (پلت و آردی) و ۲ سطح تراکم (۱۰ و ۱۶ قطعه پرنده در هر مترمربع) بود که در ۴ تکرار برای هر گروه آزمایشی انجام شد. پرنده‌گان از روز اول پرورش به مدت ۴۲ روز تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار گرفتند. جیره‌های مورد استفاده در این پژوهش جیره‌های تجاری بر پایه ذرت-کنجاله سویا بودند که به دو شکل آردی و پلت تهیه شدند. جیره مورد استفاده برای دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی) حاوی ۳۰۰۰ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم و ۲۳ درصد پروتئین خام، برای دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) حاوی ۳۰۵۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم و ۲۱/۵ درصد پروتئین خام و برای دوره پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) حاوی ۳۱۵۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم و ۲۰ درصد پروتئین خام بود. فراسنجه‌های عملکردی شامل مصرف خوراک و اضافه وزن پرنده‌گان به صورت

استفاده از دان‌خوری‌های مختلف با کمک روش پردازش تصویر در پرورش ۱۴۰۰۰ جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ با تراکم ۱۶ قطعه بر مترمربع در یک مزرعه تجاری در برزیل انجام دادند. متغیرهای مورد بررسی، شامل فضای اشغال شده توسط هر پرنده، شاخص فعالیت گله، و کل پرنده‌گان مشاهده شده در فضا بودند. نتایج نشان داد که نوع دان‌خوری می‌تواند رفتار پرنده‌گان در رابطه با فضای اشغال شده، کل پرنده‌گان مشاهده شده در منطقه و رفتار مؤثر مصرف خوراک را تحت تأثیر قرار دهد، اما تحرک گله با نوع دان‌خوری ارتباطی نداشت. بالاترین درصد دسترسی مؤثر پرنده‌گان به خوراک در سینی‌های فاقد توری مشاهده شد، که دارای بیشترین فضای آزاد برای دسترسی به خوراک بود. از آنجا که دان‌خوری‌های نصب شده در شرایط مساوی بودند می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر فضای آزاد لازم برای دسترسی به خوراک، نوع طراحی دان‌خوری‌ها هم می‌تواند بر مصرف خوراک تأثیر بگذارد.

Toroghian & Vakilli (2014)، در پژوهشی اثر بافت فیزیکی بر عملکرد و رفتارهای تغذیه‌ای در جوجه‌های گوشتی را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها رفتار جوجه‌های نشانه‌گذاری شده را در دوره‌های پرورش توسط دوربین ضبط کردند. در پایان متوجه شدند مصرف خوراک آردی تأثیر معنی‌داری بر رفتار خوردن و قدم زدن داشت و جیره‌های کرامبل و پلت رفتار استراحت را افزایش داد. با توجه به اینکه در سالن‌های با تراکم بالا ممکن است پرنده فضای لازم برای مصرف خوراک در اختیار نداشته باشد، شاید دادن خوراک پلت به دلیل تراکم بالا و یکسان مواد مغذی بتواند نیازهای پرنده را در این شرایط تأمین کند. با توجه به مطالب ارائه شده، در این آزمایش، تأثیر ساختار فیزیکی خوراک در شرایط پرورش متراکم در جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفته است.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه با استفاده از ۲۰۸ قطعه جوجه گوشتی یکروزه از هر دو جنس (نر و ماده) سویه تجاری راس ۳۰۸ به مدت ۴۲ روز در فصل پاییز در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۲ انجام شد. ۲۴

آزمایشی یک مربع به ابعاد ۴۸×۴۸ پیکسل رسم گردید و مساحت اشغال شده توسط جوجه‌های حاضر در فضای مورد نظر براساس درصدی از کل محاسبه گردید. برای سنجش فعالیت در هر گروه از تفاضل دو عدد متوالی استفاده شد که نشان‌دهنده میزان تفاوت فعالیت در دو تصویر متوالی است که به‌صورت درصدی از کل تعداد پرنده‌های واحد آزمایشی بیان می‌شوند (Neves *et al.*, 2014). به منظور بررسی تجمع جوجه‌ها در ناحیه هدف، ابتدا جوجه‌ها و دانخوری از پس‌زمینه جدا شد (شکل ۱-A) سپس در تصویر اصلی ضرب گردید (شکل ۱-B) و در نهایت ناحیه اطراف دانخوری جهت سنجش میانگین تعداد جوجه‌های حاضر در اطراف دانخوری تعیین گردید (شکل ۱-C).

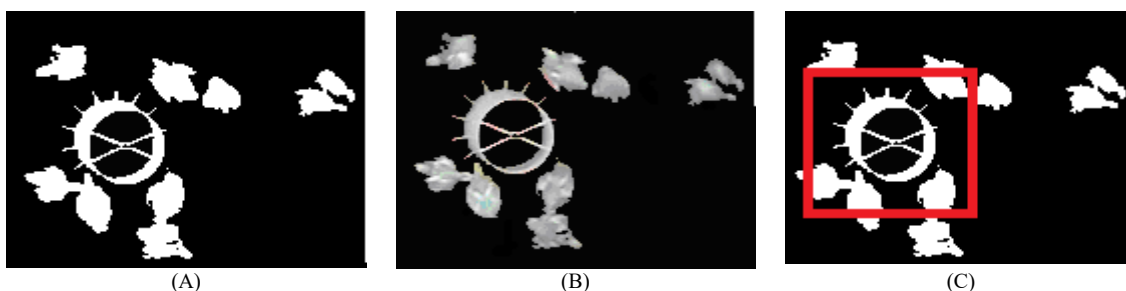
کلیه محاسبات داده‌های رفتاری در نرم‌افزار Matlab صورت پذیرفت. سایر داده‌های به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (2008) و در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۲ مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین گروه‌های آزمایشی نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. مدل آماری مورد استفاده جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها به شرح زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

که در آن،  $\mu$  = میانگین جمعیت،  $\varepsilon_{ijk}$  = اثر خطای آزمایشی،  $Y_{ijk}$  = مقدار هر مشاهده،  $i$  = سطوح فاکتور اول (در دو سطح)،  $\alpha_i$  = اثر ساختار فیزیکی خوراک،  $j$  = سطوح فاکتور دوم (در دو سطح)،  $\beta_j$  = اثر تراکم،  $k$  = تعداد تکرار (در این آزمایش چهار تکرار استفاده شد)،  $(\alpha\beta)_{ij}$  = اثر متقابل ساختار فیزیکی خوراک و تراکم.

هفتگی اندازه‌گیری و ضریب تبدیل خوراک نیز محاسبه شد. در نهایت داده‌های عملکردی به صورت دوره‌ای گزارش گردید. در سن ۴۲ روزگی، تعداد دو قطعه جوجه از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب و پس از وزن‌کشی، کشتار شده و پس از پرکنی مورد تجزیه لاشه قرار گرفتند. فاکتورهای مورد اندازه‌گیری شامل: وزن سینه، ران، چربی محوطه بطنی، سنگدان، کبد، پانکراس، طحال و بورس فابرسیوس بود. وزن این اندام‌ها به‌صورت درصدی از وزن زنده محاسبه شد.

جهت بررسی رفتار پرندگان و پوشش تمام واحدهای آزمایشی از هشت دوربین فیلم‌برداری متعلق به شرکت Shay (مدل IFA 7050، ساخت کشور چین) با حسگر Color Low Light CCD با قابلیت اخذ فیلم به‌صورت دیجیتال با سرعت ۱۵ فریم بر ثانیه و تفکیک‌پذیری مکانی ۳۵۲×۲۸۸ پیکسل که در ارتفاع ۲ متری از کف سالن و در سقف قرار داشتند استفاده شد. هر دوربین دو واحد آزمایشی را پوشش می‌داد. ضبط تصاویر به صورت هفتگی و در دو نوبت صبح (۹:۳۰ تا ۱۰:۰۰) و عصر (۱۶:۳۰ تا ۱۷:۰۰) صورت می‌گرفت. یک ساعت قبل از شروع ضبط، آب و خوراک به جوجه‌ها داده می‌شد و در حین ضبط جهت جلوگیری از ایجاد تنش، هیچ‌گونه ترددی در سالن صورت نمی‌پذیرفت. پس از اتمام فیلم‌برداری ۲۰ تصویر از هر دوربین استخراج گردید (هر ۹۰ ثانیه یک تصویر). سپس با استفاده از روش آستانه‌گذاری اوتسو جوجه‌ها به عنوان هدف از پس زمینه جهت سنجش میانگین تعداد جوجه حاضر در اطراف دانخوری و میانگین فعالیت پرنده‌ها جدا شدند (Fan *et al.*, 2017). بدین منظور اطراف هر دانخوری در هر واحد



شکل ۱. نتایج پردازش تصویر: (A) تصویر باینری؛ (B) حاصل ضرب تصویر باینری در تصویر اصلی (C) ناحیه هدف در تصویر  
Figure 1. The results of image processing: (A) Binary image; (B) Binary image  $\times$  original image (C) The target region in image

## نتایج و بحث

می‌توان اندازه ذرات را ریزتر از ذرات آردی در نظر گرفت (Amerah *et al.*, 2007). ذرات ریز در سنگدان کمتر از ذرات درشت نگهداری می‌شوند (Abdollahi & Ravindran, 2013). بنابراین ذرات ریز بدون اینکه در سنگدان به صورت قابل توجهی تحت تأثیر عملکرد ماهیچه‌های سنگدان قرار بگیرند به سرعت به سمت روده کوچک حرکت می‌کنند (Amerah *et al.*, 2007). بنابراین کاهش اندازه ذرات جهت پلت‌سازی مصرف اختیاری خوراک در پرندگان را به علت خالی‌شدن سریع بخش‌های بالایی دستگاه گوارش و غیرفعال‌شدن کمپلکس پیش‌معه - سنگدان افزایش می‌دهد (Svihus *et al.*, 2010).

Feddes *et al.* (2002) با استفاده از چهار سطح تراکم (۱۱/۹، ۱۴/۳، ۱۷/۹ و ۲۳/۸ پرنده در مترمربع) در پرورش جوجه‌های گوشتی، بیان نمودند که افزایش تراکم تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک نداشت.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش در جدول ۱ آورده شده است. اثر متقابل تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر میزان افزایش وزن جوجه‌های گوشتی نداشت ( $P > 0.05$ ). پرندگان پرورش یافته در شرایط کم تراکم افزایش وزن بالاتری در مقایسه با شرایط متراکم در دوره آغازین نشان دادند ( $P < 0.05$ ).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورشی در جدول ۱ نشان داده شده است. اثر متقابل ساختار فیزیکی خوراک و تراکم بر مصرف خوراک معنی‌دار نشد ( $P > 0.05$ ). تراکم نیز نتوانست تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش داشته باشد ( $P > 0.05$ ). اما جیره پلت باعث افزایش معنی‌دار مصرف خوراک در دوره‌های مختلف پرورش شد ( $P < 0.05$ ). در پژوهشی که با استفاده از سه ساختار فیزیکی خوراک کرامبل، پلت و آردی انجام شد جوجه‌های مصرف‌کننده خوراک کرامبل و پلت مصرف خوراک بیشتری نسبت به آردی داشتند که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر در مورد ساختار فیزیکی خوراک همخوانی دارد (Jahan *et al.*, 2006).

در پژوهشی که Jimenez-Moreno *et al.* (2016) جهت بررسی اثر ساختار فیزیکی خوراک و افزودن فیبر نامحلول به جیره جوجه‌های گوشتی از ۱ تا ۲۱ روزگی انجام دادند، مشاهده کردند در طول آزمایش استفاده از جیره پلت موجب افزایش مصرف خوراک گردید. هنگامی که خوراک توسط پرنده مصرف می‌شود، ساختار پلت در دستگاه گوارش بلافاصله شکسته می‌شود. از آنجایی که در پلت ذرات در نهایت به هم می‌چسبند و دانه‌های واحد را به وجود می‌آورند،

جدول ۱. تأثیر ساختار فیزیکی خوراک و تراکم گله بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

Table 1. Effect of feed form and stock density on performance of broiler chickens

Feed form	Density	Feed Intake (g/b)			Body weight gain (g/b)			Feed conversion ratio		
		1 to 21 d	22 to 42 d	1 to 42 d	1 to 21 d	22 to 42 d	1 to 42 d	1 to 21 d	22 to 42 d	1 to 42 d
Pellet	Normal	1133.6	3348.6	4482.2	894.5	1753.0	2647.5	1.22	1.92	1.57
	High	1112.9	3304.6	4417.6	867.8	1688.3	2556.1	1.23	1.96	1.60
Mash	Normal	1094.5	3211.4	4306.0	808.4	1503.4	2311.8	1.30	2.13	1.72
	High	1088.2	3162.9	4251.2	788.3	1438.2	2226.5	1.32	2.21	1.77
SEM		12.93	34.51	32.22	10.55	50.17	57.86	0.012	0.052	0.028
Feed form										
Pellet		1123.2 <sup>a</sup>	3326.6 <sup>a</sup>	4449.9 <sup>a</sup>	881.1 <sup>a</sup>	1720.6 <sup>a</sup>	2601.8 <sup>a</sup>	1.23b	1.94 <sup>b</sup>	1.59b
Mash		1091.3 <sup>b</sup>	3187.2 <sup>b</sup>	4278.6 <sup>b</sup>	798.4 <sup>b</sup>	1470.8 <sup>b</sup>	2269.2 <sup>b</sup>	1.31a	2.17 <sup>a</sup>	1.74a
SEM		9.14	24.40	22.78	7.46	35.48	40.91	0.008	0.037	0.020
Density										
Normal		1114.0	3280.0	4394.1	851.4 <sup>a</sup>	1628.2	2479.7	1.26	2.02	1.64
High		1100.5	3233.8	4334.4	828.1 <sup>b</sup>	1563.2	2391.3	1.28	2.08	1.68
SEM		9.14	24.40	22.78	7.46	35.48	40.91	0.008	0.037	0.020
P- value										
Feed form		0.029	0.001	0.0002	<0.0001	0.0003	<0.0001	<0.0001	0.0009	<0.0001
Density		0.317	0.205	0.088	0.0469	0.219	0.152	0.186	0.278	0.212
Feed form*Density		0.589	0.748	0.681	0.758	0.995	0.959	0.559	0.677	0.668

(a-b) میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون بلحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

a-b) Means with different letters within the same column differ significantly ( $P < 0.05$ ).

جوجه‌های گوشتی در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به داده‌های به دست آمده از جدول، اثر متقابل ساختار فیزیکی خوراک و تراکم بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نشد ( $P > 0/05$ ). سطوح مختلف تراکم تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل نداشت ( $P > 0/05$ ). اما پرندگان تغذیه شده با جیره پلت در مقایسه با جیره آردی، ضریب تبدیل خوراک بهتری در تمام دوره های مورد بررسی نشان دادند ( $P < 0/05$ ). در پژوهشی که Toroghian & Vakilli (2014) با استفاده از ساختار فیزیکی خوراک بر عملکرد جوجه‌های گوشتی داشتند در کل دوره با مصرف خوراک‌های پلت و کرامبل ضریب تبدیل خوراک به طور معنی‌داری بهبود یافت. مهم‌ترین دلیل بهبود عملکرد با مصرف جیره کرامبل و پلت می‌تواند صرف انرژی کمتر برای خوردن و استراحت بیشتر باشد. تغییرات شیمیایی در اثر وجود فشار و بخار حین فرآیند پلت‌سازی باعث می‌شود مواد ضدتغذیه‌ای موجود در خوراک از بین بروند و پروتئین و انرژی بیشتری در دسترس قرار گیرد و این مسأله می‌تواند دلیل بهبود عملکرد با جیره‌های کرامبل و پلت باشد (Jahan *et al.*, 2006). همچنین Ahmed *et al.* (2007) بیان کردند تغذیه با پلت، حرکات دودی دستگاه گوارش را بالا برده و بازده خوراک را بهبود می‌بخشد. Chehraghi *et al.* (2013) در مطالعه‌ای از سه ساختار فیزیکی خوراک کرامبل، پلت و آردی جهت بررسی تأثیر اشکال مختلف خوراک بر عملکرد جوجه‌گوشتی استفاده کرده و مشاهده نمودند بالاترین مصرف خوراک در تیمارهای مصرف‌کننده خوراک پلت صورت گرفت ولی ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر معنی‌دار ساختار فیزیکی خوراک قرار نگرفت. Alaeldein *et al.* (2013) با بررسی اثر سه سطح مختلف تراکم (۲۸، ۳۷ و ۴۰ کیلوگرم وزن نهایی پرند بر مترمربع) بر عملکرد و رفاه جوجه‌های گوشتی، نشان دادند که تراکم بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری نداشت که همسو با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ نشان داده است. براساس

همچنین پرندگان تغذیه شده با خوراک پلت در مقایسه با خوراک آردی، افزایش وزن بالاتری در تمام دوره‌های پرورش نشان دادند ( $P < 0/05$ ). در پژوهشی که Nabi *et al.* (2017) در رابطه با تأثیر ساختارهای مختلف فیزیکی خوراک و اندازه ذرات بر عملکرد جوجه گوشتی انجام دادند، افزایش وزن به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر ساختار فیزیکی خوراک قرار گرفت. به‌طوری‌که جیره پلت، وزن زنده و مصرف خوراک را نسبت به خوراک آردی به میزان قابل توجهی افزایش داد. افزایش وزن با خوراک پلت ممکن است به دلیل افزایش غلظت مواد مغذی در جیره‌های پلت‌شده نسبت به جیره‌های آردی و تکنیک‌های فرآوری (McKinney & Teeter, 2004) که باعث تغییرات شیمیایی در خوراک در حین پلت‌سازی می‌شود، باشد. زلاتینه‌شدن نشاسته، لیگنین زدایی، افزایش قابلیت هضم غذا و عدم فعالیت باکتری‌ها، شکسته شدن باندهای دی‌سولفیدی در پروتئین و دناتوره شدن و افزایش تأثیر آنزیم‌های هضمی و از بین رفتن برخی ممانعت‌کننده‌ها در حین فرآوری می‌تواند دلیل افزایش وزن باشد (McKinney & Teeter, 2004). از طرفی افزایش مصرف خوراک نیز دلیل بسیار مهمی در افزایش وزن پرندگان تغذیه شده با پلت در پژوهش حاضر می‌باشد. همچنین Abdollahi *et al.* (2011) گزارش کردند که احتمال دارد در پرندگانی که از خوراک پلت تغذیه می‌کنند، مصرف پروتئین با قابلیت هضم بیشتر، باعث افزایش وزن زنده شود. Galobart & Moran (2005) خوراک آردی و پلت در جوجه‌های گوشتی استفاده کردند و تفاوت عمده‌ای در میزان رشد بین پرندگان تغذیه شده با خوراک آردی و پلت مشاهده نکردند. نتایج این پژوهش با نتایج Buijs *et al.* (2009) که تفاوت معنی‌داری در وزن بدن پرندگان پرورش یافته در تراکم بالا مشاهده نکردند مطابقت دارد. اما با یافته‌های Feddes *et al.* (2002) که از ۴ سطح تراکم (۱۱/۹، ۱۴/۳، ۱۷/۹ و ۲۳/۸ پرند بر مترمربع) در پرورش جوجه‌های گوشتی استفاده نمودند، و گزارش کردند بالاترین وزن مربوط به تیمار با تراکم ۱۴/۳ و کمترین وزن مربوط به تیمار با تراکم ۲۳/۸ پرند بر متر مربع است همخوانی ندارد.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل خوراک

سرعت بیشتری از آن عبور می‌کند که بر توسعه پیش‌معه و سنگدان تأثیر منفی دارد. سنگدان یک عضو عضلانی است که اندازه ذرات خوراکی را کاهش می‌دهد و آن‌ها را با آنزیم‌های گوارشی مخلوط می‌کند (Duke, 1986).

تغییر خصوصیات لاشه با افزایش تراکم گله به سختی اتفاق می‌افتد. Zhao *et al.* (2013) با بررسی سه سطح تراکم (۱۲، ۱۶ و ۲۰ پرنده در متر مربع) در جوجه‌های گوشتی، تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات لاشه مشاهده نکردند اما سطح چربی شکمی با افزایش تراکم کاهش یافت. نتایج این آزمایش با داده‌های Dozier (2005, 2006) که اعتقاد داشت افزایش تراکم بر درصد لاشه و میزان چربی حفره شکم تأثیری ندارد مطابقت دارد. در پژوهشی اثر سه سطح تراکم ۵۰ (کم)، ۷۰ (متوسط) و ۹۰ (بالا) پرنده در ۴ مترمربع بر اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی شامل درصد لاشه، سینه، ران‌ها و چربی حفره شکمی مورد بررسی قرار گرفت که تنها عملکرد ران در تراکم متوسط معنی‌دار بود و بیشترین وزن را نسبت به دو گروه دیگر به خود اختصاص داد. اثر تراکم بر سایر خصوصیات لاشه معنی‌دار نبود که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت داشت (Tong *et al.*, 2012).

نتایج بدست آمده اثر متقابل ساختار فیزیکی خوراک و تراکم تنها بر میزان چربی حفره بطنی اثر معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ). بیشترین میزان چربی مربوط به خوراک آردی با تراکم بالا بود. اثر ساختار فیزیکی خوراک بر درصد وزن نسبی لاشه، سینه، ران، سنگدان و کل دستگاه گوارش معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). بیشترین درصد لاشه، سینه و ران مربوط به خوراک پلت بود که نشان‌دهنده عملکرد بهتر جیره پلت‌شده است. وزن سنگدان و کل دستگاه گوارش با مصرف خوراک پلت کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). اثر سطوح تراکم بر هیچ‌کدام از فراسنجه‌های لاشه معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). ممکن است بهبود عملکرد لاشه، سینه و ران‌ها با خوراک پلت به دلیل افزایش دسترسی به پروتئین در خوراک پلت‌شده باشد. Rezaei *et al.* (2014) در پژوهشی اثر ساختار فیزیکی خوراک، اندازه ذرات و افزودن مکمل ال-ترئونین به جیره بر برخی خصوصیات لاشه نظیر سینه، ران، کبد، پانکراس، قلب و طول روده را در جوجه گوشتی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تنها وزن کبد با مصرف خوراک پلت افزایش و وزن سنگدان با خوراک پلت کاهش یافت. ساختار فیزیکی خوراک سایر خصوصیات لاشه را تحت تأثیر قرار نداد. آنها بیان کردند در خوراک پلت، عملاً عملکرد سنگدان کاهش و غذا با

جدول ۲. تأثیر ساختار فیزیکی خوراک و تراکم گله بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی از سن (درصدی از وزن زنده بدن)

Table 2. Effect of feed form and stock density on carcass traits of broiler chickens on d 42 (percentage of live body weight)

Feed form	Density	Carcass	Breast	Thigh	Abdominal fat	Liver	Gizzard	Pancreas	Gastrointestinal tract
Pellet	Normal	68.14	24.07	23.25	1.45ab	2.76	2.03	0.26	9.38
	High	67.86	24.39	22.96	1.36b	2.70	1.97	0.29	9.44
Mash	Normal	66.16	23.24	21.93	1.34b	2.73	2.88	0.28	9.92
	High	65.63	22.53	21.40	1.48a	2.78	2.82	0.21	9.96
SEM		0.375	0.567	0.305	0.034	0.031	0.033	0.029	0.036
Feed form									
Pellet		68.00 <sup>a</sup>	24.23 <sup>a</sup>	23.10 <sup>a</sup>	1.41	2.73	2.00 <sup>b</sup>	0.28	9.41 <sup>b</sup>
Mash		65.89 <sup>b</sup>	22.88 <sup>b</sup>	21.67 <sup>b</sup>	1.40	2.75	2.85 <sup>a</sup>	0.25	9.94 <sup>a</sup>
SEM		0.265	0.401	0.215	0.024	0.022	0.023	0.021	0.025
Density									
Normal		67.15	23.66	22.59	1.39	2.74	2.45	0.27	9.65
High		66.74	23.46	22.18	1.42	2.74	2.40	0.25	9.70
SEM		0.265	0.401	0.215	0.024	0.022	0.023	0.021	0.025
P- value									
Feed form		0.0001	0.035	0.0005	0.886	0.461	<0.0001	0.298	<0.0001
Density		0.306	0.733	0.205	0.397	0.844	0.107	0.569	0.168
Feed form* Density		0.742	0.382	0.698	0.005	0.084	0.940	0.138	0.815

(a-b) میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون بلحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

a-b) Means with different letters within the same column differ significantly ( $P < 0.05$ ).

ساختار فیزیکی خوراک و سطوح تراکم بر میانگین تجمع اطراف دانخوری‌ها و شاخص فعالیت جوجه‌های گوشتی در دو نوبت صبح و عصر معنی‌دار نبود. Perry *et al.* (1976) یکی از عوامل مؤثر بر مصرف خوراک را شکل ظاهری و خصوصیات فیزیکی خوراک شامل اندازه ذرات، رنگ، طعم، بو و میزان آشنایی قبلی پرنده با آن خوراک می‌دانند. تأثیر عوامل مذکور را می‌توان با عنوان خوش-خوراکی خوراک تعریف کرد. در مجموع، کنترل مصرف خوراک وابسته به نواحی خاصی از هیپوتالاموس مغز است که دارای محرک‌های بی‌شماری است و خاصیت بافت خوراک و دیدن شکل ذرات خوراک تأثیر بسزایی در مصرف خوراک دارد (Borgatti *et al.*, 2004). هر چند که سطح انرژی و سطح پروتئین جیره غذایی نیز در میزان مصرف خوراک اثر دارد. همچنین اتساع یا کشش جداره لوله گوارش ممکن است به عنوان مکانیسم دیگری در تنظیم مصرف خوراک باشد. حجم غذای خورده شده نیز یکی از مهمترین مکانیسم‌های تنظیم‌کننده مصرف خوراک است. به نظر می‌رسد کلیه مکانیسم‌های ذکرشده تا حدودی در تنظیم مصرف خوراک دخیل دارند (Duke, 1986).

طیور مصرف‌کننده جیره پلت و کرامبل به این دلیل که ذرات غذا در این ساختار فیزیکی‌ها متراکمند و در زمان کمتری انرژی و پروتئین و کلیه احتیاجات در دسترس پرنده قرار می‌گیرد، به تغذیه سریع با مقدار کم تمایل دارند. در صورت استفاده از جیره پلت پرنده زمان کمتری را صرف خوراک خواهد کرد. لذا با کاهش فعالیت پرنده میزان احتیاجات نگه‌داری کاهش و بر دیگر فعالیت‌ها اثر می‌گذارد (Jensen, 1962). جیره پلت، سطح انرژی خالص را افزایش می‌دهد که منجر به کاهش زمان غذا خوردن و افزایش رفتار استراحت می‌شود (McKinney & Teeter, 2004). در مورد رفتارهای تغذیه‌ای Savory (1974) اعلام کرد که، به‌دنبال مصرف وعده‌های غذایی حجیم، وقفه‌های طولانی‌تری بین آن‌ها ایجاد می‌شود و برعکس در وعده‌های غذایی کم‌حجم وقفه‌های استراحت کوتاه‌تر است.

عوامل دیگری نیز بر مصرف خوراک اثر می‌گذارند. Wolter *et al.* (2003) و Buskirk *et al.* (2009) گزارش کردند که برخی از ویژگی‌های طراحی سالن پرورش

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین تجمع اطراف دانخوری‌ها و شاخص فعالیت جوجه‌های گوشتی در دو نوبت صبح و عصر در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر میانگین تجمع در نوبت صبح در هیچ‌کدام از هفته‌های پرورش معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). شاخص فعالیت تنها در هفته سوم معنی‌دار بود، به‌طوری‌که در هفته سوم بیشترین فعالیت در تیمار مصرف‌کننده خوراک آردی با تراکم بالای پرنده مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ), ولی با پرندگان مصرف‌کننده خوراک پلت با تراکم تیمار کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت. اثر ساختار فیزیکی خوراک بر میانگین تجمع اطراف دانخوری‌ها در نوبت صبح معنی‌دار نشد ( $P > 0.05$ ). اما شاخص فعالیت در نوبت صبح تحت تأثیر ساختار فیزیکی خوراک در هفته‌های دوم و چهارم قرار گرفت، به‌طوری‌که در این هفته‌ها بیشترین فعالیت مربوط به خوراک پلت و در کل دوره مربوط به خوراک آردی بود ( $P < 0.05$ ). اثر تراکم گله بر میانگین تجمع و فعالیت در نوبت صبح در هیچ‌کدام از هفته‌های پرورش معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). براساس داده‌های موجود در جدول ۴ اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر میانگین تجمع و شاخص فعالیت در هیچ‌کدام از هفته‌های پرورش در نوبت عصر معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). اثر تراکم بر میانگین تجمع در هفته‌های پرورش معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ), اما در کل دوره معنی‌دار شد، به‌طوری‌که تراکم بالا موجب افزایش میانگین تجمع اطراف دانخوری شد. ( $P < 0.05$ ). تراکم بر شاخص فعالیت در هفته ششم تأثیر معنی‌داری گذاشت به‌طوری‌که در تراکم بالا شاخص فعالیت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0.05$ ).

نتایج اثر زمان (صبح و عصر) بر میانگین تجمع اطراف دانخوری‌ها و شاخص فعالیت جوجه‌های گوشتی صرف‌نظر از تیمارهای آزمایشی در جدول ۵ آورده شده است. میانگین تجمع اطراف دانخوری تنها در هفته‌های سوم و چهارم تحت تأثیر زمان قرار گرفته است، در هفته سوم میانگین تجمع در عصر بیشتر بوده در حالی‌که در هفته چهارم این مقدار برای صبح بیشتر است ( $P < 0.05$ ). شاخص فعالیت نیز تنها در هفته سوم تحت تأثیر معنی‌دار زمان قرار گرفت، به‌طوری‌که در زمان عصر فعالیت بیشتری از صبح مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). تأثیر



خوراک در طول روز با خوراک پلت بهتر صورت می‌پذیرد. به این دلیل که مصرف خوراک آردی زمان بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد و مصرف خوراک، دارای پراکندگی بیشتری در طول روز است. به دلیل سرعت بالای مصرف خوراک در خوراک‌های پلت، زمان صرف‌شده برای دیگر کارها نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. Fujita (1973) گزارش کرد که با مصرف خوراک پلت به دلیل زمان کمتری که صرف مصرف خوراک می‌شود سایر رفتارهای روزانه از قبیل استراحت کردن، راه رفتن و غیره به مراتب مشخص‌تر خواهد بود. افزایش مدت زمان مصرف خوراک گاهی اوقات به عنوان یک مزیت محسوب می‌شود. به این ترتیب که با افزایش زمان مصرف غذا، از شدت پرخواری، کانیبالیسم و رفتارهای تهاجمی تا حد زیادی کاسته می‌شود. علت این امر به احتمال زیاد سرگرم شدن پرند به مصرف خوراک به جای پرهای سایر پرندگان است.

نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط پرورش متراکم، تغییر ساختار فیزیکی خوراک، نمی‌تواند فراسنجه‌های عملکردی و فیزیولوژیکی را تحت تأثیر قرار دهد، اگرچه جیره پلت‌شده باعث بهبود فراسنجه‌های عملکردی و جیره آردی شاخص فعالیت هفته سوم را افزایش داد.

مانند اندازه، مکان، هندسه، فاصله و زاویه دانخوری‌ها می‌توانند رفتار حیوانات را تحت تأثیر قرار دهند. Bokkers *et al.* (2007) نشان دادند که وزن بدن می‌تواند به عنوان یک محدودیت فیزیکی برای فعالیت و به احتمال زیاد بروز رفتار طبیعی در جوجه‌های گوشتی شود. رفتارهای جستجوی خوراک به طور اتفاقی رخ نمی‌دهد، بلکه در شکل کوتاه مدت خود در زمان وعده‌های غذایی و فواصل زمانی بین آن‌ها بروز پیدا می‌کند و نوع بلند مدت آنها اغلب دارای روند روزانه مشخصی است و در طول روز دیده می‌شوند. مرغ‌های تخم‌گذاری که با برنامه نوری ۱۷-۱۴ ساعت نوردهی نگهداری می‌شوند به طور کامل روند غذاخوری مشخص و تعیین شده‌ای دارا می‌باشند، به این صورت که در ابتدای روز یک اوج مصرف خوراک دارند و در ساعات انتهایی روز نیز وعده اصلی دیگری مصرف می‌کنند. مصرف وعده صبح جهت پر کردن چینه‌دان که پس از چند ساعت تاریکی خالی شده رخ می‌دهد و مصرف وعده عصر به منظور ذخیره جهت استفاده در شب صورت می‌گیرد. مصرف خوراک در ساعات انتهایی روز در طیور غیرتخمگذار کمتر است. اما در صورت ظاهر شدن آثار تاریکی هوا مانند سیستم‌های ایجادکننده غروب مصنوعی در مرغداری، میزان مصرف خوراک در پیک شبانه افزایش می‌یابد (Savory, 1974). زمان‌بندی مصرف

جدول ۳. تأثیر ساختار فیزیکی خوراک و تراکم گله بر میانگین تجمع اطراف دانخوری و شاخص فعالیت در جوجه‌های گوشتی در

نوبت صبح

Table 3. The effects of feed form and stock density on average density around feeder (ADAF) and activity index (AI) of broiler chickens in the morning

Feed form	Density	Week 1		Week 2		Week 3		Week 4		Week 5		Week 6		Total period (1-42 d)	
		ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI
Pellet	Normal	15.12	5.26	12.72	3.95	10.80	3.77 <sup>ab</sup>	16.90	5.72	17.22	4.92	14.62	4.00	14.55	4.60
	High	14.23	4.71	12.85	2.65	10.22	2.85 <sup>b</sup>	15.32	5.72	18.37	5.67	18.80	4.70	13.57	4.38
Mash	Normal	13.54	4.36	9.50	2.92	9.97	2.82 <sup>b</sup>	14.45	4.60	16.72	5.17	17.17	5.35	14.95	4.72
	High	10.18	3.15	10.62	3.00	11.82	4.82 <sup>a</sup>	15.50	3.92	18.05	5.47	19.65	6.25	14.30	4.42
SEM		1.46	1.00	1.46	0.51	0.94	0.58	0.94	0.66	1.85	0.91	1.84	1.17	0.58	0.50
Feed form															
Pellet		14.67	4.98	12.78	3.30 <sup>a</sup>	10.51	3.31	16.11	5.72 <sup>a</sup>	17.80	5.30	16.71	4.35	14.06	4.49
Mash		11.86	3.76	10.06	2.96 <sup>b</sup>	10.90	3.82	14.97	4.26 <sup>b</sup>	17.38	5.32	18.41	5.80	14.62	4.57
SEM		1.41	0.24	1.03	0.36	0.67	0.41	0.66	0.47	1.31	0.64	1.30	0.82	0.41	0.35
Density															
Normal		14.33	4.81	11.11	3.43	10.38	3.30	15.67	5.16	16.97	5.05	15.90	4.67	14.75	4.66
High		12.20	3.93	11.73	3.83	11.02	3.83	15.41	4.28	18.21	5.57	19.22	5.47	13.93	4.40
SEM		2.82	0.70	1.03	0.36	0.67	0.41	0.66	0.47	1.31	0.64	1.30	0.82	0.41	0.35
P- value															
Feed form		0.186	0.247	0.086	0.024	0.690	0.401	0.252	0.048	0.827	0.978	0.375	0.239	0.327	0.504
Density		0.311	0.399	0.676	0.471	0.514	0.379	0.785	0.621	0.517	0.576	0.096	0.507	0.492	0.736
Feed form*Density		0.550	0.752	0.738	0.559	0.225	0.028	0.190	0.621	0.963	0.809	0.653	0.933	0.841	0.923

a-b) میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون بلحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

a-b) Means with different letters within the same column differ significantly ( $P < 0.05$ ).

جدول ۴. تأثیر ساختار فیزیکی خوراک و تراکم گله بر میانگین تجمع اطراف دانخوری و شاخص فعالیت در جوجه‌های گوشتی در نوبت عصر

Table 4. The effects of feed form and stock density on average density around feeder (ADAF) and activity index (AI) of broiler chickens in the afternoon

Feed form	Density	Week 1		Week 2		Week 3		Week 4		Week 5		Week 6		Total period (1-42 d)	
		ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI
Pellet	Normal	13.57	5.17	9.17	3.72	10.57	4.65	12.75	3.87	17.10	6.62	16.77	3.65	13.32	4.61
	High	13.77	5.07	8.77	2.60	11.65	4.20	14.80	3.70	17.32	7.57	18.82	4.97	14.19	4.68
Mash	Normal	13.02	5.70	8.60	3.32	11.02	4.80	12.02	4.92	16.32	5.07	16.80	3.35	12.95	4.52
	High	12.70	5.75	11.12	3.17	16.15	4.55	14.37	4.25	16.25	4.82	21.45	5.52	15.34	4.50
SEM		1.85	0.610	1.36	0.71	2.02	0.76	1.29	0.94	1.67	1.84	1.83	0.58	0.66	0.51
Feed form															
Pellet		13.67	5.12	8.97	3.16	11.11	4.42	13.78	3.78	17.21	7.10	17.80	4.3	13.75	4.65
Mash		12.86	5.72	9.86	3.25	13.58	4.67	13.20	4.58	16.28	4.95	19.12	4.43	14.14	4.51
SEM		1.29	0.43	0.96	0.50	1.43	0.54	0.90	0.66	1.18	1.30	1.30	0.41	0.47	0.36
Density															
Normal		13.30	5.43	8.88	3.52	10.80	4.72	12.38	4.40	16.71	5.85	16.78	3.50b	13.13b	4.57
High		13.23	4.91	9.95	2.88	13.90	4.37	14.60	3.97	16.78	6.20	20.13	5.25a	14.76a	4.59
SEM		1.31	0.43	0.96	0.50	1.43	0.54	0.90	0.66	1.18	1.30	1.30	0.41	0.47	0.36
P- value															
Feed form		0.668	0.873	0.528	0.905	0.246	0.749	0.657	0.412	0.591	0.267	0.485	0.833	0.568	0.796
Density		0.973	0.408	0.452	0.393	0.152	0.655	0.112	0.659	0.965	0.853	0.093	0.011	0.030	0.964
Feed form*Density		0.889	0.501	0.306	0.511	0.338	0.892	0.916	0.795	0.930	0.751	0.493	0.480	0.279	0.930

(a-b) میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون بلحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

a-b) Means with different letters within the same column differ significantly ( $P < 0.05$ ).

جدول ۵. تأثیر زمان (صبح یا بعدازظهر) بر میانگین تجمع اطراف دانخوری و شاخص فعالیت جوجه‌های گوشتی

Table 5. Effect of time (morning or afternoon) on average density around feeder (ADAF) and activity index (AI) of broiler chickens

Time	Week 1		Week 2		Week 3		Week 4		Week 5		Week 6	
	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI	ADAF	AI
Morning	13.25	4.37	11.41	3.63	9.41 <sup>b</sup>	3.19 <sup>b</sup>	15.53 <sup>a</sup>	4.98	17.57	5.31	17.54	5.05
Afternoon	13.26	5.17	9.41	3.19	12.35 <sup>a</sup>	4.54 <sup>a</sup>	13.49 <sup>b</sup>	4.17	16.75	6.03	18.44	4.37
SEM	0.933	0.404	0.707	0.318	0.894	0.341	0.570	0.398	0.806	0.685	0.959	0.649
P- Value	0.994	0.172	0.054	0.332	0.027	0.009	0.016	0.163	0.476	0.461	0.514	0.311

(a-b) میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون بلحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

a-b) Means with different letters within the same column differ significantly ( $P < 0.05$ ).

منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت‌های مالی،

تشکر و قدردانی می‌گردد.

## سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و

## REFERENCES

1. Abdollahi, MR., Ravindran, V., Wester, TJ., Ravindran, G. & Thomas, D. V. (2011). Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. *Animal Feed Science and Technology*, 168 (1-2), 88-99.
2. Abdollahi, M. R. & Ravindran, V. (2013). Influence of pellet length on pellet quality and performance of broiler starters. *Applied Poultry Researcher*, 22, 516-522.
3. Ahmed, M., Amerah, R., Lentle, G. & Ravindran, V. (2007). Influence of feed form on gizzard morphology and particle size spectra of duodenal digesta in broiler chickens. *Poultry Science*, 44, 175-181.
4. Alaeldein, M., Abudabos Emad, M., Samara, Elsayeid, O.S. Hussein, Mu'ath Q., Al-Ghadi & Raed, M. Al-Atiyat. (2013). Impacts of stocking density on the performance and welfare of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 65-71.
5. Amerah, A.M., Ravindran, V., Lentle, R.G., & Thomas, D.G. (2007). Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science*, 63, 439-455.
6. Bokkers, E., Zimmerman, P., Bas Rodenburg, T. & Koene, P. (2007). Walking behaviour of heavy and light broilers in an operant runway test with varying varying durations of feed deprivation and feed access. *Applied Animal Behavioral Science*, 108, 129-142.

7. Borgatti, L.M., Albuquerque, R., Meister, N. C., Souza, L. W., Lima, F. R., & Terindade Note, M. A. (2004). Performance of broiler fed diets with different electrolyte balance under summer conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6(3), 153-157.
8. 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(8), 1536-1543.
9. Buskirk, D., Zanella, A., Harrigan, T., Van Lente, J., Gnagey, L. & Kaercher, M. (2003). Large round bale design affects hay utilization and beef cow behavior. *Journal of Poultry Science*, 81, 109-15.
10. Chehraghi, M., Zakeri, A. & Taghinejad-Roudbaneh, M. (2013). Effects of different feed forms on performance in broiler chickens. *European Journal of Experimental Biology*, 3(4), 66-70
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. 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 on growth performance and processing yields of heavy broilers. *Poultry Science*, 84, 1332-1338.
13. Duke, G.E., (1986). Alimentary canal: anatomy, regulation of feeding and motility. Pages 269-288. In: *Avian Physiology*, Ed. 4. P.D. Sturkie, ed. Springer-Verlag, New York.
14. Estevez, I. (2007). Density allowances for broilers: where to set the limits? *Poultry Science*. 86, 1265-1272.
15. Fan, H., Xie, F., Li, Y., Jiang, Z., & Liu, J. (2017). Automatic segmentation of dermoscopy images using saliency combined with Otsu threshold. *Computers in biology and medicine*, 85, 75-85.
16. 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.
17. Fujita, H. (1973). Quantitative studies on the variations in feeding activity of chickens. II. Effect of the physical form of the feed on the feeding activity of laying hens. *Japanese Poultry Science*, 10, 47-54.
18. Galobart, J. & Moran, ET. (2005). Influence of stocking density and feed pellet quality on heat stressed broilers from 6 to 8 weeks of age. *International Journal Poultry Science*, 4 (2), 55-59.
19. Guardia, S., Konsak, B., Combes, S., Levenez, F., Cauquil, L., Guillot, J. F., Moreau Vauzelle, C., Lessire, M., Juin, H. & Gabriel I. (2011). Effects of stocking density on the growth performance and digestive microbiota of broiler chickens. *Poultry Science*, 90, 1878-1889.
20. Hoy, J.B., Koehler, P. G. & Patterson, R.S. (1996). A microcomputer-based system for real-time analysis of animal movement. *Journal of Neurosci Methods*, 64, 157-161.
21. Jahan, M., Asaduzzaman, M & Sarkar, A. (2006). Performance of broiler feed on mash, pellet and crumble. *International Journal of Poultry Science*, 5 (3), 265-270, 2006.
22. Jensen, L. S., Merrill, L. H., Reddy, C. V. & McGinnis, J. (1962). Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poultry Science*, 41, 1414-1419.
23. Jimenez-Moreno, E., De Coca-Sinova, A., Gonzalez-Alvarado, J. M., & Mateos, G. G. (2016). Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. Effects on growth performance and water intake. *Poultry Science*, 95, 41-52.
24. McKinney, L., & Teeter, R. (2004). Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poultry Science*, 83, 1165-1174.
25. Nabi, F., Ismail Rind, M., Li, J., Zulqarnain, M., Shahzad, M., Ahmed, N., Kashif, Iqbal M. & Rehman, MU. (2017). Influence of different feed forms and particle size on efficiency of broiler production. *Online Journal of Animal Feed Researcher*, 7(2), 24-28.
26. Neves, D., Abdanan Mehdizadeh, S., Tschärke M., Alencar, I., & Banhazi, TH. (2014). Detection of flock movement and behavior of broiler chickens at different feeders using image analysis. *Information Processing in Agriculture*, (2), 177-182.
27. Nir, I., Twina, Y., Grossman, E., & Nitsan, Z. (1994). Quantitative effects of pelleting on performance, gastrointestinal tract and behavior of meat-type chickens. *British Poultry Science*, 35, 589-602.
28. Perry, G. C., Stevens, K. & Allen, J. (1976). Particle selection by caged layers and pullets. In: *Proceedings. Fifth European poultry Conference*. Worlds Poultry Science Association, Malta, pp. 1089-1096.
29. Rezaei-pour, V. & Gazani, S. (2014). Effects of feed form and feed particle size with dietary L-threonine supplementation on performance, carcass characteristics and blood biochemical parameters of broiler chickens. *Journal of Animal Science and Technology*, 56, 20.
30. SAS Institute. (2008). *SAS/STAT 9.1 User's Guide: The REG Procedure* (Book Excerpt). SAS Institute.
31. Savory, C. (1974). Growth and behavior of chicks fed on pellets or mash. *British Poultry Science*, 15, 281-286.

32. Škrbić, Z., Pavlovski, Z., Lukić, M., Perić, L., & Milošević, N. (2009). The effect of stocking density on certain broiler welfare parameter. *Biotechnological Animal Husbandary*, 25, 11-21.
33. Sorensen, P., Su, G. & Kestin, S. (2000). Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science*, 79, 864-870.
34. Svihus, B., Sacranie, A., Denstadli, V. & Choct. M. (2010). Nutrient utilization and functionality of the anterior digestive tract caused by intermittent feeding and inclusion of whole wheat in diets for broiler chickens. *Poultry Science*, 89, 2617-2625.
35. Tong, H. B., Lu, J., Zou, J. M., Wang, Q. & Shi, S. R. (2012). Effects of stocking density on growth performance, carcass yield, and immune status of a local chicken breed. *Poultry Science*, 91, 667-673.
36. Toroghian, M., & Vakilli, R. (2014). The Effect of physical form of feed on performance and nutritional behaviors in broilers. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 6 (4), 359-364. (In Farsi)
37. Vanhonacker, F., Verbeke, W., Van Poucke, E., Buijs, S., & Tuytens, F. A. M. (2008). Societal concern related to stocking density, pen size in farma animal production. *Livestock Science*, 113, 123-132.
38. Wolter, B. F., Ellis, M., Curtis, S. E., Parr, E. N. & Webel, D. M. (2009). Feeder location did not affect performance of weeling pigs in large groups. *Journal of Poultry Science*, 78, 2784-9.
39. Zhao, J. P., Jaio, H. C., Jiang, Y. B., Song, Z. G., Wang, X. J. & Lin, H. (2013). Cool perches improve the growth performance and welfare status of broiler chickens reared at different stocking densities and high temperatures. *Poultry Science*, 92, 1962-1971.
40. 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.