

## آثار شکل فیزیکی خوراک و تراکم پرنده در قفس بر عملکرد، کیفیت تخم مرغ و الگوی تولید مرغ های تخم گذار

سید ناصر موسوی<sup>۱\*</sup>، علیرضا جعفری اروری<sup>۲</sup>، عیسی فهیمی<sup>۳</sup>، رضا طاهرخانی<sup>۴</sup> و پویا زمانی<sup>۵</sup>

۱ و ۳. دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا،

ورامین، ایران

۲. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع

طبیعی استان قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۴. استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه پیام نور

۵. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۷)

### چکیده

تعداد ۳۸۴ قطعه مرغ تخم گذار سویه شیور در سن ۵۰ هفتگی انتخاب و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی به صورت یک آزمایش فاکتوریل ۳×۲ شامل دو عامل شکل خوراک (آردی و پلت) و تراکم (۳، ۴ و ۵ قطعه مرغ تخم گذار در هر قفس) برای مدت ۱۰ هفته استفاده شدند. صفات عملکردی مرغ به مدت ۱۰ هفته و کیفی تخم مرغ در هفته ۱۰ آزمایش اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که اثر اصلی خوراک پلت نسبت به آردی در ۵ هفته اول آزمایش سبب افزایش وزن تخم مرغ ( $P<0/05$ ) و در طول ۱۰ هفته موجب افزایش وزن تخم مرغ و کاهش خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی مرغ ها شد ( $P<0/01$ ). در زمینه اثر اصلی تراکم، در ۵ هفته اول با افزایش تراکم از ۳ به ۴ و ۵، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی و در ۱۰ هفته با افزایش تراکم از ۳ به ۴ و ۵، درصد تولید تخم مرغ و مصرف خوراک مرغ ها کاهش یافت. تغییرات وزن مرغ تحت تأثیر تراکم، شکل خوراک ( $P<0/01$ ) و اثر متقابل این دو عامل قرار داشت ( $P<0/05$ ). اثر اصلی تراکم گله بر وزن مخصوص تخم مرغ در گروه با تراکم ۳ نسبت به تراکم ۴ به طور معنی داری بیشتر بود ( $P<0/05$ ). در تیمارهای با خوراک پلت و تراکم بالا میزان تخم گذاری در صبح کاهش یافت ( $P<0/01$ ). نتایج نشان داد اثر افزایش تراکم مرغ در کاهش مصرف خوراک فقط در جیره های آردی قابل مشاهده است و استفاده از شکل پلت نسبت به شکل آردی ضریب تبدیل خوراک را به طور معنی داری کاهش داد.

واژه های کلیدی: تراکم قفس، روند تخم گذاری، شکل فیزیکی خوراک، مرغ تخم گذار.

## Effects of physical form of feed and cage density on laying performance and pattern and egg quality of laying hens

Seyed Naser Mousavi<sup>1\*</sup>, Alireza Jafari Aravari<sup>2</sup>, Esa Fahimi<sup>3</sup>, Reza Taherkhani<sup>4</sup> and Poya Zamani<sup>5</sup>

1, 3. Associate Professor and Former M. Sc. Student, Department of Animal Science, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

2. Ph. D. Candidate, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran and Department of Animal Science, Qom Agricultural Research, Education and Extension Organization, Qom, Iran

4. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran

5. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

(Received: Sep, 7, 2019 - Accepted: Dec. 18, 2019)

### ABSTRACT

A total of 384 Shaver laying hens were selected at 50 weeks of age, and used in a factorial arrangement with two feed forms (mash and pellet) and three cage densities (3, 4 and 5 hens per cage) for 10 weeks. During 10 weeks of experiment, laying performance and at week 10 egg quality parameters, were measured. The results showed that hens fed pellet feed had higher egg weight at first 5 weeks and higher egg weight and lower feed intake and lower feed conversion ratio for overall 10 weeks of experiment, compared to those fed mash diet. During first 5 weeks of experiment, with increasing birds per cage 3 to 4 and 5, feed intake and feed conversion ratio ( $P<0.01$ ), and for overall 10 weeks of experiment, with increasing birds from 3 to 5 per cage, egg production and feed consumption were significantly reduced ( $P<0.05$ ). The final body weight and weight changes of laying hens were affected by the cage density, feed form ( $P<0.01$ ) and their interaction ( $P<0.05$ ) during experimental period. The effect of cage density on shell thickness and specific gravity of eggs was significant ( $P<0.05$ ). Egg production during the day was postponed in birds fed pellet feed or reared at higher density. The results showed that by increasing the cage density, laying performance was decreased, but for hens fed pellet feed, cage density had no effect on feed intake.

**Keywords:** Cage density, feed form, laying hen, laying pattern.

\* Corresponding author E-mail: snmousavi@hotmail.com

### مقدمه

افزایش تراکم پرنده در واحد سطح یکی از راهبردهای پرورش‌دهندگان طیور برای افزایش تولید در واحد سطح و کاهش هزینه تولید است، با این حال با افزایش تراکم پرنده، میزان و کیفیت تولید ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد (Rios *et al.*, 2009). تراکم بالا ممکن است سبب کاهش آسایش، سلامتی، تولید تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ، بازده خوراک، یکنواختی گله و تلفات شود (Mtileni *et al.*, 2007). از طرف دیگر افزایش تراکم سبب کاهش هزینه‌های ثابت و افزایش تولید در واحد سطح می‌شود و تا رسیدن به نقطه بحرانی، با افزایش تراکم، سودآوری نیز افزایش خواهد یافت. تعیین تراکم مناسب امری دشوار می‌باشد، زیرا عواملی همچون شرایط محیطی سالن و تجهیزات، تغذیه، معیارهای سنجش آسایش پرنده و سویه‌های ژنتیکی مورد استفاده در آزمایش‌های مختلف ممکن است متفاوت باشند (Puron *et al.*, 1995). عوامل مختلفی بر کاهش عملکرد در تراکم بالا تأثیر دارند که از آن جمله می‌توان به کاهش کیفیت هوا، افزایش غلظت آمونیاک سالن و کاهش دسترسی به آب و خوراک اشاره کرد. یکی از عوامل منفی مؤثر بر کاهش عملکرد در تراکم بالای گله، کاهش مصرف خوراک و در نتیجه کاهش دریافت مواد مغذی لازم می‌باشد (Dozier *et al.*, 2005). ایجاد استرس و کاهش فضای دانخوری معمولاً عملکرد پایین‌تر پرنده‌ها در تراکم‌های بالا را به همراه دارد.

شکل فیزیکی و اندازه ذرات خوراک از موضوعات مورد علاقه پژوهشگران تغذیه طیور در سال‌های اخیر بوده است. به‌خوبی مشخص شده است که استفاده از خوراک پلت در تغذیه جوجه‌های گوشتی سبب افزایش مصرف خوراک می‌شود (Jensen, 2000; Abdollahi *et al.*, 2013). استفاده از خوراک پلت به‌جای خوراک آردی متداول، ممکن است مشکل کمبود فضای دانخوری در قفس‌های با تراکم بالا را مرتفع نماید. بر خلاف جیره جوجه‌های گوشتی، در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار عموماً از جیره‌های آردی استفاده می‌شود، با این وجود امکان استفاده از خوراک پلت و بهره‌گیری از آثار مثبت آن (بخصوص افزایش

مصرف خوراک) در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار هنوز مورد بحث است. علیرغم تحقیقات زیادی که تا کنون در زمینه تأثیر شکل خوراک و تراکم گله بر عملکرد جوجه‌های گوشتی انجام شده است، مطالعات مشابه اندکی در مرغ‌های تخم‌گذار صورت گرفته است. لذا با توجه به احتمال تأثیر مثبت خوراک پلت بر بازده تولید مرغ‌های تخم‌گذار، در این مطالعه تأثیر استفاده از خوراک پلت و بررسی هم‌زمان تأثیر تراکم‌های متفاوت تعداد مرغ در قفس بر صفات کیفی و کمی تخم‌مرغ و روند تخم‌گذاری، در گله مرغان تخم‌گذار مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. برای این منظور تعداد ۳۴۸ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه شیور در سن ۵۰ هفتگی وارد آزمایش شدند و به مدت ۱۰ هفته تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. فاکتورها شامل سه سطح تراکم قفس (۳، ۴ و ۵ قطعه مرغ در هر قفس) و دو شکل خوراک (آردی و پلت) بود. طرح، شامل ۶ گروه آزمایشی با ۸ تکرار اجرا شد. ابتدا مرغ‌ها به مدت ۱۰ روز با جیره معمول تغذیه شدند و پس از پایان عادت‌پذیری و وزن‌کشی دوباره بر اساس تراکم ۳، ۴ یا ۵ قطعه مرغ در هر قفس قرار داده شدند. در تمامی تراکم‌ها تعداد دو نیپل در هر قفس قرار داشت. قفس‌ها به‌صورت منبری دارای ابعاد ۴۰×۴۰×۳۵ سانتی‌متر بودند. میزان فضای تأمین‌شده به‌ازای هر پرنده در تراکم‌های ۳، ۴ و ۵ به‌ترتیب ۵۳۳، ۴۰۰ و ۳۲۰ سانتی‌متر مربع و فضای دانخوری به‌ازای هر پرنده برای تراکم‌های مذکور به‌ترتیب ۱۳، ۱۰ و ۸ سانتی‌متر بود. برنامه نوری در ۲۴ ساعت به‌صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. جیره غذایی بر اساس توصیه‌های تغذیه‌ای مرغ تخم‌گذار شیور با توجه به سن گله و مقدار خوراک مصرفی در دوره پیش‌آزمایش تنظیم گردید (جدول ۱).

جهت تهیه خوراک، اجزای جیره توزین و آسیاب شده و با میکسر افقی مخلوط شدند، سپس نیمی از جیره به‌صورت آردی و نیم دیگر در دمای ۷۳ درجه

به صورت روزانه ثبت گردید. برای این منظور از زمان شروع ساعت روشنایی در سالن (۶ صبح) با فاصله‌های زمانی سه ساعته تعداد تخم‌مرغ تولیدی هر واحد آزمایشی و وزن تخم‌مرغ‌ها ثبت گردید. مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، درصد تولید تخم‌مرغ، میانگین وزن تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ به صورت هفتگی محاسبه گردید. داده‌های آزمایشی در طول ۱۰ هفته جمع‌آوری با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری (SAS 2009) تجزیه شدند و در صورت معنی دار بودن تجزیه واریانس از روش میانگین‌های کمترین مربعات (Least Square Means) مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. برای بررسی اثر گروه‌های آزمایشی بر روند تخم‌گذاری گله، از آزمون کای اسکور دو سویه و فریدمن استفاده شد (Zamani, 2012).

## نتایج و بحث

### فراسنجه‌های عملکردی

اثر شکل خوراک، تراکم و اثر متقابل آنها بر وزن تخم‌مرغ (EW)<sup>۱</sup>، توده تخم‌مرغ به گرم (EM)<sup>۲</sup>، مصرف خوراک (FI)<sup>۳</sup> و ضریب تبدیل غذایی (FCR)<sup>۴</sup> در دوره ۵ هفته اول و ۱۰ هفته کل و وزن بدن و تغییرات وزن بدن در پایان آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. در این آزمایش اثر اصلی شکل فیزیکی خوراک بر تولید تخم‌مرغ از لحاظ آماری معنی‌دار نبود اما مصرف جیره‌های آردی به‌طور عددی باعث افزایش تولید تخم‌مرغ به میزان حدود دو درصد گردید. اثر تیمارهای آزمایشی بر توده تخم‌مرغ معنی‌دار نبود، با این حال با افزایش تراکم مرغ در قفس از ۳ به ۵ قطعه توده تخم‌مرغ روند کاهشی یافت. در ۵ هفته اول و ۱۰ هفته کل آزمایش، وزن تخم‌مرغ ( $P < 0.05$ ) در جیره‌های بر پایه پلت نسبت به آردی بیشتر بود. در ۱۰ هفته کل آزمایش، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل غذایی و وزن مرغ‌های تغذیه شده با جیره‌های پلت نسبت به جیره‌های آردی کمتر بود ( $P < 0.01$ ).

سانتی‌گراد و فشار ۲ بار، در مدت زمان ۴۰ ثانیه با استفاده از دای با قطر ۳/۵ سانتی‌متر به شکل پلت درآمد. طول دانه پلت در این آزمایش ۱/۵ سانتی‌متر بود.

جدول ۱. اقلام خوراکی و ترکیب مواد مغذی جیره آزمایشی

Table 1. Ingredients and nutrients composition of experimental diet

Ingredients	%
Corn	46.43
Soybean meal (44%)	25.30
Wheat	15.00
Soybean oil	1.00
Limestone	9.86
Dicalcium phosphate (DCP)	1.38
Salt (NaCl)	0.27
Sodium bicarbonate	0.10
Vitamin-mineral permix <sup>1</sup>	0.50
DL-methionine	0.16
Total	100.00
Nutrients composition	
AMEn (kcal/kg)	2700
CP%,	17.00
Calcium, %	4.00
Available P, %	0.35
Sodium, %	0.16
CF, %	3.24
Methionine, %	0.47
Methionine + Cysteine, %	0.72
Lysine, %	0.87
Threonine, %	0.64

۱. مکمل ویتامینه و مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۳۳۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۶/۵ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲/۲ میلی‌گرم ویتامین K3، ۱/۷ میلی‌گرم تیامین، ۵/۵ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۰/۰۵۵ میلی‌گرم بیوتین، ۰/۶ میلی‌گرم اسید فولیک، ۲۸ میلی‌گرم نیاسین، ۶/۶ میلی‌گرم پانتوتنیک اسید، ۳۳۰ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۰/۰۲۲ میلی‌گرم ویتامین B12 و ۱۱۰ میلی‌گرم کولین، ۸۸ میلی‌گرم منگنز، ۸۸ میلی‌گرم روی، ۵۵ میلی‌گرم آهن، ۵/۵ میلی‌گرم مس، ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم و ۱/۷ میلی‌گرم ید تأمین می‌نمود.  
1. Vitamin and mineral premix provided per kg of diet: vitamin A, 8800 IU; vitamin D3, 3300 IU; vitamin E, 16.5 IU; vitamin K3, 2.2 mg; thiamin, 1.7 mg; riboflavine, 5.5 mg; biotin, 0.055, folic acid, 0.6 mg; niacin, 28 mg;; pantothenic acid, 6.6 mg; pyridoxine, 3.3 mg, vitamin B12, 0.022 mg; Choline chloride: 110 mg; ; Mn, 88 mg; Zn, 88 mg; Fe, 55 mg; Cu, 5.5 mg; Se, 0.3 mg and Iodine 1.7 mg.

برای اندازه‌گیری صفات کیفی در هفته ۱۰ آزمایش از هر واحد آزمایشی دو عدد (در مجموع ۹۶ عدد تخم مرغ) انتخاب و به آزمایشگاه ارسال گردید. شاخص‌های مورد اندازه‌گیری شامل وزن زرده، وزن سفیده، وزن پوسته، رنگ زرده، ارتفاع آلبومین، واحد هاو، ضخامت پوسته و مقاومت پوسته بود که توسط دستگاه karl Deutsch D-56 wuppertal Echometer و Emt-5200 و ultra sound ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شدند. همچنین رکوردهای تولیدی

1. Egg weight
2. Egg mass
3. Feed intake
4. Feed conversion ratio

جدول ۲. مقایسه فراسنجه های عملکردی ۵ هفته اول و ۱۰ هفته کل آزمایش  
Table 2. Performance parameters comparison for first 5 and overall 10 weeks of experiment

Traits		First 5 Weeks					Overall 10 Weeks					Body weight change g	
		EP <sup>1</sup> %	EW <sup>2</sup> g	EM <sup>3</sup> g	FI <sup>4</sup> g	FCR <sup>5</sup>	EP %	EW g	EM g	FI g	FCR		BW Kg
Feed form	Mash	92.0	63.5 <sup>b</sup>	58.5	114	1.95	92.4	63.5 <sup>b</sup>	59.1	115 <sup>a</sup>	1.98 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	24.8 <sup>a</sup>
	Pellet	90.3	64.5 <sup>a</sup>	58.3	112	1.93	90.1	64.6 <sup>a</sup>	58.3	107 <sup>b</sup>	1.85 <sup>b</sup>	1.71 <sup>b</sup>	16.1 <sup>b</sup>
SEM		0.92	0.32	0.70	1.35	0.03	0.88	0.28	0.52	1.10	0.03	0.007	7.3
Cage density	3	92.7	63.7	59.3	118 <sup>a</sup>	1.98 <sup>a</sup>	92.8 <sup>a</sup>	63.8	59.6	113 <sup>a</sup>	1.93	1.75 <sup>a</sup>	5.3a <sup>b</sup>
	4	90.5	64.4	58.3	110 <sup>b</sup>	1.88 <sup>b</sup>	91.6 <sup>ab</sup>	64.4	59.0	112 <sup>ab</sup>	1.90	1.75 <sup>a</sup>	27.6 <sup>a</sup>
SEM		0.90	0.39	0.86	1.56	0.04	0.89	0.35	0.64	1.40	0.02	0.009	-19.8 <sup>b</sup>
Feed form	Cage density	1.13	0.39	0.86	1.56	0.04	1.08	0.35	0.64	1.40	0.02	0.009	9.1
Mash	3	94.5	63.2	59.8	119	1.99	94.4	63.1	60.4	120 <sup>a</sup>	2.03	1.80	38.9 <sup>ab</sup>
	4	92.4	64.2	59.4	110	1.87	94.0	64.0	60.2	117 <sup>ab</sup>	1.95	1.76	45.4 <sup>a</sup>
Pellet	3	89.1	63.2	56.3	108	1.92	88.3	63.4	56.6	110 <sup>bc</sup>	1.97	1.72	-9.9 <sup>bc</sup>
	4	91.4	64.2	58.7	117	1.99	91.2	64.4	58.7	108 <sup>c</sup>	1.84	1.7	-28.4 <sup>c</sup>
SEM		0.92	0.32	0.70	1.35	0.03	0.88	0.28	0.52	1.10	0.03	0.007	7.3
P-Values		0.17	0.41	0.42	0.001	0.004	0.05	0.45	0.06	0.05	0.80	0.009	0.01
Feed form		0.22	0.03	0.87	0.34	0.57	0.10	0.009	0.28	0.001	0.001	0.004	0.0004
Cage density		0.17	0.41	0.42	0.001	0.004	0.05	0.45	0.06	0.05	0.80	0.009	0.01
Feed form×Cage density		0.14	0.60	0.12	0.70	0.62	0.10	0.75	0.06	0.03	0.47	0.021	0.03

a-c: در هر ستون در هر بخش، میانگین‌های دارای حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

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

1. Egg production; 2. Egg weight; 3. Egg mass; 4. Feed intake; 5. Feed conversion ratio.

نتایج این آزمایش نشان داد که خوراک آردی به صورت معنی‌داری سبب تولید تخم‌مرغ بیشتری شد. این نتایج با نتایج به دست آمده در آزمایش Scott *et al.* (1999) و Hamilton & Proudfoot (1995) مطابقت دارد. بالا بودن تولید در گروه با جیره آردی، احتمالاً مربوط به افزایش مصرف خوراک باشد. از طرفی کاهش مصرف خوراک در جیره‌های پلت ممکن است به دلیل افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی در نتیجه فرایند پلت باشد که سبب ایجاد سیری شیمیایی سریع‌تر در پرند‌های مصرف‌کننده خوراک پلت می‌گردد، با این وجود، تحقیقات علمی منتشر شده اندکی وجود دارند که اثر مثبت پلت بر قابلیت هضم مواد مغذی را تأیید می‌کنند (Jensen, 2000; Abdollahi *et al.*, 2013). همچنین مشخص شده است که زمان و انرژی مورد نیاز برای مصرف جیره‌های پلت کمتر از جیره‌های آردی می‌باشد (Abdollahi *et al.*, 2013). در تحقیق Hamilton & Proudfoot (1995) از مرغ‌های تخم‌گذار قهوه‌ای نوک‌چینی شده استفاده شده بود این محققین کاهش در مصرف خوراک پلت را به عدم توانایی مرغ‌های نوک‌چینی شده در برداشت پلت نسبت داده بودند. با توجه به این که مرغ‌های استفاده شده در آزمایش حاضر از نوع سفید و بدون نوک چینی بودند چنین فرضیه‌ای را نمی‌توان به نتایج این آزمایش نسبت داد. طول پلت ممکن است یکی از عوامل تأثیرگذار بر کاهش مصرف خوراک در این آزمایش بوده باشد.

اثر اصلی تراکم بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در ۵ هفته اول آزمایش ( $P < 0.01$ ) و بر درصد تولید تخم‌مرغ و مصرف خوراک در ۱۰ هفته معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) به طوری که مرغ‌های پرورش یافته با تراکم ۳ مرغ در قفس، بالاترین مصرف خوراک و درصد تولید تخم‌مرغ را داشتند. وزن بدن در پایان دوره و تغییرات وزن بدن تحت تأثیر تراکم، شکل خوراک ( $P < 0.01$ ) و اثر متقابل آنها قرار داشت ( $P < 0.05$ ) و جیره آردی با تراکم ۴ دارای بالاترین وزن بدن و تغییرات وزن بدن در پایان دوره بود. اثر متقابل شکل خوراک و تراکم در قفس بر خوراک مصرفی در طول ۱۰ هفته آزمایش معنی‌دار بود. با افزایش تراکم پرند از ۳ به ۵ قطعه، خوراک مصرفی تنها در جیره‌های آردی کاهش یافت ولی چنین روندی در جیره‌های بر پایه پلت مشاهده نشد.

به طور معمول مرغ‌های تخم‌گذار با خوراک آردی تغذیه می‌شوند، زیرا در شرایط طبیعی مصرف خوراک اختیاری این پرند‌ها عامل محدودکننده‌ای برای دریافت میزان مواد مغذی نیست. با این وجود پلت کردن خوراک به‌ویژه در تراکم‌های بالاتر قفس، می‌تواند از طریق بهبود قابلیت هضم و جذب و همچنین کاهش مدت زمان مصرف خوراک سبب بهبود عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار شود. انتظار می‌رفت که با فرآوری خوراک و بهبود قابلیت هضم و جذب، تولید تخم‌مرغ نیز در پرند‌هایی که خوراک پلت دریافت کردند، افزایش یابد. با این وجود

باشند و به همین دلیل خوراک کمتری نیز مصرف کرده‌اند. Hamilton & Proudfoot (1995) و Wahlstrom *et al.* (1999) گزارش کردند که پلت کردن خوراک موجب بهبود قابلیت مواد مغذی در مرغ‌های تخم‌گذار می‌شود. از طرف دیگر در تحقیق حاضر طول دانه پلت ۱/۵ سانتی‌متر بود که ممکن است به‌عنوان یک عامل محدودکننده مصرف خوراک برای پرندۀ باشد که این موضوع نیاز به تحقیق بیشتر دارد.

مشاهده وزن تخم‌مرغ بالاتر و همچنین ضریب تبدیل خوراک بهتر در تیمار خوراک پلت، مؤید رخ‌دادن بهبود قابلیت هضم و جذب خوراک و افزایش انرژی خالص تولید در این تیمار می‌باشد. تأثیر فرم پلت بر ضریب تبدیل خوراک از طریق کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن تخم‌مرغ بوده است. برخلاف نتایج مشاهده‌شده در آزمایش حاضر، Scott *et al.* (1999) تفاوت معنی‌داری بین خوراک پلت و آردی از نظر ضریب تبدیل خوراک مشاهده نکردند.

اثر تراکم بر وزن تخم‌مرغ در این تحقیق معنی‌دار نبود که با نتایج Jalal *et al.* (2006) و Sohail *et al.* (2001) و Nicol *et al.* (2006) که پیشنهاد کرده بودند تراکم گله اثر معنی‌داری روی وزن تخم‌مرغ ندارد، در توافق است و با نتایج Sohail *et al.* (2004) و Onbasilar & Aksoy (2005) و Anderson *et al.* (2004) و Saki *et al.* (2012) مغایرت دارد. این نتایج متناقض ممکن است به دلیل تفاوت ژنتیکی در نژادهای مرغ تخم‌گذار استفاده شده، سن، فصل، فضای دانخوری و شرایط آشیانه باشد (Jalal *et al.*, 2006). توده تخم‌مرغ که تابعی از درصد تولید پرندۀ و وزن تخم‌مرغ می‌باشد، تحت تأثیر شکل خوراک قرار نگرفت. همانند نتایج آزمایش حاضر، Scott *et al.* (1999) مشاهده کردند که فرم خوراک تأثیر معنی‌دار در توده تخم‌مرغ تولیدی هر پرندۀ نداشت. در توافق با نتایج این تحقیق، Rios *et al.* (2009) در آزمایش بررسی اثر تراکم (۴۵۰، ۳۷۵ و ۳۲۱ سانتی‌متر به‌ازای هر پرندۀ) در مرغ‌های تخم‌گذار از ۲۵ تا ۸۴ هفته (۱۵ دوره ۴ هفته‌ای) اذعان داشتند تراکم در قفس روی وزن تخم‌مرغ اثری ندارد، اما در مقابل Saki *et al.* (2012) گزارش کردند با افزایش تراکم توده تخم‌مرغ کاهش می‌یابد.

در اغلب تحقیقات صورت گرفته با افزایش تراکم پرندۀ در قفس، به دنبال کاهش مصرف خوراک، تولید تخم‌مرغ نیز کاهش یافته است (Saki & Jalal *et al.*, 2006; Sohail *et al.*, 2004; Rodenburg *et al.*, 2009; Sahin *et al.*, 2007; Rios *et al.*, 2005) که این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده در آزمایش حاضر مطابقت کامل دارد به گونه‌ای که با افزایش تعداد مرغ‌های هر قفس از ۳ به ۵ قطعه، مصرف خوراک به‌طور معنی‌دار کاهش یافته و سبب کاهش تولید تخم‌مرغ نیز شده است. اما در مقابل Mtileni *et al.* (2007) گزارش کردند که تولید تخم‌مرغ توسط پرندۀهای پرورش یافته در تراکم بالای گله نسب به تراکم پایین، بیشتر بود. در یک مطالعه، با افزایش جمعیت مرغ از ۶ به ۲۴ قطعه در قفس (با تراکم یکسان ۳۶۴/۱ سانتی‌متر مربع مساحت قفس به‌ازای هر مرغ)، تولید تخم‌مرغ تحت تأثیر قرار نگرفت (Carey *et al.*, 1995). با افزایش تعداد پرندۀ موجود، سطح دانخوری به‌ازای هر پرندۀ کاهش یافته و هر پرندۀ به‌عنوان یک مانع و سد فیزیکی در برابر دسترسی به خوراک عمل کرده و در نتیجه مصرف خوراک کاهش خواهد یافت. چنین تأثیری از تراکم بر مصرف خوراک تنها در خوراک آردی مشاهده شد و افزایش تراکم تأثیر کاهشی بر خوراک مصرفی در جیره‌های پلت نداشت.

گزارش شده است که در جوجه‌های گوشتی زمان مورد نیاز برای مصرف خوراک پلت یک سوم زمان مصرف خوراک آردی است (Nir *et al.*, 1994). بنابراین در جیره‌های بر پایه پلت، احتمالاً پرندۀ فرصت کافی برای مصرف خوراک داشته و فضای دانخوری به‌عنوان یک عامل محدودکننده مصرف خوراک نبوده است. این مشاهدات مؤید این نظریه است که مرغ‌های تخم‌گذار در مقایسه با جوجه‌های گوشتی امروزی که در نتیجه انتخاب ژنتیکی برای سرعت رشد بیشتر دچار عدم توانایی کنترل اشتها شده‌اند، به‌خوبی قادر به تنظیم مصرف خوراک خود با توجه به میزان انرژی دریافتی هستند. احتمالاً در آزمایش ما نیز بهبود قابلیت هضم و جذب خوراک و کاهش انرژی مورد نیاز پرندۀها در نتیجه مصرف خوراک پلت سبب شده که مرغ‌ها نیاز به خوراک کمتری برای تأمین احتیاجات خود داشته

دریافت کرده بودند، بالاتر از آنهایی بود که خوراک پلت شده دریافت کردند. Olver & Malan (2000) اذعان داشتند که تغذیه انتخابی مرغ‌ها با کنسانتره پروتئینی پلت شده نسبت به آردی به‌طور معنی‌داری سبب پررنگ‌تر شدن زرده تخم‌مرغ می‌گردد. آنها دلیل این تفاوت را مربوط به قدرت انتخاب پرنده در جیره‌های آردی دانستند که با نتایج آزمایش حاضر نیز مطابقت دارد. Saki *et al.* (2012) گزارش کرد که شاخص زرده با افزایش تراکم در مرغ‌های تخم‌گذار لگه‌ورن کاهش می‌یابد. بالاترین رنگ زرده با تراکم ۱ نسبت به ۴ به دست آمد که دلیل آن مصرف خوراک بالاتر و دریافت دانه ذرت بیشتر بیان گردید (Novak *et al.*, 2004; Gunawardana *et al.*, 2008). در تناقض با این نتایج Wahlstrom *et al.* (1999)، در آزمایشی با خوراک کرامبل و آردی روی دو سویه مرغ تخم‌گذار گزارش کردند که با جیره کرامبل رنگ زرده بالاتر از جیره آردی بود.

اثر شکل خوراک و تراکم و اثر متقابل آنها بر درصد سفیده، ارتفاع آلبومین و واحد هاو معنی‌دار نبود. اگرچه اثر اصلی تراکم و شکل خوراک بر ضخامت پوسته معنی‌دار نبود، اما با افزایش تراکم بر ضخامت پوسته افزوده شده است.

نتایج آزمایش Scott *et al.* (2009) و Frikha *et al.* (1999) همانند نتایج آزمایش ما حاکی از وزن بدن بالاتر در پرند‌هایی بود که خوراک آردی دریافت کرده بودند. این وزن بدن بالاتر، ممکن است مربوط به مصرف خوراک بیشتر در تیمار خوراک آردی باشد. با افزایش تراکم در قفس وزن بدن کاهش یافت که با نتایج Saki *et al.* (2012)، Sahin *et al.* (2007)، Mtileni *et al.* (2007)، Keeling *et al.* (2003) و Onbasilar & Aksoy (2005) تفاوت دارد. مغایر با نتایج این تحقیق Jalal *et al.* (2006) گزارش کردند که تراکم روی وزن بدن اثری ندارد. Onbasilar & Aksoy (2005) گزارش کردند که تحت استرس مداوم تغییرات دائمی و غیرقابل برگشت در وزن بدن و تولید تخم‌مرغ رخ می‌دهد، لذا استرس ناشی از افزایش تراکم می‌تواند دلیلی بر این کاهش وزن باشد.

#### صفات کیفی تخم‌مرغ

نتایج مربوط به اثر تراکم قفس و شکل خوراک بر صفات کیفی تخم‌مرغ در هفته ۱۰ دوره آزمایش در جدول ۳ آورده شده است. در هفته دهم آزمایش اثر شکل خوراک بر رنگ زرده معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ). شاخص رنگ زرده در پرند‌هایی که جیره آردی

جدول ۳. تأثیر شکل فیزیکی خوراک و تراکم بر صفات کیفی تخم‌مرغ در هفته ۱۰ آزمایش

Table 3. Effect of feed form and cage density on egg quality parameters at week 10 of experiment

Traits		Egg shell %	Albumen %	Albumen height	Yolk %	Yolk color	Shell thickness	Shell strenght	Haugh unit	Specific gravity	Broken and body checked eggs	
Feed form	Mash	12.67	60.02	6.2	27.3	4.02 <sup>a</sup>	31.26	2.75	75.55	1.083	0.88	
	Pellet	12.55	60.59	6.1	26.86	3.65 <sup>b</sup>	31.01	2.85	74.04	1.082	1.06	
SEM		0.14	0.23	0.19	0.31	0.1	0.33	0.1	1.6	0.0008	0.24	
	3	12.9	59.9	6.2	27.16	3.78	30.85	2.79	75.35	1.084 <sup>a</sup>	1.16	
Cage density	4	12.5	60.0	6.1	27.39	3.81	30.88	2.9	74.46	1.081 <sup>b</sup>	0.79	
	5	12.3	60.9	6.16	26.7	3.9	31.67	2.7	74.57	1.083 <sup>ab</sup>	0.97	
SEM		0.17	0.29	0.23	0.27	0.13	0.41	0.13	1.95	0.009	0.29	
Feed form	Cage density	3	13.16	59.64	6.27	27.22	4.25	31.14	2.71	75.7	1.085	1.08
		4	12.38	60.07	5.99	27.53	3.81	30.58	2.84	74.25	1.081	0.6
Mash	5	12.46	60.35	6.36	27.16	4.0	32.08	2.68	74.67	1.083	1.24	
	3	12.66	60.23	6.12	27.11	3.31	30.58	2.86	75.0	1.083	1.23	
Pellet	4	12.8	59.94	6.33	27.25	3.81	31.19	2.97	74.67	1.08	1.25	
	5	12.17	61.58	5.96	26.33	3.81	31.27	2.72	72.44	1.083	1.1	
SEM		0.33	0.4	0.33	0.37	0.17	0.57	0.18	2.74	0.06	0.61	
P-Values												
Feed form		0.63	0.17	0.66	0.23	0.01	0.57	0.5	0.49	0.24	0.59	
Cage density		0.4	0.17	0.83	0.15	0.67	0.4	0.52	0.92	0.04	0.67	
Feed form×Cage density		0.07	0.22	0.51	0.9	0.02	0.4	0.93	0.65	0.85	0.21	

a-b: در هر ستون در هر بخش، میانگین‌های دارای حروف متفاوت، اختلاف معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

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

طول دوره آزمایش بسیار معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ). در تمام گروه‌های آزمایشی بیشترین تخم‌گذاری در ساعت ۹ صبح و کمترین آن در ساعت ۱۸ بعدازظهر بود. در تمام تراکم‌ها، با مصرف دان پلت، میزان تخم‌گذاری در ساعات بعدازظهر (ساعت ۱۵ و ۱۸) افزایش یافت. با افزایش تراکم میزان تخم‌گذاری در ساعات بعدازظهر (مجموع ساعات ۱۵ و ۱۸) افزایش یافت، به طوری که میانگین تخم‌گذاری در تیمارهای آردی و پلت با تراکم ۳ به ترتیب ۱۱/۵، ۱۳/۴، آردی و پلت با تراکم ۴ به ترتیب ۱۵/۷، ۱۵/۷ و آردی و پلت با تراکم ۵ به ترتیب ۲۱/۳ و ۳۰/۸ درصد بود ( $P < 0.0001$ ). بیشتر تخم‌اندازی در بخش محدودی از روز، به طور میانگین ۱۳ تا ۱۴ ساعت بعد از شروع دوره خاموشی اتفاق می‌افتد که منجر به تخم‌گذاری بین ساعت ۵ صبح تا ۷ عصر خواهد شد (Patterson, 1997).

این نتایج با نتایج Saki et al. (2007) و Davami et al. (2012) و Onbasilar & Aksoy (2005) مطابقت دارد، اما با نتایج Onbasilar & Aksoy (2005) که گزارش کردند واحد هاو با افزایش تراکم کاهش می‌یابد، در تناقض است. اثر شکل خوراک و تراکم و اثر متقابل آنها بر درصد پوسته و ضخامت پوسته معنی‌دار نبود، که این نتایج با نتایج Saki et al. (2007) و Saki et al. (2012) مطابقت دارد، اما با نتایج Olver & Malan (2000) که ادعا نمودند تغذیه انتخابی مرغ‌ها با کنسانتره پروتئینی پلت‌شده نسبت به آردی به‌طور معنی‌داری سبب ضخیم‌تر شدن پوسته تخم‌مرغ می‌گردد، در تناقض است.

### چرخه تخم‌گذاری

اثر تیمارها بر روند تخم‌گذاری در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. اثر تیمار بر روی ساعت تخم‌گذاری در

جدول ۴. درصد تخم‌مرغ‌های گذاشته شده در ساعات مختلف برای تیمارهای مختلف  
Table 4. Percentage of eggs laid at different hours for different treatments

Feed form	Density	Hour	Week1	Week2	Week3	Week4	Week5	Week6	Week7	Week8	Week9	Week10	Total
Mash	3	9	66.6	84.4	85.3	83.2	91.2	75.0	77.4	80.3	85.0	76.6	80.6
		12	23.4	12.8	11.0	14.1	6.3	21.6	20.4	17.9	12.2	18.8	15.8
		15	7.7	2.8	2.8	2.5	1.6	2.2	2.2	1.3	1.9	3.9	2.8
		18	2.3	0.0	0.9	0.3	1.0	1.2	0.0	0.6	0.9	0.7	0.8
Pellet	3	9	59.9	93.3	94.5	82.3	88.3	78.6	82.4	84.4	85.0	81.1	83.2
		12	26.1	3.9	4.2	15.8	7.9	17.2	13.5	11.6	12.2	13.5	12.5
		15	9.5	1.6	1.3	1.6	3.2	3.9	3.1	3.3	1.9	4.7	3.4
		18	4.6	1.3	0.0	0.3	0.6	0.3	0.9	0.7	0.9	0.7	1.0
Mash	4	9	58.0	87.7	93.3	87.7	87.3	79.4	75.6	87.3	90.0	87.6	83.7
		12	23.3	8.2	4.5	9.4	10.8	18.5	22.9	10.9	7.2	10.0	12.3
		15	15.0	3.6	1.9	2.3	1.6	1.9	1.5	1.5	2.6	2.0	3.3
		18	3.7	0.6	0.2	0.7	0.2	0.2	0.0	0.3	0.2	0.6	0.7
Pellet	4	9	63.3	87.3	93.5	91.6	92.0	80.0	79.4	82.4	86.4	87.2	84.4
		12	22.8	9.2	4.1	6.0	6.5	16.8	17.7	15.9	8.0	10.3	11.7
		15	10.5	2.7	2.2	2.0	1.0	2.0	2.4	1.3	5.4	2.1	3.1
		18	3.4	0.8	0.2	0.5	0.5	1.2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.8
Mash	5	9	48.3	81.2	88.4	82.3	86.8	82.1	79.1	78.5	85.0	80.6	79.5
		12	38.0	14.5	9.5	15.2	10.2	14.3	16.8	17.6	11.9	16.0	16.2
		15	10.7	3.7	1.4	1.6	2.4	3.2	3.5	3.4	2.7	2.8	3.5
		18	3.0	0.6	0.8	0.2	0.6	0.5	0.6	0.6	0.4	0.6	0.8
Pellet	5	9	53.7	82.0	84.7	79.3	83.1	66.1	69.3	73.4	75.4	79.3	74.8
		12	29.3	13.7	11.9	15.1	12.7	28.5	25.5	19.2	19.7	16.1	19.1
		15	13.2	3.3	2.1	4.1	3.2	4.5	4.2	5.4	3.9	3.8	4.7
		18	3.7	1.0	1.3	1.5	1.0	0.8	1.0	2.1	1.0	0.8	1.4
p-value of Qui-square			0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.03	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.03	0.0001

جدول ۵. مقایسه تعداد تخم‌مرغ تولیدی در ساعات مختلف تخم‌گذاری برای هر یک از تیمارها  
Table 5. Comparison of egg numbers for each treatment produced at different laying hours

Treatment		9AM	12 AM	15PM	18PM	P-value (Frideman test)
Feed form	Cage density					
Mash	3	255.8	50.1	9.0	2.5	0.0001
Pellet	3	255.9	38.3	10.3	3.1	0.0001
Mash	4	329.7	48.4	13.1	2.6	0.0001
Pellet	4	336.2	46.5	12.4	3.3	0.0001
Mash	5	396.7	80.8	17.4	3.9	0.0001
Pellet	5	375.8	95.9	23.7	7.1	0.0001

گردید با استفاده از دان پلت و افزایش تراکم درصد تولید تخم‌مرغ کاهش یافت. Siegel (1959) گزارش کردند که تولید تخم‌مرغ و میانگین طول کلاچ در گروه‌های مرغ‌های سفید لگهورن با افزایش تراکم، کاهش یافت. Rios *et al.* (2009) در آزمایشی بر روی تراکم (۴۵۰، ۳۷۵ و ۳۲۱ سانتی‌متر به‌ازای هر پرند) در مرغ‌های تخم‌گذار از ۲۵ تا ۸۴ هفته (۱۵ دوره ۴ هفته‌ای) اذعان داشتند که سیکل تولید به‌وسیله سن تحت تأثیر قرار می‌گیرد. هرچند الگوهای تولید تخم‌مرغ از نظر ژنتیکی برنامه‌ریزی شده است، ممکن است با عوامل محیطی مانند تغذیه و برنامه نوری بتوان آن را اصلاح کرد (Pavlidis *et al.*, 2002).

#### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد اثر افزایش تراکم مرغ در کاهش مصرف خوراک فقط در جیره‌های آردی قابل مشاهده است. استفاده از شکل پلت نسبت به شکل آردی، ضریب تبدیل خوراک را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. بر اساس نتایج آزمایش حاضر استفاده از خوراک پلت و تراکم بالای مرغ سبب به تأخیر افتادن تولید تخم‌مرغ در طول روز می‌شود.

در یک برنامه روشنایی متعارف از ۱۴ ساعت نور و ۱۰ ساعت تاریکی، تخم‌اندازی "زودهنگام" (تخم‌مرغ در صبح گذاشته می‌شود)، "دیرهنگام" (تخم‌مرغ در بعدازظهر و یا اوایل عصر گذاشته می‌شود) و میانه (تخم‌مرغ در زمانی بین زود و دیر گذاشته می‌شود) خواهیم داشت (Johnston & Gous, 2003). زمان تخم‌اندازی تحت تأثیر سویه (Tumova & Gous, 2012)، برنامه نوری (Lewis *et al.*, 2004)، برنامه غذایی (Backhouse & Gous, 2005) و مدیریت استرس گله (Roy *et al.*, 2014) قرار دارد. لذا افزایش تراکم در گله می‌تواند به‌دلیل افزایش استرس موجب بروز افزایش تخم‌گذاری در بعدازظهر شده باشد. Leeson & Summers (1992) تأخیر تجمعی برای کلاچ تخم‌گذاری را حدود ۸ ساعت بیان کردند. مفهوم آن این است که اولین و آخرین تخم‌مرغ در هر کلاچ حدود ۸ ساعت با هم فاصله زمانی دارند. بعد از این که فاصله زمانی به ۸ ساعت رسید، زمان برای ترشح هورمون LH مطابق با توسعه فولیکول F1 یا برنامه نوری نیست بنابراین یک روز توقف در تولید تخم‌مرغ مشاهده خواهد شد. لذا با افزایش تخم‌گذاری در بعدازظهر می‌توان انتظار کاهش تولید تخم‌مرغ را داشت و همان‌طور که در این آزمایش مشاهده

#### REFERENCES

1. Abdollahi, M. R., Ravindran, V. & Svihus, B. (2013). Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal Feed Science and Technology*, 179, 1-23.
2. Anderson, K. E., Davis, G. S., Jenkins, P. K. & Carroll, A. S. (2004). Effects of bird age, density and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. *Poultry Science*, 83, 15-23.
3. Backhouse, D. & Gous, R. M. (2005). The effect of feeding time on shell quality and oviposition time in broiler breeders. *British Poultry Science*, 46, 255-259.
4. Carey, J. B., Kuo, F. L. & Anderson K. E. (1995). Effects of cage population on the productive performance of layers. *Poultry Science*, 74(2), 633-637.
5. Davami, A., Wineland, M. J. & Jones, W. T. (1987). Effects of population-size, floor space, and feeder space upon productive performance, external appearance, and plasma-corticosterone concentration of laying hens. *Poultry Science*, 66, 251-257.
6. Dozier, W. A., Lott, B. D. & Branton, S. L. (2005). Live performance of male broilers subjected to constant or increasing air velocities at moderate temperatures with a high dew point. *Poultry Science*, 84, 1328-1331.
7. Estevez, I. (2007). Density allowances for broiler: where to set the limits? *Poultry Science*, 86, 1265-1272.
8. Frikha, M., Safaa, H. M., Serrano, M. P., Arbe, X. & Mateos, G. G. (2009). Influence of the main cereal and feed form of the diet on performance and digestive tract traits of brown-egg laying pullets. *Poultry Science*, 88, 994-1002.
9. Gunawardana, P. Sr., Roland, D. A. & Bryant, M. M. (2008). Effect of energy and protein on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in molted Hy-Line W-36 hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 17, 432-439.
10. Hamilton, R. M. G. & Proudfoot, F. G. (1995). Effects of ingredient particle size and feed form on the performance of leghorn hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 75, 109-114.



11. Jalal, M. A., Scheideler, S. E. & Marx, D. (2006). Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens. *Poultry Science*, 85, 306-311.
12. Jensen, L. S. (2000). Influence of pelleting on the nutritional needs of poultry. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 13, 35-46.
13. Johnston, S. A. & Gous, R. M. (2003). An improved mathematical model of the ovulatory cycle of the laying hen. *British Poultry Science*, 44, 752-760.
14. Keeling, L. J., Estevez, I., Newberry, R. C. & Correia, M. G. (2003). Production-related traits of layers reared in different sized flocks: The concept of problematic intermediate group sizes. *Poultry Science*, 82, 1393-1396.
15. Leeson, S. & Summers, J. D. (2010). *Broiler Breeder Production*. Nottingham University Press.
16. Lewis, P. D., Backhouse, D. & Gous, R. M. (2004). Photoperiod and oviposition time in broiler breeders. *Br. Poultry Science*, 45, 561-564.
17. Mtileni, B. J., Nephawe, K. A., Nesamvuni, A. E. & Benyi, K. (2007). The influence of stocking density on body weight, egg weight, and feed intake of adult broiler breeder hens. *Poultry Science*, 86, 1615-1619.
18. Nicol, C. J., Brown, S. N., Glen, E., Pope, S. J., Short, F. J., Warriss, P. D., Zimmerman, P. H. & Wilkins, L. J. (2006). Effects of stocking density, flock size and management on the welfare of laying hens in single-tier aviaries. *British Poultry Science*, 47, 135-146.
19. Nir, I., Twina, Y., Grossman, E. & Nistan, Z. (1994). Quantitative effects of pelleting on performance, gastrointestinal tract and behaviour of meat-type chickens. *British Poultry Science*, 35, 589-602.
20. Novak, C., Yakout, H. & Scheideler, S. (2004). The combined effect of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in Dekalb Delta laying hens. *Poultry Science*, 83, 977-984.
21. Olver, M. D. & Malan, D. D. (2000). The effect of choice-feeding from 7 weeks of age on the production characteristics of laying hens. *South African Journal of Animal Science*, 30, 110-114.
22. Onbasilar, E. E. & Aksoy, F.T. (2005). Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. *Livestock Production Science*, 95, 255-263.
23. Patterson, P. H. (1997). The relationship of oviposition time and egg characteristics to the daily light: dark cycle. *Journal of Applied Poultry Research*, 6: 381-390.
24. Pavlidis, H. O., Price, S. E. & Siege, P. B. (2002). Associations between egg production and clutch length in four selected lines of chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 11, 304-307.
25. Puron, D., Santamaria, R., Segaura, J. C. & Alamilla, J. L. (1995). Broiler performance at different stocking densities. *Journal of Applied Poultry Research*, 4, 55-60.
26. Rios, R. L., Bertechini, A. G., Carvalho, J. C. C., Castro, S. F. & Costa, V. A. (2009). Effect of cage density on the performance of 25-to 84 week-old laying hens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 11, 257-262.
27. Rodenburg, T. B., Tuytens, F. A. M., Sonck, B., De Koen, R., Lieve, H. & Johan, Z. (2005). Welfare, health, and hygiene of laying hens housed in furnished cages and in alternative housing systems. *Journal Applied Animal Welfare Science*, 8, 211-226.
28. Roy, B. G., Kataria, M. C. & Roy, U. (2014). Study of oviposition pattern and clutch traits in a white leghorn (WL) layer population. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7, 2319-2372.
29. Sahin, S., Macit, M., Esenbuga, N. & Karaca, H. (2007). Effect of cage density on performance and egg quality traits of layers. *Journal of Applied Animal Research*, 31, 37-39.
30. Saki, A. A., Zamani, P., Rahmati, M. & Mahmoudi, H. (2012). The effect of cage density on laying hen performance, egg quality and excreta minerals. *Journal of Applied Poultry Research*, 21, 467-475.
31. SAS Institute. (2009). *SAS/STAT® User's Guide*, Release 8.02 ed. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA
32. Scott, T. A., Silversides, F. G., Tietge, D. & Swift, M. L. (1999). Effect of feed form, formulation, and restriction on the performance of laying hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 79, 171-178.
33. Siegel, H. S. (1959). Egg production characteristics and adrenal function in white leghorns confined at different floor space levels. *Poultry Science*, 38, 893-898.
34. Sohail, S. S., Bryant, M. M. & Roland, D. A. (2004). Effect of reducing cage density on performance and economics of second-cycle (force rested) commercial Leghorns. *Journal of Applied poultry Research*, 13, 401-405.
35. Sohail, S. S., Bryant, M. M., Rao, S. K. & Roland, D. A. (2001). Influence of cage space and prior dietary phosphorus level on phosphorus requirement of commercial Leghorns. *Poultry Science*, 80, 769-775.
36. Tumova, E. & Gous, R. M. (2012). Interrelation between oviposition time, age, and environmental temperature and egg quality traits in laying hens and broiler breeders. *Czech Journal of Animal Science*, 57, 541-549.

37. Wahlstrom, A., Tauson, R. & Elwinger, K. (1999). Production and egg quality as influenced by mash or crumbled diets fed to laying hens in an aviary system. *Poultry Science*, 78, 1675-1680.
38. Zakaria, A. H. & Omar, O. H. (2013). Egg laying pattern, egg weight, body weight at hatch and sex ratio bias relative to oviposition time of young- and mid-age broiler breeders. *Animal Reproduction Science*. 141, 80-85.
39. Zamani, P. (2012). *Statistical designs in animal sciences* (2<sup>nd</sup> Ed.). Bu-Ali Sina Univaersity Publications, Hamedan, Iran. (in Farsi)