14(2) 183-192, Summer 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effect of different levels of energy and protein on performance of Khazak hens at the first period of laying

Hossein Rezaee [1], Mahmoud Ghazaghi [1], Farzad Bagherzadeh Kasmani [1], Hadi Faraji Arough [2]*

[1] *Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran*
[2] *Department of Ostrich, Special Domestic Animals Institute, Research Institute of Zabol, Zabol, Iran*

Key Words
Egg mass
Feed intake
Native hen
Haugh unit
Egg weight

Abstract

Introduction: The diets of laying hens can vary depending on factors such as strain, production targets, age, and climatic conditions. Due to the limitations in basic studies in estimating the requirements of native birds, it is necessary to perform studies in this field, so that the requirements are commensurate with the climatic conditions of the region and the production rate. Therefore, the present study was conducted to investigate the effect of different levels of dietary energy and protein on production performance and egg quality in early laying of Khazak hens and to select the optimal levels of energy and protein at this stage of production.

Materials & Methods: In this study, 160 Khazak-laying hens aged 25 weeks were selected and in a completely randomized design as a factorial experiment with two levels of metabolizable energy (2700 and 2900 kcal ME/kg DM of diet) and two levels of crude protein (15% and 19%) with 4 replicates and 10 birds in each replication were fed for 90 days. Production yield and egg quality traits were measured during the experiment. Data were analyzed using the generalized linear model procedure and the means were compared using the Turkey's test.

Results: Energy level had a significant effect on laying percentage, egg mass, feed intake and feed conversion ratio, and protein level had a significant effect on feed intake and feed conversion ratio ($P<0.05$). Also, the interaction of energy and protein on all production traits except the average weight of eggs was significant ($P<0.05$), so that egg production percentage, egg mass increase and feed consumption and feed conversion ratio decreased with increasing energy and protein levels. Although the highest quality eggs were observed from hens that consumed the diet with the lowest energy and protein, but it was not significant compared to eggs produced by hens that consumed the diet with the highest energy and protein.

Conclusion: The results showed that diets containing 19% CP and 2900 kcal ME improved production and feed conversion ratio, and the quality of produced eggs did not differ significantly from diets containing low levels of energy and protein. Therefore, the diet with 19% CP and 2900 kcal ME is ideal for Khazak hens in the first period of laying hen.

* Corresponding Author's email: ghazagh207@yahoo.com
Received: 21 March 2022; Reviewed: 22 April 2022; Revised: 22 June 2022; Accepted: 24 July 2022
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.349517.2836

مقاله پژوهشی

اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر عملکرد مرغ‌های خزک در دوره اول تخم‌گذاری

حسین رضایی[۱]، محمود قزاقی[۱*]، فرزاد باقرزاده‌کاسمانی[۱]، هادی فرجی‌آروق[۲]

[۱] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
[۲] گروه پژوهشی شترمرغ، پژوهشکده دام‌های خاص، پژوهشگاه زابل، زابل، ایران

کلمات کلیدی

توده تخم
مصرف خوراک
مرغ بومی
واحد هاو
وزن تخم‌مرغ

چکیده

مقدمه: جیره‌های غذایی مرغ‌های تخم‌گذار می‌تواند بسته به عواملی مانند سویه، اهداف تولیدی، سن و شرایط آب و هوایی متفاوت باشد. به‌دلیل محدودیت در مطالعات پایه در زمینه برآورد نیازهای مرغان بومی، لازم است مطالعاتی در این زمینه انجام شود تا نیازها متناسب با شرایط آب و هوایی منطقه و میزان تولید باشد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد تولید و کیفیت تخم در اوایل تخم‌گذاری مرغ‌های خزک و انتخاب سطوح بهینه انرژی و پروتئین در این مرحله از تولید انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق ۱۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار خزک با سن ۲۵ هفته انتخاب و در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت آزمایش فاکتوریل با دو سطح انرژی قابل متابولیسم (۲۷۰۰ و ۲۹۰۰ کیلوکالری/کیلوگرم ماده خشک جیره) و دو سطح پروتئین خام (۱۵ و ۱۹ درصد) با ٤ تکرار و در هر تکرار ۱۰ پرنده در طول ۹۰ روز تغذیه شدند. صفات عملکرد تولیدی و کیفیت تخم‌مرغ تولیدی در طول دوره آزمایش اندازه‌گیری شد. داده‌های آزمایش با استفاده از رویه مدل خطی تعمیم یافته تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

نتایج: سطح انرژی بر درصد تخم‌گذاری، توده تخم، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی و سطح پروتئین بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی تأثیر معنی‌دار داشت ($P<۰/۰۵$). هم‌چنین اثر متقابل انرژی و پروتئین بر تمامی صفات عملکردی به استثنای میانگین وزن تخم‌مرغ تولیدی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) به‌طوری‌که با افزایش سطح انرژی و پروتئین درصد تولید تخم و توده تخم افزایش و مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی نشان داد. اگرچه بالاترین کیفیت تخم تولیدی در مرغ‌هایی مشاهده شد که با جیره‌های دارای پایین‌ترین سطح انرژی و پروتئین تغذیه شده بودند، اما نسبت به تخم تولید شده توسط مرغ‌هایی که با بالاترین سطح انرژی و پروتئین تغذیه شده بودند، معنی‌دار نبود.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که جیره حاوی ۱۹ درصد پروتئین و ۲۹۰۰ کیلوکالری انرژی موجب بهبود تولید و ضریب تبدیل غذایی مرغ خزک می‌شود بدون این‌که کیفیت تخم تولیدی آن‌ها تحت تأثیر قرار بگیرد. بنابراین جیره با سطح پروتئین ۱۹ درصد و انرژی ۲۹۰۰ کیلوکالری در دوره اول تخم‌گذاری مرغ خزک ایده آل است.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ghazagh207@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱ فروردین ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۲ اردیبهشت ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱ تیر ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۲ مرداد ۱۴۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.349517.2836

مقدمه

پرورش ماکیان بومی با روش‌های درست علمی و توجه به امکانات تولیدی آن در داخل کشور می‌تواند جوابگوی بخش زیادی از نیازهای پروتئینی کشور باشد. شناخت نیازهای تغذیه‌ای نژادهای بومی کشور یکی از راهکارهای موجود در این زمینه می‌باشد. استفاد از مرغان بومی جهت تولید تخم مرغ می‌تواند در جلوگیری از خروج ارز مؤثر بوده و علاوه بر این به‌دلیل سازگاری آن‌ها با شرایط آب و هوایی و مقاومت به بیماری‌های رایج در منطقه در بهره‌گیری مؤثر از منابع موجود کمک کند (۲۰). هم‌چنین مطلوبیت تخم‌مرغِ تولید شده توسط مرغان بومی از طرف مصرف‌کنندگان به‌دلیل درصد بالاتر زرده و کیفیت بهتر پوسته در آن‌ها، بیش‌تر می‌باشد (۴۱). در طی سال‌های گذشته، ترکیب جیره مرغ‌های تخم‌گذار تغییرات زیادی داشته است. به این دلیل که جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار تجاری می‌تواند بسته به عواملی مانند سویه مرغ تخم‌گذار، اهداف تولیدی، سن و شرایط آب و هوایی متفاوت باشد (۳۵). از آن‌جایی‌که یک مرغ تخم‌گذار از مواد مغذی موجود در جیره خود برای تولید تخم استفاده می‌کند، کیفیت و فرمول جیره برای یک تولیدکننده از اهمیت بالایی برخوردار است، به‌خصوص با توجه به این‌که ۶۵ تا ۷۵ درصد هزینه تولید تخم‌مرغ به‌دلیل هزینه‌های خوراک می‌باشد (۵). به‌همین دلیل، برای تولیدکنندگان مهم است که تعادلی بین تغذیه پرندگان خود بر اساس حداقل هزینه و تغذیه مقادیر مناسب از مواد مغذی در جیره غذایی پیدا کنند تا مرغ علاوه بر تامین احتیاجات خود بتواند سود قابل توجهی برای پرورش‌دهنده داشته باشد. این را می‌توان از طریق یک برنامه تغذیه فازبندی‌شده، شامل یک رژیم غذایی پیش از تخم‌گذاری، و جیره‌هایی با ترکیبات مختلف متناسب با سیکل‌های مختلف تخم‌گذاری مرغ انجام داد (۳۷). با توجه به این‌که نیاز غذایی مرغان بومی ایران کاملاً مشخص نیست و برای سهولت کار اغلب از جداول منتشر شده برای مرغان تجاری توسط انجمن ملی تحقیقات (NRC) استفاده می‌شود که ممکن است نتیجه مطلوبی از نطر تولید در برنداشته و باعث هدر رفتن منابع غذایی مفید شود، بنابراین لازم است مطالعاتی در زمینه برآورد نیازهای مرغان بومی متناسب با شرایط آب و هوایی منطقه و نرخ تولیدی انجام شود (۳). تولید تخم‌مرغ تحت تأثیر عوامل مختلف ازجمله عوامل محیطی، ژنتیکی و تغذیه‌ای قرار دارد که انرژی و پروتئین به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تغذیه‌ایِ موثر بر تولید تخم‌مرغ می‌باشند. ازدیاد و کمبودانرژی و پروتئین دارای عوارض زیادی خواهد بود. بالا رفتن انرژی جیره باعث افزایش ذخیره چربی و کاهش آن سبب مختل شدن اعمال حیاتی طیور می‌شود. از طرف دیگر افزایش بیش از حد انرژی موجب کاهش مصرف خوراک شده که خود آن می‌تواند باعث کمبود شدید پروتئین، اسیدهای آمینه، املاح معدنی و ویتامین‌ها شود (۲۰). کاهش پروتئین نیز سبب کاهش وزن و اندازه تخم‌مرغ شده و به دلیل ناکافی بودن پروتئین قادر به استفاده از انرژی جهت تولید تخم نشده و انرژی مازاد را به چربی تولید خواهد کرد (۲۱). در بررسی عملکرد مرغ‌های تخمگذار تجاری گزارش شد که جیره‌هایی با سطوح پایین پروتئین موجب کاهش تولید، مصرف خوراک و افزایش ضریب تبدیل خوراک نسبت به سطوح متوسط و بالای پروتئین می‌شود. هم‌چنین گزارش شده است که وزن تخم‌مرغ با افزایش سطح پروتئین به‌صورت خطی افزایش یافته اما تأثیر معنی‌داری بر کیفیت تخم نداشته است (۳۷). در تحقیقی دیگر بر روی مرغ‌های تخم‌گذار قهوه‌ای در اوایل دوره دوم تخم‌گذاری، کیفیت تخم و عملکرد مرغ‌ها، تحت تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی قرار نگرفت و سطوح پایین انرژی و پروتئین به‌عنوان سطوح مناسب معرفی شدند (۱۷). تولید تخم در مرغ‌های محلی پاکستانی (۱۸) و عربی (۳۹) نیز با افزایش سطوح پروتئین جیره افزایش نشان داد. افزایش سطوح انرژی جیره در مرغ‌های قهوه‌ای های‌لاین، موجب افزایش تولید تخم، توده تخم و کاهش مصرف خوراک، ضریب تبدیل، واحد هاو و درصد پوسته شد (۳۰). در مطالعه‌ای که اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر عملکرد تخم‌گذاری و کیفیت تخم‌مرغ مرغ‌های تخم‌گذار فنگدا (Fengda) موردبررسی قرار گرفت، با افزایش سطح انرژی جیره از ۲۶۵۰ به ۲۷۵۰ کیلوکالری، میزان مصرف خوراک روزانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. هم‌چنین تولید تخم و توده تخم در مرغ‌هایی که با جیره حاوی ۱۴/۵ و ۱۵ درصد پروتئین تغذیه می‌شدند، بالاتر از مرغ‌هایی بود که با جیره حاوی ۱۵/۵ درصد پروتئین تغذیه شدند (۷). باوجود تأثیر سطوح انرژی و پروتئین جیره بر مصرف خوراک، ضریب تبدیل و وزن تخم در مرغ‌های تخمگذار فوناب آلفا (FUNAAB alpha)، تولید تخم و توده تخم تحت تأثیر سطح انرژی جیره قرار نگرفتند (۳۴). در مطالعات مختلف، اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر عملکرد تولیدی مرغ‌های بومی تخم‌گذار مازندران (۲۲)، مرغ‌های بومی خراسان (۱۴) و مرغ‌های بومی فارس در مرحله اول و دوم تولید (۳) مورد بررسی قرار گرفتند و سطوح انرژی و پروتئین متفاوتی را به‌عنوان مناسب‌ترین سطح برای این مرغ‌ها در هر مرحله از تولید گزارش شد. مرغ خزک، مرغ بومی منطقه سیستان (زابل) می‌باشد که به‌دلیل داشتن پاهای کوتاه به‌نام خزک نامیده شده است. میانگین وزن جوجه‌های یک‌روزه در این پرنده ۲۶/۳۲ گرم بوده و در ۲۹ هفتگی، وزن خروس و مرغ‌ها به ترتیب ۱۱۹۷/۷۸ و ۹۸۰/۰۵ گرم می‌رسند. جوجه‌های ماده در هفته‌های اول نرخ رشد بالاتری نسبت به جوجه نر داشته اما از هفته سوم به بعد نرخ رشد در جوجه‌های نر بالاتر از ماده می‌باشد (۸).

براساس اطلاعات ثبت شده در پژوهشکده دام‌های خاص، سن بلوغ مرغ‌ها در ۱۹۵/۶ روزگی بوده و سالانه به‌طور میانگین ۱۲۰ تخم می‌گذارند. نظر به این‌که عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار صنعتی و بومی با مصرف جیره‌های حاوی سطوح مختلف انرژی و پروتئین متفاوت بیان شده است. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد تولید و کیفیت تخم در اوایل تخم‌گذاری مرغ‌های خزک و انتخاب سطوح بهینه سطح انرژی و پروتئین در این مرحله تولید انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مرکز پرورش مرغ خزک پژوهشکده دام‌های خاص دانشگاه زابل انجام شد. از گله موجود، تعداد ۱۶۰ قطعه نیمچه بومی هم‌سن (۲۳ هفتگی) انتخاب و به سالن آزمایش منتقل شد. بعد از احتساب یک دورهٔ عادت‌پذیری دو هفته‌ای پرندگان، آزمایش از سن ۲۵ هفتگی آغاز گردید و به‌مدت ۱۳ هفته به طول انجامید. مرغ‌ها در یک آزمایش فاکتوریل با دو سطح انرژی قابل متابولیسم (۲۷۰۰ و ۲۹۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم) و دو سطح پروتئین خام (۱۵ و ۱۹ درصد) و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و در هر تکرار ۱۰ پرنده تغذیه شدند. در طول دورهٔ آزمایش، مرغ‌ها آزادانه به آب و خوراک دسترسی داشتند و از یک برنامه نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی استفاده شد. ترکیب جیره‌های آزمایشی و موادمغذی آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. مصرف خوراک برای هر تکرار به‌صورت هفتگی با کم کردن خوراک باقی‌مانده در آخر هفته از خوراک منظور شده در ابتدای هفته، اندازه‌گیری شد. هم‌چنین تولید تخم به‌صورت روزانه از هر قفس جمع‌آوری و تعداد تخم گذاشته شده و وزن آن‌ها ثبت شد. درصد تولید تخم روز مرغ از تقسیم کل تعداد تخم‌های گذاشته شده بر کل تعداد مرغ‌های زنده محاسبه شد (۱۸). میانگین وزن تخم در هر دوره براساس کل وزن تخم‌های گذاشته شده بر تعداد کل تخم گذاشته شده برای هر تکرار به‌دست آمد. از حاصل‌ضرب تولید تخم و وزن تخم‌ها و نسبت مصرف خوراک به توده تخم به‌ترتیب توده تخم و ضریب تبدیل برای هر تکرار محاسبه شد. در اوایل، اواسط و اواخر آزمایش به‌صورت تصادفی از هر تکرار تیمارها سه تخم جمع‌آوری و برای بررسی صفات کیفی تخم استفاده شد. بعد از وزن کردن تخم‌ها، طول و عرض (برای محاسبه شاخص شکل تخم‌مرغ) آن‌ها با کولیس با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد سپس تخم‌ها را شکسته و وزن زرده، قطر زرده، ارتفاع زرده، ارتفاع سفیده، وزن سفیده، وزن پوسته و ضخامت پوسته ثبت شد. با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده واحد هاو براساس رابطه ۱ محاسبه شد (۹):

رابطه (۱): $H.U = 100 \log (H + 7.57 - 1.7\, w\, 0.37)$

که در رابطه ۱، واحد هاو با H.U، ارتفاع سفیده بر حسب میلی‌متر با H و وزن تخم برحسب گرم با w نشان داده شده است.

جدول ۱: ترکیب (درصد) و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

اجزاء خوراک	جیره‌ها			
	۱	۲	۳	۴
ذرت	۶۶/۹۲	۷۰/۸۴	۶۱/۹۴	۵۸/۸۵
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین خام)	۱۶/۴۲	۱۷/۷۳	۲۷/۱۸	۲۸/۱۷
سبوس گندم	۶/۴۴	–	۱/۳۰	–
دی‌کلسیم فسفات	۰/۵۸	۰/۶۶	۰/۵۵	۰/۵۸
کربنات کلسیم	۸/۰۴	۸/۰۱	۸/۰۰	۷/۹۸
بیکربنات سدیم	۰/۵۹	۰/۵۱	۰/۱۷	۰/۱۷
نمک	۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۳۰	۰/۳۰
مکمل معدنی[۱]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینه[۲]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی‌ال- متیونین	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۰۶
ال- لایزین	۰/۰۷	۰/۰۶	–	–
روغن	–	۱/۴۰	–	۳/۳۹
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/ کیلوگرم ماده خشک)	۲۷۰۰	۲۹۰۰	۲۷۰۰	۲۹۰۰
پروتئین خام (درصدی از ماده خشک)	۱۵	۱۵	۱۹	۱۹
لایزین (درصدی از ماده خشک)	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۹۴	۰/۹۶
متیونین (درصدی از ماده خشک)	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۳۸
متیونین+سیستئین(درصدی از ماده خشک)	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۳	۰/۶۳
کلسیم (درصدی از ماده خشک)	۳/۲۵	۳/۲۵	۳/۲۵	۳/۲۵
فسفرقابل‌دسترس(درصدی‌ازماده‌خشک)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵

[۱] مکمل معدنی شامل منگنز (از $MnSo_4.H_2O$)، ۶۵ mg؛ روی (از ZnO)، ۵۵ mg؛ آهن (از $FeSo_4.7H_2O$)، ۵۰ mg؛ مس (از $CuSO_4.5H_2O$)، ۸ mg؛ ید [از $Ca(IO_3)_2.H_2O$]، ۱/۸ mg؛ سلنیم، ۰/۳۰ mg؛ کبالت (Co_2O_3)، ۰/۲۰ mg؛ مولیبدن، ۰/۱۶ mg بود. [۲] مکمل ویتامینه شامل ویتامین A (از vitamin A acetate)، ۱۱۵۰۰ IU؛ کوله کلسیفرول، ۲۱۰۰ IU؛ ویتامین E (از DL-α-alpha-tocopheryl acetate)، ۲۲ IU؛ ویتامین B_{12}، ۰/۶۰ mg؛ ریبوفلاوین، ۴/۴ mg؛ نیکوتین‌آمید، ۴۰ mg؛ کلسیم پنتوتنات، ۳۵ mg؛ منادیون (منادیون دی‌متیل پیریمیدینول)، ۱/۵۰ mg؛ فولیک اسید، ۰/۸۰ mg؛ تیامین، ۳ mg؛ پیریدوکسین، ۱۰ mg؛ بیوتین، ۱ mg؛ کولین کلراید، ۵۶۰ mg؛ اتوکسی‌کوئین، ۱۲۵ mg بود.

برای اندازه‌گیری وزن پوسته، پس از شکستن، محتویات داخلی تخم تخلیه و پوسته کاملاً شستشو و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد و به‌وسیله ترازوی دیجیتالی وزن گردید. ضخامت پوسته نیز در سه نقطه قسمت پهن، باریک و وسط تخم اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها جهت تعیین ضخامت پوسته استفاده شد. شاخص زرده نیز با استفاده از نسبت ارتفاع زرده به قطر زرده محاسبه شد. برای تخمین استحکام پوسته نیز از معیار میلی‌گرم وزن پوسته به ازای هر سانتی‌متر از سطح آن استفاده شد. سطح پوسته تخم‌مرغ‌ها با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (۶):

رابطه (۲): $ss = 3.9782 * w^{0.7056}$

در رابطه ۲، w وزن تخم برحسب گرم و ss سطح پوسته برحسب سانتی‌مترمربع می‌باشد. وزن پوسته در واحد سطح برحسب میلی‌گرم در سانتی‌مترمربع با رابطه ۳ تعیین گردید:

رابطه (۳): $$\text{وزن پوسته در واحد سطح} = \frac{\text{وزن پوسته (گرم ملی)}}{\text{سطح پوسته (سانتی متر مربع)}}$$

پارامتر دیگری که برای تعیین ارزش کیفیت سفیده تخم استفاده می‌شود واحدی به نام کیفیت داخلی تخم (Internal egg quality) (IQU) بود که توسط رابطه ۴ محاسبه شد (۱۹):

رابطه(۴): $$IQU = 100\log\left(H + 4.18 - 0.8989w^{0.6674}\right)$$

در رابطه ۴، H ارتفاع سفیده برحسب میلی‌متر و w وزن تخم بر حسب گرم می‌باشد.

داده‌های حاصله پس از ثبت و ویرایش، به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ با استفاده از رویه مدل خطی تعمیم یافته (GLM) تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی با احتمال ۹۵ درصد انجام شد. از مدل آماری زیر (رابطه ۵) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد:

رابطه (۵): $$Yijk=\mu+Ai+Bj+(AB)ij+ eijk$$

که در مدل بالا، Yijk مقدار هر مشاهده، μ میانگین مشاهدات، Ai اثر سطح i از عامل A (دو سطح انرژی)، Bj اثر سطح j از عامل B (دو سطح پروتئین)، ABij اثر متقابل بین دو فاکتور A وB و eijk اثرات باقی‌مانده می‌باشد.

نتایج

جدول ۲، اثرات سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر عملکرد تولیدی مرغ خزک را نشان می‌دهد. سطوح انرژی تأثیر معنی‌داری (P<۰/۰۵) بر درصد تخمگذاری، ضریب تبدیل، مصرف خوراک و توده تخم داشت، ولی میانگین وزن تخم تحت تأثیر سطوح مختلف انرژی قرار نگرفت. افزایش سطح انرژی جیره موجب افزایش معنی‌دار درصد تخم‌گذاری، توده تخم، کاهش معنی‌دار مصرف و ضریب تبدیل خوراک شد. اگرچه میانگین وزن تخم برای پرندگانی که با سطح ۲۹۰۰ کیلوکالری تغذیه شده بودند، بالاتر از آن‌هایی بود که با جیره حاوی ۲۷۰۰ کیلوکالری انرژی دریافت کردند، اما این مقدار از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. افزایش در سطوح پروتئین جیره، اگرچه باعث کاهش معنی‌داری در مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی شد (P<۰/۰۵)، اما بر درصد تخمگذاری، توده تخم و میانگین وزن تخم‌مرغ نیز تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل سطوح انرژی و پروتئین بر تمامی صفات عملکردی به‌استثنای صفت میانگین وزن تخم از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵، جدول ۲). میانگین صفات عملکردی برای گروه‌های آزمایشی مختلف در جدول ۳ آورده شده است. کم‌ترین و بیش‌ترین درصد تخمگذاری به‌ترتیب برای جیره غذایی حاوی ۱۵درصد پروتئین و ۲۷۰۰ کیلوکالری انرژی و جیره غذایی حاوی ۱۹ درصد پروتئین و ۲۹۰۰ کیلوکالری انرژی بود که نسبت به هم اختلاف معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۵) اما نسبت به گروه‌های آزمایشی دوم (۱۵درصد پروتئین و ۲۹۰۰ کیلوکالری انرژی) و سوم (۱۷ درصد پروتئین و ۲۷۰۰ کیلوکالری انرژی) تفاوت معنی‌دار نشان نداد. مرغ‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۵ درصد پروتئین و ۲۷۰۰ کیلوکالری انرژی از لحاظ آماری مصرف خوراک بیش‌تری نسبت به سایر تیمارها داشتند. اگرچه با افزایش سطوح انرژی و پروتئین، مصرف خوراک روند کاهشی نشان داد اما این کاهش بین سه تیمار دیگر معنی‌دار نبود. دامنه ضریب تبدیل غذایی برای چهار تیمار مورد مطالعه بین ۳/۰۶ (جیره حاوی ۱۹ درصد پروتئین و ۲۹۰۰ کیلوکالری انرژی) و ۳/۲۱ (جیره غذایی حاوی ۱۵درصد پروتئین و ۲۷۰۰ کیلوکالری انرژی) متغیر بود که تنها تیمار چهارم نسبت به سایر تیمارهای مورد مطالعه از لحاظ ضریب تبدیل غذایی تفاوت معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). متوسط وزن تخم تحت تأثیر سطوح مختلف انرژی و پروتئین در جیره قرار نگرفت (جدول ۳) به‌طوری‌که متوسط وزن تخم در چهار تیمار تنها با تغییر اندک مشابه بود. مرغ‌های تغذیه شده با بالاترین سطوح انرژی و پروتئین (تیمار ۴) دارای بالاترین توده تخم نسبت به سایر تیمارها بودند، اگرچه نسبت به توده تخم‌مرغ‌های تغذیه شده با تیمارهای ۱ و ۲ اختلاف معنی‌داری نداشت اما نسبت به تیمار ۳ دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). جدول ۴، اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر شاخص‌های کیفیت تخم‌مرغ تولیدی را نشان می‌دهد. چنان‌چه مشاهده می‌شود افزایش سطح انرژی جیره تفاوت معنی‌داری را در اکثر صفات کیفیت تخم‌مرغ ایجاد نکرد. تنها درصد پوسته، واحد هاو و وزن واحد سطح پوسته بین دو سطح انرژی تفاوت معنی‌دار نشان دادند (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که با افزایش سطح انرژی درصد پوسته، واحد هاو و وزن واحد سطح پوسته کاهش یافت. مشابه سطح انرژی، سطوح پروتئین نیز اثر معنی‌داری بر بیش‌تر صفات کیفی تخم‌مرغ به استثنای ضخامت پوسته و شاخص زرده که با افزایش سطح پروتئین به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، نداشت (P<۰/۰۵). اثر متقابل انرژی و پروتئین بر صفات درصد پوسته، واحد هاو، شاخص کیفیت داخلی، شاخص زرده و وزن واحد سطح پوسته معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) اما بر سایر صفات کیفی تخم‌مرغ تولیدی اثر معنی‌دار نداشت. درصد پوسته تخم‌های تولید شده توسط مرغ‌هایی که جیره حاوی ۱۵ درصد پروتئین و ۲۷۰۰ کیلوکالری انرژی تغذیه شده بودند، نسبت به سایر پرندگانی که سایر جیره‌ها را استفاده کردند، بالاتر بود (جدول ۵). تیمار ۳ و ۴ نسبت به تیمار اول از لحاظ درصد پوسته تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما بین تیمار ۱ و ۲ از لحاظ

درصد پوسته تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (P<۰/۰۵). روند مشابه برای صفات واحد هاو، شاخص کیفیت داخلی و وزن واحد سطح پوسته نیز مشاهده شد، به‌طوری‌که بالاترین مقدار برای صفات ذکر شده، مربوط به تیمار ۱ بود که نسبت به تیمار ۲ تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵) اما نسبت به تیمار ۳ و ۴ تفاوت معنی‌دار نداشت. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار شاخص زرده به‌ترتیب مربوط به تخم‌مرغ‌های تولید شده از تیمار ۱ و ۳ بود که باهم تفاوت معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵) اما بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد.

جدول ۲: اثرات سطوح انرژی و پروتئین بر عملکرد تولید در مرغان تخمگذار خزک

صفات	سطح انرژی		P-value	سطح پروتئین		P-value	ME*CP	SEM
	۲۷۰۰	۲۹۰۰		۱۵	۱۹		P-value	
درصد تخمگذاری	۴۶/۶۰^{b}	۵۰/۱۰^{a}	۰/۰۰۰۱	۴۷/۸۰	۴۸/۹۰	۰/۱۲۰۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۱
ضریب تبدیل	۳/۲۴^{a}	۳/۱۶^{b}	۰/۰۱۱۹	۳/۲۴^{a}	۳/۱۶^{b}	۰/۰۱۱۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۵
مصرف خوراک (کیلوگرم)	۶/۳۶^{a}	۶/۰۹^{b}	۰/۰۰۳۵	۶/۳۹^{a}	۶/۰۶^{b}	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۶	۰/۱۵
متوسط وزن تخم‌مرغ (گرم)	۳۸/۷۷	۳۹/۵۶	۰/۰۸۹۴	۳۹/۰۵	۳۹/۲۸	۰/۵۹۱۰	۰/۱۹۶۱	۰/۸۵
توده تخم‌مرغ (گرم)	۱۸/۳۴^{a}	۱۹/۶۲^{a}	۰/۰۰۳۹	۱۸/۹۴	۱۹/۰۳	۰/۷۹۸۴	۰/۰۲۲۹	۰/۷۲

SEM: خطای معیار میانگین، a-b: حرف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۳: اثر متقابل انرژی و پروتئین بر عملکرد تولید در مرغان تخمگذار خزک

درصد پروتئین	۱۵		۱۹	
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/کیلوگرم ماده خشک جیره)	۲۷۰۰	۲۹۰۰	۲۷۰۰	۲۹۰۰
درصد تخمگذاری	۴۶/۱^{b}	۴۹/۵^{ab}	۴۷/۱^{ab}	۵۰/۶^{a}
ضریب تبدیل	۳/۲۱^{a}	۳/۲۷^{a}	۳/۲۶۸^{a}	۳/۰۶^{b}
مصرف خوراک کل دوره (کیلوگرم)	۶/۵۹^{a}	۶/۱۸^{b}	۶/۱۲۵^{b}	۵/۹۹^{b}
متوسط وزن تخم (گرم)	۳۸/۹۴	۳۹/۱۶	۳۸/۶۱	۳۹/۹۶
توده تخم‌مرغ (گرم)	۱۸/۴۸^{ab}	۱۹/۳۹^{ab}	۱۸/۲۰^{b}	۱۹/۸۵^{a}

SEM: خطای معیار میانگین، a-b: حرف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۴: اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر کیفیت تخم تولید شده توسط مرغان تخمگذار خزک

صفات	سطح انرژی		P-value	سطح پروتئین		P-value	ME*CP	SEM
	۲۷۰۰	۲۹۰۰		۱۵	۱۹		P-value	
وزن تخم‌مرغ (گرم)	۴۲/۷۵	۴۳/۱۳	۰/۷۰۲۹	۴۲/۶۲	۴۳/۲۵	۰/۵۳۱۲	۰/۳۰۳۸	۱/۹۴
ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۱۵۵۹	۰/۳۶^{a}	۰/۳۴^{b}	۰/۰۲۹۰	۰/۶۲۲۹	۰/۰۱
پوسته (درصد)	۱۲/۲۹^{a}	۱۱/۲۸^{b}	۰/۰۳۷۱	۱۲/۰۴	۱۱/۵۴	۰/۲۶۵۴	۰/۰۲۲۰	۰/۸۶
سفیده (درصد)	۵۳/۷۴	۵۵/۰۱	۰/۰۹۰۷	۵۳/۷۲	۵۵/۰۳	۰/۰۷۸۶	۰/۰۶۶۷	۱/۳۷
زرده (درصد)	۳۴/۱۵	۳۳/۸۴	۰/۴۹۱۵	۳۴/۴۶	۳۳/۵۳	۰/۰۵۱۱	۰/۸۳۲۰	۰/۸۵
قطر زرده (میلی‌متر)	۳۷/۱۲	۳۶/۸۵	۰/۵۰۶۱	۳۷/۰۵	۳۶/۹۲	۰/۷۳۲۲	۰/۱۰۴۳	۰/۷۶
شاخص شکل تخم‌مرغ	۷۴/۶۸	۷۳/۲۶	۰/۳۷۹۱	۷۴/۱۷	۷۳/۷۷	۰/۸۰۰۷	۰/۵۹۷۸	۳/۱۱
واحد هاو	۹۱/۴۰^{a}	۸۹/۱۱^{b}	۰/۰۲۲۳	۹۰/۱۱	۹۰/۴۰	۰/۷۴۱۷	۰/۰۰۳۴	۱/۷۴
شاخص کیفیت داخلی (IQU)(Internal Egg Quality)	۴۷/۸۲	۴۰/۸۰	۰/۰۹۳۴	۴۱/۹۷	۴۶/۶۶	۰/۲۴۶۸	۰/۰۳۲۵	۷/۷۱
شاخص زرده	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۴۷۰۲	۰/۳۸^{a}	۰/۳۶^{b}	۰/۰۰۶۵	۰/۰۲۴۵	۰/۰۱
وزن واحد سطح پوسته (میلی‌گرم/سانتی‌مترمربع)	۸۳/۳۴^{a}	۷۵/۸۱^{b}	۰/۰۳۸۲	۸۱/۷۹	۷۷/۳۶	۰/۱۹۶۲	۰/۰۱۸۸	۶/۴۷

SEM: خطای معیار میانگین، a-b: حرف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۵: اثر متقابل انرژی و پروتئین بر کیفیت تخم تولید شده توسط مرغان تخمگذار خزک

درصد پروتئین	۱۵		۱۹	
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری بر کیلوگرم)	۲۷۰۰	۲۹۰۰	۲۷۰۰	۲۹۰۰
وزن تخم‌مرغ (گرم)	۴۱/۹۱	۴۳/۳۳	۴۳/۵۸	۴۲/۹۲
ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۰/۳۵	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳۵
پوسته (درصد)	۱۳/۱۱^{a}	۱۰/۹۷^{b}	۱۱/۴۷^{ab}	۱۱/۶۰^{ab}
سفیده (درصد)	۵۲/۳۹	۵۵/۰۴	۵۵/۱۰	۵۴/۹۷
زرده (درصد)	۳۴/۶۵	۳۴/۲۶	۳۳/۶۴	۳۳/۴۳
قطر زرده (میلی‌متر)	۳۶/۸۵	۳۷/۲۶	۳۷/۳۸	۳۶/۴۵
شاخص شکل تخم‌مرغ	۷۴/۴۶	۷۳/۸۸	۷۴/۹۰	۷۲/۶۴
واحد هاو	۹۲/۸۴^{a}	۸۷/۳۸^{b}	۸۹/۹۶^{ab}	۹۰/۸۴^{ab}
شاخص کیفیت داخلی (Internal Egg Quality)(IQU)	۵۰/۱۳^{a}	۳۳/۸۰^{b}	۴۵/۵۱^{ab}	۴۷/۸۰^{ab}
شاخص زرده	۰/۳۹^{a}	۰/۳۸^{ab}	۰/۳۶^{b}	۰/۳۷^{ab}
وزن واحد سطح پوسته (میلی‌گرم/ سانتی‌متر مربع)	۸۹/۹۵^{a}	۷۳/۶۳^{b}	۷۶/۷۳^{ab}	۷۷/۹۹^{ab}

SEM: خطای معیار میانگین، a-b: حرف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

بحث

استفاده بهینه از پروتئین در هر سیستم تغذیه ضروری می‌باشد، زیرا مکمل‌های پروتئینی گران‌قیمت بوده و استفاده غیرضروری از آن‌ها هزینهٔ تولید را افزایش می‌دهد. تأمین خوراک بیش از نیازهای نگه‌داری برای بهبود بهره‌وری تولیدات طیور، ضروری است (۱۰). اگرچه Smith (۳۸) و شورای تحقیقات ملی (۲۶) استانداردهای تغذیه‌ای را برای جوجه‌ها توصیه کرده‌اند، اما به‌دلیل تفاوت‌های نژادی، زیست محیطی، نوع و کیفیت منابع خوراکی به‌طور کامل در مناطق گرمسیری نمی‌توان اعمال کرد. دمای بالای روزانه در نواحی گرمسیر ممکن است سبب تنش گرمایی شود و بر برخی از پیامدهای فیزیولوژیکی ازجمله مصرف خوراک، مصرف انرژی، پروتئین تاثیرگذار و درنتیجه منتج به کاهش تولید تخم گردد (۴). تولید تخم را در جوجه‌های محلی می‌توان، با افزایش سطوح پروتئین جیره افزایش داد. در مرغ‌های محلی تغذیه شده با جیره حاوی ۱۶-۱۷/۵ درصد پروتئین و ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی افزایش ۴۱ درصدی تولید روزانه تخم (۱۸) و با جیره ۱۸/۴ درصد پروتئین و ۲۷۵۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی افزایش ۵۸ درصدی تولید گزارش شده است (۱). در تحقیق حاضر نیز با جیره حاوی ۱۵ درصد پروتئین و ۲۹۰۰ کیلوکالری انرژی برای مرغ‌های خزک، درصد تخمگذاری ۴۹/۵ افزایش نشان داد (جدول ۳) که مشابه یافته‌های Khawajaa و همکاران (۱۸) بود. هم‌چنین در بررسی اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر عملکرد مرغ‌های تخمگذار در اوایل دوره دوم تخم‌گذاری، گزارش شده است که افزایش سطوح انرژی و پروتئین هیچ تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشته و سطوح پایین انرژی و پروتئین به عنوان سطوح ایده‌آل برای تولید گزارش شد (۱۷) که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد و متفاوت بودن دوره تخم‌گذاری موردِ مطالعه می‌تواند یکی از دلایل متفاوت بودن نتایج این دو مطالعه باشد. در تحقیق حاضر درصد تخمگذاری با افزایش سطح انرژی و پروتئین نشان داد (جدول ۳) که مشابه یافته‌های سایر تحقیقات (۲ و ۱۱) بود که تولید تخم مرغ بالاتر را با استفاده از سطوح انرژی و پروتئین بالاتر در مقایسه با جیره با انرژی و پروتئین کم‌تر نشان دادند. در بررسی اثرات سطوح انرژی و پروتئین بر مصرف خوراک مرغ‌های فایومی (Fayoumi) (۱۱) و های‌لاین (۲)، مشابه یافته‌های تحقیق حاضر، افزایش انرژی جیره در لگهورن سفید و مرغ‌های تخم‌گذار قهوه‌ای نیز موجب افزایش معنی‌دار در درصد تخمگذاری شد و مصرف خوراک تحت تأثیر سطوح انرژی و پروتئینِ جیره قرار گرفت (۳۰ و ۳۱) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. اگرچه در تحقیق حاضر بالاترین میزان مصرف خوراک در پرندگانِ تغذیه شده با جیره‌های دارای انرژی و پروتئین پایین مشاهده شد، اما در مقابل در گزارش دیگری، بالاترین میزان مصرف خوراک در مرغانِ تغذیه شده (فایومی و هایلاین) با جیره‌های دارای پروتئین بالا و انرژی کم گزارش شد (۳۰ و ۳۱). اگر چه مشابه تحقیق حاضر مصرف خوراک مرغ‌های تخم‌گذار فانوب به‌طور معنی‌داری در جیره‌هایی با انرژی و پروتئین بالا کم‌تر بود (۳۴) اما تولید تخم و توده تخم در مرغان تخم‌گذار فانوب تحت تأثیر انرژی جیره قرار نگرفت که با یافته‌های تحقیق حاضر مغایرت دارد. کاهش در مصرف خوراک با افزایش سطح انرژی در تحقیقات دیگر نیز گزارش شده است (۳۰ و ۴۰)، هرچند که در برخی گزارشات دیگر مصرف

خوراک تحت تأثیر سطح انرژی جیره قرار نگرفت (۱۲ و ۲۵). نتایج متفاوت یافته‌ها می‌تواند به‌دلیل متفاوت بودن میزان افزایش انرژی جیره، شرایط آزمایش و دوره‌های تخم‌گذاری مختلف باشد. سطوح بالای پروتئین و انرژی موجب افزایش معنی‌دار در وزن تخم‌مرغ در مرغ‌های فایومی (۱۱) و های‌لاین (۲) نیز شد و افزایش درصد آلبومین در نتیجه بالارفتن سطح پروتئین به‌عنوان دلیل افزایش وزن تخم‌مرغ گزارش گردید. اگرچه افزایش جزئی در میانگین وزن تخم‌ها با افزایش سطوح انرژی و پروتئین در تحقیق حاضر مشاهده شد اما تفاوت معنی‌دار بین تیمارها مشاهده نشد. در تحقیق دیگری که دو سطح انرژی و دو سطح پروتئین بر عملکرد مرغ‌های تخمگذار مورد بررسی قرار گرفت (۱۵)، افزایش معنی‌دار در وزن تخم با افزایش سطوح انرژی و پروتئین گزارش شد که مغایر با نتایج تحقیق حاضر بود. افزایش سطح انرژی باعث کاهش معنی‌دار در مصرف خوراک و عدم تاثیر در وزن تخم‌های مرغ فنگادا شد (۷) که مشابه یافته‌های تحقیق حاضر بود اما مخالف یافته‌های تحقیق حاضر ضریب تبدیل، تولید تخم و توده تخم تحت تأثیر انرژی جیره قرار نگرفت. هم‌چنین افزایش سطح پروتئین جیره موجب کاهش معنی‌دار در تولید تخم و توده تخم شد که مغایر با نتایج تحقیق حاضر بود. در مطالعه اثرات انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد تولیدی مرغ‌های های‌لاین، سطوح پروتئین بر تولید تخم، توده تخم، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک، وزن تخم‌مرغ و سطوح انرژی بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل تأثیر معنی‌دار داشت (۱۳) اما سطوح انرژی بر میانگین وزن تخم و درصد تخم‌گذاری معنی‌دار نبود که در برخی از پارامترها مشابه تحقیق حاضر و در برخی مخالف یافته‌های تحقیق حاضر بود. در بررسی اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر عملکرد تولیدی مرغ‌های بومی فارس، تأثیر معنی‌دار انرژی بر ضریب تبدیل و خوراک مصرفی گزارش شد اما درصد تخم‌گذاری و متوسط وزن تخم تحت تأثیر انرژی جیره قرار نگرفت (۳). نتایج تحقیق Hesabi Nameghi (۱۴) بر روی مرغ‌های بومی خراسان نشان داد که اثر سطوح مختلف پروتئین در ابتدای دوره تخم‌گذاری بر وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی معنی‌دار نبود و بیان کردند که میزان پروتئین خام جیره عامل مهم در وزن تخم‌مرغ نیست و فقط در شرایط حداقل پروتئینی وزن تخم‌مرغ‌های بومی کاهش می‌یابد. هم‌چنین، درصد تولید تخم و توده تخم در مرغ‌های بومی خراسان نیز تحت تاثیر پروتئین جیره قرار گرفت (۱۴) به‌طوری‌که با کاهش پروتئین جیره تولید تخم و توده تخم در مرغ‌های بومی خراسان روند کاهشی نشان دادند که مخالف یافته‌های تحقیق حاضر بود. اما مصرف خوراک و ضریب تبدیل مرغ‌های استان خراسان مشابه تحقیق حاضر با افزایش پروتئین جیره کاهشی معنی‌داری نشان دادند. ضریب تبدیل غذایی و وزن تخم در مرغان بومی مازندران تحت تاثیر سطوح انرژی قرار نگرفت اما مصرف خوراک و درصد تخم‌گذاری بین سطوح مختلف انرژی معنی‌دار بود. سطوح مختلف پروتئین تنها بر درصد تخم‌گذاری معنی‌دار بود و اثر متقابل انرژی و پروتئین بر هیچ‌یک از صفات عملکردی معنی‌دار گزارش نشد (۲۲) که در بسیاری از نتایج مخالف یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد. در رابطه با سازوگارهای کنترل مصرف خوراک اختلاف نظرهای زیادی وجود دارد. میزان انرژی و پروتئین جیره، وزن و حجم بدن در طیور همگی بر مصرف خوراک موثر می‌باشند (۱۴). در هنگام کاهش پروتئین جیره اشتها برای خوردن و به‌دست آوردن احتیاجات اسیدامینه افزایش می‌یابد که می‌تواند سبب افزایش مصرف خوراک می‌شود. بررسی‌های Robert و همکاران (۳۳) نشان داد که کاهش تولید گاز آمونیاک در اثر کاهش پروتئین جیره یکی از تئوری‌های دیگر برای افزایش مصرف خوراک می‌باشد زیرا تولید کم‌تر گاز آمونیاک در افزایش اشتهای حیوان نقش مهمی دارد. در تحقیق حاضر اگرچه بسیاری از شاخص‌های کیفیت تخم‌مرغ تحت تاثیر سطوح انرژی و پروتئین قرار نگرفت اما برخی از شاخص‌ها مانند پوسته، واحد هاو، شاخص زرده، کیفیت داخلی تخم، وزن واحد سطح پوسته تحت تاثیر اثرات متقابل انرژی و پروتئین قرار گرفت. در برخی گزارشات دیگر نیز سطوح انرژی و پروتئین اثر معنی‌داری بر کیفیت تخم تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار در اوایل دوره دوم تخم‌گذاری نشان نداد (۱۷). مشابه یافته‌های تحقیق حاضر (جدول ۵)، ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌های فائومی نیز تحت تأثیر سطوح انرژی و پروتئین قرار نگرفت (۱۱). اگرچه درصد پوسته تخم‌مرغ‌های فائومی تحت تأثیر سطوح انرژی و پروتئین قرار گرفت اما بالاترین درصد پوسته مربوط به جیره‌هایی با سطوح انرژی بالا گزارش شد که مخالف نتایج تحقیق حاضر بود. در تحقیق بر روی مرغ‌های فنگادا، واحد هاو و ارتفاع سفیده تخم‌مرغ تحت تأثیر انرژی جیره قرار نگرفت اما اثر معنی‌دار بر ضخامت پوسته نشان داد. هم‌چنین پروتئین جیره بر ارتفاع سفیده، واحد هاو و ضخامت پوسته تأثیر معنی‌داری نداشت (۷). هم‌چنین اثر متقابل انرژی و پروتئین بر ضخامت پوسته معنی‌دار اما بر ارتفاع سفیده و واحد هاو معنی‌دار نبود که مخالف نتایج تحقیق حاضر بود. واحد هاو و ارتفاع سفیده شاخص‌های مهمی در خصوص ویژگی‌های داخلی تخم‌مرغ برای اندازه‌گیری ویسکوزیته سفیده غلیظ است (۳۲). براساس محاسبه واحد هاو، ارتفاع سفیده معمولاً به واحد هاو تبدیل می‌شود. با این‌حال، واحد هاو نیز تحت تأثیر سن، سویه پرنده یا ذخیره تخم قرار می‌گیرد (۲۴). در مطالعات Junqueira و همکاران (۱۷) و Sehu و همکاران (۳۶) جیره‌هایی با سطوح مختلف انرژی و پروتئین را بر روی کیفیت تخم‌مرغ مقایسه شدند اما هیچ تأثیری بر واحدهای هاو گزارش نشد. تأثیر معنی‌دار پروتئین جیره بر اجزای پوسته تخم، وزن زرده و سفیده در تحقیق

بر روی مرغ‌های تخمگذار های‌لاین نیز گزارش شد (۱۳). Wu و همکاران بیان کردند که با افزایش انرژی جیره از ۲۷۲۰ به ۲۹۵۵ کیلوکالری، وزن‌زرده افزایش و واحد هاو کاهش نشان می‌دهد (۴۰). در تحقیق حاضر نیز افزایش سطح انرژی به‌طور معنی‌داری واحد هاو را کاهش داد. در تحقیق سطوح مختلف پروتئین بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار تجاری، کیفیت تخم از جمله درصد زرده، واحد هاو و وزن مخصوص تخم علی‌رغم متفاوت‌بودن پروتئین‌جیره یکسان بود (۳۷). Novak و همکاران گزارش کردند که درصد زرده تخم تولیدی متناسب با پروتئین جیره است که نشان می‌دهد اسیدهای آمینه مورد نیاز برای سنتز آلبومین (نیازهای تولید) ممکن است در کم‌ترین مقدار پروتئین محدود شود (۲۷). زرده تخم‌مرغ در کبد تولید می‌شود و تا زمان تخمک‌گذاری به‌طور مداوم در تخمک انباشته می‌شود و ممکن است با کاهش پروتئین جیره غذایی تحت تأثیر قرار نگیرد (۲۸، ۲۹). سطوح پروتئین و انرژی جیره بر ضخامت پوسته و درصد سفیده مرغ‌های تخم‌گذار لوهمن قهوه‌ای نیز معنی‌دار گزارش شد (۲۱). عواملی مانند ذخیره نمودن تخم‌مرغ، سویه پرنده، پریزی اجباری، مواد مغذی و سن پرنده می‌تواند بر کیفیت تخم‌مرغ تأثیرگذار باشد. با گذشت زمان pH سفیده می‌تواند تغییر و سبب تفاوت در برخی از ویژگی‌های پروتئین‌ها و کاهش واحد هاو شود (۱۶). در تحقیق Hesabi Nameghi بر روی کیفیت تخم‌مرغ تولیدی مرغ‌های بومی استان خراسان، تأثیر معنی‌داری از پروتئین جیره بر اجزای داخلی تخم گزارش نشد (۱۴). هم‌چنین در تحقیق دیگری که بر روی مرغ‌های بومی مازندارن انجام شد اثر سطوح انرژی و پروتئین جیره بر کیفیت تخم مرغ تولیدی (وزن زرده، شاخص زرده، وزن پوسته، ضخامت پوسته، شاخص شکل و واحد هاو) تأثیر معنی‌دار گزارش نشد(۲۲)اما Mohammadi Emarat و همکاران افزایش درصد محتویات و آلبومین تخم مرغ با افزایش سطح پروتئین جیره را گزارش کردند (۲۳). گزارش‌ها در مورد اثرات سطوح انرژی و پروتئین در تحقیقات متعدد متناقض می‌باشد، که ممکن است به‌دلیل تفاوت در شرایط آزمایشی،سویه‌ها، سن پرنده، دوره تخم‌گذاری و شاخص‌ارزیابی باشد. به‌طورکلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سطوح مختلف انرژی و پروتئین باعث بهبود صفات عملکردی تولید تخم‌مرغ در مرغ‌های خزک می‌شود اگرچه سطوح پایین انرژی و پروتئین از لحاظ برخی پارامترهای کیفیت تخم‌مرغ نسبت به سایر سطوح بالاانرژی و پروتئین بهتر بود اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نداشت. تیمار حاوی سطوح ۱۹ درصد پروتئین و ۲۹۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی به دلیل بهبودضریب تبدیل، افزایش تولید تخم و عدم اختلاف معنی‌دار با سطوح پایین انرژی و پروتئین از نظر شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ تولیدی، می‌تواند سطوح ایده‌آل برای دوره اول تخم‌گذاری مرغ‌های خزک پیشنهاد شود.

تشکر و قدردانی

از همکاری و مساعدت پژوهشکده دام‌های خاص دانشگاه زابل بابت اجرای این پژوهش صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. **Adrizal, A., Yusrizal, Y., Fakhri, S., Haris, W., Ali, E. and Angel, C.R., 2011**. Feeding native laying hens diets containing palm kernel meal with or without enzyme supplementations: 1. Feed conversion ratio and egg production. J Appl Poult Res. 20(1): 40-49. https://doi.org /10.3382/japr.2010-00196.
2. **Almeida, V.R., Dias, A.N., Bueno, C.F.D., Couto, F.A.P., Rodrigues, P.A., Nogueira, W.C.L. and Faria Filho, D.E., 2012**. Crude protein and metabolizable energy levels for layers reared in hot climates. Revista Brasileira de Ciência Avícola. 14(3): 203-208.
3. **Arab-Abousaadi, M., Rowghani, E. and Hassanzadeh, B., 2006**. Investigation on the effects of different levels of energy and energy to protein ratios on the performance of Fars native laying hens during the second phase of production. J Crop Prod Process. 10 (3):457-470. https:// doi.org/20.1001.1.22518517.1385.10.3.40.4. (In Persian)
4. **Barrett, N.W., Rowland, K., Schmidt, C.J., Lamont, S.J., Rothschild, M.F., Ashwell, C.M. and Persia, M.E., 2019**. Effects of acute and chronic heat stress on the performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens. Poult Sci. 98(12): 6684-6692. https://doi.org/10.3382/ps/pez541.
5. **Bell**, **D.D. and Weaver Jr, W.D., 2002.** Commercial Chicken Meat and Egg Production. 5th ed. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
6. **Courtis, J.A. and Wilson, G.C., 1990**. Egg quality handbook. Queensland Department of primary industries, Australia. 5-36.
7. **Ding, Y., Bu, X., Zhang, N., Li, L. and Zou, X., 2016**. Effects of metabolizable energy and crude protein levels on laying performance, egg quality and serum biochemical indices of Fengda-1 layers. Anim Nut. 2(2): 93-98. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.03.006.
8. **Faraji Arough, H.; Rokouei, M.; Maghsoudi, A. and Mehri, M., 2019**. Evaluation of non-linear growth curves models for native slow-growing Khazak chickens. Poult Sci J. 7(1): 25-32. https://doi.org/10.22069/psj.2019. 15535.1355.

egg production, quality, and components of Lohmann Brown laying hens. J Appl Poult Res. 22(1): 36-46. https://doi.org/10.3382/japr.2012-00568.

22. **Mehdizadeh, S. and Ebrahimi, S.R., 2016.** Effect of dietary energy and protein on performance of native laying hens of Mazandaran province. Anim Sci J. 29: 107-120. (In Persian)

23. **Mohammadi Emarat, H., Golian, A., Tahmasbi, A. and Kermanshahi, H., 2011**. Effect of dietary crude protein and methionine on egg production and egg quality of laying hens during phase II. Iran J Anim Sci Res. 3(3): 211-219. https://doi.org/10.22067/ijasr.v3i3.11294. (In Persian)

24. **Naber, E.C., 1979**. The effect of nutrition on the composition of eggs. Poult Sci. 58(3): 518-528. https://doi.org/10.3382/ps.0580518.

25. **Nahashon, S.N., Adefope, N. and Amenyenu, A., 2006**. Effect of varying metabolizable energy and crude protein concentrations in diets of Pearl Grey guinea fowl pullets: 1. Growth performance. Poult Sci. 85: 1847-1854. https://doi.org/10.1093/ps/85.10.1847.

26. **National Research Council (NRC). 2003**. Nutrient requirements of poultry.8th ed. National Academy press Washington, DC. 234 p.

27. **Novak, C.L., Yakout, H.M. and Remus, J., 2008.** Response to varying dietary energy and protein with or without enzyme supplementation on leghorn performance and economics. 2. Laying period. J Appl Poult Res. 17: 17-33. https://doi.org/10.3382/japr.2006-00126.

28. **Novak, C.L., Yakout, H.M. and Scheideler, S.E., 2006**. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid: Lysine ration on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. Poult Sci. 85: 2195-2206. https://doi.org/10.1093/ps/85.12.2195.

29. **Penz, A., Jr, M. and Jensen, L.S., 1991**. Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high- and low- protein diets on egg weight and components in laying hens. Poult Sci. 70: 2460-2466. https://doi.org/10.3382/ps.0702460.

30. **Pérez-Bonilla, A., Novoa, S., García, J., Mohiti-Asli, M., Frikha, M. and Mateos, G.G., 2012**. Effects of energy concentration of the diet on productive performance and egg quality of brown egg-laying hens differing in initial body weight. Poult Sci. 91(12): 3156-3166. https://doi.org/10.3382/ps.2012-02526.

31. **Rama Rao, S.V., Ravindran, V. and Srilatha, T., 2011**. Effect of dietary concentrations of energy, crude protein, lysine, and methionine on the performance of white leghorn layers in the tropics. J Appl Poult Res. 20(4): 528-541. https://doi.org/10.3382/japr.2011-00355.

32. **Roberts, J.R., 2004**. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. J Poult Sci. 41(3): 161-177. https://doi.org/10.2141/jpsa.41.161.

9. **Farkhoy, M., Khalighysigarody, T. and Niknafas, F., 1984**. Poultry breeding guide. Coasar Press, pp: 150-266.

10. **Food and Agricultural Organization of the united nation (FAO). 2004**. Small scale poultry production technical guide. Available at: http://www.fao.org/docrep/008/y5169e/y5169e00.HTM.

11. **Geleta, T. and Leta, S., 2015**. Effect of dietary energy and protein combination on egg production performance of Fayoumi chickens. Basic Res J Agr Sci Rev. 4(3): 89-93.

12. **Grobas, S.J., Mendez, J. and De Blas, C., 1999**. Influence of dietary energy, supplemental fat and linoleic acid concentration on performance of laying hens at two ages. Br Poult Sci. 40: 681-697. https://doi.org/10.1080/00071669987089.

13. **Gunawardana, P., Roland Sr, D.A. and 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. J Appl Poult Res. 17(4): 432-439. https://doi.org/10.3382/japr.2007-00085

14. **Hesabi Nameghi, A., 2011**. Effect of different levels of crude protein in native hen's performance of Khorasan station. Anim Scie J. 95: 13-20. (In Persian)

15. **Jain, D., Baghel, R.P.S., Nayak, S. and Khare, A., 2018**. Performance of laying birds offered diets containing different energy and protein levels with supplementary methionine and lysine. J Entom Zool Studies.6 (3): 1593-1595.

16. **Johnston, S.A. and Gous, R.M., 2007**. A mechanistic, stochastic, population model of egg production. British Poult Sci. 48(2): 224-232. https://doi.org/10.1080/00071660701227493.

17. **Junqueira, O.M., De Laurentiz, A.C., da Silva Filardi, R., Rodrigues, E.A. and Casartelli, E.M.C., 2006**. Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle. J Appl Poult Res. 15(1): 110-115. https://doi.org/10.1080/09712119.2012.672310.

18. **Khawaja, T., Khan, S.H., Mukhtar, N., Ali, M.A., Ahmed, T. and Ghafar, A., 2012**. Comparative study of growth performance, egg production, egg characteristics and haemato-biochemical parameters of Desi, Fayoumi and Rhode Island Red chicken. J Appl Anim Res. 40(4): 273-283. https://doi.org/10.1080/09712119.2012.672310.

19. **Kondaiah, N., Panda, B. and Singhal, R.A., 1983**. Internal egg quality measure for quail eggs. Indian J Anim Sc. 53: 1261-1264.

20. **Leeson, S. and Summers, J.D., 2009**. Commercial poultry nutrition. 3rd ed. Nottingham University Press, Nottingham, England. 413 p.

21. **Li, F., Zhang, L.M., Wu, X.H., Li, C.Y., Yang, X.J., Dong, Y., Lemme, A., Han, J.C. and Yao, J.H., 2013**. Effects of metabolizable energy and balanced protein on

33. **Roberts, S.A., Xin, H., Kerr, B.J., Russell, J.R. and Bregendahl. K., 2007**. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. Poult Sci. 86: 1716-1725. https://doi.org/10.1093/ps/86.8.1716.

34. **Saleh, B., Mbap, S.T., Kalla, D.J.U., Doma, U.D. and Duwa, H., 2017.** Effect of varying levels of dietary energy and protein on reproductive performance of FUNAAB-alpha hens. Livest Res Rur Dev. 29(3): 1-7.

35. **Schaible, P.J. and Patrick, H., 1980**. Poultry: Feed and Nutrition. 2nd ed. AVI Publishing Company Inc., Westport, CT.

36. **Sehu, A., Cengiz, O. and Cakir, S., 2005**. The effects of diets including different energy and protein levels on egg production and quality in quails. Indian Vet J. 82(12): 1291-1294.

37. **Shim, M.Y., Song, E., Billard, L., Aggrey, S.E., Pesti, G.M. and Sodsee, P., 2013**. Effects of balanced dietary protein levels on egg production and egg quality parameters of individual commercial layers. Poult Sci. 92(10):2687-2696.https://doi.org/10.3382/ps.2012-02569.

38. **Smith, J.A., 2001**. The tropical Agriculturalist. Poultry. Macmillan Education Ltd.

39. **Syafwan, S. and Noferdiman, N., 2020**. Requirements of energy and protein for Arabian hens during early egg production. Trop Anim Sci J. 43(4): 339-346.

40. **Wu, G., Bryant, M.M. and Voitle, R.A., 2005**. Effect of dietary energy on performance and egg composition of Bovans White and Dekalb White hens during phase 1. Poult Sci. 84(10): 1610-1615. https://doi.org/10.1093/ps/84.10.1610.

41. **Yami, A., 1995**. Poultry production in Ethiopia. World's Poult Sci J. 15: 197-201. https://doi.org/10.1079/WPS19950014.