تولیدات دامی
دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹
صفحه‌های ۱۱۶-۱۰۵

تأثیر تراکم مواد مغذی جیره پایانی و سن کشتار بر بازده ابقای انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی

مهدیه نیکبخت زاده[۱]، حیدر زرقی[۲*]، ابوالقاسم گلیان[۳]
۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۲۴

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر تراکم مواد مغذی جیره پایانی و سن کشتار بر بازده ابقای انرژی و پروتئین در جوجه‌های گوشتی انجام شد. تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه‌خروس ۲۳ روزه سویه کاب ۵۰۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل ۵×۲، با ۱۰ تیمار، شش تکرار و پنج قطعه در هر تکرار گروه‌بندی شدند. تیمارهای آزمایشی شامل تنظیم جیره پایانی با تراکم مواد مغذی معادل ۹۲/۵، ۹۵، ۹۷/۵، ۱۰۰ و ۱۰۲/۵ درصد پیشنهاد سویه و کشتار در سنین ۳۸ و ٤٦ روزگی بودند. با افزایش تراکم مواد مغذی جیره پایانی افزایش وزن بدن، بازده خوراک، بازده ابقای انرژی و پروتئین به‌طور خطی و معنی‌دار افزایش و احتیاج انرژی نگهداری به‌ازای افزایش واحد وزن بدن کاهش یافت (P<۰/۰۵). افزایش سن کشتار از ۳۸ روز به ٤٦ روز باعث بروز تأثیر منفی و معنی‌دار بر شاخص‌های فوق شد (P<۰/۰۵). پرندگان تغذیه‌شده با جیره پایانی با تراکم مواد مغذی ۹۷/۵ درصد پیشنهاد سویه بالاترین مقدار عددی مصرف خوراک باقی‌مانده را داشتند. سطح مطلوب مواد مغذی جیره پایانی جوجه‌های گوشتی به‌منظور بهینه‌سازی افزایش وزن بدن، بازده خوراک، بازده ابقای انرژی و پروتئین با استفاده از مدل رگرسیونی خط شکسته خطی به‌ترتیب ۱۰۱/۷، ۹۹/۲، ۹۷/۷ و ۹۹/۵ درصد پیشنهاد سویه برآورد شدند. مقادیر به‌دست‌آمده ۵/۵-۲/۳ درصد کم‌تر از مقادیر برآوردی توسط مدل خط شکسته درجه دو بودند. براساس نتایج این آزمایش، شاخص مصرف خوراک باقی‌مانده می‌تواند یک معیار مناسب برای سنجش بازده انرژی جیره باشد. تنظیم جیره پایانی جوجه‌های گوشتی با تراکم مواد مغذی کم‌تر از ۹۷/۵ درصد سطح پیشنهاد سویه مناسب نیست.

کلیدواژه‌ها: بازده انرژی، تراکم مواد مغذی، جوجه‌های گوشتی، سن کشتار، مدل‌های رگرسیونی، مصرف خوراک باقی‌مانده.

The effect of finisher diet nutrient density and slaughter age on energy and protein retention efficiency of broiler chickens

Mahdie Nikbakhtzade[1], Heydar Zarghi[2*], Abolghasem Golian[3]
1.Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2.Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3.Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
Received: September 17, 2019 Accepted: November 15, 2019

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of finisher diet nutrient density and slaughter age on energy and protein retention efficiency of broiler chickens. Three hundred 23-day-old Cobb-500 male broiler chickens were assigned in a 5×2 factorial arrangement of completely randomize design with 10 treatments, 6 replicates and 5 birds each. The experimental treatments included five nutrient levels of finisher diets (102.5, 100, 97.5, 95, and 92.5% levels of nutrient composition recommendations stated by the Cobb-500 Commercial Management Guide) and two slaughtered ages (38 and 46 days of age). As increased dietary nutrient density significantly and linearly increased weight gain, feed efficiency, energy and protein retention efficiency and decreased maintenance energy requirements per unit of weight gain (P<0.05). By increasing slaughter age from d38 to d46, above indices significantly deteriorated (P<0.05). The highest residual feed intake belonged to birds fed the finisher diet with 97.5% of strain recommendation nutrients level. Dietary nutrient density level for optimal weight gain, feed efficiency, and energy and protein retention efficiency by linear broken line models were estimated 101.7, 98.7, 97.7 and 99.5% of strain recommendation, respectively. Whereas, these values were 2.3-5.5 percent less than those estimated by the quadratic broken-line model. As a conclusion, residual feed intake methodology can be a viable alternative to measure dietary energy efficiency. Formulation broiler finisher diet with nutrients concentration lowers than 97.5% of strain recommendation is not suitable.

Keywords: Broiler chickens, energy efficiency, nutrient density, regression models, residual feed intake, slaughter age.

* نویسنده مسئول Email: h.zarghi@um.ac.ir

مقدمه

با توجه به این‌که هزینه خوراک بخش عمده هزینه‌های تولید را شامل می‌شود، یکی از اهداف مهم در مطالعات تغذیه‌ای روی جوجه‌های گوشتی کاهش هزینه‌های خوراک برای رسیدن به عملکرد مطلوب اقتصادی است [۹]. افزایش کارایی خوراک از راه کاهش دفع مواد مغذی می‌تواند علاوه بر بهبود عملکرد تولیدی، موجب کاهش دفع ازت شده که در راستای سیاست‌های کاهش آلودگی محیط زیست است [۳]؛ بنابراین، شناخت قابلیت دسترسی مواد مغذی جیره و تعریف دقیق از نیازهای پرنده دو کلید مهم در بهبود کارایی خوراک است [۱۱]. علاوه بر این افزایش پیوسته هزینه‌های خوراک و نگرانی از تأثیر منفی سیستم‌های پرورش متراکم طیور بر روی محیط‌زیست، کارشناسان دانش تغذیه را وادار ساخته تا همواره سطح انرژی و مواد مغذی موردنیاز در جیره طیور را برآورد نمایند [۲۵].

تراکم مواد مغذی جیره مصرفی یکی از عوامل تغذیه‌ای است که تأثیر قابل‌توجهی بر رشد و سلامتی جوجه‌های گوشتی دارد [۵]. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که جوجه‌های گوشتی میزان مصرف خوراک خود را با توجه به احتیاجات و تأمین انرژی تنظیم می‌کنند [۹، ١٤ و ۲۲]. در مقابل، برخی از پژوهش‌گران گزارش کرده‌اند که در جوجه-های گوشتی میزان مصرف خوراک کم‌تر تحت تأثیر سطح انرژی جیره بوده [۸] و سیری فیزیکی عامل اصلی تنظیم میزان مصرف خوراک است [١٦، ۲۰ و ۲۸]. گزارش شده است استفاده از جیره‌های با تراکم مواد مغذی پایین ممکن است بر روی بروز بهینه عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی تأثیر منفی داشته باشد [۲۱]. سطح تراکم مواد مغذی جیره مصرفی با تأثیر بر میزان رشد و سوخت‌وساز انرژی می‌تواند میزان احتیاجات انرژی برای نگهداری و رشد جوجه‌های گوشتی را تغییر دهد [۲۹]. معمولاً با کاهش دریافت مواد مغذی میزان انرژی دریافتی کاهش می‌یابد و لذا ابقای انرژی و سرعت رشد نیز کاهش می‌یابد؛ زیرا در پرندگان در حال رشد اولویت با انرژی نگهداری است و در صورت عدم تأمین نیاز نگهداری میزان افزایش وزن بدن کاهش می‌یابد [۱۵]. گزارش شده است تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های متراکم باعث بهبود عملکرد رشد می‌شود [۳۲].

عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر سایر فاکتورها ازجمله سن کشتار نیز واقع است [۱]. سن مناسب برای کشتار بستگی به این دارد که پرندگان به میانگین وزن زنده موردنظر با توجه به سلیقه مشتری رسیده باشند. این روند از طریق تمایل به بهبود عملکرد اقتصادی فرآیند تولید جوجه‌های گوشتی است که با توجه به تقاضای بازار مصرف برنامه‌ریزی می‌شود [۲۳]. از طرف دیگر، درصورتی‌که پرندگان در سنین جوان‌تر کشتار شوند، می‌توان تعداد چرخه‌های تولید سالیانه را افزایش داد و به این طریق بهره‌وری از سرمایه‌گذاری ثابت افزایش خواهد یافت [۱]. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر تراکم مواد مغذی جیره پایانی و سن کشتار بر بازده ابقای انرژی و پروتئین در جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش تعداد ٤۲۰ قطعه جوجه خروس گوشتی یک‌روزه سویه تجاری کاب ۵۰۰ تهیه شد. جوجه‌ها تا سن ۲۲ روزگی تحت شرایط یکسان مدیریتی و تغذیه‌ای پرورش یافتند. در سن ۲۳ روزگی از بین جوجه‌های پرورش‌یافته تعداد ۳۰۰ قطعه پرنده با بالاترین یکنواختی وزن، انتخاب (میانگین وزن ۱۱/۵۹± ٦۹۵ گرم) و به‌طور تصادفی بین ٦۰ قفس (٦۰×۵۰ سانتی‌متر، مجهز به آب-خوری پستانکی و دان‌خوری ناودانی) پنج قطعه‌ای تقسیم شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار با آرایش فاکتوریل ۵×۲ با پنج سطح تراکم انرژی و مواد مغذی جیره پایانی (۹۲/۵، ۹۵، ۹۷/۵، ۱۰۰ و ۱۰۲/۵ درصد سطح

پیشنهاد احتیاجات غذایی جوجه‌های گوشتی سویه کاب ۵۰۰ ویرایش ۲۰۱۳) و دو سن کشتار (۳۸ و یا ٤٦ روزگی) با شش تکرار و پنج قطعه پرنده در هر تکرار (قفس) انجام شد. قبل از شروع آزمایش ترکیب شیمیایی اقلام پایه (ذرت، کنجاله سویا و سبوس گندم) مورداستفاده در تنظیم جیره‌های مصرفی به‌روش طیف‌بینی مادون قرمز نزدیک انعکاسی (NIR) تعیین شدند. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار UFFDA براساس حداقل احتیاجات پیشنهادشده راهنمای کاب ۵۰۰ برای دوره سنی پایانی [۷] و ترکیب شیمیایی اقلام خوراکی حاصل از آزمایش NIR تنظیم شدند جدول(۱).

جدول ۱. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

مواد خوراکی[1] (درصد)	تراکم انرژی و مواد مغذی نسبت به پیشنهاد سویه کاب ۵۰۰ (درصد)				
	۹۲/۵	۹۵/۰	۹۷/۵	۱۰۰	۱۰۲/۵
دانه ذرت	٦٥/٢٨	٦٣/٦٢	٦١/٩٦	٦٠/٣٠	٥٨/٦٤
کنجاله سویا	٢٣/٦٠	٢٥/٣٥	٢٧/١١	٢٨/٨٨	٣٠/٦٣
سبوس گندم	٦/٨١	٥/٣٦	٣/٩١	٢/٤٥	١/٠٠
روغن سویا	١/٠٠	٢/٢٧	٣/٥٤	٤/٨١	٦/٠٨
سنگ‌آهک	٠/٧٩	٠/٨٠	٠/٨٠	٠/٨١	٠/٨٢
دی کلسیم فسفات	١/١٢	١/١٩	١/٢٦	١/٣٣	١/٤٠
نمک طعام	٠/٣٩	٠/٤٠	٠/٤١	٠/٤١	٠/٤٢
مکمل ویتامینه[2]	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥
مکمل مواد معدنی[3]	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥
دی ال- متیونین	٠/٢٣	٠/٢٤	٠/٢٥	٠/٢٦	٠/٢٧
ال-لیزین هیدرو کلراید	٠/١٩	٠/١٨	٠/١٧	٠/١٦	٠/١٥
ال-ترئونین	٠/٠٩	٠/٠٩	٠/٠٩	٠/٠٩	٠/٠٩
ترکیب مواد مغذی (اندازه‌گیری‌شده به‌روش NIR)					
انرژی قابل متابولیسم (کیلوگرم/ کیلوکالری)	٢٩٢٨	٣٠٠٧	٣٠٨٧	٣١٦٦	٣٢٤٦
پروتئین خام (درصد)	١٧/٥٧	١٨/٠٥	١٨/٥٢	١٩/٠٠	١٩/٤٧
کلسیم (درصد)	٠/٧٠	٠/٧٢	٠/٧٤	٠/٧٦	٠/٧٨
فسفر قابل‌دسترس (درصد)	٠/٣٥	٠/٣٦	٠/٣٧	٠/٣٨	٠/٣٩
سدیم (درصد)	٠/١٨	٠/١٨	٠/١٩	٠/١٩	٠/٢٠
لیزین (درصد)	٠/٩٢	٠/٩٥	٠/٩٧	١/٠٠	١/٠٣
متیونین (درصد)	٠/٤٧	٠/٤٩	٠/٥	٠/٥٢	٠/٥٣
متیونین + سیستین (درصد)	٠/٧٢	٠/٧٤	٠/٧٦	٠/٧٨	٠/٨
ترئونین (درصد)	٠/٦٣	٠/٦٥	٠/٦٧	٠/٦٨	٠/٧

۱. میزان انرژی قابل متابولیسم و پروتئین خام ذرت، ۳۳۳۰ کیلوکالری در کیلوگرم و ۷/۸ درصد؛ کنجاله سویا، ۲۳٤۳ کیلوکالری در کیلوگرم و ٤٦/٨٦ درصد؛ سبوس گندم، ۱۳۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم و ١٤/٨ درصد و روغن سویا ۸۸۲۰ کیلوکالری در کیلوگرم بود.

۲. مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A (رتینول)، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D3 (کوله کلسیفرول)۲۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E (دی- ال- آلفا توکوفرول استات)، ۱۸ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K_3 (منادیون)، ۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12} (سیانوکوبالامین)، ۰/۰۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B_1 (تیامین)، ۱/۸ میلی‌گرم؛ ویتامین B_2 (ریبوفلاوین)؛ ٦/٦ میلی‌گرم؛ ویتامین B_3 (نیاسین)، ۱۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_9 (اسید فولیک)، ۰/۱ میلی‌گرم؛ ویتامین H (بیوتین)، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B_6 (پیریدوکسین)، ۳ میلی‌گرم؛ ویتامین B_5 (اسید پانتوتنیک)، ۳۰ میلی‌گرم؛ کولین‌کلراید، ۵۰ میلی‌گرم.

۳. مکمل مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: روی، ۸٤/۷ میلی‌گرم؛ منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ مس، ۱۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰۰ میلی‌گرم.

در طول دوره آزمایش مصرف خوراک هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شد. جوجه‌های هر قفس در شروع (۲۳ روزگی) و انتهای دوره پایانی (۳۸ و یا ٤٦ روزگی) به‌صورت گروهی توزین شدند. به‌منظور حداقل‌کردن خطای حاصل از وزن محتویات دستگاه گوارش چهار ساعت قبل از وزن‌کشی به جوجه‌ها گرسنگی داده شد. رشد به‌صورت میزان افزایش وزن روزانه به‌ازای هر قطعه پرنده در طول دوره آزمایش محاسبه شد. میزان مصرف خوراک هر قفس از کسر میزان خوراک باقی‌مانده در پایان دوره از مجموع خوراک داده‌شده در طول دوره محاسبه شد. بازده خوراک از تقسیم افزایش وزن بدن بر میزان مصرف خوراک ضرب‌در ۱۰۰ محاسبه شد. میزان انرژی متابولیسمی و پروتئین خام دریافتی هر قطعه پرنده در طول دوره آزمایش با ضرب میزان مصرف خوراک در میزان انرژی قابل متابولیسم و یا پروتئین خام جیره‌های آزمایشی محاسبه شدند.

با استفاده از معادلات پیشنهادی محتوای چربی رابطه (۱) و پروتئین افزایش وزن بدن رابطه (۲) برآورد شد. میزان انرژی ذخیره‌شده از حاصل‌ضرب گرم افزایش وزن بدن در محتوای چربی و پروتئین بدن و مقدار انرژی ذخیره‌ای چربی (۹/۱۳ کیلوکالری به‌ازای هر گرم چربی) و انرزی ذخیره‌ای پروتئین (٥/٦٤ کیلوکالری به‌ازای هر گرم پروتئین) به‌دست آمد. بازده ابقای انرژی و پروتئین از تقسیم میزان انرژی و پروتئین ذخیره‌شده به میزان انرژی و پروتئین مصرفی محاسبه شد. میزان احتیاجات انرژی متابولیسمی نگهداری با استفاده از رابطه تابعیت بین متوسط وزن متابولیکی رابطه (۳) و احتیاجات انرژی متابولیسمی رشد با استفاده از معادلات پیشنهادی تابعیت بین میزان افزایش وزن، محتوای چربی و پروتئین بدن رابطه (٤) محاسبه شد. میزان احتیاجات انرژی به‌ازای هر واحد افزایش وزن از تقسیم میزان احتیاجات انرژی به میزان افزایش وزن بدن محاسبه شد [٦]. میزان مصرف خوراک مورد انتظار از تقسیم میزان احتیاجات انرژی بر میزان انرژی قابل متابولیسم جیره‌های آزمایشی برآورد شد. میزان مصرف خوراک باقی‌مانده (Residual feed intake) از کسر میزان مصرف خوراک مورد انتظار (برآوردشده) از میزان مصرف خوراک واقعی (مشاهده‌شده) به‌دست آمد [۳۷].

$$FCG = \frac{12.3[0.025+0.137(BW_{initial}^{0.418} + BW_{final}^{0.418})/2]}{e^{(-1.082\ CP_{diet} / AME_{n\ diet} - 2.09 \times PE)}} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$PCG = 0.179 + 0.00169\ Mean\ age \times (1- FCG) \quad \text{(رابطه ۲)}$$

$$MER_{main} = 0.680 \times (BW_{initial}^{0.643} + BW_{final}^{0.643})/2 \quad \text{(رابطه ۳)}$$

$$MER_{gain} = (0.03288 \times PCG \times WG) + (0.04372 \times FCG \times WG) \quad \text{(رابطه ٤)}$$

در این رابطه‌ها، FCG، محتوای چربی افزایش وزن بدن؛ $BW_{initial}$، وزن در شروع آزمایش؛ BW_{final}، وزن در پایان آزمایش؛ CP_{diet}، پروتئین خام جیره؛ $AME_{n\ diet}$، انرژی متابولیسمی تصحیح‌شده برای ازت جیره مصرفی؛ PE، بازده ابقای پروتئین؛ PCG، محتوای پروتئین افزایش وزن بدن؛ Mean age، متوسط سن پرندگان (۳۰/٥ و ۳٤/٥ برای کشتار ۳۸ روزگی و ٤٦ روزگی)؛ MER_{mai}، احتیاجات انرژی نگهداری، WG، افزایش وزن؛ MER_{gain}، احتیاجات انرژی رشد.

داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و رویه‌ی مدل عمومی خطی رابطه (٥) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون توکی- کرامر در سطح پنج درصد مقایسه شدند [۳۰]. تجزیه رگرسیون خطی و توان دوم اثر تراکم مواد مغذی جیره پایانی برای کلیه مشاهدات انجام شد [۳٤]. مدل

رگرسیونی خط شکسته خطی رابطه (٦) و خط شکسته درجه‌دو رابطه (٧) برای تخمین سطح مطلوب تراکم مواد مغذی جیره پایانی نسبت به پیشنهاد سویه برای بروز بهینه افزایش وزن روزانه، بازده خوراک، بازده ابقای انرژی و پروتئین با استفاده از رویه NLIN نرم‌افزار SAS (نسخه ٩/١) برازش شد [٢٦]. به‌منظور تعیین مناسب‌ترین مدل برازش‌شده از ضریب تعیین رابطه (٨) و میانگین قدر مطلق اختلاف مقدار برآورد شده با مقدار مشاهده‌شده رابطه (٩) استفاده شد [٣٤].

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \text{(رابطه ٥)}$$

$$Y = L + U(R-X) \quad \text{(رابطه ٦)}$$

for $X<R$ or $Y=L$ for $X \geq R$

$$Y = L + U(R-X)\,(R-X) \quad \text{(رابطه ٧)}$$

for $X<R$ or $Y=L$ for $X \geq R$

$$R^2 = (SST-SSE)/SST \quad \text{(رابطه ٨)}$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum|x_i - y_i| \quad \text{(رابطه ٩)}$$

در این رابطه‌ها، Y_{ijk}، مقدار صفت موردنظر؛ μ، میانگین کل؛ α، اثر تراکم مواد مغذی جیره؛ β_j، اثر سن کشتار؛ $(\alpha\beta)_{ij}$، اثر متقابل تراکم مواد مغذی با سن کشتار و ε_{ijk}، خطای آزمایش؛ Y، پاسخ؛ L، حداکثر پاسخ؛ R، مقدار نیاز؛ X، سطح تراکم مواد مغذی جیره‌های آزمایشی و U، پارامترهای تخمین‌زده‌شده مدل‌ها؛ R^2، ضریب تعیین؛ SST، مجموع مربعات کل؛ SSE، مجموع مربعات خطا؛ MAE، میانگین قدر مطلق اختلاف مقدار برآوردشده با مقدار مشاهده‌شده؛ n، تعداد مشاهده؛ x_i، مقادیر خروجی واقعی (مشاهده) و y_i، مقادیر خروجی توسط مدل هستند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به اثر تراکم مواد مغذی جیره پایانی و سن کشتار بر شاخص‌های عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی در جدول (٢) گزارش شده است. اثر تراکم مواد مغذی جیره پایانی بر میزان مصرف خوراک معنی‌دار نبود. با افزایش تراکم مواد مغذی جیره پایانی افزایش وزن روزانه (روز/ پرنده/ گرم) و بازده خوراک به‌طور خطی و معنی‌دار افزایش یافتند ($P<0/01$). با افزایش سن کشتار از ٣٨ روز به ٤٦ روز، افزایش وزن روزانه و بازده خوراک به طور معنی‌دار کاهش یافتند ($P<0/05$). متوسط افزایش وزن روزانه جوجه-های گوشتی در دوره سنی ٣٨-٢٣ روزگی نسبت به دوره سنی ٤٦-٢٣ روزگی به میزان ٦/٥ درصد بیش‌تر بود (٨٩/٩ گرم در مقایسه با ٨٤/٤ گرم در روز). اثر متقابل تراکم مواد مغذی جیره پایانی با سن کشتار بر روی شاخص‌های عملکرد تولیدی معنی‌دار نبود. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی قادر نیستند مطابق با رقیق‌شدن جیره میزان مصرف خوراک خود را افزایش دهند. مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش گزارش شده است؛ در جوجه‌های گوشتی حجم دستگاه گوارش عامل اصلی محدودکننده میزان مصرف خوراک است، بنابراین جوجه‌های گوشتی تا حد پرشدن دستگاه گوارش (سیری فیزیکی) خوراک مصرف می‌کنند [١٦، ١٧، ٢٠ و ٢٨]. در صورت تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های رقیق به‌دلیل محدودیت حجم دستگاه گوارش پرنده قادر به تأمین احتیاجات انرژی و مواد مغذی از طریق افزایش خوراک نیست [١٠ و ١٣]. عدم توانایی جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های رقیق در افزایش میزان مصرف خوراک به نسبت رقیق‌شدن جیره به‌منظور تأمین احتیاجات انرژی و مواد مغذی منجر به نامطلوب‌شدن شاخص‌های عملکردی می‌شود [١٢]. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان داد با افزایش تراکم مواد مغذی جیره پایانی، افزایش وزن روزانه و بازده خوراک به‌طور خطی و معنی‌دار بهبود یافته است ($P<0/001$). نتایج به‌دست‌آمده با گزارش پژوهش‌گران مبنی بر این‌که نرخ رشد بالاتر وابسته به نسبت بالای تراکم مواد مغذی جیره است مطابقت دارد [١٩ و ٣٢].

جدول ۲. اثر تراکم مواد مغذی جیره پایانی و سن کشتار بر عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی

	وزن بدن در شروع آزمایش (پرنده/ گرم)	وزن بدن در پایان آزمایش (پرنده/ گرم)	افزایش وزن بدن (روز/ پرنده/ گرم)	مصرف خوراک (روز/ پرنده/ گرم)	بازده خوراک
تراکم مواد مغذی جیره پایانی نسبت به پیشنهاد سویه (درصد)					
۹۲/۵	٦۹٦	۲۲۸۸^{d}	۸۰/۱^{d}	۱٤۲/۳	٥٦/٤^{d}
۹۵	٦۹۹	۲۳۷۲^{c}	۸٤/۰^{c}	۱٤۱/۰	٥۹/٦^{c}
۹۷/۵	٦۹۱	۲٤٦۳^{b}	۸۹/۰^{b}	۱٤۱/٥	٦۲/۹^{b}
۱۰۰	٦۹۷	۲٤۷۷^{ab}	۸۹/۷^{b}	۱٤۰/۸	٦۳/۸^{b}
۱۰۲/۵	٦۹٥	۲٥٤٤^{a}	۹۳/۰^{a}	۱٤۰/٤	٦٦/۲^{a}
SEM	۳/۳۷۷	۲٤/۸۰۲	۱/۰۷٥	۱/۱۸٥	۰/٦۰۰
سن کشتار (روز)					
۳۸	٦۹٥	۲۱۷۸^{b}	۸۹/۹^{a}	۱۳۸/۲^{b}	٦٥/۱^{a}
٤٦	٦۹٥	۲٦۸۰^{a}	۸٤/٤^{b}	۱٤٤/۳^{a}	٥۸/٥^{b}
SEM	۲/۲۲۰	۱٥/٥۷٦	۰/٦۷۸	۰/۷٤۹	۰/٤۰۰
P-Value					
تراکم مواد مغذی	۰/٥۷۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۸۳۳	۰/۰۰۱
سن کشتار	۰/۹۹۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
اثر متقابل	۰/۹۹۰	۰/٥۳۳	۰/٦۸٤	۰/۹۸۳	۰/٤۳٤
پاسخ به سطح تراکم مواد مغذی جیره پایانی					
خطی	۰/٦۷٤	۰/۰۱٥	۰/۰۰۱	۰/۳۹٦	۰/۰۰۱
درجه‌دو	۰/۷۸۳	۰/۷۰۲	۰/۲۸٤	۰/۹۱٤	۰/۳۷٤

a-c: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون برای هر اثر (اصلی و متقابل) معنی‌دار است (P<۰/۰٥).

نتایج این آزمایش نشان داد با افزایش سن کشتار از ۳۸ روز به ٤٦ روز رشد روزانه به میزان ٦/۱۲ درصد کاهش یافت (۸۹/۹ گرم در روز برای پرندگان کشتارشده در سن ۳۸ روزگی در مقایسه با ۸٤/٤ گرم در روز برای پرندگان کشتارشده در سن ٤٦ روزگی). مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه بیش‌ترین میزان افزایش وزن روزانه در جوجه‌های گوشتی جنس ماده در دامنه سنی ۲۸-۲۱ روزگی و در جنس نر در دامنه ۳٥-۲۸ روزگی گزارش شده است [۱۸]. بازده خوراک دوره پایانی در پرندگان کشتارشده در سن ۳۸ روزگی ۰/٦٦۹ بود که با افزایش سن کشتار به ٤٦ روزگی به ۰/٥۷۱ کاهش یافته است (۱٤/٦٥ درصد کاهش نسبت به سطح پایه). این نتایج با یافته‌های سایر پژوهش‌گران مطابقت دارد [۲ و ۳٦]. نتیجه یک مطالعه میزان کاهش بازده خوراک را ۲/۱ درصد به‌ازای هرروز افزایش سن کشتار تعیین نمود [۳۱].

نتایج مربوط به اثر تراکم مواد مغذی جیره پایانی و سن کشتار بر محتوای رشد (چربی و پروتئین)، انرژی متابولیسمی و پروتئین دریافتی، انرژی و پروتئین ابقاشده و بازده ابقای انرژی و پروتئین در جدول (۳) گزارش شده است. با بررسی نتایج مشاهده می‌شود با افزایش تراکم مواد مغذی جیره پایانی بازده ابقای انرژی و پروتئین به‌طور خطی افزایش یافته است (P<۰/۰٥). به‌طوری‌که در پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های پایانی با تراکم مواد مغذی در سطوح ۹۷/۵، ۱۰۰ و ۱۰۲/۵ درصد نسبت به مقدار پیشنهاد سویه بازده ابقای انرژی و پروتئین به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های

رقیق‌تر (۹۵ و ۹۲/۵ درصد) بودند. با افزایش سن کشتار از ۳۸ روزگی به ٤٦ روزگی بازده ابقای انرژی و پروتئین به‌طور معنی‌دار کاهش یافت (P<۰/۰۰۱). بهبود بازده ابقای انرژی و پروتئین با افزایش تراکم مواد مغذی جیره پایانی تحت تأثیر بهبود رشد و بازده خوراک در پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های متراکم واقع است، به‌طوری‌که باعث افزایش سهم انرژی و پروتئین ذخیره‌شده به انرژی و پروتئین دریافتی شده است [٤ و ٢٤]. به‌علاوه بهبود بازده ابقای انرژی با افزایش تراکم مواد مغذی جیره پایانی می‌تواند نتیجه کاهش فعالیت فیزیکی و متابولیکی اندام‌های داخلی بدن به‌خصوص دستگاه گوارش و نهایتاً کاهش احتیاجات نگهداری باشد [۳۸]. بازده ابقای انرژی و پروتئین در پرندگان کشتارشده در سن ۳۸ روزگی به‌ترتیب ٤۹/۳۳ و ۷۳/۱٤ درصد بود که نسبت به مقادیر به‌دست‌آمده برای پرندگان کشتارشده در سن ٤٦ روزگی به مقدار ۸/۱٦ درصد (بازده ابقای انرژی) و ۲۰/۵۵ درصد (بازده ابقای پروتئین) بیش‌تر است. مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، گزارش شده است که با افزایش سن جوجه‌های گوشتی به بالاتر از ٤۲ روزگی بازده ذخیره پروتئین و چربی در بدن کاهش می‌یابد [۲۹].

جدول ۳. اثر تراکم مواد مغذی جیره پایانی و سن کشتار بر بازده ابقای انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی

	محتوای رشد (درصد)		انرژی (پرنده/ کیلوکالری)		پروتئین (پرنده/ گرم)		بازده ابقا (درصد)	
	چربی[1]	پروتئین[2]	دریافتی	ابقاء شده	دریافتی	ابقاء شده	انرژی[3]	پروتئین[4]
تراکم مواد مغذی جیره پایانی نسبت به پیشنهاد سویه (درصد)								
۹۲/۵	۱۳/۸۰	۱۹/۸۳	۸۳۷٤^{c}	۳۸۳۳^{d}	۵۰۲^{c}	۳۱۵^{c}	٤٦/۲٤^{c}	٦٤/۲۱^{b}
۹۵	۱۳/٦۳	۱۹/۹۱	۸۵۲۲^{c}	۳۹۸٤^{c}	۵۱۲^{c}	۳۳۳^{ab}	٤۷/۱۲^{b}	٦٦/۳۰^{ab}
۹۷/۵	۱۳/۳۳	۱۹/۹۸	۸۷۷۰^{b}	٤۱۷۵^{b}	۵۲٦^{b}	۳۵٤^{a}	٤۷/۹٤^{ab}	٦۸/۳۵^{a}
۱۰۰	۱۳/٦۰	۱۹/۹۲	۸۹۵۵^{ab}	٤۲۳۷^{b}	۵۳۷^{ab}	۳۵٤^{a}	٤۷/۷۸^{ab}	٦۷/٤۵^{a}
۱۰۲/۵	۱۳/٤۹	۱۹/۹۵	۹۱۵٦^{a}	٤۳۸۳^{a}	۵٤۹^{a}	۳٦۸^{a}	٤۸/۲۷^{a}	٦۸/٤٤^{a}
SEM	۰/۱۵۷	۰/۰۳٦	۷٤/۷۰۱	٤٦/۵۰۱	٤/٤۹۳	۵/۰۹٦	۰/۲٦۸	۰/۷۵۷
سن کشتار (روز)								
۳۸	۱۲/٤۰^{b}	۲۰/۲۰^{a}	٦۸۲۳^{b}	۳۳٦۷^{b}	٤۰۹^{b}	۳۰۰^{b}	٤۹/۳۳^{a}	۷۳/۱٤^{a}
٤٦	۱٤/۸۲^{a}	۱۹/٦٤^{b}	۱۰٦۸۸^{a}	٤۸۷۷^{a}	٦٤۱^{a}	۳۹۰^{a}	٤۵/٦۱^{b}	٦۰/۷٦^{b}
SEM	۰/۰۹۹	۰/۰۲۳	٤۷/۲٤۵	۲۹/٤۰۹	۲/۸٤۲	۳/۲۲۳	۰/۱٦۹	۰/٤۷۹
P-Value								
تراکم مواد مغذی	۰/۰٦۵	۰/۰۷۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
سن کشتار	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
اثر متقابل	۰/٤۷۸	۰/٤۱۸	۰/٦٦۸	۰/٤۹۵	۰/٦۷٤	۰/٤۸٦	۰/٤۹۱	۰/٤۹۵
پاسخ به سطح تراکم مواد مغذی جیره پایانی								
خطی	۰/٤۰۸	۰/٤۰۷	۰/۲۷٤	۰/۰٦۳	۰/۲۷۵	۰/۰۰٦	۰/۰۱۷	۰/۰۳۰
درجه‌دو	۰/٤۷۷	۰/٤۸۸	۰/۹۸٤	۰/۸٦۹	۰/۹۸۵	۰/٦۱٤	۰/٤٤٦	۰/٤۸۹

۱. میزان چربی محتوای رشد طبق فرمول $\{12.3[0.025+0.137(BW_{initial}^{0.418} + BW_{final}^{0.418})/2]\ e^{(-1.082\ CD\ diet/AMEn\ diet\ -\ 2.09\ \times\ PE)}\}$محاسبه شد [٦].

۲. میزان پروتئین محتوای رشد طبق فرمول $\{(0.179 + 0.00169\ Mean\ age) \times (1- FCG)\}$ محاسبه شد [٦].

۳. نسبت انرژی ذخیره‌شده در لاشه به انرژی متابولیسمی تصحیح‌شده بر پایه ازت دریافتی.

٤. نسبت پروتئین خام ذخیره‌شده در لاشه به پروتئین خام دریافتی.

a-c: تفاوت میانگین‌ها با حرف نامشابه در هر ستون برای هر اثر (اصلی و متقابل) معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

اثر متقابل تراکم مواد مغذی جیره پایانی با سن کشتار بر روی بازده ابقای انرژی معنی‌دار نبود. نتایج مربوط به برآورد احتیاجات انرژی نگهداری، احتیاجات انرژی رشد و احتیاجات انرژی کل (کیلوکالری به‌ازای گرم افزایش وزن بدن)، میزان مصرف انرژی واقعی (مشاهده‌شده)، میزان مصرف انرژی مورد انتظار و میزان مصرف انرژی باقی‌مانده (مصرف‌شده منهای موردانتظار) و هم‌چنین میزان مصرف خوراک واقعی (مشاهده‌شده)، میزان مصرف خوراک مورد انتظار و میزان مصرف خوراک باقی‌مانده (مصرف‌شده منهای مورد انتظار) در کل دوره آزمایش در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره پایانی با تراکم مواد مغذی مختلف و کشتار در سنین ۳۸ و یا ٤٦ روزگی در جدول ٤ گزارش‌شده است. احتیاجات انرژی نگهداری و کل برآوردشده برای افزایش واحد وزن با افزایش تراکم مواد مغذی جیره پایانی به‌طور خطی و معنی‌دار کاهش یافت (P<۰/۰۲). احتیاجات انرژی نگهداری به‌ازای افزایش واحد وزن برای پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های پایانی با تراکم مواد مغذی ۹۷/۵، ۱۰۰ و ۱۰۲/۵ درصد نسبت به مقدار پیشنهاد سویه به‌طور معنی-دار کم‌تر از پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۹۵ و ۹۲/۵ درصد برآورد شد. احتیاجات انرژی رشد تحت تأثیر تراکم مواد مغذی جیره پایانی قرار نگرفت. با افزایش تراکم مواد مغذی جیره پایانی، میزان مصرف انرژی باقی‌مانده و میزان مصرف خوراک باقی‌مانده به‌صورت معادله درجه دو (P<۰/۱۲۹) بود، پرندگان تغذیه‌شده با جیره پایانی با تراکم مواد مغذی در سطح ۹۷/۵ درصد پیشنهاد سویه بیش‌ترین مقدار عددی مصرف انرژی باقی‌مانده (۸۸۲- کیلوکالری به‌ازای پرنده در کل دوره آزمایش) و مصرف خوراک باقی-مانده (۲۸٦- گرم به‌ازای پرنده در کل دوره آزمایش) را داشتند. با افزایش سن کشتار از ۳۸ روز به ٤٦ روز احتیاجات انرژی برآوردشده برای نگهداری و رشد افزایش یافت (P<۰/۰۵). اثر متقابل تراکم مواد مغذی جیره پایانی با سن کشتار بر شاخص‌های مورد مطالعه معنی‌دار نبود. نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش نشان داد که میزان نیاز انرژی نگهداری در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های با تراکم پایین مواد مغذی نسبت به جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره پایانی با تراکم مواد مغذی بالاتر، افزایش‌یافته است. گزارش شده است که اعمال محدودیت خوراک سبب می‌شود که طول دوره پرورش برای رسیدن به وزن مشخص افزایش یابد و به این طریق سبب افزایش احتیاجات نگهداری می‌شود [۱۵]. پرندگان تغذیه‌شده با جیره پایانی با تراکم مواد مغذی ۹۷/۵ درصد سطح پیشنهاد سویه بالاترین مقدار عددی مصرف انرژی باقی‌مانده و مصرف خوراک باقی‌مانده را داشتند، درصورتی‌که بازده خوراک در پرندگان تغذیه‌شده با جیره پایانی ۱۰۲/۵ درصد سطح پیشنهاد سویه بالاترین مقدار بود (جدول ۲). این تفاوت می‌تواند به‌دلیل اختلاف در توانمندی شاخص‌های بازده خوراک با مصرف انرژی باقی‌مانده و یا مصرف خوراک باقی‌مانده در برآورد بازده بهره‌وری از خوراک مصرفی باشد. بازده خوراک از تقسیم میزان افزایش وزن بر میزان مصرف خوراک به‌دست می‌آید و تغییرات احتیاجات انرژی برای نگهداری بدن که بر میزان مصرف تأثیرگذار است در معادله تعیین بازده خوراک محاسبه نمی‌شود [۳۳]. میزان مصرف انرژی باقی‌مانده و مصرف خوراک باقی‌مانده در واقع اختلاف بین مصرف انرژی و خوراک مورد انتظار با مصرف انرژی و خوراک واقعی پرنده است [٦].

با توجه به این‌که میزان احتیاجات انرژی با استفاده از رابطه تابعیت بین شاخص‌های سن، متوسط وزن، افزایش وزن بدن، محتوای چربی و پروتئین افزایش وزن بدن، ترکیب شیمیایی خوراک مصرفی (انرژی و پروتئین) و بازده ابقای پروتئین برآورد می‌شود (رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ و جدول ٤) و مصرف خوراک مورد انتظار از تقسیم احتیاجات انرژی به میزان انرژی متابولیسمی جیره مصرفی برآورد می‌شود.

مصرف انرژی باقی‌مانده و مصرف خوراک باقی‌مانده منفی‌تر نشان‌دهنده بازده بالاتر انرژی است، به‌عبارت دیگر پرنده میزان انرژی کم‌تری نسبت به میزان احتیاجات برآورد شده دریافت کرده است [۳۷]. گزارش شده است که استفاده از شاخص مصرف خوراک باقی‌مانده در آزمایش‌های بررسی بازده خوراک می‌تواند مفید باشد [۳۵].

رگرسیون بین مصرف خوراک مشاهده‌شده (واقعی) با مصرف خوراک برآوردشده (مورد انتظار) در شکل (۱) گزارش‌شده است. ضریب تابعیت بین مصرف خوراک مشاهده‌شده با برآوردشده در دوره سنی ۳۸-۲۳ روزگی (R^2 =۰/۸٤) در مقایسه با دوره سنی ٤٦-۲۳ روزگی (R^2 =۰/۳۹) بالاتر است.

جدول ٤. اثر تراکم مواد مغذی جیره پایانی و سن کشتار بر برآورد احتیاجات انرژی، مصرف انرژی و خوراک جوجه‌های گوشتی

	برآورد نیاز انرژی (گرم افزایش وزن/ کیلوکالری)			مصرف انرژی (پرنده/ کیلوکالری)			مصرف خوراک (پرنده/ گرم)		
	نگهداری[۱]	رشد[۲]	کل	مورد انتظار[۳]	مشاهده‌شده	باقی‌مانده[٤]	مورد انتظار[٥]	مشاهده‌شده	باقی‌مانده[٦]
تراکم مواد مغذی جیره پایانی نسبت به پیشنهاد سویه (درصد)									
۹۲/۵	۲/٦۲٤[a]	۳/۰۲۰	۵/٦٤٤[a]	۹۰٤۹[d]	۸۳۷٤[c]	-٦۷۵	۳۰۹۱	۲۸٦۰	-۲۳۱
۹۵	۲/۵٤٤[b]	۲/۹۸۹	۵/۵۳۳[b]	۹۳۲۸[c]	۸۵۲۲[c]	-۸۰٦	۳۱۰۲	۲۸۳٤	-۲٦۸
۹۷/۵	۲/٤٤۳[c]	۲/۹٦۳	۵/٤۰۷[c]	۹٦۵۳[b]	۸۷۷۰[b]	-۸۸۲	۳۱۲۷	۲۸٤۱	-۲۸٦
۱۰۰	۲/٤۳۸[c]	۲/۹۸۷	۵/٤۲۵[c]	۹۷۳٦[b]	۸۹۵۵[ab]	-۷۸۰	۳۰۷۵	۲۸۲۹	-۲٤٦
۱۰۲/۵	۲/۳۷۹[d]	۲/۹۷۷	۵/۳۵٦[c]	۹۹۸۳[a]	۹۱۵٦[a]	-۸۲۷	۳۰۷۵	۲۸۲۱	-۲۵۵
SEM	۰/۰۲۰	۰/۰۱۳	۰/۰۳۱	۸۳/۸۹۷	۷٤/۷۰۱	٦۰/۱۵۹	۲۷/۱۱۳	۲٤/۰۸٦	۱۹/٦۹۸
سن کشتار (روز)									
۳۸	۲/۲۸۱[b]	۲/۸۸۳	۵/۱٦۳[b]	۷٦٤۹[b]	٦۸۲۳[b]	-۸۲٦	۲٤۷۸[b]	۲۲۱۰[b]	-۲٦۸
٤٦	۲/٦۹۱[a]	۳/۰۹۲	۵/۷۸۲[a]	۱۱٤۵۰[a]	۱۰٦۸۸[a]	-۷٦۲	۳۷۱۰[a]	۳٤٦۳[a]	-۲٤۷
SEM	۰/۰۱۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۹	۵۳/۰٦۱	٤۷/۲٤۵	۳۸/۰٤۸	۱۷/۱٤۸	۱۵/۲۳٤	۱۲/٤۵۸
P-Value									
تراکم مغذی	۰/۰۰۱	۰/۰٦۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۸٦	۰/٦۳۹	۰/۸۱۸	۰/۳٤۹
سن کشتار	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۳۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۳۸
اثر متقابل	۰/٦٦۷	۰/٤۷۹	۰/۵۱۲	۰/٤۰٦	۰/٦٦۹	۰/۳۷۳	۰/۸۲۲	۰/۹٦۸	۰/۳٦٤
پاسخ به سطح تراکم مواد مغذی جیره پایانی									
خطی	۰/۰۰٤	۰/٤۰۸	۰/۰۲۸	۰/۲۱۱	۰/۲۷۸	۰/۱۵۰	۰/۹۲۳	۰/۸۸۷	۰/٦۷٤
درجه‌دو	۰/۵٦۷	۰/٤۷۵	۰/۵۲٦	۰/۸۸٦	۰/۹۸۵	۰/۱۲۹	۰/۸۸٦	۰/۹۸۱	۰/۱۲۲

۱. نیاز انرژی برای نگهداری طبق فرمول $\{[0.680 \times (BW_{initial}^{0.643} + BW_{final}^{0.643})/2]\}$ محاسبه شد [٦].

۲. نیاز انرژی برای رشد طبق فرمول $\{(0.03288 \times PCG) + (0.04372 \times FCG)\}$ محاسبه شد [٦].

۳. برآورد مصرف انرژی مورد انتظار از ضرب افزایش وزن بدن در میزان نیاز انرژی (نگهداری + رشد) به ازای واحد افزایش وزن بدن محاسبه شد [٦].

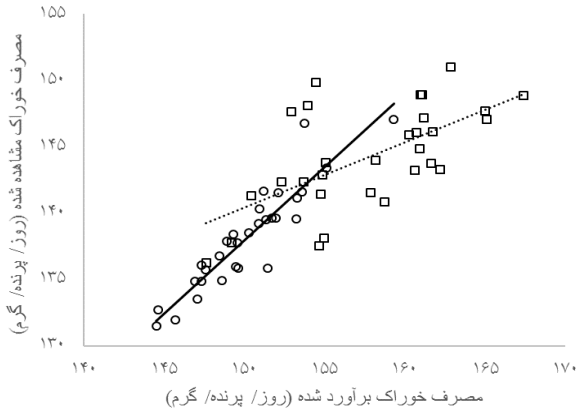
٤. مصرف انرژی باقی‌مانده از کسر میزان مصرف انرژی مورد انتظار از انرژی مصرف‌شده (رکوردشده) محاسبه شد [۲۷].

۵. برآورد مصرف خوراک مورد انتظار از تقسیم نیاز انرژی برآورد شده بر محتوای انرژی متابولیسمی جیره‌های مصرفی به‌دست آمد [٦].

٦. مصرف خوراک باقی‌مانده از کسر میزان مصرف خوراک مورد انتظار از خوراک مصرف‌شده (رکورد شده) محاسبه شد [۳۷].

a-c: تفاوت میانگین‌ها با حرف نامشابه در هر ستون برای هر اثر (اصلی و متقابل) معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

بنابراین براساس نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش می‌توان اظهار داشت که جوجه‌های گوشتی در سنین پایین‌تر در مقایسه با سنین بالا در تنظیم میزان مصرف خوراک در تطبیق احتیاجات انرژی (نگهداری و رشد) با محتوای انرژی متابولیسمی جیره مصرفی توانمندتر هستند. میزان احتیاجات جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی به‌منظور بهینه‌سازی شاخص‌های افزایش وزن، بازده خوراک، بازده ابقای انرژی و پروتئین با استفاده از مدل رگرسیونی خط شکسته خطی به‌ترتیب ۱۰۱/۷، ۹۹/۲، ۹۷/۷ و ۹۹/۵ درصد احتیاجات پیشنهاد سویه و با استفاده از مدل رگرسیونی خط شکسته درجه دو به‌ترتیب ۱۰٤/۰، ۱۰٤/۱، ۱۰۱/۵ و ۱۰۵/۰ درصد احتیاجات پیشنهاد سویه برآورد شد (جدول ۵). میزان احتیاجات برآوردشده برای دوره پایانی پرورش برای شاخص‌های موردمطالعه توسط مدل رگرسیونی خط شکسته درجه دو به‌ترتیب ۲/۳، ٤/۹، ۳/۹ و ۵/۵ درصد بیش‌تر از مدل خط شکسته خطی برآورد شد.



شکل ۱. رگرسیون بین مصرف خوراک واقعی با مصرف خوراک برآورد شده، دایره خط ممتد: پرندگان کشتارشده در سن ۳۸ روزگی با معادله خط: $Y=1.1064X-28.01, R^2=0.84$؛ مربع خط‌چین: پرندگان کشتارشده در سن ٤٦ روزگی با معادله خط $Y=0.491X-66.80, R^2=0.39$

جدول ۵. برآورد تراکم مواد مغذی جیره پایانی نسبت به پیشنهاد سویه برای بهینه‌سازی بازده ابقای انرژی و پروتئین با معادلات رگرسیون خط شکسته خطی و درجه‌دو

فرا سنجه	تراکم مواد مغذی نسبت به پیشنهاد سویه	دامنه ۹۵٪ تخمین		احتمال معنی‌داری	R^2	MAE	معادله خط
		پایین	بالا				
رگرسیون خط شکسته خطی							
افزایش وزن	۱۰۱/۷	۹۸/۸	۱۰٤/٦	۰/۰۰۱	۰/۹۱	۳/٤٦	Y=93.02-1.3454(101.7-X)
بازده خوراک	۹۹/۲	۹٦/۵	۱۰۱/۸	۰/۰۰۱	۰/۹۹	۰/۰۹	Y=0.651-0.013(99.2-X)
بازده ابقای انرژی	۹۷/۷	۹۳/٤	۱۰۲/۰	۰/۰٤٤	۰/۵۱	۱/۸۷	Y=48.02-0.3387(97.7-X)
بازده ابقای پروتئین	۹۹/۵	۹٦/۱	۱۰۲/۹	۰/۰۰۱	۰/۹۸	٦/٦۱	Y= 72.35 - 0.5343(99.5-X)
رگرسیون خط شکسته درجه‌دو							
افزایش وزن	۱۰٤/۰	۹۲/۲	۱۱۵/۸	۰/۰۰۱	۰/۹۰	۳/۵۱	$Y=89.46-0.0917(104-X)^2$
بازده خوراک	۱۰٤/۱	۹٤/۳	۱۱۳/۸	۰/۰۰۱	۰/۹۳	۰/۳۱	$Y=0.624-0.0007(104.1-X)^2$
بازده ابقای انرژی	۱۰۱/۵	۸۸/۱	۱۱۵/۰	۰/۰٤۵	۰/۵۰	۰/۳۸	$Y=48.12-0.0228(101.5-X)^2$
بازده ابقای پروتئین	۱۰۵/۰	۹۰/۵	۱۱۹/٦	۰/۰۰۱	۰/۹۹	٦/۲۲	$Y=72.76-0.0265(105-X)^2$

MAE: میانگین قدر مطلق اختلاف مقدار برآوردشده با مقدار مشاهده‌شده؛ R^2: ضریب تابعیت.

براساس نتایج حاصل، کاهش تراکم مواد مغذی جیره پایانی و افزایش سن کشتار جوجه‌های گوشتی باعث نامطلوب‌شدن بازده خوراک، بازده ابقای انرژی و پروتئین می‌شود. استفاده از شاخص مصرف خوراک باقی‌مانده می‌تواند یک شاخص مناسب برای سنجش بازده انرژی جیره باشد. میزان احتیاجات برای بروز بهینه شاخص‌های موردمطالعه توسط مدل رگرسیونی خط شکسته درجه دو ۵/۵-۲/۳ درصد بیش‌تر از مدل خط شکسته خطی برآورد شد. تنظیم جیره پایانی جوجه‌های گوشتی با تراکم مواد مغذی کم‌تر از ۹۷/۵ درصد سطح پیشنهادی سویه مناسب نیست.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی که امکان اجرای این پژوهش را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد (کد طرح: ۳/٤۲۰۹۲).

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Albuquerque R, Faria DE, Junqueira OM, Salvador D, Faria Filho DE, Rizzo MF (2003) Effects of energy level in finisher diets and slaughter age of on the performance and carcass yield in broiler chickens. Revista Brasileira de CiA ncia AvÃcol 5: 99-104.
2. Baéza E, Arnould C, Jlali M, Chartrin P, Gigaud V, Mercerand F, Durand C, Meteau K, Le Bihan-Duval E, Berri C (2012) Influence of increasing slaughter age of chickens on meat quality, welfare, and technical and economic results. Journal of Animal Science 90: 2003-2013.
3. Bailleul P, Bernier J, Milgen Jv, Sauvant D, Pomar C (2000) The utilization of prediction models to optimize farm animal production systems: the case of a growing pig model. Modelling nutrient utilization in farm animals 379-392.
4. Boorman K, Ellis G (1996) Maximum nutritional response to poor-quality protein and amino acid utilisation. British poultry science 37:145-156.
5. Brickett K, Dahiya J, Classen H, Gomis S (2007) Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and meat yield of broiler chickens. Poultry Science 86(10): 2172-2181.
6. Carré B, Méda B (2015) Cross relationships between growth performance, growth composition and feed composition in broiler chickens, calculated from published data. Poultry science 94: 2191-2201.
7. Cobb-Vantress (2013) Cobb 500 broiler performance and nutrition supplement. USA.
8. Dozier WA, Kidd MT, Corzo A (2008) Dietary amino acid responses of broiler chickens. The Journal Applied Poultry Research 17: 157-167.
9. Golian A, Maurice DV (1992) Dietary poultry fat and gastrointestinal transit time of feed and fat utilization in broiler chickens. Poultry Science 71: 1357-1363.
10. Griffiths L, Leeson S, Summers J (1977) Influence of energy system and level of various fat sources on performance and carcass composition of broilers. Poultry Science 56: 1018-1026.
11. Havenstein G, Ferket P, Qureshi M (2003) Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poultry Science 82: 1500-1508.
12. Holsheimer J, Ruesink E (1993) Effect on performance, carcass composition, yield, and financial return of dietary energy and lysine levels in starter and finisher diets fed to broilers. Poultry Science 72: 806-815.
13. Jackson S, Summers JD, Leeson S (1982) Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. Poultry Science 61: 2224-2231.
14. Kamran Z, Sarwar M, Nisa M, Nadeem MA, Ahmad S, Mushtaq T, Ahmad T, Shahzad MA (2008) Effect of lowering dietary protein with constant energy to protein ratio on growth, body composition and nutrient utilization of broiler chicks. Asian-Australian Journal of Animal Science 21: 1629-1634.
15. Latshaw J and Moritz J (2009) The partitioning of metabolizable energy by broiler chickens. Poultry Science 88: 98-105.

16. Leeson S, Summers JD, Caston LJ (1996) Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. Poultry Science 75: 522-528.
17. Lesson S, Caston L, Summers JD (1996) Broiler response to diet energy. Poultry Science 75: 529-535.
18. Marcato SM, Sakomura NK, Munari DP, Fernandes JB, Kawauchi IM, Bonato MA (2008) Growth and body nutrient deposition of two broiler commercial genetic lines. Brazilian Journal of Poultry Science 10: 117-123.
19. Mirshekar R, Dastar B, Shabanpour B, Hassani S (2013) Effect of dietary nutrient density and vitamin premix withdrawal on performance and meat quality of broiler chickens. Journal of the Science of Food and Agriculture 93: 2979-2985.
20. Newcombe M, Summers JD (1985) Effect of increasing cellulose in diets fed as crumbles or mash on the food intake and weight gain of broiler and Leghorn Chicks. British Poultry Science 26: 35-42.
21. Nielsen BL (2004) Behavioural aspects of feeding constraints: Do broilers follow their gut feelings? . Applied Animal Behavior Science 86: 251-260.
22. Plavnik I, Wax E, Sklan D, Bartov I, Hurwitz S (1997) The response of broiler chickens and turkey poults to dietary energy supplied either by fat or carbohydrates. Poultry Science 76: 1000-1005.
23. Połtowicz K, Doktor J (2012) Effect of slaughter age on performance and meat quality of slow-growing broiler chickens. Annals of Animal Science 12: 621-631.
24. Priyankarage N, Rose S, Silva S, Pirgozliev V (2008) The efficiency of energy retention of broiler chickens and turkeys fed on diets with different lysine concentrations. British poultry science 49: 721-730.
25. Rama Rao S, Ravindran V, Raju M, Srilatha T, Panda A (2014) Effect of different concentrations of metabolisable energy and protein on performance of White Leghorn layers in a tropical climate. British poultry science 55: 532-539.
26. Robbins KR, Saxton AM, Southern LL (2006) Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. Journal of Animal Science 84: 155-165.
27. Romero LF, Zuidhof MJ, Renema RA, Naeima A, Robinson FE (2011) Effects of maternal energy efficiency on broiler chicken growth, feed conversion, residual feed intake, and residual maintenance metabolizable energy requirements. Poultry science 90: 2904-2912.
28. Sahraei M, Shariatmadari F (2007) Effect of different levels of diet dilution during finisher period on broiler chickens performance and carcass characteristics. International Journal of Poultry Science 6: 280-282.
29. Sakomura N, Longo F, Oviedo-Rondon E, Boa-Viagem C, Ferraudo A (2005) Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. Poultry Science 84: 1363-1369.
30. SAS. 2003. User's guide: Statistics, Version 9.1. Vol. 2. S.A.S Institute Cary, NC.
31. Schmidt G (2008) The effect of broiler market age on performance parameters and economics. Brazilian Journal of Poultry Science 10: 223-225.
32. Scott T (2002) Evaluation of lighting programs, diet density, and short term use of mash as compared to crumbled starter to reduce incidence of sudden death syndrome in broiler chicks to 35 d of age. Canadian Journal of Animal Science 82: 375-383.
33. Skinner-Noble D, Teeter R (2003) Components of feed efficiency in broiler breeding stock: energetics, performance, carcass composition, metabolism, and body temperature. Poultry Science 82: 1080-1090.
34. Steel RGD, Torrie JH, Dickey JD (1997) Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 3 ed. New York, NY: McGraw-Hill Book Co.
35. Van der Werf J (2004) Is it useful to define residual feed intake as a trait in animal breeding programs? Australian Journal of Experimental Agriculture 44: 405-409.
36. Wang B, Chien L, Roan S (2012) POMA-BROILER: A Computer Simulation Model to Evaluate the Optimal Market Age of Broilers. Journal of Animal and Veterinary Advances 11: 2493-2502.
37. Willems O, Miller S, Wood B (2013) Aspects of selection for feed efficiency in meat producing poultry. World's Poultry Science Journal 69: 77-88.
38. Zancanela V, Marcato S, Furlan A, Grieser D, Ton A, Batista E, Perine T, Del Vesco A, Pozza P (2015) Models for predicting energy requirements in meat quail. Livestock Science 171: 12-19.