University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Effect of chick's initial weight and nutrient density of diet on growth performance and immune response of broilers

Mohsen Zaker-Jafari[1] | Mehrdad Mohammadi[2]✉ | Maziar Mohiti-Asli[3]

1. Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: zakeri775@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: mohammadi@guilan.ac.ir
3. Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: mmohiti@guilan.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 21 April 2022
Received in revised form:
18 November 2022
Accepted: 20 November 2022
Published online:
24 December 2022

Keywords:
Carcass yield,
Chick initial weight,
Growth performance,
Immune response,
Nutrient density.

ABSTRACT

The effect of chick initial body weight and dietary nutrients density on growth performance and immune response were investigated using 360 Ross 308 one-day-old straight run chicks (mixed sex) in a 2×3 factorial experiment on a completely randomized design with four replicates and 15 birds per replicate. The initial body weight of chicks as 42±1 g (standard weight); 38±1 g (light weight; 10% under standard weight); 46±1g (heavy weight; 10% over standard weight); and dietary nutrients density as 5% lower than the nutritional recommendation of Ross 308 (typical commercial diet in Iran), or as recommended by Ross 308 manual (high-density diet) were grouped. Chickens fed the high-density diet had higher daily weight gain and lower conversion ratio than chickens fed the typical diets ($P<0.05$). The effect of different concentrations of nutrients in the diet and the initial body weight of the chicks on carcass components and the weight of the internal organs were not significant except the heart. Broilers fed the high-density diet and heavy weight had higher antibody titers to SRBC ($P<0.05$). Light chicks fed the high-density diets had greater total anti-SRBC and IgG titers on day 42 than light chicks fed the typical diets ($P<0.05$). the results indicate that feeding light chicks with high-density diets increases their growth rate compared to the chicks with standard or heavy weights. Moreover, feeding high density diets to light chicks can improve immune responses.

Cite this article: Zaker-Jafari, M., Mohammadi, M., & Mohiti-Asli, M. (2022). Effect of chick's initial weight and nutrient density of diet on growth performance and immune response of broilers. *Journal of animal Production*, 24 (4), 477-488. DOI: http://doi.org/10.22059/jap.2022.341945.623689

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http://doi.org/10.22059/jap.2022.341945.623689

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

اثر وزن اولیه جوجه و تراکم مواد مغذی جیره بر عملکرد رشد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی

محسن ذاکر جعفری[۱] | مهرداد محمدی[۲]✉ | مازیار محیطی اصلی[۳]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: zakeri775@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: mohammadi@guilan.ac.ir

۳. گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: mmohiti@guilan.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳

کلیدواژه‌ها:
بازده لاشه،
پاسخ ایمنی،
تراکم مواد مغذی،
عملکرد رشد،
وزن اولیه جوجه.

چکیده

اثر وزن اولیه جوجه و تراکم مواد مغذی جیره بر عملکرد رشد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی با استفاده از ۳۶۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس)، در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳، در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، چهار تکرار و ۱۵ پرنده در هر تکرار بررسی شد. وزن اولیه جوجه‌ها به‌صورت ۱±۴۲ گرم (وزن استاندارد)، ۱±۳۸ گرم (وزن سبک؛ ۱۰ درصد کم‌تر از وزن استاندارد)، ۱±۴۶ گرم (وزن سنگین؛ ۱۰ درصد بیش‌تر از وزن استاندارد) و تراکم مواد مغذی جیره به‌صورت پنج درصد کم‌تر از کاتالوگ راس ۳۰۸ (جیره متعارف در ایران) یا طبق توصیه راهنمای راس ۳۰۸ (جیره متراکم) گروه‌بندی شدند. جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره متراکم نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های متعارف، افزایش وزن روزانه بیش‌تر و ضریب تبدیل کم‌تری داشتند (P<۰/۰۵). اثر تراکم مختلف مواد مغذی جیره و وزن اولیه جوجه‌ها بر اجزای لاشه و وزن اندام‌های داخلی به‌جز قلب معنی‌دار نبود. جوجه‌هایی که جیره متراکم دریافت کردند و جوجه‌های سنگین دارای آنتی‌بادی بالاتری علیه گلبول قرمز گوسفندی بودند (P<۰/۰۵). جوجه‌های سبک که با جیره متراکم تغذیه شدند نسبت به جوجه‌های سبک که با جیره متعارف تغذیه شدند دارای آنتی‌بادی کل بر علیه گلبول قرمز گوسفندی و ایمنوگلوبولین G بالاتری بودند (P<۰/۰۵). نتایج نشان می‌دهند که تغذیه جوجه‌های سبک با جیره متراکم سرعت رشد آن‌ها را نسبت به جوجه‌های با وزن استاندارد یا سنگین بیش‌تر افزایش می‌دهد. هم‌چنین، تغذیه جوجه‌های سبک با جیره‌های متراکم، می‌تواند پاسخ‌های ایمنی را بهبود بخشد.

استناد: ذاکر جعفری، م.، محمدی، م. و محیطی اصلی، م (۱۴۰۱). اثر وزن اولیه جوجه و تراکم مواد مغذی جیره بر عملکرد رشد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۴ (۴)، ۴۷۷-۴۸۸. DOI: http://doi.org/10.22059/jap.2022.341945.623689

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

صنعت طیور به‌عنوان یک صنعت روبه رشد، نقش مهمی در اقتصاد کشور ایفا می‌کند. بازده اقتصادی این صنعت توسط عوامل مختلفی از جمله کیفیت جوجه یک‌روزه، تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بنابراین ضرورت دارد کیفیت جوجه یک‌روزه مورد ارزیابی قرار گیرد. از صفات مختلفی جهت ارزیابی کیفیت جوجه یک‌روزه استفاده می‌شود که شامل صفات کمی و کیفی است. یکی از معیارهای سنجش جوجه وزن اولیه آن است، به‌گونه‌ای‌که کیفیت جوجه یک‌روزه اثر معنی‌داری بر رشد و عملکرد نهایی گله‌های گوشتی دارد [۱۶]. همبستگی مثبتی میان وزن اولیه جوجه و وزن نهایی جوجه در سن کشتار وجود دارد. هم‌چنین همبستگی مثبتی بین وزن تخم‌مرغ، وزن جوجه یک‌روزه و وزن پایان دوره نیز گزارش شده است [۱۶]. جوجه‌های یک‌روزه ریز یا اصطلاحاً جونیور با قیمت پایین‌تری در بازار به فروش می‌رسند، زیرا این جوجه‌ها رشد کم‌تری نسبت به جوجه‌های با وزن اولیه استاندارد دارند و در زمان ارسال به کشتارگاه وزن کم‌تری خواهند داشت. پژوهش‌گران با بررسی اثر تراکم انرژی و مواد مغذی جیره در دوره‌های مختلف پرورش بر عملکرد رشد، ویژگی‌های لاشه، ترکیب بدن و برخی از فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی گزارش کردند افزایش تراکم مواد مغذی جیره در کل دوره موجب افزایش وزن بیش‌تر، ضریب تبدیل غذایی بهتر، اثرات مثبت بر سرعت رشد، درصد گوشت سینه و درصد پروتئین خام لاشه بیش‌تر می‌شود و روی سرعت رشد و ویژگی لاشه اثرات مثبتی می‌گذارد [۵].

اجزا و تراکم مواد مغذی جیره بر سیستم ایمنی پرنده نیز مؤثر است و می‌تواند مقاومت حیوان در برابر عوامل بیماری‌زا را تغییر دهد. افزایش انرژی و پروتئین جیره غذایی به‌طور غیرمستقیم موجب بهبود سیستم ایمنی می‌شود [۱۲]. گزارش شده است که با رقیق‌کردن جیره، وزن بورس، تیموس و شمارش لنفوسیت‌ها افزایش می‌یابد [۱۳]. هم‌چنین گزارش شده است که تراکم مواد مغذی در جیره جوجه‌های گوشتی موجب افزایش سطوح ایمونوگلوبولین کل و ایمونوگلوبولین نوع M می‌شود [۱۲]. به‌نظر می‌رسد که می‌توان با تنظیم جیره‌هایی مناسب از نظر تراکم مواد مغذی، سرعت رشد جوجه‌های ریز را اصلاح نمود و در مدت زمان مناسب جوجه را به وزن مناسب برای کشتار رساند و پاسخ ایمنی آن‌ها را تقویت کرد. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی اثرات وزن اولیه جوجه و تراکم مواد مغذی جیره بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی بود.

۲. مواد و روش‌ها

در این آزمایش از تعداد ۳۶۰ قطعه جوجه گوشتی (مخلوط نر و ماده) یک‌روزه‌ی سویه راس ۳۰۸، در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با دو تراکم مواد مغذی در جیره (تراکم متعارف پنج درصد کم‌تر از کاتالوگ راس ۳۰۸؛ تراکم بالای مواد مغذی معادل کاتالوگ راس ۳۰۸) و سه وزن اولیه جوجه (وزن استاندارد؛ ۱±۴۲ گرم، وزن سبک؛ ۱±۳۸ گرم، وزن سنگین؛ ۱±۴۶ گرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و ۱۵ پرنده در هر تکرار تا سن ۴۲ روزگی استفاده شد.

جیره غذایی براساس جداول استاندارد احتیاجات غذایی جوجه‌های گوشتی سویه راس و دیگری براساس پنج درصد پایین‌تر از جداول استاندارد احتیاجات مواد مغذی جوجه‌های گوشتی سویه راس تهیه شد (جدول ۱). جوجه‌های گوشتی در هر واحد آزمایشی روی بستری پوشال در واحدهای آزمایشی به طول ۱/۶، عرض ۰/۸ و ارتفاع یک متر پرورش یافتند. در سه روز ابتدایی پرورش از آبخوری کله قندی و بعد از آن تا پایان دوره از آبخوری نیپل استفاده شد.

وزن جوجه‌ها و خوراک مصرفی در پایان هر هفته اندازه‌گیری و افزایش وزن روزانه، میانگین خوراک مصرفی روزانه و ضریب تبدیل خوراک محاسبه شد. در روز ۴۲ پرورش از هر تکرار دو قطعه پرنده انتخاب و پس از توزین، ذبح شدند و وزن لاشه، سینه، ران، بال، چربی محوطه شکمی، قلب، کبد، پانکراس، طحال، بورس فابریسیوس و تیموس با ترازوی

دیجیتال اندازه‌گیری شد. وزن نسبی سینه، ران و بال نسبت به وزن لاشه و وزن نسبی اندام‌های داخلی نسبت به وزن زنده محاسبه شد.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی

	آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)		رشد (۱۱-۲۴ روزگی)		پایانی (۲۵-۴۲ روزگی)	
	متعارف	متراکم	متعارف	متراکم	متعارف	متراکم
اجزای خوراک (درصد)						
دانه ذرت	۵۴/۸۴	۴۶/۷۴	۵۸/۷۸	۵۱/۲۴	۶۳/۵۹	۵۶/۴۶
کنجاله‌سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۹/۵۰	۴۳/۵۶	۳۵/۳۵	۳۹/۰۹	۳۰/۲۶	۳۳/۷۱
روغن سویا	۱/۱۶	۴/۹۷	۱/۸۹	۵/۵۲	۲/۴۴	۵/۹۷
دی‌کلسیم‌فسفات	۱/۹۳	۲/۰۴	۱/۷۳	۱/۸۳	۱/۵۶	۱/۶۵
کربنات کلسیم	۰/۹۳	۰/۹۷	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۷۹	۰/۸۲
نمک طعام	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۲۷
جوش شیرین	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۴
ال- لایزین	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۳
دی‌ال- متیونین	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۲۵	۰/۲۸
ال- ترئونین	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۷
گلوتن	۰/۱۲	۰/۱۷	۰	۰	۰	۰
مکمل ویتامینی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب شیمیایی جیره						
انرژی‌قابل‌متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۸۵۰	۳۰۰۰	۲۹۵۰	۳۱۰۰	۳۰۰۰	۳۲۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۰۹	۳۳/۳۰	۲۰/۴۳	۲۱/۵۰	۱۸/۵۳	۱۹/۵
لایزین (درصد)	۱/۲۲	۱/۲۸	۱/۰۹	۱/۱۵	۰/۹۸	۱/۰۳
متیونین (درصد)	۰/۶۲	۰/۶۶	۰/۵۶	۰/۵۹	۰/۵۱	۰/۵۴
متیونین+ سیستئین (درصد)	۰/۹۰	۰/۹۵	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۷۶	۰/۸۰
ترئونین (درصد)	۰/۸۲	۱/۰۰	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۶۶	۰/۶۹
آرژنین (درصد)	۱/۳۵	۱/۴۵	۱/۲۴	۱/۳۳	۱/۱۱	۱/۱۹
ایزولوسین (درصد)	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۷۷	۰/۸۱	۰/۶۹	۰/۷۳
والین (درصد)	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۷۷	۰/۸۱
لوسین (درصد)	۰/۸۴	۱/۹۱	۱/۷۲	۱/۷۸	۱/۶۰	۱/۶۵
فیبرخام (درصد)	۳/۱۶	۳/۱۸	۳/۰۵	۳/۰۶	۲/۹۰	۲/۹۱
اسید لینولئیک (درصد)	۱/۹۵	۳/۷۴	۲/۴۰	۴/۱۰	۲/۷۶	۴/۴۲
کلسیم (درصد)	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۷۵	۰/۷۹
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۴۱	۰/۴۴	۰/۳۸	۰/۴۰
پتاسیم (درصد)	۰/۹۹	۱/۰۵	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۸۳	۰/۸۸
کلر (درصد)	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳
سدیم (درصد)	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۶
توازن الکترولیت‌ها (میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم)	۲۵۴	۲۷۳	۲۳۵	۲۵۳	۲۱۲	۲۲۸

۱. هر کیلوگرم مواد معدنی حاوی: منگنز (اکسید منگنز ۶۲ درصد) ۱۲۰میلی‌گرم، آهن (سولفات آهن ۲۰ درصد) ۵۵ میلی‌گرم، روی (اکسید روی۷۷ درصد) ۱۰۰میلی‌گرم، مس (سولفات مس ۲۵ درصد) ۱۶ میلی‌گرم، ید (کلسیم یدات ۶۲ درصد) ۱/۳ میلی‌گرم، سلنیوم (۱ درصد)۰/۳ میلی‌گرم.

۲. هر کیلوگرم مواد ویتامینی حاوی ویتامین A (۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی بر گرم)، ویتامین B_1 (۹۸/۸ درصد) ۳ میلی‌گرم، ویتامین B_6 (۹۸/۵ درصد) ٤میلی‌گرم، ویتامین B_{12} (۱ درصد) ۰/۰۲ میلی‌گرم، ویتامین D_3 (۵۰۰۰ واحد بین‌المللی بر گرم)، ویتامین E (٤۵ واحد بین‌المللی بر گرم)، ویتامین K_3 (۵۰ درصد) ۳میلی‌گرم، ویتامین B_9 (۸۰ درصد) ۲ میلی‌گرم، ویتامین B_5 (۹۹ درصد) ۳۰میلی‌گرم، ویتامین H_2 (۲ درصد) ۰/۱ گرم، ۱۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

برای بررسی پاسخ ایمنی هومورال، مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول ۲۵ درصد گلبول قرمز گوسفندی در محلول بافر فسفات در روزهای ۱۳ و ۳۰ روزگی پرورش به‌وسیله سرنگ انسولین به‌صورت تزریق عضلانی به عضله سینه جوجه‌ها تزریق شد [۶]. خون‌گیری از جوجه‌ها جهت اندازه‌گیری پاسخ ایمنی هومورال، در روزهای ۲۸، ۳۵ و ۴۲ پرورش انجام گرفت. در ابتدا، نمونه‌های سرم خون را از حالت فریز خارج کرده و در دمای محیط گذاشته تا ذوب شود. برای غیرفعال‌کردن سیستم کمپلمان، ابتدا سرم خون در دمای ۵۶ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰ دقیقه انکوبه شد. ۲۵ میکرولیتر از سرم خون در چاهک‌های میکروپلیت ریخته شد سپس برای اندازه‌گیری عیار علیه گلبول قرمز گوسفندی (SRBC: sheep red blood cell)، ۲۵ میکرولیتر از محلول ۰/۲۵ درصد گلبول قرمز به همه چاهک‌های میکروپلیت اضافه شد. میکروپلیت‌ها به‌مدت سه ساعت در انکوباتور قرار داده شد. نتیجه مثبت زمانی است که حداقل در ۵۰ درصد از SRBC آگلوتیناسیون مشاهده شود [۶]. برای اندازه‌گیری عیار ایمونوگلوبولین G ابتدا مانند مراحل ذکرشده، سیستم کمپلمان را غیرفعال کرده و سپس ۲۵ میکرولیتر از نمونه سرم جوجه را با ۲۵ میکرولیتر محلول ۰/۲ مولار۲- مرکاپتواتانول به‌مدت یک ساعت انکوبه شد. از آنجایی‌که ایمونوگلوبولین M به ۲- مرکاپتواتانول حساس است و در حضور آن تخریب می‌شود با افزودن این ماده می‌توان ایمونوگلوبولین M را حذف کرده و عیار مشاهده‌شده نشان‌دهنده میزان ایمونوگلوبولین G است. سایر مراحل مانند محاسبه عیار علیه SRBC انجام شد. از تفاضل عیار ایمونوگلوبولین G از عیار علیه SRBC، عیار ایمونوگلوبولین M به‌دست آمد. تعیین عیار آنتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل به‌روش HI انجام شد.

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح آماری پنج درصد مقایسه شد.

$$y_{ijk}=\mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$ رابطه ۱)

که در این رابطه، y_{ijk}، مشاهدات آزمایش؛ μ، میانگین مشاهدات؛ A_i، اثر تراکم جیره؛ B_j، اثر وزن اولیه جوجه‌ها و eijk، خطای آزمایش می‌باشد.

۳. نتایج و بحث

اثر وزن اولیه جوجه و تراکم مواد مغذی جیره بر میانگین خوراک مصرفی روزانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). در هفته‌های چهارم و ششم و کل دوره، پرندگانی که با جیره با مواد مغذی متراکم تغذیه شدند افزایش وزن روزانه بیش‌تری داشتند (جدول ۳؛ P<۰/۰۵). در هفته‌های پرورش و کل دوره اثر وزن اولیه جوجه و تراکم مواد مغذی جیره بر افزایش وزن روزانه معنی‌دار نبود. پرندگانی که جیره متراکم دریافت کردند در هفته‌های سوم و چهارم و کل دوره پرورش ضریب تبدیل خوراک کم‌تر نسبت به پرندگانی داشتند که جیره متعارف دریافت کرده بودند (جدول ۴؛ P<۰/۰۵). در هفته چهارم پرورش، ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌هایی که وزن اولیه بیش‌تر و جیره متراکم دریافت کردند کم‌تر از جوجه‌هایی بود که وزن اولیه استاندارد داشتند و جیره متعارف مصرف کرده بودند (P<۰/۰۵).

عوامل متعددی می‌توانند بر میزان مصرف خوراک پرنده تأثیرگذار باشد که از آن جمله می‌توان به عوامل فیزیولوژیک، عوامل تغذیه‌ای، سلامت و میزان تولید پرنده اشاره کرد. سن پرنده یکی از عوامل فیزیولوژیک مؤثر بر میزان خوراک مصرفی است. جوجه‌های گوشتی در هفته‌های اول پس از خروج از تخم توانایی تنظیم خوراک مصرفی براساس سطح مواد مغذی جیره را ندارند، اما با افزایش سن پرنده سطح انرژی و پروتئین جیره از جمله عوامل تغذیه‌ای مؤثر بر مصرف خوراک خواهند بود [۱۴]. نتایج گزارش‌شده در رابطه با چگونگی تأثیر محتوای مواد مغذی جیره روی

خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی گوناگون است. گزارش شده است کاهش پروتئین خام جیره مصرف خوراک را در دوره آغازین و کل دوره به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد [۱۹].

جدول ۲. اثر وزن اولیه جوجه و تراکم متفاوت جیره بر میانگین خوراک مصرفی روزانه جوجه‌های گوشتی

	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	کل دوره
تراکم مختلف جیره							
جیره متعارف	۱۲/۵۵	۳۲/۰۸	۶۹/۳۲	۱۱۴/۷۶	۱۶۹/۵۸	۱۹۹/۸۳	۱۰۱/۱۹
جیره متراکم	۱۲/۷۵	۳۲/۷۵	۷۰/۸۲	۱۱۹/۰۴	۱۶۶/۵۸	۲۰۱/۸۰	۱۰۲/۱۲
SEM	۰/۲۴	۰/۷	۱/۷۶	۲/۰۳	۲/۹۴	۳/۹۵	۱/۴۱
P-Value	۰/۵۷۱	۰/۵۱۴	۰/۵۵۴	۰/۱۵۴	۰/۴۸۱	۰/۷۲۹	۰/۶۴۵
وزن اولیه جوجه							
وزن استاندارد (۱±۴۲ گرم)	۱۲/۵۹	۳۱/۸۴	۷۰/۰۴	۱۱۵/۷۵	۱۶۸/۳۸	۲۰۳/۶۱	۱۰۱/۸۷
وزن سبک (۱±۳۸ گرم)	۱۲/۳۸	۳۲/۶۷	۶۸/۲۰	۱۱۶/۹۵	۱۶۱/۸۹	۱۹۶/۶۳	۹۹/۶۲
وزن سنگین (۱±۴۶ گرم)	۱۲/۹۷	۳۲/۷۳	۷۱/۹۷	۱۱۸/۰۰	۱۷۳/۹۶	۲۰۲/۲۱	۱۰۳/۴۷
SEM	۰/۳	۰/۸۶	۲/۱۵	۲/۴۹	۳/۶۰	۴/۸۳	۱/۷۲
P-Value	۰/۴۰۵	۰/۷۲۵	۰/۴۸۰	۰/۸۱۶	۰/۰۸۷	۰/۵۶۹	۰/۳۰۹
وزن اولیه× تراکم جیره							
وزن استاندارد× جیره متعارف	۱۲/۷۰	۳۲/۵۹	۷۱/۶۷	۱۱۲/۵۷	۱۷۰/۱۴	۲۰۴/۶۳	۱۰۲/۲۲
وزن سبک× جیره متعارف	۱۲/۲۹	۳۱/۴۸	۶۵/۲۳	۱۱۲/۲۵	۱۶۲/۰۴	۱۹۳/۵۸	۹۷/۶۴
وزن سنگین× جیره متعارف	۱۲/۶۴	۳۲/۱۷	۷۱/۰۷	۱۱۹/۴۶	۱۷۶/۵۵	۲۰۱/۲۹	۱۰۳/۷۰
وزن استاندارد× جیره متراکم	۱۲/۴۸	۳۱/۰۹	۶۸/۴۲	۱۱۸/۹۲	۱۶۶/۶۲	۲۰۲/۵۸	۱۰۱/۵۲
وزن سبک× جیره متراکم	۱۲/۴۷	۳۳/۸۶	۷۱/۱۸	۱۲۱/۶۵	۱۶۱/۷۴	۱۹۹/۶۹	۱۰۱/۶۰
وزن سنگین× جیره متراکم	۱۳/۳۰	۳۳/۲۹	۷۲/۸۷	۱۱۶/۵۴	۱۷۱/۳۸	۲۰۳/۱۲	۱۰۳/۲۵
SEM	۰/۴۳	۱/۲۲	۳/۰۴	۳/۵۲	۵/۱۰	۶/۸۴	۲/۴۴
P-Value	۰/۵۹۸	۰/۲۹۷	۰/۳۴۱	۰/۲۱۷	۰/۸۸۹	۰/۸۳۸	۰/۵۷۳

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۳. اثر وزن اولیه جوجه و تراکم متفاوت جیره بر میانگین افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی

	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	کل دوره
تراکم مختلف جیره							
جیره متعارف	۱۰/۰۸	۲۱/۱۸	۴۱/۲۱	۶۴/۵۹[b]	۹۳/۲۶	۹۹/۳۱[b]	۵۶/۰۳[b]
جیره متراکم	۱۰/۵۵	۲۳/۱۱	۴۴/۸۴	۷۱/۵۱[a]	۹۵/۳۴	۱۰۶/۰۶[a]	۵۹/۲۳[a]
SEM	۰/۲۶	۰/۹۷	۱/۴۹	۱/۶۳	۲/۲۰	۲/۲۵	۱/۰۴
P-Value	۰/۲۳۱	۰/۱۸۰	۰/۱۰۳	۰/۰۰۷	۰/۵۱۳	۰/۰۴۸	۰/۰۴۴
وزن اولیه جوجه							
وزن استاندارد (۱±۴۲ گرم)	۱۰/۲۰	۲۱/۲۱	۴۲/۶۷	۶۶/۲۲	۹۵/۳۶	۱۰۶/۱۹	۵۷/۹۹
وزن سبک (۱±۳۸ گرم)	۱۰/۴۳	۲۱/۷۹	۴۱/۵۸	۶۶/۳۱	۹۰/۷۰	۹۸/۱۱	۵۵/۲۷
وزن سنگین (۱±۴۶ گرم)	۱۰/۳۲	۲۳/۴۴	۴۴/۸۳	۷۱/۶۲	۹۶/۸۴	۱۰۳/۷۵	۵۹/۶۳
SEM	۰/۳۲	۱/۱۹	۱/۸۳	۲/۰۰	۲/۶۹	۲/۷۶	۱/۲۸
P-Value	۰/۸۸۸	۰/۴۱۲	۰/۴۵۹	۰/۱۲۱	۰/۲۷۰	۰/۱۳۳	۰/۰۷۷
وزن اولیه× تراکم جیره							
وزن استاندارد× جیره متعارف	۱۰/۱۱	۲۱/۴۹	۴۲/۱۲	۶۱/۸۴	۹۵/۱۶	۱۰۵/۱۲	۵۶/۸۳
وزن سبک× جیره متعارف	۱۰/۱۴	۱۹/۹۴	۳۹/۱۲	۶۳/۰۰	۹۰/۲۵	۹۴/۴۵	۵۲/۹۸
وزن سنگین× جیره متعارف	۱۰/۰۰	۲۲/۱۱	۴۲/۳۸	۶۸/۹۳	۹۴/۳۸	۹۸/۳۶	۵۸/۲۷
وزن استاندارد× جیره متراکم	۱۰/۲۹	۲۰/۹۲	۴۳/۲۲	۷۰/۶۰	۹۵/۵۶	۱۰۷/۲۷	۵۹/۱۵
وزن سبک× جیره متراکم	۱۰/۷۱	۲۳/۶۵	۴۴/۰۳	۶۹/۶۲	۹۱/۱۶	۱۰۱/۷۷	۵۷/۵۶
وزن سنگین× جیره متراکم	۱۰/۶۴	۲۴/۷۶	۴۷/۲۷	۷۴/۳۱	۹۹/۳۰	۱۰۹/۱۴	۶۰/۹۹
SEM	۰/۴۵	۱/۶۹	۲/۵۹	۲/۸۳	۳/۸۱	۳/۹۰	۱/۸۱
P-Value	۰/۸۶۳	۰/۴۳۹	۰/۷۰۴	۰/۸۳۵	۰/۸۱۳	۰/۵۵۰	۰/۰۵۵

a-b: تفاوت میانگین ها با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

پژوهش‌ها نشان داده است با کاهش سطح پروتئین جیره، مصرف خوراک نیز کاهش می‌یابد [۱۹]. در آزمایش حاضر، تراکم مواد مغذی جیره اثر معنی‌داری بر خوراک مصرفی جوجه‌ها در سنین مختلف نداشت، اما جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های متراکم افزایش وزن روزانه بیش‌تری داشتند و در نهایت ضریب تبدیل خوراک بهتری را به‌دست آوردند. نشان داده شده است که جوجه‌های گوشتی توانایی عادت‌پذیری با جیره‌های حاوی سطوح انرژی پایین را دارند و در صورتی‌که زمان کافی در اختیار داشته باشند می‌توانند با جیره‌های کم‌انرژی به وزن مطلوب دست یابند [۱۴]. در آزمایش حاضر، مصرف روزانه خوراک در جوجه‌های با وزن اولیه سبک کم‌تر از جوجه‌های با وزن اولیه استاندارد و سنگین بود، اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. پژوهش‌ها نشان داده است جوجه‌های با وزن اولیه بیش‌تر، مصرف خوراک بالاتری داشتند [۱۵].

گزارش شده است که افزایش وزن روزانه پرندگان به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطح پروتئین و انرژی جیره قرار گرفته است [۱]. نشان داده شده است که کاهش مواد مغذی جیره از جمله پروتئین خام جیره میزان افزایش وزن جوجه‌ها را در دوره‌های آغازین، رشد و کل دوره به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد [۲۱]. گزارش شده است افزایش وزن زنده در تیمارهای حاوی ۱۹ و ۲۰ درصد پروتئین به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمار حاوی ۱۸ درصد پروتئین بود [۲۱]. جوجه‌های تغذیه‌شده با سطح پروتئین توصیه‌شده NRC (National Research Council) افزایش وزن بیش‌تری در مقایسه با جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های با پروتئین پایین نشان دادند [۸]. هم‌چنین گزارش شده است با کاهش سطح پروتئین خام جیره، افزایش وزن جوجه‌ها در دوره آغازین به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد [۱]. مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف مواد مغذی جیره با یا بدون اسانس‌های گیاهی در جوجه‌های با وزن اولیه ۴۰ گرم انجام گرفت، نشان داد که افزایش وزن روزانه در بازه یک تا ۲۱ روزگی پرورش به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم مواد مغذی قرار گرفت [۱۱]، که با نتایج پژوهش حاضر که نشان داد که جیره با مواد مغذی متراکم دارای افزایش وزن روزانه بیش‌تری بود مطابقت دارد. در زمینه تأثیر وزن اولیه جوجه بر عملکرد جوجه‌های گوشتی یافته‌های متفاوتی موجود است. جوجه‌هایی با وزن اولیه بالاتر، سرعت افزایش وزن بیش‌تری تا زمان پایان دوره دارند [۲۵]. مطالعات دیگر نشان داد که وزن اولیه جوجه‌ها در رشد سریع در دوران اولیه زندگی تأثیر قابل توجهی دارد، اما سپس این اثر کاهش می‌یابد [۱۷]. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهند که تغذیه جوجه‌های ریز با جیره متراکم می‌تواند سبب افزایش سرعت رشد در آن‌ها شود.

مستندات نشان داده است که تراکم مواد مغذی بر ضریب تبدیل خوراک تأثیر داشته به‌طوری‌که افزایش تراکم پروتئین جیره سبب بهبود ضریب تبدیل می‌شود [۲۳]. هم‌چنین مطالعه‌ای دیگر نشان داد که ضریب تبدیل خوراک با افزایش تراکم مواد مغذی بهبود قابل‌توجهی دارد [۱۱]. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که افزایش تراکم مواد مغذی جیره سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک شد، که با یافته‌های پژوهش‌گران پیشین مطابقت دارد. گزارش شده است که ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر وزن اولیه جوجه قرار نمی‌گیرد که یافته‌های مطالعه حاضر نیز این موضوع را تأیید می‌کند [۱۵]. نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که استفاده از جیره‌های متراکم برای تغذیه جوجه‌های با وزن اولیه سنگین سبب کاهش معنی‌داری در ضریب تبدیل می‌شود و بازده خوراک مصرفی را بهبود می‌دهد.

اثر وزن اولیه جوجه‌های گوشتی در تراکم متفاوت مواد مغذی جیره بر وزن نسبی اجزای لاشه و اندام‌های داخلی بدن در جدول (۵) نشان داده شده است. اثر تراکم مختلف مواد مغذی جیره و وزن اولیه جوجه‌ها روی بازده لاشه، اجزای لاشه و وزن اندام‌های داخلی به‌جز قلب تأثیری نداشت. وزن قلب در گروه دریافت‌کننده جیره با تراکم بالای مواد مغذی افزایش یافت ($P<۰/۰۵$).

جدول ٤. اثر وزن اولیه جوجه و تراکم متفاوت جیره بر میانگین ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی

	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	کل دوره
تراکم مختلف جیره							
جیره متعارف	۱/۲۴	۱/۵۳	۱/۶۸[a]	۱/۷۸[a]	۱/۸۲	۲/۰۱	۱/۸۰[a]
جیره متراکم	۱/۲۱	۱/۴۳	۱/۵۸[b]	۱/۶۷[b]	۱/۷۵	۱/۹۱	۱/۷۲[b]
SEM	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۲
P-Value	۰/۳۳۹	۰/۱۲۴	۰/۰۳۸	۰/۰۱۰	۰/۲۰۵	۰/۰۸۷	۰/۰۴۷
وزن اولیه جوجه							
وزن استاندارد (۱±۴۲ گرم)	۱/۲۳	۱/۵۰	۱/۶۴	۱/۷۵	۱/۷۶	۱/۹۲	۱/۷۵
وزن سبک (۱±۳۸ گرم)	۱/۱۹	۱/۵۳	۱/۶۵	۱/۷۶	۱/۷۹	۲/۰۱	۱/۸۰
وزن سنگین (۱±۴۶ گرم)	۱/۲۶	۱/۴۰	۱/۶۱	۱/۶۵	۱/۸۰	۱/۹۵	۱/۷۳
SEM	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۳
P-Value	۰/۲۱۳	۰/۲۳۲	۰/۷۴۸	۰/۰۵۳	۰/۸۵۰	۰/۴۴۱	۰/۲۹۵
وزن اولیه× تراکم جیره							
وزن استاندارد× جیره متعارف	۱/۲۵	۱/۵۲	۱/۷۰	۱/۸۲[a]	۱/۷۹	۱/۹۴	۱/۷۹
وزن سبک× جیره متعارف	۱/۲۱	۱/۶۱	۱/۶۸	۱/۷۸[ab]	۱/۸۰	۲/۰۵	۱/۸۴
وزن سنگین× جیره متعارف	۱/۲۶	۱/۴۶	۱/۶۸	۱/۷۲[ab]	۱/۸۷	۲/۰۵	۱/۷۷
وزن استاندارد× جیره متراکم	۱/۲۱	۱/۴۹	۱/۵۸	۱/۶۸[ab]	۱/۷۴	۱/۸۹	۱/۷۱
وزن سبک× جیره متراکم	۱/۱۷	۱/۴۵	۱/۶۲	۱/۷۵[ab]	۱/۷۸	۱/۹۷	۱/۷۷
وزن سنگین× جیره متراکم	۱/۲۵	۱/۳۵	۱/۵۴	۱/۵۷[b]	۱/۷۳	۱/۸۶	۱/۶۹
SEM	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۴
P-Value	۰/۸۶۹	۰/۶۵۵	۰/۷۴۰	۰/۰۱۵	۰/۵۹۷	۰/۶۰۷	۰/۹۹۵

a-b: تفاوت میانگین ها با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۵. اثر وزن اولیه جوجه‌های گوشتی و تراکم متفاوت جیره بر وزن نسبی (درصد) اجزای لاشه و اندام‌های داخلی بدن

	بازده لاشه	سینه[۱]	ران[۱]	بال[۱]	چربی محوطه بطنی[۲]	قلب[۲]	کبد[۲]	پانکراس[۲]	طحال[۲]	بورس فابریسیوس[۲]	تیموس[۲]
تراکم مختلف جیره											
جیره متعارف	۶۳/۳۰	۳۹/۸۹	۳۰/۳۳	۸/۶۴	۱/۵۶	۰/۴۸[b]	۲/۱۶	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۲۹
جیره متراکم	۶۲/۸۹	۳۷/۶۲	۳۰/۰۰	۸/۶۲	۱/۳۱	۰/۵۳[a]	۲/۰۷	۰/۲۴	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۳۳
SEM	۰/۸۷	۱/۱۲	۰/۵	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۱	۰/۰۲
P-Value	۰/۷۴۱	۰/۱۶۱	۰/۶۴۱	۰/۸۸۹	۰/۰۷۷	۰/۰۳۴	۰/۲۷۰	۰/۳۸۸	۰/۰۶۹	۰/۶۸۵	۰/۱۱۷
وزن اولیه جوجه‌ها											
وزن استاندارد (۱±۴۲ گرم)	۶۲/۹۳	۳۷/۷۸	۳۰/۳۱	۸/۶۰	۱/۴۳	۰/۵۰	۲/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۳۰
وزن سبک (۱±۳۸ گرم)	۶۳/۰۵	۳۹/۰۹	۳۰/۵۶	۸/۶۶	۱/۳۴	۰/۵۰	۲/۱۶	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۳۰
وزن سنگین (۱±۴۶ گرم)	۳۲/۶۳	۳۹/۳۹	۲۹/۶۴	۸/۶۵	۱/۵۴	۰/۵۲	۲/۰۲	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۳۳
SEM	۱/۰۶	۱/۳۸	۰/۶۱	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲
P-Value	۰/۹۶۵	۰/۶۸۴	۰/۵۵۶	۰/۹۵۴	۰/۵۱۸	۰/۷۱۵	۰/۳۰۳	۰/۷۲۹	۰/۰۷۱	۰/۹۳۶	۰/۵۹۳
وزن اولیه× تراکم جیره											
وزن استاندارد× جیره متعارف	۱۰/۶۳	۳۵/۵۷	۳۰/۲۸	۸/۴۶	۱/۶۷	۰/۴۶	۲/۰۳	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۳۰
وزن سبک× جیره متعارف	۶۲/۸۰	۳۸/۴۴	۳۰/۱۶	۸/۷۸	۱/۵۲	۰/۴۹	۲/۳۲	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۲۷
وزن سنگین× جیره متعارف	۶۴/۰۱	۳۸/۸۴	۲۹/۵۶	۸/۶۹	۱/۵۰	۰/۵۱	۲/۱۲	۰/۲۶	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۳۰
وزن استاندارد× جیره متراکم	۶۲/۷۶	۴۰/۰۰	۳۰/۳۳	۸/۷۳	۱/۱۹	۰/۵۴	۲/۲۷	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۳۱
وزن سبک× جیره متراکم	۶۳/۲۹	۳۹/۷۳	۳۰/۹۶	۸/۵۳	۱/۱۶	۰/۵۲	۲/۰۱	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۳۳
وزن سنگین× جیره متراکم	۶۲/۶۳	۳۹/۹۴	۲۹/۷۲	۸/۶۰	۱/۵۸	۰/۵۴	۱/۹۲	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۳۷
SEM	۱/۵۰	۱/۹۵	۰/۸۷	۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳
P-Value	۰/۸۲۵	۰/۶۳۵	۰/۸۹۹	۰/۴۵۹	۰/۲۳۰	۰/۵۱۳	۰/۰۸۳	۰/۶۹۹	۰/۲۲۵	۰/۴۲۵	۰/۶۷۵

۱. نسبت به وزن لاشه، ۲. نسبت به وزن زنده.
a-b: تفاوت میانگین ها با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

مطالعات قبلی عنوان نموده‌اند که مواد مغذی جیره از جمله پروتئین جیره تأثیر مستقیمی بر صفات لاشه، وزن و درصد گوشت سینه، ران و بال دارد و کاهش پروتئین جیره سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار در تمام صفات لاشه می‌شود [۲۰]. حتی اگر جیره تمام احتیاجات تغذیه‌ای مربوط به اسیدهای آمینه ضروری، انرژی و تعادل کاتیون آنیون را تأمین کند اختلال در عملکرد رشد و کیفیت لاشه با جیره‌های با پروتئین پایین مشاهده شده است [۴]، که با یافته‌های این مطالعه مغایر است. از عواملی که منجر به نتایج این پژوهش‌گران شده است، بررسی تأثیر پروتئین به‌تنهایی روی اجزای لاشه است، چرا که پروتئین جزء لاینفک ترکیبات لاشه همانند سینه است و افزایش آن در جیره منجر به سنتز اسید آمینه بیش‌تر و افزایش اجزای لاشه می‌شود. گزارش شده است سطوح پروتئین بر درصد وزن ران و سینه اثر معنی‌دار نداشت اما میزان چربی تحت تأثیر سطوح پروتئین جیره قرار گرفت [۱۹].

بررسی تأثیر وزن اولیه و تراکم‌های مختلف مواد مغذی جیره با یا بدون اسانس‌های گیاهی در جوجه‌های با وزن اولیه ۴۰ گرم نشان داد که وزن اندام‌های داخلی از جمله طحال، کبد، بورس، چربی محوطه شکمی، وزن سینه و ران تحت تأثیر قرار نگرفت، که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد [۱۱]. در مطالعه حاضر وزن قلب تحت تأثیر تراکم جیره قرار گرفت و تیمار دریافت‌کننده جیره با تراکم مواد مغذی بالاتر از تیمار دریافت‌کننده جیره با مواد مغذی معمولی بود که تاکنون مطالعه‌ای در تطابق یا تضاد با یافته‌های این مطالعه مشاهده نشده است. هر چند نتایج مختلف ممکن است ناشی از شرایط متفاوت پرورش باشد.

اثر وزن اولیه جوجه‌های گوشتی و تراکم متفاوت مواد مغذی جیره بر میانگین آنتی‌بادی علیه SRBC کل، IgG و IgM در روزهای ۲۸، ۳۵ و ۴۲ پرورش در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ٦. اثر وزن اولیه جوجه‌های گوشتی و تراکم متفاوت جیره بر مقدار IgG، IgM (log2) و میزان آنتی‌بادی علیه SRBC کل و واکسن نیوکاسل

	۲۸ روزگی			۳۵ روزگی			۴۲ روزگی			نیوکاسل
	SRBC	IgG	IgM	SRBC	IgG	IgM	SRBC	IgG	IgM	
تراکم مختلف جیره										
جیره متعارف	۲/۲۰	۰/۷۹^{b}	۱/۵۰	۷/۱۶	۴/۴۱	۲/۷۵	۴/۰۸^{b}	۲/۰۴^{b}	۲/۰۴	۶/۷۹
جیره متراکم	۲/۳۷	۰/۹۱^{a}	۱/۴۵	۷/۲۰	۳/۹۱	۳/۲۹	۵/۷۵^{a}	۳/۴۵^{a}	۲/۲۹	۶/۷۰
SEM	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۸
P-Value	۰/۳۶۹	۰/۰۲۶	۰/۷۶۴	۰/۸۹۶	۰/۱۶۱	۰/۰۸۳	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۴۸	۰/۷۵۲
وزن اولیه جوجه‌ها										
وزن استاندارد (۱±۴۲ گرم)	۲/۵۶	۰/۶۲^{b}	۱/۹۳^{a}	۶/۶۲^{b}	۳/۸۷^{b}	۲/۷۵	۴/۹۳^{ab}	۲/۶۸^{ab}	۲/۲۵^{ab}	۶/۹۳
وزن سبک (۱±۳۸ گرم)	۲/۱۲	۰/۶۸^{b}	۱/۴۳^{b}	۶/۵۰^{b}	۳/۵۰^{b}	۳/۰۰	۴/۱۸^{b}	۲/۳۷^{b}	۱/۸۱^{b}	۶/۸۱
وزن سنگین (۱±۴۶ گرم)	۲/۱۸	۱/۱۲^{a}	۱/۰۶^{b}	۸/۴۳^{a}	۵/۱۲^{a}	۳/۳۱	۵/۶۲^{a}	۳/۱۸^{a}	۲/۴۳^{a}	۶/۵۰
SEM	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۲
P-Value	۰/۱۲۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۲۹	۰/۰۰۰۶	۰/۰۲۶	۰/۰۱۳	۰/۳۸۳
وزن اولیه× تراکم جیره										
وزن استاندارد× جیره متعارف	۲/۳۷	۰/۷۵^{bc}	۱/۶۲^{ab}	۶/۵۰^{b}	۴/۰۰^{ab}	۲/۵۰	۴/۸۷^{b}	۲/۷۵^{b}	۲/۱۲	۶/۸۷
وزن سبک× جیره متعارف	۲/۳۷	۱/۰۰^{b}	۱/۳۷^{b}	۶/۲۵^{b}	۳/۷۵^{ab}	۲/۷۵	۲/۸۷^{c}	۱/۱۲^{c}	۱/۷۵	۷/۰۰
وزن سنگین× جیره متعارف	۱/۸۷	۰/۳۷^{c}	۱/۵۰^{b}	۸/۵۰^{a}	۵/۵۰^{a}	۳/۰۰	۴/۵۰^{b}	۲/۲۵^{b}	۲/۲۵	۶/۵۰
وزن استاندارد× جیره متراکم	۲/۷۵	۰/۵۰^{c}	۲/۲۵^{a}	۶/۷۵^{b}	۳/۷۵^{ab}	۳/۰۰	۵/۰۰^{b}	۲/۶۲^{b}	۲/۳۷	۷/۰۰
وزن سبک× جیره متراکم	۱/۸۷	۰/۳۷^{c}	۱/۵۰^{b}	۶/۵۰^{b}	۳/۲۵^{b}	۳/۲۵	۵/۵۰^{ab}	۳/۶۲^{ab}	۱/۸۷	۶/۶۲
وزن سنگین× جیره متراکم	۲/۵	۱/۸۷^{a}	۰/۶۲^{c}	۸/۳۷^{a}	۴/۷۵^{ab}	۳/۶۲	۶/۷۵^{a}	۴/۱۲^{a}	۲/۶۲	۶/۵۰
SEM	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۴۷	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۲۰	۰/۳۲
P-Value	۰/۴۱۵	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲۶	۰/۰۰۷	۰/۹۸۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۵۱	۰/۷۲۲

a-b: تفاوت میانگین ها با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM: اشتباه معیار میانگین‌ها.

جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره متراکم در روز ۲۸ پرورش IgG و در روز ۴۲ پرورش آنتی‌بادی علیه SRBC کل و IgG بالاتری داشتند (P<۰/۰۵). جوجه‌هایی که وزن اولیه سنگین داشتند در روز ۲۸ پرورش IgG، در روز ۳۵ پرورش آنتی‌بادی علیه SRBC کل و IgG و در روز ۴۲ پرورش آنتی‌بادی علیه SRBC کل، IgG و IgM بالاتری نسبت به جوجه‌های وزن اولیه سبک داشتند (P<۰/۰۵). تیمار دارای وزن اولیه سنگین با جیره متراکم بالاترین میانگین ایمونوگلوبین G را در روز ۲۸ پرورش نشان داد (P<۰/۰۵). تیمارهای دارای وزن اولیه سنگین با جیره معمولی و وزن اولیه سنگین با جیره متراکم بالاترین میانگین آنتی‌بادی علیه SRBC کل را در روز ۳۵ پرورش داشتند و تیمار دارای وزن اولیه سنگین با جیره معمولی میزان IgG بیش‌تری نسبت به تیمار دارای وزن اولیه سبک با جیره متراکم داشت (P<۰/۰۵). جوجه‌هایی که وزن اولیه سبک و جیره متراکم داشتند در روز ۴۲ پرورش دارای آنتی‌بادی علیه SRBC کل و IgG بالاتری نسبت به تیمار وزن سبک و جیره معمولی بودند (P<۰/۰۵). آنتی‌بادی علیه نیوکاسل تحت تأثیر تراکم مواد مغذی و وزن اولیه جوجه گوشتی قرار نگرفت.

علاوه بر انتخاب ژنتیکی بعضی از عوامل غیر ژنتیکی مانند غلظت مواد مغذی در جیره غذایی می‌توانند ظهور ژن‌های مسئول پاسخ ایمنی را از طریق ایجاد تغییر در میزان بلوغ سیستم ایمنی و میزان آنتی‌بادی تولیدشده در برابر عفونت‌ها تغییر دهند [۱۲]. در طول دو دهه گذشته، تغذیه ابتدایی به‌شدت موردمطالعه قرار گرفته است و مشاهده شد که دسترسی سریع به مواد مغذی می‌تواند سیستم ایمنی را بهبود بخشد و وضعیت سلامتی جوجه‌ها را بهبود بخشد [۲]. پژوهش‌ها نشان دادند که تغذیه روزهای ابتدایی پرورش به‌طور قابل‌توجهی باعث افزایش تکثیر سلول‌های T و افزایش پاسخ ایمنی در برابر بیماری‌های عفونی می‌شود [۲]. در بحث تأثیر مواد مغذی بر سیستم ایمنی گزارش شده که وقتی جیره با متیونین مکمل می‌شود میزان IgG افزایش می‌یابد [۲۴]. نشان داده شده که سطوح مختلف پروتئین و اسیدآمینه بر ایمنی پرندگان اثر معنی‌دار دارد [۱۰]. داده‌های جمع‌آوری‌شده از مطالعات طیور و دیگر گونه‌ها نشان داد که وقتی جیره‌ها از لحاظ پروتئین و اسیدهای آمینه کمبود دارند، میزان آنتی‌بادی‌های موجود در گردش خون آن‌ها پایین است و کمبود یا بیش‌بود پروتئین جیره و یا اسید آمینه باعث تغییر پاسخ ایمنی می‌شود [۲۴]. به‌طور کلی تراکم مواد مغذی بالا و مواد افزودنی خوراکی در جیره آغازین منجر به بهبود پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی می‌شود [۱۸]. گزارش شده است افزایش سطح پروتئین جیره منجر به بهبود قابل‌توجهی در پاسخ‌های ایمنی سلولی و هومورال جوجه‌های گوشتی می‌شود [۷]. پژوهش‌ها نشان داده است جوجه‌های مصرف‌کننده جیره‌های با محتوای انرژی ۲۷۵۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و با پروتئین ۱۸ و ۲۰ درصد در مقایسه با سطوح انرژی ۲۹۰۰ و ۳۰۵۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و پروتئین ۲۲ درصد، میزان آنتی‌بادی (IgM و IgG) کم‌تری را نشان دادند و این جوجه‌ها سرعت رشد و پاسخ ایمنی ضعیف‌تری داشتند [۳]. هم‌چنین گزارش شده است که کاهش سطح پروتئین جیره میزان آنتی‌بادی علیه SRBC را در هر دو سویه راس و هوبارد کاهش می‌دهد [۹]، که این یافته‌ها در توافق با نتایج مطالعه حاضر است. یافته‌های دیگر به‌منظور تأثیر تراکم جیره نشان داد که جوجه‌های تغذیه‌شده با مواد مغذی، بیش‌ترین مقدار آنتی‌بادی علیه SRBC کل و IgG را داشتند [۱۸] که با یافته‌های به‌دست‌آمده در این پژوهش در تطابق است.

در خصوص ارتباط وزن اولیه و سیستم ایمنی پرندگان مطالعات اندکی انجام شده است. در مقایسه جوجه‌هایی که وزن اولیه کم‌تری داشتند مشاهده شد که در هشت روز اول پرورش میزان تلفات بیش‌تر از جوجه‌هایی بود که وزن اولیه بیش‌تری داشتند [۱۵]. در پژوهش حاضر جوجه‌های با وزن سنگین در تمام روزهای نمونه‌برداری میزان آنتی‌بادی بالاتری بر علیه SRBC نسبت به جوجه‌های با وزن سبک داشتند که این نشان‌دهنده اهمیت وزن اولیه جوجه‌ها در بروز ایمنی در طول دوره پرورش است. گزارش شده است وزن لکوسیت‌ها حدود ۰/۴۲ درصد وزن بدن جوجه و مقدار

آنتی‌بادی‌های موجود در بدن نیز در حدود ۰/۱ درصد وزن بدن آن‌ها محاسبه می‌شود [۲۲]. گزارش شده است تقویت سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی از طریق اقدامات تغذیه‌ای از روز یک تا ۳۰ پرورش ضروری است و می‌تواند باعث افزایش ماکروفاژها، ترکیبات اختصاصی ایمنی سلولی، تکثیر سلول‌های T و B و افزایش ایمنی مخاطی و IgA شود [۲۲]. طبق پژوهش حاضر در روز ۴۲ پرورش جوجه‌های با وزن سبک و جیره معمولی در مقایسه با جوجه‌های وزن سبک و جیره متراکم میزان آنتی‌بادی بالاتری بر علیه SRBC داشتند که نشان می‌دهد دادن جیره متراکم به جوجه‌های سبک باعث شده که این جوجه‌ها ایمنی قوی‌تری پیدا کنند. گزارش شده است تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره بر میزان آنتی‌بادی علیه واکسن نیوکاسل معنی‌دار نبود [۱]. هم‌چنین تراکم‌های مختلف مواد مغذی جیره با یا بدون اسانس‌های گیاهی در جوجه‌های با وزن اولیه ۴۰ گرم روی آنتی‌بادی علیه واکسن نیوکاسل بی تأثیر بود [۱۱].

براساس نتایج این پژوهش، تغذیه جوجه‌های سبک وزن با جیره‌های متراکم، سرعت رشد آن‌ها را در مقایسه با جوجه‌های با وزن اولیه استاندارد یا سنگین، به میزان بیش‌تری افزایش می‌دهد. بنابراین تغذیه با تراکم بیش‌تر مواد مغذی می‌تواند اثر رشد و تکامل جوجه‌ها را تسریع نماید. هم‌چنین، تغذیه جوجه‌هایی که وزن اولیه کم‌تر از استاندارد دارند با جیره‌های متراکم، می‌تواند به پاسخ‌های ایمنی قوی‌تر در دوره پرورش منتهی شود.

۴. تشکر و قدردانی

از حمایت مادی و معنوی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان برای انجام این پژوهش که حاصل یک پایان‌نامه کارشناسی ارشد بوده، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۶. منابع مورداستفاده

1. Abbasi MA, Mahdavi AH, Samie AH and Jahanian R (2014) Effects of different levels of dietary crude protein and threonine on performance, humoral immune responses and intestinal morphology of broiler chicks. Brazilian Journal of Poultry Science, 16(1): 35-44.
2. Ao Z, Kocher A and Choct M (2012) Effects of dietary additives and early feeding on performance, gut development and immune status of broiler chickens challenged with *Clostridium perfringens*. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 25(4): 541-551.
3. Azghadi M, Kermanshahi H and Golian A (2013) The effect of dietary energy and protein levels on growth performance and antibody responses of offspring of laying japans quails. Iranian Journal of Applied Animal Science, 4: 185-190.
4. Bregendahl K, Sell JL and Zimmerman DR (2002) Effect of low-protein diet on growth performance and body composition of broiler chicks. Poultry Science, 81: 1156-1167.
5. Farhadi GH, Rezaei M and Chashnidel Y (2011) The effect of energy density and other dietary nutrients in different breeding periods on performance, carcass characteristics, body composition and some blood parameters of broilers. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, M.Sc. Dissertation. (In Persian)
6. Gholamrezaie Sani L, Mohammadi M, Jalali Sendi J, Abolghasemi SA and Roostaie Ali-Mehr M (2012) Extract and leaf powder effect of *Artemisia annua* on performance, cellular and humoral immunity in broilers. Iranian Journal of Veterinary Research, 14: 15-20.

7. Hessabi Nameghi AR and Sharbatdar S (2013) Evaluation of different levels of dietary crude protein on hatchability, chick weights, and immune response of khorasan's native hens. Animal Production Research 2(3): 39-48. (In Persian)
8. Houshmand M, Azhar K, Zulkifli I, Bejo MH and Kamyab A (2012) Effect of prebiotic, protein and stocking density on performance, immunity and stress indicators of broilers. Poultry Science, 91: 393-401.
9. Huwaida EEM, Ali OHA, Mohamed EAA and Yousif IA (2013) Effect of season and dietary protein level on immune response of three exotic broiler strains in Sudan. Online Journal of Animal and Feed Research, 3(1): 31-35.
10. Kidd MT (2004) Nutritional modulation of immune function in broiler. Poultry Science, 83: 650-657.
11. Kim SJ, Lee KW, Kang CW and An BK (2016) Growth performance, relative meat and organ weights, cecal microflora, and blood characteristics in broiler chickens fed diets containing different nutrient density with or without essential oils. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 29(4): 549-554.
12. Klasing KC (2007) Nutrition and the immune system. British Poultry Science, 48: 525-537.
13. Lee KH and Lesson S (2001) Performance of broilers fed limited quantities of feed or nutrients during seven to fourteen days of age. Poultry Science, 80: 446-454.
14. Lesson S (2012) Future considerations in poultry nutrition. Poultry Science, 91: 1281-1285.
15. Mendes AS, Paixao SJ, Restelatto R, Reffatti R, Possenti JC, de Moura DJ, Morello GMZ and de Carvalho TMR (2011) Effects of initial body weight and litter material on broiler production. Brazilian Journal of Poultry Science, 13: 165-170.
16. Mohiti-Asli M, Shivazad M, Zaghari M, Rezaian M and Aminzadeh S (2014) Effects of feeding strategy on reproductive performance and ovarian morphology of broiler breeder hens. Journal of Cellular and Molecular Research, 3: 191-198. (In Persian)
17. Molenaar R, Reijrink IAM, Meijerhof R and Van Den Brand H (2008) Relationship between hatchling length and weight on later productive performance in broilers. World's Poultry Science Journal, 64(4): 599-604.
18. Nabizadeh A, Golian A, Hassanabadi A and Zerehdaran S (2017) Effects of nutrient density and exogenous enzymes in starter diet on performance, intestinal microflora, gut morphology and immune response of broiler chickens. Revista Brasileira de Ciencia Avicola, 19(3): 509-518.
19. Namroud NF, Shivazad M and Zaghari M (2008) Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood, ammonia level and excreta characteristics of broiler chicks. Poultry Science, 87: 2250-2258.
20. Noy Y, Geyra A and Sklan D (2001) The effect of early feeding on growth and small intestinal development in the post-hatch poultry. Poultry Science, 8: 76-100.
21. Roy SC, Alam MS, Ali MA, Chowdhury SD and Goswami C (2010) Different levels of protein on the performance of synthetic broiler. Veterinary Medicine, 8(2): 117-122.
22. Song B, Tang D, Yan S, Fan H, Li G, Shahid MS, Mahmood T and Guo Y (2021) Effects of age on immune function in broiler chickens. Journal of Animal Science and Biotechnology, 42: 1-12.
23. Sterling KG, Pesti GM and Bakalli RI (2003) Performance of broiler chicks fed various levels of dietary lysine and crude protein. Poultry Science, 82: 1939-1947.
24. Tsiagbe VK, Cook ME, Harper AE and Sunde ML (1987) Enhanced immune responses in broiler chicks fed methionine-supplemented diets. Poultry Science, 66: 1147-1154.
25. Willemsen H, Everaert N, Witters A, Smit LD, Debonne M and Verschuere F (2008) Critical assessment of chick quality measurements as an indicator of post-hatch performance. Poultry Science, 87(11): 2358-2366.