

*Research Article*

## Effect of Different Levels of Dietary Guanidinoacetic Acid Supplementation on Carcass Traits, Some Blood Biochemical, Liver Enzyme Activities, Intestinal Microbial Population and Morphology in Broiler Japanese Quails

Reza Alipour Filabadi, Mostafa Faghani\*, Farshid Kheiri

Department of Animal Sciences, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

\*Corresponding author: m.faghani@gmail.com

Received: 25 September 2024

Accepted: 27 January 2025

DOI: 10.60833/ascij.2025.1185104

### Abstract

In order to investigate the effect of consuming diets supplemented with different levels of guanidinoacetic acid on performance, some biochemical parameters of blood, microbial population and intestinal morphology in Japanese meat quails, 288 Japanese quails aged 1-35 days were used with 4 experimental treatments including control group and consuming guanidinoacetic acid with levels of 0.5, 1 and 1.5 g/kg of standard feed with 6 replications and 12 laying quails in each replication. At the end of the period (35 days of age), after slaughtering two birds from each replicate, carcass traits of quails, blood parameters such as cholesterol, triglyceride, very low density lipoprotein (VLDL) and high density lipoprotein (HDL) as well as the activity of liver enzymes such as alkaline phosphatase (ALP), alanine transaminase (ALT) and aspartate transaminase (AST) were examined. Sampling was performed to evaluate the tissue and population of the small intestine microbial flora. The results showed that the consumption of diets supplemented with guanidinoacetic acid significantly improved carcass traits in the quails under study ( $p \leq 0.05$ ). Supplementation of the diet with guanidinoacetic acid caused a significant decrease in serum concentrations of blood parameters of cholesterol, triglycerides and LDL and subsequently increased HDL ( $p \leq 0.05$ ). Improvement in liver enzyme activity was observed under the influence of guanidinoacetic acid levels ( $p \leq 0.05$ ). A significant increase in the beneficial microbial population of Lactobacilli and, on the contrary, a decrease in the colony population of pathogenic bacteria *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* in the intestine, along with an increase in the level of villi and the density of the number of goblet cells, indicated the effect of supplementation with different levels of guanidinoacetic acid on improving intestinal health in the quails under study ( $p \leq 0.05$ ). The results of this study showed the benefits of consuming different levels of guanidinoacetic acid on carcass traits, blood biochemical parameters, liver enzymes, morphology, and gut microbial population in Japanese quails.

**Keywords:** Guanidinoacetic acid, Carcass trait, Blood biochemical, Liver enzyme, Japanese quails.

## تاثیر مصرف جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف گوانیدینواستیک‌اسید بر صفات لاشه، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، فعالیت آنزیم‌های کبدی، جمعیت میکروبی و ریخت‌شناسی روده در بلدرچین‌های گوشتی ژاپنی

رضا علی‌پور فیل‌آبادی، مصطفی فغانی\*، فرشید خیری

گروه علوم دامی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

\*مسئول مکاتبات: m.faghani@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۴

DOI: 10.60833/ascij.2025.1185104

### چکیده

به منظور بررسی اثر مصرف جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف گوانیدینواستیک‌اسید بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، جمعیت میکروبی و ریخت‌شناسی روده در بلدرچین‌های گوشتی ژاپنی، تعداد ۲۸۸ قطعه بلدرچین ژاپنی در سن ۱-۳۵ روزگی با ۴ تیمار آزمایشی شامل گروه شاهد و مصرف کننده گوانیدینواستیک‌اسید با سطوح ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ گرم/کیلوگرم از خوراک استاندارد با ۶ تکرار و ۱۲ قطعه بلدرچین تخم‌گذار در هر تکرار استفاده گردید. در انتهای دوره (۳۵ روزگی) پس از کشتار دو قطعه پرنده از هر تکرار، صفات لاشه بلدرچین‌ها، فراسنجه‌های خونی نظیر کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم (VLDL) و لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) و همچنین فعالیت آنزیم‌های کبدی نظیر آلکالین فسفاتاز (ALP)، آلانین ترانس‌آمیناز (ALT) و آسپارات ترانس‌آمیناز (AST) بررسی شد. برای ارزیابی بافت و جمعیت فلور میکروبی روده باریک، نمونه‌برداری صورت گرفت. نتایج نشان داد مصرف جیره‌های مکمل شده با گوانیدینواستیک‌اسید سبب بهبود معنی‌دار صفات لاشه در بلدرچین‌های تحت مطالعه شد ( $p \leq 0/05$ ). مکمل‌سازی جیره با گوانیدینواستیک‌اسید سبب کاهش معنی‌دار بر غلظت سرمی فراسنجه‌های خونی کلسترول، تری‌گلیسرید و LDL و متعاقباً افزایش HDL شد ( $p \leq 0/05$ ). بهبود وضعیت فعالیت آنزیم‌های کبدی تحت تاثیر مصرف سطوح گوانیدینواستیک‌اسید مشاهده گردید ( $p \leq 0/05$ ). افزایش معنی‌دار جمعیت میکروبی مفید لاکتوباسیلوس‌ها و در مقابل کاهش جمعیت کلونی باکتری‌های بیماری‌زای /شرشیاکلی و سالمونلا /اتریکا در روده همراه با افزایش سطح ویلی‌ها و تراکم تعداد سلول‌های گابلت نشان‌دهنده اثر مکمل‌سازی سطوح مختلف گوانیدینواستیک‌اسید بر بهبود وضعیت سلامت روده در بلدرچین‌های تحت مطالعه بود ( $p \leq 0/05$ ). نتایج این مطالعه نشانگر سودمندی مصرف سطوح مختلف گوانیدینواستیک‌اسید بر صفات لاشه، فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، آنزیم‌های کبدی، ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده در بلدرچین‌های ژاپنی بود.

کلمات کلیدی: گوانیدینواستیک‌اسید، فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، آنزیم کبدی، ریخت‌شناسی روده، بلدرچین ژاپنی.

### مقدمه

امروزه به دلیل وجود ویژگی‌های غذایی مناسب گوشت بلدرچین، پرورش این پرنده به صورت صنعتی سودآور به جهت تامین مایحتاج نیاز پروتئینی جامعه مورد نظر است (۲۷). گوشت بلدرچین به دلیل پایین بودن قیمت در مقایسه با گوشت قرمز و همچنین غنی بودن از مواد معدنی و آلی از جایگاه

خاصی در تغذیه انسانی برخوردار است (۲۲). اسید آمینه آرژنین نقش مهمی در رشد بلدرچین‌های گوشتی و تخم‌گذار دارد، به طوری که کمبود این اسید آمینه می‌تواند رشد بلدرچین‌ها و سلامت روده را تحت تأثیر خود قرار بدهد و به عبارت دیگر کمبود آرژنین می‌تواند باعث بدتر شدن رشد، افزایش ضریب تبدیل خوراک و ورم روده شود (۱۴ و ۲۹). کراتین به عنوان یک ترکیب مهم به منظور ذخیره سازی انرژی با دریافت گروه فسفات از آدنوزین تری فسفات تبدیل به کراتین فسفات می‌شود که در متابولیسم انرژی کوتاه مدت به ویژه در سلول‌های ماهیچه‌ای به عنوان یک پشتیبان مهم برای ATP عمل می‌کند (۱۲). گوانیدینو استیک اسید با نام اختصاری GAA، یک ترکیب آلی با فرمول شیمیایی  $C_4H_9N_3O_2$  است (۱۳). این ماده یک ترکیب واسطه متابولیکی است و از اسید آمینه‌های گلايسین و آرژنین ساخته می‌شود، که عمدتاً این سنتز در کلیه و پانکراس صورت می‌گیرد؛ سپس در کبد تبدیل به کراتین می‌شود (۲۸). روند تشکیل کراتین از گوانیدینو استیک اسید یک روند غیر قابل برگشت است (۱۸). GAA به عنوان تنها پیش‌ساز کراتین در بافت‌های حیوانی است که معمولاً از گلايسین و آرژنین در کلیه تولید شده و در کبد با واسطه آنزیمی پس از متیله شدن به کراتین تبدیل می‌گردد (۴، ۶). کراتین فسفات به صورت مستقیم در تولید انرژی نقش ندارد و با انتقال فسفات پر انرژی خود به ADP و تبدیل آن به ATP نوعی انرژی سهل الوصول را برای سلول‌های ماهیچه‌ای فراهم می‌نماید (۱۲). حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد نیاز روزانه کراتین در بدن بلدرچین‌ها از باز سنتز به دست می‌آید و مابقی نیاز بدن از طریق خوراک بایستی تامین گردد و از آنجایی که کراتین و گوانیدینو استیک اسید در منابع گیاهی وجود ندارند، در شرایط تغذیه حیوانات از منابع گیاهی این ترکیب

توسط سنتز در بدن موجود زنده ایجاد و تامین می‌گردد که علاوه بر ایجاد فشار مضاعف به کبد و کلیه سبب کاهش رشد و راندمان مواد غذایی در آنها می‌گردد (۳۰). از این جهت مکمل گوانیدینو استیک اسید به عنوان جایگزینی برای اسید آمینه آرژنین و عاملی در حفظ تعادل و هموستاز انرژی بدن بلدرچین‌ها مورد توجه است و به نظر می‌رسد اگر از منبع خارجی گوانیدینو استیک اسید در تغذیه حیوانات اهلی استفاده شود امکان ادامه سوخت و ساز و تولید کراتین و کراتین فسفات وجود دارد (۲۱). مصرف سطح آرژنین با میزان ۱۰ درصد بالاتر از توصیه NRC و مصرف سطوح ۰/۶ و ۲۱ گرم/کیلوگرم از مکمل گوانیدینو استیک اسید در جیره بلدرچین‌های ژاپنی سبب افزایش وزن لاشه، بهبود کیفیت ساختار گوشت و کاهش محتوی سرمی تری گلیسیرید و کلسترول خون گردید (۴). احتیاجات غذایی جوجه‌ها به آرژنین با افزایش سن بالاتر می‌رود و استفاده از مکمل گوانیدینو استیک اسید می‌تواند نقش مهمی در بهبود عملکرد و صفات لاشه در جوجه‌ها داشته باشد (۱۴). ابراهیمی و همکاران آثار مثبت مصرف مکمل آرژنین بر افزایش وزن روزانه، محتوای ماهیچه لاشه، بازده خوراک، وزن لاشه، وزن و ضخامت ماهیچه سینه و ران و بهبود ریخت‌شناسی روده در جوجه‌های گوشتی را نشان دادند (۸). فرناندز و همکاران نشان دادند استفاده از سطوح بالای آرژنین و مکمل سازی جیره با گوانیدینو استیک اسید منجر به افزایش خطی وزن بافت ماهیچه‌ای سینه و فیله در جوجه‌های گوشتی شد (۱۰). مصرف مکمل جیره‌ای آرژنین و گوانیدینو استیک اسید سبب کاهش سطوح پلاسمایی کلسترول و HDL در جوجه‌های گوشتی شد (۹). استفاده از مکمل گوانیدینو استیک اسید به منظور تامین آرژنین جیره در سطح ۰/۵ و ۰/۶ تأثیر معنی داری بر افزایش وزن بدن و کیفیت صفات لاشه در جوجه‌های

گوشتی نداشت (۲). مکمل‌سازی جیره با آرژنین و گوانیدینواستیک‌اسید سبب اثر بر ترشح انسولین از سلول‌های بتا پانکراس و افزایش ترشح هورمون رشد از غده هیپوفیز می‌گردد و اثرات آنابولیکی بر ماهیچه اسکلتی دارد. استفاده از مکمل گوانیدینواستیک‌اسید سبب بهبود خصوصیات لاشه از نظر افزایش بازده گوشت سینه و ران می‌گردد (۵). نتایج مطالعات راعی و همکاران نشان داد مصرف گوانیدینواستیک‌اسید در سطوح (۰/۶، ۱/۲ و ۱/۸ گرم/کیلوگرم) نشان‌دهنده بهبود وضعیت آنزیم‌های کبدی و افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در جوجه‌های آزمایشی بود (۲۳). مصرف مکمل گوانیدینواستیک‌اسید به دلیل تامین انرژی ماهیچه‌ای منجر به استفاده بهینه از اسیدهای آمینه نظیر میتونین شده و سبب بهبود رشد و تولید در بلدرچین‌های ژاپنی می‌گردد (۱۷). هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثرات اثر مصرف جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف گوانیدینواستیک‌اسید بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده در بلدرچین‌های گوشتی ژاپنی بود.

#### مواد و روش‌ها

تعداد ۲۸۸ قطعه بلدرچین ژاپنی (*Coturnix japonica*) یک روزه با میانگین وزنی تقریباً یکسان ( $13.5 \pm 1$ ) گرم و در سن (۱ لغایت ۳۵ روزگی) استفاده گردید. بلدرچین‌ها در ابتدای دوره آزمایش به صورت دسته جمعی وزن کشی شده و گروه‌های با میانگین وزنی یکسان در بین تیمارهای مختلف، تقسیم شدند و استانداردهای درجه حرارت، رطوبت، نور، تهویه و تغذیه مورد توجه قرار گرفت. چهار تیمار آزمایشی شامل گروه شاهد و گروه‌های مصرف‌کننده سطوح مختلف گوانیدینواستیک‌اسید (۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم/کیلوگرم) با ۶ تکرار و ۱۲ قطعه بلدرچین

ژاپنی در هر تکرار استفاده گردید. کلیه اجزای جیره بلدرچین‌های تحت مطالعه بر اساس روش تجزیه و تحلیل ترکیبات شیمیایی خوراک مورد آنالیز قرار گرفت (۲) و جیره بلدرچین‌های آزمایشی بر اساس توصیه‌های تغذیه ای مربوط به بلدرچین‌های ژاپنی گوشتی (۲۰) با استفاده از نرم افزار UFFDA متعادل گردید (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی، آب تازه و سالم آشامیدنی به صورت آزاد و نامحدود در اختیار بلدرچین‌ها قرار داده شد. در انتهای دوره آزمایش تعداد ۲ قطعه بلدرچین از هر جایگاه آزمایشی انتخاب و پس از وزن کشی، ذبح و پرکنی، امعا و احشا داخل بدن بلدرچین‌ها تخلیه گردید و تفکیک لاشه صورت با ترازوی ۰/۰۱ گرفت. به منظور اندازه‌گیری تعیین کلسترول و تری‌گلیسیرید سرم خون از دستگاه طیف‌سنج نوری مدل Bichrom Libra با طول موج ۵۴۶ نانومتر و استفاده از کیت‌های زیست‌شیمی با روش آنزیمی رنگ‌سنجی استفاده گردید و غلظت آنها با استفاده از رابطه‌های ریاضی به صورت میلی‌گرم/دسی‌لیتر بیان شد. اندازه‌گیری HDL و LDL توسط دستگاه طیف‌سنج نوری با طول موج ۶۰۰ نانومتر با استفاده از کیت‌های تشخیصی پارس آزمون صورت گرفت. ارزیابی فعالیت سرمی آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، آسپارات آمینوترانسفراز (AST) و آلکالین فسفاتاز (ALP) با استفاده از دستگاه آنالایزر خودکار با استفاده از کیت‌های تجاری پارس آزمون طبق دستورالعمل سازنده تعیین شد. به منظور ارزیابی فلور میکروبی روده و تخمین جمعیت باکتری‌های /شرشیاکلی، لاکتوباسیلوس و سالمونلا، یک گرم از نمونه‌های گوارشی روده جمع‌آوری شده با ۰/۰۹ درصد NaCl استریل تا ده برابر رقیق شد. به منظور انجام شمارش جمعیت باکتریایی سالمونلا /ینتریکا با استفاده از محیط MRS-Agar و روش انکوباسیون در محیط بی‌هوازی به مدت ۴۸ ساعت

اندازه‌گیری شد. طول و عرض پرزهای عمودی کامل از پنج پرز برای هر بلدرچین محاسبه شد. شمارش تعداد سلول‌های جامی از چهار پرز مشابه تعیین شد و تراکم آنها با واحد میلی‌متر مربع ذکر شد (۱۶). داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ۹/۱ با رویه مدل خطی عمومی GLM آنالیز شدند (۲۰). مقایسه بین میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (۷) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. مدل آماری طرح به شرح:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + e_{ijk}$$

بود که در آن  $Y_{ijk}$  مقدار هر مشاهده،  $\mu$ : میانگین جامعه،  $\alpha_i$ : اثر مکمل‌سازی جیره با گوانیدینواسستیک‌اسید و  $e_{ijk}$ : اثر اشتباه در آزمایش، بود.

در دمای ۳۰ درجه سلسیوس، شمارش باکتری‌های *اشرشیا کولی* انکوباسیون به مدت ۴۸ ساعت و دمای ۳۷ درجه سلسیوس و برای تعیین جمعیت کلونی باکتریایی *لاکتوباسیلوس* از محیط کشت MRS1-Agar به مدت ۷۲ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سلسیوس استفاده شد. پس از انکوباسیون، باکتری‌ها در ظروف پتری‌دیش شمارش شدند و با محاسبه باکتری‌ها در حجم اولیه و شمارش‌ها به صورت  $\log^{10}$  واحد کلونی/گرم در هر گرم گزارش شد (۱۶). برای ارزیابی ریخت‌شناسی روده باریک، بخش‌های مختلف روده از تعداد ۲ قطعه بلدرچین ذبح شده از هر تکرار جدا شد و تجزیه و تحلیل بر روی مقاطع بافت هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شده گردید و ارتفاع پرز، عمق کریپت و سطح پرز

جدول ۱- درصد ترکیبات و محتوی مواد مغذی جیره آزمایشی مورد استفاده در بلدرچین‌های ژاپنی

Table 1. Percentage of ingredients and nutrient content of the experimental diet used in Japanese quails

| Ration items <sup>1</sup>                   | Percent (%) |
|---------------------------------------------|-------------|
| Corn kernels                                | 52.94       |
| Soybean meal                                | 40.04       |
| Vegetable oil                               | 1.75        |
| Fish powder                                 | 3.00        |
| Calcium carbonate                           | 1.09        |
| Dicalcium phosphate                         | 0.39        |
| Salt                                        | 0.20        |
| L-lysine                                    | 0.01        |
| DL-methionine                               | 0.08        |
| Mineral and vitamin supplement <sup>2</sup> | 0.50        |
| Calculated nutrients                        |             |
| Metabolizable energy (kcal/kg)              | 2900        |
| Crude protein (%)                           | 24          |
| Calcium (%)                                 | 2.5         |
| Available phosphorus (%)                    | 0.38        |
| Sodium (%)                                  | 0.15        |
| Methionine + Cysteine (%)                   | 0.91        |
| Lysine (%)                                  | 1.35        |
| Threonine (%)                               | 0.96        |

۱- جیره متعادل شده براساس NRC، ۱۹۹۴. هر کیلوگرم مکمل ویتامینه شامل ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۳۰۰ واحد ویتامین D<sub>3</sub>، ۲۲ واحد ویتامین E، ۲ میلی‌گرم ویتامین K<sub>3</sub>، ۳ میلی‌گرم تیامین، ۴۰ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۱۸ میلی‌گرم پانتوتنیک اسید، ۴ میلی‌گرم پیروکسیدین، ۰/۰۱۷ میلی‌گرم سیانوکوبالامین، ۶۵ میلی‌گرم نیاسین، ۰/۳ میلی‌گرم بیوتین، ۰/۰۷۵ میلی‌گرم فولیک اسید و ۶۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید بود. ۲- هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل ۸ میلی‌گرم آهن، ۱۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۶۰ میلی‌گرم روی، ۸ میلی‌گرم مس، ۰/۵ میلی‌گرم ید و ۰/۱۵ میلی‌گرم سلنیوم بود.

1- Balanced diet based on NRC, 1994. \*\* Each kg of vitamin supplement contained 11,000 IU of vitamin A, 2,300 IU of vitamin D<sub>3</sub>, 22 IU of vitamin E, 2 mg of vitamin K<sub>3</sub>, 3 mg of thiamine, 40 mg of riboflavin, 18 mg of pantothenic acid, 4 mg of pyridoxine, 0.017 mg of cyanocobalamin, 65 mg of niacin, 0.3 mg of biotin, 0.075 mg of folic acid and 600 mg of choline chloride. 2- Each kg of mineral supplement contained 8 mg of iron, 100 mg of magnesium, 60 mg of zinc, 8 mg of copper, 0.5 mg of iodine and 0.15 mg of selenium.

## نتایج

**جمعیت میکروبی روده:** جدول ۵ نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار جمعیت کلونی باکتری *لاکتوباسیلوس* تحت عنوان فلور میکروبی مناسب و در مقابل کاهش معنی‌دار جمعیت *سالمونلا* / *انتريکا* و *اشرشیا کلی* که به عنوان فلور مضر و بیماری‌زا در محیط روده طیور محسوب می‌گردند، تحت تاثیر مصرف سطوح مختلف گوانیدینواستیک‌اسید واقع شد ( $p \leq 0/05$ ).  
**ریخت‌شناسی بافت روده:** جدول ۶ نشان می‌دهد ارتفاع پرزها، عمق کریپت و سطح پرزهای روده نسبت به گروه کنترل تحت‌تاثیر مصرف گوانیدینو استیک‌اسید افزایش یافته است. بررسی تعداد و تراکم سلول‌های گابلت نشان‌دهنده افزایش تراکم سلول‌های گابلت با سطوح جیره‌های مکمل‌شده با گوانیدینو استیک‌اسید بود ( $p \leq 0/05$ ).

**صفات لاشه:** جدول ۲ نشان می‌دهد با مصرف سطوح مختلف گوانیدینواستیک‌اسید وزن ران، سینه، بال و وزن چربی محوطه شکمی به طور معنی‌دار نسبت به گروه شاهد افزایش یافت ( $p \leq 0/05$ ).  
**فراسنجه‌های شیمیایی سرم خون:** جدول ۳۳ نشان می‌دهد که محتوی سرمی کلسترول، تری‌گلیسیرید و LDL در بلدرچین‌های مصرف‌کننده سطوح مختلف گوانیدینواستیک‌اسید به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $p \leq 0/05$ ). همچنین نشانگر افزایش معنی‌دار میزان HDL تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی بود ( $p \leq 0/05$ ).  
**فعالیت آنزیم‌های کبدی:** فعالیت آنزیم‌های ALP، ALT و AST به عنوان یک شاخص مهم برای تعیین فعالیت و سلامت کبد، تحت‌تاثیر مصرف گوانیدینو استیک‌اسید به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۴) ( $p \leq 0/05$ ).

جدول ۲- اثر استفاده از تیمارهای آزمایشی بر صفات لاشه در بلدرچین‌های ژاپنی

Table 2. Effect of experimental treatments on carcass traits in Japanese quails

| Treatment             | Supplementation (g/kg) | Thigh weight (g) | Wing weight (g) | Breast weight (g) | Abdominal fat (g) |
|-----------------------|------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Control               | 0                      | 32.31d           | 7.71d           | 37.81c            | 1.85a             |
|                       | 0.5                    | 33.45c           | 7.82c           | 39.42b            | 1.72b             |
| Guanidine Acetic Acid | 1                      | 35.52b           | 7.92b           | 39.96b            | 1.64c             |
|                       | 1.5                    | 36.14a           | 7.99a           | 40.11a            | 1.55d             |
| SEM                   | -                      | 0.014            | 0.002           | 0.016             | 0.029             |

تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیر مشترک نشان‌دهنده معنی‌داری است ( $p \leq 0/05$ ), SEM (میانگین خطای استاندارد)

Differences between means in each column with different letters indicate significance ( $p \leq 0.05$ ), SEM (The Standard Error of the Mean)

جدول ۳- اثر استفاده از تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون در بلدرچین‌های ژاپنی

Table 3. Effect of experimental treatments on serum biochemical parameters in Japanese quails

| Treatment             | Supplementation (g/kg) | Triglyceride (mg/dL) | Cholesterol (mg/dL) | HDL (mg/dL) | LDL (mg/dL) |
|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------------|
| Control               | 0                      | 259.32a              | 192.16a             | 102.16a     | 96.76a      |
|                       | 0.5                    | 256.14b              | 184.24b             | 104.51b     | 94.45b      |
| Guanidine Acetic Acid | 1                      | 250.26c              | 180.35c             | 105.36c     | 92.69c      |
|                       | 1.5                    | 246.52d              | 176.44d             | 106.72d     | 90.14d      |
| SEM                   | -                      | 1.20                 | 1.15                | 0.451       | 0.652       |

جدول ۴- اثر استفاده از تیمارهای آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های کبدی در بلدرچین‌های ژاپنی

Table 4. Effect of experimental treatments on liver enzyme activity in Japanese quails

| Treatment             | Supplementation (g/kg) | AST (U/L) | ALT (U/L) | ALP (U/L) |
|-----------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Control               | 0                      | 36.8a     | 29.4a     | 95.6a     |
|                       | 0.5                    | 34.5b     | 28.2b     | 94.2b     |
| Guanidine Acetic Acid | 1                      | 33.2c     | 26.5c     | 92.4c     |
|                       | 1.5                    | 30.7d     | 24.1d     | 82.1d     |
| SEM                   | -                      | 0.091     | 0.045     | 0.069     |

جدول ۵- اثر استفاده از تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی روده در بلدرچین‌های ژاپنی

Table 5. Effect of experimental treatments on intestinal microbial population in Japanese quails

| Treatment             | Supplementation (g/kg) | <i>E. coli</i> (Colony/g) | <i>Salmonella enterica</i> (Colony/g) | <i>Lactobacillus</i> (Colony/g) |
|-----------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Control               | 0                      | 5.85a                     | 5.71a                                 | 5.31d                           |
|                       | 0.5                    | 5.62b                     | 5.40b                                 | 5.46c                           |
| Guanidine Acetic Acid | 1                      | 5.51b                     | 5.16c                                 | 5.79b                           |
|                       | 1.5                    | 5.45b                     | 5.02d                                 | 6.08a                           |
| SEM                   | -                      | 0.008                     | 0.011                                 | 0.009                           |

جدول ۶- اثر استفاده از تیمارهای آزمایشی بر ریخت‌شناسی روده در بلدرچین‌های ژاپنی

Table 6. Effect of experimental treatments on intestinal morphology in Japanese quails

| Treatment             | Supplementation (g/kg) | Villus height (μm) | Villus surface (μm) | Crypt depth (μm) | Number of goblet cells |
|-----------------------|------------------------|--------------------|---------------------|------------------|------------------------|
| Control               | 0                      | 594.9d             | 0.594c              | 139.0d           | 10.8c                  |
|                       | 0.5                    | 601.2c             | 0.604b              | 143.5c           | 11.5b                  |
| Guanidine Acetic Acid | 1                      | 605.3b             | 0.604b              | 146.5b           | 12.1a                  |
|                       | 1.5                    | 608.5a             | 0.611a              | 148.4a           | 12.2a                  |
| SEM                   | -                      | 1.54               | 0.002               | 0.045            | 0.014                  |

## بحث

گوآنیدینو استیک‌اسید بر سیستم کراتین-کراتین‌کیناز در بیوانرژیک سلولی اشاره شده است (۱). دیلگر و همکاران نشان دادند مکمل‌سازی جیره با گوآنیدینو استیک‌اسید می‌تواند با افزایش ذخایر کراتین به عنوان منبع انرژی سلولی و تامین آرژنین برای سنتز پروتئین و تکثیر سلولی می‌تواند سبب افزایش عملکرد و بهبود صفات کمی و کیفی لاشه طیور شود (۶). رینگل و همکاران بیان کردند افزودن سطوح مختلف گوآنیدینو استیک‌اسید به جیره با تاثیر بر بهبود و افزایش جریان فاکتور رشد شبه‌انسولین منجر به توانایی رشد سلول‌های ماهیچه‌ای و بهبود معنی‌دار اجزای لاشه ویژه ران و سینه در جوجه‌های گوشتی گردید (۲۴). همچنین توسنبرگر و همکاران نشان دادند مصرف گوآنیدینو استیک‌اسید سبب افزایش

پژوهش‌های اخیر نشان داده که ترکیب گوآنیدینو استیک‌اسید می‌تواند به طور موثری جایگزین آرژنین در جیره پرندگان شود و از آنجایی که این ترکیب دارای ثبات و پایداری بالای و قیمت پایین‌تر نسبت به مکمل‌های آرژنین و کراتینین دارد به عنوان یک مکمل خوراکی موثر در تغذیه طیور مودر توجه قرار می‌گیرد. راعی و همکاران نشان دادند در جوجه‌های گوشتی و پرندگان دیگر با رشد سریع سیستم کراتین-کراتین فسفات در مدیریت انرژی بسیار حائز اهمیت است (۱۱، ۱۴). مکمل‌سازی جیره جوجه‌های گوشتی با ترکیب گوآنیدینو استیک‌اسید به دلیل سرعت رشد بالا و نیاز این پرندگان به منابع کراتینه جهت رشد سلول‌های ماهیچه‌ای بسیار مفید و سودمند است. طی مطالعه احمدی‌پور و همکاران بر اثرات مهم مکمل

وزن زنده، کاهش ضریب تبدیل غذایی، بهبود راندمان و کیفیت لاشه و افزایش وزن نسبی ماهیچه ران و سینه شد (۲۶). لیمه و همکاران نیز بیان داشتند که استفاده از گوانیدینواستات به میزان ۰/۶ و ۱/۲ گرم/کیلوگرم خوراک جوجه‌های گوشتی تأثیر معناداری بر روی وزن گوشت سینه داشت که برای نرها و ماده‌ها بهترین وزن گوشت سینه را ایجاد نمود (۱۵). گوانیدینواستیک اسید پس از مصرف از طریق کلیه‌ها جذب و توسط گردش خون به کبد رسیده و در کبد با اس-آدنوزیل متیونین واکنش نشان می‌دهد تا کراتین تولید کند. کراتین در گردش خون پخش می‌شود و یک سیستم اسید فسفریک را با کراتین فسفات تشکیل می‌دهد (۱۷، ۱۸). هنگامی که عرضه ATP کافی نیست، کراتین فسفات به سرعت یک گروه اسید فسفریک را به ADP منتقل می‌کند و ATP را بازسازی می‌کند. هیدرولیز ATP انرژی بیشتری را آزاد می‌کند که مستقیم‌ترین منبع انرژی موجود در ارگانیسم است. بنابراین، اضافه کردن گوانیدینواستیک اسید می‌تواند موجب افزایش ذخیره انرژی و متابولیسم بدن بلدرچین‌های ژاپنی شود (۱). ابراهیمی و همکاران نشان دادند مصرف مکمل‌های کراتینه سبب تأثیر بهتر آرژنین بر هورمون‌های تیروئیدی و کاهش غلظت پلاسمایی کلسترول و تری‌گلیسیرید می‌گردد (۸) همچنین نصیرالاسلامی و همکاران بیان کردند مصرف مکمل گوانیدینواستیک اسید سبب ایجاد تغییرات معنی‌دار بر غلظت سرمی کلسترول و تری‌گلیسیرید شد (۱۹). مطالعه درمان کوهی و همکاران نشان داد مصرف مصرف سطوح مختلف گوانیدینواستیک اسید در جیره بلدرچین‌های گوشتی سبب کاهش میزان سرمی کلسترول، تری‌گلیسیرید و LDL و متعاقباً افزایش HDL شد (۴). فوآد و همکاران نشان دادند مصرف مکمل‌های آرژنین نظیر گوانیدینواستیک اسید در جیره سبب کاهش بیان ژن

آنزیم اسید چرب سنتتاز کبدی و نهایتاً منجر به کاهش تری‌گلیسیرید پلاسما می‌شود (۱۱). کاهش فعالیت آنزیم اسید چرب سنتتاز کبدی منجر به کاهش قابلیت دسترسی اسیدهای چرب برای استریفیه شدن به تری‌گلیسیرید می‌شود و آنزیم ۳ هیدروکسی ۳ متیل گلوټاتریل کوآ ردوکتاز که یک آنزیم حیاتی در بیوسنتز کلسترول می‌باشد با کاهش بیان ژن این آنزیم سبب کاهش میزان تری‌گلیسیرید و کلسترول خون می‌شود (۱، ۱۴). مطالعات راعی و همکاران نشان داد مصرف گوانیدینواستیک اسید در سطوح ۰/۶، ۱/۲ و ۱/۸ گرم در کیلوگرم) سبب کاهش ضخامت موکوس، افزایش سطح و افزایش طول ویلی، کاهش عمق کریپت و افزایش نسبت ویلی/کریپت در جوجه‌های آزمایشی شد (۲۳). توسنبرگ و همکاران بیان کردند مصرف مکمل گوانیدینواستیک اسید سبب افزایش ارتفاع و سطح پرزها، عمق کریپت، افزایش تعداد سلول‌های گابلت و بهبود وضعیت فلور میکروبی روده شد که احتمالاً به دلیل تأثیر گوانیدینواستیک اسید بر تغییر مثبت فلور میکروبی می‌باشد (۲۶).

### نتیجه‌گیری

یافته‌ها نشان داد که صفات لاشه به صورت مثبت تحت تأثیر پاسخ به مکمل‌سازی با گوانیدینواستیک-اسید قرار گرفتند. همچنین محتوی سرمی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون نظیر کلسترول و تری‌گلیسیرید و LDL تحت تأثیر مصرف گوانیدینواستیک اسید کاهش یافت. مصرف سطوح مختلف گوانیدینواستیک اسید سبب کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های کبدی به عنوان شاخص مهم در تعیین وضعیت سلامت فعالیت کبد شد. همچنین نتایج نشان داد مصرف گوانیدینواستیک اسید در سطوح ۰/۰۵، ۱ و ۱/۵ گرم/کیلوگرم جیره بلدرچین‌های ژاپنی سبب کاهش جمعیت میکروبی

parameters, thyroid hormones, mortality and performance of broilers with cold-induced ascites. *Research Journal of Livestock Science*, 107:195-206.

10. Fernandes, J.I.M., Murakami, A.E., Martins, E.N., Sakamoto, M.I., Garcia, E. R.M. 2009. Effect of arginine on the development of the pectoralis muscle and the diameter and the protein: deoxyribonucleic acid rate of its skeletal myofibers in broilers. *Poultry Science*, 88:1399-1406.

11. Fouad, A.M., El-Senousey, H.K., Yang, X.J., Yao, H. 2013. Dietary L-arginine supplementation reduces abdominal fat content by modulating lipid metabolism in broiler chickens. *Animal*, 7:1239-1245.

12. Halle, I., M. Henning and P. Kohler. 2006. Studies of the effects of creatine on performance of laying hens, on growth and carcass quality of broilers. *Landbauforschung Volkenrode*, 56:11-18.

13. Khalil, S., Saenbungkhor, N., Kesnava, K., Sivapirunthep, P., Sitthigripong, R., Jumanee, S., Chaosap, C. 2021. Effects of guanidinoacetic acid Supplementation on Productive performance, pectoral myopathies, and meat quality of broiler chickens. *Animals*, 11(11):3180.

14. Khajali, F., Wideman R.F. 2010. Dietary arginine: Metabolic, environmental, immunological and physiological interrelationships. *World's Poultry Science Journal*, 66: 751-766.

15. Lemme, A., Ringel, J., Rostagno, H.S., Redshaw, M.S. 2007. Supplemental guanidino acetic acid improved feed conversion, weight gain, and breast meat yield in male and female broilers. *16th European Symposium on Poultry Nutrition*, pp:26-30.

16. Lev, R., Spicer, S.S. 1964. Specific staining of sulphate groups with Alcian blue at low pH. *Journal of Histochemical and Cytochemistry*, 12:309-310.

مضر روده و بهبود صفات ریخت‌شناسی روده باریک  
بلدرچین‌های ژاپنی تحت مطالعه شد.

#### منابع

1. Ahmadipour, B., Khajali, F., Sharifi, M.R. 2018. Effect of guanidinoacetic acid supplementation on growth performance and gut morphology in broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 6:19-24.

2. Al-Daraji, H.J., Salih, A.M. 2012. Effect of dietary L-arginine on carcass traits of broilers. *Animal Veterinary Science*, 2:40-44.

3. AOAC. 2005. Official methods of analysis, Association of official analytical chemists. AOAC Press, Gaithersburg, USA.

4. Darmankohi, H., Tavakoli, P., Mohit, A., Mohammadpour, F. 2017. Effects of dietary supplementation of Guanidino acetic acid and L-arginine on performance, blood metabolites and carcass characteristics of Japanese quails. *Animal Production Research*, 8.9.2:1-10.

5. Davis, S.L. 2011. Plasma levels of prolactin, growth hormone, and insulin in sheep following the infusion of arginine, leucine and phenylalanine. *Endocrinology*, 91:549-555.

6. Dilger, R.N., Bryant-Angeloni, K., Payne, R.L., Lemme, A., Parsons, C.M. 2013. Dietary guanidino acetic acid is an efficacious replacement for arginine for young chicks. *Poultry Science*, 92:171-177.

7. Duncan, D.B. 1995. Multiple range test and F-test. *Biometrics*, 11:1-42.

8. Ebrahimi, M., Zare, A., Shivazad, M., Ansari Pirsaraei, Z., Tebyanian, M., Adib Moradi, M., nourijelyani, K. 2015. The Effects of L-arginine Supplement on Growth, Meat Production, and Fat Deposition in Broiler Chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 5(4):281-290.

9. Fathi, M. 2015. Effects of L-Arginine levels supplementation on some blood

- nutrient retention and serum profile responses of laying Japanese quails to increasing addition levels of dietary guanidinoacetic acid. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1):75-85.
24. Ringel, J., Lemme, A., Araujo, L.F. 2008. The effect of supplemental guanidinoacetic acid in Brazilian type broiler diets at summer conditions. *Poultry Science*, 87:154.
25. SAS Institute. 2001. SAS.STAT user's guide for personal computer. Release 6.12 SAS Institute, Inc., Cary, N.C., USA.
26. Tossenberger, J., Rademacher, M., Nemeth, K., Halas, V., Lemme, A. 2016. Digestibility and metabolism of dietary guanidinoacetic acid fed to broilers. *Poultry Science*, 95:2058-2067.
27. Vali N. 2008. The Japanese quail. A Review. *International Journal of Poultry Science*, 7:925-931.
28. Wang, L., Shi, B., Shan, A., Zhang, Y. 2012. Effects of guanidinoacetic acid on growth performance, meat quality and antioxidation in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Veterinary Advances*, 11:631-636.
29. Wu, L.Y., Fang, Y.J., Guo, X.Y. 2011. Dietary L-arginine supplementation beneficially regulates body fat deposition of meat type ducks. *British Poultry Science*, 52: 221-226.
30. Wyss, M., Kaddurah-Daouk, R. 2000. Creatine and creatinine metabolism. *Physiological Review*, 80:1107-1213.
17. Michiels, J., Maertens, L., Buyse, J., Lemme, A., Rademacher, M., Dierick, N.A. De Smet, S. 2012. Supplementation of guanidinoacetic acid to broiler diets: Effects on performance, carcass characteristics, meat quality, and energy metabolism. *Poultry Science*, 91:402-412.
18. Mousavi, S.N., Afsar, A., Lotfollahian, H. 2013. Effects of guanidinoacetic acid supplementation to broiler diets with varying energy contents. *Poultry Science*, 22:47-54.
19. Nasiroleslami, M., Torki, M., Saki, A.A., Abdolmohammadi A.R. 2018. Effects of dietary guanidinoacetic acid and betaine supplementation on performance, blood biochemical parameters and antioxidant status of broilers subjected to cold stress. *Journal of Applied Animal Research*, 46:1016-1022
20. NRC., National Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9<sup>th</sup> Rev.Ed., Washington, DC. National Academy Press.
21. Ostojic, S.M. 2015. Advanced physiological roles of guanidinoacetic acid. *European Journal of Nutrition*, 54:1211-1215.
22. Rahimian, Y., Kheiri, F., Faghani, M. 2024. Evaluation the effect of dietary vitamin E, sesamin and thymoquinone bioactive compounds on immunological response, intestinal traits and MUC-2 gene expression in broiler Japanese quails (*Coturnix japonica*). *Animal Biotechnology*, 35(1):1-11.
23. Raei, A., Karimi, A., Sadeghi, A. 2019. Performance, antioxidant status,