بررسی اثر مصرف سطوح مختلف گوانیدینو استیک اسید بر ترکیب شیمیایی و کیفیت گوشت سینه مرغ

فروزان طباطبایی یزدی[1]، ابوالقاسم گلیان[2*]، حیدر زرقی[3]، مهدی وریدی[4]

[1] دانشجوی دکتری پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد

[2] استاد گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد

[3] استادیار گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد

[4] استادیار گروه صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۱۸

چکیده

در این پژوهش اثر افزودن سه سطح مختلف گوانیدینواستیک اسید و انرژی خوراک بر ترکیب شیمیایی و خصوصیات کیفی گوشت سینه مرغ مورد بررسی قرار گرفت. افزودن مکمل گوانیدینواستیک اسید به میزان ۰/۱۲ درصد به خوراک به طور معنی داری ($P<0/05$) باعث افزایش درصد رطوبت نسبی گوشت، شدت قرمزی (a^*) و رطوبت خروجی گوشت سینه مرغ شد. همچنین سبب کاهش pH گوشت سینه مرغ در ۲۴ ساعت پس از کشتار ، و افزایش شدت روشنایی (L^*) و تردی بافت گوشت سینه مرغ گردید. افزایش سطح انرژی خوراک از ۲۸۰۰ کیلو کالری به ۳۱۰۰ کیلو کالری به طور معنی داری ($P<0/05$) باعث افزایش میزان چربی خام، کاهش میزان رطوبت و پروتئین خام و شدت روشنایی (L^*) و رطوبت خروجی گوشت سینه مرغ شد. نتایج این آزمایش نشان داد که افزودن مکمل گوانیدینو استیک اسید به خوراک باعث بهبود خصوصیات کیفی گوشت سینه مرغ و افزایش انرژی خوراک سبب کاهش خصوصیات کیفی گوشت سینه می‌شود.

واژه های کلیدی: گوانیدینو استیک اسید، کیفیت گوشت سینه مرغ

*مسوول مکاتبات: golian-a@um.ac.ir

۱- مقدمه

در حال حاضر تغذیه طیور عمدتاً با جیره‌های بر مبنای منابع گیاهی انجام می‌شود و نتایج تحقیقات نشان داده است که حیوانات پرورش یافته با خوراک های بر پایه منابع گیاهی با کمبود کراتین مواجه هستند (۷). گوانیدینواستیک اسید[1] تنها پیش‌ساز طبیعی کراتین است که با اخذ یک گروه متیل از S - آدنوزیل متیونین به کراتین تبدیل می‌شود (۴). با افزودن گوانیدینو استیک اسید سنتتیک به خوراک می‌توان میزان کراتین ذخیره شده در بافت‌ها را افزایش داد. با توجه به اینکه سنتز گوانیدینو استیک اسید در بدن از آرژنین صورت می‌گیرد افزودن آن به خوراک می‌تواند باعث کاهش احتیاجات ال- آرژنین گردد (۶). همچنین کراتین فسفات در عضلات نقش ذخیره‌ای فسفات پر انرژی را داشته و در شرایط فعالیت فیزیولوژیکی بالا، که ATP به عنوان منبع انرژی برای انقباض عضلات به سرعت مصرف می‌شود، با دادن بنیان فسفات پر انرژی به ADP و تبدیل آن به ATP امکان حفظ غلظت ATP را در سلول فراهم می-آورد. از سوی دیگر هنگامی که ATP به مقدار فرآوان وجود دارد و نسبت ATP/ADP بالا است به عنوان ذخیره بنیان فسفات پر انرژی عمل می‌کند. همچنین در بافت عضلانی، یک سیستم تبادل کراتین فسفات وجود دارد که فسفات پر انرژی را از میتوکندری به سارکوپلاسم منتقل کرده و به صورت بافر فسفات پر انرژی عمل می‌کند. نقش این بافر در عضله قلب مهم است (۱۵). ناین و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند در جوجه‌های گوشتی با رشد سریع سیستم کراتین - کراتین فسفات در مدیریت انرژی حائز اهمیت است (۱۶). بروسنان و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که افزودن گوانیدینو استیک اسید به خوراک جوجه‌های گوشتی با رشد سریع به دلیل نیاز بالای این پرندگان به منبع کراتین جهت رشد عضلات مفید است (۶).

مکمل نمودن خوراک جوجه‌ها با کراتین و یا گوانیدینو استیک اسید باعث به تعویق انداختن کاهش pH عضلات پس از کشتار شده به طوری که این موضوع تأثیر مثبتی بر ظرفیت نگهداری آب[2] (WHC) می‌گذارد (۲۴). نیسن و یونگ (۲۰۰۶)، pH بعد از کشتار پایین‌تر و رنگ روشن‌تر را در گوشت سینه مرغ که ۴۸ ساعت قبل از کشتار با خوراک های حاوی مکمل کراتین و گلوکز تغذیه شده بودند گزارش کردند (۱۷) همچنین اشتال و همکاران (۲۰۰۳) در آزمایشات جداگانه با تغذیه جوجه‌های گوشتی با خوراک‌های حاوی مکمل کراتین و گوانیدینو استیک اسید در تمام طول دوره پرورش به نتایج مشابه دست یافتند (۲۴) در مقابل رینگل و همکاران گزارش کردند که مکمل نمودن خوراک جوجه‌های گوشتی با گوانیدینو استیک اسید تأثیری بر کیفیت گوشت به جز کمرنگ‌تر شدن شدت رنگ قرمز (a^*) ندارد (۲۲). البته میشیلز و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که مکمل نمودن خوراک جوجه‌های گوشتی با گوانیدینو استیک اسید باعث افزایش شدت روشنایی (L^*) و شدت زردی (b^*) گوشت می‌شود (۱۴).

این پژوهش به منظور بررسی اثر افزودن مکمل گوانیدینواستیک اسید و سطوح انرژی در خوراک بر ترکیب شیمیایی و شاخص-های سنجش کیفیت گوشت سینه مرغ شامل رنگ بافت، ظرفیت نگهداری آب (WHC)، افت پخت و pH گوشت سینه مرغ انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایشی- تغذیه جوجه‌ها با ۹ خوراک آزمایشی شامل سه سطح مکمل گوانیدینو استیک اسید[3] (۰، ۰/۰۶و ۰/۱۲ درصد) و سه سطح انرژی (۲۸۰۰، ۲۹۵۰ و ۳۱۰۰ کیلو کالری در کیلوگرم) انجام شد.

کشتار و آماده سازی نمونه‌ها -در سن ۴۲ روزگی از هر واحد آزمایشی یک قطعه جوجه با وزن میانگین پرندگان هر قفس انتخاب و به روش ذبح اسلامی کشتار و بلافاصله پرکنی و سینه از لاشه آنها جدا و در شرایط دمایی ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری و سپس بررسی‌های زیر انجام شد.

ترکیب شیمیایی گوشت- ترکیب شیمیایی نمونه‌های گوشت شامل رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر کل به روش (AOAC) اندازه گیری شد (۲)

سنجش pH- در زمان‌های صفر، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۲۴ ساعت نگهداری گوشت در یخچال و در عمق ۱/۵ سانتی متری عضله pH توسط pH متر پروبی (مدل ۲۳۰ شرکت Testo آلمان)

[1] Guanidino acetic acid (GAA)
[2] Water Holding Capacity (WHC)
[3] Evonik Industries-Germany- Animal Nutrition (feed grade 96%)

اندازه‌گیری گردید. به منظور کالیبراسیون پروب از بافرهای pH ۴ و ۷ استفاده شد.

ظرفیت نگهدای آب (WHC)- به منظور اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب از روش پوجا و نینی وارا بر اساس سنجش درصد رطوبت خروجی[1] از نمونه گوشت که نسبت عکس با WHC دارد استفاده شد (۲۰). در این روش حدود ۰/۳ گرم از گوشت چرخ شده روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ قرار داده شد، دو صفحه پلاستیکی (طلق) در زیر و روی نمونه گذاشته شد و به مدت ۵ دقیقه تحت فشار حاصل از یک وزنه ۲ کیلو گرمی قرار گرفت. بعد ازاین مدت نمونه گوشت به طور کامل از کاغذ صافی جدا و کاغذ صافی خونابه‌ای توزین گردید. درصد آب خارج شده از رابطه (۱) محاسبه شد.

رابطه ۱: $\text{درصد آب خارج شده} = \frac{W2-W1}{Ws} * 100$

که در آن W_s، وزن نمونه گوشت (حدود ۰/۳ گرم)، W_1 وزن اولیه کاغذ صافی و W_2 وزن کاغذ صافی بعد از جدا کردن گوشت از آن می باشد.

افت پخت[2]- افت پخت نمونه‌های گوشت با روش هانکیل (۸) تعیین شد. در این روش ۵۰ گرم نمونه گوشت با ضخامت ۱/۵ سانتی متر داخل کیسه پلاستیکی قرار گرفت و درون حمام بن ماری در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت به منظور پخت قرار گرفت. پس از سرد کردن نمونه با آب، از درون کیسه پلاستیکی خارج و سطح آن با دستمال خشک و توزین شد. مقدار افت پخت از رابطه (۲) تعیین گردید.

رابطه ۲: $\text{درصد افت پخت} = \frac{W1-W2}{W1} \times 100$

که در آن W_1وزن اولیه گوشت و W_2 وزن گوشت بعد از پخت است.

نیروی برشی وارنر- براتزلر[3]- میزان نیروی لازم برای برش دادن نمونه‌های آماده سازی شده گوشت با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل TA.XT plus، شرکت Stable Micro System، انگلیس اندازه‌گیری شد. در این روش ۵۰ گرم نمونه گوشت با ضخامت ۱/۵ سانتی متر داخل کیسه پلاستیکی قرار گرفته و درون حمام بن ماری با دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت به منظور پخت قرار گرفت . سپس نمونه زیر شیر آب سرد شده و ۲۴ ساعت داخل یخچال نگهداری شد. از نمونه‌های گوشت پخته توسط قالبی استوانه‌ای شکل در راستای محور طولی فیبرها قطعات استوانه‌ای شکلی با قطر ۱/۲۷ سانتی متر تهیه و برای اندازه گیری نیروی برشی استفاده شد. سرعت حرکت تیغه وارنر- براتزلر ۲۰۰ میلی‌متر بر دقیقه بود. اندازه‌گیری نیروی برشی برای هر نمونه ۴ بار تکرار شد و میانگین آن به عنوان نیروی برشی نمونه ثبت گردید.

پارامترهای رنگ گوشت- از دستگاه رنگ سنج Minolta (Minolta مدل CR-410، شرکت Konica Minolta ژاپن) و بر اساس مختصات L* = شدت روشنایی، a*= شدت قرمزی و b*= شدت زردی استفاده شد. به منظور اکسیژناسیون یا هماهنگ شدن با هوای محیط نمونه‌ها به مدت ۰/۵ ساعت قبل از رنگ سنجی در دمای اتاق قرار گرفتند. سه بار عکس برداری از بخش میانی گوشت سینه انجام و میانگین اعداد بدست آمده به عنوان شاخص سنجش هر پارامتر محاسبه شد. از داده‌های بدست آمده برای محاسبه زاویه رنگ[4] از رابطه ۳ و درجه اشباعیت[5] از رابطه ۴ استفاده شد.

رابطه ۳: $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$

رابطه ۴: $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$

آنالیز آماری داده‌ها–داده‌های بدست آمده برای هر پارامتر برای اثرات اصلی سطوح گوانیدینو استیک اسید و سطوح انرژی و اثر متقابل سطح گوانیدینو استیک اسید × سطح انرژی خوراک به روش آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با استفاده از نرم افزار آماریSAS و رویه مدل عمومی خطی GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند (۲۳). میانگین‌ها مربوط به اثرات اصلی و اثرات متقابل هر پارامتر توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0/05$) مقایسه شدند، در بیان نتایج تنها به معنی‌دار بودن و یا معنی‌دار نبودن اختلاف‌ها اشاره شده است.

مدل ریاضی طرح آماری در رابطه ۵ نشان داده شده است.

[1] Expressed moisture
[2] Drip loss
[3] Warner Bratzler Shear Force
[4] Hue angle
[5] Chroma

رابطه ۵: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$

که: Y_{ijk} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین جامعه آماری، α_i = اثر سطح گوانیدینو استیک اسید، β_j= اثر سطح انرژی قابل متابولیسم جیره، $(\alpha\beta)_{ij}$= اثر متقابل سطح گوانیدینو استیک اسید و سطح انرژی قابل متابولیسم جیره و ε_{ijk}= اثر خطای آزمایش.

آنالیز رگرسیون خطی و توان دوم اثر افزودن سطح مکمل گوانیدینو استیک اسید به خوراک و سطح انرژی خوراک برای کلیه مشاهدات انجام شد.

۳- نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی گوشت- ترکیب شیمیایی گوشت شامل رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر کل گوشت سینه جوجه‌های تغذیه شده با خوراک‌های آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. اثر سطح گوانیدینو استیک اسید بر میزان رطوبت و چربی خام گوشت سینه معنی دار بود. همچنین بررسی آنالیز رگرسیون خطی نشان داد که اثر افزایش سطح مکمل گوانیدینو استیک اسید بر میزان رطوبت گوشت سینه معنی دار است. به طوری که با افزایش مکمل گوانیدینو استیک اسید جیره میزان رطوبت گوشت سینه مرغ بطور خطی افزایش یافته است. اختلاف رطوبت گوشت سینه در پرندگان تغذیه شده با خوراک حاوی۰/۱۲ درصد گوانیدینو اسیتیک اسید به طور معنی داری از پرندگان شاهد بیشتر است. این نتایج با گزارش میشلز و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد اگر چه اختلاف بدست آمده از آزمایش آنها معنی دار نبود (۱۴). اثر سطح انرژی خوراک بر محتوای پروتئین خام، چربی خام و رطوبت گوشت سینه معنی دار بود ولی بر خاکستر آن اثر معنی‌داری نداشت. پایین‌ترین درصد پروتئین خام گوشت مربوط به پرندگانی بود که با خوراک حاوی ۳۱۰۰ کیلو کالری در کیلو گرم تغذیه شده بودند. این مقدار در مقایسه با پرندگانی که با خوراک حاوی ۲۸۰۰ کیلو کالری در کیلو گرم تغذیه شده بودند اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین بررسی آنالیز رگرسیون خطی نشان داد که با افزایش انرژی جیره میزان رطوبت و پروتئین خام گوشت سینه کاهش، اما میزان چربی خام آن افزایش می‌یابد (جدول۱). پژوهشگران دیگر گزارش نمودند که با افزایش سطح انرژی خوراک میزان چربی خام گوشت افزایش و در مقابل میزان پروتئین خام و رطوبت لاشه کاهش می یابد

جدول۱ - اثر سطح انرژی و مکمل گوانیدینواستیک اسید در خوراک بر ترکیب شیمیایی گوشت سینه مرغ

اثرات[1]	رطوبت	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر کل
سطح انرژی خوراک (kcal/ kg)	(درصد)	(درصد در ماده خشک)		
۲۸۰۰	۷۵/۴۱^{a}	۸۰/۶۳^{a}	۱۱/۴۴^{b}	۵/۸۷
۲۹۵۰	۷۴/۷۶^{b}	۸۰/۱۹^{ab}	۱۱/۸۹^{b}	۵/۸۰
۳۱۰۰	۷۴/۷۵^{b}	۷۹/۰۹^{b}	۱۳/۶۸^{a}	۵/۱۱
SEM	۰/۲۴	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۳۲
P-Value	*	*	**	ns
P-Value آنالیز خطی	*	**	**	ns
P-Value آنالیز توان دوم	ns	ns	ns	ns
مکمل گوانیدینواستیک اسید (٪ خوراک)				
صفر	۷۴/۷۰^{b}	۸۰/۱۹	۱۲/۲۳^{ab}	۵/۴۹
۰/۰۶	۷۴/۷۹^{ab}	۸۰/۰۰	۱۱/۸۲^{b}	۶/۰۸
۰/۱۲	۷۵/۴۴^{a}	۷۹/۷۳	۱۲/۹۷^{a}	۵/۲۱
SEM	۰,۲۴	۰/۳۹	۰,۳۶	۰,۳۲
P-Value	*	ns	*	ns
P-Value آنالیز خطی	*	ns	ns	ns
P-Value آنالیز توان دوم	ns	ns	ns	ns

a...c- میانگین‌های هر ستون برای هر اثر (اصلی) که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < ۰/۰۵$).

ns- اختلاف معنی دار نیست*- ($P<۰/۰۵$)، **- ($P<۰/۰۱$) اثرات متقا بل گوانیدینواستیک اسید و سطح انرژی خوراک برای تمام پارامترها معنی دار نبوده است.

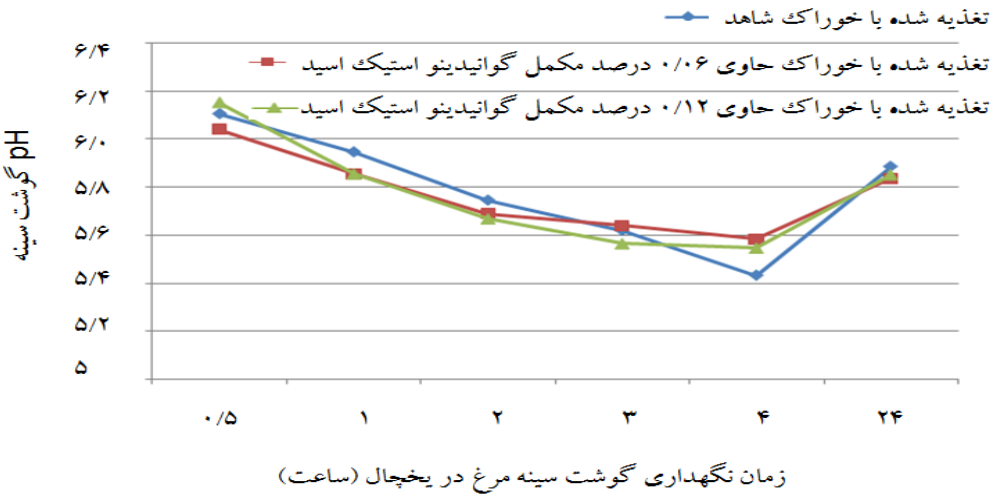
که این می تواند در ارتباط مستقیم با اثر سطح انرژی خوراک بر ذخیره چربی در گوشت سینه پرنده باشد (۱۳). میزان چربی گوشت می‌تواند بطور مستقیم تحت تاثیر میزان انرژی مصرفی پرنده باشد. لیسون و سامرز (۱۹۹۶) گزارش کردند درصورتیکه سطح پروتئین و اسید آمینه خوراک ثابت بماند، اما سطح انرژی

خوراک افزایش یابد، پرندگان چربی بیشتری در لاشه خود ذخیره خواهند کرد (۱۱). آزمایش ما نشان داد که گوشت جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی انرژی بالا و حتی متوازن از نظر پروتئین و اسیدهای آمینه، حاوی چربی بیشتر و رطوبت کمتر در مقایسه با آنهایی است که با خوراک های کم انرژی تغذیه می شوند. اثر متقابل سطح انرژی و گوانیدینو استیک اسید بر روی شاخص‌های اندازه گیری شده معنی دار نبود.

شاخص‌های سنجش کیفیت گوشت

تغییرات pH - میزان pH گوشت سینه نگهداری شده در یخچال در ساعت‌های ۰، ۰/۵، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۲۴ پس از کشتار، در نمودار ۱ نشان داده شده است. روند تغییرات pH گوشت سینه به گونه‌ای بود که پرندگان تغذیه شده با خوراک شاهد در مقایسه با آنهایی که با خوراک حاوی مکمل گوانیدینو استیک اسید تغذیه شده بودند، تا ساعت دوم نگهداری pH بالاتری داشتند، اما در ساعت ۴ دارای pH کمتری بودند و سپس pH آن در ساعت ۲۴ بیشتر از آنهایی بود که با خوراک های حاوی گوانیدینو استیک اسید تغذیه شدند (۵/۸۹±۰/۱۵ در مقایسه با ۵/۸۴± ۰/۲۰). نتایج بدست آمده با گزارش میشلز و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت به طوری که آنها گزارش کردند که pH گوشت پرندگان تغذیه شده با خوراک های حاوی گوانیدینو استیک اسید در سطوح ۰/۰۶ و ۰/۱۲ درصد، کاهش یافته است. همچنین نیسن و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که افزودن کراتین و گلوکز به خوراک جوجه‌های گوشتی در ۴۸ ساعت قبل از کشتار میزان pH گوشت سینه آنها را در ۲۴ ساعت پس از کشتار به طور معنی داری کاهش داده است (۱۷).

ذخیره اکسیژن عضله با ادامه نگهداری گوشت پس از کشتار تمام شده و انرژی حاصل از اکسیداسیون هوازی به اتمام می‌رسد. در نتیجه گلیکوژن، گلوکز و گلوکز-۶ فسفات به اسید لاکتیک تبدیل شده و pH گوشت کاهش می یابد. تجمع لاکتات و رهایش پروتون در نتیجه هیدرولیز آدنوزین تری فسفات (ATP) در گوشت پس از کشتار پرنده سبب کاهش pH گوشت می‌شود. سرعت و مقدار کاهش pH پس از کشتار پرنده منجر به دناتوره شدن پروتئین شده و در نتیجه روی تردی، آبداری و رنگ گوشت تاثیر می‌گذارد (۱۰،۱۲). اثر افزودن سطح انرژی و اثر متقابل انرژی و گوانیدینو استیک اسید بر روی pH گوشت سینه معنی دار نبود. تغییرات شاخص‌های رنگ گوشت- سنجش کیفیت رنگ گوشت نگهداری شده در یخچال ۲۴ ساعت پس از کشتارشامل شدت روشنایی (L*)، شدت قرمزی (a*)، شدت زردی (b*)، درجه اشباعیت (c*) و زاویه رنگ (h*) در بافت گوشت سینه در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر افزودن گوانیدینو استیک اسید بر شدت قرمزی گوشت معنی‌دار بود به طوری که با افزایش مکمل گوانیدینو استیک اسید شدت قرمزی



نمودار ۱- میانگین pH گوشت سینه نگهداری شده در یخچال حاصل از مرغ تغذیه شده با خوراک‌های مکمل شده با گوانیدینو استیک اسید (دامنه انحراف معیار مشاهدات این مطالعه از ۰/۱۴ تا ۰/۵۳ بود)

جدول۲ – اثر سطح انرژی و افزودن مکمل گوانیدینو استیک اسید به خوراک بر شاخص‌های سنجش کیفیت (رنگ سنجی)گوشت سینه مرغ

اثرات[1]	قرمزی	زردی	درجه اشباعیت	زاویه رنگ	روشنایی
سطح انرژی خوراک (kcal/ kg)					
۲۸۰۰	۱۳/۰۲	۱۰/۸۷	۷/۰۵	۰/۹۹	۶۵/۴۱[a]
۲۹۵۰	۱۳/۴۴	۱۱/۶۵	۶/۶۱	۱/۰۵	۶۱/۴۹[b]
۳۱۰۰	۱۳/۵۳	۱۱/۵۹	۶/۸۷	۱/۰۳	۶۲/۲۲[b]
SEM	۰/۲۲	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۷۹
P-Value	ns	ns	ns	ns	**
P-Value آنالیز خطی	ns	ns	ns	ns	**
P-Value آنالیز توان دوم	ns	ns	ns	ns	*
مکمل گوانیدینواستیک اسید (٪ خوراک)					
صفر	۱۲/۹۱[b]	۱۱/۱۴	۶/۵۰	۱/۰۴	۶۲/۳۸
۰/۰۶	۱۳/۳۸[ab]	۱۱/۲۴	۷/۱۲	۱/۰۰	۶۳/۴۳
۰/۱۲	۱۳/۷۰[a]	۱۱/۷۲	۶/۹۲	۱/۰۳	۶۳/۳۱
SEM	۰/۲۲	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۷۹
P-Value	*	ns	ns	ns	ns
P-Value آنالیز خطی	ns	ns	*	ns	ns
P-Value آنالیز توان دوم	ns	ns	ns	ns	ns

a...c- میانگین‌های هر ستون برای هر اثر (اصلی) که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < ۰/۰۵$)

ns- اختلاف معنی دار نیست، *- ($P<۰/۰۵$)، **- ($P<۰/۰۱$)

اثرات متقا بل گوانیدینواستیک اسید و سطح انرژی خوراک برای تمام پارامترها معنی دار نبوده است.

به طور معنی داری افزایش یافت و بیشترین شدت قرمزی در گوشت سینه پرندگان تغذیه شده با خوراک حاوی ۰/۱۲ درصد مکمل گوانیدینو استیک اسید مشاهده شد. نتایج بدست آمده با گزارش میشلز و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد (۱۴). در مقابل رینگل و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند (۲۲) که افزودن مکمل گوانیدینو استیک اسید به خوراک جوجه‌های گوشتی باعث کاهش شدت قرمزی گوشت سینه شد. مکمل گوانیدینو استیک اسید بر روی سایر شاخص‌های سنجش رنگ گوشت (b* ,c*, h*, L*) اثر معنی داری نداشت. اگرچه اثر افزودن مکمل گوانیدینو استیک اسید بر شاخص شدت روشنایی رنگ گوشت معنی دار نبود ولی با افزایش سطح مکمل گوانیدینو استیک اسید به ۰/۰۶ درصد در خوراک شدت روشنایی گوشت از ۶۲/۳۸ کاندلا به ۶۳/۴۳ کاندلا افزایش یافت. نتایج بدست آمده با گزارش میشلز و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد به طوری که آنها نشان دادندکه با افزایش سطح گوانیدینو استیک اسید شدت روشنایی گوشت افزایش یافته اگرچه نتایج بدست آمده توسط آنها نیز معنی دار نبود (۱۴). اثر متقابل سطح انرژی و گوانیدینو استیک اسید بر روی کلیه شاخص‌های کیفیت گوشت معنی دار نبود.اثر افزودن سطح انرژی بر شاخص شدت روشنایی معنی دار بود ولی بر روی سایر شاخص‌های سنجش کیفیت رنگ گوشت (a*, b*, c*, h*) اثر معنی داری نداشت. همچنین بررسی آنالیز خطی نشان داد که اثر افزایش سطح انرژی خوراک بر شدت روشنایی گوشت سینه معنی دار است. با افزایش سطح انرژی خوراک شدت روشنایی گوشت سینه کاهش یافت به طوری که بیشترین روشنی مربوط به گوشت سینه پرندگان تغذیه شده با خوراک حاوی ۲۸۰۰ کیلو کالری در کیلو گرم انرژی بود که در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۲۹۵۰ و ۳۱۰۰ کیلو کالری در کیلو گرم معنی دار بود. شدت روشنایی گوشت (L*) به طور عمده تحت تاثیر حجم میوفیبریل‌ها، میوگلوبین، جذب یا نفوذ نور بیشتر و پراکنش کمتر نور است (۱۸). نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش سطح انرژی خوراک میزان پروتئین خام، رطوبت لاشه کاهش و چربی خام آن افزایش یافت که این تغییر در ترکیب شیمیایی نیز می‌تواند باعث تغییر در انعکاس نور و کاهش شدت روشنایی شود(۹).

رنگ گوشت یکی از مهمترین معیارهای انتخاب گوشت توسط مصرف کنندگان می باشد که به غلظت رنگدانه‌ها به خصوص میوگلوبین، حالت شیمیایی میوگلوبین در سطح گوشت، pH

جدول۳- اثر سطح انرژی و مکمل گوانیدینواستیک اسید در خوراک بر شاخص‌های سنجش کیفیت گوشت سینه مرغ

اثرات[1]	رطوبت خروجی (درصد)	افت پخت (درصد)	نیروی برشی (نیوتن)
سطح انرژی خوراک (kcal/ kg)			
۲۸۰۰	۲۵/۴۴^{ab}	۳۰/۸۰	۲۹/۱۳
۲۹۵۰	۲۷/۲۵^{a}	۲۸/۸۳	۲۷/۴۳
۳۱۰۰	۲۱/۹۳^{b}	۲۸/۸۹	۲۶/۳۹
SEM	۰/۹۲	۰/۷۶	۳/۰۳
P-Value	*	ns	ns
P-Value آنالیز خطی	*	ns	ns
P-Value آنالیز توان دوم	ns	ns	ns
مکمل گوانیدینو استیک اسید (٪ خوراک)			
صفر	۲۲/۴۹^{b}	۲۹/۰۲	۲۸/۶۲
۰/۰۶	۲۵/۱۴^{a}	۲۹/۶۸	۲۷/۳۴
۰/۱۲	۲۵/۰۵^{a}	۲۹/۸۱	۲۶/۹۸
SEM	۰/۹۲	۰/۷۶	۳/۰۳
P-Value	*	ns	ns
P-Value آنالیز خطی	*	ns	ns
P-Value آنالیز توان دوم	ns	ns	ns

a...c- میانگین‌های هر ستون برای هر اثر (اصلی) که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی دار هستند (P < ۰/۰۵)
ns- اختلاف معنی دار نیست، *- (P<۰/۰۵)، **- (P<۰/۰۱)
اثرات متقابل گوانیدینواستیک اسید و سطح انرژی خوراک برای تمام پارامترها معنی دار نبوده است.

نهایی، نوع فیبر عضله، تحریک الکتریکی، سرعت سرد کردن، ساختار و حالت فیزیکی پروتئین‌های عضله و نسبت چربی بین عضلانی بستگی دارد. بین پارامترهای رنگی آزمایشگاهی که توسط دستگاه تعیین می‌شود و رنگ بصری (مشاهد با چشم غیر مسلح) گوشت تازه همبستگی بالایی وجود دارد (۸).

تغییرات شاخص‌های رطوبت خروجی[1] (ظرفیت نگهدای آب)، افت پخت و نیروی برشی[2] (تردی)- اثر گوانیدینواستیک اسید و انرژی خوراک بر شاخص‌های رطوبت خروجی، افت پخت و تردی گوشت سینه مرغ در جدول ۳ نشان داده شده است.

ظرفیت نگهداری آب- اثر سطح انرژی و افزودن مکمل گوانیدینو استیک اسید بر میزان رطوبت خروجی گوشت معنی دار بود ولی اثر متقابل بین سطح انرژی و افزودن مکمل گوانیدینو استیک اسید بر شاخص فوق معنی دار نبود. با افزایش مکمل گوانیدینو استیک اسید به خوراک رطوبت خروجی در گوشت افزایش یافت به‌طوری که این اختلاف بین گوشت پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی مکمل گوانیدینو استیک اسید به طوری معنی داری بیشتر از آنهایی بودند که با خوراک شاهد تغذیه شده بودند. نتایج بدست آمده با گزارش میشلز و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد به طوری که آنها نشان داد که با افزایش گوانیدینو استیک اسید به خوراک جوجه‌ها گوشتی رطوبت خروجی گوشت به طور معنی داری افزایش می‌یابد (۱۴).بررسی آنالیز خطی نتایج میزان رطوبت خروجی گوشت نشان داد که اثر افزایش سطح مکمل گوانیدینو استیک اسید و یا انرژی بر میزان رطوبت خروجی گوشت سینه معنی دار است. پایین‌ترین رطوبت خروجی یا بیشترین ظرفیت نگهداری آب مربوط به گوشت سینه پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۳۱۰۰ کیلو کالری در کیلو گرم انرژی بود که در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۲۹۵۰ کیلو کالری در کیلو گرم اختلاف معنی دار بود. به نظر می‌رسد که سطح انرژی خوراک از طریق تغییر در ترکیب شیمیایی گوشت شامل افزایش ذخیره چربی خام، کاهش رطوبت و پروتئین خام گوشت (جدول۱) بر رطوبت خروجی آن اثر می‌گذارد.

ظرفیت نگهداری آب (WHC) انعکاسی از توانایی عضلات برای ذخیره و نگهداشتن آب درون ساختار آن می‌باشد (۵)، که با رطوبت خروجی (EM) رابطه معکوسی دارد. رطوبت خروجی گوشت توانایی حفظ آب موجود بین فیلامنت‌های ضخیم و نازک را در هنگامی که فشار خارجی بر آن وارد می‌شود منعکس می‌کند (۱۹). شاخص رطوبت خروجی توانایی گوشت را برای حفظ ویتامین‌ها و مواد معدنی نشان می‌دهد. عضلاتی که آب را به راحتی در مدت زمان سرد سازی، ذخیره سازی، حمل و

1 -Expressed Moisture

نقل و در هنگام فروش از دست داده و خشک می‌شوند در حقیقت ویتامین‌ها و مواد معدنی کمتری از گوشت مرطوب‌تر دارند (۱۰). از آنجائی‌که رطوبت خروجی روی ارزش ظاهری و دلپذیری گوشت اثر می‌گذارد یک ویژگی مهم گوشت به شمار می رود (۱۲).

افت پخت- اثر سطح انرژی خوراک و مکمل گوانیدینو استیک اسید و اثر متقابل بین آنها بر افت پخت گوشت معنی داری نبود. افت پخت ترکیبی از مواد جامد محلول و مایعی است که به هنگام پختن از گوشت خارج می‌شود. افت پخت به کیفیت گوشت خام، ظرفیت نگهداری آب، دمای مرکز گوشت به هنگام پخت و شیوه پخت بستگی دارد. وقتی افت پخت زیاد باشد روی کیفیت خوراکی گوشت تاثیر منفی می‌گذارد. در اغلب موارد بین افت پخت و ظرفیت نگهداری آب همبستگی منفی وجود دارد (۱).

تردی گوشت- اثر سطح انرژی خوراک و مکمل گوانیدینو استیک اسید و اثر متقابل بین آنها بر تردی گوشت معنی داری نبود. اگرچه اثر افزودن مکمل گوانیدینو استیک اسید بر تردی گوشت سینه مرغ معنی دار نبود ولی نتایج نشان داد (جدول ۳) که با افزایش سطح مکمل گوانیدینو استیک اسید نیروی برشی از ۲۸/۶۲ نیوتن (در گروه شاهد) به ۲۶/۹۸ نیوتن در گوشت سینه حاصل از پرندگان تغذیه شده با خوراک حاوی ۰/۱۲ درصد مکمل کاهش یافته است به عبارت دیگر تردی گوشت افزایش یافته است. نیروی برشی وارنر براتزلر[1] (WBSF) یکی از مهمترین ویژگی‌های ارگانولپتیک گوشت است که چربی داخل عضلانی، ساختار بافت پیوندی، اندازه‌های عضله، سفتی بافت پیوندی و ظرفیت نگهداری آب از جمله عوامل موثر بر نیروی برشی آن (تردی) هستند (۳). همچنین طول، مقدار بافت پیوندی و پروتئولیز پروتئین‌ها مسئول بخش عمده ای از تغییرات تردی هستند و سهم هر کدام از این سه عامل به نوع عضله بستگی دارد (۲۵). علاو بر این سرعت و مقدار کاهش دما و pH عضله پس از کشتار به طور چشم گیری تردی گوشت را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۳).

۴- نتیجه گیری

۱- افزودن گوانیدینو استیک اسید به خوراک منجر به افزایش معنی دار رطوبت، شدت قرمزی، و کاهش ظرفیت نگهداری آب و افت pH گوشت سینه مرغ در مدت نگهداری در یخچال می‌شود.

۲- افزایش سطح انرژی خوراک سبب کاهش رطوبت، پروتئین خام و افزایش چربی خام و همچنین افزایش ظرفیت نگهدای آب، تردی و کاهش شدت روشنایی گوشت سینه مرغ می شود.

۵- سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد که امکان اجرای این پژوهش را فراهم نمودند، قدردانی می‌نمایند. همچنین از شرکت ایونیک آلمان و آقای مهندس افسر نماینده محترم شرکت در ایران که مکمل گوانیدینو استیک اسید مورد نیاز آزمایش را اهدا نمودند تشکر می‌شود.

۶- منابع

1. Aaslyng, M.D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H.C., & Andersen, H.J. 2003. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. Food Quality and Preference, 14: 277-288
2. AOAC Int., Arlington, VA. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. K. Helrich, ed
3. Asghar, A., and Pearson, A.M. 1980. Influence of ante-and post-mortem treatments upon muscle composition and meat quality. Advances in Food Research, 26: 53–213.
4. Baker, D. H. 2009. Advances in protein-amino acid nutrition of poultry. Amino Acids, 37:29–41.
5. Bowker, B.C., Liu, M.N., Eastridge, J.S., Callahan, J.A., Paroczay, E.W., & Solomon, M.B. 2010. Effect of postmortem aging and hydrodynamic pressure processing on pork loin quality. Journal of Muscle Foods, 21: 379-398
6. Brosnan, J. T., E. P. Wijekoon, L. Warford-Woolgar, N. L. Trottier, M. E. Brosnan, J. A. Brunton, and R. F. P. Bertolo. 2009. Creatine synthesis is a major metabolic process in neonatal piglets and has important implications for amino acid metabolism and methyl balance. Journal of Nutrition, 139:1292–1297.
7. Delanghe, J., J. P. Deslypere, M. Debuyzere, J. Robbrecht, R. Wieme, and A. Vermeulen.

1989. Normal reference values for creatine, creatinine and carnitine are lower in vegetarians. Clinical Chemistry, 35:1802–1803.
8. Honikel, K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science, 49: 447-457.
9. Jiang, Z. Y., S. Q. Jiang, Y. C. Lin, P. B. Xi, D. Q. Yu, and T. X. Wu. 2007. Effects of soybean isoflavone on growth performance, meat quality and oxidation in meal broilers. Poultry Science, 86:1356–1362.
10. Le Bihan- Duval, E., C. Berri, E. Baeza, N. Millet and C. Beaumont. 2001. Estimation of the genetic parameters of meat characteristics and of their genetic colorations with growth and body composition in an experimental broiler line. Poultry Science, 80:839–843.
11. Lesson, S., L. Caston and J. D. Summers, 1996. Broiler response to energy or protein dilution in the finisher diet. Poultry Science, 75: 522- 528.
12. Lopez, K. P., M. W. Schilling, and A. Corzo. 2011. Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. Poultry Science, 90:1105–1111.
13. MacDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D Greenhalgh and C. A. Morgan. 1995. Animal nutrition, 5th edition. Johon Wiley & Sons, New York.
14. Michiels, J., L. Maertens, J. Buyse, A. Lemme, M. Rademacher, N. A. Dierick, and S. De Smet. 2012. Supple-mentation of guanidinoacetic acid to broiler diets: Effects on performance, carcass characteristics, meat quality, and energy metabolism. Poultry Science, 91:402–412.
15. Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes, P. A. and Rodwell, V. W. 1993. Harpers Biochemistry. 23 rd edn, USA, Appleton & Large.
16. Nain, S., B. Ling, J. Alcorn, C. M. Wojnarowicz, B. Laarveld, and A. A. Olkowski. 2008. Biochemical factors limiting myocardial energy in a chicken genotype selected for rapid growth. Comp. Biochemistry Physiology A Molecular Integrity Physiology, 149:36–43.
17. Nissen, P. M., and J. F. Young. 2006. Creatine monohydrate and glucose supplementation to slow- and fast-growing chickens changes the postmortem pH in pectoralis major. Poultry Science, 85:1038–1044.
18. Offer, G. 1991. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. Meat Science, 30: 157-184.
19. Offer, G., & Knight, P. 1988. The structural basis of water-holding in meat. P. 63. In R.A. Lawrie (ed) Development in meat science. Elsevier Applied Science, London.
20. Pohja, N.S., &Niinivaara, F.P. 1957. Die bestimmung der wasserbindung des fleischesmittels der konstantdruckmethode. Fleischwirtschaft, 9: 193-195.
21. Ringel, J., A. Lemme, and L. F. Araujo. 2008a.The effect of supplemental guanidino acetic acid in Brazilian-type broiler diets at summer conditions. Poultry Science, 87(Suppl. 1):154. (Abstr.)
22. Ringel, J., A. Lemme, M. S. Redshaw, and K. Damme. 2008b.The effects of supplemental guanidino acetic acid as a precursor of creatine in vegetable broiler diets on performance and carcass parameters. Poultry Science, 87 (Suppl. 1):72. (Abstr.)
23. SAS: User's guide: Statistics.2003. Version 9.1.Vol. 2, S.A.S Institute Cary, NC.
24. Stahl, C. A., M. W. Greenwood, and E. P. Berg. 2003. Growth parameters and carcass quality of broilers fed a corn-soybean diet supplemented with creatine monohydrate. Internationa Journal of Poultry Science, 2:404–408.
25. Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., &Koohmaraie, M. 2000. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. Journal of Animal Science, 78: 958-96