



اثر اندازه ذرات مکمل کروم-متیونین بر عملکرد رشد، صفات لاشه و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش فیزیولوژیکی

سیده خوشقدم حسینی^۱، سید داود شریفی^{۲*}، مریم باقری ورزنده^۳، شکوفه غضنفری^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۲- دانشیار، گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۳- استادیار، پژوهشکده کشاورزی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۲۳)

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر اندازه ذرات کروم-متیونین بر عملکرد، صفات لاشه و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش فیزیولوژیکی انجام شد. از ۲۸۸ قطعه جوجه گوشتی (جنس نر) در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، چهار تکرار و ۱۲ قطعه پرنده در هر تکرار در قالب آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با دو وضعیت تنش (بدون تنش و تنش) و سه سطح افزودنی (بدون افزودنی، ۲۰۰۰ ppb کروم-متیونین و ۲۰۰۰ ppb کروم-متیونین آسیاب شده) استفاده شد. از افزودن دگرمتازون به جیره به میزان ۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره به مدت یک هفته (۱۸ تا ۲۴ روزگی) برای ایجاد تنش فیزیولوژیکی استفاده شد. میزان خوراک مصرفی و وزن جوجه‌ها در هر واحد آزمایشی به صورت هفتگی اندازه‌گیری و ضریب تبدیل محاسبه شد. غلظت مالون دی‌آلدئید و ظرفیت نگهداری آب گوشت سینه در ۲۴ روزگی و ۴۶ روزگی و pH گوشت سینه در سن ۴۶ روزگی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تنش فیزیولوژیکی، مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه، بازده لاشه و وزن نسبی طحال و بورس را کاهش و ضریب تبدیل، وزن نسبی قلب و کبد و ظرفیت نگهداری آب را افزایش داد ($P < 0/05$). استفاده از جیره حاوی هر دو شکل کروم-متیونین در پرندگان در شرایط تنش به طور معنی‌داری باعث کاهش ضریب تبدیل و افزایش pH گوشت شد ($P < 0/05$). تفاوتی در شکل فیزیکی ذرات کروم-متیونین بر صفات مورد مطالعه مشاهده نشد. با توجه به نتایج این آزمایش، افزودن ۲۰۰۰ ppb کروم-متیونین در اندازه‌های مختلف سبب کاهش آثار تنش فیزیولوژیکی به ویژه بهبود ضریب تبدیل و بازده لاشه در پرندگان در شرایط تنش فیزیولوژیک شد.

واژه‌های کلیدی: تنش فیزیولوژیکی، جوجه گوشتی، عملکرد رشد، کروم-متیونین، کیفیت گوشت

* نویسنده مسئول: sdsharifi@ut.ac.ir

مقدمه

2007). گزارش شده است که قرار گرفتن در معرض عوامل تنش‌زا باعث ایجاد تغییرات نامطلوب در کیفیت گوشت می‌شود (Lin *et al.*, 2009). تنش‌های فیزیولوژیکی به علت افزایش ترشح گلوکوکورتیکوئیدها در خون و تأثیر آنها بر سوخت و ساز گلوکز، آثار منفی بر عملکرد و خصوصیات لاشه پرندگان دارند. در شرایط تنش، ذخیره چربی در محوطه بطنی به علت آثار گلوکوکورتیکوئیدها بر سوخت و ساز گلوکز افزایش می‌یابد (Ali *et al.*, 2008). از نقطه نظر تولید گوشت، زیان‌بارترین اثر گلوکوکورتیکوئیدها، کاتابولیسم پروتئین‌های ساختاری به اسیدهای آمینه و مهار ساخت پروتئین در نتیجه گلوکوکورتیکوئیدهاست. ماهیت این تغییرات بستگی به شدت تنش و میزان مقاومت حیوان در برابر تنش در زمان کشتار دارد. حیواناتی که قبل از کشتار تحت تأثیر عوامل تنش‌زا قرار می‌گیرند، سرعت گلیکولیز در عضلات آنها بیشتر است و جمود نعشی در آن‌ها سریع‌تر اتفاق می‌افتد. این تغییرات بعد از کشتار خیلی سریع‌تر هستند و موجب کاهش سریع pH و افزایش دمای لاشه و در نتیجه دنا توره شدن پروتئین‌ها می‌شوند (Ali *et al.*, 2008). یکی از دلایل اصلی کاهش کیفیت گوشت در پرندگان در شرایط تنش، اکسیداسیون چربی است که می‌تواند اثر مشخصی بر برخی خصوصیات گوشت نظیر طعم، رنگ، بافت، ارزش تغذیه‌ای، و سلامت آن داشته باشد (Lauridsen *et al.*, 1997). دنا توره شدن پروتئین‌ها سبب کاهش ظرفیت نگهداری آب و بی‌رنگ شدن لاشه می‌شود (Duclus, 2007). گزارش شده است که القای تنش در بلدرچین با افزودن دگزامتازون، اثری بر اسیدیته گوشت سینه بلافاصله بعد از کشتار و چهار ساعت بعد از کشتار و همچنین بر مقدار مالون دی‌آلدئید گوشت سینه نداشت، اما مقدار این ماده را در گوشت ران افزایش داد (برنجیان و همکاران، ۱۳۹۴). پیشگیری از بروز تنش در گله‌ها تقریباً کار دشواری است، لذا امروزه یافتن روش‌هایی برای کاهش عوارض منفی ناشی از تنش مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از افزودنی‌های خوراکی مختلف یکی از مؤثرترین روش‌ها برای مقابله با آثار نامطلوب تنش است. استفاده از محلول‌های الکترولیت و محلول‌های آب و شکر به عنوان راه حل‌هایی برای جلوگیری از آثار زیان‌بار تنش و بهبود سلامتی و عملکرد پرندگان معرفی شده‌اند (Viriden and Kidd, 2009b). کروم عنصری ضروری در بدن حیوان است و در

توان ژنتیکی بالای جوجه‌های گوشتی امروزی در کنار عوامل محیطی، بیماری‌ها و تغذیه، آن‌ها را در معرض انواع تنش‌ها قرار داده است. طیور اغلب از چند نوع تنش از جمله تنش به علت درجه حرارت محیطی بالا و پایین، بیماری، حمل و نقل، اکسیداسیون و تراکم بالا رنج می‌برند. تنش به دلیل تأثیری که بر ساز و کارهای هورمونی و فیزیولوژیکی بدن دارد سبب افت عملکرد تولیدی پرندگان و افزایش تلفات می‌شود. عدم کنترل عوامل تنش‌زا و یا عدم تلاش برای کاهش آثار منفی تنش، موجب کاهش مصرف خوراک، کاهش رشد و بازده غذایی، کاهش کیفیت گوشت، افزایش حساسیت پرندگان به بیماری و اختلال در سیستم ایمنی می‌شود. گاهی اوقات برخی تنش‌ها خسارت اقتصادی هنگفتی به تولیدکنندگان تحمیل می‌کنند (Li *et al.*, 2009). پاسخ به عوامل تنش‌زای محیطی به وسیله پرندگان، به برآیند سیستم عصبی و هورمونی بستگی دارد. ترشح آمین‌های نوروژنیک اپی‌نفرین (آدرنالین) که عمدتاً در اتصالات اعصاب تولید می‌شوند و نوراپی‌نفرین که بیشتر به وسیله بخش مدولای غده آدرنال ساخته و ترشح می‌شود سبب افزایش قند خون، فشار خون، انقباض عضلانی و افزایش حساسیت اعصاب می‌شود. ناکامی برای مبارزه یا فرار از عامل تنش‌زا سبب فعال شدن سیستم هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال می‌شود (Siegel, 1971). به این ترتیب، با آزادسازی فاکتور آزاد کننده کورتیکوتروپین از هیپوتالاموس و تحریک هیپوفیز، آدرنوکورتیکوتروپیک هورمون ترشح می‌شود (Viriden and Kidd, 2009). این هورمون با تأثیر بر بخش کورتکس غده آدرنال، سبب تحریک سلول‌های آن و افزایش ترشح گلوکوکورتیکوئیدها می‌شود. ترشح گلوکوکورتیکوئیدها تغییراتی را در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌های ایجاد می‌کند (Gytun and Hall, 2006)، که به تبع آن، تغییرات فیزیولوژیکی مهمی نظیر افزایش گلوکز خون، تجزیه و تخریب پروتئین‌ها و آزادسازی اسیدهای آمینه، افزایش اسیدهای چرب آزاد در خون و افزایش دفع عناصر معدنی مانند کلسیم، سدیم و کروم رخ می‌دهد (Pechova and Pavlate, 2007). کیفیت گوشت طیور تحت تأثیر آثار متقابل بین ژنوتیپ و محیط به ویژه تنش‌های قبل از کشتار است (Doclus, 2009b).

تنش گزارش نشده است. لذا، هدف از این تحقیق بررسی تاثیر اندازه ذرات کروم-متیونین (۲۹/۳ در مقابل ۳۹۵/۸ میکرومتر) در کنترل یا کاهش آثار تنش فیزیولوژیکی القا شده با دگزامتازون در جوجه گوشتی بر عملکرد و برخی صفات کیفی گوشت بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از ۲۸۸ قطعه جوجه گوشتی راس ۳۰۸ (جنس نر) در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با دو سطح تنش (بدون تنش و تنش) و سه سطح افزودنی (بدون افزودنی، کروم-متیونین و کروم-متیونین آسیاب شده) در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، چهار تکرار و ۱۲ قطعه پرنده در هر تکرار استفاده شد. برای آسیاب کردن کروم-متیونین (Availa-Cr® 1000, Zinpro Co. USA، با درجه خلوص ۰/۱ درصد) از آسیاب سیار (مدل NARYA250، ساخت شرکت امین واقع در پژوهشکده مواد سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران) استفاده شد. پس از آسیاب، اندازه ذرات در نمونه‌های کروم-متیونین معمولی و آسیاب شده به وسیله دستگاه اندازه‌گیری ابعاد ذرت (Mastersizer2000, Malvern, UK) در پژوهشگاه رنگ اندازه‌گیری شد. میانگین اندازه ذرات برای کروم-متیونین معمولی و آسیاب شده به ترتیب ۳۹۵/۸ و ۲۹/۲ میکرومتر گزارش شد. میزان کروم اضافه شده به جیره‌ها با توجه به گزارشات قبلی ۲۰۰۰ ppb در نظر گرفته شد. جیره‌های آزمایشی برای تأمین نیاز مواد مغذی توصیه شده در راهنمای پرورش جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸ برای دوره‌های آغازین، رشد و پایانی با نرم افزار UFFDA تنظیم شدند (جدول ۱). جوجه‌ها در کل دوره آزمایش به آب و غذا دسترسی آزاد داشتند.

پرنده‌گان تا سن ۱۸ روزگی با جیره آغازین و رشد بدون مکمل کروم-متیونین تغذیه شدند. جوجه‌ها یک روز قبل از شروع آزمایش و پس از توزین بین واحدهای آزمایشی توزیع شدند. جیره‌های آزمایشی از ۱۸ روزگی و هم‌زمان با اعمال تنش به پرنده‌گان تغذیه شدند. برای ایجاد تنش در دوره سنی ۱۸ تا ۲۴ روزگی، از قرص دگزامتازون (۵/۰ میلی‌گرم- شرکت داروسازی ابوریحان) به میزان ۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره استفاده شد. تغذیه پرنده‌گان با جیره‌های حاوی کروم از روز شروع تنش (۱۸ روزگی) تا

سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک نقش دارد (Anderson and Kozlovsky, 1985). کروم به عنوان کوفاکتور انسولین، با افزایش فعالیت انسولین، جذب اسیدهای آمینه را به داخل سلول برای تولید پروتئین افزایش می‌دهد (McCarty, 1993). گزارش شده است که استفاده از مکمل کروم در حیوانات موجب کاهش حساسیت به تنش از راه کاهش غلظت هورمون کورتیزول خون می‌شود (Pechova and Pavlata, 2007). نتایج برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از کروم در جیره، آثار زیان‌بار تنش گرمایی را کاهش می‌دهد و موجب بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود (Anandhi et al., 2006). استفاده از ۱۰۰۰ ppb مکمل کروم-متیونین در جیره جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش حاد فیزیولوژیک القا شده با دگزامتازون، سبب کاهش آثار فیزیولوژیک تنش می‌شود (باقری ورزنده، ۱۳۹۶).

مطالعات اندکی در خصوص تأثیر نوع ترکیب شیمیایی و ابعاد فیزیکی ذرات منابع کروم بر عملکرد طیور در شرایط تنش گزارش شده است. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد نوع آسیاب کردن و اندازه ذرات بر جذب ظاهری مواد معدنی مانند روی، مس، آهن و منیزیم در جیره مرغ‌های تخم‌گذار اثرگذار است، به طوری که استفاده از آسیاب غلطکی نسبت به آسیاب چکشی در آسیاب کردن خوراک سبب افزایش جذب این عناصر شد (Hafeez et al., 2015). در مطالعات دیگری گزارش شده که استفاده از کربنات کلسیم با اندازه ذرات درشت (۲ میلی‌متر) سبب بهبود کیفیت پوسته تخم‌مرغ می‌شود (Jardim Filho et al., 2011; Lemos et al., 2005). در مقابل، در آزمایش دیگری استفاده از کربنات کلسیم با سه اندازه ذرات مختلف اثری بر عملکرد تولیدمثلی، کیفیت تخم‌مرغ و استخوان مرغ‌های تخم‌گذار نشان نداد (Cordeiro et al., 2017). در نشخوارکنندگان نیز نشان داده شده است که استفاده از منابع اکسید منیزیم با اندازه ذرات کوچک‌تر سبب افزایش زیست‌فراهمی آن می‌شود (Xin et al., 1989). با وجود گزارش‌های متعدد در خصوص اثر مثبت کاهش اندازه ذرات در زیست‌فراهمی بعضی عناصر، تاکنون مطالعه‌ای در مورد تأثیر اندازه ذرات کروم-متیونین به عنوان فرم آلی کروم بر اثرگذاری آن به عنوان یک مکمل غذایی در شرایط

داده‌های حاصل با استفاده از رویه مدل‌های خطی عمومی (GLM) نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مدل زیر تجزیه و میانگین صفات با آزمون توکی در سطح ۵ درصد معنی‌داری مقایسه شدند:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

که در این رابطه، Y_{ijk} : مقدار هر مشاهده، μ : میانگین جامعه، A_i : اثر تنش، B_j : اثر نوع افزودنی، AB_{ij} : اثر متقابل تنش و افزودنی و e_{ijk} : اثر اشتباه آزمایشی است.

نتایج و بحث

تأثیر منابع مختلف کروم بر عملکرد پرندگان در طول دوره تنش (۲۴-۱۸ روزگی)، دوره بازپروری (۴۶-۲۵ روزگی) و کل دوره‌ی آزمایش (۴۶-۱۸ روزگی) در جداول ۲ و ۳ آورده شده است. مصرف خوراک، افزایش وزن و وزن زنده پرندگان تحت تنش در هر دو دوره کمتر از پرندگان دیگر بود و این پرندگان در انتهای دوره تنش و دوره بازپروری ضریب تبدیل بالاتر و در کل دوره آزمایش ضریب تبدیل کمتری داشتند ($P < 0.05$).

انتهای دوره ادامه یافت. میزان خوراک مصرفی و تغییرات وزنی جوجه‌ها در هر واحد آزمایشی به صورت هفتگی اندازه‌گیری و بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده ضریب تبدیل خوراک محاسبه شد. در سنین ۲۴ روزگی (انتهای دوره تنش) و ۴۶ روزگی (پایان دوره پرورش) دو پرند از هر تکرار انتخاب و پس از توزین، کشتار شدند. پس از کشتار، پوست بدن و سر و پاها جدا شدند و محتویات شکم به دقت خارج شد. سپس قلب، کبد، پانکراس، دستگاه گوارش، طحال و بورس فابریسیوس جدا و توزین شدند و وزن لاشه خالی نیز اندازه‌گیری شد. برای بررسی کیفیت گوشت تولیدی، از گوشت سینه پرندگان کشتار شده نمونه برداری شد. ظرفیت نگهداری آب در نمونه تازه گوشت (Berenjian *et al.*, 2018) و مقدار مالون دی آلدئید پس از سه روز نگهداری گوشت در یخچال با استفاده از روش تیو-باربیتوریک اسید اندازه‌گیری شد (Botsoglou *et al.*, 1994). pH نمونه‌های گوشت در ۴۶ روزگی بلافاصله بعد از کشتار و چهار ساعت بعد به کمک pH متر مدل Metrohm 827 phlab اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های پایه

Table 1. Ingredients and chemical composition of the basal diets

Ingredients (%)	Starter (1-10 d)	Growth (11-24 d)	Finisher (25-46 d)
Corn grain	56.45	59.30	62.05
Soybean meal, CP 44%	36.69	30.00	28.64
Corn gluten meal	1.00	3.83	1.50
Soybean oil	1.38	2.50	3.91
Dicalcium phosphate	1.76	1.55	1.33
Limestone	1.14	1.09	0.99
Mineral premix ^a	0.30	0.30	0.30
Vitamin premix ^b	0.30	0.30	0.30
Common salt	0.25	0.25	0.25
DL-methionine	0.34	0.31	0.25
L-lysine HCl	0.29	0.33	0.23
L-threonine	0.1	0.10	0.10
Choline chloride, NaCl	0.15	0.15	0.15
Total	100	100	100
Nutrients composition (Calculated)			
Metabolizable energy (kcal kg ⁻¹)	2850	3000	3100
Crude protein (%)	21.8	20.8	18.9
Calcium (%)	0.92	0.84	0.75
Available phosphorus (%)	0.46	0.42	0.37
Lysine (%)	1.23	1.12	1.0
Methionine (%)	0.65	0.63	0.53
Methionine + Cysteine (%)	0.91	0.88	0.76
Chromium (ppb)	169	154	144

^a The mineral premix contained in each kg: Mn 64.5 g; Zn 33.8 g; Fe 100g; Cu 8g; I 640 mg; Co 190mg; Se 8g.

^b The vitamin premix contained in each kg: Vitamin A: 4,400,000 IU; Vitamin D3, 72,000 IU; Vitamin E, 14,400 mg; Vitamin K3, 2000 mg, thiamine 640.0 mg; D-pantothenic acid 4896 mg; riboflavin 3000 mg; pyridoxine 612 mg; niacin 12160 mg; biotin 2000 mg; coline chloride 260 mg.

جدول ۲- تأثیر تنش و اندازه ذرات کروم- متیونین بر عملکرد جوجه‌ها در دوره تنش (۱۸ تا ۲۴ روزگی) و دوره بازپروری (۲۵ تا ۴۶ روزگی)

Table 2. Effect of stress and particle size of Cr- methionine on the growth performance of broiler chicks during stress (18-24 d) and recovery (25-46 d) periods

Effects	18-24 d				25-46 d			
	DWG (g/bird/d)	DFI (g/bird/d)	FCR	LBW (g)	DWG (g/bird/d)	FI (g/bird/d)	FCR	LBW(g)
Main effect								
Stress status								
No stress	46.32 ^a	75.69 ^a	1.65 ^b	794 ^a	72.21 ^a	124.46 ^a	1.73 ^b	2389.5 ^a
Stress	12.70 ^b	62.99 ^b	5.06 ^a	565 ^b	54.02 ^b	98.65 ^b	1.83 ^a	1891.4 ^b
SEM	1.37	1.39	0.11	9.30	1.37	1.57	0.03	42.52
Cr								
No Additive	29.66	68.32	3.61 ^a	668	61.91	110.58	1.80	2143.8
Cr-Met	29.92	69.94	3.06 ^b	690	62.59	109.98	1.79	2155.1
Cr-Met (milled)	28.96	69.77	3.41 ^{ab}	683	64.84	114.11	1.78	2122.5
SEM	1.69	1.70	0.14	11.4	1.67	1.88	0.034	52.7
Treatments								
No stress - No additive	48.34	74.70	1.55 ^c	793	71.36	124.47	1.75	2408.6
No stress - Cr-Met	44.95	75.40	1.71 ^c	788	70.52	122.35	1.73	2382.3
No stress -Cr-Met (milled)	45.68	76.98	1.70 ^c	803	74.73	126.56	1.7	2377.5
Stress - No additive	10.99	61.94	5.67 ^a	563	52.45	96.68	1.85	1878.8
Stress - Cr-Met	14.89	64.48	4.40 ^b	593	54.66	97.62	1.79	1927.9
Stress - Cr-Met (milled)	12.24	62.57	5.12 ^{ab}	562	54.55	97.11	1.85	1867.5
SEM	2.35	2.41	0.20	16.10	2.37	2.66	0.05	73.64
<i>P</i> -value								
Stress status	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.02	<0.0001
Cr	0.92	0.76	0.05	0.44	0.45	0.28	0.77	0.92
Stress status ×Cr	0.34	0.77	0.01	0.22	0.69	0.81	0.62	0.87

^{a-c} Means within a column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$). DEG: Daily weight gain, DFI: Daily feed intake, LBW: Live body weight.

SEM: Standard error of the means.

احتمالاً افزایش تجزیه پروتئین‌ها در عضله اسکلتی پرنده در اثر عمل گلوکونوزن است. در پژوهشی، کاهش وزن، کاهش مصرف خوراک و راندمان خوراک در جوجه‌های گوشتی در اثر مصرف ۳۰ میلی‌گرم کورتیکوسترون در کیلوگرم جیره به عنوان یک عامل ایجادکننده تنش، گزارش شده است (Lin *et al.*, 2006). همچنین، کاهش وزن بدن با تزریق مقادیر ۰/۱، ۱ و ۵ میلی‌گرم دگزامتازون در کیلوگرم وزن بدن جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد گزارش شده است (Li *et al.*, 2009). در مورد پاسخ طیور به مقدار کروم جیره در شرایط عادی و شرایط تنش گزارشات مختلفی وجود دارد. به عنوان مثال، مصرف ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میکروگرم کروم در کیلوگرم جیره به صورت کروم کلراید و کروم متیونین اثری بر وزن بدن،

در دوره تنش، اثر نوع کروم و اثر متقابل تنش × منبع کروم فقط بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار بود، به طوری که در پرندگان در شرایط تنش، استفاده از جیره‌های حاوی کروم-متیونین به طور معنی‌داری ضریب تبدیل خوراک را کاهش داد ($P < 0.05$). این پرندگان از نظر عددی افزایش وزن روزانه و وزن زنده بالاتری را در دوره تنش و همچنین دوره بازپروری داشتند. همسو با نتایج این تحقیق، گزارش شده است که ایجاد تنش با افزودن کورتیکوسترون به جیره منجر به کاهش مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی می‌شود (Malheiros *et al.*, 2003). دلیل کاهش مصرف خوراک، به ترشح بیش از حد عامل آزادکننده کورتیکوتروپین از محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال ربط داده شده است. کاهش سرعت رشد در پرندگان در شرایط تنش تا حدی ناشی از کاهش مصرف خوراک و همچنین

جدول ۳- تأثیر تنش و اندازه ذرات کروم-متیونین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در کل دوره پرورش (۱۸ تا ۴۶ روزگی)
Table 3. Effect of stress and particle size of Cr- methionine on the growth performance of broiler chicks in the total rearing period (18-46 d)

Sources	Weight gain (g/bird/d)	Feed intake (g/bird/d)	FCR
Main effect			
Stress status			
No stress	87.34 ^a	145.97 ^a	1.67 ^a
Stress	73.01 ^b	114.42 ^b	1.56 ^b
SEM	1.510	2.107	0.015
Cr			
No additive	79.81	129.36	1.61
Cr-Met	87.77	127.29	1.61
Cr-Met (milled)	81.93	133.43	1.63
SEM	1.85	2.58	0.02
Treatments			
No Stress - No additive	87.08	146.76	1.68
No stress - Cr-Met	86.25	143.02	1.66
No stress -Cr-Met (milled)	88.69	148.09	1.67
Stress - No additive	72.54	111.97	1.54
Stres- Cr-Met	71.32	111.49	1.56
Stress - Cr-Met (milled)	75.17	118.77	1.58
SEM	2.61	3.49	0.026
		<i>P</i> -value	
Stress status	<0.0001	0.0001	0.0002
Cr	0.49	0.27	0.82
Stress status ×Cr	0.96	0.77	0.62

^{a-b} Means within a column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

SEM: Standard error of the means

تحقیق با افزودن کروم متیونین قابل توجه است، ولی آسیاب کردن آن تأثیری بر بهبود اثرگذاری آن نداشت. تاثیر اندازه ذرات کروم-متیونین و تنش بر بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های مختلف در انتهای دوره تنش (۲۴ روزگی) در جدول ۴ نشان داده شده است. اعمال تنش در پرندگان سبب کاهش بازده لاشه، وزن نسبی طحال، بورس و افزایش وزن نسبی قلب، کبد و دستگاه گوارش شد ($P < 0.05$). آثار متقابل تنش × کروم-متیونین و همچنین اثر کروم-متیونین بر بازده لاشه، کبد، طحال، پانکراس و بورس معنی‌دار نبود. با این حال، وزن نسبی قلب پرندگانی که در جیره خود کروم آسیاب شده دریافت کردند کمتر از پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی کروم-متیونین معمولی بود ($P < 0.05$). پرندگانی که با جیره حاوی کروم-متیونین تغذیه شدند به طور معنی‌داری وزن نسبی کل دستگاه گوارش بالاتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره بدون افزودنی داشتند ($P < 0.05$). در پایان دوره (۴۶ روزگی)، آثار متقابل (تنش × کروم-متیونین) و اثر نوع منبع کروم بر وزن نسبی کبد، قلب، طحال، بورس و دستگاه گوارش معنی‌دار نبود

افزایش مصرف خوراک و ضریب تبدیل پرندگان در شرایط تنش حرارتی نداشت (Moeini *et al.*, 2011). در آزمایشی، استفاده از ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ میکروگرم کروم پروپیونات در کیلوگرم جیره جوجه‌های گوشتی اثری بر وزن بدن، افزایش وزن و بازده لاشه نداشت (Brooks *et al.*, 2016). در مقابل، نشان داده شده است که استفاده از ۱۲۰۰ میکروگرم نانو کروم در جیره بلدرچین‌ها در شرایط تنش فیزیولوژیک موجب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک می‌شود (برنجیان و همکاران، ۱۳۹۴). اثر مثبت کروم بر عملکرد در شرایط تنش گرمایی در جوجه‌های گوشتی به وسیله محققین دیگری هم گزارش شده است (Toghyani *et al.*, 2006; Sahin *et al.*, 2002). هر نوع تنشی سبب افزایش غلظت کورتیکوسترون در جریان خون می‌شود و افزایش کورتیکوسترون سبب کاهش حساسیت به انسولین در طیور می‌شود (Zhao *et al.*, 2009)، لذا می‌توان انتظار داشت با افزودن کروم (عامل افزایش‌دهنده فعالیت انسولین) به جیره بتوان بهبودی در پاسخ عملکردی پرندگان در شرایط تنش بدست آورد. بنابراین بهبود عملکرد پرندگان در شرایط تنش در این

کبد در اثر استفاده از کورتیکوسترون به عنوان یک عامل ایجاد تنش قبلاً گزارش شده است (Lin *et al.*, 2006a). افزایش وزن کبد در جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش با کورتیکوسترون یا ACTH نیز گزارش شده است (Kim *et al.*, 1996, Cefalu and Hu, 2004).

در مطالعه حاضر وزن قلب پرندگان در اثر اعمال تنش افزایش یافت. تنش باعث تحریک اندام‌های بدن نظیر قلب و عروق می‌شود و با افزایش سوخت و ساز، پرنده را برای پاسخ جنگ و گریز آماده می‌کند (Shini *et al.*, 2010) و این امر موجب بزرگ شدن قلب در پرندگان در شرایط تنش می‌شود. نتایج مطالعه حاضر در خصوص بزرگ شدن اندازه قلب، با گزارشات قبلی در خصوص کاهش وزن قلب پرندگان در اثر تیمار با کورتیکوسترون (Lin *et al.*, 2006a) همخوانی ندارد، ولی افزایش وزن پانکراس در اثر اعمال تنش با گزارشات قبلی مطابقت دارد.

(جدول ۵). با این حال، در پرندگانی که در شرایط تنش نبودند، مکمل نمودن جیره با کروم-متیونین آسیاب شده نسبت به جیره حاوی کروم-متیونین باعث افزایش بازده لاشه شد ($P < 0.05$). پرندگانی که تنش را تجربه نموده بودند وزن نسبی پانکراس بیشتر و بورس کمتری در پایان دوره داشتند ($P < 0.05$). در تحقیق حاضر، تنش فیزیولوژیکی باعث افزایش وزن نسبی کبد و قلب شد. افزایش ترشح گلوکوکورتیکوئیدها در شرایط تنش منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های لیپوژنی و افزایش لیپوژنر کبدی می‌شود که با افزایش وزن کبد همراه است. از طرفی، هایپرتروفی کبد هم می‌تواند سبب افزایش وزن کبد شود (Puvadolpirod and Thaxton, 2000). علاوه بر این، افزایش تولید پروتئین کبدی در حضور کورتیکوستروئیدها عامل دیگری است که در افزایش وزن کبد در شرایط تنش مؤثر است (Underwood and Suttle, 1999, Moeini *et al.*, 2011). افزایش وزن نسبی

جدول ۴- تأثیر تنش و اندازه ذرات کروم-متیونین بر بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های داخلی (درصدی از وزن زنده) جوجه‌های گوشتی در ۲۴ روزگی

Table 4. Effect of stress and particlesize of Cr- methionine on carcass yield and relative weight of internal organs (% of live body weight) in broiler chickens at 24 d

Sources	Caracas yield	Liver	Heart	Spleen	Pancreas	Bourse	Total gut
Main effect							
Stress status							
No stress	62.16 ^a	2.80 ^b	0.62 ^b	0.13 ^a	0.37	0.23 ^a	14.87 ^b
Stress	57.40 ^b	4.81 ^a	0.68 ^a	0.07 ^b	0.44	0.06 ^b	20.77 ^a
SEM	0.79	0.17	0.01	0/009	0.038	0.01	0.42
Cr							
No additive	59.85	3.68	0.62 ^{ab}	0.12	0.40	0.16	16.2 ^b
Cr-Met	59.84	3.92	0.71 ^a	0.10	0.38	0.16	19.26 ^a
Cr-Met (milled)	59.66	3.80	0.59 ^b	0.09	0.46	0.13	18.01 ^{ab}
SEM	0.97	0.21	0.023	0.01	0.05	0.014	0.52
Treatments							
No stress - No additive	61.85	2.81	0.66	0.15	0.33	0.23	13.04
No stress - Cr-Met	62.05	2.76	0.65	0.12	0.37	0.26	17.33
No stress- Cr-Met (milled)	62.60	2.82	0.54	0.12	0.46	0.20	14.25
Stress - No additive	57.86	4.55	0.65	0.09	0.48	0.09	19.37
Stress- Cr-Met	57.62	5.09	0.77	0/08	0.39	0.05	21.19
Stress - Cr-Met (milled)	56.71	4.78	0.63	0.06	0.47	0.05	21.77
SEM	1.37	0.33	0.032	0.01	0.06	0.02	0.73
				<i>P</i> -value			
Stress status	0.001	<0.0001	0.03	0.001	0.26	<0.0001	<0.0001
Cr	0.98	0.73	0.007	0.23	0.42	0.16	0.005
Stress status × Cr	0.77	0.63	0.16	0.66	0.53	0.39	0.07

^{a-b} Means within a column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

SEM: Standard error of the means

جوجه‌هایی که در شرایط تنش گرمایی قرار گرفتند، اثری بر وزن قلب ندارد (Toghyani *et al.*, 2006). افزایش وزن کبد در اثر افزودن مکمل کروم به جیره در برخی مطالعات گزارش شده است (Sahin and Sahin, 2002, Ahmad *et al.*, 2004). گزارش شده است که استفاده از سطوح مختلف پیکولینات کروم در جیره جوجه‌های گوشتی اثری بر وزن پانکراس ندارد (Ghanbari *et al.*, 2012). در تضاد با این نتایج، عدم تأثیر استفاده از مکمل کروم در جیره بر وزن پانکراس جوجه‌های گوشتی نیز گزارش شده است (Toghyani *et al.*, 2006).

افزایش وزن نسبی کبد، قلب و سنگدان در جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش حرارتی تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل پیکولینات کروم گزارش شده است (Sahin and Sahin, 2002). در تحقیق حاضر، استفاده از کروم-متیونین در ۴۶ روزگی به طور غیر معنی‌داری باعث افزایش بازده لاشه در پرندگان در شرایط تنش نسبت به سایر پرندگان شد، ولی کروم آسیاب شده در شرایط بدون تنش بازده لاشه بهتری در مقایسه با پرندگان مصرف‌کننده کروم متیونین معمولی ایجاد کرد ($P < 0.05$).

در تحقیقی، استفاده از مکمل کروم به صورت آلی و معدنی اثری بر درصد بازده لاشه، وزن چربی محوطه بطنی، کبد و پانکراس نداشت (Moeini *et al.*, 2011). در مطالعه دیگری هم گزارش شد که استفاده از مکمل پیکولینات کروم اثری بر بازده لاشه ندارد (Ghanbari *et al.*, 2012). بر خلاف این نتایج، گزارش شده است سطوح پیکولینات کروم در جیره جوجه‌ها در شرایط تنش گرمایی، بازده لاشه را بهبود می‌بخشد (Toghyani *et al.*, 2006). در این تحقیق، استفاده از کروم-متیونین باعث افزایش وزن نسبی کل دستگاه گوارش شد. در تضاد با این نتایج، گزارش شده است که استفاده از سطوح مختلف نانو ذرات کروم موجب کاهش وزن نسبی دستگاه گوارش و کبد می‌شود (Berenjian *et al.*, 2018). اختلاف در نتایج گزارشات قبلی ممکن است به دلیل تفاوت در نوع پرنده، نوع سویه، سن پرنده، نوع تنش و روش القای آن، میزان کروم مورد استفاده و منابع آن باشد.

نتایج مربوط به اثر تیمارها بر کیفیت گوشت در سن ۲۴ روزگی (بعد از تنش) و ۴۶ روزگی (پایان دوره) در جدول ۶ نشان داده شده است. در هر دو دوره (۲۴ روزگی و ۴۶ روزگی)، اثر نوع کروم و اثر متقابل تنش و کروم بر

در همین رابطه گزارش شده است که علت این افزایش وزن می‌تواند افزایش تکثیر سلول‌های بتا پانکراس و افزایش اندازه این سلول‌ها در پاسخ به افزایش گلوکز خون در اثر القاء تنش به وسیله دگزامتازون باشد (Rafacho *et al.*, 2009). در این تحقیق، اعمال تنش فیزیولوژیکی باعث کاهش وزن اندام‌های لنفونیدی مانند طحال و بورس شد. تنش حرارتی، وزن غده تیموس و شمار لنفوسیت‌های تی در خون را کاهش می‌دهد (Guo and Gu, 1988). تحلیل بافت بورس و طحال و افزایش نسبت هتروفیل به لنفوسیت به دلیل تحلیل بافت لنفوسیتی در مواجهه با تنش‌های القایی با آدرنوکورتیکوئید یا کورتیکوسترون، گزارش شده است (Viriden and Kidd, 2010; Shini *et al.*, 2010).

کاهش مصرف خوراک در پرندگان در شرایط تنش، که دسترسی این اندام‌ها به مواد مغذی لازم برای رشد و توسعه را محدود می‌کند، یکی از دلایل کاهش وزن این غدد در شرایط تنش است (Smith, 2003). در تحقیق حاضر، وزن نسبی دستگاه گوارش به وسیله اعمال تنش با دگزامتازون افزایش یافت. نشان داده شده است که استفاده از کورتیکوسترون در جوجه‌های گوشتی موجب افزایش وزن نسبی دستگاه گوارش به دلیل افزایش وزن نسبی روده کوچک می‌شود. اولویت سلول‌های روده برای استفاده از مواد مغذی نسبت به سایر بافت‌ها در شرایط تنش به عنوان علت این افزایش وزن بیان شده است (Hu *et al.*, 2010).

در مورد اثر استفاده از مکمل کروم بر بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های مختلف نتایج متفاوتی وجود دارد. در مطالعه‌ای گزارش کردند که استفاده از مکمل کروم در مقادیر مختلف اثری بر وزن بورس فابریسیوس و طحال نداشت (Moeini *et al.*, 2011)، که با نتایج تحقیق حاضر در مورد بی‌اثر بودن منابع مختلف کروم بر وزن بورس در توافق است. بر خلاف این نتایج، استفاده از سطوح مختلف کروم معدنی (کلرید کروم) سبب افزایش وزن نسبی بورس فابریسیوس در سن چهار هفتگی شد. در حالی که وزن طحال و تیموس در این سنین تحت تأثیر کروم جیره قرار نگرفت (Uyanik *et al.*, 2002). افزایش وزن نسبی قلب در گروه‌های متأثر از تنش که مقادیر مختلف کروم را مصرف کردند پس از پایان دوره تنش، در توافق با نتایج (Sahin and Sahin, 2002) بود. در تضاد با این نتایج، گزارش شده است که افزودن پیکولینات کروم در جیره

جدول ۵- تأثیر تنش و اندازه ذرات کروم-متیونین بر بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های داخلی (درصدی از وزن زنده) جوجه‌های گوشتی در ۴۶ روزگی

Table 5. Effect of stress and particle size of Cr- methionine on carcass yield and relative weight of internal organs (% live body weight) in broiler chickens at 46 d

Sources	Caracas yield	Liver	Heart	Spleen	Pancreas	Bourse	Total gut
Main effect							
Stress status							
No stress	64.44	2.21	0.57	0.12	0.23 ^b	0.16 ^a	12.15
Stress	65.07	2.49	0.65	0.13	0.26 ^a	0.11 ^b	12.87
SEM	0.89	0.16	0.04	0.01	0.01	0.017	0.33
Cr							
No additive	63.71	2.59	0.66	0.11	0.25	0.15	12.94
Cr-Met	64.88	2.46	0.64	0.15	0.24	0.13	12.96
Cr-Met (milled)	65.68	2.02	0.54	0.11	0.24	0.13	11.62
SEM	1.09	0.19	0.049	0.02	0.01	0.02	0.4
Treatments							
No stress - No additive	63.89 ^{ab}	2.50	0.60	0.12	0.27 ^a	0.18	13.29
No stress - Cr-Met	62.097 ^b	2.23	0.59	0.14	0.21 ^b	0.16	12.52
No stress - Cr-Met (milled)	67.34 ^a	1.92	0.49	0.10	0.21 ^b	0.16	10.64
Stress - No additive	63.52 ^{ab}	2.68	0.73	0.11	0.24 ^{ab}	0.12	12.60
Stress- Cr-Met	67.66 ^a	2.69	0.70	0.15	0.28 ^a	0.11	13.41
Stress - Cr-Met (milled)	64.03 ^{ab}	2.12	0.59	0.12	0.27 ^a	0.11	12.61
SEM	1.54	0.27	0.07	0.02	0.016	0.03	0.57
P-value							
Stress status	0.62	0.23	0.06	0.82	0.03	0.04	0.15
Cr	0.45	0.13	0.18	0.27	0.63	0.84	0.06
Stress status × Cr	0.03	0.85	0.96	0.75	0.03	0.99	0.11

^{a,b} Means within a column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

SEM: Standard error of the means

ویتامین‌های A، C و E را کاهش و غلظت مالون دی‌آلدئید در بافت‌های گوناگون و خون را افزایش می‌دهد (Gutteridge and Halliwell, 1999). در ۲۴ روزگی، میزان ظرفیت نگهداری آب در گوشت پرندگان متاثر از تنش بالاتر بود ($P < 0.05$)، ولی در سن ۴۶ روزگی، تفاوتی در میزان ظرفیت نگهداری آب در گوشت پرندگان مشاهده نشد. در آزمایش حاضر، استفاده از منابع مختلف کروم در جیره پرندگان در شرایط تنش تأثیر معنی‌داری بر میزان غلظت مالون دی‌آلدئید نداشت، که با گزارشات قبلی در این خصوص مبنی بر اینکه استفاده از مکمل کروم و بیوتین در بلدرچین ژاپنی در شرایط تنش حرارتی موجب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن و کاهش غلظت مالون دی‌آلدئید سرم، کبد و عضله اسکلتی شد (Lin et al., 2009) همخوانی ندارد. تحقیقات نشان داده است که پرندگان در مقایسه با پرستانداران از سیستم آنتی‌اکسیداتیو کارآمدتری برخوردارند، که احتمالاً مربوط به تولید اسید اوریک در

میزان مالون دی‌آلدئید گوشت و ظرفیت نگهداری آب معنی‌دار نبود. با این حال، پرندگانی که با جیره حاوی کروم متیونین در شرایط تنش در ۲۴ روزگی تغذیه شدند غلظت مالون دی‌آلدئید و ظرفیت نگهداری آب پایین‌تری نسبت به سایر پرندگان داشتند. در ۲۴ روزگی، تنش فیزیولوژیکی تأثیری بر غلظت مالون دی‌آلدئید نداشت. با این حال، داده‌های غیر معنی‌دار نشان داد که در این دوره پرندگانی که در شرایط تنش بودند، مقدار مالون دی‌آلدئید بیشتری در گوشت خود داشتند. در همین رابطه گزارش شده است که کورتیکوسترون، مقدار ترکیبات واکنش‌دهنده با اسید تیوباربیتوریک در عضلات اسکلتی را افزایش می‌دهد (Lin et al., 2009). تنش فیزیولوژیکی از راه تغییر در وضعیت اکسیداتیو عضلات اسکلتی می‌تواند با پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع در غشای سلولی باعث آسیب آن شود (Virden and Kidd, 2009)، که نتیجه آن، ایجاد اختلال در یکپارچگی غشای سلول‌های عضلانی و کاهش کیفیت گوشت است. تنش، مقدار

گوشت، رنگ طبیعی خود را از دست داده و رنگ پریده به نظر می‌رسد (Duclos *et al.*, 2007).

اثر منبع کروم بر میزان pH گوشت در زمان کشتار و چهار ساعت بعد از کشتار معنی‌دار نبود. با این حال، داده‌ها نشان داد استفاده از جیره حاوی کروم-متیونین آسیاب شده کمترین میزان pH را در چهار ساعت بعد از کشتار ایجاد نمود. اثر متقابل تنش × منبع کروم بر میزان pH گوشت سینه بلافاصله بعد از کشتار معنی‌دار بود ($P < 0.05$), به طوری که pH گوشت سینه در پرندگان متأثر از تنش که کروم-متیونین معمولی دریافت کردند بالاتر از پرندگان در شرایط تنشی بود که هیچ کرومی در جیره خود مصرف نکردند ($P < 0.05$). اثر متقابل تنش × نوع منبع کروم بر میزان pH گوشت سینه چهار ساعت بعد از کشتار معنی‌دار نبود.

تغییر در مقدار گلیکوژن عضله و متعاقب آن pH گوشت تحت تأثیر عوامل متفاوتی چون کاهش یا عدم مصرف خوراک، تنش قبل از کشتار و وضعیت هورمونی بدن قرار می‌گیرد. همسو با نتایج این تحقیق، گزارش شده است که تنش حرارتی قبل از کشتار موجب افزایش pH گوشت در جوجه‌های گوشتی شد (Dai *et al.*, 2009) با این حال، گزارشاتی مبنی بر کاهش pH در عضله در شرایط تنش هم ارائه شده است (Lu *et al.*, 2007). همچنین گزارش شده است که مصرف کورتیکوسترون قبل از کشتار به طور قابل توجهی موجب کاهش pH و ظرفیت نگهداری آب گوشت در جوجه‌های گوشتی شد (Lin *et al.*, 2007, Gao *et al.*, 2008).

در این تحقیق مکمل کروم-متیونین باعث افزایش میزان pH بلافاصله بعد از کشتار در سن ۴۶ روزگی شد. در همین رابطه گزارش شده است که مکمل کروم به طور غیر معنی‌دار باعث افزایش pH گوشت در جوجه‌های گوشتی می‌شود (Toghyani *et al.*, 2008). در مطالعات دیگری نشان دادند pH گوشت بلدرچین چهار ساعت بعد از کشتار در تیمارهایی که در شرایط تنش بودند و مکمل کروم هم دریافت می‌کردند بالاتر از گروه شاهد بود (Berenjian *et al.*, 2018). ساز و کار عمل کروم در افزایش pH عضله بعد از کشتار می‌تواند به دلیل نقش آن در کاهش ترشح کاتکولامین ناشی از تنش و در نتیجه مهار تجزیه گلیکوژن و گلیکولیز باشد (Amatya *et al.*, 2004).

فرآیند کاتابولیسم پروتئین در پرندگان است که به صورت یک آنتی‌اکسیدان قوی عمل می‌کند (Lin *et al.*, 2006). کاتابولیسم پروتئین‌ها در خلال تنش به شدت افزایش می‌یابد و این امر منجر به تولید بیشتر اسید اوریک در پرندگان می‌شود. لذا تغییرات اندک در میزان مالون دی‌آلدئید را می‌توان تا اندازه‌ای به آثار آنتی‌اکسیدان‌های اسید اوریک نسبت داد.

در خصوص اثر کروم بر تولید مالون دی‌آلدئید در گوشت اطلاعات اندکی در دسترس است. گزارش شده است که استفاده از ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میکروگرم نانوکروم در کیلوگرم جیره، مقدار مالون دی‌آلدئید عضله ران بلدرچین‌ها در شرایط تنش القایی با دگزامتازون را کاهش می‌دهد (برنجیان و همکاران، ۱۳۹۴). شواهدی نیز وجود دارد که استفاده از مکمل آلی کروم به میزان ۲۰۰ میکروگرم در کیلوگرم توانسته کیفیت گوشت سینه را بهبود بخشد (Tolimir *et al.*, 2005). همچنین نشان داده شده است که مکمل پیکولینات کروم در جیره جوجه بلدرچین‌های ژاپنی، غلظت مالون دی‌آلدئید سرم آنها را کاهش می‌دهد (Sahin *et al.*, 2010).

pH گوشت در زمان کشتار و چهار ساعت پس از کشتار، در پرندگانی که تنش را تجربه کردند نسبت به پرندگانی که از شرایط عادی برخوردار بودند، تفاوتی نداشت. با این حال، داده‌های غیر معنی‌دار نشان داد که مقدار pH گوشت بلافاصله بعد از کشتار در پرندگان متأثر از تنش بالاتر از pH گوشت در پرندگان بدون تنش بود. این افزایش ممکن است به دلیل کاهش ذخایر گلیکوژن موجود در عضله در نتیجه کاهش مصرف خوراک ناشی از تنش باشد. تنش قبل از کشتار می‌تواند ذخایر گلیکوژن عضله را کاهش دهد، در نتیجه محصولات غیرهوازی مانند یون پروتون (H^+) و اسید لاکتیک طی گلیکولیز بعد از کشتار کاهش می‌یابد و منجر به افزایش pH گوشت می‌شود. یکی از مهمترین فراسنجه‌ها برای مشخصات کیفی گوشت، pH است و pH نهایی تأثیر مهمی بر کیفیت گوشت دارد (Wang *et al.*, 2004). به طور کلی، pH طبیعی در جوجه‌ها، ۱۵ دقیقه پس از کشتار، حدود ۶/۵-۶/۲ است، در حالی که pH نهایی در حالت طبیعی حدود ۵/۸ است. اگر pH گوشت ۱۵ دقیقه پس از کشتار، کمتر از ۶ باشد، وقتی عضله هنوز گرم است، پروتئین‌های بافت در معرض دناتوره شدن قرار می‌گیرند. این امر ظرفیت نگهداری آب لاشه را کاهش می‌دهد و

نتیجه گیری کلی

متیونین با آسیاب کردن، اثری بر فعالیت آن هنگام استفاده در جیره نداشت.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مساعدت‌های آقای دکتر علی کفلو رئیس پژوهشکده مواد پیشرفته و انرژی‌های نو سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران در تهیه مکمل کروم آسیاب شده قدردانی می‌شود.

بر اساس نتایج حاصل، اعمال یک دوره تنش فیزیولوژیکی نسبتاً شدید در جوجه‌های گوشتی در بازه سنی ۱۸ تا ۲۴ روزگی موجب کاهش عملکرد رشد و بازده لاشه شد. افزودن ۲۰۰۰ ppb کروم-متیونین به جیره پرندگان در دوره تنش، آثار منفی تنش بر عملکرد پرندگان را کاهش داد، به نحوی که منجر به بهبود ضریب تبدیل و بازده لاشه پرندگان در دوره تنش شد، ولی کاهش اندازه ذرات کروم-

جدول ۶- تأثیر تنش و اندازه ذرات کروم- متیونین بر کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در پایان دوره تنش (۲۴ روزگی) و پایان دوره پرورش (۴۶ روزگی)
Table 6. Effect of stress and particle size of Cr- methionine on meat quality of broiler chicks at the end of stress period (24 d) and end of rearing period (46 d)

Sources	24 day		46 day			
	MDA ($\mu\text{g/g}$)	WHC (%)	MDA ($\mu\text{g/g}$)	pH 0h	pH 4h	WHC (%)
Main effect						
Stress status						
No stress	0.16	51.91 ^b	29 ^a	6.50	6.04	43.14
Stress	0.18	63.37 ^a	17 ^b	6.65	6.08	43.23
SEM ⁴	0.034	2.11	3.0	0.09	0.083	1.52
Cr						
No additive	0.24	56.87	26	6.51	5.96	41.48
Cr-Met	0.12	59.04	20	6.64	5.96	43.58
Cr-Met (milled)	0.17	57.01	26	6.63	5.26	44.51
SEM	0.04	2.58	0.300	0.11	0.10	1.75
Treatments						
No stress - No additive	0.29	47.89	29	6.65 ^{ab}	5.93	42.15
No stress-Cr-Met	0.11	55.91	28	6.34 ^b	5.91	43.16
No stress- Cr-Met (milled)	0.09	51.94	31	6.54 ^{ab}	6.27	44.16
Stress - No additive	0.19	65.84	24	6.38 ^b	5.98	40.81
Stress-Cr-Met	0.13	62.18	13	6.95 ^a	6.01	43.99
Stress -Cr-Met (milled)	0.24	62.09	15	6.73 ^{ab}	6.26	44.87
SEM	0.59	3.66	4.0	0.16	0.14	2.47
P-value						
Stress status	0.67	0.002	0.002	0.18	0.69	0.97
Cr	0.16	0.80	0.36	0.65	0.086	0.48
Stress status \times Cr	0.14	0.30	0.31	0.05	0.93	0.89

^{a-c} Means within a column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$). SEM: Standard error of the means.

MDA: Malodialdehyded, WHC: Water holding capacity, pH0 and pH4: Meat pH immediately and 4 hours after slaughtering.

فهرست منابع

باقری ورزنده م. ۱۳۹۶. اثر استفاده از مکمل کروم-متیونین بر کاهش آثار منفی ناشی از تنش فیزیولوژیکی در جوجه‌های گوشتی. تولیدات دامی، ۱۹(۳): ۶۱۳-۶۲۵.

برنجیان ع، شریفی س. د، محمدی سنگ‌چشمه ع، و غضنفری ش. ۱۳۹۴. اثر تنش فیزیولوژیکی و افزودن نانوذرات کروم به جیره بر عملکرد و صفات کیفی گوشت جوجه بلدرچین‌های ژاپنی. تولیدات دامی، ۱۷(۱): ۱۹-۲۸.

- Ahmad F., Javed M. T., Sandhu M. A. and Kausar A. 2004. Effects of higher levels of chromium and copper on broiler health and performance during the peak tropical summer season. *Veterinarski Arhiv*, 74: 395-408.
- Ali M. S., Kang G. and Joo S. T. 2008. A review: influences of pre-slaughter stress on poultry meat quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21: 912-918.
- Amatya J., Haldar S. and Ghosh T. 2004. Effects of chromium supplementation from inorganic and organic sources on nutrient utilization, mineral metabolism and meat quality in broiler chickens exposed to natural heat stress. *Animal Science*, 79: 241-253.
- Anandhi M., Mathivanan R., Viswanathan K. and Mohan B. 2006. Dietary inclusion of organic chromium on production and carcass characteristics of broilers. *International Journal of Poultry Science*, 5: 880-884.
- Anderson R. A. and Kozlovsky A. S. 1985. Chromium intake, absorption and excretion of subjects consuming self-selected diets. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 41: 1177-1183.
- Berenjian A., Sharifi S. D., Mohammadi Sang Cheshmeh A. and Ghazanfari S. 2018. Effect of chromium nanoparticles on physiological stress induced by exogenous dexamethasone in Japanese quails. *Biological Trace Element Research*, 184(2): 474-481.
- Botsoglou N. A., Fletouris D. J., Papageorgiou G. E., Vassilopoulos V. N., Mantis A. J. and Trakatellis A. G. 1994. Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff sample. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42: 1931-1937.
- Brooks M. A., Grimes J. L., Lloyd K. E., Krafka K., Lamptey A. and Spears J. W. 2016. Chromium propionate in broilers: effect on insulin sensitivity. *Poultry Science*, 95: 1096-1104
- Cefalu W. T. and Hu F. B. 2004. Role of chromium in human health and in diabetes. *Diabetes Care*, 27: 2741-2751.
- Cordeiro C. N., Bastos-Leite S. C., Vasconcelos F. C., Goulart C. C., Sousa A. M. and Costa A. C. 2017. Chelated minerals and limestone particle sizes on performance and bone quality of brown-egg layers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 19(SPE), 35-42.
- Dai S., Wang L., Wen A., Wang L. and Jin G. 2009. Dietary glutamine supplementation improves growth performance, meat quality and colour stability of broilers under heat stress. *British Poultry Science*, 50: 333-340
- Duclos M., Berri C. and Le Bihan-Duval E. 2007. Muscle growth and meat quality. *Journal of applied Poultry Research*, 16: 107-112.
- Ebrahimzadeh S., Farhoomand P. and Noori K. 2013. Effects of chromium methionine supplementation on performance, carcass traits, and the ca and p metabolism of broiler chickens under heat-stress conditions. *Journal of Applied Poultry Research*, 22: 382-387.
- GAO J., Lin H., Song Z. and Jiao H. 2008. Corticosterone alters meat quality by changing pre-and postslaughter muscle metabolism. *Poultry Science*, 87: 1609-1617.
- Ghanbari S., Ebrahimmazhad Y., Eshratkhah B. and Nazeradi K. 2012. Effect of dietary chromium supplementation on performance and carcass traits of broiler chicks. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11: 467-472.
- Guo C. J. and Gu C. F. 1988. Changes in cellular immunity and nutritional status in mice after thermal injury. *Burns*, 14: 429-434.
- Gutteridge J. and Halliwell B. 1999. *Free radicals in biology and medicine*. Oxford University Press, New York.
- Hafeez A., Mader A., Ruhnke I., Röhe I., Borojoni F. G., Yousaf M. S. and Zentek J. 2015. Implication of milling methods, thermal treatment, and particle size of feed in layers on mineral digestibility and retention of minerals in egg contents. *Poultry Science*, 94: 240-248.
- Hu X., Guo Y., Huang B., Zhang L., Bun S., Liu D., Long F., Li J., Yang X. and Jiao P. 2010. Effect of corticosterone administration on small intestinal weight and expression of small intestinal nutrient transporter mRNA of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23: 175-181.
- Jardim Filho R. M., Stringhini J. H., Café M. B., Leandro N. S. M., Cunha W. C. P. and Nascimento Junior O. 2005. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 27: 35-42.
- Kim Y., Han I. K., Choi Y., Shinz I., Chae B. and Kang T. 1996. Effects of dietary levels of chromium picolinate on growth performance, carcass quality and serum traits in broiler chicks. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 9: 341-347.
- Lauridsen C., Buckley D. and Morrissey P. 1997. Influence of dietary fat and vitamin e supplementation on α -tocopherol levels and fatty acid profiles in chicken muscle membranal fractions and on susceptibility to lipid peroxidation. *Meat Science*, 46: 9-22.
- Laudicina D. C. and Marnett L. J. 1990. Enhancement of hydroperoxide-dependent lipid peroxidation in rat liver microsomes by ascorbic acid. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 278: 73-80.
- Lee D. N., Wu F.Y., Cheng Y. H., Lin R. S. and Wu P. C. 2003. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on growth performance and immune responses of broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16: 227-233.

- Lemos M. J., Calixto L. F. L., Lima C. A. R., Agostinho T. S. P., Araújo M. O. and Couto I. S. 2011. Influência da granulometria do calcário sobre a qualidade da casca de ovos produzidos por poedeiras semi pesadas criadas no piso. *Boletim Indústria Animal*, 68: 151-155.
- Lin H., Sui S., Jiao H., Buyse J. and Decuyper E. 2006a. Impaired development of broiler chickens by stress mimicked by corticosterone exposure. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 143: 400-405.
- Lin H., Decuyper E. and Buyse J. 2006b. Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. *Comparative biochemistry and physiology part a: Molecular and Integrative Physiology*, 144: 11-17.
- Lin H., Sui S., Jiao H., Jiang K., Zhao J. and Dong H. 2007. Effects of diet and stress mimicked by corticosterone administration on early postmortem muscle metabolism of broiler chickens. *Poultry Science*, 86: 545-554.
- Lin H., Gao J., Song Z. and Jiao H. 2009. Corticosterone administration induces oxidative injury in skeletal muscle of broiler chickens. *Poultry Science*, 88: 1044-1051.
- Malheiros R., Moraes V., Collin A., Decuyper E. and Buyse J. 2003. Free diet selection by broilers as influenced by dietary macronutrient ratio and corticosterone supplementation. 1. Diet selection, organ weights, and plasma metabolites. *Poultry Science*, 82: 123-131.
- Mccarty M. 1993. Homologous physiological effects of phenformin and chromium picolinate. *Medical Hypotheses*, 41: 316-324.
- Moeini M. M., Bah Rami A., Ghazi S. and Targhibi M. R. 2011. The effect of different levels of organic and inorganic chromium supplementation on production performance, carcass traits and some blood parameters of broiler chicken under heat stress condition. *Biological Trace Element Research*, 144: 715-724.
- Pechova A. and Pavlata L. 2007. Chromium as an essential nutrient: a review. *Veterinarian Medicine-Parka*, 52: 1-14.
- Puvadolpirod S. and Thaxton J. 2000. Model of physiological stress in chickens 1. Response parameters. *Poultry Science*, 79: 363-369
- Rafacho A., Cestari T. M., Taboga S. R., Boschero A. C. and Bosqueiro J. R. 2009. High doses of dexamethasone induce increased β -cell proliferation in pancreatic rat islets. *American Journal of Physiology and Endocrinology and Metabolism*, 296: 681-689.
- Sahin K., Sahin N., Onderci M., Gursu F. and Cikim G. 2002. Optimal dietary concentration of chromium for alleviating the effect of heat stress on growth, carcass qualities, and some serum metabolites of broiler chickens. *Biological Trace Element Research*, 89: 53-64.
- Sahin N., Akdemir F., Tuzcu M., Hayirli A., Smith M. and Sahin K. 2010. Effects of supplemental chromium sources and levels on performance, lipid peroxidation and proinflammatory markers in heat-stressed quails. *Animal Feed Science and Technology*, 159: 143-149.
- Savenije B., Lambooi E., Gerritzen M. A., Venema K., and Korf J. 2002. Effects of feed deprivation and transport on preslaughter blood metabolites, early postmortem muscle metabolites, and meat quality. *Poultry Science*, 81: 699-708.
- Shini S., Huff G. R., Shini A. and Kaiser P. 2010. Understanding stress-induced immunosuppression: Exploration of cytokine and chemokine gene profiles in chicken peripheral leukocytes. *Poultry Science*, 89: 841-851.
- Siegel H. S. 1971. Adrenals, stress and the environment. *World's Poultry Science Journal*, 27: 327-349.
- Smith M. 2003. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. *Poultry Science*, 82: 1580-1588.
- Toghyani M., Shivazad M., Gheisari A. and Darkish S. 2006. Performance, carcass traits and hematological parameters of heat-stressed broiler chicks in response to dietary levels of chromium picolinate. *Intrnational Journal of Poultry Science*, 5: 65-69.
- Toghyani M., Khatami A. and Gheisari A. A. 2008. Effect of organic and inorganic chromium supplementation on meat quality of heat-stressed broiler chicks. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 3: 62-67.
- Tolimir N., Pavlov Ski Z., Koljajić V., Mitotic S. and Anomic N. 2005. The effect of different source and chromium level in ration on broiler breast musculature. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 21: 153-158.
- Underwood E. and Settle N. 1999. The mineral nutrition of livestock. 3rd end. Cab International, New York.
- Uyanik F., At Sever A., Özdamar S. and Aydin F. 2002. Effects of dietary chromium chloride supplementation on performance, some serum parameters, and immune response in broilers. *Biological Trace Element Research*, 90: 99-115.
- Virden W. and Kidd M. 2009. Physiological stress in broilers: ramifications on nutrient digestibility and responses. *Journal of Applied Poultry Research*, 18: 338-347.

- Wang M. and Xue Z. 2004. Effect of chromium nanoparticle on growth performance, carcass characteristics, pork quality and tissue chromium in finishing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17: 1118-1122.
- Xin Z., Tucker W. B. and Hemken R. W. 1989. Effect of reactivity rate and particle size of magnesium oxide on magnesium availability, acid-base balance, mineral metabolism, and milking performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72: 462-470.
- Zhao L., Zeng J., Sun S., Ding H., Loud H. and Li W. 2009. Chromium (iii) nanoparticles affect hormone and immune responses in heat-stressed rats. *Biological Trace Element Research*, 129: 157-169.



Research paper

Effect of particle size of chromium-methionine supplement on growth performance, carcass traits and meat quality in broiler chicks under physiological stress

S. K. Hoseini¹, S. D. Sharifi^{2*}, M. Bagheri Varzaneh³, S. Ghazanfari²

1. Graduated MSc., Department of Animal and Poultry Science, Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran

2. Associate Professor, Department of Animal and Poultry Science, Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran

3. Assistant Professor, Department of Agriculture, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST), Tehran, Iran

(Received: 01-08-2019 – Accepted: 14-12-2019)

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of particle size of chromium-methionine (Cr-Met) on growth performance, carcass traits and meat quality of broiler chicks under physiological stress conditions. A total of 288 broiler chicks (male) were used in a 2×3 factorial arrangement with two stress status (no stress, stress) and three levels of Cr-Met (no Additive, 2000 ppb of Cr-Met, and 2000 ppb of Cr-Met milled) in a completely randomized design with six treatments, four replicates and 12 birds per each pen. Dexamethasone was added to diets (1.5 mg/kg diet) for a week (18-24 d) to induce physiological stress. Feed intake and body weight were measured weekly and feed conversion ratio was calculated. The malondialdehyde content and the water holding capacity of meat were measured at 24 and 46 d of age. Also, breast meat pH was measured at 46 d. Physiological stress decreased feed intake, weight gain, carcass yield, relative weight of spleen, bursa, heart and liver, but increased FCR and water holding capacity of meat breast ($P < 0.05$). In stressed birds, both forms of dietary Cr-Met improved FCR and increased the meat pH ($P < 0.05$). There were no differences between the effects of particle size of Cr-Met on the studied parameters. According to the results of this experiment, dietary supplementation of 2000 ppb Cr-Met in different sizes reduced the negative effects of physiological stress and improved the FCR and carcass yield of birds under physiological stress.

Keywords: Physiological stress, Broiler chicken, Growth performance, Chrome-methionine, Meat quality

*Corresponding author: sdsharifi@ut.ac.ir