

## اثر مکمل روی و جایگزینی بتائین جیره با متیونین بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی مرغان تخمگذار در شرایط استرس گرمایی

• محمود نظری (نویسنده مسئول)

استادیار گروه علوم دامی - دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

• سمیه سالاری

دانشیار گروه علوم دامی - دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

• محمدرضا قربانی

دانشیار گروه علوم دامی - دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷-۰۹-۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸-۰۱-۲۶

Email: M.nazari@asnruk.ac.ir



### چکیده

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف بتائین جایگزین شده با متیونین و مکمل روی بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی در مرغان تخم‌گذار لگهورن سویه تجاری های-لین (W-۳۶)، آزمایشی با استفاده از ۲۸۸ قطعه مرغ تخم‌گذار در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با ۱۲ تیمار آزمایشی، ۳ تکرار و ۸ قطعه مرغ در هر تکرار از سن ۵۰ الی ۶۲ هفتگی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح مختلف جایگزینی بتائین با متیونین (صفر و ۱۳ و ۲۶ درصد) و دو سطح مختلف مکمل روی (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سولفات روی) در دو شرایط دمایی متفاوت (استرس گرمایی و بدون استرس) با سه تکرار در هر تیمار بودند. نتایج آزمایش نشان داد که صفات عملکردی و صفات کیفی تخم‌مرغ در تیمار تحت استرس گرمایی نسبت به تیمار بدون استرس به طور معنی‌داری کاهش یافتند. جایگزینی بتائین با متیونین سبب افزایش تولید تخم‌مرغ گردیده است ( $P < 0/05$ ). افزودن مکمل روی به جیره به طور معنی‌داری سبب افزایش پارامترهای عملکردی و صفات کیفی تخم‌مرغ گردید ( $P < 0/05$ ). بعلاوه، اثر بتائین بر کلسترول و تری‌گلیسرید خون معنی‌دار بود ولی بر میزان گلوکز خون اثری نداشت. همچنین، افزودن عنصر روی سبب کاهش گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید گردید ( $P < 0/05$ ). نتایج این مطالعه نشان داد که جایگزین نمودن بتائین به جای متیونین به میزان ۱۳ درصد و همچنین افزودن مکمل روی به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره مرغ تخم‌گذار تحت تنش گرمایی سبب بهبود عملکرد می‌گردد.

کلمات کلیدی: فراسنجه‌های خونی، استرس گرمایی، مکمل روی، بتائین

• Veterinary Researches & Biological Products No 126 pp: 61-70

### Effect of Zinc supplementation and Betaine substitution to methionine on performance and blood parameters of laying hens under heat stress

By: Nazari, M., (Corresponding Author) Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal science and Food Technology, Agricultural Science and Natural Resources University of Khuzeestan, Ahvaz, Iran. Sallari, S., Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal science and Food Technology, Agricultural Science and Natural Resources University of Khuzeestan, Ahvaz, Iran. and Ghorbani, M.R., Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal science and Food Technology, Agricultural Science and Natural Resources University of Khuzeestan, Ahvaz, Iran.

Received: 2018-12-03 Accepted: 2019-04-15

Email: M.nazari@asnrukh.ac.ir

To investigate the effects of dietary zinc and betaine (Bet) substitution to methionine on performance, egg quality and blood parameters in laying hens under heat stress, an experiment with 288 Hy-line W-36 leghorn (at 50 to 62 weeks old) in complete randomized design (CRD) with a 3×2×2 factorial arrangement of treatments with twelve treatments, 3 replicates and 8 hens in each replicate was performed. There were 6 dietary treatments: three doses of Bet (0, 13 and 26%) substitute to methionine combined with three levels of zinc (50 and 100 mg/kg) supplemented to the basal diets that were combined with two environmental conditions (thermoneutral (23°C constant) and heat stress (23.9 to 35°C cycling) conditions). The results indicated that performance parameters of laying hens and egg quality were all significantly reduced by heat stress (HS) (P<0.05). Substitution of methionine with Bet led to significantly increase of egg production (P<0.05); whereas it had no effect on egg weight and egg quality. Supplementation of the basal diets with zinc significantly increased laying performance of hens and egg quality (P<0.05). Moreover, the results of this experiment indicated that, there were significant effect of Betaine on blood cholesterol and triglyceride, (p<0.05), but no significant effect on glucose in broiler chickens. Moreover, results demonstrated that Zinc supplementation decreased cholesterol, triglyceride and glucose. The present study showed that dietary supplemental Bet and zinc at the level of 13% and 100 mg/kg resulted in an improving egg quality and performance of laying hens under heat stress.

**Key words:** Blood parameters, Heat stress, Zinc supplementation, betaine

#### مقدمه

بتائین یک تری متیل مشتق شده از گلیسین است که اولین بار در چغندر قند کشف شد (۲۱). این عصاره گیاهی به طور اساسی دارای دو نقش متابولیکی و فیزیولوژیکی مهم می باشد زیرا هم بعنوان دهنده گروه متیل و هم به عنوان تنظیم کننده فشار اسمزی سلول عمل می کند (۱۸). بتائین به عنوان متعادل کننده اسمزی می تواند از طریق ممانعت در برابر از دست دادن آب بدن پرندگانی که دچار استرس گرمایی شده اند، کمک زیادی به تحمل استرس گرمایی در این حیوانات نماید (۱۳ و ۲۰). از طرف دیگر، متیونین اولین اسید آمینه ضروری و محدود کننده برای طیور می باشد و از اقلام وارداتی است و در بعضی مواقع کمیاب می شود. لذا جایگزین نمودن آن می تواند کمک بزرگی به صنعت طیور مخصوصاً در زمان تحریم باشد. اهمیت اصلی متیونین در جیره غذایی، سنتز پروتئین است. این اسید آمینه به لحاظ دارا بودن گروه متیل به عنوان عامل

دهنده گروه متیل عمل می نماید. خاصیت متیل دهنده گی بتائین حدود ۳/۷۵ برابر متیونین می باشد و هر ملکول بتائین قادر به تبدیل کردن ۳ ملکول هموسیستئین به متیونین است. بنابراین بتائین موثرترین ترکیب برای جایگزینی با آن بخش از متیونین جیره است که بعنوان دهنده متیل عمل می کند (۱۸). علاوه بر این، نقش بیولوژیک روی با شرکت در ساختار پروتئین ها، تسریع واکنش ها و تنظیم وقایع سلولی به اثبات رسیده است. روی یک عنصر ضروری در ساختار بیش از ۲۰۰ آنزیم مختلف است که در مسیرهایی مانند متابولیسم کربوهیدرات ها، انرژی، سنتز پروتئین، متابولیسم اسید نوکلئیک فعال می باشند (۷). نمونه ای از عمل کاتالیزوری روی، در آنزیم کربنیک آنهیدراز می باشد که در تعادل الکترولیت ها و اسید و باز در بدن و مخصوصاً در زمان استرس نقش دارد. هدف از این تحقیق ارزیابی اثر بتائین جایگزین شده با متیونین و افزودن مکمل روی در بهبود عملکرد و خصوصیات کیفی تخم مرغ مرغ های لگهورن تحت

تنظیم می‌گردید، سپس دما به تدریج در طی ۳ ساعت به ۲۳ درجه سانتی‌گراد کاهش داده می‌شد. لازم به ذکر است که ساعات استرس‌دهی مطابق با شرایط نرمال دما در طول شبانه روز (در فصل گرم سال شامل اردیبهشت، مرداد و تیر) تنظیم گشته به طوری که دما از ساعت ۱۲ تا ۱۸ بر روی ۳۵ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته می‌شد. برای تنظیم دمای سالن از هیتر و کولر استفاده شد و دمای حداقل و حداکثر سالن روزانه ثبت می‌شد. خصوصیات جیره‌ غذایی و شرایط پرورش؛ اعم از نور، دما و سایر احتیاجات مرغ‌ها، تا حد امکان مطابق با خصوصیات و شرایط توصیه شده در آخرین راهنما و دستورالعمل پرورش سویه‌های هایلاین صورت گرفت. انتخاب مرغ‌ها بطور تصادفی و در دامنه وزنی  $10 \pm$  گرم نسبت به میانگین وزن گله صورت گرفت. هر هفته از هر واحد آزمایشی دو تخم‌مرغ بصورت تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر وزن تخم‌مرغ، وزن پوسته، ارتفاع زرده، عرض زرده، مقاومت تخم‌مرغ، ارتفاع سفیده و ضخامت پوسته، وزن زرده، وزن سفیده اندازه‌گیری می‌شد. این آزمایش بمدت ۱۰۰ روز انجام گرفت، که یک هفته آن جهت عادت دادن مرغ‌ها به جیره بود و حدود ۹۰ روز رکوردها به صورت روزانه ثبت شد. جیره آزمایشی استفاده شده در این تحقیق به صورت جدول شماره ۱ بود. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون مقایسه میانگین

تنش گرمایی و بررسی اثر آن بر تغییرات فراسنجه‌های خونی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

در این آزمایش عملکرد تولید ۲۸۸ قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن وارپته W-۳۶، سویه‌های-لاین (Hy-Line) در هفته‌های ۵۰ تا ۶۲ تولید در شرایط عادی و استرس مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل (۳×۲×۲) با ۱۲ تیمار آزمایشی، ۳ تکرار و ۸ قطعه مرغ در هر تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح مختلف جایگزینی بتائین با متیونین (صفر، ۱۳ و ۲۶ درصد) و دو سطح مختلف مکمل روی (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سولفات روی) در دو شرایط دمایی متفاوت (استرس گرمایی و بدون استرس) با سه تکرار در هر تیمار بودند. تخم‌گذاری در مرغ‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۲۶ درصد جایگزینی متیونین به شدت در ماه دوم تغذیه کاهش یافت. در نتیجه این تیمار از کل تیمارها حذف گردید. در نهایت نتایج به صورت فاکتوریل (۲×۲×۲) آنالیز گردیدند. جهت اعمال استرس گرمایی، دما را به مدت ۱۲ ساعت روی ۲۳ درجه سانتی‌گراد تنظیم نموده سپس به تدریج در طی ۳ ساعت دما را از ۲۳ درجه سانتی‌گراد به حدود ۳۵ درجه سانتی‌گراد رسانده و برای مدت ۶ ساعت دما روی ۳۵ درجه سانتی‌گراد

جدول ۱- ترکیب مواد خوراکی جیره‌ها (برحسب درصد).

جیره Diet						
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	۶۱	ذرت (Corn)
۲۲/۳	۲۲/۳	۲۲/۳	۲۲/۳	۲۲/۳	۲۲/۳	کنجاله سویا (Soybean meal)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	پودر ماهی (Fish meal)
۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	روغن گیاهی (Plant oil)
۰/۰۳۳۴	۰/۰۳۳۴	۰/۰۸۶۷	۰/۰۸۶۷	۰/۱۴	۰/۱۴	دی ال- متیونین (DL- methionine)
۰/۰۵۳۳	۰/۰۵۳۳	۰/۰۲۶۶	۰/۰۲۶۶	۰	۰	بتائین آنهیدروس (Anhydrous betaine)
۰/۰۳۰۹	۰/۰۱۷۷	۰/۰۳۰۹	۰/۰۱۷۷	۰/۰۳۰۹	۰/۰۱۷۷	سولفات روی (ZnSo <sub>4</sub> )
۲۸۲۱	۲۸۲۱	۲۸۲۱	۲۸۲۱	۲۸۲۱	۲۸۲۱	انرژی متابولیسمی (kcal/kg) (Metabolism energy)
۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	پروتئین خام (%) (Crude protein %)
۰/۳۰۳۴	۰/۳۰۳۴	۰/۳۵۶۷	۰/۳۵۶۷	۰/۴۱	۰/۴۱	متیونین (%) (Methionine %)
۲۰/۱۱	۲۰/۱۱	۲۰/۱۱	۲۰/۱۱	۲۰/۱۱	۲۰/۱۱	روی تامین شده از جیره بدون مکمل (mg/kg)

چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد.

### نتایج و بحث

تخم‌گذاری در مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره های حاوی ۲۶ درصد جایگزینی متیونین به شدت در ماه دوم تغذیه کاهش یافت. در نتیجه این تیمار از کل تیمارها حذف گردید. علت این امر می‌تواند بدلیل نیاز شدید مرغ تخم‌گذار به متیونین باشد. متیونین اولین اسید آمینه ضروری و محدودکننده برای طیور به شمار می‌آید. کاهش شدید متیونین می‌تواند سبب کاهش تولید و توقف تخم‌گذاری در مرغ تخم‌گذار شود (۲). به همین دلیل تیمار ۲۶ درصد جایگزینی بتائین با متیونین حذف گردید. با توجه به داده‌های جدول ۲، میانگین وزن تخم‌مرغ و تولید تخم‌مرغ در تیمار استرس نسبت به تیمار بدون استرس بطور معنی‌داری کاهش نشان داد. همچنین در اثر استرس مقاومت، ضخامت پوسته و وزن پوسته کاهش یافت. در حالی که استرس دمایی سبب افزایش واحدها و افزایش عددی ضریب تبدیل خوراک گردید.

میانگین خوراک مصرفی مرغ‌ها در شرایط استرس کمتر از مرغ‌های پرورش یافته در شرایط فاقد استرس است (جدول ۲). نتایج این آزمایش با نتایج بدست آمده توسط محققین دیگر همخوانی دارد. ماشالی و همکاران (۱۱) گزارش نمودند که استرس سبب کاهش اشتها در نتیجه کاهش مصرف خوراک و وزن بدن در مرغان تخم‌گذار می‌گردد. اثر استرس گرمایی بر مصرف خوراک، ناشی از اثر مستقیم آن در مختل کردن سیستم اندوکروینی (مانند هیپوتالاموس، هیوفیز و پانکراس) و متابولیسم است که تغییر در

این دو فرایند باعث اختلال در عملکرد جذبی روده می‌شود که این امر منجر به کاهش جذب برخی از مواد مغذی گردیده و در نتیجه موجب کاهش مصرف خوراک و متعاقب آن کاهش وزن می‌گردد. گاریگا و همکاران (۵) دلیل کاهش طول روده و پرزها و در نتیجه کاهش خوراک مصرفی را در دمای محیطی بالا مربوط به اثر هورمون T3 بر رشد بافت روده می‌دانند.

جایگزینی بتائین با متیونین منجر به افزایش میانگین تولید تخم‌مرغ از ۷۰ درصد به ۷۶ درصد می‌گردد (جدول ۲). همچنین سبب افزایش میانگین خوراک مصرفی از ۶۸۹/۲۶ به ۷۳۵/۹۳ می‌گردد. از طرف دیگر، جایگزینی بتائین با متیونین تاثیر معنی‌داری بر میانگین وزن تخم‌مرغ، مقاومت، ضخامت پوسته و وزن پوسته ندارد. اگرچه، جایگزینی ۱۳ درصد بتائین با متیونین سبب بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک از ۲/۲۵ به ۲/۰۱ گردیده است (جدول ۲). بتائین به عنوان متعادل‌کننده اسمزی شناخته شده به طوری که عوارض و اثرات سوء ناشی از استرس گرمایی بر راندمان حیوان، با مصرف بتائین کاهش می‌یابد. بتائین می‌تواند از طریق ممانعت در برابر از دست دادن آب بدن (دهیدراتاسیون) پرنده‌گانی که دچار استرس گرمایی شده‌اند، کمک زیادی به تحمل استرس گرمایی در این حیوانات نماید و در حفظ عملکرد مطلوب آن‌ها سودمند واقع شود (۲۰). انتینگ و همکاران (۳) نقش بتائین در بهبود عملکرد در شرایط استرس گرمایی را مثبت ارزیابی کردند. جان (۲۳) گزارش کرد که افزودن بتائین به جیره باعث کاهش اثرات ناشی از استرس گرمایی می‌گردد. اثر سطوح مختلف بتائین جایگزین شده با متیونین بر میانگین ضریب

جدول ۲ - اثر سطوح مختلف مکمل بتائین، عنصر روی و دما بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ

اثرات اصلی	دما		سطح احتمال	درصد جایگزینی بتائین با متیونین		سطح احتمال	عنصر روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)		
	معمولی	استرس		صفر	۱۳		۵۰	۱۰۰	سطح احتمال
وزن تخم‌مرغ (gr)	۶۲/۶۸ <sup>a</sup>	۶۰/۹۹ <sup>b</sup>	۰/۰۰۵	۶۱/۲۸	۶۱/۰۹	۰/۲۳	۶۰/۱۹ <sup>b</sup>	۶۲/۴۷ <sup>a</sup>	۰/۰۰۱
تولید تخم‌مرغ (%)	۰/۷۳ <sup>a</sup>	۰/۶۸ <sup>b</sup>	۰/۰۰۱	۰/۷۰ <sup>b</sup>	۰/۷۶ <sup>a</sup>	۰/۰۰۲	۰/۶۹ <sup>b</sup>	۰/۷۵ <sup>a</sup>	۰/۰۰۲
خوراک مصرفی (gr)	۷۵۸/۶۳ <sup>a</sup>	۶۶۶/۵۶ <sup>b</sup>	۰/۰۰۴	۶۸۹/۲۶ <sup>b</sup>	۷۳۵/۹۳ <sup>a</sup>	۰/۰۲۸	۷۴۸/۴۷ <sup>a</sup>	۶۷۴/۷۲ <sup>b</sup>	۰/۰۰۳
ضریب تبدیل خوراک	۲/۰۱ <sup>b</sup>	۲/۲۵ <sup>a</sup>	۰/۰۰۱	۲/۲۵ <sup>a</sup>	۲/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۰۰۲	۲/۱۹ <sup>a</sup>	۲/۰۷ <sup>b</sup>	۰/۰۲
استحکام پوسته (۲-kg cm)	۱/۲۲	۱/۱۴ <sup>b</sup>	۰/۰۱۳	۱/۱۵	۱/۱۸	۰/۲۲	۱/۱۱ <sup>b</sup>	۱/۲۶ <sup>a</sup>	۰/۰۲۳
ضخامت پوسته (mm)	۰/۳۳ <sup>a</sup>	۰/۲۹ <sup>b</sup>	۰/۰۰۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۱۱	۰/۳۰ <sup>b</sup>	۰/۳۳ <sup>a</sup>	۰/۰۱۲
وزن پوسته (gr)	۵/۲۳ <sup>a</sup>	۴/۶۵ <sup>b</sup>	۰/۰۰۱	۵/۰۲	۵/۱۵	۰/۳۱	۴/۶۹ <sup>b</sup>	۵/۱۷ <sup>a</sup>	۰/۰۰۸
واحد هاو*	۸۵/۹۸ <sup>b</sup>	۸۹/۲۵ <sup>a</sup>	۰/۰۱۵	۸۸/۲۲	۸۹/۰۱	۰/۴۲	۸۷/۶۹ <sup>b</sup>	۹۸/۹۱ <sup>a</sup>	۰/۰۰۱

میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P > 0.05$ ).

\* واحد هاو با فرمول  $HU = 100 \log (1.7 - 0.7W + 0.5V)$  محاسبه گردید که در آن  $H$  = ارتفاع سفیده به میلی‌متر و  $W$  = وزن تخم‌مرغ به گرم می‌باشد.

کیفیت پوسته می‌گردد (۱۲). نتایج این آزمایش با نتایج بدست آمده در آزمایشات بالناو و زانگ (۱) همخوانی دارد. آن‌ها گزارش نمودند که وزن پوسته تخم‌مرغ در مرغان تخم‌گذار تغذیه شده با روی افزایش یافته است.

اثرات متقابل دما و روی بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ در جدول ۳ ارائه شده است. تولید تخم‌مرغ در تیمارهای تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره در شرایط دمایی فاقد استرس در مقایسه با تیمار تغذیه شده با همین سطح روی در جیره در شرایط استرس گرمایی اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهند ( $P < 0.05$ ) و تولید تخم‌مرغ در تیمارهای تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره در شرایط دمایی فاقد استرس ۰/۷۳ درصد بوده که در شرایط استرس گرمایی به ۰/۶۴ درصد کاهش یافت در حالیکه اختلاف دو تیمار دمایی در گروه تغذیه شده با سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره معنی‌دار نمی‌باشد.

تولید تخم‌مرغ در تیمارهای تغذیه شده با سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره در شرایط دمایی فاقد استرس ۰/۷۶ درصد بوده که در شرایط استرس دمایی، تولید تخم‌مرغ به ۰/۷۳ درصد کاهش یافت.

اثرات متقابل سطوح مختلف مکمل خوراکی روی و دما بر وزن تخم‌مرغ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی ایجاد کرده است (جدول ۳). پس می‌توان نتیجه گرفت که افزودن مکمل روی به جیره در شرایط دمایی معمولی اثری بر وزن تخم‌مرغ ندارد. اما افزودن مکمل روی به جیره در شرایط دمایی استرس می‌تواند وزن تخم‌مرغ را افزایش دهد.

نتایج این آزمایش با مطالعات ماشالی و همکاران (۱۱) و کیریندا و همکاران (۹) همخوانی دارد. آن‌ها گزارش نمودند که وزن تخم‌مرغ در

تبدیل خوراک در جدول ۲ نشان داده شده است. تیمار حاوی ۱۳ درصد بتائین دارای ضریب تبدیل پایین‌تری نسبت به تیمار بدون بتائین بود. پس بتائین سبب کاهش ضریب تبدیل شده است. لو و زو (۱۰) گزارش نمودند که افزودن بتائین به جیره مرغ تخم‌گذار سبب کاهش ضریب تبدیل خواهد شد. محققین گزارش کردند که جایگزینی بتائین با متیونین غلظت هورمون رشد و فاکتور رشد انسولین مانند (IGF-1) را در سرم افزایش داده و از این طریق باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی گردید (۱۸). افزودن بتائین به جیره یا آب ممکن است با کاهش دهیدراتاسیون (از دست دادن آب) از طریق حفظ آب بدن و همچنین حفظ بالانس انرژی باعث افزایش مصرف خوراک گردیده و متعاقب آن موجب افزایش وزن بدن و در نتیجه بهبود ضریب تبدیل غذایی گردد (۴).

اضافه نمودن مکمل روی به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم به جیره سبب افزایش معنی‌دار میانگین وزن تخم‌مرغ، میانگین تولید تخم‌مرغ، مقاومت، ضخامت پوسته و وزن پوسته و واحد هاو گردید. همچنین، سبب کاهش میانگین خوراک مصرفی از ۷۴۸/۴۷ به ۶۷۴/۷۲ و بهبود ضریب تبدیل خوراک از ۲/۱۹ به ۲/۰۷ گردید (جدول ۲). با افزایش سطوح مکمل خوراکی روی در جیره از سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی به سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره وزن پوسته نیز از (۴/۶۹) درصد به (۵/۱۷) درصد افزایش یافت (جدول ۲). علت این افزایش می‌تواند بدلیل افزایش آنزیم کربنیک آنهیدراز باشد. آنزیم کربنیک آنهیدراز یک متالوآنزیمی است که حاوی ۰/۳۳ درصد روی می‌باشد و این آنزیم در آهکی کردن استخوان و تشکیل پوسته تخم‌مرغ دخالت دارد. با افزودن مکمل روی، میزان کربنیک آنهیدراز که در واقع یک پروتئین باند کننده کلسیم است، افزایش می‌یابد و موجب کاهش نقائص پوسته و بهبود

جدول ۳- اثرات متقابل سطوح مخلف مکمل روی و دما بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ.

تیمارها					عصر روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	
۱۰۰		۵۰				
سطح احتمال	استرس	معمولی	استرس	معمولی	تیمار دمایی	
۰/۰۰۲	۶۱/۸۵ <sup>a</sup>	۶۲/۶۶ <sup>a</sup>	۵۹/۸۵ <sup>b</sup>	۶۲/۰۵ <sup>a</sup>	تیمار دمایی	وزن تخم‌مرغ (گرم)
۰/۰۲۵	۰/۷۳ <sup>a</sup>	۰/۷۶ <sup>a</sup>	۰/۶۴ <sup>b</sup>	۰/۷۳ <sup>a</sup>		تولید تخم‌مرغ (درصد)
۰/۰۳۰	۷۲۶/۲۲ <sup>a</sup>	۷۴۵/۹۰ <sup>a</sup>	۶۲۸/۴۳ <sup>b</sup>	۷۳۴/۳۴ <sup>a</sup>		خوراک مصرفی (گرم)
۰/۰۰۳	۲/۱۱ <sup>b</sup>	۲/۰۳ <sup>b</sup>	۲/۴۰ <sup>a</sup>	۱/۹۸ <sup>b</sup>		ضریب تبدیل خوراک
۰/۰۱۳	۱/۱۵ <sup>b</sup>	۱/۲۶ <sup>a</sup>	۰/۹۸ <sup>c</sup>	۱/۱۱ <sup>b</sup>		(kg cm <sup>۲</sup> -) استحکام پوسته
۰/۰۱۵	۰/۳۰۸۸ <sup>b</sup>	۰/۳۳۶۶ <sup>a</sup>	۰/۲۸۵۰ <sup>c</sup>	۰/۳۰۲۸ <sup>b</sup>		ضخامت پوسته (میلی‌متر)
۰/۰۲۰	۴/۹۹ <sup>b</sup>	۵/۳۶ <sup>a</sup>	۴/۳۱ <sup>c</sup>	۵/۰۶ <sup>b</sup>		وزن پوسته (گرم)

میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ).

بر کیلوگرم روی در جیره در شرایط دمایی فاقد استرس در مقایسه با تیمار تغذیه شده با همین سطح روی در جیره در شرایط استرس گرمایی اختلاف معنی‌داری نشان داد و ضخامت پوسته تخم‌مرغ در تیمارهای تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در شرایط دمایی فاقد استرس (۰/۳۰۳۸) بوده که در شرایط استرس گرمایی به (۰/۲۸۵۰) کاهش یافت. بیشترین ضخامت پوسته تخم‌مرغ مربوط به تیمارهای تغذیه شده با سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره در شرایط دمایی فاقد استرس (۰/۳۳۶۶) بود (جدول ۳). بنابراین، استرس دمایی سبب کاهش ضخامت پوسته تخم‌مرغ می‌گردد. اما، افزودن مکمل روی به جیره می‌تواند اثر نامطلوب استرس را کاهش دهد. تفاوت معنی‌داری میان تیمار تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در شرایط دمایی فاقد استرس با تیمار تغذیه شده با سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در شرایط دمایی فاقد استرس وجود ندارد.

زمانی و همکاران (۲۲) اعلام نمودند که افزودن ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی به جیره سبب بهبود ضخامت پوسته گردیده است. گاو و همکاران (۶) مشخص نمود که افزودن ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی به جیره جهت بهبود استحکام و ضخامت پوسته تخم‌مرغ لازم است. همچنین، ساهین و کوکاک (۱۶) بهبود ضخامت پوسته تخم را در بلدرچین ژاپنی تحت استرس بر اثر افزودن روی به جیره گزارش نمودند.

نتایج حاصل از اثرات متقابل مقادیر مختلف مکمل روی و تیمار دمایی بر میانگین خوراک مصرفی در جدول ۳ درج گردیده است. در تیمار حاوی ۵۰ میلی‌گرم عنصر روی، افزایش دما سبب کاهش خوراک مصرفی گردیده است در حالی که در تیمار حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم عنصر روی، افزایش دما تأثیری بر خوراک مصرفی نداشته است و این بدان معنا است که عنصر روی توانسته است بر اثرات مضر استرس بر خوراک مصرفی غلبه کند. ساهین و کوکاک (۱۶) افزایش خوراک مصرفی را در بلدرچین ژاپنی تحت استرس بر اثر افزودن روی به جیره گزارش نمودند.

نتایج حاصل از اثرات متقابل مقادیر مختلف مکمل روی و تیمار دمایی

مرغان تخم‌گذار تحت استرس دمایی از ۵۶ گرم به ۴۶ گرم کاهش یافته است. آن‌ها دلیل این امر را کاهش مصرف خوراک و قابلیت هضم بیان نمودند. آن‌ها همچنین گزارش نمودند که ضخامت پوسته تخم‌مرغ در مرغان تخم‌گذار تحت استرس دمایی از ۰/۳۵ میلی‌متر به ۰/۲۸ میلی‌متر کاهش یافته است. آن‌ها دلیل این امر را کاهش کلسیم خون در اثر استرس بیان نمودند.

در این آزمایش مقاومت پوسته تخم‌مرغ در تیمارهای تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره در شرایط دمایی فاقد استرس (۱/۱۱) بوده در حالی که مقاومت پوسته تخم‌مرغ در تیمارهای تغذیه شده با همین سطح روی در جیره ولی در شرایط دمایی استرس گرمایی، به (۰/۹۸) کاهش یافت. مقاومت پوسته تخم‌مرغ در تیمارهای تغذیه شده با سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره در شرایط دمایی فاقد استرس، (۱/۲۶) بوده که در شرایط تنش دمایی به (۱/۱۵) کاهش یافت (جدول ۳). بنابراین، افزودن مکمل روی در شرایط دمایی استرس و فاقد استرس سبب افزایش مقاومت پوسته تخم‌مرغ گردیده است.

کمترین مقدار مقاومت پوسته تخم‌مرغ در تیمار دمایی استرس با سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره و بیشترین مقدار مقاومت پوسته تخم‌مرغ در تیمار دمایی فاقد استرس با سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره رخ داد (جدول ۳). این موضوع تأکیدکننده نقش روی در شرکت در ساختار پروتئین‌ها، تسریع واکنش‌ها و تنظیم وقایع سلولی می‌باشد. در هر یک از این فرایندها، روی فعالیت بیولوژیکی خود را با ایفای نقش در ملکول‌های پیچیده انجام می‌دهد که مهم‌ترین آنها شرکت در آنزیم کربنیک آنهیدراز می‌باشد. با افزودن مکمل روی، میزان کربنیک آنهیدراز که در واقع یک پروتئین باندکننده کلسیم است، افزایش می‌یابد و موجب بهبود کیفیت پوسته می‌گردد. ساهین و کوکاک (۱۶) افزایش مقاومت پوسته تخم را در بلدرچین ژاپنی تحت استرس بر اثر افزودن روی به جیره گزارش نمودند.

ضخامت پوسته تخم‌مرغ در تیمارهای تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم

جدول ۴- اثرات متقابل سطوح مختلف مکمل بتائین و دما بر عملکرد مرغان تخم‌گذار.

تیمارها					
درصد جایگزینی بتائین با متیونین					
۱۳		۰			
سطح احتمال	استرس	معمولی	استرس	معمولی	
۰/۰۰۲	۰/۷۴ a	۰/۷۳ a	۰/۶۶ b	۰/۷۴ a	میانگین تولید تخم‌مرغ (درصد)
۰/۰۳۰	۷۱۴/۰۱a	۷۵۹/۸۴a	۶۱۹/۱۱b	۷۵۷/۴۱a	میانگین خوراک مصرفی
۰/۰۱۰	۲/۰۷b	۱/۹۵b	۲/۴۴a	۲/۰۶b	ضریب تبدیل خوراک

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ).



میانگین این صفات در حالت استرس با افزودن ۱۰۰ (میلی‌گرم بر کیلوگرم) عنصر روی تفاوت معنی‌داری با حالت معمولی حاوی ۵۰ (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در حالت بدون استرس (معمولی) تاثیری بر این صفات نداشت و تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. مطابق با این نتایج، سوئیت‌کوبیکس و کورلسکی (۱۹) اعلام نمودند افزودن ۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم مکمل روی به جیره کنترل اثری بر تولید تخم‌مرغ مرغان تخمگذار پرورش یافته در شرایط معمولی ندارد.

ساهیین و کوکاک (۱۶) افزایش تولید تخم را در بلدرچین ژاپنی تحت استرس بر اثر افزودن روی به جیره گزارش نمودند. نتایج این آزمایش با نتایج بدست آمده از آزمایشات کوکاک و همکاران (۸) همخوانی دارد. آنها اعلام نمودند که افزودن روی (۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به جیره مرغ تخمگذار سبب افزایش تولید تخم‌مرغ می‌گردد.

اثرات متقابل بتایین و دما بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ در جدول ۴ ارائه شده است. اثرات متقابل بتایین و دما بر میانگین وزن تخم‌مرغ، مقاومت، ضخامت پوسته و وزن پوسته معنی‌دار نبود به همین جهت این داده‌ها نشان داده نشده‌اند. استرس دمایی سبب کاهش معنی‌دار در میانگین تولید تخم‌مرغ، میانگین خوراک مصرفی و افزایش عددی ضریب تبدیل خوراک گردیده است. در حالت جایگزینی ۱۳ درصد بتایین با متیونین تفاوت معنی‌داری در صفات بالا در حالت استرس و بدون استرس وجود ندارد.

اثرات متقابل بتایین و روی بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ در جدول ۵ ارائه شده است. افزایش مقدار عنصر روی از ۵۰ به ۱۰۰ میلی‌گرم سبب افزایش میانگین تولید تخم‌مرغ گردیده است.

همزمانی جایگزین نمودن بتایین (به میزان ۱۳ درصد) و افزودن عنصر روی (به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم) سبب افزایش چشمگیر میانگین تولید تخم‌مرغ به میزان ۷۶ درصد گردیده است. افزودن عنصر روی (به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم) سبب کاهش میانگین خوراک مصرفی گردید. در حالی که

بر میانگین ضریب تبدیل خوراک در جدول ۳ نشان داده شده است. اثر متقابل مکمل روی و تیمار دمایی بر میانگین ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار بوده است. افزودن روی در دمای معمولی اثری بر ضریب تبدیل خوراک ندارد اما در حالت استرس سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌گردد. بیشترین مقدار ضریب تبدیل خوراک مربوط به تیمار دمایی استرس با سطح روی ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. نتایج این آزمایش با نتایج بدست آمده از آزمایشات کوکاک و همکاران (۸) همخوانی دارد. آنها اعلام نمودند که افزودن روی (۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به جیره مرغ تخمگذار سبب بهبود ضریب تبدیل تخم‌مرغ می‌گردد.

استرس دمایی سبب کاهش وزن پوسته تخم‌مرغ گردیده است و افزودن مکمل روی به جیره سبب افزایش وزن پوسته تخم‌مرغ می‌گردد. بیشترین مقدار وزن پوسته تخم‌مرغ در تیمار دمایی فاقد استرس تغذیه شده با سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره و کمترین مقدار وزن پوسته تخم‌مرغ در تیمار دمایی استرس تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره دیده می‌شود (جدول ۳). البته افزودن روی به جیره در شرایط استرس دمایی توانسته است از کاهش وزن پوسته جلوگیری کند. به طوری که میان تیمار دمایی استرس تغذیه شده با سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره (۴/۹۹) و تیمار دمایی فاقد استرس تغذیه شده با سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره (۵/۰۶) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $P>0/05$ ). نتایج این آزمایش با نتایج بدست آمده در آزمایشات کوکاک و همکاران (۸) همخوانی دارد. آنها گزارش نمودند که افزودن ۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره، وزن پوسته تخم‌مرغ در مرغان تخمگذار تحت استرس را بهبود می‌بخشد. همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، تیمار استرس میزان میانگین وزن تخم‌مرغ، میانگین تولید تخم‌مرغ، میانگین خوراک مصرفی، مقاومت، ضخامت پوسته و وزن پوسته را کاهش می‌دهد. افزودن ۱۰۰ (میلی‌گرم بر کیلوگرم) عنصر روی منجر به کاهش اثرات مضر استرس گردیده است.

جدول ۵- اثرات متقابل سطوح مختلف بتایین و عنصر روی بر عملکرد مرغان تخمگذار.

تیمارها		درصد جایگزینی بتایین با متیونین			
		۱۳		۰	
		۱۰۰		۵۰	
		عنصر روی میلی‌گرم بر کیلوگرم			
سطح احتمال		۱۰۰	۵۰	۱۰۰	۵۰
	۰/۰۲۲	۰/۷۶a	۰/۷۲b	۰/۷۳b	۰/۶۹c
	۰/۰۱۰	۷۴۴/۱۱a	۷۳۸/۱۵a	۶۸۴/۲۲b	۷۳۲/۳۱a
	۰/۰۱۰	۲/۰۷b	۲/۱۹a	۲/۱۰b	۲/۲۲a

میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P<0/05$ ).

اثر تیمار دمایی بر سطح گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول در بین گروه‌های آزمایشی از نظر آماری معنی‌دار گردید. سطح این فاکتورهای خونی در تیمارهای دمایی استرس نسبت به تیمارهای دمایی فاقد استرس افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد. اثرات متقابل تیمارها معنی‌دار نگردید به همین دلیل این داده‌ها ارائه نگردیده است. علت افزایش این پارامترها می‌تواند به سبب رهاسازی گلیکوکورتیکوئیدهای در اثر استرس گرمایی و متحرک شدن چربی‌ها و مخصوصاً تری‌گلیسیریدها از بافت باشد. چربی‌های رها شده به جگر منتقل و به تری‌گلیسیریدها تبدیل می‌گردد. لیپوپروتئین‌های با چگالی کم (VLDL) تری‌گلیسیریدها را از کبد به بافت‌ها منتقل می‌کند و سبب افزایش تری‌گلیسیریدها خون می‌شود (۱۵). استار و همکاران (۱۷) اثر استرس گرمایی را بر پارامترهای خونی مثل گلوکز، کورتیکوسترون و اسید اوریک مرغ تخم‌گذار بررسی نمودند و گزارش نمودند که استرس گرمایی سبب افزایش گلوکز در سرم خون می‌گردد. در دمای محیطی بالا ظرفیت غشاء موکوسی روده برای جذب قندها افزایش می‌یابد و استرس گرمایی باعث افزایش انتقال گلوکز از ژوژنوم می‌گردد (۵). رشیدی و همکاران (۱۴) گزارش کردند که دمای محیطی بالا با کاهش در مصرف خوراک باعث افزایش کلسترول و تری‌گلیسرید و گلوکز گردیده زیرا در زمان تنش گرمایی که مصرف خوراک کاهش می‌یابد جوجه‌های گوشتی نیاز انرژی خود را به وسیله لیپولیز لیپیدهای بدن تامین می‌کنند که این امر منجر به افزایش کلسترول و تری‌گلیسرید پلاسما می‌گردد.

#### نتیجه گیری کلی

اثر دما بر وزن تخم‌مرغ نشان داد که افزایش دما باعث کاهش معنی‌دار وزن تخم‌مرغ گردید. همچنین تفاوت معنی‌داری بین اثر سطوح مکمل

جایگزین نمودن بتائین (به میزان ۱۳ درصد) و افزودن عنصر روی (به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم) به طور همزمان، سبب افزایش میانگین خوراک مصرفی گردیده است. البته این افزایش به گونه‌ای است که تفاوتی بین تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم روی دیده نشد. بعلاوه، همزمان جایگزین نمودن بتائین (به میزان ۱۳ درصد) و افزودن عنصر روی (به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم) سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک گردید. اثرات متقابل سه‌گانه اثرات اصلی شامل سطوح مختلف مکمل بتائین، دما و عنصر روی بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ در جدول ۶ ارائه گردیده است. اثرات متقابل سه‌گانه اثرات اصلی بر صفات عملکردی و کیفیت تخم‌مرغ معنی‌دار نگردید.

نتایج تأثیر سطوح مختلف بتائین جایگزین شده با متیونین، دما و عنصر روی بر فاکتورهای خونی (گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید) در جدول ۷ نشان داده شده است. نتایج مندرج در این جدول نشان می‌دهد که تأثیر سطوح مختلف بتائین بر گلوکز خون معنی‌دار نبوده ولی بر کلسترول و تری‌گلیسرید تأثیر معنی‌داری داشته است. زو و همکاران (۲۴) گزارش نمودند که افزودن بتائین به جیره مرغ تخم‌گذار سبب کاهش کلسترول و تری‌گلیسرید سرم خون خواهد شد. یکی از دلایل اثر بتائین بر غلظت تری‌گلیسرید را می‌توان به اثر آنزیم بتائین هموسیستتین متیل ترانسفراز نسبت داد که در متابولیسم لیپیدها دخیل است.

اثر مقادیر مختلف مکمل خوراکی روی بر تمام فاکتورهای خونی ذکر شده در جدول ۷ معنی‌دار بوده است. با افزایش میزان روی جیره سطح گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید سرم کاهش یافته است. این یافته‌ها با داده‌های رشیدی و همکاران (۱۴) مطابقت دارد. آن‌ها اعلام کردند که افزودن روی به جیره سبب کاهش کلسترول، تری‌گلیسرید و گلوکز می‌شود.

جدول ۶- اثرات متقابل سه‌گانه اثرات اصلی (سطوح مختلف مکمل بتائین، دما و عنصر روی) بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ.

تیمارها		۱۰۰				۵۰			
عنصر روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)									
تیمار دمایی		استرس		معمولی		استرس		معمولی	
درصد جایگزینی بتائین با متیونین (%)		۱۳	۰	۱۳	۰	۱۳	۰	۱۳	۰
وزن تخم‌مرغ (گرم)	۰/۵۸	۶۲/۹	۶۲/۵	۶۲/۸	۶۱/۳	۶۱/۷	۶۱/۶	۶۰/۸	۵۹/۷
تولید تخم‌مرغ (درصد)	۰/۵۴	۰/۷۷	۰/۷۳	۰/۷۵	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۷۰	۰/۶۹	۰/۶۱
خوراک مصرفی (گرم)	۰/۱۶	۷۷۲/۵	۸۲۵/۴	۷۴۲/۱	۶۹۲/۳	۷۵۰	۶۷۸	۶۴۶/۸	۵۹۱/۳
ضریب تبدیل خوراک	۰/۹۴	۱/۹۶	۱/۹۴	۲/۱	۲/۰۳	۱/۹۲	۲/۲۳	۲/۳	۲/۵۷
(kg cm <sup>۲</sup> ) استحکام پوسته	۰/۸۹	۱/۲۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۱/۲۳	۱/۲۴	۱/۱۶	۰/۸	۰/۷
ضخامت پوسته (میلیمتر)	۰/۴۸	۳۳/۷	۳۳/۳	۳۳/۵	۳۳/۴	۳۲/۳	۳۱/۴	۲۹/۷	۲۷/۲
واحد هاو	۰/۶۵	۹۰/۳	۸۹/۴	۹۰/۴	۸۹/۶	۸۸/۳	۸۴/۴	۸۶/۸	۸۱/۳



## منابع مورد استفاده

- Balnavé, D., and Zhang, D. 1993. Response of laying hens on saline drinking water to dietary supplementation with various Zn compounds. *Poultry Science* 72: 603–609.
- Domingues, C. and Sgavioli S. 2012. Lysine and methionine + cystine for laying hens during the post-molting phase. *The Journal Revista Brasileira de Ciência Avícola*. vol.14, n.3, pp. 187-192.
- Enting, H., Eissen, J. and Delos Mozos, J. 2005. Betaine improves broiler chicken performance and carcass quality under heat stress conditions. *16th European Symposium on Poultry Nutrition* 297-300.
- Feng, J., Liu, X., Wang, Y. Z. and Xu, Z. R. 2006. Effects of betaine on performance, carcass characteristics and hepatic betaine-homocysteine methyl transferase activity in finishing barrows. *Asian-Aust. Journal of Animal Science* 19: 402-405.
- Garriga, C., Richard, R., Hunter, C., Amat, J., Planas, M., Malcolm, A., Moreto, M. and Moreto, M. 2006. *American Journal of Physiology*. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 290: R195–R201.
- Guo, Y.M., Yang, R., Yuan, J., Ward, T.L. and Fakler, T.M. 2002. Effect of Availa Zn and ZnSO<sub>4</sub> on laying hen performance and egg quality. *Poultry Science* 81 (Suppl.), 40.
- Johannes, W. G., Swinkelsiz, M., Ervin, T., Kornegay, W. and Versteegen, A. 1994. Biology of Zinc and Biological Value of Dietary Organic Zinc Complexes and Chelates. *Nutrition Research Reviews* 7: 129-149.
- Kucuk, O., Kahraman, A. Kurt, I. Yildiz, N. and Onmaz A. C. 2008. A combination of zinc and pyridoxine supplementation to the diet of laying hens improves performance and egg quality. *Biol. Trace Elem. Res.* 126:165–175.

خوراکی روی بر وزن تخم‌مرغ در اثر افزایش دما به وجود آمد. اثر سطوح مختلف روی بر وزن تخم‌مرغ نیز معنی‌دار بوده و سطوح بالای روی در جیره موجب افزایش وزن تخم‌مرغ گردید. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین اثر سطوح مختلف روی، تیمار دمایی و اثر متقابل بین روی و دما بر فاکتورهای، مقاومت، ضخامت و درصد پوسته تخم‌مرغ وجود دارد. افزودن روی در جیره به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در جیره باعث کاهش اثرات سوء ناشی از تنش گرمایی بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده گردید. افزودن روی در دمای معمولی تاثیری بر عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ ندارد.

جایگزینی بتائین با متیونین منجر به افزایش میانگین تولید تخم‌مرغ و میانگین خوراک می‌گردد. در حالی که تاثیر معنی‌داری بر میانگین وزن تخم‌مرغ، مقاومت، ضخامت پوسته و وزن پوسته ندارد. اگرچه، جایگزینی ۱۳ درصد بتائین با متیونین سبب بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک گردیده است. نتایج این آزمایش نشان داد که جایگزینی ۱۳ درصد بتائین با متیونین می‌تواند اثرات ناشی از استرس را کاهش دهد. با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایش پیشنهاد می‌شود در پرورش مرغان تخم‌گذاری که در مناطق گرم پرورش می‌یابند، یا در اثر افزایش دما تولید آنها کاهش می‌یابد، با افزایش میزان مکمل خوراکی روی در جیره تا سطح ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و جایگزینی بتائین به جای متیونین در سطح ۱۳ درصد، از کاهش عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ جلوگیری نمود. اما طبق نتایج بدست‌آمده از این آزمایش، در صورت افزودن مکمل‌های خوراکی روی و جایگزینی بتائین به جای متیونین به جیره مرغان تخم‌گذاری که در دمای معمولی پرورش می‌یابند، تغییری در عملکرد و کیفیت تخم‌مرغ ایجاد نمی‌شود.

## تشکر و قدردانی

بودجه این پروژه از طرح شماره ۳۹-۸۹ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تامین گردیده است لذا از کلیه مسئولین پژوهشی دانشگاه بدلیل همکاری صمیمانه شان تشکر بعمل می‌آید.

جدول ۷- اثرات سطوح مختلف مکمل بتائین، عنصر روی و دما بر متابولیت‌های پلاسما (برحسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر).

سطح احتمال	عنصر روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)		درصد جایگزینی بتائین با متیونین		دما		
	۱۰۰	۵۰	۱۳	صفر	استرس	معمولی	
۰/۰۰۱	۲۲۶/۲۱ b	۲۳۴/۶۹ a	۱۴۱/۱۹	۱۴۴/۱۹	۱۵۲/۵۷ a	۱۳۳/۴۳ b	گلوکز (mg/dl)
۰/۰۰۱	۱۲۱/۹۶ b	۱۳۲/۷۵ a	۱۸۹/۶۲ b	۲۲۷/۴۱ a	۲۱۴/۴۵ a	۱۸۹/۲۶ b	کلسترول (mg/dl)
۰/۰۰۲	۱۵۹/۶۱ b	۱۶۴/۷۱ a	۱۱۰/۸۷۳ b	۱۳۷۹/۹۸ a	۱۶۱/۴۵ a	۱۴۷/۲۶ b	تری‌گلیسرید (mg/dl)

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0/05$ ).

- 9- Kirunda, D. F., Scheideler, S. E. and McKee, S. R. 2001. The efficacy of vitamin E (DL-alpha-tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. *Poultry Science* 80: 1378–1383.
- 10- Lu, J. J. and Zou, X. T. 2006. Effects of adding betaine on laying performance and contents of serum yolk precursors VLDL and VTG in laying hen. *J. Zhejiang Univ. (Agric. Life Sci.)* 32:287-291.
- 11- Mashaly, M. M., Hendricks, G. L. Kalama, M. A. Gehad, A. E. Abbas, A. O. and Patterson, P. H. 2004. Effect of Heat Stress on Production Parameters and Immune Responses of Commercial Laying Hens. *Poultry Science* 83:889–894.
- 12- Nys, Y., Gautron, J. McKee, M. D., Garcia-Ruiz, J. M. and Hincke, M. 2001. Biochemical and functional characterization of eggshell matrix proteins. *World's Poultry Science Journal* 57:401–403.
- 13- Park, J. H., Kang, C. W. and Ryu, K. S. 2006. Effects of feeding betaine on performance and blood hormone in laying hens. *Korean Journal Poultry Science* 33: 323-328.
- 14- Rashidi, A. A., Gofrani Ivary, Y., Khatibjoo, A. and Vakili, R. 2010. Effect of Dietary Fat, Vitamin E and Zinc on Immune Response and Blood Parameters of Broiler Reared Under Heat Stress. *Research Journal of Poultry Science* 3(2): 32-38.
- 15- Sahin, R., and Kucuk, O. 2001. A simple way to reduce heat stress in laying hens as judged by egg laying, body weight gain and biochemical parameters. *Acta Veterinaria Hungarica* 49: 421–430.
- 16- Sahin, K. and Kucuk, O. 2003. Zinc supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. *Journal Nutrition* 33: 2808–2811.
- 17- Star, L., Decuyper, E., Parmentier, H. K. and Kemp, B. 2008. Effect of Single or Combined Climatic and Hygienic Stress in Four Layer. *Poultry Science* 87: 1031–1038.
- 18- Sun, H., Yang, R., Yang, Z. B., Wang, Y., Jiang, S. Z. and Zhang, G. G. 2008. Effects of betaine supplementation to methionine deficient diet on growth performance and carcass characteristics of broilers. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 3 (3): 78-84.
- 19- Swiatkiewicz, S. Koreleski, J. 2008. The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. *Veterinari Medicina* 53 (10): 555–563.
- 20- Tucker, L. A. and Remus, J. 2001. The effect of betaine on performance, water balance and gut integrity of coccidiosis-infected poultry and its potential benefit in AGP-free diets. *British Poultry Science* 42(1): 108-109.
- 21- Ueland, P. M., Holm, P. and Hustad, S. 2005. Betaine: a key modulator of one-carbon metabolism and homocysteine status. *Clin Chem Lab Med* 43(10):1069–1075.
- 22- Zamani, A., Rahmani, H. R., Pourreza, H. R. 2005. Eggshell quality is improved by excessive dietary zinc and manganese. In: Proceedings 15th European Symposium on Poultry Nutrition 520–522.
- 23- Zhan, X. A. 2000. Studies on growth-promoting mechanism of betaine in broiler chickens. *Acta Agric. Zhejiangensis* 12: 209-212.
- 24- Zou, X. T., Ma Y. L. and Z. R. Xu. 1998. Effects of betaine and thyroprotein on laying performance and approach to mechanism of the effects in hens. *Acta Agric Zhejiang* 10:144-149.

