نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳۷، زمستان ۱۴۰۱
ص‌ص: ۱۱۷~۱۳۰

بررسی عملکرد رشد، ریخت شناسی وجمعیت میکروبی ایلئوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با فرم‌های آلی عناصر روی، مس، منگنز و آهن در شرایط تنش گرمایی

- **محمد پورمصطفی**
دانشجوی دکترای علوم دامی، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
- **محسن دانشیار** (نویسنده مسئول)
دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، ، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
- **پرویز فرهومند**
استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، ، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
- **سیدعلی میرقلنج**
استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، ، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
- **علی هاشمی**
دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، ، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت : آذر ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش : تیر ۱۴۰۱
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۱۴۰۲۷۵۹
Email: daneshyar_mohsen@yahoo.com

چکیده

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ ASJ.2022.352291.2109

در این آزمایش تاثیر فرم آلی عناصر روی، مس، منگنز و آهن در شرایط تنش‌گرمایی بر عملکرد رشد، ریخت شناسی و جمعیت میکروبی ایلئوم با استفاده از ۳۶۰ قطعه جوجه‌ی گوشتی نر یک روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملا تصادفی با ٦ گروه و ٦ تکرار از سن ۱ تا ٤۲ روزگی بررسی شد. گروه‌های آزمایشی شامل ۱. شاهد (جیره پایه)، ۲. جیره شاهد به همراه ۵ میلی‌گرم مس-متیونین، ۲۰ میلی‌گرم منگنز-متیونین و ۵ میلی‌گرم آهن-متیونین (CuMnFe)، ۳. جیره شاهد به همراه ٤۰ میلی‌گرم روی-متیونین، ۲۰میلی‌گرم منگنز-متیونین، ۵ میلی-گرم آهن-متیونین (ZnMnFe)، ٤. جیره شاهد به همراه ٤۰میلی‌گرم روی-متیونین، ۵ میلی‌گرم مس-متیونین، ۵ میلی‌گرم آهن-متیونین (ZnCuFe)، ۵. جیره شاهد به همراه ٤۰ میلی‌گرم روی-متیونین، ۵ میلی‌گرم مس-متیونین، ۲۰ میلی‌گرم منگنز-متیونین (ZnCuMn)، و ٦. جیره شاهد به همراه ٤۰ میلی‌گرم‌روی-متیونین، ۵ میلی‌گرم مس-متیونین،۲۰میلی‌گرم‌منگنز-متیونین، ۵میلی‌گرم‌آهن-متیونین (ZnCuMnFe) بودند. نتایج نشان دادکه پرندگان تغذیه شده با ZnCuFe افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک بهتری در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی داشتند (P<۰/۰۵). وزن نسبی قلب، پانکراس، دئودنوم و ژژنوم پرندگان تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). مصرف تیمارهای CuMnFe و ZnCuMn باعث افزایش طول پرز در مقایسه با سایر تیمار شدند. پرندگان دریافت‌کننده فرم آلی عناصر، چربی حفره بطنی کمتر، ضخامت لایه عضلانی بالاتر و جمعیت *کلی فرم* کمتری در ایلئوم در مقایسه با پرندگان جیره شاهد داشتند (P<۰/۰۵). در بین پرندگان تغذیه شده با فرم‌های آلی عناصر، چربی حفره بطنی پرندگان تغذیه شده با ZnCuFe کمتر از پرندگان دریافت کننده CuMnFe بود. تعداد باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* ایلئوم در پرندگان دریافت کننده گروههای ZnCuMn وZnMnFe نسبت به پرندگان سایر گروه‌ها بیشتر بود. به طور کلی مصرف جیره‌های حاوی عناصرآلی، در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی موجب بهبود عملکرد، کاهش جمعیت مضر میکروبی روده و افزایش وزن سینه و ران گردید.

واژه‌های کلیدی: تنش گرمایی، جوجه گوشتی، صفات لاشه، عملکرد، عناصر آلی کم مصرف

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 137 pp: 117-130

Evaluation of growth performance, morphology and microbial population of ileum of fed broilers Organic forms of zinc, copper, manganese and iron under heat stress

By: M.Pourmostafa[1], M.Daneshyar[2], P. Farhoomand[3], A.Mirghelenj[4], A.Hashemi[2]
[1]Ph.D. Student, Department of Animal Science, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran.
[2]Associate Professor, Department of Animal Science, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran.
[3] Professor, Department of Animal Science, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran.
[4] Assistant Professor, Department of Animal Science, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran.

Received: December 2021 **Accepted: July 2022**

In this experiment, the effect of organic form of zinc, copper, manganese and iron in heat stress conditions on growth performance, morphology and microbial population of ileum using 360 one-day-old male Ross 308 broiler chickens in the form of a complete design Random with 6 groups and 6 replicates from 1 to 42 days of age were evaluated. Experimental groups were included 1. control (basal diet), 2. control diet along with 5 mg of copper-methionine, 20 mg of manganese-methionine and 5 mg of iron-methionine (CuMnFe), 3. control diet plus 40 mg zinc-methionine, 20 mg manganese-methionine, 5 mg iron-methionine (ZnMnFe), 4. control diet plus 40 mg zinc-methionine, 5 mg copper-methionine, 5 Mg of iron-methionine (ZnCuFe), 5. control diet along with 40 mg of zinc-methionine, 5 mg of copper-methionine, 20 mg of manganese-methionine (ZnCuMn), and 6. control diet along with 40 mg zinc-methionine, 5 mg copper-methionine, 20 mg manganese-methionine, 5 mg iron-methionine (ZnCuMnFe). The results showed that ZnCuFe fed birds showed improved weight gain and feed conversion ratio as compared to the other birds ($P < 0.05$). Consumption of CuMnFe and ZnCuMn treatments increased the villi length compared to birds of other treatments. The relative weights of heart, pancreas, duodenum and jejunum were not affected by experimental diets ($P > 0.05$). The consumption of CuMnFe and ZnCuMn treatments caused the higher villi length as compared to the other treatments ($P < 0.05$). The birds recived the organic trace minerals had lower abdominal fat weight, higher muscular layer and lower total coliform population as compared to the birds of control treatment ($P < 0.05$). Among the birds fed the organic trace minerals, the abdominal fat weight of ZnCuFe fed birds were lower than those of ZnCuMn fed ones. The number of Lactobacillus ileum bacteria in birds received ZnCuMn and ZnMnFe treatments was greater than that of birds in other groups. Generally, consumption of feed including organic trace minerals in broiler chickens under heat stress condition, improves the performance, decreases the intestinal harmful microbial population and increases the breast and thigh meat.

Key words: heat stress, broiler, carcass traits, performance, organic trace elements

مقدمه

کاهش اثرت زیانبار تنش‌گرمایی از اهداف مهم پرورش طیور می‌باشد. تنش‌گرمایی در پرورش جوجه‌های‌گوشتی معمولاً در هفته‌های آخر پرورشی رخ می‌دهدکه نیاز به دمای پایین (۱۸ الی ۲۲ درجه سانتی‌گراد) دارند (Azad و همکاران، ۲۰۱۰). برای حل این مشکل محققین راهکاری‌های متفاوت مدیریتی و یا تغذیه‌ای همانند استفاده ازچربی به جای‌کربوهیدارت، کاهش پروتئین جیره به همراه استفاده از برخی اسیدآمینه‌های ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی را در جیره پیشنهاد کرده‌اند. معمولاً فرم غیر آلی عناصر مانند(اکسیدها و سولفاتها) به عنوان مکمل در جیره جوجه‌های گوشتی بالاتر ازسطوح توصیه NRC اضافه می‌شوند. فرم غیرآلی عناصر بعد ازمصرف به دلیل پایین بودن pH در قسمتهای فوقانی دستگاه گوارش از هم جدا شده و با دیگر مواد

معدنی یا ترکیبات جیره پیوند برقرار می‌نمایند که باعث کاهش قابلیت دسترسی مواد معدنی می‌شود بنابراین استفاده از فرم آلی عناصر به عنوان مکمل در جیره جوجه‌های گوشتی رایج شده است چرا که باعث افزایش جذب عناصر شده و عملکرد رشد را بهبود بخشیده و دفع مواد معدنی را کاهش می‌دهند (Mwangi و همکاران، ۲۰۱۷). روی، یک عنصر حیاتی برای حیوانات بوده و به عنوان کوفاکتور در بیش از ۳۰۰ متالوآنزیم، نقش مهمی در بسیاری از مسیرهای متابولیک، مانند سنتز پروتئین دارد (Salim و همکاران، ۲۰۰۸). کمبود روی در حیوانات با کاهش مصرف خوراک، کاهش رشد، سطوح پایین هورمون رشد و فاکتور رشد مشابه انسولین وکاهش تولید کبدی آن، کاهش گیرنده هورمون رشد و پروتئین متصل به هورمون رشد همراه است (Macdonald،۲۰۰۰). مس یک عنصرکم مصرف ضروری برای حیوانات بوده و در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی در بدن به عنوان مثال سوپراکسید دیسموتاز، سیتوکروم اکسیداز و لیزیل اکسیداز، یا سروپلاسمین حضور دارد. مس به عنوان یک کوفاکتور عمل کرده و در انتقال و متابولیسم آهن، تشکیل گلبولهای قرمز خون و عملکرد ایمنی بدن نقش دارد (Leeson، ۲۰۰۹). آهن یک ریزمغذی ضروری برای حیوانات محسوب شده و به شکل نمک‌های معدنی، فرم آلی یا کیلات‌ها در ترکیبات خوراکی و پیش مخلوط‌ها گنجانده می‌شود. زیادی آهن در جیره باعث کاهش جذب کلسیم، فسفر، منگنز، روی و ویتامین E می‌شود (Luo و همکاران، ۲۰۰۷). منگنز درمتابولیسم کربوهیدرات‌ها و لیپیدها و در فعالیت آنزیم‌هایی مانند پیروات‌کربوکسیلاز، گلیکوزید ترانسفراز، آرژیناز، گلوتامین‌سنتاز و سوپراکسید دیسموتاز درگیر است (Suttle ، ۲۰۱۰). عناصر کم مصرف به طور رایج با استفاده از منابع (اکسید یا سولفات) تامین می‌شوند اما این منابع بهره‌وری‌کمتری دارند که سبب دفع عناصر و آلودگی محیط زیست می‌شوند. از طرفی دیگر تنش گرمایی تأثیر منفی بر متابولیسم مواد معدنی داشته و کاهش اشتها در اثر تنش گرمایی منجر به کاهش مصرف مواد معدنی می‌شود و در نتیجه وضعیت کمبود مواد معدنی را بدتر می‌کند که این کمبود در بافت‌های بدن ممکن است عملکرد آنزیم‌ها و هورمون‌های مختلف را برای مقابله با تنش گرمایی مختل کند و حتی ممکن است منجر به مرگ پرنده شود (Sahin و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به زیست فراهمی بالای فرم‌های آلی عناصر در مقایسه با فرم‌های غیرآلی و تاثیر مثبت آنها بر عملکرد طیور در شرایط تنش گرمایی و همچنین به علت کمبود مطالعات در مورد استفاده همزمان از فرم آلی چهار عنصر روی، مس، آهن و منگنز، این تحقیق با هدف بررسی صفات عملکرد رشدی، صفات ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده کوچک جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی طراحی و انجام شد.

مواد و روش

برای انجام این آزمایش از ۳۶۰ قطعه جوجه نر سویه راس ۳۰۸ در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۶ گروه و ۶ تکرار و تعداد ۱۰پرنده در هر تکرار انجام شد. گروه‌های آزمایشی شامل ۱. شاهد (جیره پایه)، ۲. جیره شاهد به همراه ۵ میلی‌گرم مس-متیونین ، ۲۰ میلی‌گرم منگنز-متیونین و ۵ میلی‌گرم آهن-متیونین (CuMnFe)، ۳. جیره شاهد به همراه ۴۰ میلی‌گرم روی-متیونین، ۲۰میلی‌گرم منگنز-متیونین، ۵ میلی‌گرم آهن-متیونین (ZnMnFe)، ۴. جیره شاهد به همراه ۴۰میلی‌گرم روی-متیونین، ۵ میلی‌گرم مس-متیونین، ۵ میلی‌گرم آهن-متیونین (ZnCuFe)، ۵. جیره شاهد به همراه ۴۰ میلی‌گرم روی-متیونین، ۵ میلی‌گرم مس-متیونین، ۲۰ میلی‌گرم منگنز-متیونین (ZnCuMn)،و ۶. جیره شاهد به همراه ۴۰ میلی‌گرم‌روی-متیونین، ۵میلی‌گرم مس-متیونین،۲۰میلی‌گرم‌منگنز-متیونین، ۵میلی‌گرم‌آهن-متیونین (ZnCuMnFe) بودند. جیره شاهد دارای همه مواد معدنی در حد نیاز بود ولی فاقد فرم آلی عناصر بوده و در سایر جیره‌های آزمایشی فرم آلی عناصر علاوه بر مکمل معدنی به جیره پایه افزوده شد که با احتساب آن مقدار کل عناصر در هر تیمار به شکل زیر می‌باشد:

۱-جیره پایه (شاهد): روی ۱۰۰، منگنز ۱۰۵، مس ۱۵ و آهن۱۸ میلی‌گرم برکیلوگرم

۲- جیره شاهد +گروه CuMnFe (مس،منگنز،آهن): روی ۱۰۰،

منگنز ۱۲۵، مس ۲۰ و آهن۲۳ میلی گرم برکیلوگرم
۳- جیره شاهد +گروه ZnMnFe (روی،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۱۵و آهن۲۳ میلی گرم برکیلوگرم
۴- جیره شاهد +گروه ZnCuFe (روی،مس،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۰۵، مس ۲۰و آهن۲۳ میلی گرم برکیلوگرم
۵- جیره شاهد +گروه ZnCuMn (روی،مس،منگنز): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۱۸میلی گرم برکیلوگرم
۶- جیره شاهد +گروه ZnCuMnFe(روی،مس،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۲۳میلی گرم برکیلوگرم

فرم‌های آلی عناصر معدنی از شرکت دانش پژوهان نوین خوراک تهیه شد. این آزمایش ۴۲ روز به طول انجامید و در طی این مدت از سه جیره آغازین (۰-۱۰ روزگی)، دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و دوره پایانی (۲۵ الی ۴۲ روزگی) مطابق با توصیه‌های راهنمای راس ۳۰۸ و به وسیله نرم افزار جیره‌نویسیUffda، تنظـیم و آماده شدند(جدول ۱). میانگین وزنی جوجه‌ها در شروع آزمایش۲±۴۵ گرم بود. برنامه‌نوری۲۳ساعت روشنایی و۱ساعت خاموشی در کل دوره آزمایشی اعمال شد. جوجه ها طی ۴۲ روز روی بستر پوشالی پرورش یافتند و در تمام مدت آزمایش دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند جوجه‌های هر پن (۱×۱× ۱متر) بصورت‌گروهی در سن یک روزگی و در پایان هر دوره آزمایش توزین شدند. میانگین وزن بدن، مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)، پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) وکل دوره (۱ تا ۴۲ روزگی)، محاسبه شد. تلفات روزانه به منظور تصحیح خوراک مصرفی ثبت شد. برنامه تنش‌گرمایی ۳۲±۱ درجه سانتی‌گراد از روز ۲۵ تا ۴۲ روزگی به صورت دوره-ای (۸ ساعت در شبانه روز و از ساعت ۹ صبح تا ۱۷ بعد از ظهر) بر روی جوجه‌ها اعمال شد. در روز ۴۲ آزمایش، از هر گروه ۶ جوجه (از هر تکرار ۱ جوجه) به طور تصادفی انتخاب و پس از وزن‌کشی کشتار شدند و جهت تفکیک اجزای لاشه به آزمایشگاه منتقل و در آنجا اجزای لاشه آماده طبخ (سینه، ران‌ها) واندام‌ها شامل قلب، کبد، سنگدان، بورس، طحال، پانکراس، دوازدهه، ژژنوم، ایلئوم و چربی بطنی توزین شدند. به منظور بررسی ریخت-شناسی روده کوچک، نمونه برداری از ایلئوم و از محل اتصال سکوم‌ها برداشته شد. برای تثبیت، نمونه ها در فرمالین۱۰ درصد نگهداری و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. پس از تثبیت در داخل پارافین و فرآوری به کمک دستگاه خودکار فرآوری کننده بافت، برش‌های عرضی به ضخامت ۵ میکرومتر از قطعات بافت با استفاده از دستگاه میکروتوم چرخان انجام گرفت. رنگ‌آمیزی بافت‌ها توسط روش هماتوکسین-ائوزین صورت گرفت (Awad و همکاران، ۲۰۰۸). طول پرز، عمق‌کریپت و ضخامت لایه عضلانی با استفاده از یک میکروسکوپ نوری، مدل Nikon EclipseTs2R متصل به رایانه و نرم افزار مربوطه انجام شد. همچنین نمونه گیری از محتویات ایلئوم پرنده‌های کشته شده در ظروف استریل صورت گرفت و بلافاصله نمونه‌ها در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند و جهت شمارش میکروبی به آزمایشگاه منتقل شدند. برای شمارش تعداد باکتریها از روش رقیق سازی، کشت میکروبی و سپس شمارش کلنی‌ها استفاده شد. برای کشت *لاکتوباسیل‌ها* از محیط کشت، ام آر اث آگار(MRS) (تولیدی شرکت مرک آلمان) و برای کشت *کلی‌فرمها* از محیط کشت ائوزین متیلن بلو آگار(EMB) استفاده شد. پس از کشت، محیط کشت ائوزین متیلن بلوآگار در شرایط هوازی به مدت ۴۸ ساعت و محیط کشت ام آر اث‌آگار در شرایط بی‌هوازی و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد درگرمخانه قرارگرفتند (Mingan، ۲۰۰۱). بعد از جمع‌آوری اطلاعات، آنالیز آماری فراسنجه‌های صفات لاشه، جمعیت میکروبی و ریخت شناسی روده در قالب طرح کاملا تصادفی صورت گرفت. ضریب تبدیل خوراک، افزایش وزن روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه و میانگین خوراک مصرفی در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد (SAS،۲۰۱۱). مقایسه‌ی اختلافات معنی دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت. مدل آماری طرح به این صورت خواهد بود:

$$yij = \mu + Aj + eij$$

yij: مقدار صفت مورد نظر

μ: میانگین کل

Aj: اثر گروه

eij: اثر خطای آزمایشی یا عوامل ناشناخته در هر مشاهده

نتایج و بحث

صفات عملکرد رشد

نتایج مربوط به اثرات فرم‌های آلی عناصر روی، مس، آهن و منگنز در شرایط تنش گرمایی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ ارائه شده است. پرندگان تغذیه شده با جیره-های شاهد و فرم‌های مختلف عناصر آلی در دوره‌های آغازین و رشد تفاوتی در افزایش وزن بدن نداشتند. جوجه‌های تغذیه شده با جیره شاهد در دوره پایانی و کل دوره (۱ تا ۴۲ روزگی)، افزایش وزن کمتری در مقایسه با جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی عناصر آلی بجز جیره حاوی ZnMnFe داشتند (P<۰/۰۵). پرندگان تغذیه شده با جیره‌های شاهد و فرم‌های مختلف عناصر آلی از نظر مصرف خوراک در دروه‌های آغازین، رشد وکل دوره تفاوتی نداشتند. اما در دوره پایانی، پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ZnCuFe مصرف خوراک بالاتری در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی CuMnFe، ZnMnFe و گروه شاهد داشتند که احتمالاً می‌تواند به این دلیل باشد که فرم آلی عناصر به افزایش اشتها، جذب و استفاده بهتر خوراک از طریق تاثیر بر ترشح آنزیم‌های گوارشی کمک کرده و دفع مواد معدنی از بدن را کاهش داده و باعث مصرف خوراک بیشتر شده است. تفاوت مصرف خوراک پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ZnCuFe با پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی CuMnFe (فاقد فرم آلی روی) به دلیل سطوح پایین‌تر روی در گروه CuMnFe بوده که احتمالا استفاده پرندگان از عناصر مس، آهن و منگنز را کاهش داده است که این مطابق با آزمایش Bao و همکاران (۲۰۰۹) بود که گزارش کردند روی به طور عمده بر مصرف خوراک پرندگان تاثیر داشته است. روی از طریق شرکت در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها باعث تحریک مصرف خوراک می‌شود (Sahin و Kucuk، ۲۰۰۳). از لحاظ ضریب تبدیل خوراک، تفاوتی بین پرندگان دریافت کننده جیره-های حاوی فرم آلی عناصر و جیره شاهد در دوره آغازین و رشد وجود نداشت. در دوره پایانی به غیر از پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی ZnMnFe، و در کل دوره پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی عناصر آلی، ضریب تبدیل خوراک کمتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد داشتند (P<۰/۰۵). در نهایت، در دوره‌های پایانی و کل دوره در شرایط تنش گرمایی افزایش وزن، مصرف خوراک کمتر و ضریب تبدیل خوراک بهتر پرندگان تغذیه شده با فرم آلی عناصر در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵). Sohail و همکاران (۲۰۱۲) کاهش ۱۶/۴درصد در مصرف خوراک و ۳۲/۶ درصدکاهش وزن بدن جوجه‌های گوشتی (۴۲ روزه) در معرض تنش گرمایی را گزارش دادند. در ارتباط با مصرف فرم‌های مختلف مواد معدنی در تغذیه طیور نتایج متفاوتی توسط محققین گزارش شده است. Nafisi و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی مقایسه فرم‌های معدنی منگنز،آهن، روی و مس با فرم‌های آلی گزارش کردند که استفاده از فرم معدنی منگنز، روی، و مس تاثیری در میانگین وزن زنده جوجه‌ها در طول دوره پرورشی نداشت. همچنین این محققین بیان کردند که مکمل‌کردن فرم‌های آلی و معدنی این عناصر در جیره جوجه های گوشتی بجز در ۲۲ روزگی تاثیری بر مصرف خوراک ایجاد نکرد. ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی نیز با مصرف مکمل معدنی منگنز ، روی، و مس و فرم آلی تحت تاثیر قرار نگرفت. Manangi و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که استفاده از دو منبع آلی و معدنی عناصر روی، مس و منگنز با سطح (۳۲، ۸ و ۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) از منبع آلی و سطح (۱۰۰، ۱۲۵و۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) از منبع معدنی این سه عنصر در جیره جوجه‌های گوشتی تاثیری بر عملکرد رشد ایجاد نکرد. Kwiecien و همکاران (۲۰۱۴) عدم تاثیر استفاده از فرم‌های آلی مس (مس-گلایسن) در مقایسه با فرم معدنی (سولفات مس) در جیره جوجه‌های گوشتی را بر عملکرد

رشد گزارش کردند. Gholami و همکاران (۲۰۱۶)، با بررسی فرم آلی منگنز (پروتئینات-منگنز) و فرم معدنی آن (اکسید منگنز) در جیره جوجه‌های گوشتی بیان کردند که استفاده از هر دو نوع منگنز تاثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک ندارد. مطابق با نتایج آزمایش اخیر، Shamsudeen و Shrivastava (۲۰۱۳) گزارش کردند که استفاده از مواد معدنی (کیلات مس-متیونین در مقابل سولفات مس) سبب بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی می‌شود. Sirri و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اشکال آلی منگنز، روی و مس در جیره جوجه‌های گوشتی تاثیر معنی‌داری را در آخر دوره پرورشی (۴۲ روزگی) بر عملکرد رشد مشاهده کردند. از عوامل مهم تاثیر استفاده از عناصر کم مصرف بر عملکرد رشد، می‌توان به اثرات متقابل مس، روی و منگنز با سه عنصر مهم آهن، کلسیم و فسفر اشاره کرد. همچنین می‌توان به روش تولید و نوع اسید آمینه یا پروتئین مورد استفاده در شکل آلی عناصر روی، مس، منگنز و آهن و به دنبال آن تفاوت در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و قابلیت دسترسی آنها اشاره کرد. دیگر عامل مهم موثر بر عملکرد مربوط به نوع پرنده، سن، جنس و سویه پرنده، نوع جیره و طول دوره پرورشی و شرایط آب و هوایی منطقه و مدت زمان تنش گرمایی است.

اجزای لاشه و اندام‌های احشایی

نتایج مربوط به اثرات فرم‌های آلی عناصر روی، مس، آهن و منگنز در شرایط تنش گرمایی بر اجزای لاشه و اندام‌های احشایی در جدول (۳ و ۴)، نشان داده شده است. بازده لاشه تحت تاثیر افزودن فرم‌های آلی عناصر به جیره پرندگان قرار نگرفت. چربی حفره بطنی در پرندگان دریافت کننده جیره حاوی فرم‌های مختلف عناصر آلی در مقایسه با پرندگان دریافت کننده جیره شاهدکمتر بود ($P<۰/۰۵$). در بین پرندگان تغذیه شده با فرم‌های آلی عناصر، چربی حفره بطنی پرندگان تغذیه شده با ZnCuFe کمتر از پرندگان دریافت کننده CuMnFe بود ($P<۰/۰۵$). پرندگان دریافت کننده جیره حاوی عناصر آلی به غیر از جیره حاوی ZnCuMn، نسبت به پرندگان دریافت کننده جیره شاهد، وزن سینه بیشتری داشتند ($P<۰/۰۵$). پرندگان تغذیه شده با جیره-های حاوی فرم آلی عناصر، وزن ران و بورس فابرسیوس بیشتری در مقایسه با پرندگان دریافت کننده جیره شاهد داشتند ($P<۰/۰۵$). مطابق با نتایج این آزمایش در خصوص افزایش وزن سینه، Nafisi و همکاران (۲۰۱۹)، گزارش کردند که استفاده از فرم‌های آلی منگنز، روی و مس باعث افزایش معنی‌دار وزن سینه جوجه‌های گوشتی شد. در حالیکه استفاده از شکل معدنی مس، روی و منگنز موجب افزایش وزن کبد جوجه گوشتی شد. Gajura و همکاران (۲۰۰۸)، بیان کردند که استفاده از فرم آلی مس در مقایسه با فرم معدنی سبب افزایش بازده لاشه، سینه و ران در جوجه‌های‌گوشتی شد. Kucuk (۲۰۰۸) گزارش کرد که استفاده از مکمل روی-منیزیم در بلدرچین‌های ژاپنی پرورش یافته تحت دمای بالای محیطی سبب بهبود کیفیت لاشه و عملکرد (افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک) گردید. قرار گرفتن در معرض دمای بالای محیطی، ترکیب لاشه پرندگان را تغییر می-دهد.کاهش محتوای پروتئین بدن و افزایش ذخیره چربی در جوجه‌های‌گوشتی در معرض تنش گرمایی گزارش شده است (Geraert و همکاران، ۱۹۹۶). در مقابل Sirri و همکاران (۲۰۱۶)، نشان دادند که تفاوت معنی داری بین فرم آلی و معدنی منگنز، روی و مس در صفات لاشه جوجه‌های گوشتی وجود ندارد. Zhao وهمکاران (۲۰۱۰)، با بررسی اثرات کیلات مواد معدنی(روی،مس ومنگنز) در جوجه‌های گوشتی گزارش‌کردند که صفات لاشه تحت تاثیر مواد معدنی اضافه شده قرار نگرفت. مطالعات نشان داده است که کاهش وزن سینه در تنش گرمایی ارتباط مستقیمی با مصرف ناکافی مواد مغذی و انرژی، کاهش سنتز و ذخیره گلیکوژن به عنوان منبع اصلی انرژی سینه دارد (Rosa و همکاران، ۲۰۰۷). وزن نسبی سنگدان در پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی CuMnFe، در مقایسه با پرندگان دریافت کننده سایر فرم‌های آلی عناصر کمتر بود ($P<۰/۰۵$). نتایج نشان داد که پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی ZnMnFe و ZnCuMn افزایش معنی‌داری در وزن طحال در مقایسه با سایر پرندگان داشتند ($P<۰/۰۵$). وزن نسبی‌کبد در پرندگان دریافت

کننده جیره حاوی عناصر آلی به غیر از گروه ZnCuFe، کمتر از پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد بود(P<۰/۰۵). Lin وهمکاران (۲۰۰۶) گزارش کردندکه افزودن سطوح مختلف منیزیم و روی منجر به کاهش وزن کبد شد. اگرچه دلیل واقعی این تغییر وزن مشخص نیست ولی کاهش فشار متابولیسم ناشی از تنش گرمایی بر کبد به دنبال مصرف منیزیم و روی می‌تواند دلیل احتمالی این کاهش وزن باشد. آسیب و تغییرمتابولیسم بافت‌هایی نظیر کبد و قلب در شرایط تنش گرمایی گزارش شده است. Kucuk (۲۰۰۸) عدم تاثیر استفاده از روی یا منیزیم را بر وزن نسبی کبد و سایر اندام‌های داخلی در بلدرچین ژاپنی تحت شرایط تنش گرمایی را گزارش کردند. احتمالا تفاوت در پاسخ، مربوط به نوع پرندگان و همچنین نوع مکمل استفاده شده در این تحقیق می‌باشد. وزن نسبی قلب، پانکراس، دئودنوم و ژژنوم پرندگان تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. وزن نسبی ایلئوم در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ZnCuMn نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره‌های حاوی فرم‌های آلی عناصر بجز جیره حاوی ZnCuMnFe بیشتر بود (P<۰/۰۵). همچنین کاهش وزن نسبی اندام‌های ایمنی در تنش‌گرمایی ممکن است با کمبود روی ناشی از تنش گرمایی همراه باشد که منجر به تحلیل بافت لنفاوی می شود. نتایج مربوط به افزایش وزن نسبی اندام‌های ایمنی در گروه‌های تغذیه شده با مخلوط عناصر آلی می‌تواند به دلیل افزایش غلظت لنفوسیتها در این اندام‌ها و افزایش غلظت فولیکول‌های لنفاوی مرتبط باشد. بعلاوه، گزارش شده است که تنش گرمایی وزن نسبی اندام‌های ایمنی بدن مانند بورس فابرسیوس، طحال و تیموس را به دلیل کاهش تعداد لنفوسیتها و فولیکول لنفوئیدکاهش می‌دهد (Akbari و همکاران، ۲۰۰۸).

ریخت شناسی ایلئوم

نتایج مربوط به اثرات فرم‌های آلی عناصر روی، مس، منگنز و آهن در شرایط تنش‌گرمایی بر ریخت شناسی ایلئوم در پایان دوره پرورشی در جدول (۵)، نشان داده شده است. پرندگان دریافت‌کننده جیره‌های حاوی ZnCuMn و CuMnFe، طول پرز بیشتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با سایر جیره‌های آزمایشی داشتند (P<۰/۰۵). پرندگان دریافت کننده جیره حاوی CuMnFe، کاهش عمق کریپت را در مقایسه با پرندگان دریافت کننده جیره شاهد و جیره ZnCuMn داشتند (P<۰/۰۵). پرندگان تغذیه شده با جیره CuMnFe، نسبت به پرندگان تغذیه شده با سایر جیره‌ها به جزء پرندگان تغذیه شده با جیره ZnCuMn، نسبت طول پرز به عمق کریپت بیشتری داشتند (P<۰/۰۵). ضخامت لایه عضلانی روده در پرندگان دریافت کننده جیره‌های حاوی فرم‌های مختلف عناصر آلی نسبت به پرندگان دریافت کننده جیره شاهد بیشتر بود (P<۰/۰۵). در نهایت، در شرایط تنش‌گرمایی، طول پرز، طول پرز به عمق کریپت و ضخامت لایه عضلانی بیشتر در پرندگان تغذیه شده با فرم آلی عناصر در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵). بر اساس گزارشات محققین مختلف، تنش گرمایی باعث کاهش ارتفاع پرزهای قسمتهای مختلف روده می‌شود و بازدهی هضم و جذب را از دستگاه گوارش کاهش می-دهد در کل تنش گرمایی تاثیر منفی بر ریخت شناسی بافت روده دارد (Mohannad و همکاران ۲۰۱۹). گزارش‌ها حاکی از آن است که تنش گرمایی دارای اثرات مضر بر یکپارچگی بافت روده داشته و به طور منفی اپیتلیوم روده را تغییر می‌دهد و مکمل آلی روی، درجیره حیوانات با بهبود ساختار روده وکاهش‌گردش اندوتوکسینها در روده پاسخ حیوانات به تنش‌گرمایی را بهبود می‌دهند(Sanz Fernandez و همکاران، ۲۰۱۴). افزایش طول پرز در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با مکمل روی می‌تواند با افزایش تکثیر سلولهای کریپت و سنتز پروتئین بیشتر به دلیل در دسترس بودن روی، مرتبط باشد (Tako و همکاران، ۲۰۰۵). Bradley و همکاران (۱۹۹۴)، گزارش کردند که پرز بلندتر سبب ممانعت از عبور سریعتر، کاهش رطوبت محتویات روده و کاهش ضریب تبدیل خوراک می‌شود. بنابراین هر چه ارتفاع پرزها بیشتر باشد، ظرفیت جذبی روده‌ی کوچک بیشتر می‌شود.

جمعیت میکروبی ایلئوم

نتایج مربوط به اثرات فرم‌های آلی عناصر مس، روی، منگنز و آهن در شرایط تنش‌گرمایی بر جمعیت میکروبی ایلئوم جوجه‌های

گوشتی در پایان دوره پرورشی در جدول شماره (۵)، نشان داده شده است. پرندگان دریافت‌کننده جیره فرم‌های آلی عناصر، جمعیت *کلی‌فرم* کمتری در ایلئوم در مقایسه با پرندگان دریافت-کننده جیره شاهد داشتند (P<۰/۰۵). تعداد باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* ایلئوم، در پرندگان دریافت کننده جیره‌های حاوی ZnMnFe و ZnCuMn نسبت به پرندگان دریافت کننده سایر جیره‌های آزمایشی بیشتر بود (P<۰/۰۵). کاهش فعالیت روده‌ای و تغییر در میکروفلور روده و همچنین کاهش خون رسانی به دستگاه گوارش در پرندگان تحت تنش‌گرمایی اتفاق می افتد (Mitchell and Carlisle، ۱۹۹۲). در تحقیق اخیر پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ZnMnFe و ZnCuMn در مقایسه با پرندگان دریافت کننده جیره شاهد جمعیت باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* بیشتر و جمعیت کلی‌فرم کمتری داشتند. مس و روی، افزودنی غیرآنتی بیوتیکی محرک رشد با نقش ضدمیکروبی هستند عنصر مس بر تغییر جمعیت میکروبی روده تاثیر دارد، بطوریکه باعث کاهش حساسیت پرنده به بیماری‌ها و افزایش جذب مواد مغذی می‌شود. بهرحال، مکمل سولفات مس در جیره جوجه‌ها تاثیری بر تعداد *لاکتوباسیل‌های* ایلئوم نداشت (Pang و همکاران، ۲۰۰۹). Xia و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که مکمل کردن جیره با مس سبب کاهش باکتری‌های *ای‌کولای* و *کلستردیوم* در روده کوچک و سکوم جوجه‌های گوشتی می-شود. گزارش شده است که استفاده از مکمل آهن برای میکروفلور روده مفید بوده و سلامت کلی روده حیوان را بهبود می‌بخشد (Li و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، در یک بررسی Lonnderdal (۲۰۱۷) گزارش نمود که آهن بیش از حد تأثیر منفی بر رشد و جمعیت میکروبی و سلامت روده حیوانات یا انسانها دارد. تصور می‌شود که بالا بودن آهن باعث افزایش آهن واکنش‌پذیر می‌شود که باعث آسیب رادیکال‌های آزاد در دستگاه گوارش می‌شود. مکمل روی (۱۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم) جمعیت میکروبی سکوم‌ها را در جوجه‌های آلوده به *سالمونلا تیفیموریوم* ترمیم کرده و باعث افزایش تعداد کل باکتریها، *لاکتوباسیلها* و کاهش *کلنی سالمونلاها* می‌شود (Shao و همکاران، ۲۰۱۴). Kim و همکاران (۲۰۱۱)، اثربخشی بالقوه سطوح بالای مس آلی(۱۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم، مس-متیونین یا مس پروتیونات) را به عنوان جایگزین برای آنتی بیوتیک‌های خوراکی در تغذیه جوجه‌های گوشتی مورد ارزیابی قرار دادند و نشان دادند که مکمل کردن جیره با هر دو منابع آلی مس، عملکرد رشد جوجه‌های‌گوشتی را به طور قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با مکمل آنتی‌بیوتیک (آویلامایسین)، بهبود بخشیده و جمعیت *لاکتوباسیل‌ها* را افزایش داده و میزان *اکولای* در روده را کاهش می‌دهد.

جدول ۱- ترکیب جیره پایه استفاده شده در دوره‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی

نام ماده خوراکی	آغازین(۱تا۱۰روزگی)	رشد(۱۱تا ۲۴روزگی)	پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)
ذرت	۵۴/۲۸	۵۸/۵۸	۶۲/۷۴
کنجاله سویا	۳۸/۹۳	۳۴/۳۷	۲۹/۶۵
روغن گیاهی	۲/۱۲	۲/۸۶	۳/۷
دی-ال-متیونین	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۲۷
ال-لایزین کلراید	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۵
ال-ترئونین	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۶
دی کلسیم فسفات	۲/۱۵	۱/۸۵	۱/۷۱
مکمل ویتامینی*	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی**	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
نمک طعام	۰/۳۷	۰/۳۸	۰/۳۸
کربنات کلسیم	۱	۰/۹۰	۰/۸۴
میزان مواد مغذی اندازه گیری شده جیره			
انرژی متابولیسمی (**kcal/kg**)	۲۹۱۰	۳۰۰۷	۳۱۰۴
پروتئین خام (٪)	۲۲/۳	۲۰/۸	۱۸/۹
کلسیم (٪)	۰/۹۳	۰/۸۱	۰/۷۶
فسفر قابل استفاده (٪)	۰/۴۶	۰/۴۱	۰/۳۷
سدیم (٪)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
کلر (٪)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
پتاسیم(٪)	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸
لایزین (٪)	۱/۲۴	۱/۱۱	۰/۹۹
متیونین (٪)	۰/۴۹	۰/۴۵	۰/۴۲
متیونین+سیستین (٪)	۰/۹۲	۰/۸۴	۰/۷۸
آرژنین (٪)	۱/۳۳	۱/۱۹	۱/۰۶
لوسین (٪)	۱/۳۷	۱/۲۳	۱/۰۹
ترئونین (٪)	۰/۸۳	۰/۷۵	۰/۶۶
تریپتوفان (٪)	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۵
والین (٪)	۰/۹۳	۰/۸۲	۰/۷۵

* مکمل ویتامین شامل ویتامین‌های A ۷/۲g، B_1 ۰/۷۲g، B_2 ۳/۳g، B_6 ۱/۲g، B_{12} ۰/۶g، D_3 ۱/۶g، E ۱۴/۴g، K_3 ۱/۶g، B_3 ۰/۵ g، B_5 ۱۲ g، H_2 ۲g، ۴۰۰g کولین کلراید و ۵۵۰/۸۸g/kg مکمل بود. ** مکمل معدنی شامل ۶۴g اکسید منگنز، ۱۰۰g اکسید روی، ۴۴g سولفات آهن، ۱۶ g سولفات مس، ۰/۶۴g یدات کلسیم، ۸ g پرمیکس سلنیوم و ۷۶۷/۳۶g/kg مکمل بود.

هر کیلوگرم خوراک محتوی ۱۰۰ میلی‌گرم روی ، ۱۰۵ میلی‌گرم منگنز ، ۱۵ میلی‌گرم مس و ۱۸میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن می‌باشد

جدول ۲- اثرات فرم آلی روی، مس، آهن و منگنز در شرایط تنش گرمایی بر صفات عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی

*نوع تیمار	آغازین (۱تا۱۰روزگی)	رشد (۱۱تا۲۴روزگی)	پایانی (۲۵تا۴۲روزگی)	کل دوره(۱تا ۴۲ روزگی)
		افزایش وزن (گرم به ازای هر جوجه در دوره)		
تیمار ۱	۱۷۰/۸	۷۰۵/۱	۱۱۶۴/۴^{b}	۲۰۴۰^{c}
تیمار ۲	۱۶۵/۶	۶۸۶/۲	۱۴۰۰/۱^{a}	۲۲۵۱^{ab}
تیمار۳	۱۶۳/۸	۷۱۹/۷	۱۳۱۱/۹^{ab}	۲۱۹۵^{bc}
تیمار ۴	۱۷۵/۸	۷۴۱/۱	۱۵۱۳/۵^{a}	۲۴۳۰^{a}
تیمار ۵	۱۶۳/۸	۷۰۳/۶	۱۴۱۷/۱^{a}	۲۲۸۴^{ab}
تیمار ۶	۱۶۴/۶	۷۲۹/۵	۱۴۴۰/۵^{a}	۲۳۳۴^{ab}
SEM	۵/۴۳۵	۲۳/۲۱۴	۵۸/۸۱۷	۱۰۸/۱۲۴
Pvalue	۰/۵۵۱	۰/۶۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۲۵
*نوع تیمار		مصرف خوراک (گرم به ازای هر جوجه در دوره)		
تیمار ۱	۲۲۳/۸	۱۱۷۲	۲۵۶۴^{c}	۴۰۴۷
تیمار ۲	۲۲۳/۹	۱۲۲۳	۲۶۸۳^{bc}	۴۰۹۰
تیمار۳	۲۲۸/۷	۱۲۰۶	۲۶۸۱^{bc}	۴۱۰۸
تیمار ۴	۲۱۹/۶	۱۲۲۸	۲۹۲۰^{a}	۴۳۰۸
تیمار ۵	۲۱۸/۶	۱۲۳۳	۲۸۵۶^{ab}	۴۲۷۷
تیمار ۶	۲۲۴/۶	۱۱۳۴	۲۸۱۶^{ab}	۴۲۲۸
SEM	۴/۵۷۴	۲۶/۹۲۶	۸۰/۳۱۸	۱۳۲/۱۱۵
Pvalue	۰/۶۷۲	۰/۰۹۲	۰/۰۳۷	۰/۲۷۱
*نوع تیمار		ضریب تبدیل خوراک		
تیمار ۱	۱/۳۱	۱/۶۳	۲/۲۱^{a}	۱/۹۸۴^{a}
تیمار ۲	۱/۳۵	۱/۷۱	۱/۹۳^{b}	۱/۸۲۸^{bc}
تیمار۳	۱/۳۹	۱/۸۱	۲/۰۶^{ab}	۱/۸۸۰^{b}
تیمار ۴	۱/۲۵	۱/۶۵	۱/۹۲^{b}	۱/۷۷۴^{c}
تیمار ۵	۱/۳۳	۱/۶۶	۲/۰۲^{b}	۱/۸۷۴^{bc}
تیمار ۶	۱/۳۶	۱/۶۳	۱/۹۶^{b}	۱/۸۱۳^{bc}
SEM	۰/۰۳۴	۰/۰۴۹	۰/۰۵۳	۰/۰۵۲
Pvalue	۰/۰۸۳	۰/۱۳۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵

حروف متفاوت در هر ستون برای هر پارامتر نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ است

*تیمار۱-شاهد: روی ۱۰۰، منگنز ۱۰۵، مس ۱۵ و آهن۱۸ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۲-شاهد+تیمار CuMnFe (مس،منگنز،آهن): روی ۱۰۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰ و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۳-شاهد+تیمار ZnMnFe (روی،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۱۵و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۴-شاهد+تیمار ZnCuFe (روی،مس،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۰۵، مس ۲۰و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۵-شاهد+تیمار ZnCuMn (روی،مس،منگنز): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۱۸میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۶-شاهد+تیمار ZnCuMnFe(روی،مس،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۲۳میلی‌گرم برکیلوگرم

جدول ۳- اثرات فرم آلی روی، مس، آهن و منگنز در شرایط تنش گرمایی بر اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی(درصدی از وزن زنده)

*نوع تیمار	بازده لاشه(درصد)	سینه(گرم)	ران‌ها(گرم)	چربی بطنی
تیمار ۱	۶۹/۶۷	۴۳۷/۰^{c}	۴۱۳/۰^{c}	۱/۶۳۳^{a}
تیمار ۲	۷۰/۴۳	۴۶۵/۰^{ab}	۴۵۲/۶^{ab}	۱/۴۵۰^{b}
تیمار۳	۷۰/۱۶	۴۷۶/۵^{a}	۴۵۵/۳^{ab}	۱/۳۵۱^{bc}
تیمار ۴	۷۰/۲۲	۴۸۴/۶^{a}	۴۷۲/۵^{a}	۱/۳۰۰^{c}
تیمار ۵	۶۸/۸۳	۴۳۹/۶^{bc}	۴۴۲/۳^{b}	۱/۴۲۵^{bc}
تیمار ۶	۶۹/۷۷	۴۸۴/۰^{a}	۴۷۵/۵^{a}	۱/۴۰۱^{bc}
SEM	۰/۴۱۸	۹/۲۷۶	۱۰/۲۴۷	۰/۰۴۸
Pvalue	۰/۱۲۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸

حروف متفاوت در هر ستون برای هر پارامتر نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ است

*تیمار۱-شاهد: روی ۱۰۰، منگنز ۱۰۵، مس ۱۵ و آهن۱۸ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۲-شاهد+تیمار CuMnFe (مس،منگنز،آهن): روی ۱۰۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰ و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۳-شاهد+تیمار ZnMnFe (روی،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۱۵و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۴-شاهد+تیمار ZnCuFe (روی،مس،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۰۵، مس ۲۰و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۵-شاهد+تیمار ZnCuMn (روی،مس،منگنز): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۱۸میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۶-شاهد+تیمار ZnCuMnFe(روی،مس،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۲۳میلی‌گرم برکیلوگرم

جدول ٤- اثرات فرم آلی روی، مس، آهن و منگنز در شرایط تنش گرمایی بر اندام احشایی جوجه‌های گوشتی(درصدی از وزن زنده)

	وزن نسبی اندام‌های مورد نظر								
***نوع تیمار**	سنگدان	طحال	کبد	قلب	بورس	پانکراس	دودنوم	ژژنوم	ایلئوم
تیمار ۱	۱/۵۱۶^{a}	۰/۰۹۵^{bc}	۲/۳۰۵^{ab}	۰/۴۴۳	۰/۱۰۰^{b}	۰/۲۰۴	۰/۴۸۵	۱/۰۳۷	۰/۹۰۹^{b}
تیمار ۲	۱/۳۸۸^{b}	۰/۰۹۲^{c}	۲/۱۴۱^{cd}	۰/۳۸۶	۰/۱۲۳^{a}	۰/۱۷۲	۰/۴۵۰	۱/۰۵۳	۰/۸۴۴^{b}
تیمار ۳	۱/۵۰۸^{a}	۰/۱۱۳^{a}	۲/۲۰۸^{bc}	۰/۴۱۵	۰/۱۲۵^{a}	۰/۱۹۷	۰/۴۷۹	۱/۰۱۶	۰/۸۹۶^{b}
تیمار ۴	۱/۴۹۵^{a}	۰/۰۹۸^{bc}	۲/۳۳۱^{a}	۰/۴۳۳	۰/۱۲۴^{a}	۰/۲۰۱	۰/۴۷۶	۱/۰۶۰	۰/۹۶۷^{b}
تیمار ۵	۱/۵۵۵^{a}	۰/۱۱۰^{a}	۲/۰۵۱^{d}	۰/۴۱۶	۰/۱۱۴^{ab}	۰/۲۱۵	۰/۴۹۱	۱/۱۴۹	۱/۰۷۱^{a}
تیمار ۶	۱/۵۳۱^{a}	۰/۱۰۵^{b}	۲/۰۶۱^{d}	۰/۴۱۶	۰/۱۱۶^{a}	۰/۲۰۲	۰/۴۷۵	۱/۰۷۴	۰/۹۷۷^{ab}
SEM	۰/۰۳۴	۰/۰۰۴	۰/۰۴۵	۰/۰۱۵	./۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۳۲	۰/۰۳۶
Pvalue	۰/۰۳۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۱۶۳	۰/۰۱۹	۰/۰۸۶	۰/۱۸۶	۰/۱۱۶	۰/۰۰۲

حروف متفاوت در هر ستون برای هر پارامتر نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ است

*تیمار۱-شاهد: روی ۱۰۰، منگنز ۱۰۵، مس ۱۵ و آهن۱۸ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۲-شاهد+تیمار CuMnFe (مس،منگنز،آهن): روی ۱۰۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰ و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۳-شاهد+تیمار ZnMnFe (روی،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۱۵و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۴-شاهد+تیمار ZnCuFe (روی،مس،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۰۵، مس ۲۰و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۵-شاهد+تیمار ZnCuMn (روی،مس،منگنز): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۱۸میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۶-شاهد+تیمار ZnCuMnFe (روی،مس،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۲۳میلی‌گرم برکیلوگرم

جدول ۵- اثرات فرم آلی روی، مس، منگنز و آهن در شرایط تنش گرمایی بر صفات ریخت شناسی و میکروبیولوژی ایلئوم جوجه های گوشتی در ۴۲ روزگی

*نوع تیمار	طول پرز (µm)	عمق کریپت (µm)	طول پرز به عمق کریپت (µm)	ضخامت لایه عضلانی (µm)	*کلی‌فرم* (log cfu/g)	*لاکتوباسیلوس* (log cfu/g)
تیمار ۱	۶۲۳/۰^{c}	۱۴۹/۹^{ab}	۴/۴۰۲^{b}	۲۲۹/۳^{c}	۴/۱۰۰^{a}	۳/۵۱۶^{c}
تیمار ۲	۷۳۹/۹^{b}	۱۲۰/۹^{c}	۶/۲۱۰^{a}	۳۱۷/۶^{b}	۳/۰۱۶^{c}	۳/۳۴۱^{c}
تیمار ۳	۶۴۱/۷^{c}	۱۳۲/۸^{bc}	۴/۸۶۳^{b}	۳۵۱/۴^{a}	۳/۱۴۶^{bc}	۴/۴۵۱^{a}
تیمار ۴	۶۶۳/۳^{c}	۱۴۴/۳^{abc}	۴/۶۱۶^{b}	۳۳۴/۸^{ab}	۳/۰۱۶^{c}	۳/۳۶۸^{c}
تیمار ۵	۸۷۲/۷^{a}	۱۷۰/۰^{a}	۵/۲۵۲^{ab}	۳۴۴/۸^{ab}	۳/۰۷۸^{c}	۳/۹۸۶^{b}
تیمار ۶	۶۵۷/۲^{c}	۱۳۱/۲^{bc}	۵/۰۹۱^{b}	۳۴۲/۴^{ab}	۳/۵۹۳^{b}	۳/۶۵۳^{bc}
SEM	۲۵/۳۵۷	۱۰/۲۲۱	۰/۳۳۴	۱۱/۶۰۲	۰/۱۷۸	۰/۱۳۸
Pvalue	۰/۰۰۱	۰/۰۳۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱

حروف متفاوت در هر ستون برای هر پارامتر نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ است

*تیمار۱-شاهد: روی ۱۰۰، منگنز ۱۰۵، مس ۱۵ و آهن۱۸ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۲-شاهد+تیمار CuMnFe **(**مس،منگنز،آهن**):** روی ۱۰۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰ و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۳-شاهد+تیمار ZnMnFe (روی،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۱۵و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۴-شاهد+تیمار ZnCuFe (روی،مس،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۰۵، مس ۲۰و آهن۲۳ میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۵-شاهد+تیمار ZnCuMn (روی،مس،منگنز):روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۱۸میلی‌گرم برکیلوگرم تیمار۶-شاهد+تیمار ZnCuMnFe (روی،مس،منگنز،آهن): روی ۱۴۰، منگنز ۱۲۵، مس ۲۰و آهن۲۳میلی‌گرم برکیلوگرم

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این آزمایش، مصرف جیره‌های حاوی عناصرآلی بخصوص تیمار ZnCuFe در شرایط تنش‌گرمایی باعث افزایش وزن لاشه (سینه و ران) و بهبود عملکرد (افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک) در دوره‌های پایانی و کل دوره گردید. مصرف تیمارهای CuMnFe و ZnCuMn باعث بهبود خصوصیات ریخت شناسی روده بخصوص طول پرز در مقایسه با سایر تیمارها شدند. همچنین مصرف جیره‌های حاوی ZnCuFe و ZnMnFe در جوجه‌های‌گوشتی تحت تنش‌گرمایی، موجب کاهش جمعیت مضر میکروبی روده (جمعیت *کلی‌فرم‌ها*) و افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید (*لاکتوباسیل‌ها*) شدند.

منابع

Akbari, M., Kermanshahi, H., Moghaddam, H. N., Moussavi, A. H. and Afshari, J.T. (2008). Effects of wheat soybean meal based diet supplementation with vitamin A, vitamin E and zinc on blood cells, organ weights and humoral immune response in broiler chickens. *Journal Animal Veterinary Advances*. 7: 297-304.

Awad, W., Ghareeb, K. and Boh, J. (2008). Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a synbiotic containing Enterococcus faecium and oligosaccharides. *International Journal Molecular Sciences*. 9: 2205- 2216.

Azad, M.A.K., Kikusato, M., Sudo, S., Amo, T. and Toyomizu, M. (2010). Time course of ROS production in skeletal muscle mitochondria from chronic heat-exposed broiler chicken. *Comparat□ ive Biochemistry and Physiology*. 157: 266-271.

Bao, Y.M., Choct, M. and Bruerton, K. (2009). Organic Zn and broiler chicken nutrition. *British Poultry Science*. 50: 95–102.

Bradley, G., Thomas, L., Savage, F. and Karen, I.T. (1994). The Effects of supplementing diets with saccharomyces cerevisiae var. boulardii on male poult performance and ileal morphology. *Poultry Science.* 73:1766-1770.

Gajura, S., Panda, A., Gopinath, N., Rao, S., Raju, M., Reddy, M. and Kummer, C.V. (2008). Effects of higher levels of zinc supplementation on performance, mineral availability, and immune competence in broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research.* 17:79-86.

Geraert, P.A., Padilha, J.C.F., Guillaumin, S. (1996). Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. *British Journal of Nutrition.* 75:195–204

Gholami, M., Golian, A., Kermanshah, H. and Zerehdaran, S. (2016). Comparision of relative bioavailability of Mn proteinate and Mn oxide in young broiler chicks. *Iranian Journal of Animal Science*. 47: 2003-2013.

Kim, G.B., Seo, Y., Shin, K., Rhee, A., Han, J., Paik, I.K. (2011). Effects of supplemental cop-permethionine chelate and copper-soy-proteinate on performance, blood parameters, liver min-eral content and intestinal microfloria of broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research.* 20: 21-32.

Kucuk, O. (2008). Zinc in a combination with magnesium helps reducing negative effects of heat stress in quails. *Biology Trace Element Research*. 123, 144-153.

Kwiecien, M., Winiarska-Mieczan, A., Zawisilak, K. and Sroka, S. (2014). Effect of copper glycinate chelate on biomechanical, morphometric and chemical properties of chicken femur. *Annals of Animals Science.* 14: 127-135.

Leeson, S. (2009). Copper metabolism and dietary needs. *World's Poultry Science Journal*. 65:353-66.

Li, Y., Hansen, S., Borst, L., Spears, J. and Moeser, A. (2016). Dietary iron deficiency and oversupplementation increase intestinal permeability, ion transport, and inflammation in pigs. *Journal Nutrition*. 146:1499–505.

Lin, H., Jiao, H., Buyse, J. and Decuypere, E. (2006). Strategies for preventing heat stress in Poultry. *World's Poultry Science Journal.* 62: 71-85.

Lonnderdal, B. (2017). Excess iron intake as a factor in growth, infections, and development of infants and young children. *Amirican Journal Clinical Nutrition.*106:1681S–987S

Luo, X., Liu, S., Lu, L., Li, S., Xie, J., Zhang, L., Zhang, J. and Luo, X. (2007). Relative bioavailability of iron proteinate for broilers fed a casein-dextrose diet. *Poultry Science*. 86: 888-894.

MacDonald, R.S. (2000). The role of zinc in growth and cell proliferation. *Journal Nutrition.* 130 (5S Suppl.): 1500S–1508S.

Manangi, M., Vazquez-Anon, M., Richard, J., Carter, S. and Buresh, R. (2012). Impact of feeding lower levels of chelated trace minerals versus industry levels of inorganic trace minerals on broiler performance, yield, footpad health, and litter mineral concentration. *The Journal of Applied Poultry Research*. 21: 881–890.

Mingan, C. (2001). Alternative to in-feed antibiotics in monogastric animal industry. *ASA Technical Bulletin.* AN30:1-6.

Mitchell, M., Carlisle, A. (1992). The effects of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (Gallus domesticus*). Comparative Biochemistry and Physiology Part A*. 101:137-42.

Mohannad, A., Abdelqader, A., Irshaid, R., Hayajneh, F., Al-Khazaleh, M. and Al Fataftah, A. 2019). Effects of organic zinc on the performance and gut integrity of broilers under heat stress conditions. *Archives Animal Breeding.* 63: 125–135.

Mwangi, S., Timmons, J., Paul, M., Macalintal, L., Pescatore, A., Cantor, A., Ford, M. and Dawson, K. (2017). Effect of zinc imprinting and replacing inorganic zinc with organic zinc on earlyperformance of broiler chicks. *Poultry Science*. 96:861–86.

Nafisi, M. Rezaee, M. Hosseini, S. and Kazemifard, M. (2019). Effect of different sources of manganese, zinc and copper on performance, carcass characteristics and immune response of broiler. *Animal Production*. 21:113-125.

Pang, Y., Patterson, J. A. and Applegate, T. (2009). The influence of copper concentration and source on ileal microbial. *Poultry Scince*. 44: 549-562.

Rosa, P., Faria Filho, D., Dahlke, F., Vieira, B., Macari, M. and Furlan, R. (2007). Performance and carcass characteristics of broiler chickens with different growth potential and submitted to heat stress. *Brazil Journal Poultry Science*. 9: 181-186.

Sahin, K. and Kucuk, O. (2003). Zinc supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. *Journal Nutrition*. 33:2808–2811.

Sahin, K., Sahin, N., Kucuk, O., Hayirli, A. and Prasad, A. (2009). Role of dietary zinc in heat-stressed poultry: A review. *Poultry Science*. 88:2176-83.

Sanz Fernandez, M., Pearce, S., Gabler, N., Patience, J., Wilson, M., Socha, M., Torrison, J., Rhoads, R. and Baumgard, L. (2014). Effects of supplemental zinc amino acid complex on gut integrity in heat-stressed growing pigs. *The Animal Consortium.* 8:43–50.

Salim, H., Jo, C. and Lee, B. (2008). Zinc in broiler feeding and nutrition. *Avian Biology Research*. 1:5–18.

SAS Institute. (2011). The SAS system for Windows No. 9.4. SAS Institute, Cary, NC.

Shamsudeen, P. and Shrivastava, H. (2013). Biointeraction of chelated and inorganic copper with aflatoxin on growth performance of broiler chicken. *International Journal of Veterinary Science.* 2: 106-110.

Shao, Y., Lei, Z., Yuan, J., Yang, Y., Guo, Y. and Zhang, B. (2014). Effect of zinc on growth performance, gut morphometry, and cecal microbial community in broilers challenged with Salmonella enterica serovar typhimurium. *Journal Microbiology*. 52:1002–11.

Sirri, F., Maiorana, G., Tavaniello, S., Chen, J., Petracci, M. and Meluzzi, A. (2016). Effect of different levels of dietary zinc, manganese, and copper from organic or inorganic sources on performance, bacterial chondronecrosi intramuscular collagen char acteristics and occurrence of meat quality defects of broiler chickens. *Poultry Science.* 95:1813-1824.

Sohail, M., Hume, M., Byrd, J., Nisbet, D., Ijaz, A., Sohail, A., Shabbir, M. and Rehman, H. (2012). Effect of Supplementation of Prebiotic Mannan-Oligosaccharides and Probiotic Mixture on Growth Performance of Broilers Subjected to Chronic Heat Stress *Poultry Science*. 91: 2235–2240.

Suttle, N.F.(2010). Mineral Nutrition of Live stock (4th ed.,).*CAB International, Oxfordshire, United Kingdom*. Pp: 355–376.

Tako, E., Ferket, P. and Uni, Z. (2005). Changes in chicken intestinal zinc exporter (ZnT1) mRNA expression and small intestine functionality following an intra amniotic zinc-methionine (ZnMet) administration. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 16:339-346.

Xia, M.S, Hu, C.H. and Xu, Z.R. (2004). Effects of copper-bearing montmorillonite on growth performance, digestive enzyme activities, and intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry Science*. 83: 1868-1875.

Zhao, J., Shirley, R., Vazquez, M., Dibner, J., Richards, J., Fisher, P., Hampton, T., Christensen, K. D., Allard, J.P., Giesen, A.F. (2010). Effects of chelated trace minerals on growth performance, breast meat yield, and footpad health in commercial meat broilers. *Journal of Applied Poultry Research.* 19: 365–372.