نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳۰، بهـار ۱٤۰۰
ص‌ص: ۷۵~۸۸

اثر منبع و سطح منگنز، روی و مس بر عملکرد جوجه‌های گوشتی با استفاده از روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی

- **مهرداد نفیسی** (نویسنده مسئول)
عضو هیات علمی بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران ، ایران.
- **منصور رضایی**
استاد گروه علوم دامی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران .
- **سید عبداله حسینی**
عضو هیات علمی موسسه تحقیقات علوم دامی ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج ، ایران.
- **محمد کاظمی فرد**
استاد گروه علوم دامی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
- **مهدی امیر صادقی**
عضو هیات علمی موسسه تحقیقات علوم دامی ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج ، ایران.
- **مجید افشار**
عضو هیات علمی بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران ، ایران.

تاریخ دریافت : فروردین ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۳۹۹
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۳۵۵۳۳۰۷۲۵
Email: mehrnafisi@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2020.125290.1876

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر منبع و سطح استفاده از عناصر منگنز، روی و مس بر عملکرد رشد سویه تجاری جوجه گوشتی کاب ۵۰۰ با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار، ٤ تکرار و ۲۰ قطعه جوجه در هر واحد آزمایشی انجام شد. جوجه‌ها در طول دوره پرورش در شرایط یکسان نگهداری شدند. جهت انتخاب بهترین تیمار و تصمیم‌گیری در مورد منبع و سطح عناصر منگنز، روی و مس از روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی استفاده شد. بر اساس رتبه‌بندی بدست آمده، تیمار حاوی عناصر منگنز، روی و مس به شکل آلی با منشا داخلی و تامین ۱۰۰ درصد نیاز، دارای بالاترین نمرات در مقایسه با سایر گروه‌ها بود. تیمار دارای عناصر منگنز، روی و مس به فرم آلی خارجی و ۵۰ درصد نیاز و تیمار شاهد منفی، ضعیف‌ترین عملکرد را نشان دادند. براساس نتایج حاصل می‌توان استفاده از فرم آلی داخلی عناصر منگنز، روی و مس را به عنوان راه‌کاری جهت تامین نیاز جوجه‌های گوشتی به‌منظور افزایش عملکرد رشد و کاهش نیاز به واردات این عناصر به شکل آلی خارجی، توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری چند شاخصی، جوجه‌های گوشتی، عملکرد، مواد معدنی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 130 pp: 75-88

Effect of manganese, zinc and copper source and level on performance of broilers using multiple attribute decision making management method

By: Mehrdad Nafisi*[1], Mansour Rezaee[2], Seied Abbdolah Hosseini[3], Mohamad Kazemifard[4], Mehdi Amir Sadeghi[5], Majid Afshar[6]

1: Animal scie,nce department, Tehran Agricultural and Natural Source Research and Education Center. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). Tehran. Iran.

2: Professor, Department of Animal Science, University of Agriculture and Natural Resources of Sari, Sari, Iran

3: Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

4: Associate Professor, Department of Animal Science, University of Agriculture and Natural Resources of Sari, Sari, Iran

5: Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

6: Animal scie,nce department, Tehran Agricultural and Natural Source Research and Education Center. Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO). Tehran. Iran.

Received: April 2019 **Accepted: May 2020**

This research was conducted to investigate the effect of source and level of manganese, zinc and copper utilization on growth performance of Cobb 500 commercial broiler using completely randomized design with 7 treatments, 4 replications and 20 chicks per experimental unit. The chicks were reared in the same conditions during production period. The multiple attribute decision making management method was used to select the best treatment and to decide on the source and level of manganese, zinc and copper. Based on the obtained rankings, the treatment containing manganese, zinc and copper in the form of organic with internal origin and supply of 100 percent of the requirement had the highest score when compared with other groups. The treatment containing manganese, zinc and copper in the form of organic with external origin and supply of 50 percent of the requirement and negative control treatment showed the weakest performance. Based on the results, it is recommended to use the organic form of manganese, zinc and copper with internal origin as an approach to meet the broiler requirements for increasing growth performance and reducing the need for import of these elements in the external organic form.

Key words: multiple attribute decision making, broilers, performance, minerals.

مقدمه

مقدار نیاز پرندگان به عناصر معدنی کم نیاز، اندک است ولی این عناصر برای فرایندهای فیزیولوژیکی متعددی، ضروری می‌باشند (Soetan و همکاران، ۲۰۱۰). این عناصر در رشد (Hesari و همکاران، ۲۰۱۲ ؛ Gressley، ۲۰۰۹)، تولید (Siiliano-Jones و همکاران، ۲۰۰۸ ؛ Gressley، ۲۰۰۹) و تولید مثل (Andrieu، ۲۰۰۸) دخالت دارند و برای سلامت و ایمنی، ضروری هستند (Arthington، ۲۰۰۵ ؛ Andrieu، ۲۰۰۸). همچنین عناصر معدنی، کوفاکتور برخی آنزیم‌ها از جمله سوپراکسید دیسموتاز (Antonyuk و همکاران، ۲۰۰۹)، سرولوپلاسمین (Hussein and Staufenbiel, 2012) و کاتالاز (Markesbery و همکاران، ۲۰۰۱) می‌باشند که نقش مهمی در ایمنی دارند (Gressley, 2009). این آنزیم‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند (Andrieu, 2008) و با خنثی کردن اکسیدکننده‌های تولید شده در اثر شرایط محیطی نامطلوب، از تنش اکسیداتیو، عفونت و

بیماری‌ها جلوگیری می‌کنند (Gressley، ۲۰۰۹). علاوه بر این، عنصر روی بر بیان ژن متالوتیونین تاثیر دارد (Huang و همکاران، ۲۰۰۷) و در بسیاری از واکنش‌های آنزیمی، نقش اصلی را در رونویسی و سیگنال سلولی ایفا می‌کند (Lemire و همکاران، ۲۰۰۸). با توجه به نقش حیاتی این عناصر در بدن، مقدار بازده استفاده از عناصر کم نیاز، از مهمترین موضوعات مطرح در تغذیه مدرن طیور می‌باشد (Swiatkiewicz و همکاران، ۲۰۱۴). از طرف دیگر، عناصری نظیر منگنز و روی در بسیاری از واکنش‌های بدن به ویژه واکنش‌های مربوط به تشکیل استخوان و غضروف نقش مهمی دارند که در سال‌های اخیر، با توجه به رشد بالای جوجه‌های گوشتی و افزایش فشار بر استخوان‌ها، به یکی از مشکلات اساسی در صنعت پرورش جوجه‌های گوشتی، تبدیل شده‌اند (Tomaszewska، ۲۰۱۷ ؛ Ji و همکاران، ۲۰۰۶).

امروزه روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) در زمینه‌های متعددی، مورد استفاده قرار می‌گیرند. دلیل این امر، توانایی و قابلیت بالای این روش‌ها در مدل‌سازی و سادگی و قابل فهم بودن آن‌ها برای اکثر کاربران می‌باشد (محمدی زنجیرانی، ۱۳۹۳). این روش‌ها برای تجزیه و تحلیل با چند گزینه به کار می‌روند و دارای چندین شاخص هستند که معیارهایی برای ارزیابی و انتخاب گزینه‌ها، محسوب می شوند. یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری در این خصوص، مدل TOPSIS است (مؤمنی، ۱۳۹۶). اساس این مدل بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد (Malczewski، ۱۹۹۷). در این ارتباط، در پژوهشی از چند روش برای رتبه‌بندی کشورها استفاده و گزارش شد که با توجه به میزان دقت مورد نیاز، روش TOPSIS به واقعیت نزدیک‌تر است (سلطان پناه و همکاران، ۱۳۸۹).

روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی در سال‌های اخیر، در مورد طیور نیز مورد توجه زیادی قرارگرفته است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۴ ؛ Hosseini و همکاران ۲۰۱۲). میمندی‌پور و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی بر روی مخمر، پنج روش رتبه‌بندی را با هم مقایسه و گزارش کردند که در روش‌های میانگین وزنی و میانگین وزن سفارشی شده، تیمار حاوی ۱٪ در روش TOPSIS تیمار دارای ۰/۷۵٪ و در روش ماکزیمم، تیمار حاوی ۰/۵٪ مخمر، بهترین گزینه بودند. حسینی و همکاران (۱۳۹۰) برای تعیین سطح مناسب متیونین از روش‌های SAW ، TOPSIS و اقتصادی استفاده کردند و نتیجه گرفتند که بهترین سطح متیونین در جیره مرغ مادر آرین، ۰/۳۰ تا ۰/۳۳ درصد است. سیدآبادی و همکاران (۱۳۹۴) برای بررسی عوامل مدیریتی موثر در مزارع پرورش جوجه‌های گوشتی، از سیستم تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده و گزارش کردند که گروه مدیریت عالی، از عوامل مدیریتی بیشتری استفاده کرده بودند. نعمتی و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه و مدل مجموع ساده وزنی، سهم هر یک از عوامل را در رتبه‌بندی واحدهای مرغداری تعیین نمودند و گزارش کردندکه دو عامل سیستم تهویه و عایق‌سازی مرغداری‌ها، ۵۵ درصد ضریب تکنولوژیکی را به خود اختصاص دادند. حسینی و همکاران (۱۳۹۶) نیز از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه برای درجه‌بندی واحدهای مرغ تخمگذار استان البرز استفاده نمودند. در این تحقیق در واحدهای بزرگ، ۱۰٪ مزارع در گروه امتیازی بالای ۹۰، ۴۰٪ در گروه امتیازی کمتر از ۹۰ و بیشتر از ۸۰ و ۵۰٪ در گروه امتیازی کمتر از ۸۰ درجه‌بندی شدند.

استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه در انتخاب منبع و سطح استفاده از عناصر منگنز، روی و مس می‌تواند به عنوان یک راهکار مورد توجه قرار گیرد. در این پژوهش سعی شد با تمرکز بر صفات عملکرد رشد و سیستم ایمنی و با روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، الگویی برای نحوه استفاده از این عناصر در پرورش جوجه‌های گوشتی، ارائه شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در زمستان سال ۱۳۹۶ در سالن پرورش جوجه گوشتی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور اجرا شد. آزمایش به صورت پرورش در بستر و با استفاده از تعداد ۵۶۰ قطعه جوجه یک‌روزه سویه کاب ۵۰۰ انجام شد. دان‌خوری‌ها به صورت ناودانی و آب‌خوری‌ها از نوع کله قندی (تا سن پنج روزگی) و سپس از نوع آویز بودند. گرمای سالن توسط سیستم هیتر تأمین می‌شد. برنامه نوری به صورت ۲۴ ساعت روشنایی در دوره آزمایش، اِعمال شد. همه جوجه‌های گوشتی، جیره پایه مشترک بر اساس توصیه‌های سویه کاب ۵۰۰ (Cobb-Vantress)، دریافت کردند (جدول ۱).

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های پایه آغازین، رشد و پایانی

ماده خوراکی (درصد)	آغازین	رشد	پایانی
ذرت	۵۴/۷۳	۵۷/۲۷۹	۶۲/۵۹۵
کنجاله سویا	۳۹/۷۷۵	۳۶/۵۶	۳۱/۷۳
روغن سویا	۱/۵	۲/۵	۲
دی کلسیم فسفات	۱/۴	۱/۳۸	۱/۳
کربنات کلسیم	۱/۳۲	۱/۱	۱/۳
مکمل ویتامینی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
نمک	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۷
دی ال متیونین	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۱۵
بی کربنات سدیم	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
لیزین	۰/۱	۰/۰۵۶	–
فیتاز	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
جمع	۹۹/۷۵	۹۹/۷۵	۹۹/۷۵
موادمغذی محاسبه شده			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۰۶/۱۳	۲۹۵۵/۱۳	۳۲۰۷/۵۸
پروتئین خام (٪)	۲۲/۱۳	۲۰/۹۵	۱۹/۰۶۸
کلسیم (٪)	۱/۰۲	۰/۹	۰/۹۷
فسفر قابل استفاده (٪)	۰/۵۰۴	۰/۴۵	۰/۴۷
سدیم (٪)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
کلر (٪)	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲
لیزین (٪)	۱/۲۲	۱/۱۰۸	۰/۰۶۹
متیونین (٪)	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۴۳
متیونین +سیستئین (٪)	۱/۰۱	۰/۹۳	۰/۷۷
ترئونین (٪)	۰/۸۲	۰/۸۱	۰/۷۵
تریپتوفان (٪)	۰/۳۲	۰/۳	۰/۲۷

هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی اضافه شده به جیره، دارای مواد مغذی ذیل بود: ویتامین A، ۳۲۰۰۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین D_3، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین E، ۹۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین K_3، ۸۸۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_1، ۶۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_2، ۱۶۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_3، ۳۵۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_4، ۲۴۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_5، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_6، ۱۵۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_7، ۵۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_9، ۴۸۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۷/۵ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدان، ۴۰۰۰۰۰ میلی‌گرم.

این تحقیق بر اساس یک طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی به شرح زیر بودند:

تیمار۱) جیره پایه+ مکمل پایه معدنی+ بدون افزودن مکمل عناصر منگنز، روی و مس (شاهد منفی)

تیمار۲) جیره پایه+ مکمل پایه معدنی همراه با مکمل عناصر منگنز، روی و مس به شکل معدنی به مقدار توصیه شده توسط راهنمای پرورش سویه تجاری کاب ۵۰۰ (شاهد مثبت)

تیمار۳) جیره پایه+ مکمل پایه معدنی همراه با مکمل عناصر منگنز، روی و مس به شکل معدنی با کاهش به ۵۰ درصد غلظت توصیه شده توسط راهنمای پرورش سویه تجاری کاب ۵۰۰

تیمار۴) جیره پایه+ مکمل پایه معدنی همراه با مکمل عناصر منگنز، روی و مس به شکل آلی موجود در بازار به مقادیر توصیه شده توسط راهنمای پرورش سویه تجاری کاب ۵۰۰

تیمار۵) جیره پایه+ مکمل پایه معدنی همراه با مکمل عناصر منگنز، روی و مس به شکل آلی موجود در بازار با کاهش به ۵۰ درصد غلظت توصیه شده توسط راهنمای پرورش سویه تجاری کاب ۵۰۰

تیمار۶) جیره پایه+ مکمل پایه معدنی همراه با مکمل عناصر منگنز، روی و مس به شکل آلی تولید شده در کشور به مقدار توصیه شده توسط راهنمای پرورش سویه تجاری کاب ۵۰۰

تیمار۷) جیره پایه+ مکمل پایه معدنی همراه با مکمل عناصر منگنز، روی و مس به شکل آلی تولید شده در کشور با کاهش به۵۰ درصد غلظت توصیه شده توسط راهنمای پرورش سویه تجاری کاب ۵۰۰

جدول ۲- غلظت مواد معدنی در مکمل پایه مشترک مورد استفاده در جیره‌ها (میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل)

ماده معدنی	آهن	سلنیوم	کولین کلراید	ید	منگنز	مس	روی
غلظت (میلی گرم در کیلوگرم)	۱۴۰۰۰	۳۰۰۰	۲۶۰۰۰۰	۴۰۰۰	۰	۰	۰

در ابتدای آزمایش، جوجه‌های یک‌روزه توزین و به‌صورت تصادفی در ۲۸ واحد آزمایشی (۲۰ قطعه جوجه در هر قفس) قرار گرفتند. دما در شروع آزمایش، ۳۳ درجه سانتی‌گراد بود که با کاهش روزانه نیم درجه به ۲۳ درجه‌سانتی‌گراد رسید و تا انتهای دوره آزمایش، در این دما ثابت باقی ماند. صفات عملکرد شامل وزن زنده و خوراک مصرفی به صورت هفتگی اندازه‌گیری و میانگین وزن نهایی، میانگین خوراک مصرفی روزانه و ضریب تبدیل غذایی به صورت دوره‌ای تعیین شدند. در طول دوره آزمایش، تمامی تلفات به صورت روزانه ثبت و در پایان درصد ماندگاری و شاخص تولید، محاسبه شدند.

برای بررسی عملکرد سیستم ایمنی هومورال و تعیین تیتر آنتی‌بادی، دو بار آنتی‌ژن گلبول قرمز گوسفند (SRBC) (پنج درصد) به مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر تزریق و هفت روز بعد از هر تزریق، خون‌گیری انجام شد (Peterson و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین در سن ۴۲ روزگی، از ورید زیر بالِ دو قطعه پرنده دیگر به ازای هر تکرار، خون‌گیری به عمل آمد. این نمونه‌های خون که آغشته به ماده ضدّ انعقاد EDTA بودند (Thornton و همکاران، ۲۰۰۶) برای شمارش افتراقی گلبول‌های سفید خون (هتروفیل و لنفوسیت) به روش رنگ آمیزی گیمسا، مورد استفاده قرار گرفتند (Leslie and Frank، ۱۹۸۹) و نسبت هتروفیل به لنفوسیت محاسبه شد.

در این آزمایش از مدل تصمیم‌گیری TOPSIS که یک مدل تصمیم‌گیری چند شاخصی است، استفاده شد (Hwang and Yoon، ۱۹۸۱ و مومنی، ۱۳۹۶). برای استفاده از مدل مدیریتی چند شاخصی، مراحل ذیل به ترتیب انجام شد.

الف) تبدیل شاخص‌های کیفی به کمی: با توجه به کمّی بودن

تمامی صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش، تبدیل شاخص‌ها مورد استفاده قرار نگرفت.

ب) بی‌مقیاس‌سازی: به منظور حذف بعد منفی و مثبت شاخص‌های کمّی مورد نظر جهت جمع‌پذیری صفات، از بی‌مقیاس‌سازی نرمال استفاده شد.

n_{ij}، مقدار بی‌مقیاس شده گزینه i از نظر شاخص j است.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}^2}}$$

ج) ارزیابی اوزان شاخص‌ها:

با توجه به اهمیت نسبی شاخص‌ها، ضروری است به هر شاخص وزن داده شود به‌طوری که جمع اوزان هر شاخص معادل عدد یک شود (پورطاهری، ۱۳۸۹). در این آزمایش، از روش آنتروپی جهت ارزیابی اوزان شاخص‌ها استفاده شد. برای به دست آوردن اوزان شاخص‌ها، مراحل زیر طی شد.

محاسبه توزیع احتمال (P_{ij}):

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}}$$

مقدار انتروپی (E_j):

$$E_j = -k\sum_{i=1}^{m}[p_{ij} \ln p_{ij}]$$

مقدار عدم اطمینان (d_i):

$$d_i = 1 - E_j$$

و اوزان شاخص‌ها (W_j):

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j}$$

د) اولویت‌بندی شاخص‌ها بر مبنای معیارهای انتخابی

س) مشخص نمودن راه حل ایده‌آل مثبت و راه حل ایده‌آل منفی

تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی برای به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی که فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده‌آل مثبت (V_j^+) و فاصله هر گزینه تا ایده‌آل منفی(V_j^-) است بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

V_{ij}= مقدار گزینه V_j^+= مقدار در گزینه‌ای که حداکثر مقدار را دارد و در این گزینه، مقادیر بالاتر مطلوب‌تر است. V_j^-= مقدار در گزینه‌ای که حداقل مقدار را دارد و در این گزینه، مقادیرکمتر مطلوب‌تر است.

d_i^+= فاصله هر تیمار تا ایده‌آل مثبت d_i^-= فاصله هر تیمار تا ایده‌آل منفی

ی) تعیین نزدیکی نسبی(CL) به راه‌حل ایده‌آل و رتبه‌بندی

$$CL = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

در رتبه‌بندی گزینه‌ها، هر گزینه‌ای که CL آن بزرگ‌ترین عدد باشد، از بقیه گزینه‌ها بهتر است (مومنی، ۱۳۹۶).

نتایج و بحث

جدول ۳ ماتریس تصمیم‌گیری جهت تعیین بهترین تیمار آزمایشی را نشان می‌دهد. در این جدول، صفات خوراک مصرفی، وزن زنده در سن ۴۲ روزگی، ضریب تبدیل غذایی، ماندگاری، شاخص تولید، پاسخ به SRBC و نسبت هتروفیل به لنفوسیت (شاخص تنش)، درصد خاکستر، منگنز، روی و مس استخوان درشت‌نی جهت تعیین تیمار مطلوب، مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۳- ماتریس تصمیم‌گیری

ماتریس	وزن بدن (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی	لاشه (درصد)	ماندگاری (درصد)	شاخص تولید	SRBC (لگاریتم پایه دو)	هتروفیل/ لنفوسیت (درصد)	خاکستر استخوان (درصد)	منگنز استخوان (درصد)	روی استخوان (درصد)	مس استخوان (درصد)
شاهد منفی	۲۲۸۷	۳۷۹۵	۱/۶۷	۶۹/۳۶	۹۸/۸۵	۳۲۵	۵/۶۲	۰/۱۱۵	۴۰/۹۱	۴/۲۲	۱۱۶	۵/۳
سولفات ۱۰۰٪ نیاز	۲۳۷۳	۳۸۲۶	۱/۶۲	۷۱/۹۶	۹۳/۷۵	۳۲۸	۵/۵	۰/۱۱۵	۴۰/۱۷	۴/۴۷	۱۳۳	۳/۷
سولفات ۵۰٪ نیاز	۲۳۸۸	۳۹۰۵	۱/۶۴	۶۹/۹۹	۹۵	۳۳۰	۵/۸۷	۰/۱۲۵	۴۰/۵۹	۳/۸۴	۱۲۰	۴/۲
خارجی ۱۰۰٪ نیاز	۲۳۵۰	۳۸۱۰	۱/۶۲	۷۱/۸۵	۹۸/۶۹	۳۴۱	۴/۳۷	۰/۱۴	۳۷/۰۶	۳/۷۲	۱۲۴	۵
خارجی ۵۰٪ نیاز	۲۲۷۹	۳۸۹۶	۱/۷۱	۷۲/۷۹	۹۷/۵	۳۰۹	۵/۷۵	۰/۱۱۵	۴۰/۲۰	۴/۵۵	۱۳۵	۴/۸
داخلی ۱۰۰٪ نیاز	۲۴۳۳	۳۹۹۹	۱/۶۴	۷۲/۳۴	۹۸/۷۵	۳۴۸	۶/۱۲	۰/۱۱۲	۴۱/۷۷	۳/۹۷	۱۲۶	۴/۸
داخلی ۵۰٪ نیاز	۲۳۱۴	۳۹۳۵	۱/۷	۷۰/۱۷	۹۸/۷۵	۳۲۰	۵/۸۷	۰/۱۲	۴۰/۲۲	۳/۹۱	۱۱۸	۳/۹
نوع معیار	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
وزن معیار	۰/۳۷	۰/۰۵	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲

در گام بعدی مقیاس‌های موجود در ماتریس تصمیم‌گیری، بدون مقیاس شدند. به این ترتیب که هر کدام از مقادیر بر اندازه بردار مربوط به همان شاخص تقسیم شدند. جدول ۴ نشان‌دهنده ماتریس بی‌مقیاس است. این بی‌مقیاس‌سازی به‌منظور حذف بُعد منفی و مثبت شاخص‌های کمّی مورد نظر برای جمع‌پذیری صفات بوده و برای این کار از بی‌مقیاس‌سازی نرمال استفاده شد. داده‌های به‌دست آمده از روش بی‌مقیاس‌سازی، در دامنه صفر تا یک قرار داشتند.

جدول ٤- نرمال سازی یا بی‌مقیاس سازی ماتریس تصمیم‌گیری

ماتریس بی مقیاس	وزن بدن (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی	لاشه (درصد)	ماندگاری (درصد)	شاخص تولید	SRBC (لگاریتم پایه دو)	هتروفیل/ لنفوسیت (درصد)	خاکستر استخوان (درصد)	منگنز استخوان (درصد)	روی استخوان (درصد)	مس استخوان (درصد)
شاهد منفی	۰/۳۶۸۳	۰/۳۶۹۵	۰/۳۸۰۸	۰/۳۶۸۱	۰/۳۸۳۸	۰/۳۷۳۴	۰/۳۷۸۶	۰/۳۶۰۴	۰/۳۸۵	۰/۳۸۸	۰/۳۵۱	۰/۴۴۲
سولفات ۱۰۰٪ نیاز	۰/۳۸۲۲	۰/۳۷۲۶	۰/۳۶۹۴	۰/۳۸۱۹	۰/۳۶۴	۰/۳۷۶۹	۰/۳۷۰۵	۰/۳۶۰۴	۰/۳۷۸	۰/۴۱۱	۰/۴۰۲	۰/۳۰۵
سولفات ۵۰٪ نیاز	۰/۳۸۴۶	۰/۳۸۰۳	۰/۳۷۴۰	۰/۳۷۱۴	۰/۳۶۸۹	۰/۳۷۹۲	۰/۳۹۵۴	۰/۳۹۱۷	۰/۳۸۲	۰/۳۵۳	۰/۳۶۳	۰/۳۴۶
خارجی ۱۰۰٪ نیاز	۰/۳۷۸۵	۰/۳۷۱۰	۰/۳۶۹۴	۰/۳۸۱۳	۰/۳۸۳۲	۰/۳۹۱۸	۰/۲۹۴۴	۰/۴۳۸۷	۰/۳۴۸	۰/۳۴۲	۰/۳۷۵	۰/۴۱۲
خارجی ۵۰٪ نیاز	۰/۳۶۷۰	۰/۳۷۹۴	۰/۳۸۹۹	۰/۳۸۶۳	۰/۳۷۸۶	۰/۳۵۵۱	۰/۳۸۷۳	۰/۳۶۰۴	۰/۳۷۸	۰/۴۱۸	۰/۴۰۹	۰/۳۹۵
داخلی ۱۰۰٪ نیاز	۰/۳۹۱۸	۰/۳۸۹۴	۰/۳۷۴۰	۰/۳۸۳۹	۰/۳۸۳۴	۰/۳۹۹۹	۰/۴۱۲۳	۰/۳۵۱	۰/۳۹۳	۰/۳۶۵	۰/۳۸۱	۰/۳۹۷
داخلی ۵۰٪ نیاز	۰/۳۷۲۷	۰/۳۸۳۲	۰/۳۸۷۷	۰/۳۷۲۴	۰/۳۸۳۴	۰/۳۶۷۷	۰/۳۹۵۴	۰/۳۷۶۰	۰/۳۷۸	۰/۳۵۹	۰/۳۵۷	۰/۳۲۵

ماتریس تصمیم‌گیری، در واقع پارامتری است و لازم است کمی شود. بدین لحاظ مجموعه وزن‌ها، در ماتریس نرمال شده ضرب شد. با توجه به اهمیت نسبی شاخص‌ها، ضروری است به هر شاخص وزن داده شود بطوری‌که جمع اوزان هر شاخص معادل عدد یک شود. به این منظور برای هر شاخص، وزنی معین شد. در این آزمایش از روش آنتروپی جهت ارزیابی اوزان شاخص‌ها استفاده شد (جدول ۵).

جدول ۵- وزن‌دهی به ماتریس نرمال شده

ماتریس وزین	وزن بدن (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی	لاشه (درصد)	ماندگاری (درصد)	شاخص تولید	SRBC (لگاریتم پایه دو)	هتروفیل/ لنفوسیت (درصد)	خاکستر استخوان(د رصد)	منگنز استخوان (درصد)	روی استخوان (درصد)	مس استخوان (درصد)
شاهد منفی	۰/۱۳۶	۰/۰۱۸۵	۰/۰۷۶	۰/۰۳۶	۰/۰۱۹۲	۰/۰۱۸۷	۰/۰۱۸۹	۰/۰۱۸	۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۸۹
سولفات ۱۰۰٪ نیاز	۰/۱۴۱	۰/۰۱۸۶	۰/۰۷۳	۰/۰۳۸	۰/۰۱۸۲	۰/۰۱۸۸	۰/۰۱۸۵	۰/۰۱۸	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۶۱
سولفات ۵۰٪ نیاز	۰/۱۴۲	۰/۰۱۹۰	۰/۰۷۴	۰/۰۳۷	۰/۰۱۸۴	۰/۰۱۹۰	۰/۰۱۹۸	۰/۰۱۹	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷۳	۰/۰۰۶۹
خارجی ۱۰۰٪ نیاز	۰/۱۴۰	۰/۰۱۸۶	۰/۰۷۳	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹۲	۰/۰۱۹۶	۰/۰۱۴۷	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۸۳
خارجی ۵۰٪ نیاز	۰/۱۳۵	۰/۰۱۹۰	۰/۰۷۸	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹۹	۰/۰۱۷۸	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۷۹
داخلی ۱۰۰٪ نیاز	۰/۱۴۵	۰/۰۱۹۵	۰/۰۷۴	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹۲	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۷۳	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۷۹
داخلی ۵۰٪ نیاز	۰/۱۳۸	۰/۰۱۹۲	۰/۰۷۷	۰/۰۳۷	۰/۰۱۹۲	۰/۰۱۸۴	۰/۰۱۹۸	۰/۰۱۹	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۶۵

در جدول ۶، علامت مثبت برای صفاتی که عدد بالاتر آنها مطلوب بوده و علامت منفی برای صفاتی که مقدارکمتر آنها مطلوب می‌باشد، به کار برده شده است. همچنین برای تعیین تیمار مطلوب، به برخی صفات مهم‌تر ضریب بالاتری داده شد. در مورد صفات وزن زنده در سن ۴۲ روزگی، ضریب تبدیل غذایی و درصد لاشه به ترتیب وزن (ضریب) ۰/۳۷، ۰/۲ و ۰/۱ داده شد و برای صفات کم اهمیت‌تر که بعضاً در صفات دیگر نیز دیده شده‌اند مانند درصد ماندگاری، شاخص تولید، خوراک مصرفی، پاسخ ایمنی و نسبت سلول‌های خونی، ضریب ۰/۰۵ و درصد خاکستر، منگنز، روی و مس استخوان درشت نی، ضریب ۰/۰۲ لحاظ شد (جدول ۳). دو گزینه مجازی ایجاد شده در واقع بدترین و بهترین راه حل هستند. با توجه به ماتریس تصمیم‌گیری، مثبت و منفی بودن راه حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی برای هر شاخص تعیین شد (جدول ۶). همانطور که پیش از این بیان شد، راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به صورت زیر تعریف می‌شوند. بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگ‌ترین و برای شاخص‌های منفی، کوچک‌ترین مقادیر هستند و بدترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، کوچک‌ترین و برای شاخص‌های منفی، بزرگ‌ترین مقادیر می‌باشند.

جدول ٦- تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و منفی

راه حل بهینه	وزن بدن (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی	لاشه (درصد)	ماندگاری (درصد)	شاخص تولید	SRBC (لگاریتم پایه دو)	هتروفیل لنفوسیت (درصد)	خاکستر استخوان (درصد)	منگنز استخوان (درصد)	روی استخوان (درصد)	مس استخوان (درصد)
+	۰/۱۴۵	۰/۰۱۸	۰/۰۷۳۹	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹
-	۰/۱۳۵	۰/۰۱۹	۰/۰۷۸۰	۰/۰۳۶	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶

فاصله بین هر گزینه، با استفاده از روش اقلیدسی سنجیده شد. بدین منظور مقدار فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی با استفاده از فرمول‌های بیان شده در بخش مواد و روش‌ها تعیین شد که نتایج آن در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷- تعیین اندازه فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی

اندازه فاصله	+	-
فاقد مکمل منگنز، روی و مس (شاهد منفی)	۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۷
سولفات ۱۰۰٪نیاز (شاهد مثبت)	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۹۲
سولفات ۵۰٪ نیاز	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۹۳
خارجی ۱۰۰٪ نیاز	۰/۰۰۹۱	۰/۰۰۶۸
خارجی ۵۰٪ نیاز	۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۶۹
داخلی ۱۰۰٪ نیاز	۰/۰۰۲۰	۰/۰۱۲۷
داخلی ۵۰٪ نیاز	۰/۰۰۸۹	۰/۰۰۶۵

جدول ۸ نشان دهنده نزدیکی نسبی یک گزینه به راه حل ایده‌آل است. در این جدول هر گزینه‌ای که عدد مربوط به آن بزرگ‌تر باشد، از بقیه گزینه‌ها مطلوب‌تر است. بر اساس نتایج این جدول، فرم آلی داخلی عناصر منگنز، روی و مس در حد تامین ۱۰۰٪ نیاز، بالاترین نمره را در بین تیمارها به‌دست آورد. در رتبه بعدی عناصر منگنز، روی و مس به فرم سولفات در حد تامین ۵۰٪ نیاز مشاهده شد. ضعیف‌ترین عملکرد در تیمار حاوی فرم آلی خارجی عناصر منگنز، روی و مس در حد تامین ۵۰٪ نیاز بود و در رتبه بعد تیمار شاهد منفی قرار داشت.

جدول ۸- محاسبه نزدیکی به راه حل ایده‌آل مثبت و منفی و رتبه‌بندی گزینه‌ها

ضریب نزدیکی	نتیجه
داخلی ۱۰۰٪ نیاز	۰/۸۶۲۱
سولفات ۵۰٪ نیاز	۰/۶۵۸۵
سولفات ۱۰۰٪ نیاز (شاهد مثبت)	۰/۶۳۷۶
خارجی ۱۰۰٪ نیاز	۰/۴۲۸۴
داخلی ۵۰٪ نیاز	۰/۴۲۲۳
فاقد مکمل منگنز، روی و مس (شاهد منفی)	۰/۴۲۱۹
خارجی ۵۰٪ نیاز	۰/۳۹۹۵

بطور کلی، شکلی از مواد معدنی که در آن عناصر به ترکیبات پروتئینی یا کربوهیدرات‌ها متصل می‌شوند کیلات نامیده می‌شوند. در ارتباط با مقایسه کیلات‌ها با شکل معدنی عناصر منگنز، روی و مس تحقیقات متعددی انجام شده است. سائنماهایاک و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایشی اثر منابع مختلف عنصر روی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که تیمار حاوی بیشترین مقدار شکل آلی این عنصر سبب بهبود معنی‌دار وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با جیره شاهد شد ($P< 0.05$). در آزمایش دیگری بر روی جوجه‌های گوشتی نیز اثر مثبت مکمل روی- پروتئین بر افزایش وزن، مصرف خوراک و غلظت روی در پلاسمای خون مشاهده شد (Liu و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین اثر ۲ منبع (شکل آلی و معدنی) عناصر منگنز، روی و مس و دو سطح آنها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی بررسی شد. نتایج نشان دادند که جوجه‌ها در تیمار حاوی شکل آلی منگنز، روی و مس در سن ۵۱ روزگی بطور معنی‌داری ($P< 0.05$) وزن بیشتر، افزایش وزن بالاتر و ضریب تبدیل غذایی بهتری داشتند (Sirri و همکاران، ۲۰۱۶). علاوه بر این، Das و همکاران (۲۰۱۰) اثر دو منبع مس (سولفات مس و پروتئینات مس) و سه سطح مکمل مس بر عملکرد جوجه‌های گوشتی را مقایسه وگزارش کردند که کیلات مس- پروتئین اثر مثبت و معنی‌داری بر افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی داشت. Kim و همکاران (۲۰۱۱) نتیجه گرفتند که مکمل کردن مس به شکل آلی سبب بهبود رشد و کاهش جمعیت باکتری اشریشیا کلی شد. این پژوهش‌ها با نتایج تحقیق حاضر، هم‌خوانی دارند.

در مقابل، Manangi و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشی به منظور بررسی همزمان اثر چند عنصر کم‌نیاز بر عملکرد جوجه‌های گوشتی، از دو منبع معدنی و آلی استفاده و گزارش کردند که اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد بین تیمارها وجود نداشت که با نتایج این پژوهش، مغایرت دارد. در پژوهش دیگری نیز نشان داده شد که منابع آلی و سولفاته عنصر روی تاثیر معنی‌داری بر صفات رشد نداشتند (Sahin و همکاران، ۲۰۰۵). بنظر می‌رسد که تفاوت‌های موجود بین گزارش‌ها را می‌توان به نوع منبع (کیلات)، نوع اسید آمینه و پروتئین و شرایط خاص هر آزمایش (سطح استفاده شده عناصر منگنز، روی و مس، استفاده جداگانه یا همزمان از عناصر، نوع جیره پایه، طول دوره پرورش و نوع پرنده) نسبت داد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تلاش شد برای ارزیابی جامع و چند جانبه تاثیر کیلات آلی عناصر منگنز، روی و مس بر عملکرد جوجه‌های گوشتی، از روش تصمیم گیری چند شاخصه استفاده شود. بر اساس نمرات حاصل از این روش، تیمار حاوی عناصر منگنز، روی و مس به شکل آلی با منشا داخلی و تامین ۱۰۰٪ نیاز جوجه‌ها، دارای بالاترین نمره در مقایسه با سایر گروه‌ها بود. تیمار حاوی عناصر منگنز، روی و مس به فرم آلی خارجی و تامین ۵۰٪ نیاز جوجه‌ها و تیمار شاهد منفی، ضعیف‌ترین عملکرد را نشان دادند.

بر اساس این نتایج می‌توان استفاده از فرم آلی داخلی عناصر منگنز، روی و مس را به‌عنوان راه‌کاری جهت تامین نیاز جوجه‌های گوشتی به‌منظور افزایش عملکرد رشد و کاهش نیاز به واردات این عناصر به شکل آلی خارجی، توصیه نمود.

منابع

پور طاهری، م. (۱۳۸۹). *کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در جغرافیا*. چاپ اول، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت). مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی. ص ۱۱۹.

حسینی، س. ع.، زاغری، م.، لطف الهیان، ه.، شیوازاد، م. و مروج، ح. (۱۳۹۰). تعیین سطح مناسب متیونین در مرغ مادر گوشتی با استفاده از روش اقتصادی حداکثرسازی سود و تصمیم‌گیری بر مبنای پاسخ‌های چندگانه. علوم دامی ایران. دوره ۴۲، شماره ۳، ص ص. ۳۳۶-۳۲۹.

حسینی، س. ع.، سیاج، م.، زارعی، ا.، لطف الهیان، ه.، آقاشاهی ع. و سلیمانی، م. (۱۳۹۶). درجه‌بندی واحدهای مرغ تخم‌گذار با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). دوره ۳۰، شماره۱۱۷، ص ص. ۲۶-۱۷.

حسینی، س. ع.، کوچک‌زاده ملاری، م. و سیدآبادی، ح. (۱۳۹۴). تعیین سهم عوامل هزینه‌ای مؤثر بر قیمت تمام شدهٔ هر کیلوگرم مرغ گوشتی با روش تصمیم‌گیری چند شاخصه در استان تهران. تولیدات دامی. دوره ۱۷، شماره ۱، ص ص. ۵۸-۵۱.

سلطان پناه، ه.، فاروقی، ه. و گلابی، م. (۱۳۸۹). به‌کارگیری و مقایسه تکنیک‌های تصمیم گیری چند شاخصه در رتبه‌بندی کشورها بر مبنای میزان توسعه انسانی. مجله دانش و فناوری. سال اول، شماره ۲، ص ۱۱۵.

سیدآبادی، ح.، حسینی، س. ع. و احمدی، م. (۱۳۹۴). بررسی اثر عوامل مدیریتی بر عملکرد مزارع پرورش جوجه‌گوشتی استان گلستان با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری چند شاخصه. فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی. دوره ۴، شماره ۱۶، ص ص. ۱۰-۳.

محمدی زنجیرانی، د.، سلیمی فرد، خ. و یوسفی ده بیدی، ش. (۱۳۹۳). بررسی عملکرد متداول‌ترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه با رویکرد بهینه‌یابی. مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن. سال یازدهم، شماره اول، (پیاپی ۴۰)، ص ص. ۸۴-۶۵.

مومنی، م. (۱۳۹۶). *مباحث نوین تحقیق در عملیات*. چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران. ص ص. ۸۰-۲۰.

نعمتی، م. ح.، حسینی، س. ع.، منصوری، ع. و موسوی، س. س. (۱۳۹۵). رتبه‌بندی واحدهای مرغداری گوشتی براساس ساختمان، تأسیسات و تجهیزات با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه در استان زنجان. تولیدات دامی. دوره ۱۸، شماره ۳، ص ص. ۳۹۷-۳۸۷.

Andrieu, S. (2008). Is there a role for organic trace element supplements in transition cow health? *Veterinary Journal*. 176: 77-83.

Antonyuk, S.V., Strange, R.W., Marklund, S.L. and Hasnain, S.S. (2009). The structure of human extracellular copper-zinc superoxide dismutase at 1.7 A resolution: insights into heparin and collagen binding. *Journal of Molecular Biology*. 388: 310-326.

Arthington, J.D. (2005). Trace mineral nutrition and the immune response in cattle. Proceedings of 64th Annual Minnesota Nutrition Conference. Minneapolis, MN. p. 106.

Cobb-Vantress. (2012) Cobb 500 Broiler Performance Nutrition Supplement. Available at: http://www.cobb-vantress.com.

Das, T.K., Mondal, M.K., Biswas, P., Bairagi, B. and Samanta, C.C. (2010). Influence of level of dietary inorganic and organic copper and energy level on the performance and nutrient utilization of broiler chickens. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 23: 82-89.

Gressley, T.F. (2009). Zinc, copper, manganese, and selenium in dairy cattle rations. Proceedings of the 7th Annual Mid Atlantic Nutrition Conference. University of Maryland, College Park. 65-71.

Hesari, B.A., Mohri, M. and Seifi, H.A. (2012). Effect of copper edentate injection in dry pregnant cows on hematology, blood metabolites, weight gain and health of calves. *Tropical Animal Health Production*. 44(5): 1041-1047.

Hosseini, S.A., Mahdavi, A., Lotfollahian, H., Mohiti-Asli, M., Rezapourian, E., Meimandipour,A. *et al*. (2012). Determination of energy equivalent value of Natuzyme P in corn and soybean based diet by multiattribute decision making. *In: Proceeding of the 1st International Conference on Animal Nutrition and Environment*. Khon Kaen, Thailand, p. 799-802.

Huang, Y.L., Luo, X.G. and Liu, B. (2007). An optimal dietary zinc level of broiler chicks fed a corn-soybean meal diet. *Poultry Science*. 86: 2582-2589.

Hussein, H.A. and Staufenbiel, R. (2012). Variations in copper concentration and ceruloplasmin activity of dairy cows in relation to lactation stages with regard to ceruloplasmin to copper ratios. *Biological Trace Element Research*. 146:47-52.

Hwang, C.L. and Yoon, K. (1981). Multi Attribute Decision Making: Methods and Applications. 1st edition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. pp. 15-242.

Ji, F., Luo, X.G., Lu, L., Liu, B. and Yu, S.X. (2006). Effect of manganese source on manganese absorption by the intestine of broilers. *Poultry Science*. 85: 1947-1952.

Kim, G.B., Seo, Y.M., Shin, K.S., Rhee, A.R., Han, J. and Paik, I.K. (2011). Effects of supplemental copper-methionine chelate and copper-soy proteinate on the performance, blood parameters, liver mineral content, and intestinal microflora of broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research*. 20: 21-32.

Lemire, I., Mailloux, R. and Appanna, V.D. (2008). Zinc toxicity alters mitochondrial metabolism and leads to decreased ATP production in hepatocytes. *Journal of Applied Toxicology*. 28: 175-182.

Leslie, H. and Frank, CH. (1989). Practical Immunology. 3rd edition. Blackwell Scientific, London. P. 23.

Liu, S.B., Li, S.F., Lu, L., Xif, J.J., Zhang, L.Y., Wang, R.L. and Luo, X.G. (2013). The effectiveness of zinc proteinate for chicks fed a conventional corn-soybean meal diet. *The Journal of Applied Poultry Research*. 22: 396-403.

Malczewski, J. (1997). Propagation of errors in multicriteria location analysis: a case study, P. 154-155. In: Fandel, G. and Gal, T. (eds.) *Multiple Criteria Decision Making.* 1st edition. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Manangi, M.K., Vazquez-Anon, M., Richard, J.D., Carter, S. and Buresh, R.E. (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.

Markesbery, W.R., Montine, T.J. and Lovell, M.A. (2001). Oxidative alterations in neurodegenerative diseases. In: Mattson, M.P. (Ed.), *Pathogenesis Disorders*.1st edition. Humana Press, Totowa, NJ, USA.

Meimandipour, A., Hosseini, S.A., Lotfollahian, H., Hosseini, S.J., Hosseini, S.H. and Sadeghipanah, H. (2012). Multiattribute decision-making: use of scoring methods to

compare the performance of laying hen fed with different levels of yeast. *Italian Journal of Animal Science*.11: 82-86.

Peterson, A.L., Qureshi, M.A., Ferket, P.R. and Fuller, J.C.J.R. (1999). Enhancement of cellular and humoral immunity in young broilers by the dietary supplementation of β-hydroxy-βmethylbutyrate. Immunopharmacology and Immunotoxicology. 21(2): 307-330.

Saenmahayak, B., Bilgili, S.F., Hess, J.B. and Singh, M. (2010). Live and processing performance of broiler chickens fed diets supplemented with complexes zinc. *The Journal of Applied Poultry Research*. 19: 330-344.

Sahin, K., Smith, M.O., Onderci, M., Sahin, N., Gursu, M.F. and Kueuk, O. (2005). Supplementation of zinc from organic or inorganic Source improves performance and antioxidant status of heat-distressed quail. *Poultry Science*. 84: 882-887.

Siciliano-Jones, J.L., Socha, M.T., Tomlinson, D.J. and De Frain, J.M. (2008). Effect of trace mineral source on lactation performance, claw integrity, and fertility of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 91:1985-1995.

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 chondronecrosis, intramuscular collagen characteristics and occurrence of meat quality defects of broiler chickens. *Poultry Science*. 95:1813-1842.

Soetan, K.O., Olaiya, C.O. and Oyewole, O.E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. African Journal of Food Science. 4:200-222.

Świątkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A. and Jozefiak, D. (2014). The efficacy of organic minerals in poultry nutrition: review and implications of recent studies. *World's Poultry Science Journal*. 70:475-486.

Thornton, S.A., Corzo, A., Pharr, G.T., Dozier, W.A., Miles, D.M. and Kidd, M.T. (2006). Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. *British Poultry Science*. 47:190-199.

Tomaszewska, E., Muszyński, S., Dobrowolski, P., Kwiecień, M., Winiarska-Mieczan, A. and Świetlicka, I. (2017). Effect of zinc level and source (zinc oxide vs. zinc glycine) on bone mechanical and geometric parameters, and histomorphology in male Ross 308 broiler chicken. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 19:159-170.