تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۰
صفحه‌های ۶۳۱-۶۲۱
DOI: 10.22059/jap.2021.314954.623581

مقاله پژوهشی

بررسی آثار افزودن پروبیوتیک و اسانس روغنی آویشن پوشش‌دارشده بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی با استفاده از روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی

ابراهیم باباخانی[1*]، رضا رستمیان[2]
۱. دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران.
۲. استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۰۵

چکیده
هدف از این مطالعه بررسی اثرات افزودن پروبیوتیک و اسانس آویشن پوشش‌دارپوشش‌دارشده بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی با استفاده از روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی بود. در این مطالعه ٤٢٠ جوجه گوشتی در قالب هفت گروه آزمایشی با شش تکرار و ۱۰ جوجه در هر تکرار به‌مدت ٤٢ روز استفاده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره فاقد اسانس آویشن و پروبیوتیک (شاهد)، ۲- جیره حاوی۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک، ۳- جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن، ٤- جیره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک، ٥- جیره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن، ٦- جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن+ ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک و ۷- جیره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن+ ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک بودند. عملکرد رشد برای کل دوره و پاسخ‌های ایمنی هومورال بررسی شد. وزن شاخص برای افزایش وزن ۰/۲، برای ضریب تبدیل ۰/۱۵، برای شاخص تولید ۰/۲۵ و برای دیگر صفات ۰/۱۰ در نظر گرفته شد. براساس نتایج به‌دست‌آمده ضرایب برای گروه شاهد، پروبیوتیک ۱۰۰، آویشن ۱۰۰، پروبیوتیک ۲۰۰، آویشن ۲۰۰، پروبیوتیک ۲۰۰+ آویشن ۲۰۰ و پروبیوتیک ۱۰۰ و آویشن ۱۰۰ به‌ترتیب ۰/۰٤۷٦، ۰/۱۲٦، ۰/۱۹۸، ۰/۳۱٥، ۰/٤۲۷، ۰/۷۲۷ و ۰/۹٥٦ بود. بنابراین، گروه ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن+ ۱۰۰میلی‌گرم پروبیوتیک بهترین پاسخ ایمنی و عملکرد رشد را داشتند. بنابراین بر طبق نتایج به‌دست‌آمده، افزودن ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن+ ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک به جیره جوجه‌های گوشتی برای بهبود پاسخ ایمنی و عملکرد رشد توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اسانس گیاهی، ایمنی هومورال، پروبیوتیک، جوجه‌های گوشتی، مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی.

Investigation of the effects of adding probiotic and encapsulated thyme essential oil on growth performance and immune responses of broiler chicks by multi attribute decision making

Ebrahim Babakhani[1*], Reza Rostamian[2]
1. Ph.D. Candidate, Department of Agriculture Economic, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Agriculture Economic, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.
Received: December 16, 2020 Accepted: May 26, 2021

Abstract
The current study aimed to investigate the effects of adding probiotic and encapsulated thyme essential oil (TEO) on growth performance and immune responses of broiler chicks by multi attribute decision making (MADM). In the current study, 420 broiler chicks were allocated into 7 experimental groups with 6 replication and 10 broiler chicks per replication for 42 days. The experimental treatments were included 1) diet lack of TEO and probiotic (control), 2) diet containing 100 mg probiotic, 3) diet containing 100 mg TEO, 4) diet containing 200 mg probiotic, 5) diet containing 200 mg TEO, 6) diet containing 100 mg probiotic+100 mg TEO, and 7) diet containing 200 mg TEO+ 200 mg probiotic. Growth performance and humoral immune responses were investigated. Index weights for weight gain, feed conversion ratio, production index were 0.2, 0.15 and 0.25, respectively and index weight of 0.1 was considered for other parameters. Coefficients for control, probiotic 100, TEO 100, probiotic 200, TEO 200, probiotic 100 + TEO 100 and probiotic 200 + TEO 200 were 0.0476, 0.126, 0.198, 0.315, 0.427, 0.727 and 0.956, respectively. Thus, adding 100 mg probiotic and 100 mg TEO into diet increased immune response and growth performance. Based on obtained results, it is suggested that dietary inclusion of 100 mg TEO + 100 mg probiotic in diet of broiler chicks has a potential to improve immune response and growth performance.

Keywords: Broiler chicks, Herbal essential oils, Humoral immunity, Multi attribute decision making, Probiotic

* نویسنده مسئول Email: e.babakhani@qaemiau.ac.ir

مقدمه

اگرچه استفاده گسترده از آنتی‌بیوتیک‌ها باعث بهبود عملکرد رشد در دام‌ها و طیور شده است، ولی استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها با محدودیت‌هایی مانند ماندن بقایای آنتی‌بیوتیکی در محصولات دامی و مقاومت آنتی‌بیوتیکی مواجه می‌باشد [۱۲]. جوجه‌های گوشتی به‌دلیل رشد سریع با چالش‌های بهداشتی، رشد و سلامتی روبه‌رو می‌باشند [۱٤]، که یافتن ترکیبات جایگزین برای آنتی‌بیوتیک‌ها در مورد آن‌ها را اجتناب‌ناپذیر نموده است. مطالعات نشان داده‌اند که افزودن عصاره‌های گیاهی و اسانس‌های گیاهی [۱۷] و پروبیوتیک‌ها [۲۰] به جیره آن‌ها می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌ها باشند.

پروبیوتیک‌ها، اثرات خود را روی سیستم ایمنی از طریق تأثیر گذاشتن روی اندام‌های لنفاوی، سیستم روده‌ای و پاسخ ایمنی ذاتی و اکتسابی نشان می‌دهند [۲۲ و ۱٤]. مطالعات هم‌چنین نشان داده‌اند که باکتری‌های پروبیوتیک *باسیلوس سوبتیلیس* باعث افزایش تولید آنزیم‌های هضمی همانند پروتئاز، آمیلاز و لیپاز می‌شوند و بر ریخت‌شناسی روده نیز تأثیر می‌گذارند که در نهایت می‌تواند موجب بهبود هضم و جذب مواد غذایی و عملکرد رشد گردند [۱۲].

در سال‌های اخیر از گیاهان دارویی و مشتقات حاصله از آن‌ها مانند اسانس‌های گیاهی برای بهبود عملکرد رشد و سلامتی حیوانات استفاده می‌شود [۱۷]. اسانس‌های گیاهی عملکرد رشد را توسط مداخله در میکروفلورای روده و بهبود عملکرد جذبی روده، بهبود می‌دهند [۸-٦]. استفاده از گیاهان دارویی با محدودیت‌های زیادی به‌علت ناپایداری و فرّاربودن اجزای آن‌ها در زمان فرآوری خوراک و در دستگاه گوارش همراه است [٦]. پوشش‌دارکردن اسانس‌های گیاهی، آن‌ها را از نور محافظت می‌کند و از تجزیه آن‌ها در زمان فرآوری خوراک و در دستگاه گوارش جلوگیری می‌کند [۲۳]. در این مطالعه، از اسانس آویشن (*Thyme vulgaris* L.) استفاده شد. مطالعات قبلی اثرات مثبت اسانس آویشن را بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی گزارش کرده‌اند [۱۱]. بنابراین پروبیوتیک و اسانس آویشن تأثیرات مثبتی روی ایمنی و عملکرد رشد دارند.

با توجه به این‌که در پژوهش‌های علوم دامی معمولاً از مقایسه میانگین‌ها برای مقایسه اثر گروه‌های آزمایشی مختلف استفاده می‌شود و تنها یک صفت مورد بررسی قرار می‌گیرد، سنجش پتانسیل روش‌های مقایسه چندصفتی از اهمیت بالایی در تصمیم‌گیری برخوردار می‌باشد. روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصی (Multi attribute decision making) راه‌حل مناسبی برای تصمیم‌گیری براساس تمام صفات می‌باشد، که در علوم دامی نیز موردتوجه قرار گرفته است [۱]. یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری در این خصوص، مدل تاپسیس (Technique for order of preference by similarity to ideal solution) است [۱۸]. اساس این مدل بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه‌حل مطلوب مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیش‌ترین فاصله را با راه‌حل مطلوب منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. نقطه مطلوب به‌عنوان مناسب‌ترین، وزین‌ترین و قابل‌تصورترین نقطه، تعریف می‌شود. بهترین گزینه، نزدیک‌ترین گزینه به نقطه مطلوب خواهد بود [۱]. در این روش فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص، به‌طور یکنواخت، افزایشی یا کاهشی است. در این روش که برای تجزیه و تحلیل چند گزینه (تیمار) استفاده می‌شود، چند شاخص وجود دارد که مدیر و تصمیم‌گیرنده آن صفات را مشخص و وزن‌دهی می‌کند.

براساس بررسی‌های انجام‌گرفته، تاکنون مطالعه‌ای برای بررسی اثرات افزودن پروبیوتیک و اسانس آویشن پوشش-

دارشده بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی با استفاده از این روش گزارش نشده است. بنابراین در این آزمایش توانایی روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی برای سنجش آثار افزودن پروبیوتیک و اسانس آویشن پوشش‌دارشده بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در یک سالن پرورش جوجه گوشتی در شهرستان سرپل‌ذهاب استان کرمانشاه به شیوه پرورش در بستر انجام شد.

در این مطالعه ٤٢٠ جوجه گوشتی یک روزه نر نژاد راس ۳۰۸ در قالب هفت گروه آزمایشی با شش تکرار و ۱۰ جوجه در هر تکرار یا پن‌هایی با ابعاد ۱×۱ مترمربع، به‌صورت تصادفی موردبررسی قرار گرفتند. گروه‌های آزمایشی به‌صورت زیر بودند:

جیره فاقد پروبیوتیک و اسانس گیاهی (گروه شاهد)

جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از پروبیوتیک (پروبیوتیک ۱۰۰)

جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از اسانس آویشن (آویشن ۱۰۰)

جیره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از پروبیوتیک (پروبیوتیک ۲۰۰)

جیره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از اسانس آویشن (آویشن ۲۰۰)

جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از پروبیوتیک+ ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از اسانس آویشن (پروبیوتیک ۱۰۰+ آویشن ۱۰۰)

جیره‌های حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از پروبیوتیک+ ۲۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از اسانس آویشن (پروبیوتیک ۲۰۰+ آویشن ۲۰۰)

جیره پایه براساس کاتالوگ احتیاجات غذایی سویه راس ۳۰۸ [۳] تنظیم و شرایط نگهداری و پرورش جوجه‌ها در طول دوره آزمایشی براساس توصیه‌های این نژاد صورت گرفت شد. اجزای جیره نیز براساس روش‌های استاندارد، آنالیز شیمیایی شدند (جدول ۱). آب و خوراک به‌صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. برنامه نوری به‌صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت خاموشی بود. دمای سالن با استفاده از دماسنج‌های جیوه‌ای نصب‌شده در نقاط مختلف سالن تنظیم شد.

در این مطالعه از محصول پروبیوتیکی دانپرو (شرکت فناوری نوین آرین یکتا–ایران) استفاده شد که حاوی ٤×١٠^{٧} باکتری *باسیلوس سوبتیلیس* بود. اسانس آویشن نیز از شرکت باریج اسانس کاشان تهیه شد و مطابق روش مطالعات قبلی [۱۱] در پارک علم و فناوری شهرستان سرپل ذهاب پوشش‌دار شد. کیتوزان در ۱۰ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر از محلول یک درصد استیک اسید حل شد. محلول در دمای اتاق برای مدت یک شب هم زده شد، تا کیتوزان به‌صورت یکنواخت در آن پراکنده شود. محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی فیلتر شد و در ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد برای ۱۵ دقیقه استریلیزه شد. ده میلی‌لیتر از سدیم تری‌پلی‌فسفات به ۲۵ میلی‌لیتر از محلول کیتوزان اضافه شد (pH=۵) و در دمای اتاق هم زده شد. محلول حاوی ۰/۵ درصد اسانس آویشن و ۰/۵ درصد توئین ۲۰ به محلول کیتوزان اضافه شد تا اسانس کپسوله آویشن تهیه شود. برای اطمینان از کارایی کپسوله‌شدن از نانوفوتومتر استفاده شد و کارایی آن به‌کمک رابطه (۱) محاسبه شد. کارایی کپسوله‌شدن در این مطالعه ۹۳ درصد بود، لذا مناسب تشخیص داده شد.

رابطه ۱)

$$\text{کارایی کپسوله‌شدن} = \frac{\text{اسانس کپسوله‌شده}}{\text{کل اسانس}} \times ١٠٠$$

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های پایه مورداستفاده در سنین مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی

اجزای جیره	یک تا ۱۰روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۴۲-۲۵روزگی
دانه ذرت	۵۲/۹۱	۵۸/۲۴	۶۰/۰۵
روغن گیاهی	۴/۰۱	۴/۱۸	۴/۱۷
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۷/۳۶	۲۹/۱۲	۳۲/۱۸
دی-ال متیونین	۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۲۵
ال- لیزین	۰/۲۸	۰/۱۶	۰/۱۵
ال- تره اونین	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۱۸
سنگ آهک	۱/۷۵	۰/۹۹	۱/۲۸
پودر ماهی	۲/۲۵	۵/۰۰	۰/۰۰
نمک طعام	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی کلسیم فسفات	۰/۱۲	۱/۱۶	۰/۹۹
مواد مغذی (محاسبه شده)			
انرژی (کیلوکالری/کیلوگرم)	۳۰۱۵/۱۸	۳۱۸۴/۱۵	۳۲۰۳/۵۵
پروتئین خام (درصد)	۲۳/۲۱	۲۱/۱۵	۱۹/۳۲
لیزین (درصد)	۱/۴۸	۱/۲۷	۱/۱۰
متیونین+سیستئین (درصد)	۱/۱۷	۰/۹۹	۰/۸۹
کلسیم (درصد)	۱/۱۵	۰/۹۱	۰/۸۹
فسفر در دسترس (درصد)	۰/۴۹	۰/۴۳	۰/۳۹
آرژنین (درصد)	۱/۳۷	۱/۲۲	۱/۱۴
سدیم (درصد)	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۸
کلر (درصد)	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۲
پتاسیم (درصد)	۰/۷۱	۰/۷۰	۰/۶۸

۰/۲۵ درصد از مکمل معدنی مورداستفاده مقادیر زیر را تأمین کرد: منگنز ۶۶۰۰ میلی‌گرم، آهن ۳۳۰۰ میلی‌گرم، ، روی ۶۶۰۰ میلی‌گرم، مس ۸۸۰ میلی‌گرم، ید ۹۰ میلی‌گرم، سلنیم ۳۰ میلی‌گرم. ۰/۲۵ درصد از مکمل ویتامینه مورداستفاده مقادیر زیر را تأمین کرد: ویتامین A ۷۷۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین B1 ۱۵۰ میلی‌گرم، ویتامین B2 ۴۴۰ میلی‌گرم، ویتامین B3 ۵۵۰ میلی‌گرم، ویتامین B6 ۳۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B12 ۸/۸ میلی‌گرم، ویتامین D3 ۳۳۰۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین E ۶۶۰ میلی‌گرم، ویتامین K3 ۵۵ میلی‌گرم، ویتامین B9 ۱۱ میلی‌گرم، ویتامین B5 ۲۲۰۰ میلی‌گرم، ویتامین H2 ۵/۵ میلی‌گرم، کولین کلراید ۲۷۵۰۰ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدان ۱۰ میلی‌گرم.

پروبیوتیک و اسانس آویشن به‌صورت جداگانه و ترکیب با جیره پایه (جدول ۱) مخلوط شدند. برای مخلوط کردن اسانس آویشن و پروبیوتیک، ابتدا مقادیر موردنیاز برای آویشن و پروبیوتیک با حجمی کمی از جیره مخلوط شد و سپس آن مقدار کم با مقدار کلی موردنظر مخلوط شد.

صفات عملکردی، شامل میانگین وزن نهایی، میانگین خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک مصرفی در سن ٤٢ روزگی با استفاده از روابط موجود محاسبه شد. هم‌چنین تمامی تلفات به‌همراه وزن لاشه و روز تلف‌شدن پرنده ثبت شد و بر این اساس تصحیحات لازم در تعیین میانگین اضافه وزن و خوراک مصرفی پرندگان و در نهایت ضریب تبدیل خوراک آن‌ها انجام گرفت. شاخص تولید با استفاده رابطه (۲) محاسبه شد [۱۹].

رابطه ۲) = شاخص تولید

(درصد ماندگاری× میانگین افزایش وزن روزانه) / (ضریب تبدیل خوراک مصرفی×۱۰)

برای ارزیابی ایمنی خونی، در سن ۳۵ روزگی به سه قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی، مقدار یک میلی‌لیتر سوسپانسیون پنج درصد گلبول قرمز خون گوسفند (SRBC) تزریق و هفت روز بعد، مقدار دو میلی‌لیتر خون جهت اندازه‌گیری عیار پادتن در پاسخ به تزریق SRBC گرفته شد [۹].

برای استفاده از مدل مدیریتی چند شاخصی، ابتدا شاخص‌های کیفی به کمی تبدیل شدند، سپس با استفاده از رابطه (۳)، عمل بی مقیاس‌سازی آن‌ها انجام شد. این عمل به‌منظور حذف بُعد منفی و مثبت شاخص‌های کمّی موردنظر جهت جمع‌پذیری صفات انجام شد. البته با توجه به کمّی‌بودن تمامی صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش، تبدیل شاخص‌ها مورداستفاده قرار نگرفت.

رابطه ۳)
$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}^2}}$$

که در این رابطه، n_{ij}، مقدار بی‌مقیاس‌شده گزینه i از نظر شاخص j است.

در ادامه به هر شاخص، وزن داده شد، به‌طوری‌که جمع اوزان هر شاخص، معادل عدد یک بود. در این آزمایش، از روش آنتروپی جهت ارزیابی اوزان شاخص‌ها استفاده شد [۱۸]، که در روابط (٤) تا (۷) نشان داده شده است:

رابطه ٤) محاسبه توزیع احتمال (P_{ij})
$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}}$$

رابطه ۵) محاسبه مقدار انتروپی (E_j)
$$E_j = -k\sum_{i=1}^{m}[p_{ij} \ln p_{ij}]$$

رابطه ٦) محاسبه مقدار عدم اطمینان (d_j)
$$d_i = 1 - E_j$$

رابطه ۷) محاسبه اوزان (W_j)
$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j}$$

در این آزمایش، از مدل تصمیم‌گیری تاپسیس که مدل تصمیم‌گیری چندشاخصی است، استفاده شد. در این مدل، معیار مثبت برای صفاتی که عدد بالاتر آن مطلوب بوده و معیار منفی برای صفاتی که مقدار کم‌تر آن مطلوب است به‌کار برده شده است. هم‌چنین برای تعیین تیمار مطلوب به برخی صفات مهم‌تر، ضریب بالاتری داده شد. وزن شاخص برای افزایش وزن ۰/۲، برای ضریب تبدیل ۰/۱۵، برای شاخص تولید ۰/۲۵ و برای دیگر صفات ۰/۱۰ در نظر گرفته شد. این ضرایب با توجه به اهمیت صفات مد نظر مؤثر بر تصمیم‌گیری، و براساس منابع علمی [۱۸] تعیین شد.

نتایج

نتایج برای ماتریس تصمیم‌گیری در جدول (۲) آورده شده است. تیمارها براساس شماره‌گذاری در بخش مواد و روش ارائه شده‌اند. در این بخش، میانگین داده‌ها برای صفات موردبررسی داده شده است. اثر شاخص تنها برای ضریب تبدیل خوراک مصرفی منفی بود.

جدول ۲. ماتریس تصمیم‌گیری برای تعیین آثار افزودن پروبیوتیک و اسانس روغنی آویشن پوشش‌دارشده بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی در سن ٤٢ روزگی

تیمارها	خوراک مصرفی (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل	ماندگاری (٪)	شاخص تولید	ایمونوگلوبین G (log_2)	ایمونوگلوبین M (log_2)
شاهد	۳۹۲۵	۲۱٤۰	۱/۸۵	۹۸	۲٦۹/۸۹	۲/۵۲	۱/۹۹
پروبیوتیک ۱۰۰	۳۹۱۰	۲۱٦۰	۱/۸۲	۹۷	۲۷٤/۰۵	۲/۵٦	۲/۱۰
آویشن ۱۰۰	۳۹۰۵	۲۱۵۰	۱/۸۱	۹۹	۲۸۰/۰٤	۲/۵۵	۲/۰۸
پروبیوتیک ۲۰۰	۳۸۹۰	۲۱۹۰	۱/۷۹	۹۵	۲۷٦/۷۲	۲/۸٤	۲/۲۱
آویشن ۲۰۰	۳۸۵۰	۲۲۱۰	۱/۷٦	۹۷	۲۸۹/۹۵	۲/۹۱	۲/۱۵
پروبیوتیک۱۰۰+ آویشن ۱۰۰	۳۸۰۰	۲۲۸۰	۱/٦٦	۱۰۰	۳۲٦/۹۸	۳/۱۰	۲/۳۵
پروبیوتیک۲۰۰+ آویشن ۲۰۰	۳۸۲۰	۲۲۵۰	۱/۷۰	۹۹	۳۱۱/۹٦	۲/۹۸	۲/۱٤
اثر شاخص	مثبت	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
وزن شاخص	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۱۰	۰/۱۰

جدول ۳. نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری برای تعیین آثار افزودن پروبیوتیک و اسانس روغنی آویشن پوشش‌دارپوشش‌دارشده بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی

تیمارها	خوراک مصرفی	افزایش وزن	ضریب تبدیل	ماندگاری	شاخص تولید	ایمونوگلوبین G	ایمونوگلوبین M
شاهد	۰/۳۸۳	۰/۳٦۸	۰/۳۹۵	۰/۳۷۸	۰/۳۵۰	۰/۳٤۱	۰/۳۵۰
پروبیوتیک ۱۰۰	۰/۳۸۱	۰/۳۷۱	۰/۳۸۸	۰/۳۷٤	۰/۳۵٦	۰/۳٤۷	۰/۳٦۹
آویشن ۱۰۰	۰/۳۸۱	۰/۳٦۹	۰/۳۸٦	۰/۳۸۲	۰/۳٦٤	۰/۳٤۵	۰/۳٦٦
پروبیوتیک ۲۰۰	۰/۳۷۹	۰/۳۷٦	۰/۳۸۲	۰/۳٦٦	۰/۳۵۹	۰/۳۸۵	۰/۳۸۹
آویشن ۲۰۰	۰/۳۷۵	۰/۳۸۰	۰/۳۷٦	۰/۳۷٤	۰/۳۷۷	۰/۳۹٤	۰/۳۷۸
پروبیوتیک ۱۰۰+ آویشن ۱۰۰	۰/۳۷۰	۰/۳۹۲	۰/۳۵٤	۰/۳۸٦	۰/٤۲۵	۰/٤۲۰	۰/٤۱۳
پروبیوتیک ۲۰۰+ آویشن ۲۰۰	۰/۳۷۲	۰/۳۸٦	۰/۳٦۳	۰/۳۸۲	۰/٤۰۵	۰/٤۰٤	۰/۳۷٦

جدول ٤. وزن‌دهی به ماتریس نرمال‌شده برای تعیین اثرات آثار افزودن پروبیوتیک و اسانس روغنی آویشن پوشش‌دارشده بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی

تیمارها	خوراک مصرفی	افزایش وزن	ضریب تبدیل	ماندگاری	شاخص تولید	ایمونوگلوبین G	ایمونوگلوبین M
شاهد	۰/۰۳۸۳	۰/۰۷۳٦	۰/۰۵۹۲۵	۰/۰۳۷۸	۰/۰۸۷۵	۰/۰۳٤۱	۰/۰۳۵۰
پروبیوتیک ۱۰۰	۰/۰۳۸۱	۰/۰۷٤۲	۰/۰۵۸۲	۰/۰۳۷٤	۰/۰۸۹۰	۰/۰۳٤۷	۰/۰۳٦۹
آویشن ۱۰۰	۰/۰۳۸۱	۰/۰۷۳۸	۰/۰۵۷۹	۰/۰۳۸۲	۰/۰۹۱۰	۰/۰۳٤۵	۰/۰۳٦٦
پروبیوتیک ۲۰۰	۰/۰۳۷۹	۰/۰۷۵۲	۰/۰۵۷۳	۰/۰۳٦٦	۰/۰۸۹۷	۰/۰۳۸۵	۰/۰۳۸۹
آویشن ۲۰۰	۰/۰۳۷۵	۰/۰۷٦۰	۰/۰۵٦٤	۰/۰۳۷٤	۰/۰۹٤۲	۰/۰۳۹٤	۰/۰۳۷۸
پروبیوتیک ۱۰۰+ آویشن۱۰۰	۰/۰۳۷۰	۰/۰۷۸٤	۰/۰۵۳۱	۰/۰۳۸٦	۰/۱۰٦۲	۰/۰٤۲۰	۰/۰٤۱۳
پروبیوتیک ۲۰۰+ آویشن ۲۰۰	۰/۰۳۷۲	۰/۰۷۷۲	۰/۰۵٤٤	۰/۰۳۸۲	۰/۱۰۱۲	۰/۰٤۰٤	۰/۰۳۷٦

جدول (۳) ماتریس بی مقیاس را نشان می‌دهد، که برای حذف بعد منفی و مثبت شاخص‌های کمی موردنظر جهت جمع‌پذیری صفات بوده و برای این کار از بی‌مقیاس‌سازی نرمال استفاده شد. هم‌چنین میزان ارزیابی اوزان شاخص‌ها در جدول (٤) نشان داده شده است.

سپس با توجه به ماتریس تصمیم‌گیری، مثبت و منفی‌بودن راه‌حل‌های مطلوب مثبت و منفی برای هر شاخص، تعیین شد (جدول ۵). همان‌طورکه پیش از این بیان شد، راه‌حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به‌صورت زیر تعریف شد. بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگ‌ترین و برای شاخص‌های منفی، کوچک‌ترین مقادیر بوده و بدترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، کوچک‌ترین و برای شاخص‌های منفی، بزرگ‌ترین هستند. در این تحقیق ایده آل‌های مثبت و منفی به‌صورت زیر بودند.

در ادامه برای به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی، از فرمول‌های بیان شده در بخش مواد و روش‌ها استفاده شد که نتایج آن در (جدول ٦) آمده است.

نزدیکی نسبی یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل در جدول (۷) آورده شده است. در این جدول، هر گزینه‌ای که عدد مربوط به آن بزرگ‌تر باشد، از بقیه گزینه‌ها مطلوب‌تر است. مطابق نتایج این جدول، تیمار پروبیوتیک ۱۰۰+ آویشن ۱۰۰ (تیمار ٦)، رتبه اول و سپس تیمارهای پروبیوتیک ۲۰۰+ آویشن ۲۰۰، آویشن ۲۰۰، پروبیوتیک ۲۰۰، آویشن ۱۰۰، پروبیوتیک ۱۰۰ و شاهد در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. بنابراین طبق این مدل مدیریتی افزودن ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن پوشش‌دارشده با ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک برای بهبود عملکرد و ایمنی مطلوب‌تر است.

جدول ۵. تعیین راه‌حل مطلوب مثبت و منفی برای عملکرد رشدی و پاسخ‌های ایمنی

راه‌حل	خوراک مصرفی	افزایش وزن	ضریب تبدیل	ماندگاری	شاخص تولید	ایمونوگلوبین G	ایمونوگلوبین M
مطلوب مثبت	۰/۰۳۸۳	۰/۰۷۸٤	۰/۰۵۳۱	۰/۰۳۸٦	۰/۱۰٦۲	۰/۰٤۲۰	۰/۰٤۱۳
مطلوب منفی	۰/۰۳۷۰	۰/۰۷۳٦	۰/۰۵۹۲۵	۰/۰۳۷۸	۰/۰۸۷۵	۰/۰۳٤۱	۰/۰۳۵۰

جدول ٦. تعیین اندازه فاصله از مطلوب مثبت و منفی برای تعیین اثرات اثرات افزودن پروبیوتیک و اسانس روغنی آویشن پوشش‌دارپوشش‌دارشده بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی

تیمارها	ایده‌آل مثبت	ایده‌آل منفی
شاهد	۰/۰۲۲	۰/۰۰۱۱
پروبیوتیک ۱۰۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲۹
آویشن ۱۰۰	۰/۰۱۷	۰/۰۰٤۲
پروبیوتیک ۲۰۰	۰/۰۱۵	۰/۰۰٦۹
آویشن ۲۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۹۷
پروبیوتیک ۱۰۰+ آویشن ۱۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۲۲
پروبیوتیک ۲۰۰+ آویشن ۲۰۰	۰/۰۰٦	۰/۰۱٦

جدول ۷. محاسبه نزدیکی به راه‌حل مطلوب مثبت و منفی و رتبه‌بندی تیمارها

تیمارها	ضریب نزدیکی
پروبیوتیک ۱۰۰+ آویشن ۱۰۰	۰/۹۵٦
پروبیوتیک ۲۰۰+ آویشن ۲۰۰	۰/۷۲۷
آویشن ۲۰۰	۰/٤۲۷
پروبیوتیک ۲۰۰	۰/۳۱۵
آویشن ۱۰۰	۰/۱۹۸
پروبیوتیک ۱۰۰	۰/۱۲٦
شاهد	۰/۰٤۷٦

بحث

در پژوهش‌های علوم دامی معمولاً از مقایسه میانگین استفاده می‌شود، که تنها یک صفت را موردبررسی قرار داده و توانایی تصمیم‌گیری براساس تمام صفات وجود ندارد. در این روش که برای تجزیه و تحلیل چند گزینه (تیمار) استفاده می‌شود، چند شاخص وجود دارد که مدیر و تصمیم‌گیرنده آن صفات را مشخص و وزن‌دهی می‌کند. براساس رتبه‌بندی انجام‌شده، تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک و ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن ضریب ۰/۹۵۶ را داشتند و سپس تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک و ۲۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن رتبه دوم با ضریب ۰/۷۲۷ را نشان دادند. این نتایج نشان می‌دهد که سطح بهینه از پروبیوتیک و اسانس آویشن برای تأثیرگذاشتن روی عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک و ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن است و افزودن مقادیر بیش‌تر اثرات منفی روی این فراسنجه‌های می‌گذارد. براساس نتایج به‌دست‌آمده پایین‌ترین ضریب (۰/۰۴۷۶) مربوط به تیمار شاهد بود و حتی افزودن ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک و ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن باعث ضرایب ۰/۱۲۶ و ۰/۱۹۸ به‌ترتیب شد، که نشان می‌دهد افزودن پروبیوتیک و اسانس آویشن حتی در مقادیر پایین‌تر می‌تواند روی عملکرد و ایمنی تأثیر بگذارد. هم‌چنین براساس نتایج به‌دست‌آمده، تیمار آویشن در هر دو سطح اثرات بهتری را در مقایسه با پروبیوتیک نشان داد. در ادامه به بحث در مورد کارایی پروبیوتیک‌ها و اسانس آویشن روی عملکرد رشد و پاسخ ایمنی پرداخته می‌شود.

همسو با نتایج این مطالعه، دیگر مطالعات نشان دادند که افزودن یک مخلوطی از پروبیوتیک‌ها به جیره جوجه‌های گوشتی، وزن بدن را بهبود بخشید و ضریب تبدیل را پایین آورد [۱۵]. مطالعه‌ای دیگر اثرات مثبت پروبیوتیک‌ها را برای بهبود دادن عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی گزارش کرد [۱۲]. با این‌حال، مطالعات دیگر نشان دادند که پروبیوتیک‌ها اثرات معنی‌داری روی عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی نداشتند [۵]. اختلاف بین نتایج این مطالعه و دیگر مطالعات ممکن است به‌علت مقدار پروبیوتیک استفاده شده و نوع پروبیوتیک مورداستفاده باشد. پروبیوتیک‌ها پاسخ‌های ایمنی را بهبود می‌دهند و باعث کاهش باکتری‌های مضر می‌شوند که بر سلامت طیور و متعاقبا عملکرد رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارد [۱۳]. مطالعات هم‌چنین نشان داده‌اند که پروبیوتیک‌ها از طریق تأثیرگذاشتن روی ابقای مواد مغذی همانند انرژی خام، پروتئین خام، ماده خشک، و اسیدهای آلی، تأثیر خود را روی عملکرد نشان می‌دهند [۱۲]. از طرفی، باکتری‌های پروبیوتیک *باسیلوس سوبتیلیس* باعث افزایش تولید آنزیم‌های هضمی، همانند پروتئاز، آمیلاز و لیپاز می‌شوند و بر ریخت‌شناسی روده نیز تأثیر می‌گذارند و بنابراین باعث بهبود هضم و جذب مواد غذایی و عملکرد رشد می‌شوند [۱۲].در مجموع نتایج این بخش نشان می‌دهد که پروبیوتیک *باسیلوس سوبتیلیس* می‌تواند روی عملکرد رشد تأثیر بگذارد و می‌تواند به‌عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها در نظر گرفته شود.

در ارتباط با تأثیر افزودن اسانس آویشن به جیره روی عملکرد رشد، یک مطالعه نشان داد که افزودن اسانس آویشن به جیره باعث بهبود عملکرد رشد از طریق خاصیت آنتی‌اکسیدانی، کاهش جمعیت باکتری‌های مضر روده‌ای و کمک به جذب اسیدهای آمینه بیش‌تر می‌شود و از این طریق روی عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی تأثیر می‌گذارند [۲۱]. مطالعات دیگر نشان داده‌اند که افزودن اسانس آویشن به جیره نه تنها به جذب اسیدهای آمینه کمک می‌کند، بلکه می‌تواند منجر به افزایش ترشح آنزیم‌های هضمی شود که در نهایت بهبود عملکرد رشدی

را در پی خواهد داشت [۱۶]. بنابراین، پروبیوتیک‌ها و اسانس‌ها، هر دو از طریق بهبود آنزیم‌های هضمی و کمک به کاهش باکتری‌های مضر روده به بهبوددادن عملکرد رشد کمک می‌کنند. این اثرات هم‌پوشانی در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم از پروبیوتیک و اسانس دیده می‌شود که در مقابل با فرم جداگانه کارایی بیش‌تری داشتند، ولی در دوز بالاتر از هردو اثرات معکوس شد که احتمالاً به‌دلیل اثرات منفی اسانس آویشن روی پروبیوتیک‌ها بوده باشد [۱۶]. در مجموع اسانس آویشن کارایی بیش‌تری نسبت به پروبیوتیک نشان داد.

نتایج هم‌چنین حاکی از اثرات مثبت پروبیوتیک‌ها و اسانس آویشن بر پاسخ‌های ایمنی بود. نتایج به‌دست‌آمده برای تأثیر پروبیوتیک‌ها بر پاسخ‌های ایمنی همسو با سایر مطالعات است [۱۲، ۵]. مطالعات نشان داده‌اند که پروبیوتیک *باسیلوس سوبتیلیس* پاسخ‌های ایمنی هومورال را افزایش می‌دهد و سیستم ایمنی موکوسی را از طریق سلول‌های پوششی روده‌ای تحریک می‌کند [۷]. سازوکارهای احتمالی دیگر برای اثرگذاری پروبیوتیک‌ها روی پاسخ‌های ایمنی گزارش شده است، همانند محافظت‌کردن حیوانات از کلونیزاسیون عوامل بیماری‌زا، رقابت با عوامل بیماری‌زا برای اتصال به نقاط پوششی روده، تقویت پاسخ ایمنی روده و تولید باکتریوسین‌های آنتی میکروبی می‌باشد [٤].

در ارتباط با افزودن اسانس آویشن، مطالعات نشان دادند که افزودن اجزای فعال اسانس آویشن همانند تیمول و کارواکرول پاسخ ایمنی هومورال را در جوجه‌های گوشتی بهبود بخشید [۱۰]، که همسو با نتایج این مطالعه است. پژوهش‌گران بر این باور هستند که فلاونوئیدها و دیگر اجزای فنولی به بهبود سیستم ایمنی از طریق فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمک می‌کنند [۲]. بنابراین، این دو افزودنی روی سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی از مسیرهای مختلف تأثیر می‌گذارند و از این طریق باعث بهبود عملکرد ایمنی می‌شوند. افزودن سطوح بیش‌تر اثرات منفی را به‌دنبال دارد که در ایمنی و رشد مشاهده شد.

در این مطالعه از روش، مدیریت چندشاخصی استفاده شد و براساس آن چندین معیار با هم سنجیده شدند و بهترین تیمارها انتخاب شدند. برای مثال، مصرف خوراک بیش‌تر در جوجه‌ها مطلوب‌تر بود ولی در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک و ۱۰۰ میلی‌گرم آویشن، مصرف خوراک پایین‌تر بود، ولی براساس این سیستم مدیریتی دیگر شاخص‌ها نیز سنجیده شدند و بهترین گزینه‌ها انتخاب شدند. در بیش‌تر شاخص‌ها تفاوتی بین پروبیوتیک ۱۰۰ و یا اسانس آویشن ۱۰۰ با گروه شاهد مشاهده نشد، ولی نتایج نشان داد که این‌ها در مجموع نسبت به شاهد کارایی بهتری دارند. این روش می‌تواند برای مدیران فارم‌های دامپروری کارا باشد که براساس چندین شاخص تصمیم‌گیری کنند و تنها روی یک فراسنجه خاص تأکید ننمایند. براساس نتایج این آزمایش، افزودن ترکیبی از ۱۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک+ ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس آویشن پوشش‌دارشده به جیره، عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی در جوجه‌های گوشتی را بهبود می‌بخشد.

تشکر و قدردانی

این طرح حاصل یک طرح تحقیقاتی در دانشگاه آزاد قائم شهر می‌باشد و هزینه آن به‌عهده نویسندگان بوده است. بدینوسیله از زحمات تمامی کسانی‌که در اجرای این طرح کمک نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورداستفاده

1. Alizadeh-Ghamsari AH and Hosseini SA (2020) Determination the optimum level of amaranth grain in broilers pelleted diet based on multiple attribute decision making method (TOPSIS Model) and Production Index. Research on Animal Production, 11(27): 1-8. (In Persian).
2. Amresh G, Reddy G, Rao CV and Singh P (2007) Evaluation of anti-inflammatory activity of *Cissampelos pareira* root in rats. Journal of Ethnopharmacology, 110: 526-531.
3. Aviagen. Ross 308 broiler (2014) nutrition specification. Newbridge, Midlothian, Scotland, UK: Ross Breeders Limited.
4. Burkholder KM, Thompson, KL, Einstein ME, Applegate TJ and Patterson J (2008) Influence of stressors on normal intestinal microbiota, intestinal morphology, and susceptibility to *Salmonella* Enteritidis colonization in broilers. Poultry Science, 87: 1734-1741.
5. Fathi MM, Ebeid TA, Al-Homidan I, Soliman NK and Abou-Emera OK (2017) Influence of probiotic supplementation on immune response in broilers raised under hot climate. British Poultry Science, 58: 512-516.
6. Gao *YY*, Zhang *X*, Xu *L*, Peng *H*, Wang, *CK and* Bi *YZ* (2019) Encapsulated blends of essential oils and organic acids improved performance, intestinal morphology, cecal microflora, and jejunal enzyme activity of broilers. Czech Journal of Animal Science, 64: 189-198.
7. Gheisari AA and Kholeghipour B (2006) Effect of dietary inclusion of live yeast (Saccharomyces cerevisiae) on growth performance, immune responses and blood parameters of broiler chickens. In Proceedings of the XII European Poultry Conference, Verona, Italy, 9 November.
8. Giannenas I, Papaneophytou CP, Tsalie E, Pappas I, Triantafillou E, Tontis D and Kontopidis GA (2014) Dietary supplementation of benzoic acid and essential oil compounds affects buffering capacity of the feeds, performance of turkey poults and their antioxidant status, pH in the digestive tract, intestinal microbiota and morphology. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 27: 225-236.
9. Habibian M, Ghazi S, Moeini M and Abdolmohammadi A (2014) Effects of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood of broilers reared under thermo neutral or heat stress conditions. International Journal of Biometeorology, 58: 741-752.
10. Hashemipour H, Kermanshahi H, Golian A and Veldkamp T (2013) Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune re-sponse in broiler chickens. Poultry Science, 92: 2059-2069.
11. Heydarian M, Ebrahimnezhad Y, Meimandipour A, Hosseini SA and Banabazi MH (2020) Effects of dietary inclusion of the encapsulated thyme and oregano essential oils mixture and probiotic on growth performance, immune response and intestinal morphology of broiler chickens. Poultry Science Journal, 8: 17-25.
12. He T, Long S, Mahfuz S, Wu S, Wang X, Wei X and Pia, X (2019) Effects of probiotics as antibiotics substitutes on growth performance, serum biochemical parameters, intestinal morphology, and barrier function of broilers. Animals, 9: 985.
13. Higgins SE, Higgins JP, Wolfenden AD, Henderson SN, Torres-Rodriguez A, Tellez G and Hargis B (2008) Evaluation of a Lactobacillus-based probiotic culture for the reduction of *Salmonella* enteritidis in neonatal broiler chicks. Poultry Science, 87: 27-31.
14. Jadhav K, Sharma KS, Katoch S, Sharma VK and Mane BG (2015) Probiotics in broiler poultry feeds: A review. Journal of Animal Nutrition and Animal Physiology, 1: 4-16.
15. Kalia S, Bharti VK, Gogoi D, Giri A and Kumar B (2017) Studies on the growth performance of different broiler strains at high altitude and evaluation of probiotic effect on their survivability. Scientific Report, 7: 46074.
16. Lee KW, Everts H, Kappert HJ, Frehner M, Losa R and Beynen AC (2003) Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. British Poultry Science, 44: 450-457.
17. Liu Y, Yang X, Xin H, Chen S, Yang C, Duan Y and Yang X (2017) Effects of a protected inclusion of organic acids and essential oils as antibiotic growth promoter alternative on growth performance, intestinal morphology and gut microflora in broilers. Animal Science Journal, 88: 1414-1424.
18. Lotfollahian H, Alizadeh-Ghamsari AH, Hosseini SA, Yaghobfar A, Aghashahi A (2019) Evaluation the effects of herbal growth promoter Orex® on performance and immune responses of broiler chickens using multiple attribute decision making method. Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 125: 219-232. (In Persian).

19. Momeni M (2014) New topics in operations research. 6th ed. Moallef Publications, Tehran, Iran, 10-50.
20. Qorbanpour M, Fahim T, Javandel F, Nosrati M, Paz E, Seidavi A, Ragni M, Laudadio V and Tufarelli, V (2018) Effect of dietary ginger (*Zingiber offcinale* Roscoe) and multi-strain probiotic on growth and carcass traits, blood biochemistry, immune responses and intestinal microflora in broiler chickens. Animals, 8: 117.
21. Ragga NM, Kornay RS and Mohmad, F (2016) Effects of thyme / or formic acid dietary supplementation on broiler performance and immunity. Agriculture and Science Processing, 10: 270-279.
22. Stefaniak T, Madej J, Graczyk S, Siwek M, Łukaszewicz E, Kowalczyk A, Maiorano G and Bednarczyk M (2020) Impact of prebiotics and synbiotics administered in ovo on the immune response against experimental antigens in chicken broilers. Animals, 10: 643.
23. Yang Y, Wang Q, Diarra MS, Yu H, Hua Y and Gong J (2016) Functional assessment of encapsulated citral for controlling necrotic enteritis in broiler chickens. Poultry Science, 95: 780-789.