

استفاده از روش تصمیم‌گیری چندشاخصی تاپسیس (TOPSIS)

جهت انتخاب محرک رشد برای جیره جوجه‌های گوشتی

- میثم حیدریان^۱، امیرمیمندی پور^۲ (نویسنده مسئول)، یحیی ابراهیم نژاد^۱، سید عبدالله حسینی^۳ و محمد حسین بنابازی^۳
- ۱- گروه علوم دامی، شعبه شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
- ۲- گروه بیوتکنولوژی دامی، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، تهران، ایران
- ۳- موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۴

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۳۵۴۵۵۰۰۲۰

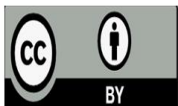
Email: meimandi@nigeb.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2025.368793.2471

چکیده

این آزمایش برای انتخاب بهترین ترکیب محرک رشد با استفاده از اسانس آویشن و پونه کوهی (کپسوله/غیرکپسوله) همراه با/بدون پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی انجام شد. ۸۴۰ جوجه راس ۳۰۸ به صورت تصادفی در ۷ تیمار (۵ تکرار، ۲۴ پرنده در هر تکرار) تقسیم شدند. تیمارها شامل: (۱) جیره پایه (شاهد) (۲) جیره پایه + ۱۰ میلی گرم آنتی‌بیوتیک آویلامایسین (۳) جیره پایه + ۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم اسانس کپسوله (۴) جیره پایه + ۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم اسانس غیرکپسوله (۵) جیره پایه + ۲۰۰ میلی گرم پروبیوتیک Pronigeb® حاوی لاکتوباسیلوس روتری، پدیوکوکوس اسیدی لاکتبیسی و باسیلوس سوتیلیس با تراکم ۱۰^۹ CFU/gr + Pronigeb® اسانس غیرکپسوله (۷) جیره پایه + پروبیوتیک Pronigeb® + اسانس کپسوله. صفات مورد ارزیابی شامل وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، زنده‌مانی، درصد لاشه، عیار آنتی‌بادی آنفلوآنزا، شاخص تنش (نسبت هتروفیل به لنفوسیت) و IgG بود. داده‌ها با روش Topsis تحلیل شدند. نتایج نشان داد گروه تغذیه شده با پروبیوتیک Pronigeb® + اسانس آویشن و پونه کوهی کپسوله شده بالاترین امتیاز مدیریتی سیستم Topsis (۰/۲۲۷۸) را کسب کرد و این ترکیب به عنوان افزودنی بهینه در جیره پیشنهاد می‌شود. مصرف این ترکیب سبب بهبود معناداری در عملکرد رشد و ایمنی جوجه‌های گوشتی شد.

واژه‌های کلیدی: اسانس آویشن و پونه کوهی کپسوله، پروبیوتیک، جوجه گوشتی، روش تصمیم‌گیری چندشاخصی.



Research Journal of Livestock Science No 151 pp: 85-100

Using the TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) multi-criteria decision-making method for selecting growth promoters in broiler chicken diets

By: M. Heydarian¹, A. Meimandipour^{2*}, Y. Ebrahimnezhad¹, S. A. Hosseini³ and M. H. Banabazi³

1: Department of Animal Science, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran

2: Department of Animal Biotechnology, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran.

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

*Corresponding author email address: meimandi@nigeb.ac.ir

Received: April 2025

Accepted: August 2025

This study aimed to identify the best growth stimulant combination using thyme and oregano essential oils (encapsulated and non-encapsulated) with or without probiotics in broiler chicken diets. A total of 840 one-day-old Ross 308 broiler chicks were randomly assigned to seven treatments, each with five replicates of 24 birds. The treatments included: 1) basal diet (control), 2) basal diet + 10 mg Avilamycin (antibiotic), 3) basal diet + 200 mg/kg encapsulated thyme and oregano oils, 4) basal diet + 200 mg/kg non-encapsulated thyme and oregano oils, 5) basal diet + 200 mg/kg probiotic Pronigeb® (containing *Lactobacillus reuteri*, *Pediococcus acidilactici* and *Bacillus subtilis* with 10^9 CFU/gr), 6) basal diet + 200 mg/kg Pronigeb® + 200 mg/kg non-encapsulated oils, and 7) basal diet + 200 mg/kg Pronigeb® + 200 mg/kg encapsulated oils. Data on body weight, feed intake, feed conversion ratio, survival rate, production index, carcass yield, abdominal fat, antibody titer against influenza, stress index (heterophil-to-lymphocyte ratio), and serum immunoglobulin G were collected. The TOPSIS method was used to evaluate the optimal treatment. Results showed that the combination of Pronigeb® and encapsulated thyme and oregano oils achieved the highest management score, making it the recommended additive for broiler diets.

Key words: Broiler; Encapsulation; Multiple attribute decision making technique; Oregano essential oil; Probiotic; Thyme essential oil

مقدمه

استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان تقویت کننده رشد به دلیل خطرات احتمالی برای سلامت در صنعت پرورش مرغ گوشتی ممنوع شده است (سیمیتز، ۲۰۱۷). این صنعت در تلاش است تا جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها پیدا کند. برخی پروبیوتیک‌ها به طور تجاری توسعه یافته‌اند تا این نیاز را برآورده کنند (بای و همکاران، ۲۰۱۶). پروبیوتیک‌ها برای بهبود و تعادل جمعیت میکروبی روده مورد استفاده قرار گرفته‌اند (گاجیا و همکاران، ۲۰۱۰؛ جهرمی و همکاران، ۲۰۱۶). آن‌ها اثرات مثبتی بر عملکرد رشد و پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی نشان داده‌اند (گاجیا و همکاران، ۲۰۱۰؛ سیداوی و همکاران، ۲۰۱۷).

آویشن (*Thymus vulgaris*) یک گیاه دارویی است که می‌توان آن را در تمام مناطق مدیترانه‌ای یافت. بر اساس گزارش‌های قبلی، ترکیب غالب اسانس آویشن، تیمول است (سنجول و همکاران، ۲۰۰۸). اثرات مفید اسانس آویشن بر عملکرد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (عطیه و همکاران، ۲۰۱۷). پونه کوهی (*Origanum vulgare*) نیز به طور گسترده‌ای در تمام مناطق مدیترانه‌ای یافت می‌شود. فنول‌هایی مانند کارواکرول در اسانس پونه کوهی وجود دارد (مائلوتی و همکاران، ۲۰۱۲). گلال و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که افزودن این اسانس به آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی

غلبه بر این چالش پیشنهاد شده است (بیلیا و همکاران، ۲۰۱۴؛ حسینی و میمن‌دی‌پور، ۲۰۱۸). انکپسولاسیون اسانس‌های گیاهی فرآیندی است که در آن اسانس‌ها با یک ماده پوشش‌دهنده یا حامل محصور می‌شوند تا از آن‌ها محافظت شود و ویژگی‌های مطلوبی مانند پایداری و کنترل آزادسازی فراهم گردد. این تکنولوژی به ویژه برای حفظ اسانس‌ها که به طور طبیعی حساس و ناپایدار هستند، بسیار اهمیت دارد (Liao و همکاران، ۲۰۲۱). به علل زیر کپسوله کردن گیاهان دارویی ضروری است. از مزایای انکپسولاسیون اسانس‌های گیاهی می‌توان به الف) افزایش پایداری و محافظت از ترکیبات فعال در برابر تخریب‌های فیزیکی و شیمیایی، ب) بهبود حلالیت در آب و امکان استفاده آسان‌تر در سیستم‌های غذایی و دارویی، ج) کنترل آزادسازی اسانس به صورت هدفمند و تدریجی و افزایش اثربخشی، د) جلوگیری از تبخیر و از دست رفتن اسانس در طول فرآوری و نگهداری محصولات، ه) حفظ فعالیت‌های زیستی مانند ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی حتی در شرایط نامساعد محیطی و و) امکان استفاده در دوزهای پایین‌تر به دلیل افزایش پایداری و اثربخشی، اشاره نمود (Sousa و همکاران، ۲۰۲۲).

کپسوله کردن در حقیقت فناوری است که در آن ترکیبات هدف، توسط ترکیبات دیواره پوشش داده می‌شود. در این روش انواع طعم‌ها، اسانس‌ها، روغن‌ها، آنزیم‌ها، ریزسازواره‌ها و... می‌توانند توسط ترکیبات پلیمرهای زیستی مانند پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و چربی‌ها پوشش داده شوند. کپسول‌ها قادرند تحت شرایط خاص و با سرعت کنترل شده محتویات‌شان را آزاد کنند. این فناوری بر پایه بسته‌بندی ترکیبات جامد، مایع و گاز به صورت ذراتی در مقیاس میلی، میکرو یا نانو می‌باشد که محتویات خود را با توجه به شرایط یا تیمارهای ویژه رها می‌کنند. دیواره کپسول‌ها نیمه تراوا و دارای منافذی با قطری در حد نانومتر بوده که فقط متابولیت‌ها توانایی عبور از آن‌ها را دارند (Allan-Wojtas et al., 2008). فناوری میکروکپسوله کردن برای محافظت از باکتری‌های پروبیوتیک در برابر آسیب‌های ناشی از محیط خارجی با موفقیت توسعه یافته و اعمال شده

پاسخ‌های ایمنی هومورال و ذاتی را تقویت کرده و عملکرد رشد را بهبود بخشید. تیمول و کاراکرول با کاهش رشد باکتری‌های بیماری‌زا مانند کلوستریدیوم پرفرینجنس، اشریشیاکلی و سالمونلا، افزایش جمعیت باکتری‌های مفید مانند لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتر سبب تعدیل فلور میکروبی دستگاه گوارش می‌شوند (Abdelli و همکاران، ۲۰۲۱). بهبود ساختار و ریخت‌شناسی روده از طریق اثر آنها بر افزایش ارتفاع پرزهای روده‌ای و نسبت پرز به عمق کریپت و گسترش سطح جذب مواد مغذی نیز گزارش شده است. این مواد موثره سبب تقویت یکپارچگی سد روده‌ای از طریق افزایش بیان پروتئین‌های اتصالات بین سلولی (tight junctions) مانند اکلودین و کلاودین-۱ و کاهش نفوذپذیری روده (جلوگیری از سندروم روده نشت‌پذیر) می‌شود. همچنین کاهش التهاب در روده از طریق کاهش ترشح سیتوکین‌های التهابی مانند IL-6، IL-1 β ، TNF- α و افزایش سیتوکین‌های ضدالتهابی IL-10 از دیگر اثرات این مواد است. علاوه بر این افزایش ترشح آنزیم‌هایی مانند آمیلاز، پروتئاز و لیپاز و تحریک ترشح صفرا و بهبود هضم چربی، خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد در سلول‌های روده‌ای، جلوگیری از آسیب اکسیداتیو به بافت اپی‌تلیال نیز در زمان استفاده از اسانس‌ها حاوی تیمول و کاراکرول گزارش شده است (Abdelli و همکاران، ۲۰۲۱). از مشکلات استفاده از اسانس گیاهان دارویی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: الف) حساسیت اسانس‌ها به عوامل محیطی مانند نور، دما، اکسیژن و رطوبت که باعث تخریب و کاهش کارایی آن‌ها می‌شود. ب) فرارپذیری و تبخیر آسان ترکیبات اسانس که باعث از دست رفتن خواص آن‌ها می‌شود. ج) حلالیت کم در آب که محدودیت استفاده در صنایع غذایی و دارویی را ایجاد می‌کند. د) افزایش واکنش‌های نامطلوب مثل اکسیداسیون و هیدرولیز که باعث تجزیه ترکیبات فعال می‌شوند. ه) استفاده از اسانس سبب کاهش فراهمی زیستی و کنترل انتشار اسانس در محل و زمان مورد نظر برای اثرگذاری بهتر می‌شود، اشاره کرد (حسینی و میمن‌دی‌پور، ۲۰۱۸).

کپسوله (پوشش دار) کردن این اسانس‌ها به عنوان راهکاری برای

است (Manojlović et al., 2010).

تصمیم‌گیری چند شاخصی (MADM) یکی از بهترین راهکارهای توصیه‌شده در سال‌های اخیر برای تعیین گروه‌های مطلوب تیماری در تحقیقات بیولوژی است زیرا در این نوع تحقیقات با چندین گزینه و چندین صفت مورد اندازه‌گیری با جهت‌های مختلف سروکار داریم (میمندی‌پور و همکاران، ۲۰۱۲). به نظر می‌رسد روش تصمیم‌گیری چندشاخصی برپایه تاپسیس (TOPSIS) کاربردهای بالقوه‌ای در بسیاری از زمینه‌های تولید طيور داشته باشد؛ از جمله این کاربردها می‌توان به انتخاب بهترین سطح یا شکل افزودنی‌های خوراکی، درجه‌بندی مزارع و کارخانه‌ها و یا تصمیمات انتخاب ژنتیکی اشاره نمود. با توجه به اثرات مثبت اسانس‌های گیاهی و پروبیوتیک بر دستگاه گوارش و عملکرد جوجه‌های گوشتی، در این تحقیق استفاده توانان اسانس کپسوله و پروبیوتیک در مقایسه با فرم غیر کپسوله اسانس در جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که در تحقیقات بطور چندین ویژگی با مقیاس‌ها و جهت‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شود، تصمیم‌گیری بر اساس این نتایج دشوار خواهد بود. این در حالی است که بهترین تصمیم زمانی حاصل خواهد شد که همه متغیرها با هم در نظر گرفته شوند. در تحقیق حاضر از روش تصمیم‌گیری چندشاخصی بر پایه تاپسیس برای انتخاب بهترین جایگزین آنتی‌بیوتیک از بین محصولات مورد ارزیابی و تعیین اولویت استفاده از فرم‌های مختلف اسانس گیاهی با و بدون پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، ۸۴۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس با نسبت مساوی) به‌طور تصادفی با هفت تیمار، پنج تکرار و ۲۴ پرنده در هر تکرار اختصاص داده شدند. پرندگان از سن ۱ تا ۴۲ روزگی جیره غذایی آزمایشی را دریافت کردند که شامل: (۱) جیره پایه (شاهد) (۲) جیره غذایی پایه + ۱۰ میلی‌گرم آنتی‌بیوتیک آویلامیسین (۳) جیره غذایی پایه + ۲۰۰

میلی‌گرم در کیلوگرم مخلوط اسانس آویشن و پونه کوهی کپسوله به نسبت مساوی (۴) جیره غذایی پایه + ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخلوط اسانس آویشن و پونه کوهی غیر کپسوله (۵) جیره غذایی پایه + ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک Pronigeb® حاوی لاکتوباسیلوس روتری، پدیوکوکوس/اسیدی لاکتسی و باسیلوس سوبتیلیس با تراکم 10^9 CFU/gr (۶) جیره غذایی پایه + ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک Pronigeb® + ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخلوط اسانس آویشن و پونه کوهی غیر کپسوله به نسبت مساوی (۷) جیره غذایی پایه + ۲۰۰ میلی‌گرم پروبیوتیک Pronigeb® + ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخلوط اسانس آویشن و پونه کوهی کپسوله بودند. فرمول جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. پروبیوتیک به صورت پودری و سرک به جیره اضافه شد و اسانس‌ها نیز با استفاده از مالتودکسترین به صورت پودر درآمده و به صورت سرک به جیره اضافه شد. پرندگان در طول آزمایش به آب و خوراک به‌صورت آزاد دسترسی داشتند. بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از تولیدکننده (باریج اسانس، کاشان، ایران)، ترکیبات اصلی اسانس آویشن شامل: تیمول (۴۹/۷۰ درصد)، گاما-ترپنین (۱۹/۵۵ درصد)، پی-سیمن (۱۱/۸۲ درصد)، کارواکرول (۴/۱۲ درصد)، آلفا-ترپنین (۴/۱۱ درصد)، میرسین (۳/۶۴ درصد)، آلفا-پینن (۳/۱۶ درصد)، لیمونن (۱/۷۳ درصد) و لینالول (۲/۹۲ درصد) بود. ترکیبات غالب در اسانس پونه کوهی شامل: کارواکرول (۶۳/۱۱ درصد)، پی-سیمن (۱۰/۷۲ درصد)، لینالول (۳/۴۲ درصد) و آلفا-ترپنینول (۱/۷۳ درصد) بود. پروبیوتیک Pronigeb® از پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری (تهران، ایران) تهیه شد و حاوی *Lactobacillus reuteri* و *Pediococcus* sp. به میزان 10^9 واحد تشکیل‌دهنده کلونی (CFU/g) هر کدام بود. فرآیند ژل‌سازی یونی برای کپسوله‌کردن پونه کوهی و آویشن در نانوذرات کیتوزان طبق توضیحات استویکا^۱ و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد. جیره غذایی پایه طبق توصیه کاتالوگ راس ۳۰۸ برای تأمین نیاز جوجه‌ها آماده شد (Aviagen, ۲۰۱۴). در سن ۴۲ روزگی، وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل

غذایی، زنده‌مانی و شاخص تولید اندازه‌گیری شدند (Marcu و همکاران، ۲۰۱۳). درصد لاشه و وزن نسبی چربی حفره بطنی پس از کشتار محاسبه شد. در روز ۲۸ دوره پرورش، ۰/۵ میلی‌لیتر محلول گلبول‌های قرمز گوسفندی ۱۰ درصد (SRBC^۲) به دو جوجه در هر تکرار از طریق رگ بال راست تزریق شد و پس از یک هفته نمونه‌های خون از رگ بال چپ جمع‌آوری شد و سپس عیار IgG اندازه‌گیری شد (Lepage و همکاران، ۱۹۹۶). همچنین در سن ۳۵ روزگی عیار آنتی بادی علیه آنفلوآنزا از طریق خون‌گیری از ورید بال دو پرنده از هر تکرار به روش مهار هماگلوتیناسیون (HI) اندازه‌گیری شد (WHO، ۲۰۰۲). در همین سن، شمارش تفریقی هتروفیل و لنفوسیت با خون‌گیری از دو پرنده در هر تکرار طبق روش گروس و زیگل^۳ (۱۹۸۳) انجام شده و شاخص تنش (نسبت هتروفیل به لنفوسیت) محاسبه شد.

2 Sheep red blood cell
3 Gross and Siegel

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره های مورد استفاده در دوره های مختلف

اقلام جیره	۱۰ تا ۱۰ روزگی	۱۱ تا ۲۴ روزگی	۲۵ تا ۴۲ روزگی
ذرت	۵۱/۸۶	۵۸/۲۰	۶۴/۰۲
روغن گیاهی	۳/۵۳	۴/۲۶	۳/۲۲
کنجاله سویا	۳۸/۳۵	۲۹/۱۰	۲۹/۱۰
دی-ال متیونین	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۲۵
ال-لیزین	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۱۴
تریونین	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۱۴
سنگ آهک	۱/۸۰	۰/۹۷	۱/۴۳
پودر ماهی	۲/۱۱	۵/۰۰	۰/۰۰
نمک طعام	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۰
مکمل ویتامینه ویژه ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مینرال ویژه ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی کلسیم فسفات	۰/۹۰	۱/۲۳	۰/۹۰
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
انرژی (کیلو کالری/کیلو گرم)	۳۰۲۰	۳۱۵۰	۳۲۰۰
پروتئین خام (%)	۲۳/۱۲	۲۱/۳۰	۱۹/۳۰
لیزین قابل هضم (%)	۱/۴۴	۱/۲۴	۱/۰۹
متیونین + سیستین قابل هضم (%)	۱/۰۷	۰/۹۵	۰/۸۶
کلسیم (%)	۱/۰۵	۰/۹۰	۰/۸۵
فسفر در دسترس (%)	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۴۲

^۱ هر ۲/۵ کیلوگرم از مکمل معدنی حاوی مقادیر خالص ذیل می باشد: منگنز ۶۶۰۰۰ میلی گرم، آهن ۳۳۰۰۰ میلی گرم، روی ۶۶۰۰۰ میلی گرم، مس ۸۸۰۰ میلی گرم، ید ۹۰۰ میلی گرم، سلنیم ۳۰۰ میلی گرم.

^۲ هر ۲/۵ کیلوگرم از مکمل ویتامینه حاوی مقادیر خالص ذیل می باشد: ویتامین A، ۷۷۰۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین B₁، ۱۵۰۰ میلی گرم، ویتامین B₂، ۴۴۰۰ میلی گرم، ویتامین B₃، ۵۵۰۰ میلی گرم، ویتامین B₆، ۳۰۰۰ میلی گرم، ویتامین B₁₂، ۸/۸ میلی گرم، ویتامین D₃، ۳۳۰۰۰۰ میلی گرم، ویتامین E، ۶۶۰۰ میلی گرم، ویتامین K₃، ۵۵۰ میلی گرم، ویتامین B₉، ۱۱۰ میلی گرم، ویتامین B₅، ۲۲۰۰۰ میلی گرم، ویتامین H₂، ۵۵ میلی گرم، کولین کلراید ۲۷۵۰۰۰ میلی گرم و آنتی اکسیدان ۱۰۰ میلی گرم.

اطلاعات به دست آمده، طبقه بندی نمود. برای انتخاب مناسب ترین گزینه، باید از مدل های تصمیم گیری استفاده شود. یکی از بهترین مدل های تصمیم گیری در این خصوص، مدل TOPSIS^۵ است. اساس مدل بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم ترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیش ترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن)، داشته باشد.

استفاده از تکنیک اولویت بندی بر اساس شباهت به راه حل ایده آل (TOPSIS)

استفاده از روش های تصمیم گیری چند شاخصی^۴ (MADM) امروزه مورد توجه زیادی قرار گرفته است (مؤمنی، ۱۳۸۵). بر اساس نظر Hwang و Yoon (۱۹۸۱) تعداد ۱۷ روش تصمیم گیری چند شاخصی را می توان بر اساس نوع و اهمیت آن ها و با توجه به نوع

4 Multi attribute decision making

5 Technique for order of preference by similarity to ideal solution

۵- تعیین نزدیکی نسبی (CL) یک گزینه به راه حل ایده‌آل:

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

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

نتایج و بحث

جدول ۲ ماتریس تصمیم‌گیری برای تعیین بهترین شکل افزودنی گیاهی در آزمایش حاضر را نشان می‌دهد. در این جدول، از معیارهای مصرف خوراک، وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، زنده ماندن، شاخص تولید، ایمونوگلوبولین G، درصد لاشه، چربی حفره بطنی، عیار آنتی بادی علیه آنفلوآنزا و شاخص تنش (نسبت هتروفیل به لنفوسیت) برای تعیین تیمار بهینه استفاده شده است. درصد زنده ماندن از ۱۰۰ منهای درصد تلفات محاسبه شد. در جدول ۱، از علامت مثبت برای ویژگی‌هایی که عدد بالاتر آن مطلوب است و از علامت منفی برای ویژگی‌هایی که عدد پایین‌تر آن مطلوب است استفاده شده است.

همچنین برای تعیین تیمار مناسب، برخی ویژگی‌های مهم‌تر دارای ضریب بالاتری بودند؛ به عنوان مثال، برای وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی و شاخص تولید، وزن‌ها به ترتیب ۰/۱۵، ۰/۱۵ و ۰/۲۰ بودند. ضریب مذکور برای مصرف خوراک، درصد لاشه و زنده‌مانی ۰/۱۰، در نظر گرفته شد. برای سایر ویژگی‌ها نیز در این ماتریس ضریب ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. جدول ۳ ماتریس نرمال شده را نشان می‌دهد. این نرمال‌سازی به منظور حذف ابعاد منفی و مثبت شاخص‌های کمی مورد نیاز برای جمع‌آوری ویژگی‌ها انجام شد و برای این منظور از مقیاس نرمال استفاده گردید. از آنجا که داده‌های استفاده شده از این جدول به بعد با روش نرمال‌سازی به‌دست آمده‌اند، در محدوده صفر تا یک قرار داشته و واحدی ندارند. با توجه به اهمیت نسبی شاخص‌ها، وزن‌های نسبی در نظر گرفته شده در جدول ۲ برای هر شاخص در جدول ۴ نشان داده شده و داده‌های به‌دست آمده برای ارزیابی وزن‌های شاخص‌ها ارائه شده است. سپس بر اساس ماتریس تصمیم‌گیری، راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی برای هر شاخص تعیین شد (جدول ۵).

نقطه ایده‌آل به عنوان مناسب‌ترین، وزین‌ترین و قابل‌تصورترین نقطه، تعریف می‌شود. بهترین گزینه، نزدیک‌ترین گزینه به نقطه ایده‌آل خواهد بود (مؤمنی، ۱۳۸۵). فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص، به‌طور یکنواخت، افزایشی یا کاهششی است. برای حل مسأله با این روش، باید مراحل زیر را طی نمود:

۱- کمی کردن و بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم (N): برای بی‌مقیاس‌سازی، از بی‌مقیاس‌سازی نرمال استفاده می‌شود.

۲- به‌دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون (V): ماتریس بی‌مقیاس شده (N) در ماتریس قطری وزن‌ها، ضرب می‌شود: W_n

$$V = N \times$$

۳- تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی: راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به صورت زیر تعریف می‌شوند:

[بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V] = راه حل ایده‌آل

مثبت (V_j^+)

[بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V] = راه حل ایده‌آل منفی

(V_j^-)

بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگ‌ترین و برای شاخص‌های منفی، کوچک‌ترین مقادیر بوده و بدترین برای شاخص‌های مثبت، کوچک‌ترین و برای شاخص‌های منفی، بزرگ‌ترین مقادیر هستند.

۴- به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی: فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده‌آل مثبت (V_j^+) و ایده‌آل منفی (V_j^-) بر اساس این فرمول‌ها حساب می‌شود.

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

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

V_{ij} = مقدار هر 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 مقادیر کمتر، مطلوب‌تر است.

d_i^+ = فاصله هر تیمار تا ایده‌آل مثبت

d_i^- = فاصله هر تیمار تا ایده‌آل منفی

جدول ۲- صفات مورد بررسی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای مختلف تغذیه ای در سن ۴۲ روزگی

صفت مورد بررسی	مصرفی (گرم)	تبدیل	ضرب	لاشه (درصد)	چربی جفره (درصد)	زنده‌مانی (درصد)	شاخص تولید	عبار آفتل‌آزنا	ایمنو گلوبولین	نسبت هورمون به نفوسیت
شاهد	۲۲۶۷	۳۶۹۹	۱/۶۷	۷۲/۹۸	۱/۱۳	۹۵/۲	۳۰۴	۱۰/۲۶	۷/۵۱	۰/۲۳
آنتی بیوتیک آریلامایسین	۲۳۶۶	۳۹۵۵	۱/۶۹	۷۲/۸۴	۱/۴۱	۹۲/۸	۳۰۹	۱۰/۰۶	۷/۴۷	۰/۲۲
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده	۲۳۷۷	۳۷۴۴	۱/۶۱	۷۴/۹۳	۱/۶۸	۹۷/۶	۳۴۳	۹/۶۵	۳/۰۵	۰/۲۲
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله نشده	۲۲۱۴	۳۴۹۹	۱/۶۲	۷۴/۲۹	۱/۳۴	۹۵/۲	۳۱۰	۱۰/۰۳	۷/۵۸	۰/۲۳
پروبیوتیک پروناجیب	۲۳۰۸	۳۵۹۱	۱/۵۸	۷۳/۸۹	۱/۴۱	۹۷/۶	۳۳۹	۱۰/۰۸	۷/۴۸	۰/۲۳
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله نشده	۲۲۷۷	۳۵۴۹	۱/۵۹	۷۳/۹۱	۱/۳۸	۹۵/۲	۳۲۵	۹/۹۳	۷/۱۸	۰/۲۲
+ پروبیوتیک پروناجیب	۲۲۹۳	۳۶۳۷	۱/۵۹	۷۲/۳۴	۱/۴۸	۹۸/۴	۳۵۲	۹/۴۱	۳/۳۲	۰/۲۳
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده	۲۲۹۳	۳۶۳۷	۱/۵۹	۷۲/۳۴	۱/۴۸	۹۸/۴	۳۵۲	۹/۴۱	۳/۳۲	۰/۲۳
+ پروبیوتیک پروناجیب	۲۲۹۳	۳۶۳۷	۱/۵۹	۷۲/۳۴	۱/۴۸	۹۸/۴	۳۵۲	۹/۴۱	۳/۳۲	۰/۲۳
نوع متغیر	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-
وزن	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵

جدول ۳- ماتریس نرمال تهیه شده برای جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای مختلف تغذیه‌ای در سن ۴۲ روزگی

نسبت هترو فیل به لنفوسیت	عبار آنتی‌آزنا	ایمنو گلوبولین G	شاخص تولید	زنده ماننی (درصد)	چربی بطنی (درصد)	لاشه (درصد)	ضرب تبدیل غذایی	خوراک مصرفی (گرم)	وزن زنده (گرم)	صفت مورد بررسی
۰/۳۸۵۰	۰/۳۹۰۰۹	۰/۳۵۴۰	۰/۳۵۱۹	۰/۳۷۴۷	۰/۳۰۲۴	۰/۳۷۴۸	۰/۳۸۹۲	۰/۳۷۹۴	۰/۳۶۷۲	شاهد
۰/۳۶۸۳	۰/۳۸۳۳	۰/۳۴۸۳	۰/۳۵۷۷	۰/۳۶۵۳	۰/۳۷۷۳	۰/۳۷۴۱	۰/۳۹۳۸	۰/۴۰۵۷	۰/۳۸۶۷	آنتی بیوتیک
۰/۳۶۸۳	۰/۳۶۷۶	۰/۴۳۰۱	۰/۳۹۷۱	۰/۳۸۴۲	۰/۴۴۹۵	۰/۳۸۴۸	۰/۳۷۵۲	۰/۳۸۴۰	۰/۳۸۸۵	آویلا مایسین
۰/۳۸۵۰	۰/۳۸۲۱	۰/۳۶۳۸	۰/۳۵۷۹	۰/۳۷۴۷	۰/۳۵۸۶	۰/۳۸۱۵	۰/۳۷۷۵	۰/۳۵۸۹	۰/۳۶۱۸	اسانس پونه کوهی و آویشن
۰/۳۸۵۰	۰/۳۸۴۰	۰/۳۴۹۷	۰/۳۹۲۵	۰/۳۸۴۲	۰/۳۷۷۳	۰/۳۷۹۴	۰/۳۶۸۲	۰/۳۶۸۳	۰/۳۷۷۲	اسانس پونه کوهی و آویشن
۰/۳۶۸۳	۰/۳۷۸۳	۰/۳۰۷۴	۰/۳۷۶۳	۰/۳۷۴۷	۰/۳۶۹۳	۰/۳۷۹۵	۰/۳۷۰۵	۰/۳۶۴۰	۰/۳۷۲۱	اسانس پونه کوهی و آویشن
۰/۳۸۵۰	۰/۳۵۸۵	۰/۴۶۸۲	۰/۴۰۷۵	۰/۳۸۳۳	۰/۳۹۶۰	۰/۳۷۱۵	۰/۳۷۰۵	۰/۳۸۳۳	۰/۳۹۱۱	پروناجیب
										اسانس پونه کوهی و آویشن
										پروناجیب

جدول ۴- ماتریس وزنی تهیه شده برای جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای مختلف تغذیه‌ای

نسبت هتروفیل به لنفوسیت	عبار آفلو آترا	شخص	تولید	زنده مانى	چربی حفره	بطنى	لاشه	ضرب	خوراک	وزن زنده	صفت مورد بررسی
نسبت هتروفیل به لنفوسیت	عبار آفلو آترا	شخص	تولید	زنده مانى	چربی حفره	بطنى	لاشه	ضرب	خوراک	وزن زنده	صفت مورد بررسی
۰/۰۱۹۳	۰/۰۱۷۷	۰/۰۱۹۵	۰/۰۷۰۴	۰/۰۳۷۵	۰/۰۱۵۱	۰/۰۳۷۵	۰/۰۵۸۴	۰/۰۳۷۹	۰/۰۵۵۱	۰/۰۵۵۱	شاهد
۰/۰۱۸۴	۰/۰۱۷۴	۰/۰۱۹۲	۰/۰۷۱۵	۰/۰۳۶۵	۰/۰۱۸۹	۰/۰۳۷۴	۰/۰۵۹۱	۰/۰۴۰۶	۰/۰۵۸۰	۰/۰۵۸۰	آتی بیوتیک آریلامایسین
۰/۰۱۸۴	۰/۰۲۱۵	۰/۰۱۸۴	۰/۰۷۹۴	۰/۰۳۸۴	۰/۰۲۲۵	۰/۰۳۸۵	۰/۰۵۶۳	۰/۰۳۸۴	۰/۰۵۸۳	۰/۰۵۸۳	اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده
۰/۰۱۹۳	۰/۰۱۸۲	۰/۰۱۹۱	۰/۰۷۱۸	۰/۰۳۷۵	۰/۰۱۷۹	۰/۰۳۸۱	۰/۰۵۶۶	۰/۰۳۵۹	۰/۰۵۴۳	۰/۰۵۴۳	اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده
۰/۰۱۹۳	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۹۲	۰/۰۷۸۵	۰/۰۳۸۴	۰/۰۱۸۹	۰/۰۳۷۹	۰/۰۵۵۲	۰/۰۳۶۸	۰/۰۵۶۶	۰/۰۵۶۶	پروبیوتیک پروناجیب
۰/۰۱۸۴	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۸۹	۰/۰۷۵۳	۰/۰۳۷۵	۰/۰۱۸۵	۰/۰۳۸۰	۰/۰۵۵۶	۰/۰۳۶۴	۰/۰۵۵۸	۰/۰۵۵۸	اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده + پروبیوتیک پروناجیب
۰/۰۱۹۳	۰/۰۲۳۴	۰/۰۱۷۹	۰/۰۸۱۵	۰/۰۳۸۷	۰/۰۱۹۸	۰/۰۳۷۱	۰/۰۵۵۶	۰/۰۳۸۳	۰/۰۵۸۷	۰/۰۵۸۷	اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده + پروبیوتیک پروناجیب

جدول ۵- ماتریس ایده آل منفی و مثبت برای ارزیابی عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای مختلف تغذیه‌ای

نسبت هتروفیل به لنفوسیت	عبار آفلو آترا	شخص	تولید	زنده مانى	چربی حفره	بطنى	لاشه	ضرب	خوراک	وزن زنده	صفت مورد بررسی
نسبت هتروفیل به لنفوسیت	عبار آفلو آترا	شخص	تولید	زنده مانى	چربی حفره	بطنى	لاشه	ضرب	خوراک	وزن زنده	صفت مورد بررسی
۰/۰۱۸۴	۰/۰۲۳۴	۰/۰۱۹۵	۰/۰۸۱۵	۰/۰۳۸۷	۰/۰۱۵۱	۰/۰۳۸۵	۰/۰۵۵۲	۰/۰۳۵۹	۰/۰۵۸۷	۰/۰۵۸۷	ایده آل مثبت
۰/۰۱۹۳	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۷۹	۰/۰۷۰۴	۰/۰۳۶۵	۰/۰۲۲۵	۰/۰۳۷۱	۰/۰۵۹۱	۰/۰۴۰۶	۰/۰۵۴۳	۰/۰۵۴۳	ایده آل منفی

منفی، بزرگ‌ترین هستند. سپس به منظور به‌دست آوردن فاصله هر گزینه از ایده‌آل‌های مثبت و منفی، فرمول‌های بیان شده در بخش مواد و روش‌ها استفاده شد که نتایج آن‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی به شرح زیر تعریف می‌شوند: بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت بزرگ‌ترین و برای شاخص‌های منفی کوچک‌ترین و بدترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت کوچک‌ترین و برای شاخص‌های

جدول ۶- تعیین فاصله بین مقادیر و راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی برای ارزیابی عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای مختلف تغذیه‌ای

صفت مورد بررسی	ایده ال مثبت	ایده ال منفی
شاهد	۰/۰۱۳۷	۰/۰۰۸۴
آنتی بیوتیک آویلامایسین	۰/۰۱۳۹	۰/۰۰۵۹
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده	۰/۰۰۸۴	۰/۰۱۲۴
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله نشده	۰/۰۱۲۴	۰/۰۰۷۹
پروبیوتیک پروناجیب	۰/۰۰۸۰	۰/۰۱۱۱
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله نشده + پروبیوتیک پروناجیب	۰/۰۱۱۲	۰/۰۰۸۷
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده + پروبیوتیک پروناجیب	۰/۰۰۵۸	۰/۰۱۵۴

نظر ویژگی‌های مورد مطالعه در بین گروه‌های آزمایشی کسب کردند و در رتبه‌های بعدی، گروه دریافت‌کننده پونه کوهی و آویشن کپسوله‌شده و پس از آن گروه مصرف‌کننده پروبیوتیک قرار داشتند.

جدول ۶ نزدیکی نسبی یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل را نشان می‌دهد. در این جدول، هر گزینه‌ای که بزرگ‌تر باشد نسبت به دیگری مطلوب‌تر است. طبق نتایج این جدول، پرندگان که پروبیوتیک همراه با پونه کوهی و آویشن کپسوله‌شده دریافت کرده بودند بالاترین امتیاز را از

جدول ۷- ضریب نزدیکی محاسبه شده برای ارزیابی عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای مختلف تغذیه‌ای

صفت مورد بررسی	ضریب نزدیکی (درصد)
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده + پروبیوتیک پروناجیب	۷۲/۷۸
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده	۵۹/۵۳
پروبیوتیک پروناجیب	۵۷/۹۹
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله نشده + پروبیوتیک پروناجیب	۴۳/۵۸
اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله نشده	۳۸/۸۱
شاهد	۳۸/۲۰
آنتی بیوتیک آویلامایسین	۲۹/۸۳

می‌شوند (پاتوری^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۷). مطالعه لی و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که غلظت‌های سرمی IgE و IgG جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی به‌طور خطی با افزایش سطوح مکمل‌سازی تیمول و کارواکرول افزایش یافت. محیطی اصلی و قناعت‌پرست‌رشتی (۲۰۱۷) نیز دریافتند که جوجه‌های گوشتی که ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس آویشن دریافت داشتند، دارای عیارهای بالاتر IgG و عیارهای کل آنتی‌بادی بالاتری نسبت به جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده جیره شاهد را بودند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصله گروه تغذیه شده با اسانس پونه کوهی و آویشن کپسوله شده + پروبیوتیک پرونایج (حاوی لاکتوباسیلوس روتری، پدیوکوکوس/اسیدی لاکتسی و باسیلوس سوبتیلیس با تراکم 10^9 CFU/gr) دارای بالاترین وزن بدن در سن ۴۲ روزگی، درصد ماندگاری، شاخص تولید و عیار ایمنوگلوبولین G بود که این امر نشان‌دهنده اثرات متقابل مثبت بین پروبیوتیک و اسانس گیاه دارویی آویشن و پونه کوهی کپسوله شده است. از طرف دیگر استفاده از روش تصمیم‌گیری چندشاخصی برپایه تاپسیس (TOPSIS) نشان داد که پرندگانی که پروبیوتیک همراه با پونه کوهی و آویشن کپسوله‌شده دریافت کردند، بالاترین امتیاز مدیریتی را از نظر ویژگی‌های مورد مطالعه در بین گروه‌های آزمایشی کسب کردند و ترکیب مذکور می‌تواند به‌عنوان افزودنی مناسب در جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی توصیه شود.

این نتایج با نتایج مطالعه قبلی همخوانی داشت که نشان می‌دهد تغذیه پرندگان با جیره غذایی حاوی اسانس کپسوله‌شده به تنهایی یا همراه با پروبیوتیک می‌تواند عملکرد رشد، پاسخ‌های ایمنی و ریخت‌شناسی روده را در جوجه‌های گوشتی بهبود دهد (حیدریان و همکاران، ۲۰۲۰). افزودن پروبیوتیک به جیره جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک مصرفی نداشت (مونتوریس و همکاران، ۲۰۰۷). در پژوهشی دیگر گزارش شد پرندگانی که جیره‌های غذایی حاوی ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تیمول و کارواکرول دریافت کردند، عملکرد رشد و ریخت‌شناسی روده بهتری داشتند (Li و همکاران، ۲۰۲۳). روان^۶ و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که افزودن ۱۵۰ یا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس آویشن به جیره غذایی، به‌طور معناداری مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی را افزایش داد. یوسف^۷ و همکاران (۲۰۲۱) مشاهده کردند که مکمل‌سازی با ترکیبی از اسانس‌های اوکتاگون، رزماری و آویشن در سطح ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره غذایی، به‌طور معناداری وزن بدن را در جوجه‌ها در سنین ۲۲ تا ۴۲ روزگی افزایش داد. ژانگ^۸ و همکاران (۲۰۲۱) همچنین دریافتند که مکمل‌سازی غذایی با اسانس آویشن طبیعی یا سنتزی، افزایش وزن روزانه را افزایش و ضریب تبدیل غذایی را در جوجه‌ها در سنین ۱ تا ۲۱ روزگی نسبت به گروه کنترل کاهش داد.

کونین^۹ و همکاران (۲۰۰۴) و ماتیوانان و کالیاراسی^{۱۰} (۲۰۰۷) گزارش کردند که پاسخ‌های ایمنی با استفاده از پروبیوتیک‌ها، داروها و اسانس‌های گیاهی در جیره افزایش می‌یابد که با نتایج به دست آمده در این مطالعه مطابقت دارد. هاشمی‌پور^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند جیره‌های حاوی اسانس پونه کوهی و کارواکرول باعث افزایش پاسخ‌های ایمنی سلولی و همورال در جوجه‌های گوشتی شد. اثرات متقابل افزایشی بین اسانس‌های گیاهی و پروبیوتیک‌ها وجود دارد، به نظر می‌رسد پروبیوتیک‌ها باعث فعالیت‌های پایداری سیستم ایمنی بدن

6 Ruoan

7 Youssef

8 Zhang

12 Koenen

13 Mathivanan, and Kalaierasi

11 Hashemipour

منابع

- Medicine, 2014 (1): 651593.
- Faseleh Jahromi, M., Wesam Altaher, Y., Shokryazdan, P., Ebrahimi, R., Ebrahimi, M., Idrus, Z. and Liang, J. B. (2016). Dietary supplementation of a mixture of *Lactobacillus* strains enhances performance of broiler chickens raised under heat stress conditions. *International Journal of Biometeorology*, 60:1099-1110.
- Gaggia, F., Mattarelli, P. and Biavati, B. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International journal of food microbiology*, 141: S15-S28.
- Galal, A. A. A. E., El-Araby, I. E., Hassanin, O. and Omar, A. E. (2016). Positive impact of oregano essential oil on growth performance, humoral immune responses and chicken interferon alpha signaling pathway in broilers. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 4 (1): 57-65.
- Gross, W. B. and Siegel, H. S. (1983). Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Diseases*, 972-979.
- 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 response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92: 2059-2069. DOI: 10.3382/ps.2012-02685
- Heydarian, M., Ebrahimnezhad, Y., Meimandipour, A., Hosseini, S. A. and Banabazi, M. H. (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 (1): 17-25.
- Hosseini, S. A. and Meimandipour, A. (2018). Feeding broilers with thyme essential oil loaded in chitosan nanoparticles: an efficient strategy for successful delivery. *British poultry science*, 59 (6): 669-678.
- مؤمنی، م. (۱۳۸۵). مباحث نوین تحقیق در عملیات (چاپ اول)، انتشارات دانشگاه تهران. ص. ۱۸۰.
- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phytogetic Feed Additives in Poultry: Achievements, Prospective and Challenges. *Animals*, 11(12), 3471. <https://doi.org/10.3390/ani11123471>
- Allan-Wojtas, P., Hansen, L. T., & Paulson, A. (2008). Microstructural studies of probiotic bacteria-loaded alginate microcapsules using standard electron microscopy techniques and anhydrous fixation. *LWT-Food Science Technology*, 41, 101-108.
- Adi, P. T. K., Sugiharti, E. and Alamsyah, A. (2018). Comparison between SAW and Topsis methods in selection of broiler chicken meat quality. *Scientific Journal of Informatics*, 5(1): 90.
- Attia, Y. A., Bakhshwain, A. A. and Bertu, N. K. (2017). Thyme oil (*Thyme vulgaris* L.) as a natural growth promoter for broiler chickens reared under hot climate. *Italian Journal of Animal Science*, 16(2): 275-282.
- Aviagen. (2014). Ross 308 broiler nutrition specification manual. Midhlotian (UK): Aviagen
- Awad, W. A., Ghareeb, K., Abdel-Raheem, S. and Böhm, J. (2009). Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *Poultry Science*, 88 (1): 49-56 .
- Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L. and Wang, T. (2017). Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 96 (1): 74-82.
- Bilia, A. R., Guccione, C., Isacchi, B., Righeschi, C., Firenzuoli, F. and Bergonzi, M. C. (2014). [Retracted] Essential oils loaded in nanosystems: A developing strategy for a successful therapeutic approach. *Evidence-Based Complementary and Alternative*

- Hosseini, S. A., Meimandipour, A., Lotfollahian, H. and Aghashahi, A. R. (2014). Choosing a commercial broiler strain based on multicriteria decision analysis. *Poultry Science Journal*, 2 (1): 51-60.
- Hwang, C.L. and Yoon, K. (1981). Multi attribute decision making: methods and applications. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Koenen, M. E., Kramer, J., Van der hulst, R., Heres, L., Jeurissenand, S. H. M. and Boersma, W. J. A. (2004). Immunomodulation by probiotic lactobacilli in layer- and meat-type chickens. *British Journal of Poultry Science*, 45: 355-366.
- Lepage, K. T., Bloom, S. E. and Taylor Jr, R. L. (1996). Antibody response to sheep red blood cells in a major histocompatibility (B) complex aneuploid line of chickens. *Poultry Science*, 75 (3): 346-350.
- Li, L., Chen, X., Zhang, K., Tian, G., Ding, X., Bai, S. and Zeng, Q. (2023). Effects of thymol and carvacrol eutectic on growth performance, serum biochemical parameters, and intestinal health in broiler chickens. *Animals*, 13 (13): 2242.
- Liao, W., Badri, W., Dumas, E., Ghnimi, S., Elaissari, A., Saurel, R., & Gharsallaoui, A. (2021). Nanoencapsulation of essential oils as natural food antimicrobial agents: An overview. *Applied Sciences*, 11(13), 5778.
- Marcu, A., Vacaru-Opriș, I., Dumitrescu, G., Ciochină, L. P., Marcu, A., Nicula, M. and Mariș, C. (2013). The influence of genetics on economic efficiency of broiler chickens' growth. *Animal Science and Biotechnologies*, 46 (2): 339-346.
- Mathivanan, R. and Kalaiarasi, K. (2007). Panchagavya and andrographis paniculata as alternatives to antibiotic growth promoters on hematological, serum biochemical parameters and immune status of broilers. *Poultry Science Journal*, 44: 198-204.
- Manojlović, V., Nedović, V. A., Kailasapathy, K., & Zuidam, N. J. (2010). Encapsulation of probiotics for use in food products. In *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing* Springer, 269-302.
- Mathlouthi, N., Bouzaïenne, T., Oueslati, I., Recoquillay, F., Hamdi, M., Urdaci, M. and Bergaoui, R. (2012). Use of rosemary, oregano, and a commercial blend of essential oils in broiler chickens: in vitro antimicrobial activities and effects on growth performance. *Journal of animal science*, 90 (3): 813-823.
- 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 (1): e15.
- Mohiti-Asli, M. and Ghanaatparast-Rashti, M. (2017). Comparison of the effect of two phytochemical compounds on growth performance and immune response of broilers. *Journal of Applied Animal Research*, 45 (1): 603-608.
- Mountzouris, K., Tsirtsikos, P., Kalamara, E., Nitsch, S., Schatzmayr, G. and Fegeros, K. (2007). Evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, and *Pediococcus* strains in promoting broiler performance and modulating cecal microflora composition and metabolic activities. *Poultry science*, 86: 309-317.
- Paturi, G., Phillips, M., Jones, M. and Kailasapathy, K. (2007). Immune enhancing effects of *Lactobacillus acidophilus* LAFTI L10 and *Lactobacillus paracasei* LAFTI L26 in mice. *International Journal of Food Microbiology*, 115: 115-118. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.10.007
- Roush, W. B. and Cravener, T. L. (1990). Evaluation of colony size and cage space for laying hens (*Gallus domesticus*) using fuzzy decision analysis. *Poultry Science*, 69 (9): 1480-1484.
- Ruan, D., Fan, Q., Fouad, A. M., Sun, Y., Huang, S., Wu, A. and Jiang, S. (2021).

- Effects of dietary oregano essential oil supplementation on growth performance, intestinal antioxidative capacity, immunity, and intestinal microbiota in yellow-feathered chickens. *Journal of Animal Science*, 99 (2): skab033.
- Seidavi, A., Dadashbeiki, M., Alimohammadi-Saraei, M. H., van den Hoven, R., Payan-Carreira, R., Laudadio, V. and Tufarelli, V. (2017). Effects of dietary inclusion level of a mixture of probiotic cultures and enzymes on broiler chickens' immunity response. *Environmental Science and Pollution Research*, 24: 4637-4644.
- Sengül, T., Yurtseven, S., Cetin, M., Kocyigit, A. and Söğüt, B. (2008). Effect of thyme (*T. vulgaris*) extracts on fattening performance, some blood parameters, oxidative stress and DNA damage in Japanese quails. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 17 (4): 608-620.
- Simitzis, P. E. (2017). Enrichment of animal diets with essential oils—a great perspective on improving animal performance and quality characteristics of the derived products. *Medicines*, 4 (2): 35.
- Sousa, V. I., Parente, J. F., Marques, J. F., Forte, M. A., & Tavares, C. J. (2022). Microencapsulation of essential oils: A review. *Polymers*, 14(9), 1730.
- Stoica, R., Şomoghi, R. and Ion, R. M. (2013). Preparation of chitosan-tripolyphosphate nanoparticles for the encapsulation of polyphenols extracted from rose hips. *Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB)* 8 (3).
- Tabidi, M. H., Mukhtar, A. M. and Mohammed, H. I. (2013). Effects of probiotic and antibiotic on performance and growth attributes of broiler chicks. *Global Journal of Medicinal Plant Research*, 1 (1): 136-142.
- World Health Organization (WHO). (2002). WHO manual on animal influenza diagnosis and surveillance (No. WHO/CDS/CSR/NCS/2002.5). World Health Organization.
- Youssef, I. M., Männer, K. and Zentek, J. (2021). Effect of essential oils or saponins alone or in combination on productive performance, intestinal morphology and digestive enzymes' activity of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105 (1): 99-107.
- Zhang, L. Y., Peng, Q. Y., Liu, Y. R., Ma, Q. G., Zhang, J. Y., Guo, Y. P. and Zhao, L. H. (2021). Effects of oregano essential oil as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, antioxidant status, and intestinal health of broilers. *Poultry science*, 100 (7): 101163.

