نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳٤، بهـار ۱٤۰۱
ص‌ص: ۱۷~۲۸

بررسی اثرات جاذب‌های سموم و زیست‌یار باکتریایی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی با استفاده از روش مدیریت تصمیم گیری چند شاخصی

- **سید بابک اسدی**
گروه علوم دامی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.
- **علیرضا آقاشاهی** (نویسنده مسئول)
دانشیار پژوهشی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- **جعفر فخرائی**
گروه علوم دامی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.
- **سید عبداله حسینی**
استاد پژوهشی،موسسه تحقیقات علوم دامی کشور،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،کرج،ایران.
- **حسین منصوری یار احمدی**
گروه علوم دامی،واحد اراک،دانشگاه آزاد اسلامی،اراک،ایران

تاریخ دریافت : مهر ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش : مرداد ۱۴۰۰
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۶۱۷۴۱۰
Email: aghashahimobin@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2021.351418.2093

چکیده

این مطالعه بمنظور بررسی کارایی افزودن جاذب‌های سموم ASRI1 و ASRI2 زیست‌یار باکتریایی بر عملکرد رشد، ایمنی، جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آلوده شده با آفلاتوکسین انجام شد. تعداد ٤۲۰ جوجه‌ی یک روزه با وزن اولیه‌ی ۳±٤۲ گرم به ۷ گروه آزمایشی با ۵ تکرار اختصاص یافتند و در هر تکرار ۱۲ پرنده قرار گرفت. گروه‌های آزمایشی شامل:۱) شاهد منفی (فاقد آفلاتوکسین)، ۲)شاهد مثبت (حاوی آفلاتوکسین)، ۳)شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی، ٤) شاهد مثبت + ASRI1، ۵) شاهد مثبت + ASRI2، ٦) شاهد مثبت + زیست‌یار باکتریایی +ASRI1 و ۷) شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI2 بود. صفات عملکردی، سطح جذب و جمعیت میکروبی روده، شاخص ایمنی، درصد ماندگاری اندازه گیری، ثبت و به‌عنوان شاخص‌هایی برای مقایسه‌ی گروه‌ها و انتخاب بهترین گروه با استفاده از روش مدیریت تصمیم گیری چند شاخصی مورد استفاده قرار گرفتند. بر اساس نمره‌دهی حاصل از این روش، گروه‌های ۱، ۷، ٦، ۵، ۳، ٤ و۲ به ترتیب نمرات ۰/۹٤۱۵، ۰/٦۲٦٤، ۰/۵٦۷٤، ۰/۵۱۱۸، ۰/٤۱۷۱، ۰/۲۲٤٤و ۰/۰۲۲۱ را به دست آوردند. براساس روش مدیریت تصمیم گیری چند شاخصی، افزایش وزن و شاخص تولید بیشترین نقش را داشتند و بهترین پاسخ در جوجه‌های آلوده در گروه توأم از زیست‌یار باکتریایی و جاذب سموم (ASRI2) مشاهده شد. بنابراین، در هنگام آلودگی جیره‌ها به آفلاتوکسین، استفاده توأم از زیست‌یار باکتریایی و جاذب سموم (ASRI2) به‌عنوان راهکاری برای بهبود صفات تولیدی و عملکردی جوجه‌های گوشتی، توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آفلاتوکسین، تصمیم گیری چند شاخصی، جاذب سموم ASRI1، زیست‌یار باکتریایی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 134 pp: 17-28

The investigation of the effect of toxin binder and probiotic on performance of broiler chickens by multi- index decision management approach

By: Seyed Babak Asadi[1], Alireza Aghashahi*[2], Jafar Fakhraei[1], Seyed Abdollah Hosseini[3], Hosein Mansoori Yarahmadi[1]

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

2: Associate Professor, animal science research institute of Iran,Agricultural Research,Education and Extension,organization,Karaj,Iran

3: Professor, animal science research institute of Iran, Agricultural Research,Education and Extension,organization,Karaj,Iran

Received: October 2020 **Accepted: August 2021**

This study was conducted to investigate the efficiency of dietary inclusion of ASRI1 and ASRI2 commercial toxin binders and probiotic on performance, immunity, and intestinal microbial population of broiler chickens fed with aflatoxin-contaminated diets. A total number of 420 1-d-old broiler chicks with initial weight of 42±3, were assigned to 7 treatments with 5 replications (n=12). Experimental treatments included 1) non-aflatoxin contaminated diets (NC), 2) aflatoxin-contaminated diet (PC), 3) PC diet containing probiotic, 4) PC diet containing ASRI1 toxin binder, 5) PC diet containing ASRI2 toxin binder, 6) PC diet containing probiotic+ASRI1 toxin binder, and 7) PC diet containing probiotic+ASRI2 toxin binder. Performance, absorption index, intestinal microbial population, immunity index and survivability percentage were recorded and used as indexes for the comparison of the treatments. Multi-index decision management method was used to select the best treatment and decision about probiotic and toxin binder use. Based on the scoring obtained by this method, treatments of 1, 7, 6, 5, 3, 4 and 2 obtained the scores of 0.6264, 0.55674, 0.5118, 0.4171, 0.22244 and 0.0221, respectively. Based on Multi-index decision management method method, weight gain and production index had most role and the best response was observed in broiler chicks fed with probiotic and toxin binder (ASRI2). Therefore, a combination of probiotic and toxin binder (ASRI2) is recommended as a strategy for improving productive and performance traits of broiler chicks infected with aflatoxin

Key words: Aflatoxin, ASRI1 Toxin Binder, Probiotic, Multi- index Decision Management Approach.

مقدمه

آفلاتوکسین‌ها، رایج‌ترین گروه از سموم طبیعی هستند که توسط متابولیت‌های ثانویه‌ی برخی از قارچ‌ها، همانند *آسپرژیلوس فلاوس* و *آسپرژیلوس پاراسیتکوس* تولید می‌شوند و مهم‌ترین آلوده کننده‌های خوراک طیور هستند (Abdolmaleki و همکاران، ۲۰۱۹). خطرناک‌ترین و فراوان‌ترین سم قارچی سم، آفلاتوکسین B1 می‌باشد که توسط *آسپرژیلوس فلاوس* و *آسپرژیلوس پاراسیتکوس* تولید شده است. آفلاتوکسین‌ها به‌علت سرطان‌زا بودن و همچنین ماهیت سرکوبگر سیستم ایمنی باعث مرگ در انسان‌ها و حیوانات می‌شوند (Liu و همکاران، ۲۰۲۰). در یک مطالعه‌ی متاآنالیز نشان داده شد که مصرف خوراک‌های آلوده به آفلاتوکسین، خوراک مصرفی و افزایش وزن روزانه را ۱۱٪ کاهش داد و ضریب تبدیل خوراک مصرفی را ۶٪ در جوجه‌های گوشتی افزایش داد (Andretta و همکاران، ۲۰۱۱). مصرف خوراک‌های آلوده به آفلاتوکسین ممکن است سبب آسیب‌های زیست شیمیایی و فیزیولوژیکی کبدی گردد (Yang و همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعه‌ای نشان داده شد که، مصرف خوراک‌های آلوده به آفلاتوکسین B1 باعث سرکوب سیستم ایمنی از طریق کاهش دادن ایمونوگلوبین‌ها در جوجه‌های گوشتی شد (Mohseni Soltani و همکاران، ۲۰۱۹). مصرف خوراک‌های آلوده به آفلاتوکسین همچنین باعث آسیب به سیستم روده‌ای از طریق کاهش دادن طول پرز، پهنای پرز و

عمق کریپت در جوجه‌های گوشتی شد (Gimeno و Martins، ۲۰۱۱). آفلاتوکسین‌ها، اثرات منفی بر سیستم ایمنی، عملکرد رشد، کبد و سیستم روده‌ای می‌توانند داشته باشند و نیاز است که این اثرات منفی از طریق راهکارهای صحیح، ارزان قیمت و ایمن، کاهش یابد. برخی راهکارها برای اتصال و جذب کردن و یا تجزیه‌ی سموم انجام می‌شود که می‌تواند اثرات سم‌ها را کاهش دهد (Isabelle و همکاران، ۲۰۲۰). با این‌حال افزودن جاذب‌ها به جیره، یکی از معمول‌ترین شیوه‌ها برای کاهش اثرات آفلاتوکسین‌ها است (Chen و همکاران، ۲۰۱۴). این جاذب‌ها شامل هیدرات سدیم کلسیم آلومینیوم سیلیکات، زئولیت، بنتونیت، زغال اخته، زیست‌یار باکتریایی همانند مخمر زنده و عصاره‌ی دیواره‌ی سلولی مخمر می‌باشد (Liu و همکاران، ۲۰۲۰). کارایی اتصال جاذب‌های سموم قارچی موجود برای سموم قارچی مختلف متفاوت می‌باشد و در محدوده‌ی صفر تا ۹۰٪ است (مؤمنی، ۱۳۸۵).

استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصی[1] (MADM) مورد توجه زیادی قرار گرفته است (علیزاده قمصری و حسینی، ۱۳۹۹). هفده روش تصمیم‌گیری چند شاخصی را می‌توان بر اساس نوع و اهمیت آن‌ها و با توجه به نوع اطلاعات به‌دست آمده، طبقه‌بندی نمود. برای انتخاب مناسب‌ترین گزینه، باید از مدل‌های تصمیم‌گیری استفاده شود. یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری در این خصوص، مدل TOPSIS[2] است (لطف الهیان و همکاران، ۱۳۹۸). اساس مدل بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه حل مطلوب مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیش‌ترین فاصله را با راه حل مطلوب منفی (بدترین حالت ممکن)، داشته باشد. نقطه مطلوب به‌عنوان مناسب‌ترین، وزین‌ترین و قابل تصورترین نقطه، تعریف می‌شود. بهترین گزینه، نزدیک‌ترین گزینه به نقطه مطلوب خواهد بود (علیزاده قمصری و حسینی، ۱۳۹۹). فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص، به‌طور یکنواخت، افزایشی یا کاهشی است.

روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی در سال‌های اخیر، در زمینه دام و طیور نیز مورد توجه زیادی قرارگرفته است (لطف الهیان و همکاران، ۱۳۹۸: علیزاده قمصری و حسینی، ۱۳۹۹). استفاده از این روش مدیریتی در تصمیم‌گیری درباره استفاده یا عدم استفاده از یک افزودنی، می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار مورد توجه قرار گیرد، لذا در این پژوهش تلاش شد با تمرکز بر عملکرد و پاسخ‌های ایمنی و روش تصمیم‌گیری چند شاخصی، مبنایی برای تصمیم‌گیری در مورد استفاده از یک جاذب سموم برای کاهش دادن اثرات سم قارچی آفلاتوکسین در جوجه‌های گوشتی، ارائه شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن پرورش جوجه‌ی گوشتی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور به شیوه‌ی پرورش در بستر انجام شد. دانخوری‌ها به‌صورت ناودانی و آبخوری‌ها از نوع آویز بودند. آب و خوراک به‌صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. نور سالن از طریق ۳ ردیف لامپ ۱۰۰ واتی تأمین گردید و برنامه‌ی نوری به‌صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت خاموشی بود. حرارت سالن با استفاده از یک بخاری گازی تأمین و دمای سالن با استفاده از دماسنج‌های جیوه‌ای نصب شده در نقاط مختلف سالن تنظیم گردید. در این مطالعه از زیست یار باکتریایی پروتکسین (شرکت نیکوتک، تهران- ایران) استفاده شد که حاوی سویه‌های *لاکتوباسیلوس کازئی، لاکتوباسیلوس رامنوسوس، لاکتو باسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس بولگاریکوس، بیفیدوباکتریوم لانگوم، بیفیدوباکتریوم بِروه* و *استرپتوکوک ترموفیلوس* بودند. همچنین از جاذب سموم‌های ASRI1 و ASRI2 ساخته شده توسط موسسه تحقیقات علوم دامی استفاده شد که حاوی دیواره‌ی مخمر، کربن اکتیو، ترکیبات آلومینوسیلیکاتی و اسیدهای آلی بود. در این تحقیق ترکیبات جاذب آفلاتوکسین، گروه‌های شاهد مثبت و منفی در ۷ گروه و ۵ تکرار برای هر گروه و ۱۲ قطعه جوجه یک روزه نر گوشتی سویه‌ی راس ۳۰۸ در هر تکرار (مجموعا ۴۲۰ جوجه) جوجه یکروزه گوشتی در هر تکرار مورد بررسی قرار گرفت. گروه‌های آزمایشی شامل:

۱- شاهد منفی (بدون آفلاتوکسین)
۲- شاهد مثبت (حاوی ۱۵۰۰ پی پی بی آفلاتوکسین B1)
۳- شاهد مثبت + جاذب سموم $ASRI_1$
۴- شاهد مثبت + جاذب سموم $ASRI_1$ + زیست‌یار باکتریایی
۵- شاهد مثبت + جاذب سموم $ASRI_2$
۶- شاهد مثبت + جاذب سموم $ASRI_2$ + زیست‌یار باکتریایی
۷- شاهد مثبت + زیست‌یار باکتریایی.

[1] Multi attribute decision making
[2] Technique for order of preference by similarity to ideal solution

جیره پایه بر اساس کاتالوگ احتیاجات غذایی سویه راس ۳۰۸ تنظیم و شرایط نگهداری و پرورش جوجه‌ها در طول دوره‌ی آزمایشی بر اساس توصیه‌های این نژاد صورت گرفت که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ساختار جیره‌های آزمایشی

سن	۱۰-۰ (روز)	۲۴-۱۱ (روز)	۴۲-۲۵ (روز)
اقلام جیره	دوره آغازین	دوره رشد	دوره پایانی
ذرت دانه ای	۵۱/۸۳	۵۸/۲۳	۶۲/۲۴
روغن گیاهی	۳/۵۳	۴/۲۶	۳/۲۲
کنجاله ی سویا	۳۸/۳۵	۲۹/۱۰	۳۰/۹۵
دی-ال متیونین	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۲۵
لیزین	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۱۴
تره اونین	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	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی ویژه	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی کلسیم فسفات	۰/۹۰	۱/۲۳	۰/۹۳
ساختار جیره			
انرژی (کیلوکالری/کیلوگرم)	۳۰۲۱/۴۰	۳۱۵۲/۷۶	۳۲۰۰/۵۳
پروتئین خام (٪)	۲۳/۱۲	۲۱/۳۰	۱۹/۳۰
فیبر خام (٪)	۳/۸۲	۴/۲۵	۴/۸۱
لیزین (٪)	۱/۴۴	۱/۲۴	۱/۰۹
متیونین+سیستئین (٪)	۱/۰۷	۰/۹۵	۰/۸۶
کلسیم (٪)	۱/۰۵	۰/۹۰	۰/۸۵
فسفر در دسترس (٪)	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۴۲
آرژنین (٪)	۱/۳۵	۱/۲۲	۱/۱۳
سدیم (٪)	۰/۱۸۳	۰/۱۸۲	۰/۱۷۱
کلر (٪)	۰/۲۰۶	۰/۲۰۸	۰/۲۱۱
پتاسیم (٪)	۰/۷۰۵	۰/۶۹۸	۰/۶۸۲

[۱] مکمل ویتامینه ویژه در هر کیلوگرم خوراک مقادیر زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین B_1، ۱/۸ میلی‌گرم؛ ویتامین B_2، ۶/۶ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۰ میلی‌گرم؛ کلسیم پانتوتنات، ۱۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_6، ۳ میلی‌گرم؛ فولیک اسید، ۱ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱ میلی‌گرم؛ ویتامین D_3، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۸ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K_3، ۲ میلی‌گرم و کولین کلراید، ۵۰۰ میلی‌گرم.

[۲] مکمل مینراله ویژه در هر کیلوگرم خوراک مقادیر زیر را تأمین می‌کرد: منگنز (اکسید منگنز)، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۵۰ میلی‌گرم؛ روی (اکسید روی)، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ مس (سولفات مس)، ۱۰ میلی‌گرم؛ ید (یدات کلسیم)، ۱ میلی‌گرم و سلنیوم (سدیم سلنیت)، ۰/۲ میلی‌گرم.

آماده سازی سم آفلاتوکسین

استخراج آفلاتوکسین با استفاده از تخمیر برنج با *آسپرژیلوس پارازیتکوس PTCC-5286* انجام گرفت. بعد از گذشت حدود دو هفته از رشد قارچ با استفاده از روش TLC و استاندارد آفلاتوکسین B_1؛ از وجود و سطح آفلاتوکسین تولیدی در محیط کشت اطمینان حاصل شد (Shotwell و همکاران، ۱۹۶۶). میزان محیط کشت بر اساس میزان نیاز به آفلاتوکسین برای هفت گروه آزمایشی و مقدار مصرف خوراک جوجه‌های گروه‌های مربوطه در طول دوره آزمایشی محاسبه شد.

در ادامه با استفاده از روش HPLC ، مقدار آفلاتوکسین جیره تعیین شد و در صورت کمتر بودن مقدار آن از ۱/۵ پی‌پی‌ام (جیره پایه)، مقدار آفلاتوکسین اضافه شده برای رسیدن به حد ۱/۵ پی-پی‌ام محاسبه گردید. در مورد جیره شاهد مثبت مقدار آفلاتوکسین کل در آن برابر با حد مجاز توصیه شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (استاندارد ملی ایران، کد ۲۵۸۱) و به مقدار حداکثر ۲۰ پی‌پی‌بی بر کیلوگرم خوراک (یا ۰/۰۲ پی‌پی‌ام) در نظر گرفته شد.

عملکرد رشد

صفات عملکردی، شامل میانگین وزن نهایی، میانگین خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک با استفاده از روابط موجود هر هفته محاسبه شد. همچنین تمامی تلفات به همراه وزن لاشه و روز تلف شدن پرنده ثبت شد و بر این اساس تصحیحات لازم در تعیین میانگین اضافه وزن و خوراک مصرفی پرندگان و نهایتا ضریب تبدیل خوراک آن‌ها انجام گرفت. شاخص تولید با استفاده از فرمول زیر بررسی شد (Momeni, ۲۰۱۴):

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

سطح جذب با استفاده از روش Nain و همکاران (۲۰۱۲) در بخش دودونوم روده بررسی شد.

سطح جذب=2π × (میانگین پهنای پرز/۲)×ارتفاع پرز

در سن ۴۲ روزگی، سه قطعه پرنده از هر تکرار ذبح، محتویات ایلئوم اســتخراج و در شرایط استریل و دمای کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد (جعبه حمل حاوی یخ خشک) برای شمارش جمعیــت اشرشیاکلی به آزمایشگاه، منتقل شد. نمونه‌های محتویات ایلئوم در محیط کشت McConkey آگـار، در شرایط هوازی و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، کشت داده شدند و بعـد از گذشت ۲۴ ساعت، پرگنه‌های تشکیل شده مورد شمارش قرار گرفتند (Khalaji و همکاران، ۲۰۱۱).

برای ارزیابی ایمنی خونی، در سن ۳۵ روزگی به سه قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی، مقدار یک میلی‌لیتر سوسپانسیون ۵ درصد گلبول قرمز خون گوسفند (SRBC[۳]) تزریق و ۷ روز بعد، مقدار ۲ میلی‌لیتر خون جهت اندازه‌گیری عیار پادتن در پاسخ به تزریق SRBCگرفته شد (Vicente و همکاران، ۲۰۰۸)

برای استفاده از مدل مدیریتی چند شاخصی، مراحل ذیل به ترتیب مورد استفاده قرار گرفتند.

الف) تبدیل شاخص‌های کیفی به کمّی: با توجه به کمّی بودن تمامی صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش، تبدیل شاخص‌ها مورد استفاده قرار نگرفت.

ب) بی‌مقیاس‌سازی: به‌منظور حذف بُعد 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. در این آزمایش، از روش آنتروپی جهت ارزیابی اوزان شاخص‌ها استفاده شد.

به‌طور خلاصه برای به‌دست آوردن اوزان شاخص‌ها، مراحل زیر طی شد.

[3] Sheep red blood cell

۱- محاسبه توزیع احتمال (P_{ij})

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

۲- محاسبه مقدار انتروپی (E_j)

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

۳- محاسبه مقدار عدم اطمینان (d_i)

$$d_i = 1 - E_j$$

۴- محاسبه اوزان (W_j)

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

مدل تصمیم‌گیری: در این آزمایش، از مدل تصمیم‌گیری TOPSIS که مدل تصمیم‌گیری چند شاخصی است، استفاده شد (مؤمنی، ۱۳۸۵).

نتایج

جدول۲ ماتریس تصمیم گیری جهت تعیین بهترین گروه آزمایشی در شرایط مصرف جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین را نشان می‌دهد. در این جدول صفات خوراک مصرفی،وزن بدن در سن ۴۲ روزگی، ضریب تبدیل خوراک، ماندگاری، شاخص تولید، ایمنوگلوبولین، سطح جذب و لاکتوباسیلوس‌ها جهت تعیین گروه مطلوب مورد استفاده قرار گرفت. در این جدول معیار مثبت برای صفاتی که عدد بالاتر آن مطلوب بوده و معیار منفی برای صفاتی که مقدار کمتر آن مطلوب است بکار برده شده است. همچنین برای تعیین گروه مطلوب به برخی صفات مهم‌تر، ضریب بالاتری داده شد. برای مثال در مورد ضریب تبدیل خوراک ۰/۱۵ و ماندگاری، ایمنوگلوبولین و خوراک مصرفی ۰/۱ و برای شاخص تولید، ضریب ۰/۲۵ در نظر گرفته شد. این ضرایب با توجه به اهمیت صفات مد نظر مؤثر بر تصمیم‌گیری، و براساس منابع علمی و همین‌طور نظریات کارشناسی تعیین گردید (لطف الهیان و همکاران، ۱۳۹۸).

جدول ۲- ماتریس تصمیم‌گیری در دوره ۱ تا ۴۲ روزگی

	خوراک مصرفی (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل خوراک	ماندگاری	شاخص تولید	ایمنوگلوبولین G	سطح جذب	لاکتوباسیلوس‌ها
۱	۳۸۳۲	۲۲۱۶	۱/۷۲۹	۱۰۰	۳۰۵	۳/۴	۱۱/۶۶	۱۴/۱
۲	۳۸۹۲	۲۰۰۳	۱/۹۴۳	۹۰	۲۲۱	۲/۷۵	۱۲/۰۵	۸/۱۵
۳	۳۹۲۸	۲۰۶۴	۱/۹۰۳	۱۰۰	۲۵۸	۲/۹۵	۱۲/۳۵	۱۰/۱۵
۴	۳۹۰۷	۲۰۶۲	۱/۸۹۵	۹۲/۵	۲۴۰	۲/۹۹	۱۲/۱۷	۸/۱۰
۵	۳۸۶۴	۲۰۶۵	۱/۸۱۲	۱۰۰	۲۷۱	۳	۱۱/۹	۸/۰۷
۶	۳۸۰۲	۲۱۲۴	۱/۷۹۰	۹۵	۲۶۸	۳/۲	۱۳/۰۵	۱۱/۱۰
۷	۳۹۴۲	۲۱۳۵	۱/۸۴۶	۱۰۰	۲۷۵	۳/۲۵	۱۲/۶۶	۱۱/۰۲
اثرشاخص	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
وزن شاخص	۰/۱۰۰	۰/۲۰۰	۰/۱۵۰	۰/۱۰۰	۰/۲۵۰	۰/۱۰۰	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰

۱= شاهد منفی ۲= جیره حاوی آفلاتوکسین (شاهد مثبت)۳= شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی ۴= شاهد مثبت+ ASRI1 ۵= شاهد مثبت+ ASRI2 ۶= شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI1 ۷= شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI2.

جدول ۳ ماتریس بی مقیاس را نشان می‌دهد. این بی مقیاس سازی به منظور حذف بعد منفی و مثبت شاخص‌های کمی مورد نظر جهت جمع پذیری صفات بوده و برای این کار از بی مقیاس سازی نرمال استفاده شد. داده‌های بدست آمده از روش بی مقیاس سازی در دامنه ۰ تا ۱ قرار داشتند.

جدول ۳- نرمال سازی یا بی‌مقیاس سازی ماتریس تصمیم‌گیری در دوره ۱ تا ٤۲ روزگی

	خوراک مصرفی (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل خوراک	ماندگاری	شاخص تولید	IgG	سطح جذب	لاکتو باسیلوس‌ها
۱	۰/۳۷۳۲	۰/۳۹۹۵	۰/۳۵۳۹	۰/۳۹۰۲	۰/۴۳۷۱	۰/۴۱۶۷	۰/۳۵۹۲	۰/۵۱۷۱
۲	۰/۳۷۹۰	۰/۳۶۱۱	۰/۳۹۷۷	۰/۳۵۱۲	۰/۳۱۶۷	۰/۳۳۷۱	۰/۳۷۱۲	۰/۲۹۸۹
۳	۰/۳۸۲۵	۰/۳۷۲۱	۰/۳۸۹۵	۰/۳۹۰۲	۰/۳۶۹۷	۰/۳۶۱۶	۰/۳۸۰۴	۰/۳۷۲۲
۴	۰/۳۸۰۵	۰/۳۷۱۷	۰/۳۸۷۸	۰/۳۶۰۹	۰/۳۴۳۹	۰/۳۶۶۵	۰/۳۷۴۹	۰/۲۹۷۰
۵	۰/۳۷۶۳	۰/۳۷۲۳	۰/۳۷۰۹	۰/۳۹۰۲	۰/۳۸۸۴	۰/۳۶۷۷	۰/۳۶۶۵	۰/۲۹۵۹
۶	۰/۳۷۰۲	۰/۳۸۲۹	۰/۳۶۶۴	۰/۳۷۰۷	۰/۳۸۴۱	۰/۳۹۲۲	۰/۴۰۲۰	۰/۴۰۷۰
۷	۰/۳۸۳۹	۰/۳۸۴۹	۰/۳۷۷۸	۰/۳۹۰۲	۰/۳۹۴۱	۰/۳۹۸۳	۰/۳۹۰۰	۰/۴۰۴۱

۱= شاهد منفی ۲= جیره حاوی آفلاتوکسین (شاهد مثبت) ۳= شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی ۴= شاهد مثبت+ ASRI1 ۵= شاهد مثبت+ ASRI2 ۶= شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI1 ۷= شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI2.

جدول ۴ میزان ارزیابی اوزان شاخص‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به اهمیت نسبی شاخص‌ها، ضروری است به هر شاخص وزن داده شود که جمع اوزان هر شاخص معادل عدد یک شود. در این آزمایش از روش آنتروپی جهت ارزیابی اوزان شاخص ها استفاده شد.

جدول ٤- وزن دهی به ماتریس نرمال شده در دوره ۱ تا ٤۲ روزگی

	خوراک مصرفی (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل خوراک	ماندگاری	شاخص تولید	IGg	سطح جذب	لاکتو باسیلوس‌ها
۱	۰/۰۳۷۳	۰/۰۷۹۹	۰/۵۳۱	۰/۰۳۹۰	۰/۱۰۹۳	۰/۰۴۱۷	۰/۰۱۸۰	۰/۰۲۵۹
۲	۰/۰۳۷۹	۰/۰۷۲۲	۰/۰۵۹۷	۰/۰۳۵۱	۰/۰۷۹۲	۰/۰۳۳۷	۰/۰۱۸۶	۰/۰۱۴۹
۳	۰/۰۳۸۳	۰/۰۷۴۴	۰/۰۵۸۴	۰/۰۳۹۰	۰/۰۹۲۴	۰/۰۳۶۲	۰/۰۱۹۰	۰/۰۱۸۶
٤	۰/۰۳۸۰	۰/۰۷۴۳	۰/۰۵۸۲	۰/۰۳۶۱	۰/۰۸۶۰	۰/۰۳۶۶	۰/۰۱۸۷	۰/۰۱۴۹
۵	۰/۰۳۷۶	۰/۰۷۴۵	۰/۰۵۵۶	۰/۰۳۹۰	۰/۰۹۷۱	۰/۰۳۶۸	۰/۰۱۸۳	۰/۰۱۴۸
٦	۰/۰۳۷۰	۰/۰۷۶۶	۰/۰۵۵۰	۰/۰۳۷۱	۰/۰۹۶۰	۰/۰۳۹۲	۰/۰۲۰۱	۰/۰۲۰۴
۷	۰/۰۳۸۴	۰/۰۷۷۰	۰/۰۵۶۷	۰/۰۳۹۰	۰/۰۹۸۵	۰/۰۳۹۸	۰/۰۱۹۵	۰/۰۲۰۲

۱= شاهد منفی ۲= جیره حاوی آفلاتوکسین (شاهد مثبت) ۳= شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی ۴= شاهد مثبت+ ASRI1 ۵= شاهد مثبت+ ASRI2 ۶= شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI1 ۷= شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI2.

سپس با توجه به ماتریس تصمیم‌گیری، مثبت و منفی بودن راه حل‌های مطلوب مثبت و منفی برای هر شاخص، تعیین شد (جدول ۵). 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 بوده و بدترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، کوچک‌ترین و برای شاخص‌های منفی، بزرگترین هستند.

جدول ۵- تعیین راه حل مطلوب مثبت و منفی

راه حل بهینه	خوراک مصرفی (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل خوراک	ماندگاری	شاخص تولید	IgG	سطح جذب	لاکتوباسیلوس-ها
مطلوب مثبت	۰/۰۳۷۰	۰/۰۷۹۹	۰/۰۵۳۱	۰/۰۳۹۰	۰/۱۰۹۳	۰/۰۴۱۷	۰/۰۲۰۱	۰/۰۲۵۹
مطلوب منفی	۰/۰۳۸۴	۰/۰۷۲۲	۰/۰۵۹۷	۰/۰۳۵۱	۰/۰۷۹۲	۰/۰۳۳۷	۰/۰۱۸۰	۰/۰۱۴۸

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 ۶ آمده است.

جدول ٦- تعیین اندازه فاصله از مطلوب مثبت و منفی

گروه	مثبت	منفی
شاهد منفی	۰/۰۰۲۲	۰/۰۳۴۸
جیره حاوی سم (شاهد مثبت)	۰/۰۳۴۸	۰/۰۰۰۸
شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی	۰/۰۲۰۷	۰/۰۱۴۸
شاهد مثبت+ ASRI1	۰/۰۲۷۵	۰/۰۰۸۰
شاهد مثبت+ ASRI2	۰/۰۱۸۳	۰/۰۱۹۲
شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI1	۰/۰۱۵۲	۰/۰۱۹۹
شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI2	۰/۰۱۳۲	۰/۰۲۲۱

جدول ۷ نشان دهنده نزدیکی نسبی یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل است. در این جدول، هر گزینه‌ای که عدد مربوط به آن بزرگ‌تر باشد، از بقیه گزینه‌ها مطلوب‌تر است. مطابق نتایج این جدول، پرندگان دریافت کننده زیست‌یار باکتریایی و ASRI2 بالاترین نمره را از نظر صفات مورد بررسی در بین گروه‌های آزمایشی، کسب نموده و گروه دریافت کننده زیست‌یار باکتریایی وASRI1 و ASRI2 به‌تنهایی به‌ترتیب در رتبه-های بعدی قرار گرفتند.

جدول ۷- محاسبه نزدیکی به راه حل مطلوب مثبت و منفی و رتبه‌بندی گروه‌ها

گروه	ضریب نزدیکی
شاهد منفی	۰/۹۴۱۵
شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI2	۰/۶۲۶۴
شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی + ASRI1	۰/۵۶۷۴
شاهد مثبت+ ASRI2	۰/۵۱۱۸
شاهد مثبت+ زیست‌یار باکتریایی	۰/۴۱۷۱
شاهد مثبت+ ASRI1	۰/۲۲۴۴
جیره حاوی آفلاتوکسین (شاهد مثبت)	۰/۰۲۲۱

بحث

تا کنون تحقیقی در مورد استفاده از روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی برای بررسی اثرات توام استفاده از پر اثرات جاذب سموم و زیست‌یار باکتریایی بر فعالیت کبد، ماهیچه و جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی انجام نشده است. در پژوهش-های علوم دامی معمولا از مقایسه میانگین استفاده می‌شود، که تنها یک صفت را مورد بررسی قرار داده و توانایی تصمیم‌گیری براساس تمام صفات وجود ندارد. در این روش که برای تجزیه و تحلیل چند گزینه (گروه) استفاده می‌شود، چند شاخص وجود دارد که مدیر و تصمیم‌گیرنده آن صفات را مشخص و وزن‌دهی می‌کند. براساس نتایج به‌دست آمده، گروه شاهد منفی، بیشترین امتیاز و بهترین رتبه را داشت که نشان می‌دهد، دور نگه داشتن جوجه‌های گوشتی از آفلاتوکسین، بهتر از درمان آن با زیست‌یار باکتریایی و یا جاذب سموم می‌باشد. این نتایج همسو با مطالعات قبلی است که نشان دادند، تغذیه خوراک‌های حاوی آفلاتوکسین تأثیر منفی روی عملکرد رشد (Andretta و همکاران، ۲۰۱۱: Mohseni Soltani و همکاران، ۲۰۱۹: Gimeno و Martins، ۲۰۱۱: Liu و همکاران، ۲۰۲۰)، سیستم ایمنی (Mohseni Soltani و همکاران، ۲۰۱۹) و ساختار روده‌ای (Gimeno و Martins، ۲۰۱۱) در مقایسه با گروه‌های آلوده نشده داشتند. آفلاتوکسین اثرات منفی روی سیستم روده‌ای دارد و میزان جذب را کاهش می‌دهد و از این طریق باعث می‌شود که مواد مغذی کمتری جذب شود و در نتیجه جوجه‌های گوشتی رشد ضعیف‌تری داشته باشند. جذب بیشتر مواد مغذی نه تنها باعث بهبود رشد دیگر ارگان‌ها می‌شود، ولی همچنین برای رشد پرزهای روده‌ای ضروری می‌باشد. اگر رشد پرزها کافی نباشد، جذب مواد مغذی کمتر و تأثیر منفی روی عملکرد رشد می-گذارد. از طرفی دیگر، مصرف خوراک‌های آلوده به آفلاتوکسین ممکن است سبب آسیب‌های زیست شیمیایی و فیزیولوژیکی کبدی گردد (Yang و همکاران، ۲۰۱۲). آسیب به کبد روی سوخت‌وساز مواد مغذی تأثیر منفی می‌گذارد و سوخت و ساز ناکافی باعث رشد نامناسب و عدم تأمین مواد مغذی کافی برای ساخت پروتئین برای سیستم ایمنی و آسیب به سیستم روده‌ای می-شود (Liu و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین در وهله‌ی اول، جوجه‌های گوشتی را باید از سموم آفلاتوکسینی دور نگه داشت و این روش نیز این موضوع را تأیید می‌کنند.

نتایج این مطالعه نشان داد که در گروه‌های آفلاتوکسینی، خوراک‌های حاوی زیست‌یار باکتریایی و جاذب سموم بیشترین رتبه را در بین ت گروه‌های آفلاتوکسینی داشتند. جاذب سموم ASRI2 رتبه‌ی بهتری در مقایسه با جذب ASRI1 رتبه‌ی بهتری داشت که این به‌علت ماهیت ساختاری و درصدهای متفاوت استفاده شده می‌باشد که در بخش روش کار به آن اشاره شد. کارایی بهتر در گروه ترکیب در مقایسه با فرم جداگانه، احتمالا به این علت است که زیست‌یار باکتریایی و جاذب سموم از طریق سازوکارهای متفاوت ولی همراستا، ایمنی، عملکرد،

سیستم روده‌ای و سطح جذب را بهبود می‌بخشند و به‌این ترتیب رتبه‌ی بهتری را در این سیستم مدیریتی دارند. مطالعات نشان داده‌اند که افزودن زیست‌یارهای باکتریایی (Salem و همکاران، ۲۰۱۸؛ Śliżewska و همکاران، ۲۰۱۹) و جاذب سموم (Liu و همکاران، ۲۰۲۰؛ Mohseni Soltani و همکاران، ۲۰۱۹) به جیره‌ی جوجه‌های گوشتی عملکرد رشد در شرایط آلودگی با آفلاتوکسین بهبود بخشید. در بخش قبلی بحث شد که سیستم ایمنی، رشد و ریخت‌شناسی روده بیشتر تحت تأثیر سیستم روده می‌باشند که هنگام آلودگی با آفلاتوکسین بیشتر درگیر می‌شود. فلور میکروبی روده در بسیاری از مسیرهای متابولیکی با تولید آنزیم شرکت می کنند. زیست‌یار باکتریایی اختلالات هضمی را کاهش می‌دهد و منجر به استفاده‌ی بهینه از مواد غذایی از طریق تعادل در فلور میکروبی روده،کاهش جمعیت میکروب‌های مضر و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود و از این راه به بهبود رشد کمک می‌کند (Mookiah و همکاران، ۲۰۱۴). با این‌حال، جاذب‌های سموم با آفلاتوکسین، اتصال می‌یابند و مانع از تأثیر آن با دستگاه روده‌ای می‌شوند و به دفع آن کمک می‌کنند و از این طریق به کاهش اثر کمک می‌کنند (Mohseni Soltani و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین این دو افزودنی در یک راستا که حفظ سلامت روده است، همکاری می‌کنند ولی سازوکار متفاوتی دارند. حفظ سلامت روده باعث بهبود پاسخ‌های ایمنی و سطح جذب می‌شود که نتیجه‌ی آن بهبود عملکرد رشد، ایمنی و ریخت شناسی روده در جوجه‌های تحت چالش با آفلاتوکسین می‌باشد. هدف این مطالعه ارائه‌ی سازوکار برای افزودنی‌ها نبود و تنها به روش‌های مدیریتی می‌پردازد. نتایج در مجموع حاکی از آن است که برای مدیریت مناسب در شرایط آلودگی با عفونت آفلاتوکسین، بهتر است که از جاذب سموم و زیست‌یار باکتریایی استفاده شود.

نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه به بررسی بررسی اثرات جاذب‌های سموم و زیست‌یار باکتریایی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی با استفاده از روش مدیریت تصمیم گیری چند شاخصی پرداخت. براساس رتبه بندی و نتایج به‌دست آمده برای چندین صفت، می‌بایست از آلودگی خوراک‌ها با آفلاتوکسین در درجه‌ی اول جلوگیری شود، ولی در صورت آلودگی، بهتر است از جاذب‌های سموم و زیست‌یار باکتریایی استفاده شود تا اثرات منفی آفلاتوکسین در جوجه‌های گوشتی به حداقل، تقلیل یابد.

منابع

حسینی، س.ع.، زاغری، م.، لطف‌الهیان، ه.، شیوازاد، م. و مروج، ح. (۱۳۹۰). تعیین سطح مناسب متیونین مرغ‌های مادر با استفاده از روش اقتصادی حداکثرسازی سود و تصمیم‌گیری بر مبنای پاسخ‌های چندگانه. نشریه علوم دامی ایران، شماره ۴، ص ص. ۳۲۹-۳۳۳.

علیزاده قمصری، الف. م.، و حسینی، س.ع. (۱۳۹۹). تعیین سطح بهینه دانه تاج خروس در جیره پلت شده جوجه های گوشتی بر مبنای روش تصمیم‌گیری چند شاخصی (مدل TOPSIS) و شاخص تولید. پژوهش‌های تولیدات دامی، دوره ۱۱، شماره ۲۷، صص. ۴۲-۲۶.

لطف الهیان، ه.، علیزاده قمصری، الف، م. حسینی، س.ع.، یعقوبفر، الف.، آقاشاهی, ع. (۱۳۹۸). بررسی اثرات محرک رشد گیاهی اورکس® بر عملکرد و پاسخ های ایمنی جوجه های گوشتی با استفاده از روش مدیریت تصمیم گیری چند *شاخصی. نشریه* علوم دامی (پژوهش و سازندگی). شماره ۳۹، ص ص. ۲۳۲-۲۱۹.

مومنی، م. (۱۳۸۵). مباحث نوین تحقیق در عملیات (چاپ اول)، انتشارات دانشگاه تهران. ص. ۱۸۰.

Abdolmaleki, M., Saki, A.A., and Alikhani, M.Y., (2019). Protective effects of *Bacillus sp.* MBIA2.40 and gallipro on growth performance,immune status, gut morphology and serum biochemistry of broiler chickens feeding by aflatoxin B1. *Poultry Science Journal*.7(2): 185-194.

Andretta, I., Kipper, M., Lehnen, C., Hauschild, L., Vale, M.M. and Lovatto, P.A., (2011). Meta-analytical study of productive and nutritional interactions of mycotoxins in broilers. Poultry Science. 90:1934-40.

Chen, X., Horn, N. and Applegate, T.J. (2014). Efficiency of hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the adverse effects of graded levels of aflatoxin B1 in broiler chicks. *Poultry Science.* 93:2037-47.

Gimeno, A. and Martins, M.L., (2011). Mycotoxinas y MicotoxicosisenAnimales y Humanos. 3rd ed. Special Nutrients-INC, Miame.

Heo, J. M., Opapeju, F. O., Pluske, J. R., Kim, J. C., Hampson, D. J. and Nyachoti, C. M. (2012). Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.* 97: 207–237.

Khalaji, S., Zaghari, M., Hatami, K.H., HedariDastjerdi, S., Lotfi, L. and Nazarian, H. (2011). Black cumin seeds, Artemisia leaves (*Artemisia sieberi*), and Camellia L. plant extract as phytogenic products in broiler diets and their effects on performance, blood constituents, immunity, and cecal microbial population. *Poultry Science*. 90: 2500-2510.

Liu, J.B., Yan, H.L., Cao, S.C., Hu, Y.D. and Zhang, H.F. (2020). Effects of absorbents on growth performance, blood profiles and liver gene expression in broilers fed diets naturally contaminated with aflatoxin. *Asian-Australas Journal of Animal Science.*33:294-304.

Lotfollahian, H.,, Alizadeh-Ghamsari, A.H., Hosseini S.A., Yaghobfar, A. and 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.

Mohseni Soltani, D., Aghdam Shahryar, H., Hosseini, S.A., Ebrahimnezhad, Y. and Aghashahi, A., (2019). Effects of dietary inclusion of commercial toxin binders and prebiotics on performance and immune responses of broiler chicks fed aflatoxin-contaminated diets. South African Journal of Animal Science. 49: 21-35.

Momeni, M. (2014). New topics in operations research. 6th ed. Moallef Publications, Tehran, Iran, 10-50.

Mookiah, S., Sieo, C.C., Ramasamy, K., Abdullah, N. and Ho, Y.W. (2014). Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caecal fermentation concentrations of broiler chickens. *Journal of Science Food Agriculture.* 94: 341–348.

Nain, S., Renema, R.A., Zuidhof M.J. and Korver D.R. (2012). Effect of metabolic efficiency and intestinal morphology on variability in n-3 polyunsatureated fatty acid enrichment of eggs. *Poultry Science*. 91:888–898.

Panda, A.K., Rama Rao S.V., Raju, M.V., Shyam Sunder, G., (2009). Effect of butyric acid on performance, gastrointestinal tract health and carcass characteristics in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22: 1026-1031.

Salem, R., El-Habashi, N., Fadl, S.E., Sakr, O.A. and Elbialy, Z.I., (2018). Effect of probiotic supplement on aflatoxicosis and gene expression in the liver of broiler chicken. Environmental *Toxicology and Pharmacology*. 60:118-127.

Shotwell, O. L., Hesseltine, C. W. Stubblefield, R. D. and Sorenson, W. G. (1966). Production of aflatoxin on rice. *Applied Microbiology.* 14:425–428.

Śliżewska, K., Cukrowska, B., Smulikowska, S. and Cielecka-Kuszyk, J., (2019). The effect of probiotic supplementation on performance and the histopathological changes in liver and kidneys in broiler chickens fed diets with aflatoxin B1. *Toxins.* 11: 112-123.

Vicente, J. L., Torres-Rodriguez, A., Higgins, S. E., Pixley, C., Tellez, G., Donoghue, A. M. and Hargis, B. M. (2008). Effect of a selected Lactobacillus spp.-based probiotic on Salmonella enterica serovar Enteritidis-infected broiler chicks. *Avian Diseases.* 52(1): 143-146.

Yang, J., Bai, F. and Zhang, K., (2012). Effects of feeding corn naturally contaminated with aflatoxin B1 and B2 on hepatic functions of broilers. *Poultry Science.* 91:2792-801. https://doi.org/10.3382/ ps.2012-02544