Journal of Animal Biology, Autumn 2025; 18(1):99-108

ISSN: 1735-9724

Research Article

The Effect of Different Binder Toxins on Growth Performance, Enzyme Activity and Intestinal Morphology of Broiler Chickens Fed Diets Contaminated with Aflatoxin B1

Akbar Dolatkhah Siamazgi[1], Hossein Mansoori Yarahmadi[1*], Houshang Lotfollahian[2], Jafar Fakhraei[1], Seyed Abdollah Hosseini[2]

1- Department of Animal Science, Ar.C., Islamic Azad University, Arak, Iran
2- National Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

*Corresponding author: ho.mansoori@iau.ac.ir

Received: 03 April 2025 Accepted: 30 July 2025

DOI: 10.60833/ascij.2025.1203032

Abstract

The present experiment was conducted with the aim of studying the effect of different binder toxins on growth performance, blood parameters and intestinal histology of broiler chickens fed diets contaminated with aflatoxin B1. For the experiment, 350 one-day-old male broiler chicks of the Cobb 500 strain were assigned in a completely randomized design with 7 treatments and 5 replications (each replication containing 10 chicks). The experimental treatments included 1) negative control (without aflatoxin), 2) positive control (containing aflatoxin), 3) positive control + toxin binder ARSI1, 4) positive control + toxin binder ARSI2, 5) positive control + toxin binder STB1, 6) positive control + toxin binder STB2 and 7) positive control + toxin binder Mycofix. The performance, survival rate and production index in the positive control were significantly reduced compared to the negative control ($p < 0.05$) and the addition of toxin binders did not have a significant effect on reducing the negative effects of aflatoxin ($p > 0.05$). The concentration of liver enzymes in diets containing toxin binders was significantly reduced compared to the positive control ($p < 0.05$). The addition of toxin binders was able to significantly increase the ileal villi area compared to the positive control ($p < 0.05$). Overall, the results showed that toxin binders containing medicinal plants, especially ARSI1 and ARSI2, were more effective in reducing the effects of aflatoxin B1 than other toxin binders used.

Keywords: Aflatoxin B1, Broiler, Toxin Binder, Performance.

زیست‌شناسی جانوری، سال هجدهم، شماره اول، پاییز ۱۴۰۴، صفحات ۱۰۸-۹۹

شاپا: ۹۷۲۴-۱۷۳۵

مقاله پژوهشی

اثر توکسین بایندرهای مختلف بر عملکرد رشد، فعالیت آنزیمی و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آلوده با آفلاتوکسین B_1

اکبر دولتخواه سیاهمزگی[۱]، حسین منصوری یاراحمدی[۱*]، هوشنگ لطف‌اللهیان[۲]، جعفر فخرائی[۱]، سیدعبدالله حسینی[۲]

۱- گروه علوم دامی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۲- موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*مسئول مکاتبات: ho.mansoori@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۸

DOI: 10.60833/ascij.2025.1203032

چکیده

آزمایش حاضر با هدف اثر توکسین بایندرهای مختلف بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و بافت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آلوده با آفلاتوکسین B_1 انجام شد. برای انجام تعداد ۳۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه سویه کاب ۵۰۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و ۵ تکرار (هر تکرار حاوی ۱۰ قطعه جوجه) اختصاص داده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) شاهد منفی (بدون آفلاتوکسین)، ۲) شاهد مثبت (حاوی آفلاتوکسین) ۳) شاهد مثبت + توکسین بایندر ARSI1، ٤) شاهد مثبت + توکسین بایندر ARSI2، ٥) شاهد مثبت + توکسین بایندر STB1، ٦) شاهد مثبت + توکسین بایندر STB2 و ۷) شاهد مثبت + توکسین بایندر Mycofix بودند. عملکرد، درصد ماندگاری و شاخص تولید در شاهد مثبت کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد منفی داشت ($p < ۰/۰۵$) و افزودن توکسین بایندرها تاثیر معنی‌داری بر کاهش اثرات منفی آفلاتوکسین نداشت ($p > ۰/۰۵$). غلظت آنزیم‌های کبدی در جیره‌های حاوی توکسین بایندرها کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد مثبت داشت ($p < ۰/۰۵$). افزودن توکسین بایندرها توانست به شکل معنی‌داری مساحت پرز ایلئومی را نسبت به شاهد مثبت افزایش دهد ($p < ۰/۰۵$). به طور کل نتایج نشان داد که توکسین بایندرهای حاوی گیاهان دارویی بخصوص ARSI1 و ARSI2 به جیره در کاهش اثرات آفلاتوکسین B_1، موثرتر از سایر توکسین بایندرهای بکار رفته بودند.

کلمات کلیدی: افلاتوکسین B_1، جوجه گوشتی، توکسین بایندر، عملکرد.

مقدمه

افزایش جمعیت، نیاز به تأمین منابع غذایی مختلف را به طور گسترده افزایش داده است. گوشت مرغ به عنوان یک منبع غذایی ارزان و مغذی توانسته در این زمینه مورد توجه ویژه قرار گیرد. یکی از مواردی که در محصولات طیور مدنظر قرار می‌گیرد، سلامت محصولات تولیدی می‌باشد. از آنجایی که سلامت محصولات طیور با کیفیت جیره غذای آنها رابطه مستقیمی دارد، دسترسی به خوراک‌های با کیفیت از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (۱). در اکثر مواقع خوراک طیور در معرض قارچ‌ها قرار دارند. برخی از این قارچ‌ها مانند *آسپرژیلوس فلاووس* و *آسپرژیلوس پارازیتیکوس*، متابولیت‌های ثانویه‌ای بنام آفلاتوکسین‌ها را تولید می‌کنند. اصلی‌ترین مسیر ایجاد آلودگی افلاتوکسین از طریق خوراک می‌باشد و

این سم در اقلام مختلف جیره طیور از جمله غلات مشاهد می‌شود. از آفلاتوکسین‌ها فرم‌های مختلفی شامل B1، B2، G1 وG2 وجود دارد که فعال‌ترین و رایج‌ترین فرم آنB1 می‌باشد (۲). مطالعات نشان داده-اند که مصرف خوراک‌های آلوده به آفلاتوکسین، اثرات زیان‌آوری بر سلامت و عملکرد پرندگان دارد. سطوح زیاد آفلاتوکسین در جیره منجر به سرکوب شدید ایمنی، تأخیر رشد و تلفات می‌گردد. کاهش غلظت سرمی توتال پروتئین و آلبومین، کلسیم و فسفر اغلب بدلیل مسمویت با آفلاتوکسین در گونه‌های پرندگان گزارش شده است. همچنین نشان داده شده است که مصرف خوراک‌های آلوده به آفلاتوکسین ممکن است سبب آسیب‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی کبدی گردد (۳). به منظور حذف این قبیل آثار نامطلوب در جوجه‌های گوشتی و پیشگیری از خطرات ناشی از مصرف فرآورده های آلوده در انسان، روش‌های مختلفی به کارگرفته شده است که یکی از روش‌ها، افزودن جاذب‌ها در جیره برای باند کردن یا جذب کردن و یا تجزیه توکسین‌ها می‌باشد که می‌تواند اثرات توکسین‌ها را تخفیف دهد. مواد جاذب به مایکوتوکسین‌ها متصل می‌شوند و مانع از جذب آن‌ها از دستگاه گوارش می‌شوند. جبرخی از جاذب‌ها مانند هیدرات سدیم کلسیم آلومینوسیلیکات، زئولیت و کلینوپتیلولیت از نوع معدنی و برخی دیگر مانند مخمرها و عصاره مخمرها از نوع آلی هستند (٤). Eralsan و همکاران گزارش نمودند که افزودن ۰/۳ درصد از سدیم بنتونیت هیدراته به جیره جوجه‌های گوشتی آلوده به آفلاتوکسین سبب افزایش نسبت آلبومین به گلوبولین شد (٤). همچنین نشان داده شده است که مخمرها از طریق پیوندهای یونی، هیدروژنی و اثرات متقابل هیدروفوبیک، مایکوتوکسین‌ها را به دام می‌اندازند و از این طریق نیز اثرات خود را نشان می‌دهند (۵). یکی از جاذب های مهم طبیعی، داروهای گیاهی می‌باشند. برخی ترکیبات نظیر فلاونوئیدها، ترپنوئیدها و فنول‌ها فعالیت ممانعت کننده علیه گونه‌های *آسپرژیلوس فلاووس* و *آسوپرژیلوس پارازیتیکوس* را دارند که می‌توانند تولیدات مایکوتوکسینی را غیر فعال کنند (٦). با توجه به ساختار آفلاتوکسین‌ها و اهمیت کارایی جاذب‌ها در غیر فعال کردن آن‌ها، استفاده از جاذب‌های گیاهی و مقایسه آنها با دیگر جاذب‌ها می‌تواند به عنوان یک راهکار در انتخاب جاذب موثر مورد توجه قرار گیرد. بنابراین ازمایش حاضر با هدف تأثیر افزودن توکسین بایندرهای مختلف به جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، فعالیت آنزیمی و بافت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن پرورش جوجه گوشتی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور انجام شد. این آزمایش با استفاده از تعداد ۳۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه سویه کاب ۵۰۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و ۵ تکرار (هر تکرار حاوی ۱۰ قطعه جوجه) انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی به ترتیب شامل ۱) شاهد منفی (بدون آفلاتوکسین)، ۲) شاهد مثبت (حاوی ۱/۵ میلی‌گرم آفلاتوکسین در کیلوگرم جیره) ۳) شاهد مثبت + توکسین بایندر ARSI1 (سه کیلو در تن)، ٤) شاهد مثبت + توکسین بایندر ARSI2 (سه کیلو در تن)، ۵) شاهد مثبت + توکسین بایندر STB1 (سه کیلو در تن)، ٦) شاهد مثبت + توکسین بایندر STB2 (سه کیلو در تن) و ۷) شاهد مثبت + توکسین بایندر Mycofix (سه کیلو در تن) بودند. توکسین بایندرهای ARSI1 و ARSI2 حاوی مکمل گیاهی، بنتونیت، دیواره سلولی مخمر، اسید آلی و ویتامین‌ها بودند که توسط موسسه تحقیقات علوم دامی ساخته

شده بودند. توکسین بایندرهای STB1 و STB2 از شرکت سازنده سروش سبز البرز تهیه شد که حاوی مکمل گیاهی، بنتونیت، دیواره سلولی مخمر، اسید آلی و ویتامین‌ها بودند. همچنین Mycofix یکی از انواع توکسین بایندرهای خارجی بود که در این آزمایش استفاده شد. توکسین بایندرهای حاوی مکمل گیاهی، از نظر ترکیبات مکمل گیاهی با هم تفاوت داشتند. جیره پایه بر اساس کاتالوگ احتیاجات غذایی سویه کاب ۵۰۰ تنظیم شد و در طول دوره آزمایش، شرایط نگهداری و پرورش بر اساس توصیه‌های راهنمای این سویه صورت گرفت. اجزاء جیره پایه در دوره های مختلف در جدول ۱ مشخص شده است. تولید آفلاتوکسین از کشت *آسپرژیلوس پارازیتکوس PTCC-5286* بر روی دکستروز آگار سیب زمینی انجام و 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. جهت افزایش جذب آفلاتوکسین، خوراک ها ابتدا با آب مرطوب شد و سپس با کشت های آسپرژیلوس پارازیتکوس *PTCC-5286* مخلوط گردید و در نهایت در داخل کیسه‌ها جهت افزایش تولید مایکو توکسین، به مدت ۱۸ روز در دمای محیط نگهداری شدند. کمیت آفلاتوکسین جیره (شاهد مثبت) با استفاده از روش HPLC تعیین و مقدار آن تا حد مورد نظر در جیره محاسبه شد. مقدار آفلاتوکسین کل در جیره شاهد منفی برابر با حد مجاز توصیه شده توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (استاندارد ملی ایران، کد ۲۵۸۱) به مقدار حداکثر ۰/۰۲ قسمت در میلیون در نظر گرفته شد. جیره‌های آلوده به افلاتوکسین از روز ۱۰ پرورش در اختیار پرندگان قرار گرفت.

عملکرد رشد: در انتهای هر دوره پرورش، کلیه جوجه‌های هر واحد آزمایشی به طور انفرادی وزن کشی شدند. قبل از وزن‌کشی، خوراک پرندگان به مدت ۳ ساعت قطع شد تا از لحاظ وضعیت دستگاه گوارش یکسان باشند. برای محاسبه میزان خوراک مصرفی، خوراک‌های هر تکرار قبل از مصرف، وزن شده و با مشخص کردن وزن خوراک‌های باقی مانده در پایان هر هفته، در نهایت مقدار خوراک مصرفی هر تیمار برای کل دوره محاسبه گردید. ضریب تبدیل از تقسیم میانگین خوراک مصرفی بر میانگین افزایش وزن جوجه‌ها برای هر دوره محاسبه شد. تصحیحات لازم برای صفات عملکردی با ثبت وزن لاشه تلفات و روز تلف شدن محاسبه شد. درصد ماندگاری و شاخص تولید از رابطه زیر نیز محاسبه شد.درصد ماندگاری= ۱۰۰ – درصد تلفات

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

فراسنجه‌های خونی: برای بررسی اثرات جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و آنزیم های کبدی سرم خون، در سن ٤۲ روزگی از ۳ قطعه پرنده هر واحد آزمایشی به میزان سه میلی‌لیتر خون‌گیری به‌عمل آمد. بعد از ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ در ۳۰۰۰ دور بر دقیقه، سرم از نمونه‌های خون جدا شد. برای اندازه‌گیری گلوکز، آلبومین، تریگلیسرید، HDL-C، LDL-C و کلسترول از کیت های تشخیص کمی شرکت پارس آزمون و دستگاه اسپکتروفتومتر (UV 1600 PC, Shimadzu, Japan) استفاده شد. همچنین فعالیت آنزیم‌های کبدی آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT)، آسپارتات‌آمینوترانسفراز (AST)، آلکالین‌فسفاتاز (ALP) و لاکتات‌دهیدروژناز توسط دستگاه اتوانالایزر Biolis 24i ارزیابی شد.

مساحت سطح پرز: برای بررسی مساحت سطح پرز روده کوچک، در سن ٤۲ روزگی دو قطعه پرنده به‌ازای هر تکرار، ذبح و محتویات لاشه تخلیه شد. در ادامه تقریبا دو سانتی‌متر از بافت ناحیه میانی دئودنوم،

ایلئوم و ژوژنوم روده جدا و پس از شست‌وشو و خارج‌کردن محتویات آن با سرنگ حاوی سرم نمکی ۰/۹ درصد، در محلول فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شد. سپس مراحل آبگیری، شفاف‌سازی و پارافینی‌شدن برای آماده‌سازی نمونه‌های بافت روده انجام شد. در ادامه برش‌هایی به ابعاد پنج میکرومتر از هر نمونه تهیه و روی لام قرارداده شد. در نهایت با هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی انجام و با کمک دوربین نصب‌شده روی میکروسکوپ نوری و نرم‌افزار EPIX XCAP، ویژگی‌های ریخت‌شناسی پرزها، شامل طول پرز و ضخامت پرز برای هر نمونه اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول زیر مساحت سطح پرز محاسبه شد.

مساحت سطح پرز= (طول پرز) × (π۲/۲) × (عرض پرز)

تجزیه‌وتحلیل آماری: داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱)، رویه مدل‌های خطی عمومی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد با هم مقایسه شدند. مدل آماری طرح به صورت $Y_{ij} = \mu + \delta_i + e_{ij}$ می‌باشد. که Y_{ij}= مقدار عددی هر یک از مشاهدات آزمایش، μ= میانگین جمعیت، δ_i= اثر هر تیمار، e_{ij}= اثر خطای آزمایش در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- اجزاء تشکیل دهنده جیره و ترکیبات مواد مغذی

Table 1- Ingredients and Nutrient Composition of the Diet

Ingredient	1-10 d (Starter period)	11-24 d (Grower period)	25-42 d (Finisher period)
Corn	51.83	58.23	62.24
Soy oil	3.53	4.26	3.22
Soybean meal	38.35	29.10	39.10
DL-methionine	0.35	0.31	0.25
Lysine	0.25	0.15	0.14
Threonine	0.10	0.00	0.14
$CaCO_3$	1.80	0.97	1.43
Fish powder	2.11	5.00	0.00
Nacl	0.25	0.25	0.30
Mineral premix[1]	0.25	0.25	0.25
Vitamin premix[2]	0.25	0.25	0.25
Dicalcium phosphate	0.90	1.23	0.90
Chemical analyses			
Metabolizable energy (kcal/kg)	3025	3100	3200
Crude protein (%)	23.12	21.30	19.30
Lysine (%)	1.44	1.24	1.09
Methionine + Cysteine (%)	1.07	0.95	0.86
Ca (%)	1.05	0.90	0.85
Available Phosphorus (%)	0.50	0.45	0.42

۱- هر ۲/۵ کیلوگرم از مکمل معدنی حاوی مقادیر خالص ذیل می‌باشد: منگنز ٦٦۰۰۰ میلی‌گرم، آهن ۳۳۰۰۰ میلی‌گرم ، روی ٦٦۰۰۰ میلی‌گرم، مس ۸۸۰۰ میلی‌گرم، ید ۹۰۰ میلی‌گرم، سلنیم ۳۰۰ میلی‌گرم. ۲- هر ۲/۵ کیلوگرم از مکمل ویتامینه حاوی مقادیر خالص ذیل می‌باشد:ویتامین A ۷۷۰۰۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین B1 ۱۵۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B2 ٤٤۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B3 ۵۵۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B6 ۳۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B12 ۸/۸ میلی‌گرم، ویتامین D3 ۳۳۰۰۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین E ٦٦۰۰ میلی‌گرم، ویتامین K3 ۵۵۰ میلی‌گرم، ویتامین B9 ۱۱۰ میلی‌گرم، ویتامین B5 ۲۲۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین H2 ۵۵ میلی‌گرم، کولین کلراید ۲۷۵۰۰۰ میلی‌گرم و آنتی اکسیدان ۱۰۰ میلی‌گرم.

1- Each 2.5 kg of the mineral supplement contains the following pure amounts: Manganese 66,000 mg, Iron 33,000 mg, Zinc 66,000 mg, Copper 8,800 mg, Iodine 900 mg, Selenium 300 mg. 2- Each 2.5 kg of the vitamin supplement contains the following pure amounts: Vitamin A 7,700,000 IU, Vitamin B1 1,500 mg, Vitamin B2 4,400 mg, Vitamin B3 5,500 mg, Vitamin B6 3,000 mg, Vitamin B12 8.8 mg, Vitamin D3 3,300,000 IU, Vitamin E 6,600 mg, Vitamin K3 550 mg, Vitamin B9 110 mg, Vitamin B5 22,000 mg, Vitamin H2 55 mg, Choline chloride 275,000 mg, Antioxidant 100 mg.

نتایج

اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ ارایه شده است. نتایج نشان داد، برای وزن زنده جوجهها اختلاف معنی‌داری بین گروه شاهد مثبت با شاهد منفی وجود داشت و جوجه‌های تغذیه شده با جیره شاهد مثبت، وزن زنده کمتری داشتند ($p <$ ۰/۰۵). افزودن توکسین بایندرهای مختلف به جیره نتوانست اثرات منفی آفلاتوکسین‌ها را بر وزن جوجه‌ها کاهش دهد. اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های شاهد مثبت و منفی برای خوراک مصرفی روزانه وجود نداشت. خوراک مصرفی جوجه‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($p >$ ۰/۰۵). ضریب تبدیل خوراک در ٤۳ روزگی در گروه شاهد مثبت در مقایسه با شاهد منفی، بطور معنی‌داری بیشتر بود ($p <$ ۰/۰۵) و توکسین بایندرها نتوانستند اثرات منفی آن را تخفیف دهند. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ماندگاری و شاخص تولید جوجه‌های گوشتی در کل دوره در جدول ۳ آورده شده است. نتایج نشان داد درصد ماندگاری و شاخص تولید در تیمارهای آفلاتوکسین نسبت به گروه شاهد منفی بطور معنی‌داری پایین‌تر بود ($p <$ ۰/۰۵) و افزودن توکسین بایندرها نتوانست درصد ماندگاری و شاخص تولید را بهبود بخشد. اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در جدول ٤ نشان داده شده است. آفلاتوکسین به شکل معنی‌داری سطح گلوکز، آلبومین، تریگلیسرید و کلسترول را کاهش و نیز سطح LDL-C را افزایش داد ($p <$ ۰/۰۵). افزودن توکسین بایندرها توانستند به شکل معنی داری سطح گلوکز، آلبومین، تریگلیسرید و کلسترول را نسبت به شاهد مثبت افزایش و همچنین سطح LDL-C را نسبت به شاهد مثبت کاهش دهد. نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر آنزیم‌های کبدی در جدول ۵ نشان داده شده است. آفلاتوکسین به شکل معنی‌داری سطح آنزیم‌های کبدی را بالا برد ($p <$ ۰/۰۵). افزودن توکسین بایندرها توانست به شکل معنی‌داری سطح آنزیم‌های کبدی را نسبت به شاهد مثبت کاهش دهد. نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر مساحت سطح پرز قسمت‌های مختلف روده باریک جوجه‌های گوشتی در جدول ٦ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های شاهد مثبت و منفی برای مساحت سطح پرز دئودنوم و ژوژنوم وجود نداشت ($p >$ ۰/۰۵). مساحت پرز ایلئومی در گروه شاهد مثبت نسبت به گروه شاهد منفی کاهش معنی‌داری یافت ($p <$ ۰/۰۵). افزودن توکسین بایندرها توانست به شکل معنی‌داری مساحت پرز ایلئومی را نسبت به شاهد مثبت افزایش دهد ($p <$ ۰/۰۵).

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در ٤۳ روزگی

Table 2- Effect of Different Treatments on Growth Performance of Broiler Chickens at 43 Days of Age

Treatments	Weight	Feed intake	Feed conversion ratio
C-	2399.3[a]	3354.0	1.400[a]
C+	1776.1[bc]	3762.2	2.118[bc]
ASRI1	1844.2[bc]	3967.6	2.153[bc]
ASRI2	1926.2[b]	3815.5	1.982[b]
STB1	1733.0[bc]	3842.3	2.232[c]
STB2	1684.1[c]	3714.4	2.208[bc]
Mycofix	1837.3[bc]	3962.7	2.159[bc]
p-value	0.000	0.101	0.000
SEM	61.535	147.399	0.076

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف بر درصد ماندگاری و شاخص تولید جوجه‌های گوشتی

Table 3- Effect of Different Treatments on Survival Rate and Production Index of Broiler Chickens

Treatments	Persistence	Production index
C-	98.00[a]	391.79[a]
C+	86.00[b]	169.39[bc]
ASRI1	86.00[b]	173.58[bc]
ASRI2	96.00[ab]	217.91[b]
STB1	86.00[b]	160.47[c]
STB2	86.00[b]	153.38[c]
Mycofix	88.00[ab]	175.98[bc]
p-value	0.023	0.000
SEM	3.546	15.915

جدول ٤- اثر تیمارهای مختلف بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در جوجه‌های گوشتی

Table 4- Effect of Different Treatments on Blood Biochemical Parameters in Broiler Chickens

Treatments	Glucose	Albumin	Triglycerides	HDL-C	LDL-C	Cholesterol
C-	188.70[a]	2.40[a]	124.70[a]	73.00[a]	46.33[c]	160.00[a]
C+	142.00[c]	1.20[c]	106.30[c]	48.33[c]	74.33[a]	133.70[c]
ASRI1	163.70[b]	1.76[b]	113.30[b]	56.67[b]	63.00[b]	147.30[b]
ASRI2	163.30[b]	1.60[b]	115.70[b]	52.00[b]	61.33[b]	149.30[b]
STB1	165.00[b]	1.70[b]	117.30[b]	52.33[b]	60.33[b]	151.00[b]
STB2	166.00[b]	1.56[b]	114.00[b]	52.00[b]	62.00[b]	148.00[b]
Mycofix	164.30[b]	1.73[b]	114.00[b]	52.00[b]	61.67[b]	147.00[b]
p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SEM	2.81	0.077	1.16	1.71	1.71	1.65

جدول ۵- اثر تیمارهای مختلف بر آنزیم های کبدی(U/L) در جوجه‌های گوشتی

Table 5- Effect of Different Treatments on Liver Enzymes (U/L) in Broiler Chickens

Treatments	Alanine Transaminase (ALT)	Aspartate Transaminase (AST)	Alkaline Phosphatase (ALP)	Lactate Dehydrogenase (LDH)
C-	5.20[c]	164.00[c]	5.30[c]	3.13[c]
C+	7.50[a]	236.70[a]	8.20[a]	6.00[a]
ASRI1	6.40[b]	194.00[b]	6.46[b]	4.20[b]
ASRI2	6.30[b]	193.00[b]	6.53[b]	4.30[b]
STB1	6.26[b]	192.70[b]	6.36[b]	4.26[b]
STB2	6.30[b]	194.30[b]	6.20[b]	4.30[b]
Mycofix	6.13[b]	195.70[b]	6.40[b]	4.13[b]
p-value	0.000	0.000	0.000	0.000
SEM	0.13	4.40	0.17	0.17

جدول ٦- اثر تیمارهای مختلف بر مساحت سطح پرز روده جوجه‌های گوشتی

Table 6- Effect of Different Treatments on Intestinal Villi Surface Area in Broiler Chickens

Treatments	Duodenum	Jejunum	Ileum
C-	0.781	0.791	0.763[a]
C+	0.579	0.992	0.261[c]
ASRI1	0.664	0.621	0.655[ab]
ASRI2	0.590	0.630	0.674[ab]
STB1	0.472	0.500	0.583[b]
STB2	0.446	0.480	0.552[b]
Mycofix	0.719	0.573	0.550[b]
p-value	0.519	0.815	0.000
SEM	0.131	0.260	0.763[a]

بحث

همسو با نتایج تحقیق حاضر نشان داده شده که عملکرد رشد توسط مصرف خوراک‌های آلوده به آفلاتوکسین شدیداً آسیب‌دیده است. همچنین گزارش شده که حضور آفلاتوکسین در سطوح زیاد منجر به تأخیر رشد و حتی تلفات می‌شود (۷). Gowda و همکاران آسیب‌های کبدی را بعنوان دلیلی برای افزایش در آنزیم‌های کبدی معرفی کردند. آن‌ها بیان نمودند که در حیوانات آلوده با آفلاتوکسین تشکیل پروکسی نیتریت سمی افزایش یافته است و این رویداد سبب افزایش پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود که نهایتا سبب مرگ سلولی و آسیب کبدی می‌گردد (۷). کاهش معنی‌دار غلظت آنزیم‌های کبدی در جیره‌های آلوده با توکسین بایندرها ممکن است به دلیل کاهش آثار منفی آفلاتوکسین بر تخریب سلول‌های کبدی باشد. همچنین غلظت آلبومین در شاهد مثبت کاهش یافت. افزایش ضریب تبدیل غذایی و کاهش رشد تحت تاثیر مصرف جیره‌های آلوده، علاوه بر اثر غیرمستقیم آفلاتوکسین بر متابولیسم داخلی به دلیل افت اشتهای جوجه‌های در معرض سم صورت می‌گیرد (۸). آفلاتوکسین از طریق کاهش خوراک مصرفی، وزن بدن را کاهش می‌دهد (۹) که نتیجه مشابهی در تحقیق حاضر یافت شد ولی با افزودن توکسین بایندرها، خوراک مصرفی افزایش نیافت. همین محققین معتقد بودند که آفلاتوکسین‌ها متابولیت‌های سمی را تولید می‌کنند که از سنتز پروتئین جلوگیری می‌کند و از این طریق بر وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی خوراک مصرفی تأثیر می‌گذارند. برخی دیگر معتقدند که توکسین بایندرها توسط افزایش دادن شیرابه‌های پانکراسی، خوراک مصرفی را افزایش می‌دهند و از این طریق بر روی عملکرد تأثیر می‌گذارند (۱۰). در تحقیق حاضر بالاترین وزن بدن و کمترین ضریب تبدیل و همچنین بالاترین درصد ماندگاری و شاخص تولید مربوط به تیمار حاوی توکسین بایندر ASIR2 بود. مشتقات گیاهی شامل اسانس و عصاره‌ها، اثر تحریکی بر افزایش ترشحات شیرابه‌های گوارشی از ارگان‌هایی نظیر لوزالمعده و کبد داشته و ترشح کافی این شیرابه‌ها موجب هضم، جذب و سوخت‌وساز بیشتر مواد مغذی شده که نتیجه آن افزایش مصرف خوراک می‌باشد (۱۱). همسو با مطالعه حاضر، Liu و همکاران (۱۲) بیان نمودند که افزودن آفلاتوکسین به جیره بطور معنی‌داری غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید را کاهش داد. آفلاتوکسین یک هپاتوکسین است که باعث ساخت فراوان لیپیدهای کبدی می‌گردد. کبد ارگانی برای سوخت و ساز چربی و قند می‌باشد، روشن است که هنگامی که چنین ارگانی دچار آسیب گردد؛ غلظت لیپیدها و گلوکز که سوخت‌های اصلی می‌باشند، می‌تواند دچار تغییر گردد. کبد نقش عمده‌ای در بیوسنتز بیشتر پروتئین‌های پلاسما دارد. آفلاتوکسین شماری از متابولیت‌های فعال را تولید می‌کند که سبب باند شدن DNA و RNA می‌شود و سبب کاهش تولید پروتئین می‌گردد (۱۳). تقویت سیستم ایمنی از طریق ترکیبات ثانویه گیاهان دارویی در توکسین بایندرها می‌تواند عامل محافظت کبدی باشد (۱٤). فلاونوئیدهای پلی‌فنولیک علاوه بر جلوگیری از عوامل ایجادکننده اختلالات در سلول‌های کبدی، سلول‌های سایر نقاط بدن را در برابر هر آسیب نابودکننده حاد یا مزمن محافظت می‌کند و موجب بهبود فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون می‌گردد (۱۵). نتایج حاضر نشان داده که آفلاتوکسین بطور معنی‌داری غلظت آنزیم‌های کبدی را در خون افزایش داد. ترکیبات توکسین بایندرها به دلیل خاصیت آنتی-اکسیدانی بسیار قوی، می‌تواند با مهار پراکسایش لیپیدها، به خصوص در سلول‌های کبدی، اختلالات

سوخت و سازی این سلول‌ها را مهار کند و سبب کاهش آنزیم‌های کبدی گردد (۱٦). در نتایج حاضر، آفلاتوکسین‌ها سبب کاهش مساحت سطح پرز روده شدند و کاربرد توکسین بایندرها با جیره آلوده توانست باعث بهبود سطح پرز روده شود. عوامل بیماری‌زا باعث آشفتگی و اختلال در سیستم روده‌ای می‌شوند و از این طریق ارتفاع پرز را در روده کاهش می‌دهند و باعث تخریب روده می‌گردند (۱۷). جاذب‌های سموم با آفلاتوکسین‌ها اتصال می‌یابند و با دفع آنها مانع از تاثیر آن با دستگاه روده‌ای می‌شوند (۱۸). در پژوهش حاضر مساحت سطح پرز روده جوجه‌های گوشتی که از توکسین بایندرهای ASRI1 و ASRI2 تغذیه شده بودند، بالاترین اختلاف معنی‌دار را با شاهد مثبت داشتند. فعالیت ضدمیکروبی قوی عصاره‌های گیاهی علیه باکتری‌های گرم‌مثبت و گرم‌منفی ثابت شده است (۱۹). گیاهان دارویی از راه تغییر ویژگی‌های غشاء سلول عمل کرده و باعث نشت یون‌ها و کاهش حدت میکروب‌ها می‌شوند (۲۰). اثرات سودمند ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاهان دارویی در حفاظت از پرزهای روده‌ای گزارش شده است (۲۱، ۲۲). به نظر می‌رسد توکسین بایندرهای گیاهی از طریق اثرات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی تاثیر بیشتری بر مساحت سطح پرز روده دارند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که آفلاتوکسین B_1 اثرات نامطلوبی بر عملکرد رشد، شاخص تولید، فراسنجه‌های خونی و مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی دارد. اگر چه افزودن انواع توکسین بایندرها توانست اثرات منفی آفلاتوکسین B_1 بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، آنزیم‌های کبدی و مورفولوژی روده را به‌طور معنی‌داری بهبود دهد اما توکسین بایندرهای مبتنی بر گیاه تاثیر بیشتری داشتند.

منابع

1. Poorghasemi M, Chamani M, Mirhosseini SZ, Saravy A, Sadeghi AA, Seidavi A, et al. Effects of different lipid sources with or without a probiotic on gastrointestinal tract, immune system and blood parameters of chickens: An animal model. Lipids. 2024; 59(5):113-122.

2. Bayankaram PP, Sellamuthu PS. Antifungal and antiaflatoxigenic effect of probiotics against *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. Toxin Rev. 2016; 35:10-15.

3. Asadi B, Fakhraei J, Hosseini A, Mansoori Yarahamdi H, Aghashahi A. Dietary inclusion of commercial toxin binders and probiotics alleviate adverse effects of aflatoxin on Growth Performance, Immune Responses, and Blood Biochemical Parameters of Broiler Chicks. Eur Poult Sci. 2018;82(10):23-33.

4. Eralsan G, Essz D, Akdogan M, Sahindokuyucu F, Altrintas L. The effects of aflatoxin and sodium bentonite and alone on some blood electrolyte levels in broiler chickens. Turk Vet Hayv Derg. 2005;29:601-605.

5. Langrová I, Chodová D, Tůmová T, Horáková B, Krejčířová R, Šašková M. Assessment of low doses of *Eimeria tenella* sporulated oocysts on the biochemical parameters and intestinal microflora of chickens. Turk J Vet Anim Sci. 2019;43(1): 76-81.

6. Abbasi F, Liu J, Zhang H, Shen X, Luo X. Effects of Feeding Corn Naturally Contaminated with aflatoxin on growth performance, apparent ileal digestibility, serum hormones levels and gene expression of Na+, K+-ATPase in ducklings. Asian-Austr J Anim Sci. 2018;31:91-97.

7. Gowda NK, Ledoux DR, Rottinghaus GE, Bermudez AJ, Chen YC. Efficacy of turmeric (*Curcuma longa*), containing a known level of curcumin, and a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the adverse effects of aflatoxin

in broiler chicks. Poult Sci. 2008;87(6):1125-1130.

8. Mohseni Soltani D, Aghdam Shahryar H, Hosseini SA, Ebrahimnezhad Y, Aghashahi A. Effects of dietary inclusion of commercial toxin binders and prebiotics on performance and immune responses of broiler chicks fed aflatoxin-contaminated diets. S Afr J Anim Sci. 2019;1:10-19.

9. Mahmood S, Younus M, Aslam A, Anjum AA. Toxicological effects of aflatoxin b1 on growth performance, humoral immune response and blood profile of Japanese quail. J Anim Plant Sci. 2017;27:833-840.

10. Agboola AF, Omidiwura BRO, Odu O, Odupitan FT, Iyayi EA. Effect of probiotic and toxin binder on performance, intestinal microbiota and gut morphology in broiler chickens. J Anim Sci Adv. 2015;5(7):1369-1379.

11. Kemal C, muzaffer D, Turker S. Reduction of toxic effects of aflatoxin B_1 by using baker yeast (*Sacharomyces cerevisiae*) in growing broiler chicken diets. R Bras Zootec. 2003;32(3):1-9.

12. Liu CM, Sun YZ, Sun JM, Ma JQ, Cheng C. Protective role of quercetin against lead-induced inflammatory response in rat kidney throught the ROS-mediated MAPKs and NF-KB pathway. Bioch. Biophys. Acta (BBA)-General Subjec. 2012;1820(10):1693-1703.

13. Valchev I, Grozeva N, Marutsova M, Nikolov Y. Effects of aflatoxin B1 only or Co administered with mycotox ng on liver function in turkey broilers. Int. J Adv Res. 2016;4(9):1425-1443.

14. Mehrim AI, Salem MF. Medicinal herbs against aflatoxicosis in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Clinical signs, postmortem lesions and liver histopathological changes. Egypt. J. Aquac. 2013;3(1):13-25.

15. Kana J, Teguia A, Tchoumboue J. Effect of dietary plant charcoal from *Canarium schweinfurthii Engl* and maize cob on aflatoxin B1 toxicosis in broiler chickens. Adv Anim Biosci. 2010;1:462-463.

16. Jantapan K, Poapolathep A, Imsilp K, Poapolathep S, Tanhan P, Kumagai S, Usuma J. Inhibitory effects of thai essential oils on potentially aflatoxigenic *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus flavus.* Biocontrol Sci. 2017;22(1):31-40.

17. Poorghasemi M, Chamani M, Mirhosseini SZ, Sadeghi AA, Seidavi A. Effect of probiotic and different Sources of fat on performance, carcass characteristics, intestinal morphology and ghrelin gene expression on broiler chickens. Kaf Univ Vet Fak Derg. 2017;24(2):169-178.

18. Mookiah S, Sieo CC, Ramasamy K, Abdullah N, Ho YW. Effects of Dietary Prebiotics, Probiotic and Synbiotics on Performance, Caecal Bacterial Populations and Caecal Fermentation Concentrations of Broiler Chickens. J Sci Food Agric. 2014; 94:341-348.

19. Lotfollahia H, Alizadeh-Ghamsari AH, Hosseini SA, Yaghobfar A, Aghashahi A. Evaluation the effects of herbal growth promoter Orex® on performance and immune responses of broiler chickens using multiple attribute decision making method. Anim Sci J (Pajouhesh & Sazandegi). 2019; 125: 219-232.

20. Frankic T, Voijc M, Salobir J, Rezar V. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. Acta Agric Slov. 2009; 94(2):95-102.

21. Jang IS, Ko YH, Kang SY, Lee CY. Effect of commercial essential oils on growth performance, digestive enzyme activity, and intestinal microflora population in broiler chickens. Anim Feed Sci Technol. 2007;134:304-315.

22. Abdallah MF, Girgin G, Baydar T. Occurrence, prevention and limitation of mycotoxins in feeds. Anim Nutr Feed Technol. 2015;15:471-490.