مقایسه کارایی افزودنی‌های جاذب سموم قارچی در تغییرات بیوشیمیایی و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

جواد عظیمی [۱]، محمد امیر کریمی ترشیزی [۲*] و عبدالامیر علامه [۳]

تاریخ دریافت: ۸۹/٤/۲٦ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۸

[۱] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد پرورش و تولید طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

[۲] استادیار گروه پرورش و تولید طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

[۳] استاد گروه بیوشیمی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

*مسئول مکاتبه: E-mail: karimitm@modares.ac.ir

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر برخی از افزودنی‌های جاذب سموم قارچی بر تغییرات بیوشیمیایی و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی با استفاده از تعداد ۲۰۰ قطعه جوجهٔ گوشتی یکروزهٔ سویه آرین ۳۸٦ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٥ جیرهٔ غذایی و ٤ تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار صورت گرفت. جیره‌های غذایی آزمایشی شامل: گروه A یا شاهد منفی (جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا)، گروه B یا شاهد مثبت (جیره پایه + یک میلی گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B_1) و گروه‌های C، D و E که به ترتیب با افزودن ۲/٥ گرم در کیلوگرم میلبوند-TX، زئولیت طبیعی و پلی سورب به جیرهٔ غذایی B تهیه شده بودند. نتایج آزمایش نشان داد با افزودن آفلاتوکسین B_1 به جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی فعالیت آنزیم‌های آسپارتات آمینو ترانسفراز، آلانین آمینو ترانسفراز و لاکتات دهیدروژناز در مقایسه با گروه شاهد منفی افزایش معنی‌داری داشت ($P<۰/۰٥$). اما افزودن مواد جاذب سموم قارچی به جیرهٔ غذایی آلوده به آفلاتوکسین B_1 فعالیت این آنزیم‌ها را در مقایسه با گروه شاهد مثبت کاهش داد ($P<۰/۰٥$). میزان پروتئین تام و آلبومین سرم در گروه شاهد مثبت کمتر از گروه‌های دیگر بود ($P<۰/۰٥$). با افزودن مواد جاذب به جیرهٔ غذایی آلوده میزان کراتینین سرم در مقایسه با گروه شاهد مثبت کاهش یافت ($P<۰/۰٥$). اما اسید اوریک سرم فقط با افزودن زئولیت کاهش یافت ($P<۰/۰٥$). میزان کلسترول، تری گلیسرید، گلوکز، کلسیم و روی سرم تحت تأثیر وجود آفلاتوکسین B_1 در خوراک قرار نگرفت. تعداد گلبول‌های قرمز خون در گروه شاهد مثبت کمتر از سایر گروه‌ها به جز E بود ($P<۰/۰٥$). همچنین میزان هماتوکریت در گروه شاهد مثبت بیشتر از گروه شاهد منفی بود ($P<۰/۰٥$). میزان هموگلوبین و شکنندگی اسمزی اریتروسیت‌ها تحت تأثیر نوع ماده جاذب سموم و آفلاتوکسین B_1 قرار گرفت ($P<۰/۰٥$). نتایج این پژوهش نشان داد زئولیت طبیعی تولید ایران همانند دو ماده جاذب تجاری میلبوند-TX و پلی سورب باعث کاهش تغییرات بیوشیمیایی و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در اثر مسمومیت با آفلاتوکسین B_1 می‌شود.

واژه های کلیدی: آفلاتوکسین، مواد جاذب، جوجه گوشتی، فراسنجه‌های خونی

Comparison of effectiveness of some mycotoxin absorbents on alteration of biochemical and hematological parameters in broiler chickens

J Azimi[1], MA Karimi Torshizi[2]* and A Allameh[3]

Received: July 17, 2010 Accepted: April 16, 2012
[1]MSc Student, Department of Poultry Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Poultry Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[3]Professor, Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
*Corresponding author: E mail: Karimitm@modares.ac.ir

Abstract
The aim of this study was to assess the effects of some mycotoxin absorbents on biochemical and hematological parameters of broiler chickens fed on aflatoxin B_1 contaminated feed. Total of 200 broiler chickens Arian 386 in a completely randomized design with 5 treatments and 4 replications (10 birds for each replication) were used. Experimental treatments were: group A or negative control (soybean meal and corn diet), group B or positive control (basal diet+1mg/kg aflatoxin B_1), groups C, D and E were formed by addition of 2.5 g/kg of Milbond-TX, natural zeolit and Polysorb, into diet B, respectively. The results showed that aflatoxicosis significantly increased AST, ALT and LDH enzymes activity in comparison to the negative control group ($P<0.05$). Adding absorbent additives decreased these enzymes activity compared to positive control. The amount of total protein and serum albumin were significantly lower in positive control group compared with the other groups ($P<0.05$). The use of additives significantly reduced the serum cratinine in comparison with positive control group ($P<0.05$). Addition of zeolit reduced serum uric acid compared to other absorbents. Serum cholesterol, triglyceride, glucose, calcium and Zn were not affected by aflatoxicosis ($P<0.05$). Red blood cell counts in positive control group was significantly lower than the other groups except E ($P<0.05$). Hematocrit in positive control group was significantly higher than the negative control group ($P<0.05$). The hemoglobin value and erythrocytes osmotic fragility were significantly influenced by the type of added absorbent. In conclusion natural Iranian zeolit as well as the two commercial mycotoxin absorbents reduced the aflatoxin B_1 induced biochemical and hematological alterations in broilers.

Keywords: Aflatoxin, Absorbent materials, Broiler, Blood biochemistry, Hematology parameters

مقدمه

آفلاتوکسین‌ها آلوده کنندهٔ خوراک دام و طیور بوده و عمدتاً توسط قارچ‌های *آسپرژیلوس فلاووس*[1] و *آ. پارازیتیکوس*[2] تولید می‌شوند (گالو و همکاران ۲۰۱۰). چهار نوع عمده از آفلاتوکسین‌ها به طور طبیعی وجود دارند که سمی‌ترین آنها آفلاتوکسین B_1 می باشد. سه نوع دیگر که از نظر ترکیب شبیه هم هستند، آفلاتوکسین B_2، G_1 و G_2 نامیده می شوند (لیو ۲۰۰۶). حساسیت گونه‌های مختلف طیور به آفلاتوکسین‌ها متفاوت است. جوجه اردک‌ها بیشترین حساسیت و جوجه مرغ‌ها بیشترین مقاومت را دارند (لیسون و همکاران ۱۹۹۵). نشانه‌های مسمومیت با آفلاتوکسین در جوجه‌های گوشتی عبارت است از: کم خونی، سرکوب سیستم ایمنی، آسیب‌های کبدی، جهش زایی، ناقص الخلقه زایی و سرطان زایی، بی اشتهایی، بازده غذایی ضعیف، کاهش افزایش وزن و حساسیت به استرس‌های محیطی و میکروبی (اراسلان و همکاران

[1] *Aspergillus flavus*
[2] *Aspergillus parasiticus*

۲۰۰۶ و میازو و همکاران ۲۰۰۰). با توجه به اهمیت تغییرات ناشی از حضور آفلاتوکسین‌ها در مواد خوراکی، این سموم تهدید کننده سلامت طیور و انسان می‌باشند که باعث خسارت اقتصادی شدیدی برای صنعت طیور می‌شوند (باپتیستا و همکاران ۲۰۰٤). کبد اندام هدف آفلاتوکسین‌ها می‌باشد و آسیب‌های کبدی موجب تغییر در فعالیت آنزیم‌های کبدی می‌شود. مسمومیت با آفلاتوکسین‌ها با تغییرات بیوشیمیایی خون، فراسنجه‌های خونی، پاتولوژیکی و فعالیت سیستم ایمنی مرتبط می‌باشد (دنلی و اوکان ۲۰۰٦ و اراسلان و همکاران ۲۰۰٦). مسمومیت با آفلاتوکسین‌ها در طیور ممکن است با تغییر در غلظت پروتئین تام، آلبومین، کلسترول، گلوکز، اسید اوریک، فسفر غیر آلی و کلسیم بروز کند (هاروی و همکاران ۱۹۹۳). کاهش غلظت پروتئین تام و آلبومین به عنوان شاخص مسمومیت کبدی در ماکیان و بوقلمون‌ها می‌باشد (کوبنا و همکاران ۱۹۹۸).

حذف آفلاتوکسین‌های تشکیل شده در خوراک‌های آلوده یکی از جنبه‌های مهم تحقیقات تغذیه‌ای است. در مقیاس بزرگ، کاربردی و مقرون به صرفه روش‌هایی که آلودگی آفلاتوکسین‌ها را در خوراک از بین ببرد رایج نیست. روش‌های متنوع فیزیکی، شیمیایی و زیستی برای از بین بردن آفلاتوکسین‌ها با موفقیت کم به کار گرفته شده است (پاستینر ۱۹۹٤). یک روش معمول استفاده از مواد جاذب غیر مغذی در جیره به منظور ترکیب شدن با آفلاتوکسین‌ها و کاهش جذب آنها در دستگاه گوارش می باشد (ژیندل و همکاران ۱۹۹٤). تا کنون از زئولیت طبیعی، بنتونیت، آلومینوسیلیکات هیدراته سدیم-کلسیم (HSCAS[3])، دیواره سلولی مخمر و زغال فعال برای کاهش سمیت آفلاتوکسین‌ها در خوراک طیور استفاده شده است (هیونگ و همکاران ۲۰۰۱). برای اینکه یک جاذب سموم بتواند بطور موفق آفلاتوکسین‌ها را از دستگاه گوارش جذب کند، بایستی قابلیت بالایی در ترکیب شدن با آفلاتوکسین‌ها داشته باشد (راموس و هرناندز ۱۹۹۷). فیلیپس و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که سیستم بتاکربونیل آفلاتوکسین‌ها با یون‌های آلومینیوم موجود در ساختمان HSCAS تشکیل کمپلکس می‌دهد. مکان اصلی جذب شیمیایی آفلاتوکسین‌ها، در سطوح داخلی HSCAS قرار دارد. بخش دی کربونیل مولکول آفلاتوکسین‌ها برای برقراری پیوند محکم با مولکول HSCAS ضروری است. برهمکنش آفلاتوکسین‌ها و HSCAS موجب غیرقابل دسترس شدن آنها می‌شود. مکانیسم اتصال آفلاتوکسین‌ها توسط تولیدات اصلاح شده مخمری به خوبی شناخته نشده است. یانیکوریس و همکاران (۲۰۰٤) پیشنهاد کردند که یک واکنش دو سطحی بین بخش گلوکان دیواره سلولی مخمر و مولکول مایکوتوکسین‌ها رخ می‌دهد. اثرات سودمند *ساکارومایسز سرویزیه*[4] به مانان موجود در دیواره سلولی مخمر نسبت داده می‌شود. مانان از دیواره داخلی مخمر که غنی از گلوکومانان است استخراج می‌شود. گلوکومانان توانایی بالایی در ترکیب شدن با آفلاتوکسین‌ها در شرایط برون تنی (۷۰-۹۰٪) و درون تنی دارد (مورتی و دوگودا ۲۰۰٤). افزودن دیواره سلولی مخمر به خوراک جوجه‌های گوشتی اثرات مضر آفلاتوکسین‌ها بر روی عملکرد، شاخص‌های بیوشیمیایی و خون شناسی و سیستم ایمنی را بهبود می‌بخشد (راجو و دوگودا ۲۰۰۰). در آزمایش حاضر از دو ماده تجاری جاذب سموم قارچی استفاده شد که ماده موثر میلبوند-TX آلومینوسیلیکات هیدراته سدیم - کلسیم (HSCAS) و ماده موثر پلی سورب گلوکومانان اصلاح شده حاصل از دیواره سلولی مخمر *ساکارومایسز سرویزیه* می باشد.

با توجه به اینکه فرآورده‌های تجاری متعددی با ادعای جذب سموم قارچی روانه بازار داخلی شده‌اند، در این تحقیق سعی شده است کارایی دو محصول

[3] Hydrated Sodium Calcium Alumino Silicates

[4] *Saccharomyces cerevisiae*

وارداتی با ماده موثر متفاوت و زئولیت تولید کشور در کاهش اثرات آفلاتوکسین B_1 بر شاخص‌های بیوشیمیایی سرم و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی با آلودگی تجربی به آفلاتوکسین B_1 بررسی شود.

مواد و روش‌ها

نحوه تولید سم: آفلاتوکسین B_1 از طریق آلوده کردن برنج با قارچ آسپرژیلوس پارازیتیکوس PTCC-5286 تولید گردید. به این ترتیب که بر روی برنج استریل، ۲ میلی لیتر از سوسپانسیون اسپور قارچ که حاوی $۶/۵\times۱۰^{۶}$ اسپور بود اضافه گردید. محیط کشت‌ها به مدت ۵ روز در درجه حرارت ۲۸ درجه سلسیوس نگهداری و برای کشتن اسپورها از روش بخار دادن استفاده شد. به منظور خشک کردن برنج از آون با حرارت ۷۰ درجه سلسیوس بهره گرفته شد و سپس پودر آن تهیه گردید. محتوای آفلاتوکسین در پودر برنج توسط روش کروماتوگرافی لایه نازک[5] اندازه گیری شد (شاتل و همکاران ۱۹۶۶). برای شناسایی و تعیین کمی آفلاتوکسین B_1 از استاندارد این سم (Aflatoxin B_1, Sigma) در کلروفرم استفاده شد.

برای انجام این آزمایش از تعداد ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه آرین ۳۸۶ استفاده شد. جوجه‌ها به طور تصادفی به ۵ جیرهٔ غذایی، ٤ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار تقسیم شدند. تعداد ۵ جیرهٔ آزمایشی (جدول ۱) عبارت بودند از: گروه A یا شاهد منفی (جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا)، گروه B یا شاهد مثبت (جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B_1)، گروه C (جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B_1 +۲/۵ گرم در کیلوگرم میلبوند-TX)، گروه D (جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B_1 + ۲/۵ گرم در کیلوگرم زئولیت طبیعی)، گروه E (جیره پایه + ۱ میلی گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B_1 + ۲/۵ گرم در کیلوگرم پلی سورب). جیره‌های غذایی بر اساس احتیاجات توصیه شده در دفترچه راهنمای پرورش جوجه گوشتی آرین مربوط به سال ۱۳۸۷ در دو دورهٔ آغازین (۲۰-۱ روزگی) و رشد (۳۵-۲۱ روزگی) تهیه شدند. طول دوره پرورش ۳۵ روز بود و پرندگان در شرایط نور مداوم ۲٤ ساعته نگهداری شدند.

بیوشیمی سرم خون: در سن ۳۵ روزگی از هر گروه آزمایشی ۸ پرنده به صورت تصادفی انتخاب و بدون اعمال گرسنگی از ورید بال در حدود ۲ میلی لیتر خون گرفته شد. غلظت آنزیم های آلانین آمینو ترانسفراز (ALT[6])، آسپارتات آمینوترانسفراز (AST[7])، آلکالین فسفاتاز (ALP[8]) و لاکتات دهیدروژناز (LDH[9])، همچنین غلظت‌های پروتئین تام، آلبومین، اسید اوریک، کراتینین، گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید، کلسیم، فسفر و روی موجود در نمونه‌های سرم خون با استفاده از کیت آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون و دستگاه اسپکتروفتومتر (Jenway Genova MK3, UK) تعیین شد.

فراسنجه‌های خونی: در سن ۳۰ روزگی از هر گروه آزمایشی ٤ پرنده به صورت تصادفی انتخاب و از ورید بال با استفاده از سرنگ حاوی EDTA در حدود ۲ میلی لیتر خون گرفته شد.

تعداد گلبول‌های قرمز خون (RBC[10]) با استفاده از لام هموسایتومتر[11] و میکروسکوپ نوری بر روی نمونه‌های خون کامل دارای ماده ضد انعقاد EDTA و پس از ۱۰۰ بار رقیق سازی با رقیق کننده نات و هریک تعیین شد. میزان هماتوکریت (PCV[12]) با استفاده از لوله های مویینهٔ هماتوکریت و بر روی خون کامل در

[5] Thin layer chromatography

[6] Alalnine aminotransferase
[7] Aspartate aminotransferase
[8] Alkaline phosphatase
[9] Lactate dehydrogenase
[10] Red blood cell
[11] Hemocytometer
[12] Packed cell volume

شرایط سانتریفوژ ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۵ دقیقه انجام شد. میزان هموگلوبین (Hb[۱۳]) با استفاده از روش سیانومت هموگلوبین و توسط کیت تجاری (زیست شیمی، ایران) تعیین گردید (ژیان ۱۹۸۶). مقادیر MCV[۱۴]، MCH[۱۵] و MCHC[۱۶] نیز محاسبه شدند.

به منظور ارزیابی تاثیر مسمومیت آفلاتوکسینی بر غشاء سلولهای خونی آزمون شکنندگی اسمزی گلبول-های قرمز (EOF[۱۷]) با استفاده از نمونه‌های خون کامل بر اساس روش داسی انجام شد (بوفن استین و همکاران ۲۰۰۱). به اختصار ۲۰ میکرولیتر خون کاملاً تازه به لوله‌های حاوی ۵ میلی لیتر محلول بافر فسفات سالین PBS[۱۸] با سه غلظت کلرید سدیم (۰/۱، ۰/۵ و ۰/۹ درصد) منتقل و پس از اختلاط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه نگهداری شد. سوسپانسیون حاصل پس از مخلوط نمودن به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. جذب نوری در مایع رویی مربوط به سه لوله هر نمونه خون در طول موج ۵٤۰ نانومتر قرائت شد. لوله دارای ۰/۹ درصد کلرید سدیم به عنوان بلانک استفاده گردید و جذب نوری دو لوله دیگر بر اساس آن تعیین گردید. EOF از رابطه زیر محاسبه شد:

$$EOF\ (\text{درصد}) = \frac{\text{جذب نوری در } 0.5\ PBS \text{ درصد}}{\text{جذب نوری در } 0.1\ PBS \text{ درصد}} \times 100$$

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج حاصل از آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی و با پنج جیرهٔ غذایی و چهار تکرار تجزیه و تحلیل شدند. جهت تجزیه تمامی داده‌ها از رویه مدلهای خطی تعمیم یافته (GLM) نرم افزار آماری SAS (۱۹۹۰) و برای مقایسه تفاوت میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج

تأثیر جیره‌های غذایی مختلف بر فعالیت آنزیم‌های کبدی در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان فعالیت آنزیم‌های AST، ALT و LDH در گروه شاهد مثبت که در طول دوره فقط جیره پایه و آفلاتوکسین B_1 دریافت کرده بودند به طور معنی داری بیشتر از گروه-های دیگر بود ($P<۰/۰۵$). میزان فعالیت این آنزیم‌ها در گروه‌هایی که مواد جاذب سموم و آفلاتوکسین B_1 را همزمان دریافت کردند، تفاوت آماری معنی داری با گروه شاهد مثبت داشت ($P<۰/۰۵$). میزان فعالیت آنزیم ALP در بین گروه‌های شاهد منفی و مثبت تفاوت آماری معنی داری نداشت. اما از نظر عددی فعالیت این آنزیم در گروه شاهد مثبت بیشتر از گروه شاهد منفی بود.

تأثیر جیره‌های غذایی مختلف بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون در جدول ۳ نشان داده شده است. پروتئین تام و آلبومین سرم در گروه شاهد مثبت به طور معنی داری کمتر از سایر گروه‌ها بود ($P<۰/۰۵$). گروه هایی که مواد جاذب سموم و آفلاتوکسین B_1 را همزمان دریافت کرده بودند تفاوت آماری معنی داری با گروه شاهد منفی نداشتند. اسید اوریک سرم در گروه شاهد مثبت بالاترین میزان بوده و به طور معنی داری بیشتر از گروه شاهد منفی بود ($P<۰/۰۵$).

[13] Hemoglobin
[14] Mean corpuscular volume
[15] Mean corpuscular hemoglobin
[16] Mean corpuscular hemoglobin concentration
[17] Erythrocyte osmotic fragility
[18] Phosphate buffered saline

جدول ۱-اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های غذایی

ترکیب جیره پایه	آغازین (۱ - ۲۰ روزگی)	رشد (۲۱ - ۳۵ روزگی)
ذرت	٥٦/٠٤	٦٠/٣٠
کنجاله ی سویا	٣٧/٧٢	٣٤/٠٠
روغن سویا	١/٨٠	١/٦٨
دی کلسیم فسفات	١/٨٩	١/٥٨
سنگ آهک	١/١٤	١/٠٣
مکمل ویتامینی[1]	٠/٢٥	٠/٢٥
مکمل مواد معدنی[2]	٠/٢٥	٠/٢٥
DL متیونین	٠/٢٦	٠/٢٨
لیزین هیدروکلراید	٠/٣٠	٠/٣٠
نمک یددار	٠/٣٥	٠/٣٤
ترکیب شیمیایی محاسبه شده		
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	٢٩٠٠	٢٩٥٠
پروتئین خام (درصد)	٢٢	٢٠
کلسیم (درصد)	٠/٩٦	٠/٨٤
فسفر قابل دسترس (درصد)	٠/٤٨	٠/٤٢
لیزین (درصد)	١/١٩	١/١٢
متیونین (درصد)	٠/٤٨	٠/٤٥

۱. هر ۲/۵ کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی۹،۰۰۰،۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۲،۰۰۰،۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۱۸ گرم ویتامین E، ۲ گرم ویتامین K_3، ۱/۸ گرم ویتامین B_1، ٦/٦ گرم ویتامین B_2، ۸/۸ گرم B_3، ۲۹/۷ گرم B_5، ۲/۹٤ گرم B_6، ۱ گرم B_9، ۱۵ میلی‌گرم B_{12}، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین H و ۲۵۰ گرم کولین کلراید.

۲. هر ۲/۵ کیلوگرم مکمل معدنی حاوی ۹۹/۲ گرم منگنز، ۵۰ گرم آهن، ۸٤/۷ گرم روی، ۱۰ گرم مس، ۱ گرم ید و ۰/۲ گرم سلنیوم.

در بین گروه‌هایی که مواد جاذب سموم و آفلاتوکسین B_1 را همزمان دریافت کرده بودند اسید اوریک، فقط در گروه D (زئولیت + آفلاتوکسین B_1) به طور معنی داری کمتر از گروه شاهد مثبت بود ($P<0/05$). میزان کراتینین سرم در گروه شاهد مثبت به طور معنی داری بیشتر از سایر گروه‌ها بود ($P<0/05$) و گروه‌هایی که مواد جاذب سموم و آفلاتوکسین B_1 را همزمان دریافت کرده بودند تفاوت آماری معنی داری با گروه شاهد منفی نداشتند. میزان گلوکز، کلسترول و تری گلیسرید سرم خون در بین گروه‌های شاهد منفی و مثبت تفاوت آماری معنی داری نداشت، اما بین این دو گروه و گروه هایی که مواد جاذب سموم و آفلاتوکسین B_1 را همزمان دریافت کردند تفاوت آماری معنی داری وجود داشت. بدین ترتیب که میزان کلسترول در گروه D (زئولیت طبیعی + آفلاتوکسین B_1) و تری گلیسرید در گروه C (میلبوند-TX + آفلاتوکسین B_1) به طور معنی داری بیشتر از گروه‌های دیگر بود ($P<0/05$). میزان گلوکز در گروه D (زئولیت طبیعی + آفلاتوکسین

(B_1) کمتر از گروه‌های C و E (پلی سورب + آفلاتوکسین B_1) بود (P<۰/۰۵).

تأثیر جیره‌های غذایی مختلف بر برخی از مواد معدنی سرم خون در جدول ٤ نشان داده شده است. میزان کلسیم در بین گروه‌های مختلف تفاوت آماری معنی داری نداشت. اما بیشترین مقدار کلسیم در گروه شاهد مثبت بود. میزان فسفر در گروه شاهد مثبت به طور معنی داری بیشتر از گروه شاهد منفی بود (P<۰/۰۵). در بین گروه‌هایی که مواد جاذب سموم و آفلاتوکسین B_1 را همزمان دریافت کردند فقط گروه D به طور معنی داری میزان فسفر کمتری نسبت به گروه شاهد مثبت داشت (P<۰/۰۵). میزان روی در گروه‌های شاهد منفی، D و E تفاوت آماری معنی داری با گروه شاهد مثبت نداشت و فقط گروه C به طور معنی داری کمتر از گروه شاهد مثبت بود (P<۰/۰۵).

تأثیر جیره‌های غذایی مختلف روی برخی فراسنجه‌های خونی در جدول ٥ نشان داده شده است. تعداد گلبول‌های قرمز خون در گروه شاهد مثبت به طور معنی داری کمتر از گروه شاهد منفی بود (P<۰/۰۵). مواد جاذب سموم موجود در دو گروه C و D باعث افزایش معنی دار گلبول‌های قرمز خون در مقایسه با گروه شاهد مثبت شد (P<۰/۰۵). ولی گروه E تفاوت معنی داری با گروه شاهد مثبت نداشت. بیشترین درصد هماتوکریت در گروه شاهد مثبت مشاهده شد که با گروه‌های دیگر به جز گروه D تفاوت آماری معنی داری داشت (P<۰/۰۵). غلظت هموگلوبین خون در بین گروه‌های شاهد منفی، مثبت، C و E تفاوت آماری معنی داری نداشت و بیشترین میزان هموگلوبین در گروه D مشاهده شد که به طور معنی داری بیشتر از گروه‌های C و E بود (P<۰/۰۵). MCV در گروه شاهد مثبت به طور معنی داری بیشتر از گروه‌های دیگر بود (P<۰/۰۵). MCH نیز در گروه شاهد مثبت به طور معنی داری بیشتر از گروه‌های دیگر به جز E بود (P<۰/۰۵). از لحاظ MCHC بین گروه‌های آزمایشی تفاوت آماری معنی داری وجود نداشت. اما از لحاظ عددی گروه‌های شاهد مثبت کمترین و شاهد منفی دارای بیشترین مقدار بودند. درصدEOF در گروه شاهد منفی به طور معنی داری بیشتر از سایر گروه‌ها بود (P<۰/۰۵). کمترین EOF مربوط به گروه شاهد مثبت بود، درحالیکه سایر گروه‌ها نیز با یکدیگر تفاوت آماری معنی داری داشتند (P<۰/۰۵).

بحث

مسمومیت با آفلاتوکسین‌ها در جوجه‌های گوشتی با تعیین تغییرات بیوشیمیایی و خون شناسی قبل از اینکه نشانه های کلینیکی آشکار شود قابل تشخیص است (کجیجی و همکاران ۱۹۹۸). در شرایط بالینی، فعالیت آنزیم های ALT و AST مانند نشانگرهای زیستی نشان دهنده فعالیت کبد می باشند (یان هان و همکاران ۲۰۰۸).

بر اساس نتایج به دست آمده در آزمایش حاضر حضور آفلاتوکسین B_1 به تنهایی در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش معنی داری در میزان فعالیت آنزیم‌های ALT، AST و LDH در مقایسه با گروه شاهد منفی شد (جدول۲). طوری که در گروه شاهد مثبت فعالیت آنزیم AST ۳۳٪، ALT ۱٦٪ و LDH ۵۲٪ بیشتر از گروه شاهد منفی بود. ولی فعالیت آنزیم ALP تفاوت معنی داری با گروه شاهد منفی نداشت. افزایش فعالیت آنزیم‌های کبدی به عنوان شاخص حساس سرمی در مسمومیت‌های کبد و کلیه گزارش شده است (شی و همکاران ۲۰۰٦). افزایش سطوح AST، ALT و ALP ممکن است نشانه تغییرات تخریبی در بافت کبد باشد (اروبندا و همکاران ۲۰۰۳). تغییرات در سطوح ALT و AST سرم مخصوص آسیب‌های کبدی بوده و به عنوان ابزاری برای مطالعه تغییرات زنده مانی سلول و نفوذ پذیری غشای سلول می باشد (نویلی ۱۹۹۵). گزارش شده است که

آفلاتوکسین B_1 به میزان ۱/۵ میلی گرم در کیلوگرم باعث افزایش معنی داری (۱۱-۳۲٪) در فعالیت AST و ALT در جوجه‌های گوشتی می‌شود (ادوا و گویندوار ۱۹۹۷).

جدول ۲-اثر جیره‌های غذایی مختلف بر فعالیت آنزیم‌های سرم خون

جیره‌های غذایی	آسپارتات آمینوترانسفراز(IU/l)	آلانین آمینوترانسفراز(IU/l)	آلکالین فسفاتاز (IU/l)	لاکتات دهیدروژناز(IU/l)
A	۱۶۵/۸۰^{b}	۵/۱۷۲^{b}	۴۸۰۲^{abc}	۱۵۷/۷^{d}
B	۲۵۱/۸۸^{a}	۶/۱۷۰^{a}	۵۳۳۵^{ab}	۳۲۹/۷^{a}
C	۱۶۳/۳۱^{b}	۴/۹۶۰^{b}	۴۴۰۵^{c}	۲۰۸/۷۵^{c}
D	۱۸۰/۰۱^{b}	۱/۹۸۰^{c}	۵۵۶۰^{a}	۲۶۸/۷۵^{b}
E	۱۹۳/۲۷^{b}	۲/۲۰۲^{c}	۴۶۴۰^{ac}	۲۰۲/۵۰^{c}
SEM	۸/۶۵۴	۰/۳۹۲	۱۴۳	۱۴/۴

SEM: انحراف معیار میانگین. حروف لاتین غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده ی اختلاف معنی دار بین میانگین هاست ($P<0/05$)

افزودن مواد جاذب سموم قارچی به جیرهٔ غذایی دارای آفلاتوکسین B_1 باعث کاهش غلظت این آنزیم‌ها در سرم می‌شود که نشان دهنده تأثیر این مواد در کاهش مضرات آفلاتوکسین B_1 می باشد (اوگوز و همکاران ۲۰۰۲). در آزمایش حاضر نیز مواد جاذب سموم قارچی با ترکیبات مختلف (آلومینوسیلیکات ها و دیواره سلولی مخمر) به طور معنی داری مانع افزایش غیر طبیعی فعالیت آنزیم‌های کبدی شدند که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (گوکان و همکاران ۲۰۰۴، اوگوز و همکاران ۲۰۰۲، دنی و اوکان ۲۰۰۶، عبدل الوهاب و همکاران ۲۰۰۲ و کجیجی و همکاران ۱۹۹۸). آفلاتوکسین‌ها باعث جلوگیری از سنتز پروتئین‌ها می شوند (رابنس و ریچارد ۱۹۹۲). در نتیجه، کاهش پروتئین سرم یک اثر معمول در مسمومیت با آفلاتوکسین‌ها می باشد، به طوریکه تغییر در سطوح پروتئین تام و آلبومین سرم به عنوان شاخص مسمومیت آفلاتوکسینی مطرح می‌باشد (شی و همکاران ۲۰۰۶). درآزمایش حاضر پروتئین تام ۴۳٪ و آلبومین سرم ۱۶٪ در گروه شاهد مثبت کمتر از گروه شاهد منفی بود (جدول ۳). افزودن هر سه نوع ماده جاذب سموم قارچی به جیره دارای آفلاتوکسین B_1 باعث بهبود میزان پروتئین تام و آلبومین سرم در مقایسه با گروه شاهد مثبت شد. تغییرات معنی دار در این شاخص‌ها نشان دهنده آسیب به کبد و کلیه و کاهش سنتز پروتئین در اثر مصرف آفلاتوکسین‌ها می‌باشد.

آفلاتوکسین‌ها در طی یک تبدیل زیستی با تولید تعداد زیادی متابولیت فعال که به DNA و RNA اتصال می-یابند سبب کاهش تولید پروتئین می‌شوند. اثر آفلاتوکسین B_1 بر DNA نتیجه تداخل سم با جایگاه واکنش دهنده ماکرومولکول است (دور و همکاران ۱۹۸۳). پروتئین تام و آلبومین سرم در جوجه‌هایی که جیرهٔ دارای آفلاتوکسین به همراه ماده جاذب نانوکامپوزیت- مونت موریلونیت مصرف کردند بهبود یافته که این بهبود، حاصل کاهش اثرات سمی آفلاتوکسین B_1 توسط نانوکامپوزیت- مونت موریلونیت بود (شی و همکاران ۲۰۰۶). ابوسعدی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که افزودن آلومینوسیلیکات هیدراته سدیم-کلسیم و دیواره سلولی مخمر به جیرهٔ غذایی آلوده به آفلاتوکسین B_1 باعث جلوگیری از تغییر در میزان این شاخص‌ها می‌شود.

جدول ۳-اثر جیره‌های غذایی مختلف بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون

گروه‌های آزمایشی	پروتئین تام	آلبومین	اوریک اسید	کراتینین	کلسترول	تری گلیسرید	گلوکز
	(g/dl)	(g/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)
A	٤/٠٩٢^{a}	٠/٣٧٠^{a}	٤/١٧٧^{b}	٠/٢٨٠^{b}	٧٩/١٦٠^{bc}	١٥٧/٢٠٠^{b}	١٨٨/٤٣^{ab}
B	٢/٣٣٥^{b}	٠/٣٠٢^{b}	٦/٠٣٧^{a}	٠/٣٣٧^{a}	٧١/٩٥٠^{c}	١٤٧/٦٤٨^{b}	٢١٥/٤٣^{ab}
C	٣/٩٦٥^{a}	٠/٣٧٢^{a}	٦/٠٢٥^{a}	٠/٢٨٤^{b}	٩٥/٨٤٨^{b}	١٨٨/٠٢٨^{a}	٢٢٦/٤٢^{a}
D	٤/٢١٢^{a}	٠/٣٤٧^{a}	٤/١٢٢^{b}	٠/٣٠٢^{b}	١١٨/٩٩٥^{a}	١٠٥/٣٠٠^{c}	١٧٧/٠٥^{b}
E	٤/٢٠٢^{a}	٠/٣٧٠^{a}	٥/٥٨٧^{a}	/٢٩٣^{b}	٨٢/٧٦٨^{bc}	١٢٨/١٥٥^{b}	٢٣١/٣٠^{a}
SEM	٠/١٨٠	٠/٠٠٧	٠/٢٤٠	٠/١١١	٤/٣٦٥	٦/٣١٨	٠/١٧٥

SEM: انحراف معیار میانگین. حروف لاتین غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده ی اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (P<٠/٠٥).

میزان اسید اوریک و کراتینین سرم در گروه شاهد مثبت به ترتیب ٢٦٪ و ١٧٪ بیشتر از گروه شاهد منفی بود (جدول٣). افزودن مواد جاذب به جیرهٔ غذایی آلوده به آفلاتوکسین B_1 باعث کاهش این فراسنجه‌ها در سرم شد. مشابه این نتایج در آزمایشهای عبدل الوهاب و همکاران (٢٠٠٢) و کجیجی و همکاران (١٩٩٨) نیز بدست آمد. در پرندگان مبتلا به نارسایی کلیه به علت کاهش دفع اسید اوریک توسط کلیه‌ها انتظار می رود که میزان اسید اوریک سرم افزایش یابد (تونگ و همکاران ١٩٧٣). سنتوریو (١٩٩٩) گزارش کرد مصرف جیره‌های غذایی آلوده به آفلاتوکسین با و بدون بنتونیت سدیم باعث افزایش معنی داری در میزان اسید اوریک و کراتینین سرم جوجه‌های گوشتی در سن ٤٢ روزگی شد که دلیل این افزایش می‌تواند آسیب کلیه‌ها در اثر مصرف آفلاتوکسین‌ها باشد.

لیپیدهای گردش خون، از جذب روده‌ای لیپیدهای جیرهٔ غذایی و سنتز کبدی، یا بسیج آنها از ذخایر چربی بدن منشاء می‌گیرد. تغییرات در میزان کلسترول سرم در بیماری‌های کبدی گزارش شده است (فرناندز و همکاران ١٩٩٤). در آزمایش حاضر میزان کلسترول و تری گلیسرید در گروه‌های شاهد منفی و مثبت تفاوت معنی داری نداشت (جدول٣). سانتوریو (١٩٩٩) گزارش کرد با مصرف آفلاتوکسین‌ها، تری گلیسرید افزایش و کلسترول سرم کاهش می‌یابد و افزودن بنتونیت سدیم تأثیری در میزان تغییر این شاخص‌ها نداشت. بایلی و همکاران (٢٠٠٦) گزارش کردند که جیرهٔ غذایی آلوده به آفلاتوکسین باعث کاهش معنی دار تری گلیسیرید و کلسترول سرم نسبت به گروه کنترل می‌شود. اگرچه افزودن مونت موریلونیت باعث افزایش این شاخص‌ها شد ولی این مقادیر در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کمتر بود. کاهش کلسترول و تری‌گلیسرید سرم خون در اثر مصرف آفلاتوکسین‌ها می‌تواند در نتیجه آسیب‌های کبدی باشد (اراویند و همکاران ٢٠٠٣). گزارش شده است که آفلاتوکسین‌ها باعث کاهش میزان گلوکز سرم خون می‌شوند (سانتوریو ١٩٩٩). در آزمایش حاضر میزان گلوکز بین گروه‌های شاهد منفی و مثبت تفاوت معنی داری نداشت. مشابه این نتایج در گزارشهای گوکان و همکاران (٢٠٠٤)، کجیجی و همکاران (١٩٩٨) و اوگوز و همکاران (٢٠٠٠) نیز بدست آمده است.

جدول ۴- اثر جیره‌های غذایی مختلف بر میزان کلسیم، فسفر و روی سرم خون

جیره‌های غذایی	کلسیم (mg/dl)	فسفر (mg/dl)	روی (µg/dl)
A	۱۹/۸۷۵^{a}	٤/۷۲۰^{b}	۹/٦۷۲^{a}
B	۲۳/۳۳۸^{a}	٦/۰۱۲^{a}	۸/۷٦۲^{ab}
C	۲۰/۸۱۳^{a}	٥/٦۲٥^{ab}	٦/٤۳۷^{c}
D	۱۹/٤۹۸^{a}	٤/۷۹٥^{b}	۷/۷۷٥^{b}
E	۲۰/٦۲۰^{a}	٥/۹۸۰^{a}	۹/۸۳۷^{a}
SEM	۰/٥۹۲	۰/۱۷۲	۰/۳۲٥

SEM: انحراف معیار میانگین. حروف لاتین غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده ی اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (P<۰/۰٥).

آفلاتوکسین‌ها باعث ایجاد تغییر در متابولیسم کلسیم و فسفر غیرآلی می‌شوند (بایلی و همکاران ۱۹۹۱). این تغییرات ممکن است در نتیجه آسیب کلیه‌ها، روده و پاراتیروئید باشد که این اندام‌ها کلسیم و فسفر غیر آلی را تنظیم می کنند (گلاهن و همکاران ۱۹۹۱). در آزمایش حاضر از لحاظ میزان کلسیم سرم خون تفاوتی بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. میزان فسفر سرم در گروه شاهد مثبت در مقایسه با گروه شاهد منفی به طور معنی داری بیشتر بود. افزودن مواد جاذب سموم باعث کاهش معنی دار در میزان فسفر سرم نسبت به گروه شاهد مثبت شد و فقط گروه E با این گروه تفاوت معنی داری نداشت (جدول٤). نتایج حاضر با یافته‌های (کجیجی و همکاران ۱۹۹۸) مطابقت دارد. مصرف خوراک آلوده به آفلاتوکسین باعث کاهش در میزان کلسیم و فسفر سرم می‌شود و افزودن بنتونیت سدیم و مونت موریلونیت تاثیری در میزان کاهش نداشت (سانتوریو ۱۹۹۹ و بایلی و همکاران ۲۰۰٦) میزان روی در سرم خون دو گروه شاهد منفی و مثبت تفاوت معنی داری نداشت. گزارش شده است که مصرف خوراک آلوده به آفلاتوکسین باعث کاهش میزان روی در سرم نسبت به گروه کنترل شده و افزودن مونت موریلونیت و آلومینیوسیلیکات سدیم کلسیم هیدراته باعث افزایش میزان روی در سرم می شود (عبدل الوهاب و همکاران ۲۰۰۲).

آزمایش‌های بسیاری نشان داده است که میزان هماتوکریت، هموگلوبین، MCV و تعداد گلبول‌های قرمز خون هنگام مسمومیت با آفلاتوکسین کاهش می یابد (تونگ و همکاران ۱۹۷٥). کجیجی و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که وجود آفلاتوکسین‌ها در خوراک جوجه‌های گوشتی باعث کاهش معنی دار هماتوکریت، هموگلوبین و MCH در مقایسه با گروه کنترل می‌شود، ولی میزان گلبول‌های قرمز، MCV و MCHC تفاوت معنی داری با گروه کنترل نداشت.

جدول ۵- اثر جیره‌های غذایی مختلف بر برخی فراسنجه‌های خونی

جیره‌های غذایی	RBC	PCV	Hb	MCV	MCH	MCHC	EOF
	(number×10^6/µl)	(%)	(g/dl)	(µm^3)	(pg)	(g/dl)	(%)
A	۲/۵۹^{b}	۳۲/۷۵۰^{bc}	۹/٤٥٥^{ab}	۱۲٦/۷٦^{c}	۳٦/۵۲^{b}	۰/۲۹۲^{a}	٤۳/۵^{a}
B	۲/۰۷^{c}	۳٤/۷۵۰^{a}	۹/۳۲۰^{ab}	۱٦۸/٤۸^{a}	٤٤/۲۲^{a}	۰/۲۷۰^{a}	۲۰/۰^{e}
C	۲/۵۲^{b}	۳۲/۲۵۰^{cd}	۹/۱۰۰^{b}	۱۲۸/۱۳^{bc}	۳٦/۱۵^{b}	۰/۲۸۰^{a}	۲۷/۰^{c}
D	۳/۳۰^{a}	۳۳/۷۵۰^{ab}	۹/۸۳۲^{a}	۱۰۲/۵۲^{d}	۲۹/۸۸^{c}	۰/۲۹۰^{a}	۲٤/۵^{d}
E	۲/۱٦^{c}	۳۱/۲۵۰^{d}	۸/۹۲۷^{b}	۱٤٤/۷٦^{b}	٤۱/٤۱^{ab}	۰/۲۸۵^{a}	۳۳/۲^{b}
SEM	۰/۱۰٤	۰/۳۲۸	۰/۱۰۹	۵/٤۷٤	۱/۳۸۱	۰/۰۰۳	۱/۸

SEM: انحراف معیار میانگین. حروف لاتین غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده ی اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (P<۰/۰۵).

همچنین اوگوز و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که آفلاتوکسین‌ها باعث کاهش معنی دار تعداد گلبول‌های قرمز، هماتوکریت، MCV و هموگلوبین می‌شوند، ولی تأثیری بر MCH و MCHC نداشتند. همچنین آنها مشاهده کردند که افزودن کلینوپتیلویت به خوراک آلوده به آفلاتوکسین باعث بهبود معنی دار در فراسنجه‌های خونی می‌شود. در آزمایش حاضر کمترین تعداد گلبول قرمز مربوط به گروه شاهد مثبت بود و افزودن مواد جاذب سموم به جیرهٔ غذایی آلوده باعث افزایش تعداد گلبول‌های قرمز در مقایسه با گروه شاهد مثبت شد. تغییر در فراسنجه‌های خونی می تواند در نتیجه کاهش سنتز پروتئین‌ها در اثر مسمومیت با آفلاتوکسین‌ها باشد. تونگ و همکاران (۱۹۷۵) نشان دادند که مکانیسم کاهش میزان هماتوکریت در طی آفلاتوکسیکوز به تخریب گلبول‌های قرمز خون مربوط می‌شود. با توجه به مفهوم هماتوکریت، افزایش آن از دو راه ممکن است. در حالت اول افزایش هماتوکریت به علت افزایش مطلق تعداد گلبول‌های قرمز در خون می‌باشد. علاوه بر این، در صورتی که تعداد گلبول‌های قرمز تغییری نداشته باشد و از طرفی حجم بخش مایع خون (پلاسما) کاهش یابد میزان هماتوکریت افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج شمارش گلبول‌های قرمز مشخص می‌شود که تعداد گلبول‌های قرمز در گروه کنترل مثبت کاهش یافت (جدول ۵). یکی از مهمترین عوامل در تنظیم و نگهداری حجم خون در بدن فشار آنکوتیک ناشی از پروتئین‌های محلول خون می‌باشد. این پروتئین‌ها با افزایش فشار اسمزی در خون سبب جذب آب به سوی خون و حفظ حجم خون می‌شوند. در صورتی که به هر دلیل سطح این پروتئین‌ها در پلاسما کاهش یابد، محیط خون در مقایسه با وضعیت طبیعی هایپوتونیک شده و توان خون در حفظ مایعات کاهش می‌یابد. در آزمایش حاضر سطح پروتئین تام و آلبومین سرم در گروه شاهد مثبت کاهش یافت (جدول ۳). نتیجه خالص این تغییرات می‌تواند به صورت کاهش حجم خون تظاهر یابد. این کاهش حجم خون سبب افزایش نسبت گلبول‌های قرمز در خون یا افزایش هماتوکریت به صورت ظاهری می‌گردد (رووِن و همکاران ۲۰۰۹). در آزمایش حاضر میزان هموگلوبین در بین گروه‌های شاهد منفی و مثبت تفاوت معنی داری نداشت، فقط در بین گروه‌هایی که آفلاتوکسین B_1 را همراه مواد جاذب سموم قارچی دریافت کرده بودند تفاوت معنی دار بود. اراویند و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که مصرف خوراک آلوده به آفلاتوکسین به همراه دیواره سلولی مخمر تأثیری روی میزان گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبین خون جوجه‌های گوشتی نداشت، اما درصد هماتوکریت در گروهی که آفلاتوکسین را بدون ماده جاذب مصرف کرده بود به طور معنی داری کاهش یافت. افزایش درصد EOF در گروه شاهد منفی و کاهش EOF در

گروه شاهد مثبت را از نقطه نظر تفاوت سطح پروتئین تام و آلبومین سرم می‌توان بررسی نمود. اساس آزمون شکنندگی اسمزی گلبول‌های قرمز بر اعمال تنش هایپوتونیک بر این سلول‌ها استوار است (بوفن استین و همکاران ۲۰۰۱). طبیعی است که هر چه شرایط محیط جدیدی (محلول PBS) که سلول‌ها در آن قرار داده می‌شوند با شرایط محیط قبلی سلول‌ها (خون) از نظر فشار اسمزی شباهت بیشتری داشته باشد شوک کمتری به سلول‌ها وارد می‌شود و مقادیر EOF کمتری مشاهده می‌شود. سطح پایین پروتئین تام و آلبومین سرم در پرندگان گروه شاهد مثبت موجب کاهش فشار انکوتیک در خون این پرنده‌ها شده است و وقتی سلول‌های قرمز این پرندگان در معرض PBS رقیق قرار می‌گیرند با شوک کمتری در مقایسه با پرندگان گروه شاهد منفی که سطح پروتیین تام و آلبومین سرم بالاتر و در نتیجه فشار انکوتیک بالاتری دارند، مواجه می‌شوند. در نتیجه گلبول‌های قرمز بیشتری در گروه شاهد منفی در مقایسه با گروه شاهد مثبت به هنگام مواجهه با شوک اسمزی ناشی از محیط هایپوتونیک دچار شکنندگی اسمزی می شود (بوفن استین و همکاران ۲۰۰۱).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، جیرهٔ غذایی آلوده به آفلاتوکسین B_1 (یک میلی گرم در کیلوگرم) باعث ایجاد تغییرات معنی داری در شاخص‌های بیوشیمیایی و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی می‌شود. افزودن مواد جاذب تجاری میلبوند-TX و پلی سورب به مقدار ۲/۵ گرم در کیلوگرم به جیرهٔ غذایی آلوده باعث کاهش تغییرات بیوشیمیایی و خون شناسی در جوجه‌های گوشتی شد. زئولیت طبیعی ساخت کشور هیچ تفاوتی با دو ماده جاذب تجاری نداشت و این نشان می‌دهد که می‌توان از زئولیت که به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر است به عنوان جاذب آفلاتوکسین B_1 در جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از شرکت نیک اندیشان فرجاد و شرکت تک فرآورده‌های آریا بویژه از مدیریت محترم شرکت جناب آقای دکتر مالی، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع مورد استفاده

Abdel-Wahab MA, Nada SA and Khalil FA, 2002. Physiological and toxicological responses in rats fed aflatoxin-contaminated diet with or without sorbent materials. Anim Feed Sci Technol 97: 209-219.

Adaw SS and Govindwar SP, 1997. Effects of aflatoxin B_l on liver microsomal enzymes in different strains of chickens. Comp Biochem Physiol 118: 185-189.

Arab Abousadi M, Rowghani E and Ebrahimi Honarmand M, 2007. The efficacy of various additives to reduce the toxicity of aflatoxin B_1 in broiler chicks. Iranian J Vet Res University of Shiraz 8(2): 144-150.

Aravind KL, Patil VS, Devegowda G, Umakantha B and Ganpule SP, 2003. Efficacy of esterified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers. Poult Sci 82: 571-576.

Bailery H, Kubena LF, Harveyr B, Buckley SA and Rottinghaus GE, 1998. Efficacy of various inorganic sorbents to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens. Poult Sci 77:1623-1630.

Baptista AS, Horii J, Calori-Domingues MA, Gloria EM, Salgado JM and Viziol MR, 2004. The capacity of manno-oligosaccharides, thermolysed yeast and active yeast to attenuate aflatoxicosis. World J Micro & Biotech 20: 475-481.

Buffenstein R, Mccarron HCK and Dawson TJ, 2001. Erythrocyte osmotic fragility of red (*Macropus rufus*) and grey (*Macropus fuliginosus* and *Macropus giganteus*) kangaroos and free-ranging sheep of the arid region of Australia. J Comp Physiol B: Biochemical Systemic and Environmental Physiology 171: 41-47.

Denli M and Okan F. 2006. Efficacy of different adsorbent in reducing the toxic effects of aflatoxin B1 in broiler dites. S Afr J Anim Sci 36(4).

Doerr JA, Huff CJ, Wabeck GW, Ghaloupak JD, May and Markely JW, 1983. Effects of low-level chronic aflatoxicosis in broiler chicken. Poult Sci 62: 1971-1977.

Eraslan G, Essizd, Akdogan M, Karaoz E, Oncu M and Ozyildiz Z, 2006. Efficacy of dietary sodium bentonite against subchronic exposure to dietary aflatoxin in broilers. B Vet I Pulawy 50:107-112.

Fernandez A, Maria TV, Gascon M, Ramos J, Gomez J, Luco DF and Chavez G, 1994. Variations of clinical biochemical parameters of laying hens and broiler chickens fed aflatoxin containing feed. Avian Pathol 23: 37-47.

Gallo A, Masoero F, Bertuzzi T, Piva G and Pietri A, 2010. Effect of the inclusion of adsorbents on aflatoxin B_1 quantification in animal feedstuffs. Food Addit and Contam 27:54-63.

Glahn RP, Beers KW, Bottje WG, Wideman RF, Huff WE and Thomas W, 1991. Aflatoxicosis alters avian renal function, calcium, and vitamin D metabolism. J Toxicol Env Health 34: 309–321.

Gokhan E, Bilal C, Berrin KG, Ayhan A, Ayse N, and Latife B, 2004. Evaluation of aflatoxin toxicity in japaneae quails given variuos doses of hydrated sodium calcium aluminosilicate. B Vet I Pulawy 48: 511-517.

Huwing A, Fremund S, Kappeli O, Dutler H, 2001. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. Toxicolo Lett 122: 179-188.

Harvey RB, Kubena LF, Ellisalde MH and Philips TD, 1993. Efficacy of zeolite ore compound on the toxicity of aflatoxin on growing broilers chickens. Avian Dis 37: 67-73.

Jain NC, 1986. Schalm's Veterinary Hematology, forth ed. Lea and Febiger, Philadelphia.

Jindal N, Mahipal SK and Mahajan NK. 1994. Toxicity of aflatoxin B1 in broiler chicken and its reduction by activated charcoal. Res Vet Sci 56: 37-40.

Kaplan MM, 1987. Laboratory tests. In: Schiff L, Schiff ER, (Eds), Diseases of the liver. J B Lippincott Co, Philadelphia, PA, pp. 219-237.

Kececi T, Oguz H, Kurtoglu V and Demet O, 1998. Effects of polyvinylpolypyrrolidone, synthetic zeolite and bentonite on serum biochemical and haematological characters of broiler chickens during aflatoxicosis. Br Poult Sci 39: 452-458.

Kubenal F, Harveyr B, Baileyr H, Buckley SA and Rottinghaus GE, 1998. Effects of a hydrated sodium calcium aluminosilicate (T-Binda) on mycotoxicosis in young broiler chickens. Poult Sci 77:1502-1509.

Leeson S, Diaz G and Summers JD, Poultry metabolic disorders and mycotoxins. University Books, Ontario, Canada.

Liu ZP, 2006. Toxicosis of Animals. China Agriculture Press, Beijing. p. 224. (in Chinese)

Miazzo R, Rosa CAR, Queiroz Carvalho ECDe, Magnoli C and Chiacchiera SM, 2000. Efficacy of synthetic zeolite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks. Poult Sci 79: 1-6.

Murthy TNK and Dewegowda G, 2004. Efficacy of modified glucomannan (mycosorb) to adsorb aflatoxin B_1 in gut condition of broiler chiken. Poster presentation at XXII World's Poultry Congress, Istanbul, 8th to 13th June.

Novelli ELB, Rodrigues NL and Ribas BO, 1995. Superoxide radical and toxicity of Environmental nickel exposure. Hum Exp Toxicol 14: 248-251.

Oguz H, Kececi T, Birdane F, Onder F and Kurtoglu V, 2000. Effect of clinoptilolite on serum biochemical and haematological characters of broiler chickens during aflatoxicosis. Res Vet Sci 69: 89-93.

Oguz H, Kurtoglu F, Kurtoglu V and Birdane O, 2002. Evaluation of biochemical characters of broiler chickens during dietary aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure. Res Vet Sci 73: 101-103.

Pasteiner S, 1994. Mycotoxin in animal husbandry. Biomin GTI Ges MHB (Ed.), (St, Polten, Austria, Europatz 5 A-3100).

Phillips TD, Clement BA, Kubena LF and Harvey RB, 1990. Detection and detoxification of aflatoxins. Prevention of aflatoxicosis and aflatoxin residues whit hydrated sodium calcium aluminosilicate. Vet Hum Toxicol 32(Suppl): 15-19.

Raju MVLN and Devegowda G, 2002. Influence of esterified-glucomannan on performance and organ morphology, serum biochemistry and haematology in broilers exposed to individual and combined mycotoxicosis (aflatoxin, ochratoxin and T-2 toxin). Br Poult Sci 41: 640-650.

Robens JF and Richard JL, 1992. Aflatoxin in animal and human health. Rev Env Contam Toxicol 127: 69-94.

Ramos AJ, and Hernandez E, 1997. Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilicate addition to feedstuffs: a review. Anim Feed Sci Technol 65: 197-206.

Rowen D, Frandson W, Lee W, Anna DF, 2009. Anatomy and Physiology of Farm Animals, John Wiley and Sons, pages 528.

Santurio JM, 1999. Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxins. Br Poult Sci 40:115-119.

Shotwell OL, Hesseltine CV, Stubblefield RD and Sorenson WG, 1966. Production of aflatoxin on rice. Appl Microbiol 14: 425-428.

Shi YH, Xu ZR, Feng JL and Wang CZ, 2006. Efficacy of modified montmorillonite nanocomposite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks. Anim Feed Sci Technol 129: 138–148.

Tung HT, Wyatt RD, Thaxton P and Hamilton PB, 1973. Impairment of kidney function during aflatoxicosis. Poult Sci 52: 873-878.

Tung HT, Cook FW, Wyatt RD and Hamilton PB, 1975.The anemia caused by aflatoxin. Poult Sci 54: 1962-1969.

Xin-Yan H, Qi-Chun H, Wei-Fen L, Jun-Fang J and Zi-Rong X, 2008. Changes in growth performance, digestive enzyme activities and nutrient digestibility of cherry valley ducks in response to aflatoxin B_1 levels. Live Sci 119: 216-220.

Yiannikouris A, Poughon X, Cameleyre CG, Dussap J, Francois G, Berting and Jouary JP, 2003. A novel technique to evaluate interaction between Saccharomyces cerevisiae cell wall and mycotoxins: Application to zearalenone. Biotech Lett 25: 783-788.