



دانشگاه کیلان

تأثیر جاذب طبیعی بنتونیت در کاهش اثرات منفی آفلاتوکسین B₁ بر عملکرد و سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی

ذبیح اله نعمتی^{۱*}، حسین جانمحمدی^۲، اکبر تقی زاده^۳، حسن ملکی نژاد^۴، غلامعلی مقدم^۲

۱- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز

۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۴- استاد گروه فارماکولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۶)

چکیده

هدف از این آزمایش بررسی تأثیر جاذب طبیعی بنتونیت در کاهش اثرات منفی آفلاتوکسین B₁ بر عملکرد و سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی بود. برای اجرای آزمایش تعداد ۲۵۶ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ در ۴ تکرار و در هر تکرار ۱۶ قطعه در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره پایه (شاهد)؛ ۲- جیره پایه + ۵ گرم در کیلوگرم بنتونیت؛ ۳- جیره پایه + ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B₁ و ۴- جیره پایه + ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B₁ + ۵ گرم در کیلوگرم بنتونیت بودند. جوجه‌ها، تیمارهای آزمایشی را از سن ۱ الی ۳۵ روزگی دریافت کردند. صفات مربوط به عملکرد به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. در سن ۲۸ روزگی تعداد ۲ پرنده از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب و آنتی‌ژن گلبول قرمز گوسفندی تزریق شد. در پایان دوره آزمایشی تعداد ۴ پرنده از هر تیمار کشتار و وزن نسبی بخش‌های مختلف لاشه و اندام‌های لنفاوی آن اندازه‌گیری شد. آفلاتوکسین B₁ در مقایسه با جیره شاهد سبب کاهش افزایش وزن بدن و خوراک مصرفی و بدتر شدن ضریب تبدیل غذایی در طی دوره‌های پرورشی آغازین و رشد شد ($P < 0/05$). افزودن بنتونیت به جیره غذایی اثرات سوء آفلاتوکسین بر مصرف خوراک و افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی را کاهش داد ولی تفاوت معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی نداشت. از لحاظ سیستم ایمنی، شاخص وزن نسبی بورس فابرسیوس و میزان تولید پادتن بر علیه گلبول قرمز گوسفند با مصرف جیره غذایی آلوده به آفلاتوکسین بطور معنی‌دار کاهش یافت ($P < 0/05$). به طور کلی مکمل‌سازی جیره غذایی با بنتونیت ایرانی مورد استفاده در این آزمایش باعث کاهش اثرات منفی آفلاتوکسین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی شد، بنابراین از این توکسین باید پرهیز می‌توان تا ۵ گرم در کیلوگرم به عنوان جاذب سم استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آفلاتوکسین، بنتونیت، عملکرد، سیستم ایمنی، جوجه‌های گوشتی

مقدمه

مایکوتوکسین‌ها گروهی از متابولیت‌های ثانویه قارچ‌ها هستند که به‌طور گسترده در مواد غذایی دام و انسان یافت شده و سبب ضرر و زیان اقتصادی زیاد در دامپروری جهان می‌شوند (Dersjant-Li *et al.*, 2003). مایکوتوکسین‌های سمی شامل آفلاتوکسین B₁، اکراتوکسین، داکسی نیوالنول، زرالتون، سم T₂ و فومونسین بوده که برای سلامتی حیوان خیلی سمی هستند. آفلاتوکسین‌ها گروهی از توکسین‌های شایع در مواد خوراکی بوده که به وسیله قارچ‌های آسپرژیلوس فلاووس (*Aspergillus flavus*) و آسپرژیلوس پارازیتیکوس (*Aspergillus parasiticus*) تولید می‌شوند و مصرف آنها باعث ایجاد مسمومیت در انسان و حیوان می‌شود. آفلاتوکسین‌ها شامل انواع B₁، B₂، G₁ و G₂ هستند که نوع B₁ از همه آنها سمی‌تر و سرطان‌زا است. آلودگی مواد خوراکی به آفلاتوکسین یک موضوع مهم جهانی است و تخمین‌ها بیانگر این است که حداقل ۲۵ درصد غلات تولیدی جهان آلوده به مایکوتوکسین‌ها است (Binder *et al.*, 2007). مصرف خوراک آلوده به آفلاتوکسین به وسیله طیور سبب رخداد مسمومیت آفلاتوکسیکوزیس شده که با علائم کاهش افزایش وزن بدن و مصرف غذا، کاهش تولید تخم‌مرغ، کاهش راندمان غذایی، آسیب به دستگاه گوارش، تغییر متابولیت‌های خونی (He *et al.*, 2013)، ایجاد ضایعه کبدی، تضعیف سیستم ایمنی بدن (Rocha *et al.*, 2005) و افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی و میکروبی (Gowda *et al.*, 2008) و ناهنجاری‌های عصبی و افزایش مرگ و میر می‌شود. راهکارهای مختلف تغذیه‌ای شامل روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برای حذف یا غیرفعال‌سازی آفلاتوکسین پیشنهاد شده است (Jouany *et al.*, 2007). روش‌های فرآوری شیمیایی معمولاً به ۵ گروه از ترکیبات اسیدی، قلیایی، اکسیداتیو، بی‌سولفات و فرمالدئید مربوط می‌شود (Zaghini *et al.*, 2005). راهکار دیگر برای خنثی‌سازی آفلاتوکسین، اضافه کردن مواد جاذب معدنی و بیولوژیکی به جیره‌های غذایی می‌باشد (Pemberton and Simpson, 1991; Zaghini *et al.*, 2005). برخی ترکیبات موجود در چای، توت‌فرنگی، انگور، برخی گیاهان دارویی و عصاره‌های گیاهی که خاصیت آنتی‌اکسیدان دارند به خاطر توانایی آنها در جذب آنیون‌های سوپراکسید می‌تواند موثر باشد (Valdivia *et al.*

al., 2001; Juglal *et al.*, 2002; Yiannikouris and Jouany, 2002). در حال حاضر هنوز یک روش جامع قابل اجرا، کاربردی و موثر وجود ندارد. موثرترین روش تغذیه‌ای جلوگیری از مسمومیت سموم قارچی در طیور استفاده از ترکیبات جاذب می‌باشد (Wang *et al.*, 2006). ترکیبات مختلفی از قبیل زغال فعال، آلومینوسلیکات‌ها، ترکیبات دیواره سلولی مخمر و زئولیت تحت عنوان جاذب با اسامی تجارتي مختلف در بازار موجود است که اکثر آنها وارداتی است. یکی از جاذب‌های مهم طبیعی بنتونیت می‌باشد که یک ترکیب معدنی بوده و در کشور ایران هم از معادن استحصال می‌شود و برای اهداف مختلف تجاری و صنعتی قابل استفاده است. بنتونیت با فرمول عمومی (Na,Ca)(Al,Mg)(Si₄O₁₀)₃ (OH)₆ nH₂O دارای بیش از ۷۵ درصد مواد معدنی به‌صورت کمپلکس به نسبت ۵۳/۷۸۸٪ اکسید سیلیس، ۲۲/۳۷۸٪ اکسید آلومینیوم، ۳/۹٪ اکسید آهن، ۱/۶۵٪ اکسید کلسیم، ۲/۱۲۳٪ اکسید منیزیم، ۱/۹۶٪ اکسید سدیم، ۰/۶۹۳٪ اکسید پتاسیم و ۱۳/۴۳٪ ماده آلی می‌باشد (Butt *et al.*, 1984). این ترکیب دارای ساختار میکروسکوپی لایه لایه است که وقتی در معرض آب قرار می‌گیرد حجیم شده و اجازه جذب سایر مولکول‌ها را به خود می‌دهد (Ramos *et al.*, 1966). بنتونیت به علت ظرفیت تبادل یونی بالا و توانایی جذب بالا، به‌طور گسترده به عنوان جاذب مایکوتوکسین‌ها استفاده می‌شود (Diaz and Smith, 2005). صرف نظر از اثرات محافظتی بنتونیت در برابر مایکوتوکسین‌ها، کارایی و ایمنی این ترکیب همیشه ثابت شده نیست و اطلاعات اندکی از آن به عنوان جاذب در تغذیه طیور در دسترس است. بنابراین آزمایش حاضر با هدف بررسی تاثیر جاذب طبیعی بنتونیت در کاهش اثرات منفی آفلاتوکسین B₁ بر عملکرد و سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این آزمایش تعداد ۲۵۶ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ در طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار و ۱۶ قطعه جوجه در هر تکرار استفاده شدند. جوجه‌ها روی بستر با برنامه نوری ۲۳ ساعت روشنایی در روز به آب و غذا دسترسی آزاد داشتند. جیره پایه بر اساس ذرت و کنجاله سویا مطابق با نیازهای غذایی توصیه شده در دفترچه راهنمای پرورشی جوجه‌های

برای اندازه‌گیری وزن نسبی اندام‌های داخلی در سن ۳۵ روزگی از هر گروه آزمایشی تعداد ۴ پرنده انتخاب و بعد از یک هفته تغذیه از جیره‌های آزمایشی کشتار شدند. اندام‌های داخلی شامل کبد، طحال، بورس فابریسیوس و تیموس و سنگدان، پیش‌معد، چربی محوطه شکمی و قلب هر یک از پرندگان پس از کشتار از لاشه جدا شده و با ترازوی دقیق توزین شدند و وزن آنها نسبت به وزن لاشه محاسبه گردید. به منظور ارزیابی سیستم ایمنی علاوه بر تعیین وزن نسبی اندام‌های لنفاوی، پادتن تولید شده علیه گلبول قرمز گوسفند تعیین عیار شد. در روز ۲۸ آزمایش تعداد ۸ پرنده از هر تیمار به صورت تصادفی انتخاب و به میزان ۰/۱ میلی‌لیتر محلول ۷ درصد گلبول قرمز گوسفندی شسته شده در بافر فسفات به داخل رگ بال تزریق شد. سپس ۸ روز بعد از تزریق سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفندی از رگ بالی جوجه‌ها خونگیری و نمونه‌های خونی سانتریفوژ شدند. سرم تهیه شده تا زمان آزمایش بعدی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شد. برای تعیین عیار پادتن تولید شده علیه گلبول قرمز گوسفندی از روش هم‌آگلوتیناسیون استفاده و نتایج بر اساس لگاریتم ۲ معکوس در بیشترین رقتی که آگلوتیناسیون آشکار شد بیان شدند (Van der Zijpp and Leenstra, 1980). داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از رویه مدل‌های خطی تعمیم یافته (GLM) نرم-افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ بر اساس طرح کاملاً تصادفی و مدل آماری $Y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij}$ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت که μ میانگین، T_j اثر تیمار یا جیره غذایی و ε_{ij} اثر خطای آزمایشی می‌باشد. قبل از تجزیه آماری، داده‌های مربوط به درصد تلفات تبدیل داده از نوع آرکسینوس ریشه (۵/۲+X) و داده‌های مربوط به تجزیه لاشه و وزن نسبی اندام‌های لنفاوی تبدیل داده از نوع آرکسینوس جذر ریشه شدند. میانگین‌ها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یکدیگر مقایسه شدند.

گوشتی سویه راس ۳۰۸ در دوره‌های پرورشی آغازین (۱ الی ۱۴ روزگی) و رشد (۱۵ الی ۳۵ روزگی) تهیه شدند. سایر جیره‌های آزمایشی با افزودن مکمل بنتونیت و آفلاتوکسین B₁ تولیدی در آزمایشگاه به روش *in vitro* تهیه شدند. در این تحقیق از مکمل افزودنی بنتونیت سدیم تولید داخل کشور تهیه شده از شرکت زرین خاک قائن استفاده شد. آفلاتوکسین B₁ مورد نیاز در آزمایشگاه تولید شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های غذایی: ۱- جیره پایه (شاهد)؛ ۲- جیره پایه + ۵ گرم در کیلوگرم افزودنی بنتونیت؛ ۳- جیره پایه + ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B₁ و ۴- جیره پایه + ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B₁ + ۵ گرم در کیلوگرم افزودنی بنتونیت بودند.

به منظور تولید انبوه آفلاتوکسین یک ویال سویه استاندارد *Aspergillus Parasiticus NRLL 2999* تهیه و در محیط آزمایشگاهی درون شیشه‌ای تحت شرایط استریل روی محیط کشت سیب‌زمینی، دکستروز آگار (Potato dextrose agar) تهیه شده در پلیت، کشت شد. سپس سوسپانسیون اسپور قارچی حاوی $6/5 \times 10^6$ اسپور قارچی تهیه شد. برای تولید انبوه سم مقدار ۵۰ گرم برنج به همراه ۲۵ میلی‌لیتر آب در داخل فلاسک ریخته و به مدت ۲ ساعت روی شیکر قرار داده و بعد از اتوکلاو کردن مقدار ۲ سی‌سی از سوسپانسیون قارچی که حاوی $6/5 \times 10^6$ میلی لیتر ارگانیسم قارچی بود به داخل فلاسک‌ها اضافه شد. سپس محیط کشت تلقیح شده به مدت ۵ روز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد در داخل انکوباتور قرار داده شد. میزان آفلاتوکسین B₁ تولید شده در محیط کشت تهیه شده بعد از خشک کردن در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به روش کروماتوگرافی با عملکرد بالا اندازه‌گیری شد.

صفات مربوط به عملکرد از قبیل میزان مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در طی دوره‌های آغازین، رشد و کل دوره اندازه‌گیری شد. همچنین میزان تلفات و شاخص کارایی تولید برای کل دوره محاسبه شد.

جدول ۱- ارقام خوراکی و ترکیبات مواد مغذی تشکیل دهنده جیره‌های غذایی پایه

Table 1. Composition and nutrient value of the basal experimental diets

Item	Diet (%)	
	Starter (0-14 d)	Grower (15-35 d)
Ingredients		
Maize	62.31	63.37
Soybean meal (44%cp)	28.37	25.8
Gluten meal	4.32	4.32
Soybean oil	0.5	1.5
CaCO ₃	1.33	1.12
Dicalcium phosphate	1.88	1.65
Commen salt	0.25	0.25
Sodium bicarbonate	0.13	0.14
DL-Methionine	0.34	0.24
L-Lysine, HCL	0.41	0.52
Threonine	0.15	0.08
Vitamin and mineral premix	0.5	0.5
Calculated analysis		
ME, kcal/kg	2900	3025
CP, %	21.09	20.16
Ca, %	1	0.86
Available P, %	0.48	0.43
Threonine	0.9	0.8
DL-Methionine	0.49	0.43
Met + Cys, %	1.03	0.91
Lys, %	1.37	1.2
Na, %	0.15	0.153
Selenium (mg/Kg)	0.3	0.3

نتایج و بحث

جبران نکرد اما افزودن بنتونیت به جیره غذایی سبب بهبود افزایش وزن جوجه‌ها در مقایسه با جوجه‌های دریافت‌کننده جیره غذایی آلوده با آفلاتوکسین شد ($P < 0.05$). اثر جیره‌های آزمایشی بر میزان مرگ و میر معنی‌دار بود ($P < 0.05$). بیشترین درصد تلفات در گروه دریافت‌کننده جیره غذایی آلوده مشاهده شد و در مقایسه با گروه‌های فاقد آفلاتوکسین تفاوت معنی‌دار داشت.

چنانچه در نتایج اشاره شده است جوجه‌های گوشتی که از جیره‌های غذایی حاوی آفلاتوکسین تغذیه کردند در مقایسه با جیره شاهد کاهش معنی‌دار خوراک مصرفی و افزایش وزن بدن، وزن زنده، شاخص کارایی تولید و بدتر شدن ضریب تبدیل غذایی نشان دادند. کاهش رشد ناشی از حضور آفلاتوکسین در جیره می‌تواند با کاهش مصرف خوراک و یا کاهش بازدهی تبدیل خوراک در ارتباط باشد و با گزارشات پیشین مبنی بر تاثیر منفی آفلاتوکسین بر عملکرد مطابقت دارد (Nisrani *et al.*, 2009; Osweiler)

نتایج مربوط به شاخص‌های عملکردی و درصد تلفات در جدول ۲ ارائه شده است. افزودن مکمل غذایی بنتونیت به جیره غذایی پایه در دوره آغازین تاثیری بر صفات عملکردی نداشت، ولی در طی دوره رشد و کل دوره سبب بهبود افزایش وزن و افزایش مصرف خوراک در مقایسه با گروه شاهد شد ($P < 0.05$), لیکن ضریب تبدیل غذایی تغییری نداشت. تغذیه جیره غذایی آلوده به آفلاتوکسین به جوجه‌های گوشتی به میزان ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم در مقایسه با جیره آزمایشی شاهد سبب کاهش افزایش وزن بدن و خوراک مصرفی جوجه‌ها در طی دوره‌های پرورشی شد ($P < 0.05$) و میزان ضریب تبدیل غذایی در دوره رشد و کل دوره از لحاظ آماری افزایش معنی‌دار داشت به طوری که در کل دوره شاخص افزایش وزن بدن به میزان ۳۵ درصد کاهش نشان داد. مکمل‌سازی جیره غذایی با بنتونیت، کاهش وزن ناشی از آفلاتوکسین را بطور کامل

آلومینوسلیکاتی بر مهار سمیت آفلاتوکسین و افزایش عملکرد جوجه اردک (Wan *et al.*, 2013)، مرغ لگهورن و جوجه‌های گوشتی (Kubena *et al.*, 1990) را هم تایید می‌کند. لیکن با نتایج (Kermanshahi *et al.*, 2009) در جوجه‌های گوشتی هماهنگ نبود. آفلاتوکسین B₁ احتمالاً از طریق برقراری ارتباط بین بخش انتهایی یون نامتقارن آلومینیوم موجود در ساختار خود و گروه کربونیل آفلاتوکسین B₁ با ترکیبات آلومینوسلیکاتی پیوند برقرار کرده و سبب کاهش قابلیت دسترسی و مهار سمیت آن در جوجه‌ها می‌شوند. اما این ترکیب به صورت کامل قادر به جلوگیری از اثرات سمی آفلاتوکسین B₁ در جوجه‌های گوشتی نیست (Neef *et al.*, 2013). کارایی ترکیبات آلومینوسلیکاتی به منبع جغرافیایی استحصالی و ویژگی‌های سطوح جذبی آن وابسته است و فرآورده‌های با سطح جذبی بالا، موثرتر هستند (Zhao *et al.*, 2010). بنابراین دلیل گزارشات متفاوت در خصوص اثرات بنتونیت را در همین موارد باید جستجو کرد.

آفلاتوکسین‌ها (et al., 2010; Pizzolitto *et al.*, 2013) احتمالاً از طریق تاثیر منفی بر اشتها و جلوگیری از سنتز پروتئین‌ها و لیپوژنز (Oguz *et al.*, 2005; Ortatatli *et al.*, 2000)، کاهش استفاده از انرژی و پروتئین (Denli *et al.*, 2000)، یا کاهش قابلیت هضم مواد مغذی در طیور (al., 2009)، کاهش قابلیت هضم مواد مغذی در طیور (Kermanshahi *et al.*, 2007; Kubena *et al.*, 1990) نعمتی و همکاران، ۱۳۹۲) و سرکوب ایمنی (Ledoux *et al.*, 1999) عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این مطالعه خاک بنتونیت مورد استفاده بطور موثری اثرات منفی آفلاتوکسین B₁ بر عملکرد را تعدیل کرد. بنتونیت به میزان ۱۰ درصد کاهش افزایش وزن ناشی از آفلاتوکسین را جبران کرد و در کل دوره کاهش مصرف خوراک را به میزان ۸۱ درصد مصرف خوراک گروه شاهد رساند. نتایج تاثیر آفلاتوکسین B₁ و جاذب بنتونیت بر عملکرد و رشد جوجه‌های گوشتی در مطالعه حاضر با گزارش‌های قبلی مطابقت دارد (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۱; Miazzo *et al.*, 2005; Zhao *et al.*, 2010). نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهد آفلاتوکسین سبب کاهش عملکرد و افزودن جاذب‌ها سبب بهبود اثرات منفی سم بر عملکرد می‌شود. همچنین نتایج این تحقیق گزارشات سایر محققین مبنی بر تاثیر مثبت بنتونیت و ترکیبات

جدول ۲- اثرات آفلاتوکسین B₁ و بنتونیت بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی

Table 2. Effects of aflatoxin B₁ (AFB₁) and bentonite on growth performance in broiler chickens

Dietary treatment ⁺		BW gain (g)			Feed intake (g)			FCR		
AFB ₁ (mg/kg)	B (g/kg)	0-14 d	15-35 d	0-35 d	0-14 d	15-35 d	0-35 d	0-14 d	15-35 d	0-35 d
0	0	260 ^a	1287 ^b	1548 ^b	358 ^a	2415 ^b	2773 ^b	1.37	1.87 ^b	1.79 ^b
0	5	260 ^a	1438 ^a	1699 ^a	371 ^a	2662 ^a	3033 ^a	1.43	1.85 ^b	1.78 ^b
1	0	172 ^b	825 ^d	998 ^d	247 ^b	1797 ^d	2044 ^d	1.43	2.17 ^a	2.05 ^a
1	5	186 ^b	973 ^c	1159 ^c	265 ^b	1994 ^c	2259 ^c	1.42	2.06 ^a	1.95 ^a
SEM		5.97	34.83	35.1	7.65	32.59	37.17	0.031	0.041	0.032
P-value		*	*	*	*	*	*	NS	*	*

^{a, b} Means within a column without a common superscript differ statistically ($P < 0.05$)

⁺ AFB₁ = aflatoxin B₁; B = Bentonite; FCR = Feed conversion rate

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$. NS = Non-significant

جدول ۳- اثر آفلاتوکسین B₁ و بنتونیت بر وزن نسبی اندام‌های لنفاوی، میزان تولید پادتن بر علیه گلبول قرمز گوسفند، درصد تلفات و شاخص کارایی تولید در جوجه‌های گوشتی

Table 3. Effects of aflatoxin B₁ (AFB₁) and bentonite on relative weights of lymphatic organ, SRBC antibody titers, mortality percent, and production index in broiler chickens

Dietary treatment ⁺		SRBC (log ₂)	Organ weight (g/100 g of body weight)			Percentage of mortality	Production index
AFB ₁ (mg/kg)	B (g/kg)		Spleen	Thymus	Bursa		
0	0	5.50 ^a	0.15	0.75	0.18 ^a	4.0 ^b	241 ^a
0	5	4.62 ^{ab}	0.13	0.78	0.16 ^{ab}	7.8 ^b	256 ^a
1	0	3.25 ^b	0.18	0.57	0.10 ^c	19.3 ^a	117 ^b
1	5	3.87 ^b	0.16	0.71	0.12 ^{bc}	14.3 ^{ab}	151 ^b
SEM		0.43	0.02	0.09	0.01	0.03	10.5
P-value		*	NS	NS	*	*	*

^{a, b} Means within a column without a common superscript differ statistically ($P < 0.05$).

⁺AFB₁ = aflatoxin B₁; B = Bentonite; FCR= Feed conversion rate.

* $P < 0.05$; NS= Non-significant

نتایج مربوط به جیره‌های آزمایشی بر وزن نسبی اندام‌های لنفاوی و تیترا آنتی‌بادی بر علیه گلبول قرمز گوسفندی در جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ ارائه شده است. میزان تیترا آنتی‌بادی و وزن نسبی بورس فابریسیوس در جوجه‌های گوشتی تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت ($P < 0.05$). لیکن وزن نسبی طحال و تیموس تحت تاثیر معنی‌دار جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. افزودن مکمل بنتونیت به جیره غذایی در مقایسه با جیره شاهد تاثیر معنی‌داری بر تیترا آنتی‌بادی و وزن نسبی اندام‌های لنفاوی نشان نداد. این بدان معنی است که مکمل بنتونیت مورد استفاده در این آزمایش خنثی و غیرسمی بوده و تاثیر منفی بر سیستم ایمنی ندارند. در آزمایش حاضر وزن نسبی بورس فابریسیوس و میزان آنتی‌بادی تولیدی بر علیه گلبول‌های قرمز گوسفند در گروهی که آفلاتوکسین B₁ دریافت کرده بود کمتر از سایر گروه‌ها بود. جیره غذایی حاوی آفلاتوکسین در مقایسه با جیره شاهد سبب کاهش تیترا آنتی‌بادی بر علیه آنتی‌ژن گلبول‌های گوسفندی از ۵/۵ به ۳/۲۵ شد. همچنین جیره آلوده با آفلاتوکسین در مقایسه با جیره شاهد وزن نسبی بورس فابریسیوس را از ۰/۱۸ به ۰/۱ درصد به‌طور معنی‌دار کاهش داد و وزن نسبی طحال و تیموس تنها از لحاظ عددی تغییر یافت. نتایج این آزمایش با گزارش‌های قبلی که بیان کرده بودند آفلاتوکسین سبب کاهش وزن نسبی اندام‌های بورس فابریسیوس و تعداد فولیکول‌های آن

(Campbell *et al.*, 1983)، تیترا آنتی‌بادی ضعیف بر علیه نیوکاسل (حاذق و همکاران، ۱۳۸۷؛ Pasha *et al.*, 2008) و علیه گلبول‌های قرمز گوسفند (حاذق و همکاران، ۱۳۸۷؛ عظیمی و همکاران، ۱۳۹۱)، اختلال در سیستم ایمنی با کاهش پروتئین‌های ایمنی‌ساز M، G و A و نسبت آلبومین به گلوبولین (حاذق و همکاران، ۱۳۸۷؛ Wan *et al.*, 2013) می‌شود مطابقت داشت. لیکن نتایج دیگر (Wan *et al.*, 2013) مبنی بر افزایش وزن نسبی اندام‌های لنفاوی در جوجه اردک را تایید نمی‌کند. دلیل این امر احتمالاً می‌تواند ناشی از تاثیر گونه حیوان و خلوص آفلاتوکسین باشد.

مکمل‌سازی جیره غذایی با بنتونیت در مقایسه با جیره آلوده با آفلاتوکسین (تیمار سوم) تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های ایمنی نداشت و تنها از لحاظ عددی سبب بهبود وزن نسبی بورس فابریسیوس و تیترا آنتی‌بادی بر علیه گلبول‌های قرمز گوسفند شد. (Manafi (2012) در آزمایشی با بررسی تغذیه جیره غذایی آلوده به ۰/۵ میلی-گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین و ۰/۷۵ و ۱ درصد بنتونیت سدیم بر جوجه‌های گوشتی، بهبود اثرات منفی آفلاتوکسین بر وزن بورس فابریسیوس و تیترا آنتی‌بادی به وسیله مکمل بنتونیت را گزارش کردند که مطابق با نتایج این آزمایش نبود. دلیل این امر می‌تواند ناشی از نوع و سطح بنتونیت مورد استفاده و آفلاتوکسین باشد. تضعیف سیستم ایمنی به وسیله آفلاتوکسین می‌تواند ناشی از مهار

آفلاتوکسین سبب افزایش وزن نسبی کبد (Pasha *et al.*, 2013; Zhao *et al.*, 2010; Pizzolitto *et al.*, 2007) و طول دئودنوم و ژئوژنوم، نکرور یا فیروز در چینه‌دان و پیش‌معد، آنتریت روده، افزایش وزن پیش‌معد و پانکراس (Kebena *et al.*, 1998; Ledoux *et al.*, 1999) شده و بر سنگدان تأثیری گزارش نکردند (Kana *et al.*, 2010).

افزایش وزن کبد و ضایعه کبدی در جوجه‌های تغذیه شده با جیره غذایی آلوده با آفلاتوکسین B₁ به وسیله سایر محققین نیز گزارش شده است (Denli *et al.*, 2005; Miazzo *et al.*, 2005; Gahri *et al.*, 2010; همکاران، ۱۳۸۳). کبد بافت هدف آفلاتوکسین B₁ است چرا که در این بافت اکثر آفلاتوکسین‌ها به شکل فعال آن یعنی ۸-۹ اپوکسید تبدیل زیستی می‌شوند که این ترکیب با اتصال به پروتئین و اسیدهای نوکلئیک به ساختار کبد آسیب رسانده و فشار بیشتری برای سم‌زدایی به کبد اعمال و سبب افزایش وزن کبد می‌شود (Miazzo *et al.*, 2005; Baily *et al.*, 2006; Pasha *et al.*, 2007).

سنتز آنتی‌بادی از طریق اثرات سم بر لنفوسیت‌ها باشد که منجر به تجزیه و سنتز آنتی‌بادی و کاهش نیمه عمر آنتی‌بادی (Yunus *et al.*, 2011) و یا تحلیل برگچه‌های اپیتلیوم بورس فابریسیوس و تخریب کورتکس تیموس (Celik *et al.*, 2000) در نتیجه القاء افزایش فعالیت آنزیم لیزوزوم (Tung *et al.*, 1970) در جوجه‌های گوشتی باشد. اختلال در کارکرد برگچه‌های اپیتلیوم بورس فابریسیوس سبب نقص جدی در سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی در هر دو پاسخ سلولی و همورال می‌شود (Celik *et al.*, 2000) چرا که برگچه‌های اپیتلیوم بورس فابریسیوس نقش اساسی در معرفی آنتی‌ژن به جمعیت سلول‌های لیمفوئیدی ایفاء می‌کند.

نتایج مربوط به وزن نسبی اندام‌های داخلی در جدول ۴ ارائه شده است. وزن نسبی سنگدان، چربی محوطه شکمی و قلب تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت، ولی وزن نسبی کبد و پیش‌معد در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین بیشتر از سایر گروه‌ها بود. نتایج بدست آمده در این آزمایش با مشاهدات دیگر محققین مطابقت دارد. آنها گزارش نمودند

جدول ۴- اثرات جیره‌های آزمایشی بر وزن نسبی کبد، سنگدان، پیش‌معد، چربی محوطه شکمی و قلب لاشه جوجه‌های گوشتی در پایان دوره آزمایشی (گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن)

Table 4. Effects of experimental diets on the relative weight of liver, gizzard, preventiculos, abdominal fat and heart of carcasses at the end of period in broiler chickens (g/100 g of BW)

Dietary treatment ⁺		Liver	Gizzard	Preventiculos	Abdominal fat	Heart
AFB ₁ (mg/kg)	B (g/kg)					
0	0	4.06 ^b	2.18	0.50 ^b	1.27	0.74
0	5	3.67 ^b	2.43	0.46 ^b	1.45	0.80
1	0	5.83 ^a	2.53	0.64 ^a	0.93	0.98
1	5	5.12 ^a	2.44	0.55 ^{ab}	1.25	0.83
SEM		0.25	0.17	0.03	0.16	0.06
P-value		*	NS	*	NS	NS

^{a, b} Means within a column without a common superscript differ statistically ($P < 0.05$).

⁺ AFB₁ = aflatoxin B₁; B = Bentonite; FCR = Feed conversion rate.

* $P < 0.05$; NS = Non-significant.

بودن نتایج آزمایش حاضر با نتایج آنها در تأثیر بنتونیت بر جبران اثرات منفی آفلاتوکسین بر وزن نسبی اندام‌ها می‌تواند ناشی از نوع بنتونیت مورد استفاده باشد چرا که نتایج بررسی‌ها حاکی از توانایی متفاوت بنتونیت مناطق

در این آزمایش افزودن بنتونیت تنها از لحاظ عددی اثرات منفی آفلاتوکسین بر کبد را کاهش داد، در حالیکه اختلاف معنی‌داری به وسیله محققین دیگر (Pasha *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2010) گزارش شده است. متفاوت

استفاده کرد. بنابراین با توجه به اینکه واردات ترکیبات جاذب تجاری سبب خروج ارز از کشور می شود این فرآورده می تواند به عنوان توکسین بایندر در تغذیه جوجه های گوشتی استفاده شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تبریز بخاطر مساعدت در اجرای این تحقیق کمال تقدیر و تشکر را دارد.

مختلف جغرافیایی در جذب آفلاتوکسین می باشد. البته طول دوره دریافت جیره آلوده و میزان سم جیره غذایی آلوده هم می تواند دلیل نتایج متفاوت باشد.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که افزودن بنتونیت به جیره غذایی آلوده به آفلاتوکسین B₁ می تواند اثرات سمی آفلاتوکسین بر عملکرد و رشد جوجه های گوشتی را کاهش دهد و می توان از آن به عنوان جاذب آفلاتوکسین برای افزایش عملکرد جوجه های گوشتی

فهرست منابع

- حاذق ع.، افضل ن.، کرمانشاهی ح. و فرهنگ فر ه. ۱۳۸۷. تاثیر سطوح مختلف افلاتوکسین B₁ بر روی عملکرد و وزن برخی اندامهای داخلی طیور گوشتی. سومین کنگره علوم دامی کشور. ۱-۳.
- صفامهر ع. اشرفی هلان ج.، علامه ع. و شیوازاد م. ۱۳۸۳. مطالعه پاتولوژیک ضایعات کبدی ناشی از آفلاتوکسیکوزیس تجربی در جوجه های گوشتی. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره ۶۰ (۳): ۲۵۳-۲۹۷.
- عظیمی ج. کریمی ترشیزی م. ا.، علامه ع. و اهری ح. ۱۳۹۱. تاثیر افزودن دو ماده جاذب تجاری و زئولیت طبیعی به خوراک آلوده به آفلاتوکسین B₁ بر عملکرد و سیستم ایمنی جوجه های گوشتی. نشریه پژوهش های علوم دامی ایران، ۴ (۴): ۲۹۲-۲۹۷.
- نعمتی ذ.، جانمحمدی ح.، تقی زاده ا.، ملکی نژاد ح.، مقدم غ.، ارزانلو م. و علیجانی ص. ۱۳۹۲. تاثیر جیره غذایی آلوده به آفلاتوکسین B₁ و افزودنی بنتونیت بر قابلیت هضم ایلمومی انرژی و پروتئین در جوجه های گوشتی. همایش ملی بهداشت و پرورش دام و طیور. ۱۴۷.

- Bailey C. A., Latimer G. W., Barr A. C., Wagle W. L., Haq A. U., Balthrop J. E. and Kubena L. F. 2006. Efficacy of montmorillonite clay (NovaSil PLUS) for protecting full-term broilers from aflatoxicosis. *Journal of Applied Poultry Research*, 15:198-206.
- Binder E., Tan M., Chin L. M., Handl L. J. and Richard J. 2007. Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feed ingredients. *Animal Feed Science and Technology*, 137: 265-282.
- Butt M. A. A., Sheikh, Z. U., Qureshi M. M., Ali M. and Saeed T. 1984. Characterization of Pakistani bentonite clays. *Journal of the Pakistan Institute of Chemical Engineers*, 12 (1-4): 38-48.
- Çelik I., Oguz H., Demet Ö., Dönmez H. H., Boydak M., Sur E. 2000. Efficacy of polyvinyl polypyrrolidone in reducing the immunotoxicity of aflatoxin in growing broilers. *British Poultry Science*, 41: 430-439.
- Denli M., Blandon J. C., Guynot M. E., Salado S. and Perez J. F. 2009. Effects of dietary AflaDetox on performance, serum biochemistry, histopathological changes, and aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B₁. *Poultry Science*, 88: 1444-1451
- Denli M., Okan F., Doran F. and Inal T. C. 2005. Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on carcass quality, serum lipid variables and histopathological changes of broiler chickens infected with aflatoxin B₁. *South African Journal of Animal Science*, 35: 109-116.
- Dersjant-Li Y., Verstegen M. W. A. and Gerrits W. J. J. 2003. The impact of low concentrations of aflatoxin, deoxynivalenol or fumonisin in diets on growing pigs and poultry. *Nutrition Research Reviews*, 16: 223-239.
- Diaz D. E. and Smith T. K. 2005. Mycotoxin sequestering agents: practical tools for the neutralisation of mycotoxins. Pages 323-339 in *The Mycotoxin Blue Book*. Duarte Diaz, ed. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Ghahri H., Habibian R. and AbdollahFam M. 2010. Effect of sodium bentonite, mannan oligosaccharide and humate on performance and serum biochemical parameters during aflatoxicosis in broiler chickens. *Global Veterinaria*, 5(2): 129-134.

- Gowda N. K. S., Ledoux D. R., Rottinghaus I. G. E., Bermudez A. J. and Chen Y. C. 2008. Efficacy of Turmeric, Containing a Known Level of Curcumin, and a Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate to Ameliorate the Adverse Effects of Aflatoxin in Broiler Chicks. *Poultry Science*, 87: 1125–1130.
- Gratz S., Wu Q. K., El-Nezami H., Juvonen R. O., Mykkänen H. and Turner P. C. 2007. *Lactobacillus rhamnosus* strain GG reduces aflatoxin B transport, metabolism and toxicity in caco-2 cells. *Applied and Environmental Microbiology*, 73: 3958–3964.
- He J., Zhang K. Y., Chen D. W., Ding X. M., Feng G. D. and Ao X. 2013. Effects of maize naturally contaminated with aflatoxin B1 on growth performance, blood profiles and hepatic histopathology in ducks. *Livestock Science*, 152: 192–199.
- Juglal S., Govinden R. and Odhav B. 2002. Spice oils for the control of co-occurring mycotoxin-producing fungi. *Journal of Food Protection*, 65: 683–687.
- Kana J. R., Tegua A. and Tchoumboue J. Effect of dietary plant charcoal from *Canarium schweinfurthii* Engl. and maize cob on aflatoxin B toxicosis in broiler chickens. *Advances in Animal Biosciences*, 1: 462–463.
- Kermanshahi H., Akbari M., Maleki R. M. and Behgar M. 2007. Effect of prolonged low level inclusion of aflatoxin B1 into diet on performance, nutrient digestibility, histopathology and blood enzymes of broiler chickens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6: 686–692.
- Kermanshahi H., Hazegh A. R. and Afzali N. 2009. Effect of sodium bentonite in broiler chickens fed diets contaminated with aflatoxin B1. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8: 1631–1636.
- Kubena L., Harvey R., Bailey R., Buckley S. and Rottinghaus G. 1998. Effects of a hydrated sodium calcium aluminosilicate (T-Bind) on mycotoxicosis in young broiler chickens. *Poultry Science*, 77: 1502–1509.
- Kubena L. F., Harvey R. F., Phillips T. D., Corrier D. E. and Huff W. E. 1990. Diminution of aflatoxicosis in growing chickens by the dietary addition of a hydrated sodium calcium aluminosilicate. *Poultry Science*, 69: 727–735.
- Ledoux D., Rottinghaus G., Bermudez A. and Alonso-Debolt M. 1999. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*, 78: 204–210.
- Ledoux D., Rottinghaus G., Bermudez A. and Alonso-Debolt M. 1999. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*, 78: 204–210.
- Manafi M. 2012. Counteracting effect of high grade sodium bentonite during Aflatoxicosis in broilers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14: 539–547.
- Manafi M., Murthy H. N. N., Pirany N. and Narayana Swamy H. D. 2012. Comparative study of several mycotoxin binders during aflatoxicosis in body weight, feed consumption, feed efficiency and egg production parameters of broiler breeders. *Global Veterinaria*, 8 (5): 484–490.
- Miazzo R., Peralta M. F., Magnoli C., Salvano M., Ferrero S., Chiacchiera S. M., Carvalho E. C. Q., Rosa C. A. R. and Dalcero A. 2005. Efficacy of sodium bentonite as a detoxifier of broiler feed contaminated with aflatoxin and fumonisin. *Poultry Science*, 84: 1–8.
- Neeff D. V., Ledoux D. R., Rottinghaus G. E., Bermudez A. J., Dakovic A., Murarolli R. A. and Oliveira C. A. F. 2013. In vitro and in vivo efficiency of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to bind and reduce aflatoxin residues in tissues of broiler chicks fed aflatoxin B₁. *Poultry Science*, 92: 1131–1137.
- Nisarani K. S., Godwa Ledoux D. R., Rottinghaus G. E., Bermudez A. J. and Chen Y. C. 2009. Antioxidant efficiency of curcuminoids from turmeric (*Curcuma longa* L.) powder in broiler chickens fed diet containing aflatoxin B₁. *British Journal of Nutrition*, 102: 1629–1634.
- 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. *Research in Veterinary Science*, 69: 89–93.
- Osweiler G. D., Jagannatha S., Trampel D. W., Imerman P. M., Ensley S. M., Yoon I. and Moore D. T. 2010. Evaluation of XPC and prototypes on aflatoxin-challenged broilers. *Poultry Science*, 89: 1887–1893.
- Ortatatli M., Oguz H., Hatipoglu F. and Karaman M. 2005. Evaluation of pathological changes in broilers during chronic aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure. *Research in Veterinary Science*, 78: 61–68.
- Pasha T. N., Farooq M. U., Khattak F. M., Jabbar M. A. and Khan A. D. 2007. Effectiveness of sodium bentonite and two commercial products as aflatoxin absorbents in diets for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 132: 103–110.
- Pasha T. N., Mahmood A., Khattak F. M., Abdul Jabbar M. and Khan A. D. 2008. The effect of feed supplemented with different sodium bentonite treatments on broiler performance. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 32: 245–248.

- Pemberton A. D. and Simpson J. J. 1991. The chemical degradation of mycotoxins. Pages 797–813 in *Mycotoxins and Animal Foods*. J. E. Smith, and R. S. Henderson, ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Pizzolitto R. P., Armando M. R., Salvano M. A., Dalcero A. M. and Rosa C. A. 2013. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* as an antiaflatoxicogenic agent in broiler feedstuffs. *Poultry sciences*, 92: 1655–1663.
- Ramos A. J., Hernández E., Plá-Delfina M. and Merino M. 1996. Intestinal absorption of zearalenone and in vitro study of nonnutritive sorbent materials. *International Journal of Pharmaceutics*, 128: 129-137.
- Rocha O., Ansari K. and Doohan F. M. 2005. Effects of trichothecene mycotoxins on eukaryotic cells: a review. *Food Additives and Contaminants*, 22: 369-378.
- Tung H.-T., Donaldson W. E. and Hamilton P. B. 1970. Effects of aflatoxin on some marker enzymes of lysosomes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 222: 665–667.
- Valdivia A. C., Martinez A., Damian F. J., Quezada T., Ortiz R., Martinez C., Llamas J., Rodriguez M. L., Yamamoto L., Jaramillo F., Loarca-Pina M. G. and Reyes J. L. 2001. Efficacy of N-acetylcysteine to reduce the effects of aflatoxin B₁ intoxication in broiler chickens. *Poultry Science*, 80: 727–734.
- Van der Zijpp A. J. and Leenstra F. R. 1980. Genetic analysis of the humoral immune response of white leghorn chicks. *Poultry Science*, 59: 1363-1369.
- Wan X. L., Yang Z. B., Yang W. R., Jiang S. Z., Zhang G. G., Johnston S. L. and Chi F. 2013. Toxicity of increasing aflatoxin B concentrations from contaminated corn with or without clay adsorbent supplementation in ducklings. *Poultry Science*, 92: 1244–1253.
- Wang R. J., Fu S. X., Miao C. H. and Feng D. Y. 2006 Effects of different mycotoxin adsorbents on performance, meat characteristics and blood profiles of avian broilers fed mold contaminated corn. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 19: 72–79.
- Yiannikouris A. and Jouany J. P. 2002. Mycotoxins in feeds and their fate in animals: A review. *Animal Research*, 51: 81–99.
- Zaghini A., Martelli G., Roncada P., Simioli M. and Rizz L. 2005. Mannan oligosaccharides and Aflatoxin B₁ in feed for laying hens: Effects on egg quality, Aflatoxins B₁ and M₁ residues in eggs, and Aflatoxin B₁ levels in liver. *Poultry Science*, 84: 825–832.
- Zhao J., Shirley R. B., Dibner J. D., Uraizee F., Officer M., Kitchell M., Vazquez-Anon M. and Knight C. D. 2010. Comparison of hydrated sodium calcium aluminosilicate and yeast cell wall on counteracting aflatoxicosis in broiler chicks. *Poultry Science*, 89: 2147–2156.

Effect of Bentonite as a natural adsorbent to ameliorate the adverse effects of aflatoxin B₁ on performance and immune systems in broiler chicks

Z. Nemati^{1*}, H. Janmohammadi², A. Taghizadeh³, H. Maleki Nejad⁴, Gh. Mogaddam³

1. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and natural resources, University of Tabriz, Tabriz, Iran

2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

3. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

4. Professor, Department of Pharmacology & Toxicology, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

(Received: 10-6-2014 – Accepted: 27-5-2015)

Abstract

The objective of this experiment was to evaluate the effect of Bentonite as a natural adsorbent to ameliorate the adverse effects of aflatoxin B₁ on growth performance and immune systems in broiler chicks. A total of 256 Ross 308 one-day-old broiler chicks were randomly divided into 4 treatments, with 4 replicate pens per treatment and 16 chicks per pen based on a completely randomized design. The following dietary treatments were applied: 1) Basal diet not containing AFB₁ or Bentonite (control), 2) Basal diet + 5 g/kg Bentonite, 3) Basal diet + 1 mg/kg AFB₁, 4) Basal diet + 1 mg/kg AFB₁ + 5 g/kg Bentonite. The broiler chicks were fed the experimental treatments from 1 to 35 days of age. Performance parameters were recorded weekly. At d 28, two birds of each replicate were randomly selected and injected with sheep red blood cell antigens. At the end of experiment, four birds in each treatment group were sacrificed for measurement of relative weight of various components of carcasses and lymphatic organ weights in broiler chickens. The results indicated that aflatoxin B₁ decreased significantly the BW gain, feed intake and impaired feed conversion ratio in starter and grower periods compared to the control diet ($P < 0.05$). The addition of Bentonite to diet ameliorated significantly the negative effects of 1 mg/kg of AFB₁ on feed intake and weight gain ($P < 0.05$) but no significant effect on feed conversion rate. Aflatoxin B₁ significantly decreased antibody response to the SRBC antigen and bursa of Fabricius relative weight. The addition of bentonite in the contaminated diet not significantly alleviated the inhibitory effect of aflatoxin B₁ on immunity parameters. Feeding AFB₁ alone caused significant increases in the relative weights of livers and preventiculus compared with the control ($P < 0.05$). It is concluded that addition of Iranian Bentonite used in the present study could alleviate the adverse effects of aflatoxin B₁ in growing broiler diets and this product can be used as a suitable toxic adsorbent in poultry nutrition up to 5 gr/kg.

Keywords: Aflatoxin, Bentonite, Performance, Immune system, Broiler chickens

