

بررسی تولید آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام و طیور تولید شده در شهرستان قم به روش الایزا

سید عرفان حسینی نسب^{۱*}، ابراهیم رحیمی^۲

۱- دانش آموخته بهداشت مواد غذایی، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد

اسلامی، شهرکرد، ایران

۲- گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۶

چکیده

آفلاتوکسین‌ها از متابولیت‌های ثانویه قارچ‌ها هستند که سبب کاهش نگهداری مواد غذایی و تغییر خواص ارگانولپتیک محصولات کشاورزی می‌شوند. هدف از مطالعه حاضر بررسی تولید آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام و طیور تولید شده در شهرستان قم به روش الایزا می‌باشد. در این مطالعه تعداد ۵۰ نمونه خوراک دام و طیور شامل ۲۵ نمونه خوراک دام و ۲۵ نمونه خوراک طیور از مراکز تولید این محصولات در شهرستان قم به صورت تصادفی نمونه‌گیری و به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد شهرکرد منتقل شد. نتایج نشان داد که تمامی نمونه‌های خوراک دام و تمامی نمونه‌های و خوراک طیور آلوده به سم آفلاتوکسین B_1 بودند. در بین خوراک طیور نمونه‌گیری شده، میزان آفلاتوکسین B_1 در به ترتیب ۱/۶۲ و ۷/۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم بود. نتایج نشان داد که از میان ۵۰ نمونه خوراک دام و طیور مورد بررسی هیچ کدام فراتر از استاندارد ملی ایران نبود؛ بنابراین در هیچ کدام از نمونه‌ها آلودگی بیشتر از ۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده نشد. آنالیز آماری در نمونه خوراک طیور نشان داد میانگین آلودگی به سم آفلاتوکسین B_1 $3/74 \pm 0/95$ محاسبه شد و همچنین میزان واریانس نمونه‌ها نیز ۰/۹۶ بود. در تحقیق حاضر نشان داده شد که میزان آلودگی به آفلاتوکسین در وضعیت مطلوبی است، اما جهت کاهش آفلاتوکسین و کاهش ریسک مخاطرات برای امنیت غذایی و سلامتی مصرف‌کنندگان، باید استانداردهای سختگیرانه‌ای را برای مواد مستعد به ایجاد آفلاتوکسین تعیین کرد.

کلمات کلیدی: آفلاتوکسین B_1 ، خوراک دام، خوراک طیور، قم

*نویسنده مسئول: سید عرفان حسینی نسب

آدرس: دانش آموخته بهداشت مواد غذایی، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

پست الکترونیک: serfan1030@gmail.com

مقدمه

غلات و منابع پروتئین گیاهی مورد استفاده در خوراک دام و طیور با آلاینده‌های تولید شده توسط کپک‌ها در طول تولید و ذخیره سازی محصول مرتبط است. در میان آلاینده‌ها، آفلاتوکسین‌های تولید شده توسط قارچ‌ها نه تنها می‌توانند غذا و خوراک را دستخوش تغییراتی کنند، بلکه می‌توانند بر سلامت انسان و حیوانات تأثیر منفی بگذارند، زیرا ممکن است متابولیت‌های سمی یا مایکوتوکسین‌ها را تولید کنند (Kajuna et al., 2013). سلامت و ایمنی مواد غذایی از عوامل کلیدی و بسیار اهمیت برای جامعه بوده و در صورتی که در ماده غذایی در حین تولید، نگهداری و عرضه آن آلودگی ایجاد شود، ممکن است منجر به ایجاد تغییراتی شده و ماده غذایی غیرقابل استفاده گردد. از جمله این آلودگی‌ها می‌توان به مایکوتوکسین‌ها اشاره کرد. مایکوتوکسین‌ها عموماً توسط گونه‌های متعددی از جنس‌های قارچی از جمله *Aspergillus spp.*، *Fusarium spp.* و *Penicillium spp.* در مواد غذایی انسان و دام تولید می‌شوند (Borchers et al., 2010; Kamboj et al., 2020).

رشد و تکثیر قارچ‌ها و متعاقب آن تولید مایکوتوکسین‌ها در محصولات زراعی در مراحل قبل و پس از برداشت و یا در طول ذخیره سازی در انبارهایی تحت شرایط دمایی و رطوبت نامناسب رخ می‌دهد. سالانه منجر به ایجاد ضرر و زیان‌های بزرگ اقتصادی، از جمله مرگ انسان‌ها و حیوانات، افت محصولات علوفه‌ای و غذای دام خواهند شد. بر اساس اظهار نظر FAO سالانه ۲۵ درصد غذای دنیا به مایکوتوکسین‌ها آلوده می‌شود (Jallow et al., 2021; Kumar et al., 2021; Ojiambo et al., 2018).

آفلاتوکسین از جمله مهم‌ترین مایکوتوکسین‌ها است که عمدتاً توسط گونه‌های مختلف آسپرژیلوس به ویژه *A. nomius* و *A. parasiticus*، *flavus* تولید می‌شوند. تولید این گروه از سموم قارچی ابتدا در *A. flavus* شناسایی شدند و به همین دلیل به نام آفلاتوکسین خوانده می‌شوند. کلمه آفلاتوکسین از حروف اول اسم قارچ آسپرژیلوس (A) و گونه تولید کننده آن یعنی فلاووس (fla) و با پسوند توکسین (toxin) به معنای سم گرفته شده است. این سموم که حدود ۲۰ نوع سم مرتبط می‌باشند، فلورسنت بوده و در معرض نور ماوراء بنفش با طول موج ۳۶۵ نانومتر از خود نور ساطع می‌کنند (Jallow et al., 2021; Ojiambo et al., 2018).

A. flavus معمولاً در محیط‌های معتدل و نیمه گرم و مرطوب و *A. parasiticus* در محیط‌های گرم و مرطوب بهتر رشد می‌کند از آنجایی که شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب به تولید آفلاتوکسین کمک می‌کند، آلودگی دانه‌های خوراک به آفلاتوکسین در کشورهای گرمسیری شایع‌تر است. دامنه دمایی مطلوب آفلاتوکسین ۱۰ تا ۵۰ درجه سلسیوس است، دمای بهینه آن ۳۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس می‌باشد. در فعالیت آبی (aw) ۰/۷۵ تا ۰/۹۹ و رشد بهینه آن ۰/۹۴ است. (Kumar et al., 2021; Peles et al., 2021).

جهت اندازه‌گیری آفلاتوکسین روش‌های مختلفی همچون: کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)، کروماتوگرافی مایع (LC)، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) و ELISA بهره‌برد (Jiménez-Pérez et al., 2021; Liu et al., 2020).

آفلاتوکسین‌ها با بهره‌وری پایین، سرکوب سیستم ایمنی، آسیب‌های کبدی و کلیوی، اثرات سرطان‌زا و تراتوژن همراه هستند. آن‌ها به دلیل اثرات مختلف بیوشیمیایی از جمله تأثیر بر روی متابولیسم انرژی، کربوهیدرات و



چربی و اثر بر روی سنتز پروتئین و اسید نوکلئیک و همچنین اثرات بیولوژیکی، سرطان‌زایی، جهش‌زایی، ناقص‌الخلقه‌زایی، ایجاد مسمومیت کلیوی و کبدی و اثر تضعیف‌کنندگی سیستم ایمنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Peles et al., 2021; Shabeer et al., 2022).

اصلی‌ترین عضو درگیرشونده توسط آفلاتوکسین کبد است. مصرف طولانی مدت مواد غذایی آلوده به این توکسین می‌تواند سبب ایجاد اثرات سوء در بافت کبد از جمله: صدمه به بافت و سلول‌های کبدی، و ناهنجاری‌های کاملاً واضح و یا ریز و میکروسکوپی در آن شود. این توکسین به عنوان یک عامل مهم سرکوب‌کننده سیستم ایمنی، هپاتوتوکسی، تراژونیک و موتاژونیک مطرح است. AFB_1 یک سرطان‌زای فعال است که می‌تواند سنتز نوکلئیک اسید را از طریق برهمکنش مستقیم با آنزیم‌های درگیر یا توسط یک الگوی توکسین-DNA مهار کند. لذا با توجه به مخاطرات ذکر شده، هدف از مطالعه حاضر بررسی تولید آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام و طیور تولید شده در شهرستان قم به روش الیزا است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری

در این مطالعه تعداد ۵۰ نمونه شامل ۲۵ نمونه خوراک دام و ۲۵ نمونه خوراک طیور از کارخانجات تولیدکننده در شهرستان قم نمونه‌گیری و جهت عصاره‌گیری و ردیابی آفلاتوکسین به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشگاه آزاد شهرکرد منتقل شدند.

عصاره‌گیری

در یک بالن ژوژه ۲ گرم از نمونه آسیاب شده، ۳ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۲ میلی‌لیتر محلول آلفا آمیلاز مخلوط و به مدت ۲۰ دقیقه در درجه حرارت

۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد، سپس با افزودن ۷ میلی‌لیتر متانول خالص به نمونه‌ها، عصاره نمونه‌ها به کمک فیلترهای کاغذی استخراج شد. سپس در یک لوله سانتریفوژ ۲ میلی‌متر از عصاره به دست آمده، ۲ میلی‌لیتر آب مقطر و ۳ میلی‌لیتر دی‌کلرومتان افزوده و در یک سانتریفوژ یخچال‌دار (۱۰ درجه سلسیوس) به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. لایه بالایی دور ریخته شد و لایه زیر در درجه حرارت ۵۰ درجه سلسیوس نگهداری شد تا دی‌کلرومتان موجود تبخیر شود. در مرحله بعد با اضافه نمودن ۱ میلی‌لیتر متانول، ۱/۵ میلی‌لیتر هپتال، به هر یک از نمونه‌ها، ترکیب حاصله سانتریفوژ شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از لایه متانول با ۴۰۰ میکرولیتر بافر رقیق‌کننده رقیق شد (Mohammadi et al., 2021).

ردیابی آفلاتوکسین B_1 به روش الیزا

مطابق دستورالعمل شرکت سازنده کیت، میزان آفلاتوکسین در نمونه اندازه‌گیری گردید؛ به ترتیب ۵۰ میکرولیتر از محلول‌های B_1 و نمونه‌های آماده سازی شده به چاهک استاندارد آفلاتوکسین میکروپلیت اضافه شده (جهت افزایش دقت کار برای هر نمونه دو چاهک در نظر گرفته شد). ۵۰ میکرولیتر محلول کونژوگه شده با آنزیم به چاهک‌ها اضافه شده و سپس به مدت ۲ ساعت به دور از نور در درجه حرارت ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. سپس مایع موجود در چاهک‌ها میکروپلیت تخلیه شده و همه چاهک‌ها با بافر مخصوص شستشو گردید (عمل شستشو دوبار تکرار شد). ۵۰ میکرولیتر کروموژن به چاهک‌ها اضافه و پس از مخلوط نمودن به مدت ۳۰ دقیقه در درجه حرارت اتاق در تاریکی نگهداری گردید. طی این مرحله رنگ آبی در نمونه‌ها ایجاد شد. غلظت رنگ با غلظت آفلاتوکسین در نمونه‌ها و



استانداردها نسبت عکس دارند و نهایتاً با اضافه نمودن ۱۰۰ میکرولیتر محلول متوقف کننده، در این مرحله رنگ آبی به زرد تبدیل شد. میزان جذب نمونه‌ها با قرائت کننده مخصوص الیزا در طول موج ۴۵۰ نانومتر قرائت گردید. با تقسیم میزان جذب نمونه‌ها و استانداردها (۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ نانوگرم در لیتر) در میزان جذب استاندارد صفر، ضرب در ۱۰۰، درصد جذب به دست می‌آید. براساس درصد جذب نمونه‌های استاندارد و میزان آفلاتوکسین B_1 موجود در نمونه‌های استاندارد، بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم به دست آمد (Mohammadi et al., 2021; Salemi and Faghani, 2014)

آنالیز آماری

داده‌های به دست آمده از این آزمون با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ و از آزمون آماری برای یک متغیر نرمال در یک گروه و روش تعیین میانگین و انحراف معیار استفاده و نمودارهای فوق با استفاده از نرم افزار Excel-2013 ترسیم گردید.

یافته‌ها

در این مطالعه، میزان آلودگی به سم آفلاتوکسین B_1 در ۲۵ نمونه غذایی دام و طیور بررسی شد. طبق جدول ۱، نتایج نشان داد که تمامی نمونه‌های خوراک دام و تمامی نمونه‌های و خوراک طیور آلوده به سم آفلاتوکسین B_1 بودند. در بین خوراک طیور نمونه‌گیری شده، میزان آفلاتوکسین B_1 در به ترتیب ۱/۶۲ و ۷/۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم بود. نتایج نشان داد که از میان ۵۰ نمونه خوراک دام و طیور مورد بررسی هیچ کدام فراتر از استاندارد ملی ایران نبود؛ بنابراین در هیچ کدام از نمونه‌ها آلودگی بیشتر از ۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده نشد. آنالیز آماری در نمونه خوراک طیور نشان داد میانگین

آلودگی به سم آفلاتوکسین B_1 $3/74 \pm 0/95$ محاسبه شد و همچنین میزان واریانس نمونه‌ها نیز ۰/۹۶ بود. نتایج به دست آمده در مورد بررسی آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام نشان داد که در بین ۲۵ نمونه مورد بررسی کمترین و بیشترین آفلاتوکسین B_1 به ترتیب ۱/۵۱ و ۷/۶۰ میکروگرم بر کیلوگرم نمونه محاسبه شد؛ که در میان ۲۵ نمونه مورد بررسی هیچ کدام از نمونه‌ها، فراتر از استاندارد ملی ایران نبودند. همانگونه که در جدول ۲ مشخص شده است، سایر نمونه‌های مورد بررسی کمتر از میزان استاندارد ایران به این سم آلوده بودند. درحالی که برحسب استاندارد جهانی حداقل میزان آلودگی به سم در هر دو جامعه آماری دیده شد. چرا که حد استاندارد جهانی ۱-۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم بیان شده و در این مطالعه حداقل آلودگی به سم آفلاتوکسین بر حسب استاندارد جهانی را داشت. نتیجه آماری میزان آلودگی در نمونه خوراک دام نشان داد میانگین آلودگی به سم آفلاتوکسین B_1 $4/55 \pm 0/7$ محاسبه شد و همچنین میزان واریانس نیز ۴/۹۰ برآورد شد. میانگین غلظت آفلاتوکسین B_1 در تمامی نمونه‌ها، در جدول ۲ مشخص شده است.

میانگین میزان غلظت سم آفلاتوکسین B_1 در نمونه‌های خوراک دام و طیور نمونه‌گیری شده در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است، در شکل زیر، میزان بررسی آفلاتوکسین B_1 موجود در نمونه‌های مورد بررسی با نمونه استاندارد مورد مقایسه قرار گرفته و نتایج نشان‌دهنده این است که میزان آفلاتوکسین مورد بررسی در این مطالعه هم در نمونه خوراک دام و هم در نمونه خوراک طیور کمتر از حد استاندارد موجود بوده است. لذا با توجه به مقایسه میانگین حاصل از آزمون آماری دانکن می‌توان گفت، بین میزان آفلاتوکسین B_1 در نمونه‌های مورد بررسی (خوراک دام و خوراک



بررسی در این مطالعه هم در نمونه خوراک دام و هم در نمونه خوراک طیور کمتر از حد استاندارد موجود بوده است. لذا با توجه به مقایسه میانگین حاصل از آزمون آماری دانکن می توان گفت، بین میزان آفلاتوکسین B_1 در نمونه های مورد بررسی (خوراک دام و خوراک طیور) نسبت به شاهد (نمونه استاندارد) اختلاف آماری معنی داری در سطح مورد بررسی وجود داشته است ($p < 0.05$)؛ اما بین دو نمونه مورد بررسی اختلاف آماری در سطح ۰/۰۵ درصد وجود نداشت ($p > 0.05$).

طیور) نسبت به شاهد (نمونه استاندارد) اختلاف آماری معنی داری در سطح مورد بررسی وجود داشته است ($p < 0.05$)؛ اما بین دو نمونه مورد بررسی اختلاف آماری در سطح ۰/۰۵ درصد وجود نداشت ($p > 0.05$). میانگین میزان غلظت سم آفلاتوکسین B_1 در نمونه های خوراک دام و طیور نمونه گیری شده در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشخص است، در شکل زیر، میزان بررسی آفلاتوکسین B_1 موجود در نمونه های مورد بررسی با نمونه استاندارد مورد مقایسه قرار گرفته و نتایج نشان دهنده این است که میزان آفلاتوکسین مورد

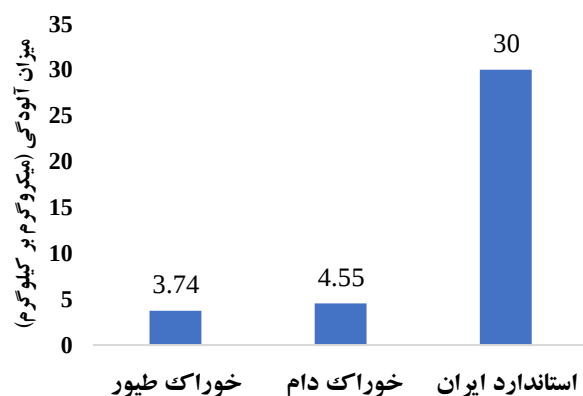
جدول (۱) - میزان میانگین و واریانس میزان غلظت سم آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام و طیور بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم

نوع نمونه	میانگین	میزان	واریانس	کمترین	بیشترین	سطح معنی داری
خوراک دام	4.55 ± 2.07	۳۰	۴/۹۰	۱/۵۱	۷/۶۰	۰/۰۰۳**
خوراک طیور	3.74 ± 0.95	۳۰	۰/۹۶	۱/۶۲	۷/۱۰	۰/۰۰۲**

** تفاوت با مقدار استاندارد به احتمال ۹۹ درصد معنی دار است ($P < 0.01$).

کیلوگرم و مطابق استاندارد جهانی رنج های مختلف محدوده ۵ تا ۴۰ میکروگرم بر کیلوگرم ذکر شده است (Becha and Devi, 2013; Khalifa et al., 2022)، بنابراین با توجه به شرایط آب و هوایی هر منطقه، استانداردهای مجاز آفلاتوکسین متغیر است.

آلودگی مواد غذایی یا خوراک دام و طیور به سموم قارچی باعث کاهش ایمنی و کیفیت آن شده و زیان زیادی را ایجاد می کند. با این حال، سازمان غذا و دارو، آفلاتوکسین B_1 را به عنوان یک آلاینده غذایی اجتناب ناپذیر می داند و سطوح نظارتی را برای آن تعیین کرده است. سطح مجاز برای خوراک طیور ۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم تعیین شده است (Naveed et al., 2022). با توجه به موارد ذکر شده میزان حد مجاز مصرف روزانه این سموم توسط سازمان بهداشت جهانی و سازمان استاندارد ایران تعیین شده است (استاندارد ملی ایران)،



شکل (۱). مقایسه میزان آفلاتوکسین B_1 خوراک در محل های مختلف با یکدیگر و میزان استاندارد (میکروگرم بر کیلوگرم)

بحث و نتیجه گیری

آژانس بین المللی سرطان و سازمان بهداشت جهانی، آفلاتوکسین B_1 را در گروه یک ترکیبات سرطانزا تقسیم بندی کرد و حداکثر میزان آفلاتوکسین B_1 را در مواد غذایی، مطابق استاندارد ایران، ۳۰ میکروگرم بر

در این مطالعه که به بررسی ۲۵ خوراک دام و ۲۵ خوراک طیور پرداخته شد که در این بین هیچ کدام از نمونه‌ها، توکسین تولید شده فراتر از محدوده تعیین شده توسط استاندارد ایران و همچنین غذا و دارو نداشتند. لذا در همین راستا مطالعه زابلی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای مشابه دریافتند که تمام نمونه‌ها آلوده به آفلاتوکسین B_1 بودند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد، اما آنها گزارش دادند که ۱۰ درصد نمونه‌ها آلودگی فراتر از استاندارد ایران بوده که با مطالعه حاضر از لحاظ میزان آلودگی مطابقتی ندارد (Zaboli et al., 2014). در این مطالعه هیچ کدام از نمونه‌ها فراتر از استاندارد آلودگی نداشتند. مطالعه محمودنویس و همکاران (۲۰۲۲) بر روی آلودگی خوراک طیور نشان دادند که میانگین به دست آمده در محدوده ۵۶/۳۴ میکروگرم بر کیلوگرم بود؛ و ۱۰۰ درصد نمونه‌ها آلودگی فراتر از استاندارد جهانی داشتند (Naveed et al., 2022)، در حالی که با نتایج تحقیق حاضر مطابقتی ندارد. همچنین مطالعه Nishimwe و همکاران (۲۰۱۹) بر روی ۲۲۵ نمونه خوراک دام و ۳۰۹ نمونه خوراک طیور نشان دادند که خوراک دام ۴۳/۶۵ میکروگرم بر کیلوگرم و خوراک طیور ۴۸/۴ میکروگرم بر کیلوگرم به آفلاتوکسین B_1 آلوده بودند (Nishimwe et al., 2019)، که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقتی ندارد. در این مطالعه میانگین آلودگی در خوراک دام ۴/۵۵ و برای خوراک طیور ۳/۷۴ میکروگرم بر کیلوگرم بود.

تحقیق مشابهی توسط جهانبخش و همکاران (۱۳۹۸) انجام گرفت که دریافتند که از مجموع ۱۸۰ نمونه آرد، ۱۴۴ نمونه و از ۶۰ نمونه سبوس گندم ۵۴ نمونه آلودگی به آفلاتوکسین B_1 مثبت شد، اما هیچ کدام از نمونه‌های آرد و سبوس فراتر از استاندارد ملی ایران نبودند (Jahanbakhsh et al., 2020) که با نتایج به دست آمده

از تحقیق حاضر هم‌سو است. تحقیق Kotinagu و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه مشابهی بر روی آلودگی خوراک طیور به آفلاتوکسین B_1 به روش HPLC دریافتند که از ۴۸ نمونه خوراک دام، آفلاتوکسین B_1 در ۱۶ نمونه (۳۳ درصد)، شناسایی شد، در حالی که در ترکیبات خوراک طیور از ۴۹ نمونه، ۱۳ نمونه (۲۴/۵ درصد) برای آفلاتوکسین B_1 مثبت بودند (Kotinagu et al., 2015) و هیچ کدام فراتر از استاندارد نبوده که با نتایج تحقیق حاضر هم‌سو است.

کرمی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای مشابه به این شرح گزارش داد که آلودگی‌های AFB_1 در ۳۷۳ نمونه جمع‌آوری شده طی سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۸ در مرحله برداشت، از مناطق مختلف زراعی منطقه عمده تولید ذرت ایران شامل اردبیل (شمال غرب)، خوزستان (جنوب غرب) و فارس در جنوب ایران نشان داد که سطح AFB_1 توسط CD-ELISA تعیین شد و در ۱۴۶ نمونه (۴۳/۶ درصد) شناسایی شد که در آنها تنها ۲۲/۵ درصد بالاتر از MRL آلوده بودند (Karami-Osboo et al., 2012)، که با نتایج مطالعه حاضر ارتباط دارد. مطالعه معماری و همکاران (۲۰۱۷) بر روی آلودگی آفلاتوکسین B_1 نشان از آلودگی ۱۶/۶۷ درصدی فراتر از استاندارد ایران دارد (Memari et al., 2017) که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت ندارد.

به گزارش Kana و همکاران (۲۰۱۳)، از مجموع ۲۰۱ نمونه خوراک دام و طیور در کامرون ۱۰۰ درصد نمونه‌ها به آفلاتوکسین B_1 آلوده بودند که رنج آلودگی در محدوده ۵۲-۲ میکروگرم بر کیلوگرم بود (Kana et al., 2013)، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقتی ندارد. در این مطالعه میانگین آلودگی در خوراک دام ۴/۵۵ و برای خوراک طیور ۳/۷۴ میکروگرم بر کیلوگرم بود.



جدول (۲) - میزان غلظت سم آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام و طیور بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم

غلظت سم آفلاتوکسین B_1 در خوراک		تعداد نمونه
دام	طیور	
۱/۵۱	۳/۱	۱
۱/۹۵	۴/۴	۲
۲/۴	۵	۳
۲/۲	۲/۵	۴
۲/۸	۳/۹	۵
۲/۳	۵/۹۰	۶
۲/۴	۴/۳	۷
۲/۸	۶/۵	۸
۳/۹	۲/۹	۹
۳/۱	۴/۳	۱۰
۳/۲	۲/۴	۱۱
۲/۲	۶/۳	۱۲
۳	۵/۸	۱۳
۴/۲	۳/۲	۱۴
۲/۸	۱/۶۲	۱۵
۵/۸	۴/۸	۱۶
۷/۶	۵/۲	۱۷
۲/۷	۵/۴	۱۸
۷/۴	۶/۸	۱۹
۶/۲	۶/۳	۲۰
۵/۸	۶/۵	۲۱
۶/۱	۴/۳	۲۲
۴/۳	۳/۹	۲۳
۲/۶	۲/۸	۲۴
۴/۴	۶/۳	۲۵

طیور ۷۳ میکروگرم بر کیلوگرم بود (Roy et al., 2013)، که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر همسو نمی- باشد. مطالعه Rossi و همکاران (۲۰۱۲) بر روی

مطالعه Roy و همکاران (۲۰۰۹)، بر روی آلودگی مواد غذایی و خوراک طیور در بنگلادش نشان دادند که میانگین سطح آفلاتوکسین B_1 در بین نمونه‌های خوراک



آلودگی خوراک مرغداریه‌ها به آفلاتوکسین B_1 نشان دادند که آفلاتوکسین در ۸۸/۲ درصد از ۳۴ نمونه خوراک جوجه‌های گوشتی با روش ELISA و HPLC به ترتیب با ۱۰/۴۸ میکروگرم بر کیلوگرم و ۸/۴۱ میکروگرم بر کیلوگرم شناسایی شد، در حالی که ۹۲ درصد از نمونه‌های خوراک مرغ تخم‌گذار (n = 36) آفلاتوکسین B_1 را نشان دادند (Rossi et al., 2012)، در مطالعه حاضر تمام نمونه‌ها به آفلاتوکسین B_1 آلوده بودند اما میانگین به دست آمده در مطالعه حاضر مطابقتی با مطالعه نامبرده ندارد. در مطالعه‌ای مشابه در نیجریه دریافتند که میزان آلودگی به آفلاتوکسین B_1 در خوراک مرغداری‌ها، به صورت میانگین ۱۳/۵ میکروگرم بر کیلوگرم می‌باشد (Kehinde et al., 2014)، که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت ندارد.

نتیجه‌گیری

بین نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر با بسیاری از مطالعات پیشین اختلافات معنی‌داری وجود داشت. از مهم‌ترین دلایل این اختلافات می‌توان به نحوه ذخیره‌سازی و انبار محصولات که در خوراک طیور استفاده می‌شوند و اختلاف دما و رطوبت بین محل نمونه‌گیری مطالعه حاضر با سایر پژوهش‌ها اشاره کرد؛ چرا که سهل‌انگاری در شیوه‌های تخصصی و بهداشتی برداشت و مکان‌های دپو و ذخیره‌سازی این محصول، سبب تجمع مایکوتوکسین‌ها و متعاقب آن تولید آفلاتوکسین می‌شود. سطح آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام و مواد غذایی برای سلامت انسان مهم است، زیرا تقریباً ۱-۲ درصد از آفلاتوکسین B_1 در

خوراک دام به آفلاتوکسین M_1 در شیر تبدیل می‌شود. بنابراین، غلظت آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام، بالاتر از استاندارد، ممکن است باعث شود شیر حاوی آفلاتوکسین M_1 بالاتری باشد. تحقیقات نشان داده است که در کشورهای در حال توسعه، بسیاری از افراد بطور مزمن در معرض سطوح پایین آفلاتوکسین B_1 در رژیم غذایی خود قرار دارند و به همین دلیل میزان درگیری افراد در این جوامع به سرطان کبد بالا است (Wild and Gong, 2010). رویکردهایی مانند توسعه واریته‌های مقاوم، کنترل بیولوژیکی، شیوه‌های نوین کشاورزی و مدیریت-های نوین و یکپارچه در جلوگیری از تولید آفلاتوکسین می‌تواند سبب کاهش بیش از پیش آلودگی به این سموم شود. به طور معمول، غلات، آجیل و مغزجات را نباید برای مدت طولانی (بیش از چند ماه) قبل از استفاده نگهداری کرد. ذخیره سازی باید در یک محیط خشک (با رطوبت کم) خنک باشد و خوراک یا مواد خوراک باید از منابع شناخته شده و معتبری خریداری شود که در آنجا با دقت مورد استفاده قرار می‌گیرند. آنالیز نمونه‌های خوراک دام و طیور حکایت از پائین بودن سطح آلودگی به آفلاتوکسین را دارد؛ بنابراین با تلاش مستمر و اجرای قوانین دقیق و به روز می‌توان از رخداد آفلاتوکسین جلوگیری کرد و به این صورت سلامت مردم را بیمه کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه همکاران گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه



International Journal of Chemical Studies **8**, 358-368.

8. Kana, J. R., Gnonlonfin, B. G. J., Harvey, J., Wainaina, J., Wanjuki, I., Skilton, R. A., and Tegua, A. (2013). Assessment of aflatoxin contamination of maize, peanut meal and poultry feed mixtures from different agroecological zones in Cameroon. *Toxins* **5**, 884-894.
9. Karami-Osboo, R., Mirabolfathy, M., Kamran, R., Shetab-Boushehri, M., and Sarkari, S. (2012). Aflatoxin B₁ in maize harvested over 3 years in Iran. *Food Control* **23**, 271-274.
10. Kehinde, M., Oluwafemi, F., Itoandon, E., Orji, F., and Ajayi, O. (2014). Fungal profile and aflatoxin contamination in poultry feeds sold in Abeokuta, Ogun State, Nigeria. *Nigerian Food Journal* **32**, 73-79.
11. Khalifa, E., Mohesien, M. T., Mossa, M. I., Piekutowska, M., Alsuhaibani, A. M., Abdel-Wahab, B. A., Sotohy, S. A., Ghosh, S., Helmy, Y. A., and Hussein, M. (2022). Diversity of toxigenic fungi in livestock and poultry feedstuffs. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **19**, 7250.
12. Kotinagu, K., Mohanamba, T., and Kumari, L. R. (2015). Assessment of aflatoxin B₁ in livestock feed and feed ingredients by high-performance thin layer chromatography. *Veterinary world* **8**, ۱۳۹۶.
13. Kumar, A., Pathak, H., Bhadauria, S., and Sudan, J. (2021). Aflatoxin contamination in food crops: causes, detection, and management: a review. *Food Production, Processing and Nutrition* **3**, 1-9.
14. Liu, D., Li, W., Zhu, C., Li, Y., Shen, X., Li, L., Yan, X., and You, T. (2020). Recent progress on electrochemical biosensing of aflatoxins: A review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* **133**, 115966.

آزاد اسلامی واحد شهرکرد که نهایت همکاری را در انجام این پروژه را داشتند تشکر به عمل می آید.

تعارض منافع

نویسندگان تعارض منافع برای اعلام ندارند.

منابع

1. Becha, B. B., and Devi, S. (2013). Aflatoxin levels in feeds and feed ingredients of livestock and poultry in Kerala. *Journal of Veterinary medicine and Animal Science* **44**, 76-78.
2. Borchers, A., Teuber, S. S., Keen, C. L., and Gershwin, M. E. (2010). Food safety. *Clinical reviews in allergy & immunology* **39**, 95-141.
3. Jahanbakhsh, M., Afshar, A., Momeni Feeli, S., Ebrahimi, T., Mirzaei, M., Farid, M., and Pabast, M. (2020). Determination of aflatoxin B₁ in wheat flours factories of alborz province, Iran. *Journal of Environmental Health Engineering*, 15-23.
4. Jallow, A., Xie, H., Tang, X., Qi, Z., and Li, P. (2021). Worldwide aflatoxin contamination of agricultural products and foods: From occurrence to control. *Comprehensive reviews in food science and food safety*-2332,20.381-2332.
5. Jiménez-Pérez, C., Alatorre-Santamaría, S., Tello-Solís, S., Gómez-Ruiz, L., Rodríguez-Serrano, G., García-Garibay, M., and Cruz-Guerrero, A. (2021). Analysis of aflatoxin M₁ contamination in milk and cheese produced in Mexico: a review. *World Mycotoxin Journal* **14**, 269-285.
6. Kajuna, F., Temba, B., and Mosha, R. (2013). Surveillance of aflatoxin B₁ contamination in chicken commercial feeds in Morogoro, Tanzania. *Livestock Research for Rural Development* **25**, 51.
7. Kamboj, S., Gupta, N., Bandral, J. D., Gandotra, G., and Anjum, N. (2020). Food safety and hygiene: a review.



- aflatoxin contamination in commodities. *Toxins* **13**, 104.
21. Rossi, C. N., Takabayashi, C. R., Ono, M. A., Saito, G. H., Itano, E. N., Kawamura, O., Hirooka, E. Y., and Ono, E. Y. S. (2012). Immunoassay based on monoclonal antibody for aflatoxin detection in poultry feed. *Food Chemistry* **132**, 2211-2216.
 22. Roy, M., Harris, J., Afreen, S., Deak, E., Gade, L., Balajee, S. A., Park, B., Chiller, T., and Luby, S. (2013). Aflatoxin contamination in food commodities in Bangladesh. *Food Additives and Contaminants: Part B* **6**, 17-23.
 23. Salemi, A., and Faghani, M. (2014). salami N. Determination of aflatoxin B1 in broiler feed in the poultry farms of isfahan province. *J Vet Sci* **5**, 117-23.
 24. Shabeer, S., Asad, S., Jamal, A., and Ali, A. (2022). Aflatoxin contamination, its impact and management strategies: an updated review. *Toxins* **14**, 307.
 25. Wild, C. P., and Gong, Y. Y. (2010). Mycotoxins and human disease: a largely ignored global health issue. *Carcinogenesis* **31**, 71-82.
 26. Zaboli, F., Gholampour Azizi, I., Rouhi, S., and Azimi, M. (2014). Determination of aflatoxin in wheat flour samples by ELISA in Chalus city (Mazandaran province). *Zanko Journal of Medical Sciences* **15**, 60-67.
 15. Memari, H., Ebrahimi Mohammadi, K., and Esmaeilzadeh, P. (2017). Total Aflatoxin", "Aflatoxin B1" and "Ochratoxin A" Residues in Wheat Flour Produced in Kurdistan Province-Iran. *Medical Laboratory Journal* **11**, 1-6.
 16. Mohammadi, S., Ghahremani, E., Dehestaniathar, S., Zandi, S., Zakariaei, A., Mohammadi, M., and Karimi, Z. (2021). Determination of aflatoxin B1 concentration in poultry feed in the poultry farms of Sanandaj using ELISA method. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences* **25**, 49-56.
 17. Naveed, M., Haleem, K. S., Ghazanfar, S., Tauseef, I., Bano, N., Adetunji, C. O., Saleem, M. H., Alshaya, H., and Paray, B. A. (2022). Quantitative estimation of aflatoxin level in poultry feed in selected poultry farms. *BioMed Research International* **2022**.
 18. Nishimwe, K., Bowers, E., Ayabagabo, J. d. D., Habimana, R., Mutiga, S., and Maier, D. (2019). Assessment of aflatoxin and fumonisin contamination and associated risk factors in feed and feed ingredients in Rwanda. *Toxins* **11**, 270.
 19. Ojiambo, P. S., Battilani, P., Cary, J. W., Blum, B. H., and Carbone, I. (2018). Cultural and genetic approaches to manage aflatoxin contamination: Recent insights provide opportunities for improved control. *Phytopathology* **108**, 1024-1037.
 20. Peles, F., Sipos, P., Kovács, S., Györi, Z., Pócsi, I., and Pusztahelyi, T. (2021). Biological control and mitigation of



Investigating the occurrence of aflatoxin B₁ in livestock and poultry feed produced in Qom County by ELISA method

Seyed Erfan Hossein Nasab^{*1}, Ebrahim Rahimi²

¹ Graduated of Research Center of Nutrition and Organic Products, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

² Research Center of Nutrition and Organic Products, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

Received: 27 October 2023 Accepted: 05 June 2024

Abstract

Aflatoxins are secondary products of fungi that reduce food storage and change the organoleptic properties of agricultural products. The purpose of this study is to investigate the occurrence of aflatoxin B₁ in livestock and poultry feed produced in Qom county by ELISA method. In this study, 50 samples of livestock and poultry feed, including 25 samples of livestock feed and 25 samples of poultry feed, were randomly sampled from the production centers of these products in Qom County and transferred to the food hygiene laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine of Shahrekord Azad University. The results showed that all animal feed samples and all poultry feed samples were contaminated with aflatoxin B₁. Among the sampled poultry feed, the amount of aflatoxin B₁ was 1.62 and 7.10 µg/kg, respectively. The results showed that among the 50 animal and poultry feed samples examined, none exceeded the national standard of Iran; Therefore, no pollution more than 30 µg/kg was observed in any of the samples. Statistical analysis of the poultry feed sample showed that the average contamination with aflatoxin B₁ was calculated as 3.74±0.95 and the variance of the samples was also 0.96. In the current research, it was shown that the level of aflatoxin contamination is in a favorable condition, but in order to reduce aflatoxin and reduce the risk of hazards for food safety and health of consumers, strict standards should be set for substances prone to aflatoxin formation.

Keywords: aflatoxin B₁, animal feed, poultry feed, Qom

* Corresponding Author: Seyed Erfan Hossein Nasab

Address: Graduated of Research Center of Nutrition and Organic Products, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

Email: serfan1030@gmail.com