

## Determination of Aflatoxin B<sub>1</sub> Concentration in Poultry Feed in the Poultry Farms of Sanandaj Using ELISA Method

**Shadieh Mohammadi**<sup>1</sup>, **Esmail Ghahremani**<sup>2</sup>, **Saeed Dehestaniathar**<sup>3</sup>, **Shiva Zandi**<sup>4</sup>, **Adibeh Zakariai**<sup>5</sup>, **Mahdieh Mohammadi**<sup>6</sup>, **Zahra Karimi**<sup>7</sup>

1. Assistant Professor of Food Hygiene, Environmental Health Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. (Corresponding Author), Tel: 09188732924, Email: Shadiehmohammadi@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-0711-4305

2. Instructor, MSc of Environmental Health Engineering, Environmental Health Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. ORCID ID: 0000-0003-4976-1233

3. Assistant Professor of Environmental Health Engineering, Environmental Health Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. ORCID ID: 0000-0002-8236-3598

4. Laboratory expert, MSc of Chemistry, Environmental Health Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. ORCID ID: 0000-0001-8349-5595

5. MSc Student of Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. ORCID ID: 0000-0002-1795-9926

6. MSc Student of Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. ORCID ID: 0000-0001-6798-3679

7. MSc Student of Food Hygiene, Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. ORCID ID: 0000-0001-7840-0432

### ABSTRACT

**Background and Aim:** Aflatoxin B<sub>1</sub> is a common contaminant of poultry feed and has the highest rate of acute and chronic toxicity among all mycotoxins. Over the past decade, studies have well established the negative effects of aflatoxin B<sub>1</sub> on the health of poultry. Therefore, it is necessary to determine the maximum concentration of aflatoxin B<sub>1</sub> in poultry feed.

**Materials and Methods:** In this study, in order to determine the aflatoxin B<sub>1</sub> concentration in poultry feed, 45 samples were collected via a simple random method during autumn 2018 and winter 2019, and then the concentration of this contaminant was measured by the ELISA method.

**Results:** The experimental results showed that the contamination range in the positive samples was between 6.44 and 18.34 µg/Kg. Moreover, the mean concentration of aflatoxin in contaminated samples was 10.5 µg/Kg. The concentration of contaminant in 46.66% of the samples exceeded the standard limit. Due to higher temperatures and suitable environmental conditions for the growth of fungi, the samples prepared in autumn were more contaminated than those prepared in winter.

**Conclusion:** The level of aflatoxin B<sub>1</sub> contamination in poultry feed in Sanandaj is high. In order to prevent the entry of this toxin into the human food cycle regular survey and monitoring of poultry feed by health institutions are necessary.

**Keywords:** Aflatoxin B<sub>1</sub>, Poultry feed, ELISA, Sanandaj

**Received:** Jan 18, 2020

**Accepted:** Mar 10, 2020

How to cite the article: Shadieh Mohammadi, Esmail Ghahremani, Saeed Dehestaniathar, Shiva Zandi, Adibeh Zakariai, Mahdieh Mohammadi, Zahra Karimi. Determination of aflatoxin B<sub>1</sub> concentration in poultry feed in the poultry farms of Sanandaj using ELISA method. SJKU 2021;25(6):49-56.

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal

## بررسی میزان آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در خوراک طیور در مرغداری‌های شهر سنندج به روش الیزا

شادیه محمدی<sup>۱</sup>، اسماعیل قهرمانی<sup>۲</sup>، سعید دهستانی اطهر<sup>۳</sup>، شیوا زندگی<sup>۴</sup>، ادیبه ذکریایی<sup>۵</sup>، مهدیه محمدی<sup>۶</sup>، زهرا کریمی<sup>۷</sup>

۱. استادیار بهداشت مواد غذایی، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران (نویسنده مسئول)، تلفن:

۰۹۱۸۸۷۳۲۹۲۴، پست الکترونیک: Shadiehmohammadi@yahoo.com، کد ارکید: ۴۳۰۵-۰۷۱۱-۰۰۰۲-۰۰۰۰

۲. مربی، کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. کد ارکید:

۰۰۰۰-۰۰۰۳-۴۹۷۶-۱۲۳۳

۳. استادیار مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. کد ارکید: ۳۵۹۸-۸۲۳۶-

۰۰۰۲-۰۰۰۰

۴. کارشناس آزمایشگاه، کارشناس ارشد شیمی، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. کد ارکید:

۵۵۹۵-۸۳۴۹-۰۰۰۱-۰۰۰۰

۵. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۲-۱۷۹۵-۹۹۲۶-

۶. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۱-۶۷۹۸-۳۶۷۹-

۷. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت مواد غذایی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۱-۷۸۴۰-۰۴۳۲-

### چکیده

**زمینه و هدف:** آفلاتوکسین B<sub>1</sub> یک آلاینده‌ی شایع در خوراک طیور می‌باشد و بیشترین سمیت حاد و مزمن را در بین کلیه‌ی میکوتوکسین‌ها دارد. در طول دهه‌ی گذشته، تحقیقات به‌خوبی تأثیر منفی آفلاتوکسین B<sub>1</sub> بر سلامت طیور را نشان داده‌اند. از این رو تعیین وضعیت غلظت آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در خوراک طیور ضروری است.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه جهت پی بردن به میزان آلودگی خوراک طیور به آفلاتوکسین B<sub>1</sub> تعداد ۴۵ نمونه خوراک به روش تصادفی ساده در فصول پاییز و زمستان ۱۳۹۷ جمع‌آوری شد و نمونه‌ها به روش الیزا مورد آزمایش قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از آزمایش‌ها نشان داد که میزان آلودگی در نمونه‌های مثبت بین ۶/۴۴ تا ۳۴/۱۸  $\mu\text{g}/\text{kg}$  بود. همچنین میانگین غلظت آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در نمونه‌های آلوده ۵/۱۰  $\mu\text{g}/\text{kg}$  تعیین گردید. میزان آلودگی در ۴۶/۶۶٪ از نمونه‌ها بیشتر از حد استاندارد گزارش شد. به‌دلیل دمای بالاتر و شرایط محیطی مناسب جهت رشد قارچ‌ها، نمونه‌های تهیه شده در فصل پاییز نسبت به فصل زمستان آلودگی بیشتری داشتند.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به میزان بالای آلودگی به آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در خوراک مرغداری‌های شهر سنندج، بررسی و پایش و نظارت مداوم نهادهای بهداشتی جهت جلوگیری از ورود این سم به چرخه‌ی غذایی انسان امری لازم و ضروریست.

**کلمات کلیدی:** آفلاتوکسین B<sub>1</sub>، خوراک طیور، الیزا، سنندج

وصول مقاله ۹۸/۱۰/۲۸ اصلاحیه نهایی: ۹۸/۱۲/۶ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲۰

مایکوتوکسین‌ها جزء آلاینده‌های سمی مواد غذایی می‌باشند و از متابولیت‌های ثانویه قارچ‌های موجود در محصولات کشاورزی محسوب می‌شود. تاکنون بیش از ۵۰۰ مایکوتوکسین مختلف شناخته شده است (۱). آفلاتوکسین‌ها، نوعی از مایکوتوکسین‌ها هستند که توسط قارچ‌های *آسپرژیلوس فلاووس*، *پارازیتیکوس*، *نومیوس* و *پسودوناماری* تولید می‌شود، انواع اصلی آفلاتوکسین به ترتیب عبارتند از:  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  که در این میان آفلاتوکسین  $B_1$  (AFB<sub>1</sub>) از همه سمیت بیشتری دارد و جزء مواد سرطان‌زا، جهش‌زا و ناقص الخلقه را محسوب می‌شود (۲, ۳). به نظر می‌رسد که آفلاتوکسین‌ها طیف گسترده‌ای از محصولات مهم کشاورزی از جمله ذرت، گندم، برنج، دانه‌های روغنی، ادویه‌ها، ترشی‌جات، میوه‌های خشک و آجیل‌ها را آلوده می‌کنند (۴). مصرف آفلاتوکسین در خوراک‌های آلوده، بر سلامتی و تولیدمثل حیوانات تأثیر می‌گذارد و از آنجا که متابولیت‌های سمی در گوشت، شیر و تخم مرغ وجود خواهد داشت، برای انسان بسیار خطرناک است (۵). هنگامی که خوراک آلوده به آفلاتوکسین توسط طیور مصرف می‌شود، پارامترهای مهم از جمله افزایش وزن، مصرف خوراک و عملکرد تولیدمثل به خطر می‌افتد. علاوه بر این، جوجه‌های مرغ‌هایی که آفلاتوکسین‌ها دریافت کرده‌اند، نیز دچار آسیب شدید در DNA و لنفوسیت‌های B و T می‌شوند (۳). به علاوه آفلاتوکسیکوز در طیور و حیوانات باعث ایجاد تغییر در پارامترهای بیوشیمیایی، ناهنجاری‌های کبدی و کلیوی و اختلال در سیستم ایمنی بدن می‌شود که این امر باعث افزایش حساسیت به بیماری‌های عفونی می‌گردد. مایکوتوکسین‌ها نه تنها برای سلامتی مصرف‌کنندگان خطرناک هستند، بلکه به بازاریابی محصولات آلوده نیز آسیب وارد می‌کنند (۶, ۷). بر همین اساس مهمترین اقدام در جلوگیری از عوارض این سموم در انسان، دام و طیور جلوگیری از رشد قارچ‌های مولد آن‌ها در خوراک، اصلاح روش‌های برداشت، حمل، ذخیره‌سازی، استفاده از مواد

جاذب سموم در جیره‌ی غذایی و یا حذف خوراک آلوده حیوانات می‌باشد. کشورهای مختلف محدودیت‌های قانونی متفاوتی را در مورد اقلام مختلف خوراکی و خوراک حیوانات وضع کرده‌اند (۸). سطح آفلاتوکسین در خوراک دام به طور کلی بالاتر از میزان مصرف انسان است. سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) حداکثر میزان مجاز AFB<sub>1</sub> و کل آفلاتوکسین (AFB<sub>s</sub>) در غلات را برای مصرف انسان به ترتیب ۲ و ۴ میکروگرم بر کیلوگرم ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )، همچنین سطح مجاز AFB<sub>1</sub> برای خوراک طیور  $10 \mu\text{g}/\text{kg}$  توصیه می‌کند (۲, ۳). لذا آلودگی جیره طیور بیش از این مقدار به‌عنوان تهدیدی برای سلامتی انسان محسوب می‌شود و اقدامات لازم درخصوص پیشگیری و حذف آلودگی‌های مذکور ضروری است. مطالعات مختلفی در جهت بررسی آلودگی مواد غذایی و خوراک دام و طیور با مایکوتوکسین‌ها انجام شده است. Mayahi و همکاران (۲۰۰۷) میزان آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در نمونه‌های غذای ماهی، کتجاله سویا، گندم و ذرت را بررسی نموده و میزان آلودگی در این محصولات به ترتیب ۱۰۰٪، ۹۲٪، ۸۸٪ و ۱۶٪ گزارش شد (۹). در مطالعه دیگری سالمی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که ۹۸/۹٪ نمونه‌های خوراک طیور آلوده به آفلاتوکسین می‌باشند و محدوده آلودگی در نمونه‌های مثبت بین ۰/۶۴ تا  $5/88 \mu\text{g}/\text{kg}$  و میانگین آن‌ها  $9/91 \mu\text{g}/\text{kg}$  بود. بیشترین میزان آلودگی در سطح بالاتر از  $10 \mu\text{g}/\text{kg}$  (حد مجاز آفلاتوکسین در جیره مرغ گوشتی) به دان مخلوط ( $46/2 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) و سویا ( $33/4 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) تعلق دارد و ۲۸/۸٪ از مجموع نمونه‌ها آلودگی بیشتر از حد استاندارد داشتند (۱۰). بنابراین با توجه به موارد فوق و آلودگی بالای خوراک طیور به سم آفلاتوکسین و نبود آمار دقیق در سال‌های اخیر و همچنین مصرف بالای غذاهای گوشتی به‌ویژه مرغ در بین مردم، مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در خوراک طیور در مرغداری‌های شهر سنندج به روش الیزا در سال ۱۳۹۷ طراحی گردید.

**مواد و روش‌ها****جمع‌آوری نمونه‌ها**

این پژوهش یک مطالعه میدانی از نوع توصیفی و جامعه آماری آن خوراک طیور توزیع شده در مرغداری‌های گوشتی شهر سنندج بود. به این منظور تعداد ۴۵ نمونه کنسانتره خوراک طیور به روش تصادفی ساده از ۳۸ واحد مرغداری گوشتی موجود در شهر سنندج جمع‌آوری و به منظور توقف فعالیت میکروارگانیسم‌ها، نمونه‌ها در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل و تا زمان انجام آزمایش در یخچال نگهداری شدند.

**آماده‌سازی نمونه‌ها**

مقدار ۵۰ گرم از هر نمونه کنسانتره طیور آسیاب شد تا یک ترکیب یکنواخت ایجاد شود. سپس ۱۰ گرم از آن را برداشته و با ۵۰ میلی‌لیتر متانول ۳۳٪ مخلوط شد. ترکیب حاصل به مدت ۲ دقیقه با حرکت دورانی تکان داده شد. بعد از ۱۵ دقیقه مخلوط حاصل را با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف کرده و در نهایت به نسبت ۱ به ۱۰ با متانول رقیق گردید.

**سنجش میزان آفاتوکسین B<sub>1</sub> به روش الیزا**

برای تعیین میزان آفاتوکسین B<sub>1</sub> به روش الیزا، از کیت الیزا خریداری شده از شرکت EuroProxima، مطابق دستورالعمل مربوطه استفاده شد. ابتدا ۲۰۰ میکرولیتر آب مقطر به چاهک شاهد، ۵۰ میکرولیتر از محلول‌های استاندارد و نمونه‌ها به چاهک‌های مربوطه اضافه شد. سپس ۵۰ میکرولیتر آنزیم کونژوگه و ۱۰۰ میکرولیتر آنتی بادی ضد آفاتوکسین B<sub>1</sub> به همه چاهک‌ها به غیر از شاهد اضافه شد. بعد از اینکه میکروپلیت کاملاً تکان داده شد، به مدت ۲۰ دقیقه در دمای اتاق و محیط تاریک نگهداری شد. سپس محتویات چاهک‌ها را خالی نموده و روی چند لایه دستمال کاغذی واژگون شد تا کاملاً آبدار شود. به هر چاهک ۳۰۰ میکرولیتر بافر شستشو ریخته و خالی شد. این عمل ۴ بار تکرار گردید تا شستشوی کامل چاهک‌ها انجام شود. به تمامی چاهک‌ها ۲۰۰ میکرولیتر محلول کروموژن اضافه

شد. بعد از ۲۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق ۵۰ میکرولیتر محلول سولفوریک اسید به چاهک‌ها اضافه شد. سپس میکروپلیت به آرامی تکان داده شد تا محتویات به خوبی مخلوط شود. در پایان با استفاده از دستگاه Multi-mode reader مدل Synergy-HTX در طول موج ۴۵۰ نانومتر میزان جذب نوری (OD) چاهک‌ها به تفکیک قرائت و ثبت شد. میزان جذب نمونه‌ها و استانداردها را بر میزان جذب استاندارد صفر تقسیم و در ۱۰۰ ضرب گردید و در نهایت درصد جذب نمونه‌ها به دست آمد. بر اساس درصد جذب نمونه‌ها و میزان آفاتوکسین B<sub>1</sub> موجود در نمونه‌های استاندارد، منحنی کالیبراسیون رسم شد. به دنبال آن بر اساس درصد جذب هر نمونه و انطباق با منحنی کالیبراسیون میزان آفاتوکسین B<sub>1</sub> در هر نمونه به دست آمد (۱۰).

**آنالیز آماری**

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶، با روش‌های آمار توصیفی (محاسبه نسبت آلودگی، میانگین و انحراف معیار) و آنالیز واریانس یک-طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

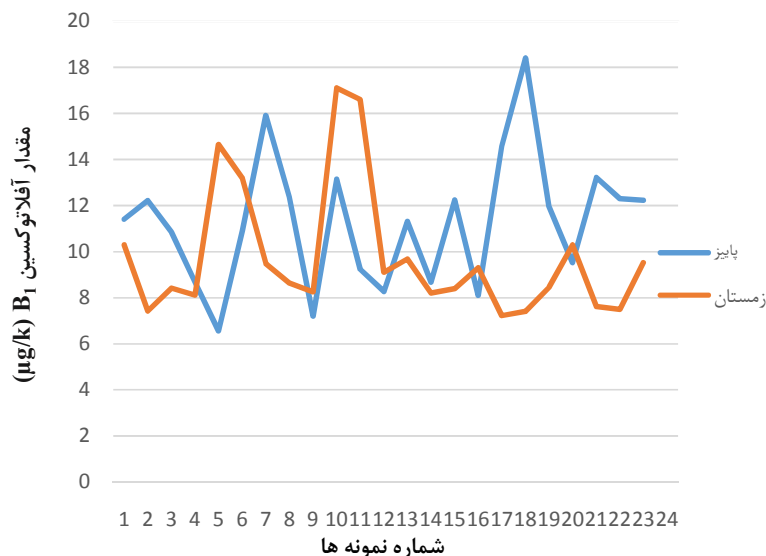
**یافته‌ها**

نتایج این پژوهش (جدول ۱) نشان داد که آفاتوکسین B<sub>1</sub> در تمام نمونه‌ها در مقادیر مختلفی مشاهده گردید که از این میان ۶۶/۴۶٪ از نمونه‌ها دارای مقادیر آفاتوکسین B<sub>1</sub> بالاتر از حداکثر میزان مجاز (۱۰ μg/kg) بودند و همچنین پایین‌ترین و بالاترین میزان آلودگی در فصل پاییز ۶/۴۴ و ۱۸/۲۸ μg/kg و این کمینه و بیشینه در فصل زمستان ۶/۵۶ و ۱۸/۳۴ μg/kg بود، به علاوه میانگین آلودگی در کل نمونه‌ها ۱۰/۵ μg/kg به دست آمد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در فصل پاییز به دلیل دمای بالاتر هوا و مساعد بودن محیط جهت رشد قارچ‌ها آلودگی بیشتری نسبت به نمونه‌های فصل زمستان داشتند، در نتیجه اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین نتایج آن‌ها وجود داشت (P < ۰۰۱/۰).

جدول ۱. میزان آلودگی آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در فصول پاییز و زمستان در نمونه‌های خوراک طیور در مرغداری‌های شهر سنندج

فصول سال	تعداد کل نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های آلوده*	درصد نمونه‌های آلوده	میزان آلودگی (μg/kg)
پاییز	۲۳	۱۶	۶۹/۵۶	۶/۴۴-۱۸/۲۸
زمستان	۲۲	۵	۲۲/۷۲	۵۶/۶-۱۸/۳۴

\* آلودگی بیش تر از حد مجاز (۱۰ μg/kg)

نمودار ۱. مقایسه مقدار آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در فصول پاییز و زمستان در نمونه‌های خوراک طیور در مرغداری‌های شهر سنندج

## بحث

به طوری که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود درصد آلودگی در کل نمونه‌ها ۴۶/۶۶٪ می‌باشد. میانگین غلظت آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در کل نمونه‌ها ۱۰/۵ μg/kg تعیین شد. آلودگی در فصل پاییز ۶۹/۵۶٪ و در فصل زمستان ۲۲/۷۲٪ به دست آمد که اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین این دو گروه مشاهده شد. میزان آلودگی در سطح بالاتر از ۱۰ μg/kg (حد مجاز آفلاتوکسین B<sub>1</sub>) در جیره مرغ گوشتی در نظر گرفته شد. مطالعاتی در زمینه بررسی میزان آلودگی خوراک دام و طیور در کشورهای مختلف انجام شده است که نتایج حاصل از این مطالعات متفاوت می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر قابل مقایسه با نتایج Gizachew و همکاران (۲۰۱۶) است، به طوری که در مطالعه آن‌ها غلظت آفلاتوکسین B<sub>1</sub> در ۱۵۶ نمونه خوراک دام بین ۷ تا ۴۱۹

کنسانتره خوراک طیور مورد استفاده در مرغداری‌های شهر سنندج متشکل از، ذرت، جو، کنجاله (کلزا، پنبه دانه)، سبوس گندم، پودر ماهی و چربی، مکمل‌های غذایی خوراک طیور، مخلوط آنتی‌بیوتیک، چغندر خشک، کاه و آرد (جو، گندم) بودند. بر اساس مطالعات انجام شده ترکیبات خوراک طیور مذکور از نظر دارا بودن فاکتورهای لازم جهت رشد قارچ‌ها مانند pH، کربوهیدرات‌ها، چربی، املاح، نمک و فشار اسمزی برای رشد کپک‌ها و تولید آفلاتوکسین‌ها مناسب هستند (۱۱). آب و هوای گرم و مرطوب، انبارداری نامناسب و عدم اطلاع کافی در نگه‌داری صحیح خوراک طیور شرایط مناسبی را برای رشد کپک‌ها فراهم می‌کند (۱۲).

$\mu\text{g}/\text{kg}$  به دست آمد (۱۳). سالمی و همکاران (۱۳۹۳) نیز در مطالعه‌ای بر روی خوراک طیور در مرغداری‌های شهر اصفهان انجام دادند. میانگین آلودگی در نمونه‌های آن‌ها  $9/91 \mu\text{g}/\text{kg}$  بود و همچنین  $98/77\%$  از خوراک طیور را آلوده به آفلاتوکسین  $B_1$  گزارش کردند (۱۰) در حالی که در مطالعه حاضر میانگین غلظت آفلاتوکسین  $B_1$ ،  $\mu\text{g}/\text{kg}$   $10/5$  تعیین گردید و در تمامی نمونه‌ها وجود آفلاتوکسین  $B_1$  مشاهده شد اما در  $46/66\%$  نمونه‌ها، این میزان بیشتر از حد استاندارد گزارش گردید (نمودار ۱).

Alshawabkeh و همکاران (۲۰۱۵) میزان آفلاتوکسین  $B_1$  را در خوراک مرغداری‌های اردن با استفاده از روش ELISA و HPLC به ترتیب  $40\%$  و  $23/07\%$  گزارش کردند که با نتایج مطالعه حاضر با روش الایزا شباهت دارد. همچنین بیشترین و کمترین میزان آفلاتوکسین  $B_1$  به روش ELISA به ترتیب  $41/41 \text{ppb}$  و  $3/23 \text{ppb}$  بود. در روش HPLC کمترین مقدار آفلاتوکسین  $B_1$ ،  $1/10 \text{ppb}$  و بیشترین مقدار  $14/05 \text{ppb}$  گزارش شد (۱۴).

Rashid و همکاران (۲۰۱۷) مطالعه‌ای بر روی ۹۶ نمونه خوراک طیور جمع‌آوری شده از مزارع پرورش مرغ گوشتی در شهر کویت انجام دادند. نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد که  $44/8\%$  درصد از نمونه‌های مورد بررسی آلوده به آسپرژیلوس فلاوس بودند که از این تعداد،  $48/8\%$  درصد آفلاتوکسین  $B_1$  تولید کردند (۱۵). این گزارش با نتایج حاصل از مطالعه حاضر شباهت دارد.

Akinmusire و همکاران (۲۰۱۹) میزان مایکوتوکسین‌ها را در خوراک طیور با استفاده از روش LC/MS-MS گزارش کردند که  $97\%$  از نمونه‌ها با میانگین  $\mu\text{g}/\text{kg}$   $110/4$  آلوده به فومونیسین  $B_1$  و همچنین  $83\%$  از نمونه با میانگین  $74 \mu\text{g}/\text{kg}$  آلوده به آفلاتوکسین  $B_1$  بودند آلودگی به آفلاتوکسین و فومونیسین در  $80\%$  از نمونه‌ها وجود داشت که بیشترین میزان آلودگی به آفلاتوکسین و فومونیسین به ترتیب در نمونه‌های خوراک بادام زمینی و ذرت مشاهده شد (۱۶).

Kajuna و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش الایزا گزارش کردند که  $68\%$  نمونه‌های خوراک طیور آلوده به آفلاتوکسین  $B_1$  بودند. همچنین حداقل میزان آلودگی به توکسین فوق را در سبوس ذرت  $50\%$  با غلظتی برابر با  $4/9 \mu\text{g}/\text{kg}$  و بیشترین آلودگی را در خوراک طیور گوشتی  $91\%$  با غلظتی برابر با  $35/8 \mu\text{g}/\text{kg}$  گزارش کردند (۱۷). حضور قارچ و سموم ناشی از آن‌ها در خوراک طیور تابع آلودگی محصولات مورد استفاده در تهیه خوراک طیور است. منشأ آلودگی محصولات کشاورزی می‌تواند قبل و بعد از برداشت یا به هنگام ذخیره سازی نامناسب انجام گیرد. درجه حرارت (در فصول گرم آلودگی بیشتر)، رطوبت و زمان نگهداری محصول در انبار نقش مهمی در رشد قارچ‌ها و تولید سم توسط آن‌ها دارد (۱۸) که به وضوح در مطالعه حاضر نیز مشاهده گردید به طوری که در مرغداری‌هایی که وضعیت دما، رطوبت و بهداشت محیطی بهتر بود میزان آفلاتوکسین کمتری نیز گزارش گردید.

همانطور که اشاره شد در این مطالعه آفلاتوکسین  $B_1$  در تمام نمونه‌های خوراک طیور وجود داشت و در  $66/46\%$  نمونه‌ها نیز از حد استاندارد فراتر بود. از طرفی ضررهای اقتصادی آفلاتوکسین در صنعت طیور و همچنین آثار زیانبار ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده به آفلاتوکسین در انسان، از جمله محرز بودن نقش آفلاتوکسین  $B_1$  در وقوع سرطان، انتقال آفلاتوکسین  $B_1$  به محصولاتی مانند تخم مرغ، شیر و گوشت ضرورت چاره‌اندیشی در خصوص کنترل سموم قارچی خصوصاً آفلاتوکسین‌ها را صد چندان می‌کند. در حال حاضر، اکثر مواد مورد استفاده در خوراک دام و طیور در کشور ما، به خصوص ذرت، جو و پودر ماهی که از بنادر وارد کشور می‌گردند، هنگام حمل، نگه‌داری و توزیع، به سموم قارچی آلوده می‌شوند. خصوصاً آنکه بنادر مهم وارداتی کشور در مناطق گرم، مرطوب و حاره ای قرار دارند که در این صورت مشکلات چند برابر می‌شود، لذا ارائه راهکارهایی برای کاهش میزان آفلاتوکسین‌ها در خوراک دام و طیور می‌تواند در افزایش

محیطی و مدت زمان انجام گیرد. همچنین توصیه می‌شود اقداماتی همچون آنالیز دوره‌ای خوراک‌های دام و طیور، استفاده از مواد جاذب سموم در خوراک‌های آلوده، کاربرد روش‌های بیولوژیکی از جمله اتصال مخمرها و باکتری‌ها به آفلاتوکسین و مهار عملکرد میکوتوکسین، انجام شود.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بدینوسیله تشکر و سپاس خود را از کمیته تحقیقات دانشجویی، وابسته به معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کردستان به خاطر حمایت‌های مالی اعلام می‌دارند. هیچ‌کدام از نویسندگان این مطالعه، افراد و یا مراکز حامی تعارض منافی برای انتشار این مقاله ندارند.

میزان تولیدات دامی و تولید محصولات با مقادیر پایین آفلاتوکسین مؤثر باشد. به طور مثال عصاره زردچوبه باعث کاهش ضایعه‌های آفلاتوکسین در سنگدان جوجه‌های گوشتی و در نتیجه افزایش بازده هضم مواد غذایی و افزایش جذب غذا می‌شود (۲۰، ۱۹).

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه تفاوت‌های قابل توجهی با سایر پژوهش‌ها به علت تفاوت در روش‌های برداشت، حمل، انبارداری و فصول نمونه‌گیری داشت. باتوجه به اینکه ۴۶/۶۶٪ نمونه‌ها آلوده به آفلاتوکسین B<sub>1</sub> بالاتر از حد مجاز می‌باشد، ضروری است اقدامات لازم جهت کنترل رشد قارچ‌ها، اصلاح سیستم‌های حمل، توزیع و نگهداری خوراک دام و طیور، نظارت بر منابع خرید خوراک طیور، کنترل شرایط

### منابع

1. Carter AC, King JB, Mattes AO, Cai S, Singh N, Cichewicz RH. Natural-Product-Inspired Compounds as Countermeasures against the Liver Carcinogen Aflatoxin B<sub>1</sub>. *J Nat Prod*. 2019;82(6):1694-703.
2. Shi J, He J, Lin J, Sun X, Sun F, Ou C. Distinct response of the hepatic transcriptome to Aflatoxin B<sub>1</sub> induced hepatocellular carcinogenesis and resistance in rats. *Sci Rep*. 2016;99(6):31-39.
3. Hussain Z, Khan MZ, Saleemi MK, Khan A, Rafique S. Clinicopathological effects of prolonged intoxication of aflatoxin B<sub>1</sub> in broiler chicken. *Pak Vet J*. 2016;36:477-81.
4. Chiewchan N, Mujumdar AS, Devahastin S. Application of drying technology to control aflatoxins in foods and feeds: a review. *Dry Technol*. 2015;33(14):1700-7.
5. Fink-Gremmels J, van der Merwe D. Mycotoxins in the food chain: contamination of foods of animal origin. Chemical hazards in foods of animal origin: Wageningen Academic Publishers; *J Insects as Food Feed*. 2019;15(6): 1190-8.
6. Hsieh L-L, Hsu S-W, Chen D-S, Santella RM. Immunological detection of aflatoxin B<sub>1</sub>-DNA adducts formed in vivo. *Cancer Res*. 1988;48(22):6328-31.
7. Newberne PM, Wogan GN. Sequential morphologic changes in aflatoxin B<sub>1</sub> carcinogenesis in the rat. *Cancer Res*. 1968;28(4):770-81.
8. Yiannikouris A, Jouany J-P. Mycotoxins in feeds and their fate in animals: a review. *Anim. Res*. 2002;51(2):81-99.
9. Mayahi M, Razi Jm, Salamat N. Isolation Of *Aspergillus* Spp And Determination Of Aflatoxin Level In Fish Meal, Maize And Soya Meal. *J Insects as Food Feed*. 2007 ;22(4):63-70.
10. Salemi A RE, Faghani M, salami N. Determination of aflatoxin B<sub>1</sub> in broiler feed in the poultry farms of isfahan province. *J Vet Sci*. 2014;5(2):117-23. [In Persian].
11. Kaufmann P. Mushroom poisonings: syndromic diagnosis and treatment. *Wien Med Wochenschr*. 2007;157(19-20):493-502.
12. Kagera I, Kahenya P, Mutua F, Anyango G, Kyallo F, Grace D, et al. Status of aflatoxin contamination in cow milk produced in smallholder dairy farms in urban and peri-urban areas of Nairobi County: a case study of Kasarani sub county, Kenya. *Infect Ecol Epidemiology*. 2019;9(1):154-61.

13. Gizachew D, Szonyi B, Tegegne A, Hanson J, Grace D. Aflatoxin contamination of milk and dairy feeds in the Greater Addis Ababa milk shed, Ethiopia. *Food control*. 2016;59:773-9.
14. Alshwabkeh K, Alkhalaileh N, Abdelqader A, Al-Fataftah A-RA, Herzallah SM. Occurrence of aflatoxin B<sub>1</sub> in poultry feed and feed ingredients in Jordan using ELISA and HPLC. *Am-Eurasian J Toxicol Sci*. 2015;7(4):316-20.
15. Rashid N, Bajwa MA, Tariq MM, Ahmad T, Rafeeq M, Ahmad Z, et al. Occurrence of Aflatoxin B<sub>1</sub> Producing Fungi in Finished Commercial Broiler Feed in Quetta. *Pak J Zool*. 2017;49(3):216-25.
16. Akinmusire OO, El-Yuguda A-D, Musa JA, Oyedele OA, Sulyok M, Somorin YM. Mycotoxins in poultry feed and feed ingredients in Nigeria. *Mycotoxin Res*. 2019;35(2):149-55.
17. Kajuna F, Temba B, Mosha R. Surveillance of aflatoxin B<sub>1</sub> contamination in chicken commercial feeds in Morogoro, Tanzania. *Livest. Res Rural*. 2013;25(3):161-68.
18. Mahmoudi R, Norian R, Katirae F, Pajohi Alamoti MR. Total aflatoxin contamination of maize produced in different regions of Qazvin-Iran. *IFRJ*. 2013; 20 (5): 2901-4.
19. Rangsaz N, Gholami-Ahangaran M, Azizi Sh, Zia-Jahromi N. The effect of turmeric extract on prevention of histopathologic lesions of gizzard in aflatoxicosis in broiler chickens. *J Vet Microbiol*. 2011; 7 (1): 7-10 [In Persian].
20. Lanyasanya T., Wamae L., Musa H., Olowofeso O., Lokwaleput I. The risk of mycotoxins contamination of dairy feed and milk on smallholder dairy farms in Kenya. *Pakistan J Nutr*. 2005;26(4): 162- 69.