

## امکان سنجی حذف آفلاتوکسین توسط بنتونیت و رس های تعدیل شده

غلامرضا نازپرور<sup>1\*</sup>، مرتضی رزم آرا<sup>2</sup> و حسن کرمانشاهی<sup>3</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد  
info@payafarayand.com

۲- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد  
razmara@um.ac.ir

۳- استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
kermansh@um.ac.ir

### چکیده:

فاکتورهای ظرفیت جذب، PH، ظرفیت تبادل یونی و ترکیبات کانی شناسی و ساختاری در امکان سنجی مقدار قابلیت حذف آفلاتوکسین توسط رس های پیلارد تعدیل شده در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. مونتموریلونیت فاز غالب در کانی ها تشخیص داده شد. کوارتز، پلاژیوکلاز و آلکالی فلدسپات به عنوان کانی های فرعی نیز حضور دارند. در این آزمایش از دو نمونه بنتونیت تولیدی در داخل کشور با نام F و G و یک نمونه بنتونیت تجاری وارداتی با نام M استفاده گردید.

نمونه های جاذب بنتونیتی به لحاظ ظرفیت جذب AFB<sub>1</sub> در شرایط برون تنی ارزیابی شدند. نتایج نمونه های آزمایشی G، M و F بترتیب 0/386 و 0/315 و 0/205 مول AFB<sub>1</sub> در کیلوگرم جاذب، نشان داد. این مطالعه ثابت نمود که رس های تعدیل شده (در مقایسه با مونتموریلونیت معمولی) قابلیت توانایی کاهش یا حذف سمیت آفلاتوکسین بیشتری را دارند. به نظر می رسد در صورتی که مونتموریلونیت توسط کاتیون هایی همچون Cu، Fe و Zn پیلارد گردد و یا اینکه توسط سورفاکتانت ها عمل آوری گردد، این قابلیت حذف، به مقدار قابل توجهی افزایش خواهد داشت.

کلید واژه ها: آفلاتوکسین، رس های پیلارد تعدیل شده، رس های فعال شده

### Abstract:

#### The feasibility of Aflatoxin elimination by Bentonite and Modified Clays

Three bentonite samples (two from southern Khorasan (F and G) and one from foreign source (M)) were collected and analyzed for aflatoxin adsorbents: aflatoxin adsorption capacity, pH, cation exchange capacity (CEC), organic carbon, particle size distribution, and mineralogical and structural compositions. Smectite was the dominant mineral phase in both clay fractions. Quartz and feldspars were also present in both samples. Results of this study indicated that the AFB<sub>1</sub> adsorption capacity was significantly different between samples. Samples of bentonite adsorbent capacity AFB<sub>1</sub> adsorption isotherm conditions in vitro, were evaluated. The results of the test samples M, G and F, respectively, 0.386 and 0.315 and 0.205 mol AFB<sub>1</sub> per kg adsorbent showed.

This study proved that the modified clays (Montmorillonite than usual) the ability to reduce or eliminate aflatoxin toxicity have more. It seems that if Montmorillonite by cations such as Cu, Fe and Zn are pillared or be processed by the surfactants, the ability to remove a significant amount will increase.

**Keywords:** Aflatoxin, Pillared clay, Activated clay.

## مقدمه :

مایکوتوکسین ها، متابولیت های قارچی سمی برای مهره داران و سایر گروه های حیوانی (حتی در مقادیر اندک) می باشند، در صورتی که آنتی بیوتیک ها و فایتوتوکسین ها (phytotoxins) متابولیت های قارچی سمی برای باکتری ها و گیاهان هستند (Bennett and Klich, 2003). رایج ترین مایکوتوکسین های موجود در دانه ها و غلات که برای حیوانات و انسان ایجاد خطر می نمایند عبارتند از Aflatoxin ، Deoxynivalenol ، Fumonisin ، Orchatoxin A ، Zearalenone (ZEA) (کرمانشاهی و همکاران، ۱۳۸۶)، در میان مایکوتوکسین ها، آفلاتوکسین بیشترین سمیت را برای انسان و حیوانات دارد (Velazquez, 2011). بیشترین نگرانی مربوط به آفلاتوکسین B<sub>1</sub> است، زیرا بیشترین مسمومیت را در میان همه آفلاتوکسین ایجاد می نماید و در نتیجه بیشتر تحقیقات در زمینه مایکوتوکسین ها را به خود اختصاص داده است. آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (IARC) و WHO، آفلاتوکسین ها را به عنوان گروه ۱ سرطان زا برای انسان معرفی نموده اند (McLean, et al, 1995). سازمان غذا و دارو (FDA) بیشینه غلظت آفلاتوکسین در مواد غذایی را ۲۰ Ppb تعیین کرده است.

هنگامی که خوراک های آلوده به آفلاتوکسین به حیوانات شیرده داده می شود، متابولیتی از آفلاتوکسین به نام M<sub>1</sub> در شیر ترشح می شود. از آنجا که پاستوریزاسیون، استریلیزاسیون و فرآوری شیر بر بقا و کاهش سمیت AFM<sub>1</sub> تاثیر زیادی ندارد، این سم سرانجام به فرآورده های مختلف لبنی انتقال می یابد و سلامت مصرف کننده گان را به خطر می اندازد. اگر چه سمیت آفلاتوکسین M<sub>1</sub> از پیش ساز آن (AFB<sub>1</sub>) کمتر است، اما هردو سرطان زا و جهش زا هستند. ونگ و همکاران (2001) گزارش کردند که آلودگی به ویروس بیماری هپاتیت B در مناطقی از چین بومی بوده و تماس با AFB<sub>1</sub> ریسک ابتلا به سرطان کبد را تا ۶۰ برابر افزایش می دهد. در نشخوارکنندگان (به ویژه گاوهای شیرده) تغذیه شده با خوراک آلوده به AFB<sub>1</sub> مشکلات سلامتی از قبیل سرطان کبد، تضعیف سیستم ایمنی، ناهنجاریهای تولیدمثلی، ناقص الخلقه زایی، کاهش مصرف خوراک و تولید شیر بروز می کند. انسان ها نیز مشکلات سلامتی مشابهی را هنگام تغذیه با غذای آلوده به AFB<sub>1</sub> و یا AFM<sub>1</sub> نشان می دهند.

به دلیل سرطان زایی AFB<sub>1</sub> و AFM<sub>1</sub>، این ترکیبات در خوراک گاوهای شیرده و بویژه در شیر و محصولات لبنی، به شدت کنترل می گردند. سازمان غذا و داروی آمریکا حداکثر مقدار مجاز AFB<sub>1</sub> و AFM<sub>1</sub> در شیر خام و خوراک دام را به ترتیب ۵ ppb و ۲۰ ppb تعیین کرده است (FDA, 2003)، در حالی که اتحادیه اروپا حداکثر مقدار مجاز این سم ها را به ترتیب ۵ ppb و ۱۰ ppb، تعیین کرده است (کمیسیون اروپا، 2006). در ایران نیز مقرراتی برای حداکثر مقدار مجاز آفلاتوکسین M<sub>1</sub> در محصولات لبنی مختلف وضع شده است که طبق آن، مقدار مجاز AFM<sub>1</sub> در شیر حداکثر ۵ ppb در نظر گرفته شده است (سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۰).

انتقال آفلاتوکسین از خوراک دام به شیر به دو دلیل باعث نگرانی است: اول به دلیل مصرف بالای شیر و محصولات لبنی توسط انسان و بویژه نوزادان و کودکان (به دلیل امکان مصرف بالای شیر و حساسیت بیشتر نسبت به بالغین) و دوم اینکه مصرف شیر حاوی غلظت های بالاتر از حد مجاز جهت تغذیه انسان مجاز نمی باشد. بنابراین شیر حاوی AFM<sub>1</sub> بالاتر از مقدار مجاز بایستی دور ریخته شود که می تواند باعث وارد آمدن زیان های اقتصادی عمده به تولیدکنندگان شیرو محصولات لبنی گردد. از طرف دیگر، همه ساله بخش عمده خوراک دام مورد استفاده در کشور مانند ذرت، جو، گندم و کنجاله سویا از طریق کشتی ها و از بنادر وارد کشور می گردند و اغلب هنگام حمل و نقل، نگهداری نامناسب و توزیع، به مقادیر مختلفی از سموم قارچی آلوده می شوند. از آنجا که تمام بنادر مهم وارداتی کشور ما در مناطق گرم و مرطوب جنوب قرار دارند که مساعدترین شرایط را برای رشد قارچ ها و تولید آفلاتوکسین ها دارند، مشکلات مرتبط با سموم قارچی و بویژه آفلاتوکسین ها مضاعف می گردد. طی سالهای گذشته، گزارش های علمی متعددی، آلودگی شیر خام و محصولات لبنی تولید شده در مناطق مختلف ایران با آفلاتوکسین را گزارش کرده اند (تاج کریمی و همکاران، ۱۳۸۶؛ ارسالی و همکاران، ۱۳۸۸؛ ریاضی پور و همکاران، ۱۳۸۹)؛ با وجود گزارشات متعدد درباره

آلودگی شیر و محصولات لبنی، تاکنون پژوهشهای اندکی در داخل کشور و در راستای حل این مشکل اساسی انجام شده است.

هدف از این مطالعه، شناسایی تاثیر بنتونیت فرآوری شده به عنوان جاذب های آفلاتوکسین و ارزیابی امکان سنجی حذف آفلاتوکسین توسط رس های تعدیل شده می باشد. با توجه به اهمیت سلامت و بهداشت عمومی و ضررهای اقتصادی احتمالی صنعت دامپروری و تولید محصولات لبنی، پیدا کردن روش های عملی و سریع برای شناسایی و سم زدایی از آفلاتوکسین ها در غذای انسان و دام، به لحاظ اقتصادی و همه گیر شناسی اهمیت ویژه ای دارد. سالیانه حجم عظیمی از بنتونیت های طبیعی و با فرآوری های خاص (به عنوان توکسین بایندر، مکمل دامی و دیگر کاربردها) با نام های مختلف تجاری، به داخل کشور وارد می شود. از این رو شناسایی ویژگی ها (ترکیبات، روش های بهبود کیفیت و انتخاب بهترین نمونه ها)، تولید و کاربرد بنتونیت های داخلی که توان جذب بالایی برای آفلاتوکسین ها داشته باشند، می تواند موجب تحول در صنایع غذایی و دامپروری برای تولید محصولات لبنی و دامی سالم (فاقد آفلاتوکسین) و ارتقاء بهداشت عمومی گردند و از واردات محصولات خارجی و خروج ارز و سرمایه داخلی جلوگیری نماید و از این رو اهداف عمده این پژوهش به شرح زیر بود: (۱) بررسی ساختار و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نمونه های جاذب نانوساختار بنتونیت استحصال شده در کشور، (۲) بررسی کارایی نمونه های مختلف جاذب های بنتونیتی در جذب آفلاتوکسین  $B_1$  و  $B_2$  در شرایط برون تنی و ارتباط آن با ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نمونه های جاذب و هدف نهایی در رسیدن به بررسی کارایی جاذب های بنتونیتی در شرایط درون تنی بر سمیت زدایی آفلاتوکسی  $B_1$  و  $B_2$  و غلظت آفلاتوکسین  $M_1$  شیر گاوهای شیرده می باشد که در تکمیل این پژوهش انجام خواهد شد.

## روش تحقیق:

سه نمونه از بنتونیت، نمونه های جاذب بنتونیتی شامل دو نوع بنتونیت تولیدی در داخل کشور با نام های G,F و همچنین یک نوع جاذب تجاری وارداتی با نام M بودند. نمونه های تولید داخلی از الک ۶۳ $\mu$  عبور داده شد. سپس در دور ۲۰۰۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید و به مدت ۱۲ ساعت در دمای  $105^{\circ}C$  خشک گردید. بدین ترتیب سیلت و رس آن از یکدیگر جدا گردیدند. نمونه های رس مورد عمل آوری و تیمار (Treatment) قرار گرفت. سپس محلولی از آفلاتوکسین  $B_1$  با غلظت ۱۰ ppm تهیه گردید. بدین منظور از سم خالص آفلاتوکسین (سیگما-آلدریج) با استفاده از متانول و آب مقطر استفاده شد.

غلظت  $AFB_1$  در محلول، با تعیین جذب نوری محلول در طول موج ۳۶۵ nm (اسپکتروفوتومتری) انجام گردید. تهیه محلول جاذب با غلظت ۲ g/L و افزودن ۵ میلی لیتر از محلول جاذب به لوله های فالكون استریل حاوی ۵ میلی لیتر از محلول  $AFB_1$  با غلظت های ۱/۵، ۲/۵، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰ میکروگرم در میلی لیتر انجام گردید. سپس با استفاده از شیکر (shaker) (۲۰۰ rpm) به مدت ۹۰ دقیقه در دمای  $25^{\circ}C$ ، جاذب و محلول حاوی آفلاتوکسین با هم آمیخته شدند.

در نهایت با سانتریفیوژ کردن لوله های حاوی  $AFB_1$  و جاذب (۳۰۰۰ rpm به مدت ۲۰ دقیقه)، در دمای محیط آزمایشگاه جدایش انجام پذیرفت. تعیین مقدار  $AFB_1$  جذب شده با جذب نوری اشعه ماورای بنفش (UV) توسط روش اسپکتروفوتومتری در طول موج ۳۶۵ nm نانومتر قرائت گردید.

## نتایج :

بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه های مورد مطالعه، مقدار آفلاتوکسین چندین برابر حد مجاز در تعدادی از موارد می باشد. جدول ۱، آنالیزهای XRD نمونه بنتونیت های مورد مطالعه را نشان می دهد. مونتموریلونیت فاز غالب در کانی ها تشخیص داده شد. کلسیت، ژپیس و آلکالی فلدسپات به عنوان کانی های فرعی نیز حضور دارند. نتایج آنالیزها نشان داد که وجود کوارتز و ناخالصی های مذکور به عنوان یک عامل بازدارنده در جذب آفلاتوکسین عمل می نماید. به همین دلیل نمونه هایی که حاوی مقادیر بالاتری از سیلیس آزاد و ناخالصی بودند مقدار جذب کمتری را نشان دادند (نمونه F).

جدول ۱- آنالیزهای کانی شناسی نمونه بنتونیت های مورد بررسی

	F <sup>1</sup>	G <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>
کانیهای اصلی	مونتموریلونیت بیدلایت کوارتز	بیدلایت کوارتز	مونتموریلونیت کوارتز
کانیهای فرعی	ژپیس	کلسیت	-

۱- نمونه بنتونیت (feed grade) تولید داخل از معدنی در خراسان جنوبی.  
۲- نمونه بنتونیت (feed grade) اکتیو شده تولید داخل تحت عنوان G-bind که در حال حاضر بعنوان توکسین بایندر تولید و عرضه می گردد.  
۳- بنتونیت (جاذب تجاری وارداتی) بانام M می باشد که در حال حاضر تحت عنوان توکسین بایندر وارد ایران می گردد.

جدول ۲ آنالیزهای شیمیایی نمونه بنتونیت های مورد مطالعه را نشان می دهد. نتایج آنالیزها نشان داد که وجود  $MnO$  و  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$  به عنوان عوامل بازدارنده در جذب آفلاتوکسین عمل می نمایند. به همین دلیل نمونه هایی که حاوی مقادیر بالاتری از این عناصر بودند، مقدار جذب کمتری را نشان دادند (نمونه های G و F). برای غیرفعال کردن و یا کاهش میزان آفلاتوکسین روشهای زیادی پیشنهاد شده اند که مهم ترین آنها شامل: جداسازی فیزیکی، غیرفعال کردن توسط حرارت، اشعه دهی، استخراج توسط حلال، تخریب شیمیایی، غیرفعال کردن توسط میکروپها و تخمیر می باشد. روش های فوق تا حدودی قادر به غیرفعال کردن و کاهش آفلاتوکسین ها می باشند اما عمده تاً به دلیل ایجاد باقیمانده ها (کاهش ایمنی) و کاهش کیفیت مواد غذایی، روش هایی عملی و قابل قبول نبوده اند. نتایج تحقیقات اخیر نشان داده است که آسان ترین، عملی ترین و ارزان ترین شیوه در کاهش بروز اختلالات مربوط به سموم قارچی یا جلوگیری از ورود این سموم در شیر و محصولات دامی استفاده از مواد جاذب یا مواد کمپلکس کننده در خوراک می باشد. این ترکیبات، مولکول آفلاتوکسین را در خوراک آلوده و در دستگاه گوارش به صورت محکم و غیرقابل برگشت جذب می کند، بنابراین کمپلکس آفلاتوکسین- جاذب از دستگاه گوارش عبور کرده و از طریق مدفوع دفع می شود و بدین صورت از جذب آفلاتوکسین در دستگاه گوارش جلوگیری کرده و یا آن را به حداقل می رساند. ترکیبات جاذب مختلفی برای کاهش جذب آفلاتوکسین در خوراک و دستگاه گوارش حیوانات اهلی و بویژه گاوهای شیرده استفاده شده اند، اما کاربردی ترین ترکیبات جاذب، ترکیبات معدنی آلومینوسیلیکاتی هستند. بنتونیت ها ترکیبات نانوساختار رسی هستند که ساختار کریستالی لایه ای داشته و در جذب مایکوتوکسین ها و بویژه آفلاتوکسین ها کاربرد دارند. مونتموریلونیت به عنوان کانی آلومینوسیلیکاته (فیلوسیلیکاتی) ۲:۱ لایه ای (T:O:T) دارای ساختار و حفرات نانویی است که فاز غالب تشکیل دهنده بنتونیت هاست و کلیه خواص و مشخصات بنتونیت ها را تحت تاثیر قرار می دهد.

جدول ۲- آنالیز شیمیایی نمونه بنتونیت های مورد بررسی

	F <sup>1</sup>	G <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>
SiO <sub>2</sub>	58.37	67.71	61.16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.93	10.65	13.99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (T)	3.46	2.08	3.87
MgO	3.51	1.68	2.06
CaO	1.25	2.06	1.62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.02	0.03
Na <sub>2</sub> O	2.25	2.15	0.32
K <sub>2</sub> O	0.62	0.31	0.57
MnO	0.04	0.06	0.08
SO <sub>3</sub>	1.63	0.49	0.62
L.O.I	17.85	12.20	14.90

۱- نمونه بنتونیت (feed grade) تولید داخل، از معدنی در خراسان جنوبی.  
 ۲- نمونه بنتونیت (feed grade) اکتیو شده تولید داخل، تحت عنوان G-bind که در حال حاضر بعنوان توکسین بایندر تولید و عرضه می گردد.  
 ۳- بنتونیت (جاذب تجاری وارداتی) بانام M می باشد که در حال حاضر تحت عنوان توکسین بایندر وارد ایران می گردد.

فاکتورهای ظرفیت جذب، PH، ظرفیت تبادل یونی و ترکیبات کانی شناسی و ساختاری در امکان سنجی مقدار قابلیت حذف آفلاتوکسین توسط این رس ها در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نمونه های آزمایشی G، M، و F به ترتیب ۰/۳۸۶ و ۰/۳۱۵ و ۰/۲۰۵ مول AFB<sub>1</sub> در کیلوگرم جاذب، نشان داد. ایزوترم های جذب برهمکنش جاذب آفلاتوکسین توسط مدل لانگمویر نشان داد که بخشی از آفلاتوکسین در سطوح مونتموریلونیت جذب شده است. بیشینه جذب زمانی اتفاق می افتد که علاوه بر جذب در سطوح مونتموریلونیت، تمامی سایت های درون ساختاری نیز به حد اشباع رسیده باشند. کمترین ظرفیت جذب، متعلق به جاذب هایی بود که از مجموعه ای از کانی ها تشکیل شده بودند. ظرفیت جذب کم می تواند در نتیجه نسبت کمتر اسمکتیت به دلیل وجود کانی های بازدارنده جذب دیگر باشد. بنابراین به کمک عمل آوری (تیمار)، اکتیو نمودن رس ها و استفاده از روش هایی چون پیلارد نمودن رس ها امکان جذب بیشتر آفلاتوکسین فراهم می شود. نمونه M و G قابلیت جذب نزدیک تری بهم داشته اند. این مطالعه ثابت نمود که رس های تعدیل شده (در مقایسه با مونتموریلونیت معمولی) قابلیت توانایی کاهش یا حذف سمیت آفلاتوکسین بیشتری را دارند. به نظر می رسد در صورتی که مونتموریلونیت توسط کاتیون هایی همچون Fe، Cu، Zn پیلارد گردد و یا اینکه توسط سورفاکتانت ها عمل آوری گردد، این قابلیت حذف، به مقدار قابل توجهی افزایش خواهد داشت.

## نتیجه گیری :

۱. این مطالعه نشان داد که مقدار برهمکنش مولکول های AFB<sub>1</sub>، تحت تاثیر خواص فیزیکوشیمیایی بنتونیت قرار دارد. اندازه نمونه ذرات و خلوص مونتموریلونیت خواص عمده ای است که با ظرفیت جذب در ارتباط بودند.
۲. مشاهدات در بنتونیت ها نشان داد که حتی اگر تمامی نمونه، بنتونیت نسبتا خالص باشد، ظرفیت های جذب آفلاتوکسین به طور قابل ملاحظه ای متفاوت است. بنابراین فاکتورهای دیگری همچون درجه حرارت، PH و زمان در ایزوترم های جذب بدست آمده در این امر، موثر می باشند.

۳. این مطالعه نشان داد که بنتونیت پتانسیل بالایی در جذب آفلاتوکسین دارد. با اضافه نمودن بنتونیت (feed grade) به عنوان مکمل، می توان در جهت حفاظت از حیوانات در معرض خوراک آلوده اقدام و خطر ابتلا به کاهش بهره وری و آفلاتوکسین مانده در خوراک را کاهش داد.

۴. بر اساس این مطالعه، دو نمونه ظرفیت جذب بالا نشان داد یکی رس با خلوص بالاتر مونتموریلونیت، دیگری رس پیلارد و رس عمل آوری شده می باشد. به نظر می رسد در صورتی که مونتموریلونیت توسط کاتیون هایی همچون Fe، Cu و Zn پیلارد گردد و یا اینکه توسط سورفاکتانت ها عمل آوری گردد، این قابلیت حذف، به مقدار قابل توجهی افزایش خواهد داشت.

### تقدیر و تشکر:

از مدیریت و پرسنل آزمایشگاه تخصصی شرکت پایا فرآیند هزاره نوین بخاطر انجام آزمایشات و تامین مواد اولیه و تامین کلیه هزینه های این پژوهش کمال تشکر و امتنان می گردد.

## منابع فارسی :

- علامه، ع، رزاقی ابیانه، م، (۱۳۸۰)، "مایکوتوکسین ها"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه امام حسین .
- کرمانشاهی، ح، اکبری، م، ر، بهگر، م، دانشیار، م، (۱۳۸۶)، تالیف، اس. لیسون\_ جی. دیاز\_ جی. سامرز "اختلالات متابولیکی و مایکوتوکسین ها در طیور" چاپ اول، انتشارات سناباد.
- رزم آرا، م، غفوری، م، (۱۳۸۶)، "مبانی کانی شناسی رس ها"، چاپ اول، انتشارات واژگان خرد.
- ارسالی، ع، بیگی، ف، قاسمی، ر، (۱۳۸۸)، "انتقال آفلاتوکسین از خوراک دام به شیر دام و شیر پاستوریزه در شهر شیراز و حومه"، مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی شهید صدوقی یزد، دوره هفدهم، شماره سوم.
- تاج کریمی، م، قائم مقامی، س، مطلبی، ع، (۱۳۸۶)، "بررسی فصلی آفلاتوکسین  $M_1$  در شیر خام ۱۵ کارخانه شرکت شیر ایران (پگاه)" امور دام و آبزیان، شماره ۷۵.
- ریاضی پور، م، توکلی، ح، ابیانه، م، رفعتی، ح، صدر ممتاز، م، (۱۳۸۹)، اندازه گیری آفلاتوکسین  $M_1$  در شیرهای پاستوریزه، مجله پزشکی کوثر، دوره ۱۵، شماره ۲، صفحات ۹۳-۸۹.

## References:

- Bennett, J.W., and Klich, M., 2003. "Mycotoxins. Clin. Microbiol". Rev, 16, p. 497-516.
- Velazquez, A. L. B., 2011. "Texas bentonites as amendments of aflatoxin contaminated poultry feed". Master of Science A Thesis. Texas A&M University.
- McLean, M., and Dutton, M.F., 1995. "Cellular interactions and metabolism of aflatoxin: an update. Pharmacology & Therapeutics". 65:163.....:192.
- Wang, J.S, Huang, T., Su, J., Liang, F., Wei, Z., Liang, Y., Luo, H., Kuang, S.Y., Qian, G.S., Sun, G., He; X., and Kensler, T.W. 2001. "Hepatocellular carcinoma and Aflatoxin exposure in Zhuqing Village, Fusui County, People's Republic of China". Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention, 10: 143-146.
- Masimango, N., Ramacle, J., Ramaut, J.L., 1978. "The Role of Adsorption in Elimination of Aflatoxin B1 from Contaminated Media". 6:101-105.