

## تعیین میزان آفلاتوکسین M<sub>1</sub> با استفاده از روش الایزا در شیر خشک های صنعتی تولید شده در ایران

• ابوالفضل کامکار

گروه بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران  
تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: آبان ماه ۱۳۸۶

Email: akamkar@ut.ac.ir

### چکیده

این مطالعه به منظور تعیین وضعیت حضور آفلاتوکسین M<sub>1</sub> در شیر خشک‌های صنعتی عرضه شده در شهر تهران که توسط کارخانجات مختلف داخلی تولید و روانه بازار مصرف شده بودند توسط روش الایزا رقابتی صورت گرفت. بدین منظور تعداد ۴۲ نمونه شیر خشک ارزیابی شدند. نتایج حاصله نشان داد که ۱۰۰٪ نمونه‌های شیر خشک به آفلاتوکسین M<sub>1</sub> آلوده بوده و محدوده آلودگی بین سه فصل با یکدیگر تفاوت داشت به گونه‌ای که این محدوده در سه فصل بهار، پاییز و زمستان به ترتیب ۵۱ تا ۹۱۴، ۳۲ تا ۶۴۰ و ۳۲ تا ۸۷۹ نانوگرم در کیلو گرم بود. میانگین آلودگی در سه فصل سال به ترتیب ۳۰۵، ۲۷۸ و ۲۸۵ نانوگرم در کیلو گرم به دست آمد، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میانگین آلودگی در نمونه‌های شیر خشک تولید شده در پاییز و بهار به ترتیب ۹۱۴ و ۳۲ بود. محاسبات آماری نشان داد که تفاوت معنی داری بین غلظت آفلاتوکسین M<sub>1</sub> شیر خشک‌های تولید شده در پاییز با بهار و زمستان وجود ندارد (P>۰/۰۵) به عبارت دیگر میزان آفلاتوکسین M<sub>1</sub> شیر خشک‌های تولید شده در پاییز پایین‌تر از دو فصل دیگر سال نبود. تقریباً ۸۰/۷ درصد نمونه‌ها آلودگی بالاتر از حد استاندارد ۵۰ نانوگرم در کیلو گرم (استاندارد اتحادیه اروپا) و ۲۶/۹ درصد نیز بالای حد استاندارد ۵۰۰ نانوگرم در کیلو گرم (استاندارد ایران) و کدکس الیما نتاریوس (Codex Alimentarius) را نشان می‌دادند. با توجه به اهمیت آفلاتوکسین برای سلامتی انسان و آلودگی شیر خشک‌های صنعتی این امر به طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند برای سلامتی انسان خطرناک باشد.

کلمات کلیدی: آفلاتوکسین M<sub>1</sub>، شیر خشک، الایزا

Pajouhesh &amp; Sazandegi No 79 pp: 174-180

**Detection of aflatoxin M<sub>1</sub> in powdered milk samples by ELISA**

By: Kamkar, A. Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine. University of Tehran.

This study was undertaken to determine the presence and levels of aflatoxin M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) in powdered milk produced by different plants in Iran. For this purpose, 42 powdered milk samples analyzed, and competitive ELISA was used to determine the presence and levels of AFM<sub>1</sub>. AFM<sub>1</sub> was found in 100% of 42 of the powdered milk samples examined. The range of contamination levels varied among different seasons. AFM<sub>1</sub> in Spring, Autumn and Winter samples ranged from 51 to 914, 32 to 640 and 32 to 879 ng/kg respectively, while the mean values were 305, 278 and 285 ng /kg respectively. The highest mean concentration of aflatoxin M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) was registered in Spring samples (914 ng /kg). Also the lowest mean concentration of aflatoxin M<sub>1</sub> was registered in Autumn and Winter samples (32 ng /kg). Statistical evaluation showed that there were not significant differences ( $p > 0.05$ ) between the concentrations of AFM<sub>1</sub> of powdered milk samples produced in Spring, Autumn and Winter. In other words, AFM<sub>1</sub> contents of powdered milk samples produced in Spring were not lower than powdered milk samples produced in Autumn and Winter. Almost 80.7% of the contaminated samples exceeded the maximum acceptable levels (50 ng /kg, EU standard) while 26.9 % of the samples exceeded the 500 ng /kg (Codex alimentarius, Iran). It was therefore concluded that, high occurrence of AFM<sub>1</sub> in powdered milk samples were considered possible hazards for human health.

**Keywords:** Aflatoxin M<sub>1</sub>; Powdered Milk; ELISA**مقدمه**

آفلاتوکسین M<sub>1</sub> اولین باقیمانده آفلاتوکسین است که در بافت گاوهای شیری مشاهده می‌شود، شیر احتمالاً تنها ماده غذایی مورد مصرف انسان است که به صورت طبیعی با آفلاتوکسین M<sub>1</sub> آلوده می‌شود.

آفلاتوکسین M<sub>1</sub> مشتق هیدروکسیله آفلاتوکسین B<sub>1</sub> است. از زمان کشف آفلاتوکسین‌ها در دهه ۱۹۶۰ تاکنون، مقررات خاصی در بسیاری از کشورها برای محافظت مصرف کنندگان از اثرات زیان آور میکوتوکسین‌های موجود در مواد غذایی وضع شده است. این اصل کلی در برخی از کشورها با وضع مقررات خاصی تکمیل شده است که در برگیرنده حد مجاز سموم قارچی خاص در اغذیه می‌باشد. تفاوت‌های موجود در مقررات مربوط به ارزیابی ایمنی و کیفیت بهداشتی اغذیه در کشورهای مختلف، از نیازهای ملی و دانش موجود منشاء می‌گیرد. براساس اطلاعات ارائه شده توسط سازمان خواروبار جهانی (F.A.O) تا سال ۱۹۹۷ مجموعاً ۷۷ کشور تابع قوانین مربوط به سموم قارچی بوده‌اند و این در حالی است که ۱۳ کشور فاقد این مقررات و حدود ۵۰ کشور فاقد هر نوع اطلاعاتی در این رابطه بودند. و نام کشورها ایران هم جزء ۱۳ کشوری است که فاقد مقررات مستقل به کنترل میکوتوکسین‌ها در غذا هستند (۲۰، ۳۰).

با توجه به مطالب گفته شده مطالعه وجود آفلاتوکسین‌ها در شیر و فرآورده‌های آن از اهمیت قابل توجهی برخوردار است در این مطالعه هدف کلی ما شامل:

- ۱- تعیین وضعیت آلودگی شیر خشک‌های صنعتی تولید شده (توسط کارخانجات داخلی) عرضه شده در تهران به آفلاتوکسین M<sub>1</sub>
- ۲- مقایسه میزان آلودگی شیر خشک‌های صنعتی با استانداردهای موجود در داخل و خارج کشور

کشور پهناور ایران با جمعیتی حدود ۷۰ میلیون نفر دارای فرهنگ و سنت ریشه‌ای و شرایط جغرافیایی متنوع می‌باشد. آشنا نبودن اکثریت کشاورزان و صاحبان دام به شرایط رشد و نمو میکروارگانیسم‌ها، به خصوص قارچ‌ها، سالانه به طور مشهود خسارات مالی قابل توجهی و به شکل غیر معمولی صدمات جسمی و جانی قابل تأملی را به جمعیت انسان و دام در کشور وارد می‌کند.

قارچ‌ها قادرند که در طی مدت رشد خود بر روی مواد غذایی، علاوه بر کاهش ارزش غذایی متابولیت‌های ثانویه‌ای به نام سم قارچی تولید نمایند که بسیار خطرناک بوده و می‌تواند در صورت دریافت این سم توسط موجود زنده اثرات سمی، سرطان‌زایی، ناقص الخلقه‌زایی کاهش رشد و اثرات جهش‌زایی از خود برجا بگذارند (۱۱).

آفلاتوکسین‌ها گروه بزرگی از سموم قارچی هستند که توسط گونه‌های خاص از جنس اسپرژیلوس شامل *Aspergillus flavus* و *A. parasiticus* و *A. nomius* تولید می‌شوند این گروه از سموم قارچی به عنوان سردسته تمامی سموم قارچی محسوب می‌شوند به همین دلیل بیش از سایر سموم قارچی مورد توجه محققین و مراجع بهداشتی قرار گرفته‌اند تاکنون بیش از ۱۸ نوع آفلاتوکسین شناخته شده است که از میان آنها انواع M<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, G<sub>1</sub> بیشترین اهمیت را دارند، که در بین آنها آفلاتوکسین B<sub>1</sub> از همه خطرناکتر می‌باشد (۶).

آفلاتوکسین‌های M<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> دارای اثرات سمی تراژوژنیک و کارسینوژنیک بوده به گونه‌ای که آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان آنها را به عنوان ترکیبات سرطان‌زا در انسان و حیوانات معرفی نموده است با این تفاوت که اثرات سرطان‌زایی آفلاتوکسین M<sub>1</sub> ضعیف‌تر می‌باشد (۱۲، ۱۷، ۱۸).



میزان جذب % =  $100 \times$  میزان جذب محلول استاندارد (یا نمونه)  
میزان جذب محلول استاندارد صفر

درصد میزان جذب محلول نمونه یا استاندارد  
مقادیر محاسبه شده برای استانداردها در یک سیستم متناسب بر  
روی کاغذ گراف نیمه لگاریتمیک و در مقابل مقادیر غلظت  $AFM_1$  به  
صورت نانو گرم در کیلو گرم وارد شد.  
منحنی کالیبراسیون که بایستی برای  $AFM_1$  در دامنه ۴۰-۱۰ نانو گرم  
در کیلو گرم (ppt) کاملاً خطی باشد در این مطالعه نیز خطی بود. غلظت  
 $AFM_1$  به صورت نانو گرم در کیلو گرم با توجه به مقادیر جذب مربوط به  
هر یک از نمونه‌ها از روی منحنی کالیبراسیون بدست آمد  
به منظور بدست آوردن مقدار واقعی غلظت آفلاتوکسین نمونه‌ها، با  
استفاده از نرم افزار همراه کیت الیزا مربوط به شرکت رید اسکرین<sup>۲</sup> براساس  
مقدار جذب نور و غلظت نمونه‌های استاندارد (۱) منحنی کالیبراسیون رسم  
گردید. سپس براساس مقدار جذب نور در نمونه‌ها و با استفاده از منحنی  
کالیبراسیون مقدار واقعی آفلاتوکسین در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

### حساسیت ۳ آزمایش

متوسط حد پایین تشخیص در آزمایش رید اسکرین  $AFM_1$  برابر ۵ نانو  
گرم در لیتر می‌باشد.

### ویژگی ۴ آزمایش

ویژگی این آزمایش براساس آنالیز واکنش‌های تداخلی نسبت به  
مایکوتوکسین‌های مربوطه ثبت می‌گردد. در کیت مربوط به  $AFM_1$  میزان  
واکنش تداخلی با  $AFM_1$  ۱۰۰٪ بوده و هیچ واکنش تداخلی نسبت به  
آفلاتوکسین‌های  $B_1, B_2, G_1, G_2$  گزارش نشد. واکنش  
تداخلی نسبت به آفلاتوکسین  $M_1$  هم اصلاً مورد بررسی  
قرار نگرفته است.

### قابلیت تکرارپذیری ۵ آزمایش

صحت هر سری از آزمایشها از طریق نتایج سه آزمایش  
مختلف تعیین گردید.

نمودار رشمه (۱) الگوی دقیق ارزیابی آزمایشهای  
رید اسکرین  $AFM_1$  را نشان می‌دهد. ضرایب تغییرات  
(CV٪) برای مقادیر جذب نور محلول‌های استاندارد به دست  
آمده در مقابل غلظت‌های مربوط به  $AFM_1$  وارد می‌شوند.

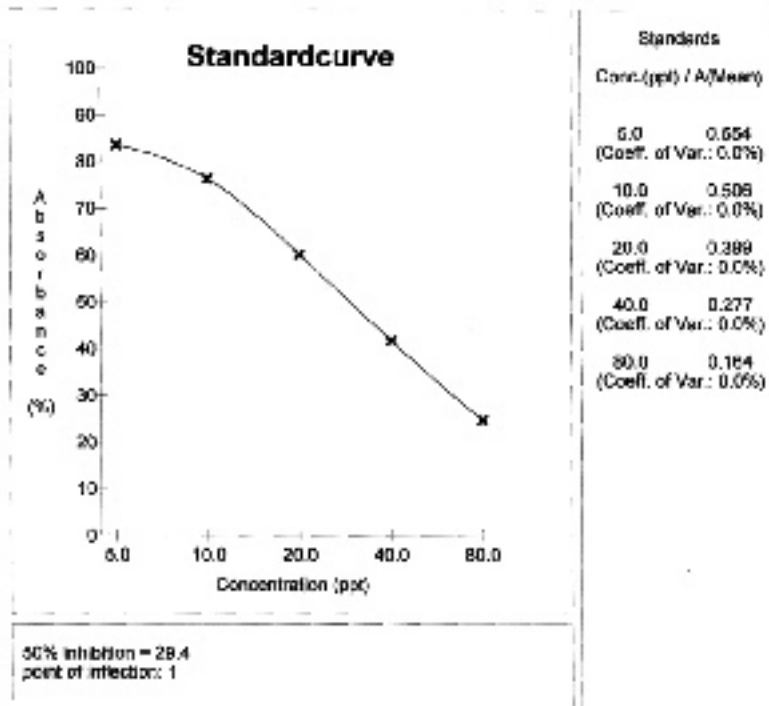
نمودار شماره (۱): منحنی استاندارد  $AFM_1$

حفره‌های دوتایی مورد نظر اضافه شده عمل مخلوط کردن به طور دستی  
با ملایمت و از طریق تکان دادن پلیت انجام گرفته و به مدت ۶۰ دقیقه در  
دمای اتاق (۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد) در محلی تاریک نگهداری می‌شد.  
مایعات از داخل حفره‌ها خارج شده و سه مرتبه بطور محکم ظرف  
نگهدارنده بصورت وارونه بر روی کاغذ جذب کننده برای اطمینان از خروج  
کامل آنها زده می‌شد. سپس تمام گوده‌ها با ۲۵۰ میکرولیتر از بافر  
شستشو پر و خالی شده این شستشو دوبار تکرار گردید.  
مقدار ۱۰۰ میکرو لیتر از محلول رقیق شده کونژوگه آنزیم به گوده‌ها  
اضافه شده، و به آرامی با دست تکان داده شده و به مدت ۶۰ دقیقه  
در محلی تاریک و در دمای اتاق (۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد) نگاه داشته  
شد. مرحله شستشو مانند دفعه قبل انجام شد.

مقدار ۵۰ میکرو لیتر از سوبسترا و ۵۰ میکرو لیتر از محلول کروموزن  
به هر یک از گوده‌ها اضافه شده طبق همان روش دستی گفته شده عمل  
مخلوط کردن انجام شده و به مدت ۳۰ دقیقه در محلی تاریک و در دمای  
اتاق (۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد) نگاه داشته شد. مقدار ۱۰۰ میکرو لیتر از  
محلول متوقف کننده به هر یک از گوده‌ها اضافه شده و طبق روش گفته  
شده مخلوط گردیده و میزان جذب نور در طول موج ۴۵۰ نانومتر در مقابل  
شاهد هوا اندازه گرفته شد سپس، با کمک نرم افزار تهیه شده توسط  
شرکت سازنده کیت نهایتاً میزان آفلاتوکسین محاسبه گردید.

### قرائت و تفسیر نتایج

میانگین مقادیر جذب مربوط به محلول‌های استاندارد و نمونه‌ها بر  
مقدار جذب مربوط به اولین محلول استاندارد (استاندارد صفر) تقسیم شده  
و در عدد ۱۰۰ ضرب گردید بنابراین استاندارد صفر معادل ۱۰۰٪ شده  
و مقادیر میزان جذب به صورت درصد بیان گردید.



همچنین خراسانی و کریم در سال ۱۳۷۵ با بررسی ۷۳ نمونه از شیرهای تحویلی به کارخانه شیر پاستوریزه تهران با استفاده از روش الیزا نشان دادند که ۸۲/۲ درصد نمونه‌ها آلوده به  $AFM_1$  بودند که در تمامی موارد غلظت این توکسین بالاتر از حد مجاز استاندارد کشورهای اروپایی (EC) یعنی ۵۰-۱۰ نانو گرم در لیتر بود. میانگین آلودگی بدست آمده ۲۵۹/۵ نانو گرم در لیتر با حدود تغییرات ۴۶۳-۵۶ نانو گرم در لیتر بوده است (۱).

در بررسی کامکار ۷۶/۶ درصد نمونه‌های شیر خام مورد مطالعه حاوی آفلاتوکسین  $M_1$  بوده که در ۴۰ درصد آنها غلظت سم بالای حد مجاز بود (۱۰).

در مطالعه‌ای که بر روی میزان وقوع  $AFM_1$  در شیر و فرآورده‌های آن که در منطقه وان ترکیه توسط Bakirci در سال ۲۰۰۱ انجام شد. از تعداد ۹۰ نمونه شیر ۸۷/۷۷ درصد آن با استفاده از روش TLC آلوده به  $AFM_1$  تشخیص داده شد. که ۴۴/۳ درصد از نمونه‌های مثبت بالاتر از حداکثر قابل قبول (۵۰ ppt) بودند و بررسی‌های آماری تفاوت معنی‌داری ( $p > 0/05$ ) بین میانگین غلظت‌های  $AFM_1$  در نمونه‌های شیر اخذ شده از ماه مارس تا آوریل و از مارس تا می را نشان داد. نتایج مشخص نمود که تفاوت معنی‌داری بین محتوای  $AFM_1$  شیر موجود در مخزن و شیر پاستوریزه شیر پس چرخ، ماست، روغن کره و آب پنیر وجود نداشت. محتوای  $AFM_1$  پنیر سفیدشور و پنیر کاشر بالاتر از شیر مخزن بود در حالی که مقادیر آن در نمونه‌های خامه و کره یا پنیر پایین‌تر بود (۵).

Rostogi و همکارانش در سال ۲۰۰۳ با استفاده از روش الیزا نشان دادند که بروز آلودگی به  $AFM_1$  در شیر و فرآورده‌های شیری مخصوص نوزادان در هندوستان ۸۷/۳ درصد بود که دامنه آن در فرآورده‌های شیری مخصوص نوزادان بالاتر ۱۰/۲-۶۵ نانو گرم در لیتر) از شیر مایع (۱۶۴-۲۸ نانو گرم در لیتر) بود. بررسی آلودگی به  $AFB_1$  در خوراک گاوهای شیری مشخص کرد که این آلودگی در دامنه‌ای از ۹۳/۳-۱/۴ میکروگرم در کیلوگرم با میانگین ۱۸ میکروگرم در کیلوگرم بوده که بالاتر از مقررات EC (۵ میکروگرم در کیلوگرم) بود (۱۹).

Lopez و همکاران در سال ۲۰۰۳ با استفاده از روش الیزا، ۷۷ نمونه شیر را در آرژانتین در ماه‌های سپتامبر تا مارس (شیر زمستانی) مورد بررسی قرار دادند که در تمام موارد مقادیر آفلاتوکسین  $M_1$  پایینتر از حد توصیه شده برای فرآورده‌های لبنی بود (۱۳).

Martins و همکاران در سال ۲۰۰۴، ۹۶ نمونه ماست تجارتي (۴۸ عدد ماست ساده و ۴۸ ماست حاوی تکه‌های توت فرنگی) تولید شده در پرتغال را از نظر آلودگی به  $AFM_1$  با استفاده از روش HPLC بررسی نمودند. در ۱۸/۸ درصد از نمونه‌های ماست،  $AFM_1$  در محدوده‌های از ۹۸-۱۹ نانوگرم در کیلوگرم تشخیص داده شد که دو مورد مربوط به ماست ساده و ۱۶ مورد در ماست‌های حاوی قطعات توت فرنگی بوده است (۱۴). در مطالعه دیگری که به منظور تشخیص  $AFM_1$  در نمونه‌های پنیر با استفاده از روش الیزا در منطقه آنکارای ترکیه توسط Sarimehmetoglu و همکاران در سال ۲۰۰۴ انجام گرفت (۲۱) ۴۰۰ نمونه پنیر مورد بررسی قرار گرفت که مقادیر مختلف  $AFM_1$  در ۸۱/۷۵ درصد موارد تشخیص داده شد که ۲۷/۵ درصد موارد بالاتر از حد قانونی ۲۵۰ نانوگرم در کیلوگرم مقرر شده توسط کدکس غذایی ترکیه بوده است (۲۱). Oliveria در سال ۱۹۹۷

ضرایب تغییرات با در نظر گرفتن کل دامنه آنقدر پایین هستند که یک قابلیت تکرارپذیری بالا را برای نتایج مورد نظر تعیین می‌کنند.

## نتایج

نتایج حاصل از این مطالعه در جداول شماره یک تا سه آمده است. به منظور انجام این تحقیق نمونه‌های شیر خشک صنعتی تولید شده در ایران که آماده عرضه به بازار بودند به طور تصادفی از چهار شرکت تولیدکننده عمده (جمعاً به تعداد ۴۲ نمونه) در سه فصل پاییز، زمستان و بهار به منظور مطالعه تاثیر فصل تولید شیر که تعدادی از مطالعات بیانگر این اثر می‌باشد جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند (۷، ۱۶).

تمامی نمونه‌های مورد مطالعه از لحاظ آلودگی به آفلاتوکسین  $M_1$  مثبت بودند و از میان ۴۲ نمونه تعداد ۲۱ نمونه آلودگی بالاتر از حد استاندارد را نشان میدادند که در واقع ۸۰/۷ درصد از کل نمونه‌ها را شامل می‌شد. این حد استاندارد ۵۰ نانوگرم در لیتر و مورد تایید کمیته تخصصی مشترک FAO/WHO می‌باشد. ضمناً در مقایسه با حد استاندارد ۵۰۰ نانوگرم در لیتر، غلظت آلودگی آفلاتوکسینی ۲۶/۹ درصد نمونه‌ها بالای این حد قرار گرفتند. محدوده آلودگی به طور کلی بین ۹۱۴-۳۲ نانوگرم در لیتر در این مطالعه بدست آمد.

براساس آنالیز واریانس یکطرفه میانگین آلودگی بین ۳ فصل مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت ( $p > 0/05$ ).

میانگین آلودگی آفلاتوکسینی محصول کارخانه A با B معنی دار نبود ولی میانگین آلودگی محصول کارخانه A از کارخانه‌های C و D بیشتر بود در ضمن میانگین آلودگی کارخانه B از کارخانه‌های C و D بیشتر بود ( $p > 0/05$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه  $AFM_1$  یکی از متابولیت‌های خطرناک  $AFB_1$  می‌باشد و می‌تواند در شیر گاوهایی که از علوفه یا غذای کنسانتره آلوده به  $AFB_1$  استفاده نموده‌اند وجود داشته باشد. لازم است جهت حفظ سلامت جامعه، شیرهای آلوده به سم را از شیرهای سالم تشخیص و تفکیک نمود و حد مجاز قابل قبولی برای وجود آن در شیر و فرآورده‌های آن تعیین نمود و همچنین با رعایت اصول پیشگیری از رشد قارچ‌های مولد  $AFB_1$  جلوگیری نمود.

گزارشاتی که وجود دارد نشان دهنده این واقعیت است که محققین بیشتر کشورهایی که دارای صنعت دامداری پیشرفته هستند جهت تعیین وضعیت آلودگی شیر و فرآورده‌های آن به  $AFM_1$  تحقیقاتی را انجام داده‌اند.

در ایران نیز در سال ۱۳۶۱ مطالعه‌ای توسط کریم و همکارانش صورت گرفت که با استفاده از روش TLC تعداد ۶۱ نمونه شیر شامل ۵۲ نمونه شیر دامداری‌های اطراف تهران که به صورت اتفاقی برداشت شده بود و ۷ نمونه مربوط به شیرهای پاستوریزه شده آزمایش شد و نتایج نشان داد که ۹۲/۳ درصد از شیرهای خام و ۱۰۰ درصد شیرهای پاستوریزه آلوده به  $AFM_1$  بودند. این محققین میزان آلودگی به  $AFM_1$  را در شیرهای خام بین ۱۰-۶ میکروگرم در لیتر و در شیرهای پاستوریزه ۵-۱ میکروگرم در لیتر گزارش نمودند (۲).

جدول شماره ۱- میانگین و انحراف معیار غلظت آفلاتوکسین M<sub>1</sub> (نانوگرم/کیلوگرم) در شیر خشک‌های صنعتی در فصول مختلف

فصل	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
بهار	۱۰	۳۰۵	۳۰/۵	۵۱	۹۱۴
زمستان	۲۵	۳۲۸	۲۸/۵	۳۲	۶۴۰
پاییز	۷	۳۳۵	۲۷/۸	۳۲	۸۷۹
کل	۴۲	۳۲۴	۲۸/۲	-	-

جدول شماره ۲- میانگین و انحراف معیار غلظت آفلاتوکسین M<sub>1</sub> (نانوگرم/کیلوگرم) در شیر خشک‌های صنعتی کارخانجات مختلف

کارخانه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
A	۱۱	۵۹۵	۲۴/۸	۲۱۵	۹۱۴
B	۱۰	۵۳۶	۹/۶	۳۹۹	۶۶۲
C	۸	۱۶۷	۶/۴	۳۲	۱۹۴
D	۱۳	۵۷	۲/۱	۳۲	۸۹
کل	۴۲	۳۲۴	۳/۲	-	-

جدول شماره ۳- فراوانی مطلق و نسبی توزیع نمونه های کارخانه‌های مختلف برحسب فصل سال

فصل	کارخانه	A	B	C	D
بهار		۴ (۳۶/۴)٪	۰	۳ (۳۷/۵)٪	۳ (۲۳/۱)٪
پاییز		۰	۴ (۴۰)٪	۰	۳ (۲۳/۱)٪
زمستان		۷ (۶۳/۶)٪	۶ (۶۰)٪	۵ (۶۳/۵)٪	۷ (۵۳/۸)٪
جمع		۱۱ (۱۰۰)٪	۱۰ (۱۰۰)٪	۸ (۱۰۰)٪	۱۳ (۱۰۰)٪

تعداد ۹۷ نمونه شیر خشک مورد استفاده در تهیه غذای کودک توسط Golvano و همکارانش مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد ۸۱ نمونه یا ۸۴ درصد نمونه ها دارای آفلاتوکسین M<sub>1</sub> بوده و تنها یک نمونه از نمونه های شیر خشک مورد مطالعه دارای آفلاتوکسین بالای حد مجاز پذیرفته شده بود (۸). بنابراین با توجه به مطالبی که ذکر شد، و همچنین نتایجی که در این تحقیق بدست آمد و با عنایت به اهمیت بالای آفلاتوکسین M<sub>1</sub> در بهداشت مواد غذایی و سلامت انسان و دام که دارای اثرات سمی، سرطان‌زایی

در برزیل تعداد ۳۰۰ نمونه شیر خشک را با روش الیزا مورد بررسی قرار داد نتایج حاصله نشان داد که ۳۳ نمونه یا ۱۱ درصد آنها دارای آلودگی آفلاتوکسینی بوده اند (۱۵). Aycicec و همکارانش نیز در ترکیه نشان دادند که از تعداد ۲۲۳ نمونه انواع فرآورده های شیری، ۵۸/۹۰ درصد آلوده به آفلاتوکسین بوده ولی تنها در ۵/۸ درصد آنها غلظت سم بالای ۰/۰۵ پی پی بود (۴). Garrido همکارانش در سال ۲۰۰۰ با کمک تکنیک الیزا تعداد ۱۳۹ نمونه از انواع شیر را از نظر آفلاتوکسین مطالعه نمودند و تنها ۹/۲۰ درصد نمونه ها دارای آلودگی بالای حد مجاز بودند (۹). در طول ۱۹۹۷



1090.

8- Galvano, F., Glofaro, V., Ritieni, A., Bognanno, M., De Angelis, A., & Galvano, G. 2001; Survey of the occurrence of aflatoxin M1 in dairy products marketed in Italy: Second year of observation. Food Additives and Contaminants, 18(7), 644-646.

9- Garrido, N. S. 2003; Occurrence of AFM1 and milk commercialized in Riberio Brazil. Food Additives and Contaminants, 120 (1), 70-73.

10 - Kamkar, A. 2005; A study on the occurrence of AFM1 in raw milk produced in Sarab city of Iran. Food Control, 16(7), 593- 599

11-Kocabas, C. N., & Sekerel, B. E. 2003; Does systemic exposure to aflatoxin B1 cause allergic sensitization? Allergy, 58, 363

12- Lafont, P., Siriwardana, M., & Lafont, J. 1989; Genotoxicity of hydroxyl- aflatoxins M1 and M4. Microbiology Alimentarius Nutrition, 7, 1-8.

13-Lopez, C. E., Ramos, L. L., Romadan, S. S., & Bulacio, L. C. 2003; Presence of aflatoxin M1 in milk for human consumption in Argentina. Food Control, 14(1), 31-34.

14 - Martins, M. L., & Martins, H. M. 2000; Aflatoxin M1 in raw and ultra high temperature – treated milk commercialized in Portugal. Food Additives and Contaminants, 17(10), 871-874.

15- Oliveria, C.A., Germano, P.M., Bird, C., & Pinto, C.H. 1997; Immunochemical assessment of aflatoxin M1 in milk powder consumed by infants in Sao Paulo, Brazil. Food Additives and Contaminants, 14(1), 7 – 10.

16- Pittet, A. 1998; Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds. An updated review. Revue de Medicine Veterinaire, 149(6), 479-492.

17- Purchase, Y.F.H. 1963; Acute toxicity of aflatoxins M<sub>1</sub> and M<sub>2</sub> in one-day-ducling. Food Cosmetic Toxicology, 5, 339-342.

18- Rothschild, L.J. 1992; IARC classes AFB<sub>1</sub> as class 1 human carcinogen. Food Chemistry, 34, 62-66.

19-Rostogi, S., Dwivedi, D. P., Khanna, K. S., & Das, M. 2004; Detection of aflatoxin M1 contamination in milk and infant milk products from Indian markets by ELISA. Food Control, 15, 287-290.

20- Rustom, I. Y. S. 1997; Aflatoxin in food and feed: Occurrence, legislation and inactivation by physical methods. Food chemistry, 59(1). 57-67.

21 - Sarimehmetoglu, B., Kuplulu, O., & Celik, T. H. 2004; Detection of aflatoxin M<sub>1</sub> in cheese samples by ELISA. Food Control, 15, 287-290.

و ناقص الخلقه زایی می باشد به گونه‌ای که آژانس بین المللی تحقیقات سرطان آنرا در ردیف ترکیبات سرطان‌زا قرار داده است و به علت مشکلات فراوانی که در ارتباط با سم زدایی شیره و فرآورده‌های آن از AFM<sub>1</sub> وجود دارد. به نظر می آید که در حال حاضر بهترین راه مقابله در درجه اول رعایت مسایل بهداشتی و تهیه یک جیره سالم و عاری از هرگونه آلودگی قارچی برای دام‌های شیری در دامداری‌هاست که هم سلامت عمومی دام و افزایش تولید آن حفظ می‌شود و هم سلامت جامعه تامین می‌گردد، ولی چون این روند همیشه قابل انجام نیست باید از روش‌هایی نیز برای از بین بردن قارچ‌ها و متابولیت‌های آنها در اجزای غذایی حیوان استفاده کرد. که به مهمترین آنها در زیر اشاره می‌گردد:

۱ - با توجه به اینکه دامی رشد مطلوب قارچ آسپرژیلوس و تولید حداکثر سم توسط کپک مذکور به ترتیب حدود ۲۵ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد توصیه می‌شود که در دامداری‌ها (در صورت امکان) خوراک دام در دامی پایین‌تر از این محدوده نگهداری شود.

۲ - رعایت استاندارد مربوط به حد مجاز آلودگی شیره به AFM<sub>1</sub> و خوراک دام به AFB<sub>1</sub> در کشور .

### پاورقی‌ها

- 1- Skimmed milk
- 2- RIDASCREEN
- 3- Sensitivity
- 4-Specificity
- 5-Reproducibility

### منابع مورد استفاده

- ۱ - خراسانی، اکبر. ۱۳۵۷؛ بررسی میزان آلودگی آفلاتوکسین M<sub>1</sub> در شیرهای تحویلی به کارخانه شیر پاستوریزه تهران با استفاده از روش الیزا، پایان‌نامه دکتری دامپزشکی دانشکده دامپزشکی - دانشگاه تهران، ۳۹-۱.
- ۲ - کریم، گ.، پروانه، و. و کردی، ج.، ۱۳۶۱؛ بررسی آلودگی شیر به آفلاتوکسین در منطقه تهران، مجله بهداشت ایران، سال یازدهم، شماره ۲-۱، صفحه ۸۴-۷۵.
- 3- Alcroft, R., & Roberts, B.A. 1968; The relationship between AFB<sub>1</sub> intake by cows and excretion of AFM<sub>1</sub> in milk. Veterinary Record, 82, 116-118.
- 4-Aycicec, H., & Abdorahman, A. 2004; Control of AFM<sub>1</sub> contamination in dairy products in Turkey, Food Control, 16 (3), 263- 266.
- 5 -Bakirci, I. 2001; A study on the occurrence of aflatoxin M1 in milk and milk products produced in Van province of Turkey. Food Control, 12, 47-51.
- 6- Creppy, E. E. 2002; Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. Toxicology Letters, 127, 19-28.
- 7- Galvano, F., Galofaro, V., & Galvano, G. 1996; Occurrence and stability of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk and milk products. A worldwide review. Journal of Food Protection. 59 (10), 1079-