مروری بر وقوع افلاتوکسین M_1 در شیر خام و ضایعات اقتصادی ناشی از آن

پوهنوال سیدعارف احـــمدی

دیپارتمنت تکنولوژی و حفظ‌الصـــحه مواد غذایـــی، پوهنځی عـــلوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: sayedarif.ahmadi@yahoo.com

چکیده

افلاتوکسین از جمله سموم خطرناک قارچی بوده که در وقت موجودیت رطوبت و گرمای زیاد و شرایط نامناسب نگهداری، تولید می‌شود و منحیث موادی تهدیدکننده سلامتی انسان به‌شمار می‌رود. این مطالعه به‌هدف بررسی میزان افلاتوکسین M_1 در شیر خام، پاستوریزه و استریلیزه با استفاده از موضوع، مقالات، گزارش‌ها و سایت‌ها از جمله سایت‌های انترنتی مانند دایرکت ساینس (direct science)، الزویر(Elsevier)، سیروس(Scirus)، پاپمیت(PubMed)، سیت(SID) و سازمان جهانی صحت(WHO) مطالعه شده است. شیر از جمله کامل‌ترین ماده غذایی محسوب می‌گردد. لذا آلودگی این ماده غذایی ارزشمند و فرآورده‌های آلوده آن به‌عنوان یک خطر جدی برای صحت عامه بوده و اثرات نامطلوبی بر انسان، حیوانات و محصولات زراعتی دارد که منجر به ایجاد بیماری‌ها و زیان‌های اقتصادی برای آن‌ها می‌شود. توجه به روش‌های کاهش ورود افلاتوکسین M_1 در شیر و فراورده‌های آن امری ضروری است.

اصطلاحات کلیدی: آلوده‌گی؛ افلاتوکسین M_1؛ شیر خام؛ شیر پاستوریزه؛ اضرار اقتصادی

A Review of Aflatoxin M_1 Incidence in Raw Milk and its Economic Losses

Associate Prof. Sayed Arif. Ahmadi

Department of Food Technology & Hygiene, Faculty of Veterinary Sciences, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: sayedarif.ahmadi@yahoo.com

Abstract

Aflatoxins, hazardous fungal toxins, pose serious health risks when produced under conditions of sufficient moisture, heat, and improper preservation. This study systematically reviews the incidence of Aflatoxin M1 in raw, pasteurized, and UHT milk worldwide, along with its economic losses. Utilizing articles, guidelines, and specific databases such as SID, PubMed, Scirus, Elsevier, Science Direct, and WHO sites, relevant literature was examined. Contamination levels were found to be higher during cold seasons compared to warmer periods. Given milk's status as a staple food, its contamination poses a significant risk to public health, with adverse effects on humans, animals, and crops, leading to illnesses and economic losses. Consequently, methods for reducing Aflatoxin M1 in milk and dairy products are imperative.

Keywords: Contamination; Aflatoxin M_1; Raw Milk; Pasteurized Milk; Economic Losses

مقدمه

از میان عوامل متعددی که سبب فساد مواد غذایی می‌شوند، سموم قارچی در درجه‌ی اول از اهمیت به‌سزایی بر خوردار است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه قادر به کنترول و حذف کامل افلاتوکسین نبوده، میلیاردها انسان که در این کشورها زندگی می‌کنند، بیش‌تر در معرض مقادیر زیاد و کنترول نشده‌ی افلاتوکسین قرار می‌گیرند. افلاتوکسین M_1 از جمله میتابولیت‌های حاصله از هایدروکسیلیشن (Hydroxylation) افلاتوکسین B_1 گفته شده است که به‌عنوان فراورده‌ی میتابولیکی در شیر، ادرار و مدفوع حیوان ظاهر می‌گردد (۲). چنان‌چه اگرحیوان با جیره آلوده به افلاتوکسین B_1 تغذیه شود، انزایم‌های موجود در جگر این سم را هایدرولیز نموده و آن را به افلاتوکسین M_1 تبدیل می‌نماید. مطالعات نشان داده است که تغذیهٔ حیوانات با استفاده از خوراکه‌های آلوده به قارچ نه‌تنها باعث مسمومیت و تلفات حیوانات می‌شود، بلکه در محصولات جانبی آن مانند گوشت حیوان نیز ذخیره شده و وارد زنجیره غذای انسان می‌شوند. بخش اعظمی از افلاتوکسین M_1 پس در ترکیب ادرار دفع می‌گردد. اما ۱ تا ۳ درصد از مقدار افلاتوکسین B_1 در خوراکه حیوان پس از هایدروکسیلیشن به کازئین (Casein) شیر متصل شده و به داخل شیر ترشح می‌گردد (۲،۳،۴). تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که شیر بزرگ‌ترین منبع ورود افلاتوکسین M_1 به بدن انسان است(۵). بنابراین، در صورت عدم رعایت اصول بهداشتی در تولید با مصرف شیر و محصولات آن خطر مواجه شدن با افلاتوکسین M_1 افزایش می‌یابد (٦).

مداخله جدی نهادهای دولتی در بهبود فراوری و تولید بهداشتی محصولات زراعتی، سلامت مصرف‌کنندگان و حمایت از تولیدکنندگان دو موضوع مهمی است که باید در جهت بهبود امنیت و سلامت مواد غذایی مورد توجه قرار گیرند. عدم توجه به هر مورد باعث ضایع شدن سرمایه و کاهش دست‌رسی مصرف‌کنندگان به منابع غنی غذایی و یا صدمه به سلامت مصرف‌کننده می‌گردد. از این رو بسیاری از کشورها جهت ممانعت از تأثیر سرطان‌زایی و جهش‌زایی مایکوتوکسین‌ها (Mycotoxin) برای انسان و حیوانات اقدامات جدی را جهت مصرف حداکثر و قابل تحمل آن برای آن‌ها تعیین نموده‌اند(۷). اتحادیه اروپا و وزارت غذا و داروی آمریکا به ترتیب حداکثر حد قابل قبول افلاتوکسین M_1، ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ نانوگرام در هر کیلوگرام وزن بدن مشخص ساخته است (۸-۹).

تاریخچه

در سال ۱۹٦۰ میلادی بیش از یک‌هزار فیل‌مرغ جوان در کشور انگلستان از اثر یك بیماری جدید تحت عنوان بیماری نامعلوم در مدت چند ماه از بین رفتند. محققین پس از مطالعات و بررسی‌های دقیق

دریافتند که بیماری تنها محدود به فیل‌مرغ نبوده و در چوچه مرغابی و بودنه‌های کوهی جوان نیز منجر به تلفات سنگینی شده است. چنین به نتیجه رسیدند که عامل بیماری از طریق تغذیه با ممپلی (۱) بارازیلی به طیور مزبور منتقل و باعث مرگ و میر آن‌ها شده است. سرانجام بعد از آزمایشات متعدد مشخص گردید که خوراکه آن‌ها به اثر آلوده‌گی با سم که منشأ قارچی داشت، باعث تلفات طیور گردیده اند. لذا در سال ۱۹۶۱ میلادی قارچ تولیدکننده بیماری را اسپرژیلوس فلاوس (Aspergilus .Flavou) و سم حاصله را افلاتوکسین (Aflatoxin) نام‌گذاری کردند. کشف این سموم موجب شد که مسئولین به زیان‌های حاصله از سموم قارچی به‌عنوان عامل آلوده‌کننده مواد غذایی و ایجاد بیماری و حتی مرگ در انسان و حیوانات توجه بیشتری نمایند(۷).

در زمستان ۱۹۷۴ م، بیماری افلاتوکسیکوزیس (Aflatoxicosis) در دو ایالات شمالی و ۱۵۰ روستای کشور هند اتفاق افتاد و در این همه گیری ۳۹۷ تن بیمار شدند که از این جمله ۱۰۸ تن شان جان باختند. در سال ۱۹۸۲م، بیماری مزبور در کشور کنیا مشاهده گردید.

در سال ۱۹۸۸م، نهاد تحقیقات بین‌المللی برای سرطان (IARC) افلاتوکسین B_1 را در لیست مواد سرطان‌زا برای انسان قرار داد (۴۴،۱۰). براساس گزارش‌های سازمان خوراکه و زراعت سازمان ملل متحد(FAO) در هر سال میلیون‌ها تن مواد غذایی در اثر آلوده‌گی با مایکوتوکسین‌ها از بین می‌رود. لذا در سال ۱۹۸۸م برنامۀریزی‌های آموزشی زیادی برای کنترول بهداشتی مواد غذایی در سراسر جهان صورت گرفت (۳).

در سال ۱۹۹۰م، بنابر گزارش مرکز کنترول بیماری‌ها (۲) در کشور آمریکا عامل ایجاد بسیاری از موارد مسمومیت‌های غذایی میکروب‌ها و قارچ‌های بیماری‌زا عنوان شده است.

در سال ۱۹۹۰م، روش تعداد مجموع لیکوسایت (TLC) به‌عنوان یکی از روش‌های متداول جداسازی افلاتوکسین مورد توجه بوده و به‌منظور تشخیص و تعیین مقادیر کمی افلاتوکسین به کار رفته شده است. در این روش میزان سم بر حسب NG/G (۱گرام) معادل با ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ نانوگرام (nanogram) گزارش می‌شود (۴۵،۷).

افلاتوکسین‌ها، مایکوتوکسین‌هایی هستند که توسط دو نوع قارچ به نام‌های Aspergilus.Flavous و اسپرژیلوس پارازیتیکوس (Aspergilus. Parasiticus) ایجاد می‌شوند. در کلمه Aflatoxin حروف A و F به ترتیب نماینده جنس قارچ یا Aspergilus و گونه آن Flavous می‌باشند که با کلمه Toxinترکیب شده است (۴۱،۴۰).

مطالعات زیادی در مورد گونه‌های این قارچ شامل Aspergilus.Parasiticus، Aspergilus.Flavous، Aspergilus.nomius و Aspergilus.niger در پوهنتون‌ها و مراکز تحقیقاتی جهان صورت پذیرفته است.

براساس این مطالعات در طبیعت چهار نوع افلاتوکسین اصلی شامل (B_1، B_2، G_1 و G_2) و دو نوع محصول میتابولیکی آن‌ها به نام‌های M_1 و M_2 وجود دارند که می‌توانند خوراکه‌های حیوانی و انسانی مانند (جواری، سورگوم، گندم، سویا، کنجاره، پنبه دانه، ممپلی، میوه خشک) را آلوده سازند (۳۵،۳۴).

افلاتوکسین‌های M_1 و M_2 برای اولین بار از شیر حیوانات که با خوراك آلوده تغذیه شده بودند، جدا شدند (۲۹،۲۸) . این سموم دارای ساختمان مالیکولی مشابه‌ی بوده و یك گروپ از ترکیبات اکسیجن دار هیتروسیکلیك(Heterocyclic) را تشکیل می‌دهند (۲٦،۲۵) .

اگر گاو شیر از خوراکه حیوان که آلوده به افلاتوکسین B (B_2/B_1) تغذیه نماید انزایم‌های موجود در جگر حیوان آن را به افلاتوکسین M_1 تبدیل نموده که در شیر وادرار را دفع می‌شود (۲۴،۲۳) .

این سموم در شیر، پنیر، ممپلی، تخم پنبه دانه، مغز بادام، انجیر و در انواع مختلف خوراك‌های انسانی و حیوانی یافت شده می‌توانند و قابل اندازه‌گیری می‌باشند. گاهی تخم مرغ و محصولات گوشتی به علت استفاده از خوراکه آلوده، آلوده‌گی به افلاتوکسین را نشان می‌دهند. افلاتوکسین‌ها از مسائل مهم بهداشت عمومی به‌شمار می‌روند و می‌توانند در کلیه مراحل تولید، فرآوری، حمل و نقل و ذخیره به مواد غذائی آسیب برسانند (۱۸،۱۷).

فاکتورهایی‌که می‌توانند زمینه‌های لازم جهت رشد قارچ و تولید افلاتوکسین را ایجاد نمایند و شامل آلوده‌گی محصولات زراعتی قبل از درو، به تعویق افتادن زمان خشك کردن محصولات و بالابودن درصدی رطوبت آن، آفات نباتی و انباری، شرایط نگهداری مواد غذایی در انبار(از نظر میزان درجه حرارت و رطوبت) می‌شوند. همچنین عواملی مانندی استرس (Stress) ناشی از کمبود آب و خشك‌سالی، باروری ضعیف گیاهان و تراکم زیاد آن‌ها در مزرعه، وجود علف‌های هرزه، افزایش درجهٔ حرارت محیط در ازدیاد قارچ‌ها و تولید سم نقش دارند (۳۸،۳۷،۳٦).

حساسیت فردی حیوانات به سم افلاتوکسین به‌طور قابل توجهی متفاوت بوده و به‌گونه، سن، جنس و تغذیه حیوان بستگی داشته طوری‌که حیوانات جوان‌تر دارای بیشترین حساسیت به این سم می‌باشند (۳۹).

عواملی چون وضعیت تغذیه، وجود عوامل بیماری‌زا مانند ویروس هپاتیت (Hepatitis Virus) و یا آلوده‌گی‌های پارازیتی در ایجاد بیماری در انسان نقش داشته و مواردی مانند محدودیت دسترسی به مواد غذایی، فراهم بودن وضعیت محیطی مناسب جهت رشد قارچ‌ها، نبود سیستم کنترولی و مراقبت به‌خصوص هنگامی که انسان برای مدت طولانی در معرض مقدارهای کم سم قرار می‌گیرد، می‌تواند موارد بروز بیماری را افزایش دهد (۴۰).

اثرات سم افلاتوکسین بالای سلامتی انسان و حیوان

انسان به‌وسیله‌ی مصرف غذاهای آلوده با سم‌های قارچی در معرض خطر قرار می‌گیرند و چون جلوگیری از رشد قارچ‌ها در مواد غذایی آسان نیست؛ بنابراین پیش‌گیری از بیماری‌های قارچی در انسان وحیوان مشکل می‌باشد.

در بعضی از کشورهای جهان از جمله تایوان، اوگاندا و هندوستان مواردی از بروز افلاتوکسیکوزیس انسانی از اثر مصرف غذاهای آلوده گزارش شده است. اما در کشورهای توسعه یافته به دلیل نبود وجود سیستم‌های کنترول دقیق، فروش مواد غذایی آلوده ممنوع بوده و بیماری به‌ندرت مشاهده می‌شود (۴۵،۴۴،۴۲).

علایم کلینیکی مشاهده شده در انسان و حیوان شامل اختلال در دستگاه هاضمه، جلوگیری از فعالیت سیستم ایمنی، کاهش تولید مثل، افزایش ضریب تبدیل غذا، کاهش شیر و تخم مرغ، کم خونی، یرقان و کاهش رشد می‌باشد. ایجاد سرطان توسط افلاتوکسین به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است و جگر عضو اصلی است که در بیشتر گونه‌ها آسیب می‌بیند. نتایج حاصله از این مطالعات حاکی از آن است که افلاتوکسین‌های B_1، M_1، G_1 باعث ایجاد انواع سرطان در گونه‌های مختلف حیوانات می‌شود. حیواناتی‌که تحت تأثیر افلاتوکسین قرار گرفته اند، اشتهای شان کم شده و تلفات ناشی از این سموم قابل مشاهده است (۴۵). چنان‌چه میزان دریافتی افلاتوکسین در خوراکه خوک بین ۱۰۰PPB -۴۰۰ باشد، میزان رشد کاهش می یابد. اما اگر میزان دریافتی بیش از ۴۰۰ PPB گردد. ضایعات جگر، خون‌ریزی در اعضای داخلی و حتی مرگ مشاهده خواهد شد؛ درحالی‌که علایم کلینیکی در گوساله و گاوها وقتی ظاهر می‌شود که به ترتیب میزان افلاتوکسین۱۵۰ PPB و۶۰۰ PPB در نمونه دریافت گردد (۴۴).

اگر انسان روزانه برای مدت طولانی کمتر از ۱۰ میکروگرام در برابر هر کیلوگرام وزن بدن افلاتوکسین B_1 دریافت نماید، به عوارض زود گذر و موقتی مبتلا می‌شود. اما چنان‌چه این میزان به ۵۰ میکروگرم برسد، اثرات کلینیکی مهمی رخ خواهد داد و تظاهرات اپیدمیولوژیکی اتفاق می‌افتد (۲).

مطالعات انجام شده در آسیا وآفریقا نشان می‌دهد که جیره‌های غذایی حاوی افلاتوکسین از عوامل ایجاد سرطان جگر در انسان هستند. بنابراین، محققین بیمارستان‌ها و مراکز درمانی سراسر جهان در جستجو و تلاش برای مشخص نمودن علل سرطان جگر می‌باشند.آن‌ها پس از بررسی‌های زیادی پی برده‌اند که افراد در معرض فاکتورهای خطر مانند التهاب جگر، سیروز جگر، افلاتوکسین‌ها، پیری و عوامل ارثی احتمال مبتلا شدن شان به سرطان جگر بیشتر است. فاکتورهای خطر عواملی هستند که چانس مبتلا شدن انسان را به یك بیماری افزایش می‌دهند (۴۳).

زیان‌های اقتصادی ناشی از افلاتوکسین M_1

زیان‌های اقتصادی ناشی از آلوده شدن مواد غذایی و خوراکه حیوانات و طیور به افلاتوکسین‌ها شامل خسارات اقتصادی وارده به صنعت مال‌داری، تلفات حیوانات و طیور، زیان‌های وارده به محصولات زراعتی، شیوع بیماری‌های حیوانی در فارم‌ها و مرغ‌داری‌ها، ضعیف شدن سیستم ایمنی حیوانات، کاهش رشد و تولید، افزایش ضریب تبدیل مواد غذایی و هزینه‌های برنامه‌ریزی جهت کاهش خطرات می‌گردد.

براساس گزارش‌های (FAO) سالانه ۲۰ درصد از محصولات غذایی تولید شده در جهان به‌وسیله سموم قارچی آلوده می‌شوند که در این نوع آلوده‌گی افلاتوکسین‌ها سهم بیشتری نسبت به سایر سموم دارند. همچنین میزان زیان‌های ناشی از حذف مواد غذایی آلوده و خسارات وارده به محصولات زراعتی آمریکا در هر سال ۱۰۰ میلیون دالر اعلام شده است (۴۴).

طبق بررسی‌های مراکز کنترول و جلوگیری امراض (CDC) و اداره دارو و غذای سازمان ملل (FDA) -۳ ۱۴ درصد از جمعیت آمریکا سالانه به مسمومیت غذایی مبتلا می‌شوند که از این تعداد تقریبا ۹۰۰۰ تن آن‌ها در سال در اثر مایکوتوکسین‌ها و باقی‌مانده‌های دارویی، مواد کیمیایی زراعتی و هورمون‌ها از بین می‌روند(۲).

بنابر آن‌چه ذکر گردید، در حال حاضر پیش‌گیری و خنثی‌سازی این سموم در خوراکه حیوانی و انسانی از مسایل مهمی اند که صنایع غذایی جهان به آن روبرو است و باید جهت حفظ بهداشت و سلامتی افراد جامعه با برنامه‌ریزی‌های دقیق نسبت به حذف آن‌ها از مواد در شکل مزمن علاوه بر تغییرات در جگر، کاهش در رشد، کاهش در راندمان تغذیه، تغییرات در گرده، اختلال در متابولیزم پروتیین‌ها و چربی‌ها دیده شده و در شکل حاد بیماری علایمی چون بی‌حالی، درد ناحیه شکم، اسهال، سقوط راست روده(Rectal prolapse) و سرانجام مرگ مشاهده می‌شود (۵).

افلاتوکسین‌ها در جگر حیوانات دچار استقلاب (Metabolism) می‌شوند و غلظت زیاد آن می‌تواند باعث بیماری‌های جگر و سرانجام سبب مرگ حیوان گردد. اما در غلظت‌های کم می‌تواند عوارض گوناگونی مانند ایجاد نواقص مادر زادی، خون‌ریزی در عضلات و کاهش فعالیت‌های سیستم ایمنی را در بر داشته باشد (۱۰).

مروری آثار

مطالعات متعددی در خصوص ارزیابی میزان افلاتوکسین M_1 در شیر خام و پروسس شده در ایران انجام شده است (۱۱) و همکاران تعداد ۸۹ نمونه از شیر پاستوریزه موجود در سطح عرضه شهر اصفهان مورد

ارزیابی قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که اوسط آلوده‌گی به افلاتوکسین M_1، ۳۰ نانوگرام بر لیتر بوده و شیر تولید شده در خارج از شهر اصفهان (۳۷.۵ درصد بیش از حد ستندرد اروپا) آلوده‌گی بیش‌تری نسبت به شیر پاستوریزه تولید داخل شهر (۳.۶۳ درصد بیش از حد ستندرد اروپا) داشتند (۱۲). در ارزیابی ۷۵ نمونه شیر پاستوریزه در شهر مازندران اوسط آلوده‌گی را ۶۳.۸۴ نانوگرام بر لیتر ارزیابی نمودند که ۱۳ درصد از نمونه‌ها آلوده‌گی بیش از حد ستندرد ایران را داشتند (۱۳). به‌طور کلی در مطالعاتی که طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۱ خورشیدی بر روی شیر پاستوریزه اهواز صورت گرفته، نشان می‌دهد که وضعیت شیر پاستوریزه از نظر آلوده‌گی به افلاتوکسین بهبود یافته است (Ghiasian and Alborzi) بیان می‌دارد که از که حضور افلاتوکسین M_1 در شیر متداول بوده و آثار زیان‌بار آن نیز نشان داده شده است. لذا ضرورت ارزیابی میزان افلاتوکسین در شیر و مقایسه وضعیت موجود با مطالعات گذشته که در شهرستان‌های شهر کرمان انجام شده است (۱۶، ۱۸)، محققین را بر آن داشت تا این مطالعه را با هدف اندازه‌گیری مقدار افلاتوکسین M_1 شیر پاستوریزه عرضه شده در شهر کرمان و رفسنجان در دو فصل زمستان سال ۱۳۹۷ خورشیدی (ماه دلو و حوت) و تابستان سال ۱۳۹۸ خورشیدی (ماه سرطان و اسد) به‌منظور بررسی وضعیت بهداشتی شیر توزیع شده در شهر کرمان محقق سازند (۱۷).

گزارش‌های مختلفی در مورد شیوع آلوده‌گی نمونه‌های شیر به افلاتوکسین M_1 وجود دارد و مطالعات قبلی در ایران نیز در بیشتر موارد درصد بلند آلوده‌گی را نشان داده‌اند (۴۶). (Unusan,.) در مطالعه‌ی ۸۲.۲ درصد و در مطالعه‌ی دیگر ۹۲.۳ درصد از نمونه‌های شیر تهران را آلوده به افلاتوکسین M_1 گزارش نمودند. مطالعه‌ی (۱۰) نشان داد که ۷۶ درصد نمونه‌های شیر مورد مطالعه به مایکوتوکسین آلوده دریافت گردید. در مطالعه‌ی(Ghiasian)، میزان آلوده‌گی شیر خام به افلاتوکسین M_1، ۶۴ درصد گزارش گردید. همچنین در مطالعات مشابه (۱۵) ۶۲۴ نمونه شیر پاستوریزه شهر شیراز ،(۱۶) ۱۲۸ نمونه شیر پاستوریزه شهر تهران، (۱۸) ۱۴۴ نمونه شیرخام و پاستوریزه شهر ارومیه و ۹۰ نمونه شیر پاستوریزه در اردبیل گزارش گردید که ۱۰۰ درصدی نمونه‌ها به افلاتوکسین M_1 آلوده بودند.

در مطالعه‌ی (Riazipour) و همکاران که روی شیر خشک سه کارخانه تهران، گرگان و مجتمع مغان در سال ۲۰۱۰ میلادی با استفاده از روش الایزا انجام گرفت، ۹۷ درصد از نمونه‌ها با اوسط ۷۷۰ نانو گرام در لیتر آلوده تشخیص داده شد (Riazipour). در مطالعه (ISIRI) در سال ۲۰۰۵میلادی تمامی نمونه‌های مورد مطالعه از لحاظ آلوده‌گی به افلاتوکسین M_1 مثبت بودند و از میان ۸۰.۷ درصد از کل نمونه‌ها آلوده‌گی بالاتر از حد ستندرد دریافت گردیده است.

(Kos) و همکاران (۱۹۷۷) میلادی اعلام کردند که افلاتوکسین M_1 در روند حرارتی پایدار است. در مراحل نگهداری ماست، سطح افلاتوکسین به میزان کمی کاهش می‌یابد و افزایش کمی در غلظت افلاتوکسین M_1 در ماست پس از تخمیر را گزارش کردند.

(Pour) و همکاران (۲۰۰٦) میلادی در یک مطالعه در منطقه آفیون کاراهیسار (Afyonkarahisar) ترکیه، سطح آلوده‌گی افلاتوکسین M_1 را (در ۱۷۷ نمونه ماست صنعتی ۱۰۴ نمونه ماست معمولی، ۲۱ نمونه ماست میوه‌ی و ۵۲ نمونه ماست چکیده) به روش الایزا (ELISA) مورد بررسی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که ۱۱.۵۳درصد از ماست‌های معمولی، ۹.۵۲ درصد از ماست‌های میوه‌ی و ۲۱.۱۵ درصد از ماست‌های چکیده بالاتر از حد ستندرد آلوده به افلاتوکسین بودند.

در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۰۸ خورشیدی (۱۰) و همکاران روی شیر تحویلی به کارخانجات شیر پاستوریزه تهران و با استفاده از روش الایزا بر روی ۷۳ نمونه شیر انجام گرفت، ۸۲.۲ درصد از نمونه‌ها با اوسط آلوده‌گی ۲۵۹ نانوگرام در لیتر تشخیص داده شد که این میزان حدود نصف ستندرد ملی و بین‌المللی است. در مطالعه (۲۴) در سال ۲۰۰۷خورشیدی بر روی شیر خام انجام شد که ۵۴ درصد از نمونه‌ها آلوده تشخیص داده شدند. در مطالعه (۱۹) در سال ۲۰۰۷ مشخص شد که میزان آلوده‌گی افلاتوکسین M_1 شیر پاستوریزه در ماه‌های دلو، حوت و حمل همگی ۱۰۰ درصد مثبت دریافت گردیده بود. بر اساس ستندرد (Food and Drug Association (FDA) آمریکا و نیز ستندرد کودکس (Codex Alimentarius) حداکثر مجاز باقی‌مانده افلاتوکسین M_1 در شیر ۵ میکروگرام در لیتر و خوراکه حیوان ۲۰ میکروگرام در لیتر می‌باشد (۲۷،۳۱). جدول(۱) مطالعات انجام شده بر روی میزان آلودگی شیر گاو با افلاتوکسین M_1 در ایران و سایر کشورها جهان معرفی می‌دارد.

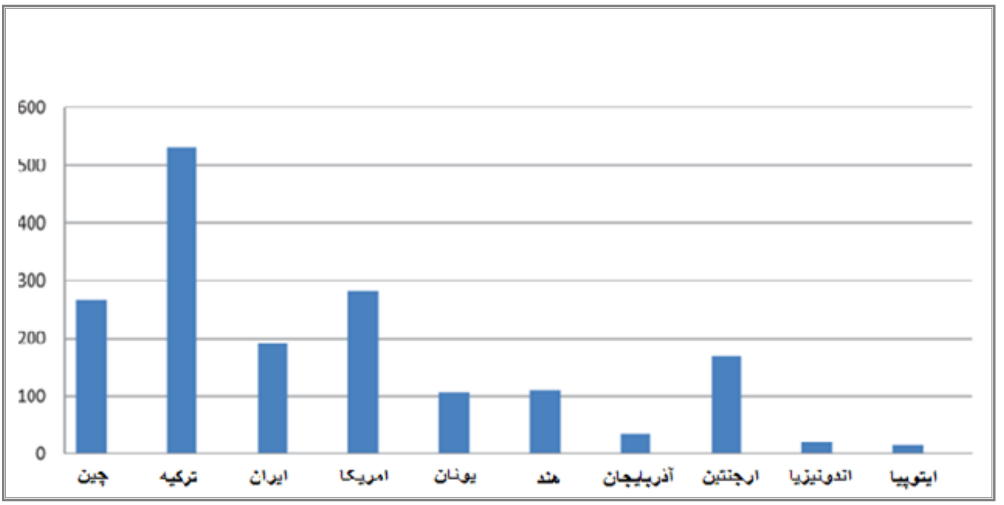
جدول۱: مطالعات انجام شده بر روی میزان آلودگی شیر گاو با افلاتوکسین M_1 در ایران و سایر کشورها

https://jfh.tabriz.iau.ir/article_517460.html

مکان	نوع شیر	تعداد نمونه	درصد نمونه‌های (حاوی افلاتوکسین M_1 بیش از حد مجاز ستندارد اتحادیه اروپا)	منبع
پاکستان	خام	۱۶۸	۹۹.۴	۸
تهران (ایران)	پاستوریزه	۱۲۰	۷۸	۲۵
ترکیه	استریلیز شده	۱۲۹	۴۷	۲۸
گرگان (ایران)	خام	۹۸	۳۱.۵	۲۴
تهران (ایران)	خام	۹۸	۲۵.۱	۳۲
رشت (ایران)	خام	۹۸	۱۸.۳	۳۳
شیراز (ایران)	پاستوریزه	۶۲۴	۱۷.۸	۱۵
مراکش	پاستوریزه	۵۴	۷.۴	۳۰
مشهد(ایران)	پاستوریزه	۱۱۰	۵.۴	۴۷
کویت	استریلیزشده	۱۰۵	۳.۸	۴۸
بارازیل	استریلیزشده	۴۰	۲.۶	۴۹

(Lee) و همکار در سال ۱۳۹۱خورشیدی به تعداد ۹۰ شیر خام گاو اطراف شهر تبریز را با روش الایزا مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که درصد ۱۰۰ نمونه‌ها آلوده به AFM_1 بودند. تحقیقات (Lee) و همکاران در سال ۲۰۱۰ م، نشان داد که از ۸۴ نمونه شیر خام جمع‌آوری شده از شهر لاهور پاکستان، ۸۱ درصد نمونه‌ها آلوده‌گی بالاتر از حد مجاز اتحادیه اروپا و آمریکا دریافت نمودند (Muhammadet al). در تحقیقی که توسط (Lee) و همکاران در سال ۲۰۰۹ م در کشور کوریا بر روی ۱۰۰ نمونه شیر خام انجام شد، ۴۸ نمونه آلوده به AFM_1 گزارش شد که در هیچ کدام از نمونه‌ها آلوده‌گی بالاتر از حد مجاز از ستندرد کشور کوریا PPT ۵۰ دریافت نگردید.

در گراف (۱) تعداد اخطارهای مربوط به افلاتوکسین توسط سیستم هشدار سریع غذا و خوراکه(Rapid (RASFF Alert System for Food and Feed در ۱۰ کشور با بالاترین تعداد اخطار در محدوده زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ آمده است که البته سطح تولید در کشورهای نام برده باید در نظر گرفته شود و به‌صورت درصد مقایسه گردد.



گراف۱: مقدار افلاتوکسین در ۱۰ کشور با بالاترین تعداد اخطار در محدوده زمانی ۲۰۱۵-۲۰۱۹
(https://www.farsnews.ir/news/s).

در آخر با توجه به خطرات این سم قارچی و آلوده شدن طیف وسیعی از مواد غذایی و حتی محصولات مراقبتی و آرایشی بر پایه گیاهی و بروز خطرات جبران‌ناپذیر روی سلامت انسان‌ها و از طرفی ایجاد خسارات اقتصادی به دلیل برگشت داده شدن اجناس صادراتی و به دلیل این‌که حتی به‌کار بردن راهکارهای صنعتی موجود برای کاهش میزان افلاتوکسین در محصولات زراعتی، نمی‌توانند باعث کاهش ۱۰۰ درصدی آلوده‌گی‌های افلاتوکسینی شوند، بهتر است اولاً با آگاهی از شرایط رشد و نموی قارچ و تولید افلاتوکسین در مراحل قبل و بعد از برداشت، از فراهم شدن شرایط لازم برای تولید این سم قارچی جلوگیری شود و ثانیاً تولیدکنندگان مواد غذایی، قبل از ورود محصولات به بازار میزان آلوده‌گی‌های افلاتوکسینی آن‌ها را در لابراتوارهای مواد غذایی بررسی کنند تا هم از بروز اثرات نامطلوب روی سلامت جامعه و هم از بروز زیان‌های اقتصادی آن جلوگیری شود (https://www.farsnews.ir/news/s).

نتیجه‌گیری

افلاتوکسین‌ها میتابولیت‌های سمی قارچ‌ها هستند که توسط گونه‌های مختلف اسپرژیلوس تولید می‌شوند. این سموم در ایجاد بیماری‌زایی از قبیل سرطان جگر، هپاتیت مزمن و سیروز نقش بسیار مهمی دارند. حضور افلاتوکسین در لبنیات یک مشکل بسیار جدی و مهم برای سلامت عمومی، مخصوصاً برای نوزادان و کودکان است که بیشترین مصرف‌کننده این محصولات به‌شمار می‌روند. برای کاهش میزان افلاتوکسین در شیر؛ کنترول تغذیه حیوانات شیرده که به نوعی از شیر آن‌ها استفاده می‌شود از لحاظ آلوده‌گی به افلاتوکسین M_1 باید مورد توجه قرار گیرد.

استفاده از شیوه‌های مدیریتی در پرورش حیوانات و کنترول منظم میزان آلوده‌گی خوراکه حیوان، واحدهای تولیدکننده خوراکه حیوانات و استفاده از سیستم‌های تشویقی برای واحدهای تولیدکننده شیر عاری از این سم و همچنین جریمه واحدهای تولیدکننده شیر با مقادیر سم بالاتر از حد مجاز می‌تواند به تولید شیر سالم کمک نماید. همچنین توصیه می‌شود که از تغییر مداوم مقادیر حد مجاز باقیمانده افلاتوکسین در خوراکه حیوانات و شیر پرهیز گردد.

منابع

1. IARC Mycotoxins maximum permissible level in food and feed. . 1st Revision of standard number 5925 .http://www.isiri.gov.ir/portal/files/std/5925.pdf :International Agency for Research on Cancer (1998).
2. Gigli I. Milk Proteins: From Structure to Biological Properties and Health Aspects: BoD–Books on Demand; (2016).
3. Yildyrim E, Ilina L, Laptev GY, Zaitsev SY. Influence of Zaslon®-Fito enterosorbent of mycotoxins on rumen microbiome and productivity of dairy cows (2019); .*Agricultural Biology* ۵۴.(6): 53.- 144.
4. Tudu S, Ranjan A, Kumari P, Choudhary A. Aflatoxin M1 in Milk of Cow in Relation to Lactation Period and Yields.; (2020) *IJRESM* .10-10107: (10)3.
5. Van der Fels-Klerx H, Vermeulen L, Gavai A, Liu C. Climate change impacts on aflatoxin B1 in maize and aflatoxin M1 in milk: A case study of maize grown in Eastern Europe and imported to the Netherlands.; (2019) (*PloS One*14-1: (6)14.
6. Hussain I, Anwar J, Asi MR, Munawar MA, Kashif M. Aflatoxin M1 contamination in milk from five dairy species in Pakistan) .2010 ;(*Food control* .4-122: (2)221.
7. Rahimi E, Bonyadian M, Rafei M, Kazemeini H. Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran .*FCT*- 31-129:(1)48:2010.
8. Set E, Erkmen O. The aflatoxin contamination of ground red pepper and pistachio nuts sold in Turkey .*FCT*.37,-2532:(9-8)48
9. Creppy EE. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe .*Toxicology letters*. 28-19:(3-1)127;2002
10. ISIRI. Mycotoxins maximum permissible level in food and feed. . 1st Revision of standard number 5925 .http://www.isiri.gov.ir/portal/files/std/5925.pdf :Institute of Standard and Industrial Research of Iran; 2009.[Farsi]
11. Rasti-Ardakany M, Ranjbari AR, Hydari MR. Aflatoxin M1 Contamination Rate in Pasteurized Milk in Isfahan City, Iran .(2018); *JHSR*; 271-265 :(2)14 .Farsi
12. Ali Nia F, Babaee Z. Determination of aflatoxin M1 in Mazandaran Province at the first half of (2012); 0 .*JMUMS* 6-40 :(93)22.
13. Behfar A, Khorasgani ZN, Alemzadeh Z, Goudarzi M, Ebrahimi R, Tarhani N .Determination of Aflatoxin M1 levels in produced pasteurized milk in Ahvaz City by using HPLC) .(2012) ;*JJNPP* ;(2)7 :
14. Ghiasian, S.A., Maghsood, A.H., Neyestani, T. and Mirhendi, S.H. Occurrence of Aflatoxin M1 in raw milk during the summer and winter seasons in Hamedan, Iran. Journal of Food Safety,; (2007)27: 188-198.
15. Alborzi, S., Pourabbas, B. and Rashidi, M. Aflatoxin M_1 contamination in pasteurized milk in Shiraz. (2006)Food Control, 17: 582-594.
16. Tajik, H., Rohani, S.M. and Moradi, M., Detection of Aflatoxin M_1 in raw and commercial pasteurized milk in urmia, iran. Pakistan Iournal of Biological Science, (2007) 10(22): 4103-4107.
17. Rohani FG, Aminaee MM, Kianfar M. Survey of aflatoxin M1 in cow's milk for human consumption in Kerman Province of Iran .*FAC* :Part B ;(2011) 4(3): 191-4.
18. Mohajeri A, Mohajeri F, Amiri A, Khorramdel Azad H, Ahmadi Z, Asadollahi Z, et al. Occurrence of aflatoxin M1 in raw and pasteurized milk produced in Ardabil, Iran .*Journal of Community Health Research*; (2015)9-215 :(3)4.
19. Gholampour, A.I., Khoushnevis, S.H. and Hashemi, S.J. Aflatoxin M_1 level in pasteurized and sterilized milk of Babol city. Tehran University Medical Journal, (2007). 65: 20-24 [In Farsi].

20. Muhammad K, Tipu MY, Abbas M, Khan AM, Anjum AA. Monitoring of aflatoxin M1 in market raw milk in Lahore City, Pakistan. Pakistan Journal of Zoology. (2010); 42(6):697-700.
21. Lee JE, Kwak B-M, Ahn J-H, Jeon T-H. Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk in South Korea using an immunoaffnity column and liquid chromatography. Food Control. 2009; 20(2):136-38.
22. Kos J, Lević J, Đuragić O, Kokić B, Miladinović I.Occurrence and estimation of aflatoxin M1 exposure in milk in Serbia. Food Control. (2014); 38:41-46.
23. Riazipour, M., Tavokoli, H.R., Razzaghi-Abyaneh, M., Rafati, H. and Sadr Momtaz, M.T. Measuring the amount of M_1 Aflatoxin in pasteurized milk. Kowsar Medical Journal, (2010); 15: 89-93 [In Farsi].
24. Tajkarimi M, Shojaee Aliabadi F, Salah Nejad M, Pursoltani H, Motallebi AA, Mahdavi H. Seasonal study of aflatoxin M1 contamination in milk in five regions in Iran. Int J Food Microbiol (2007); 116(3): 346-349.
25. Oveisi, M.R., Jannat, B., Sadeghi, N., Hajimahmoodi, M. and Nikzad, A. Presence of Aflatoxin M_1 in milk and infant milk production Tehran, iran. Food Control, (2007); 18: 1216-1218.
26. Khaneghahi Abyaneh H, Bahonar A, Noori N, Yazdanpanah H, Shojaee Aliabadi MH .Aflatoxin M1 in raw, pasteurized and UHT milk marketed in Iran .*FAC: Part B*. (2019); 44-236 :(4)12.
27. Hussein, H.S. and Brasel, J.M. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals, Toxicology (2001), 167: 101-134.
28. Unusan, N. Occurrence of Aflatoxin M1 in Uht Milk in Turkey. Food and Chemical Toxicology, (2006) 44, 1897-1900.http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2006.06.010
29. Pardakhti A, Maleki S. Risk Assessment of Aflatoxin M1 Contamination of Milk in Iran .*IJER* (2)13 (2019) .71-265 .
30. Zinedine A, Mañes J. Occurrence and legislation of mycotoxins in food and feed from Morocco. Food Control. ;(2009);20(4):334–44. doi: 10.1016/j.foodcont.2008.07.002 Nabizadeh S, Shariatifar N, Shokoohi E, Shoeibi S, Gavahian M, Fakhri Y, et al .Prevalence and probabilistic health risk assessment of aflatoxins B 1, B 2 ,G 1, and G 2 in Iranian edible oils .*ESPR*; 2018.70-35562(35)25
31. Ismair, Y. and Ruston, S. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical mthods. Food Chemistry, (1996). 59(1): 57-67.
32. Tajkarimi M, Aliabadi-Sh F ,Nejad AS, Poursoltani H, Motallebi A, Mahdavi H. Aflatoxin M1 contamination in winter and summer milk in 14 states in Iran.; (2008) FC. 36-1033(11)19.
33. Pour noormohammadi Sh, Ansari M, Nezakati Alfata L. Determination of aflatoxin m1 in pasteurized milk consumed in Rashed province .*JKUMS*-271: (3)16;201.80 Farsi.
34. Akkaya L, Birdaney YO, Oguz H, Cemek M. Occurrence of aflatoxin M_1 in yogurt samples from Afyonkarahisar, Turkey. Bull; (2009)
35. Nazari A, Nourouzi H, Movahedi M, Khaksarian M. Measurement of aflatoxin m1 in raw and pasteurized cow milk samples by HPLC;(2007) YAFTEH. 56-49 :(3)9; Farsi.
36. Doster M, Michailides T. Aspergillus molds and aflatoxins in pis.;(1990) PP; 1994. 90-583 :(6)84.
37. Moretti A, Pascale M, Logrieco AF. Mycotoxin risks under a climate change scenario in Europe . *TFST*. 40-38:84.
38. Milićević D, Petronijević R, Petrović Z, Đjinović-Stojanović J, Jovanović J, Baltić T, Janković S. Impact of climate change on aflatoxin M1 contamination of raw milk with special focus on climate conditions in Serbia. ;(2019) JSFA. 10-5202 :(11)99.
39. Shekhar M, Singh N, Bisht S, Singh V, Kumar A. Effects of Climate Change on Occurrence of Aflatoxin and its Impacts on Maize in India .;(2018) .Int J Curr Microbiol App Sci. 16-109 ;(6)7.

40. Yu J ,Wu F, Hennessy DA. The impact of climate change on aflatoxin contamination in US corn. ;(2018) Annual Meeting, August 5-7, Washington, D.C ,.Agricultural and Applied Economics Association.
41. Gizachew D, Chang C-H, Szonyi B, De La Torre S, Ting W-tE. Aflatoxin B1 (AFB1)production by Aspergillus flavus and Aspergillus parasiticus on ground Nyjer seeds: The effect of water activity and temperature .;(2019) *IJFM*.13-8 :296.
42. Udomkun P ,Tirawattanawanich C, Ilukor J, Sridonpai P, Njukwe E, Nimbona P ,Vanlauwe B. Promoting the use of locally produced crops in making cereal-legume-based composite flours: An assessment of nutrient ,antinutrient, mineral molar ratios, and aflatoxin content .FC.8-651 :286; (2019).
43. Ansari F, Pourjafar H, Christensen L. A study on the aflatoxin M1 rate and seasonal variation in pasteurized cow milk from northwestern Iran.;(2019). EMA-6 :(1)191.
44. Alizadeh-Choobari O, Najafi M. Extreme weather events in Iran under a changing climate .*CD* ;(2018). 60-249: (2-1)50.
45. FAO. Gateway to dairy production and products. Milk and milk products http://www.fao.org/ dairy-production-products/products/en/. 2017.
46. Ismail A, Akhtar S, Levin RE, Ismail T, Riaz M, Amir M. Aflatoxin M1 :Prevalence and decontamination strategies in milk and milk products; (2018) *CRM*.-418: (3) 42.27.
47. Karim, G. Study on the contamination of raw bulk milk with aflatoxin M1 in Tehran area using ELISA method. J. of Paj.and Saz. (1998) 40-42, 163-165.
48. Dashti B, Al-Hamli S, Alomirah H, Al-Zenki S, Bu Abbas A, Sawaya W. Levels of aflatoxin M1 in milk,cheese consumed in Kuwait and occurrence of totalaflatoxin in local and imported animal feed. Food Control; (2009) 686-690.
49. Shundo , Occurrence and estimative of aflatoxin M1 intake in UHT cow milk in Paraná State, BrazilFood Control, Volume 53, ; (2015), Pp. 222-225.