مروری نظام‌مند بر فراوانی آفلاتوکسین M1 در شیر و سایر فرآورده های لبنی در ایران

فرزاد احمد زاده [۱]، مریم میرلوحی [۲]، فاطمه محمدحسنی [۳]

مقاله مروری

چکیده

مقدمه: آفلاتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه قارچی هستند که توسط بعضی از گونه‌های قارچی مانند آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس پارازیتیکوس و به ندرت آسپرژیلوس نومیوس تولید می‌شوند. این قارچ‌ها تقریبا در همه جا وجود دارند و در طیف وسیعی از محصولات کشاورزی مانند حبوبات، غلات، میوه خشک یافت می‌شوند. آفلاتوکسین‌ها ترکیبات بسیار سمی هستند که دارای قابلیت سرطان‌زایی، جهش‌زایی، ناقص‌الخلقه‌زایی و هم‌چنین باعث سرکوب سیستم ایمنی می‌شوند و ارگان هدف برای سمیت و سرطان‌زایی، کبد می‌باشد. کمیته اروپا و کدکس حداکثر مقدار مجاز آفلاتوکسین را در شیر و سایر محصولات لبنی ۵۰ نانوگرم در لیتر تعیین کرده‌اند. هدف از انجام این مطالعه مرور نظام‌مند مطالعات انجام گرفته در کشور و بررسی نتایج آن‌ها از حیث ایمنی شیر و فرآورده‌های لبنی از نظر وجود و مقدار آفلاتوکسین M1 می‌باشد.

روش‌ها: جهت دریافت مقالات مرتبط، ذخایر علمی الکترونیک در کشور شامل SID و هم‌چنین دربانک‌های اطلاعاتی Medline، Science Direct، PubMed، Elsevier، Scopus با استفاده از کلمات کلیدی Aflatoxin M1، pasteurized milk، UHT milk، Raw milk،Yoghurt،cheese و معادل فارسی آن ها از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ جستجو شد که از ۴۲ مقاله مرتبط با موضوع، ۲۳ مقاله تحقیقاتی مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: آلودگی شیر و سایر فرآورده‌های لبنی مورد بررسی، در اکثر مطالعات فراتر از استاندارد تعیین شده توسط کمیته غذایی کدکس و سازمان ملی استاندارد ایران (۵۰ نانوگرم در لیتر) بوده است.

نتیجه‌گیری: بررسی مطالعات صورت گرفته در ایران گویای این مطلب است که بیشترین توجه در میان محصولات لبنی بر شیر پاستوریزه و سپس شیر استریلیزه متمرکز بوده و بقیه محصولات سهم کمی را در مطالعات صورت گرفته، برخوردارند. در اکثر مطالعات، آلودگی بالاتر از استاندارد اتحادیه اروپا و سازمان ملی استاندارد ایران بوده است؛ بنابراین سلامت مصرف‌کنندگان خصوصا" کودکان در معرض خطر است.

واژه‌های کلیدی: آفلاتوکسین M1، شیر خام، شیر پاستوریزه، شیر UHT، ماست، پنیر

ارجاع: احمد زاده فرزاد، میرلوحی مریم، محمدحسنی فاطمه. **مروری نظام مند بر فراوانی آفلاتوکسین M1 در شیر و سایر فرآورده های لبنی در ایران.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۴؛ ۱۱(۲): ۲۰-۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۰۶**

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲. استادیار، مرکز تحقیقات امنیت غذایی، گروه صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: m-mirlohi@hlth.mui.ac.ir

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

مقدمه

آفلاتوکسین‌ها متابولیت های سمی قارچی هستند که در شرایط مناسب از نظر دما و رطوبت توسط برخی از گونه‌های قارچی در محصولات کشاورزی و فرآورده‌های غذایی تولید شده و مصرف آن‌ها همراه با مواد غذایی تهدیدی برای سلامت انسان به شمار می‌آید (۳-۱). مهم‌ترین گونه‌های مولد این سموم آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس پارازیتیکوس و به ندرت آسپرژیلوس نومیوس می‌باشند (۵-۴). از میان ۱۸ نوع آفلاتوکسینی که تا کنون شناسایی شده است، چهار نوع متداول آن در غذای انسان و خوراک دام با عناوین B1، B2، G1، G2 شناسایی و طبقه‌بندی شده‌اند (۷-۶)، از گونه آسپرژیلوس فلاووس تنها توانایی تولید آفلاتوکسین B مشاهده شده است در حالی که سایر گونه‌های این جنس قارچی توانایی تولید هر دو نوع اصلی سم آفلاتوکسین (B و G) را دارا هستند (۸). قارچ‌های تولید کننده سم آفلاتوکسین با پراکندگی وسیعی در محصولات کشاورزی مثل غلات (گندم، جو، برنج)، علوفه خشک، انواع آجیل (بادام زمینی، پسته)، میوه‌های خشک و هم‌چنین نان خشک ظاهر می‌شوند (۹). به طور کلی، تولید آفلاتوکسین در غذا و خوراک دام وابسته به عوامل محیطی از جمله فصل، منطقه جغرافیایی، شرایط برداشت، ذخیره سازی و فرایند غلات معرفی شده است. در این رابطه از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تولید آفلاتوکسین B1 در خوراک دام می‌توان به دما و رطوبت اشاره کرد، به طوری که گونه‌های قارچی مانند آسپرژیلوس فلاووس و آسپرژیلوس پارازیتیکوس به راحتی در حدود رطوبت ۱۸-۱۳ درصد و رطوبت محیطی ۶۰-۵۰٪ قادر به رشد می‌باشند (۹).

دریافت آفلاتوکسین توسط دام از طریق غذا با جذب آن در عضله و سایر ارگان‌ها و متعاقبا" با ترشح آن در شیر همراه است (۱۰). آفلاتوکسین‌ها ترکیبات بسیار سمی هستند که قابلیت ایجاد جهش ژنتیکی، ناقص‌الخلقه زایی و سرطان‌زایی به این ترکیبات نسبت داده شده است. علاوه بر این، کاهش سطح ایمنی بدن و سرکوب سیستم ایمنی از دیگر عوارض مواجهه با آفلاتوکسین شناخته شده است. این عوامل به عنوان یکی از ریسک فاکتورهای سرطان کبد در انسان و حیوان معرفی شده اند. گزارشات نشان می دهند که سمیت حاد آفلاتوکسین M1 مشابه یا اندکی کمتر از آفلاتوکسین B1 می باشد ولی قدرت سرطان‌زایی آن ۱۰ برابر کمتر ارزیابی شده است (۱۰). بر اساس مطالعات موجود، رابطه خطی بین مقدار آفلاتوکسینB1 موجود در خوراک دام و آفلاتوکسین M1 شیر دام های تغذیه شده با همان خوراک دام مشاهده شده است، به طوری که حدود ۶/۲-۰/۳٪ از آفلاتوکسین B1 مصرف شده توسط دام به آفلاتوکسین M1 تبدیل و در شیر ترشح می‌شود (۱۱).

در این رابطه گزارش شده است که بعد از ۱۲ تا ۲۴ ساعت از مصرف خوراک حاوی آفلاتوکسین B1 توسط دام، آفلاتوکسین M1 در شیر قابل شناسایی و تشخیص خواهد بود. در مقابل؛ با قطع مصرف خوراک حاوی آفلاتوکسین B1، محو کامل آفلاتوکسینM1 (کاهش میزان آن تا حدود غیر قابل تشخیص) در شیر پس ازمدت زمان ۷۲ ساعت حاصل خواهد شد (۱۲). در گذشته آفلاتوکسین B1 و آفلاتوکسین M1 توسط آژانس تحقیقات بر روی سرطان در سازمان جهانی بهداشت (IARC یا International Agency for Research on Cancer) به ترتیب در گروه یک و دو مواد سرطان زا طبقه‌بندی بندی شده بودند. اما، در سال‌های اخیر به دلیل مشاهده آثار خطرناک‌تری از آفلاتوکسین M1، این ترکیب نیز توسط این سازمان در گروه ۱ مواد سرطان زا قرار گرفته است (۱۳).

در قوانین و استانداردهای تعیین شده برای حدود مجاز باقیمانده آفلاتوکسین در شیر تفاوت های قابل ملاحظه‌ایی در بین کشورهای مختلف وجود دارد. بخشی از این تفاوت‌ها ممکن است به علت تفاوت در میزان مصرف سرانه شیر در این نقاط باشد که متوسط دریافت، میزان آلاینده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با این حال بررسی فراوانی آفلاتوکسین در

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

شیر و لبنیات در مناطق مختلف جهان، موضوع بسیاری از مطالعات ایمنی غذا را، به خود اختصاص داده است. در این مورد در ایران نیز مطالعاتی صورت گرفته است. هدف از انجام مطالعه حاضر مرور نظام مند مطالعات صورت گرفته بر فراوانی آفلاتوکسین در شیر و سایر فرآورده های لبنی در ایران است.

روش‌ها

جهت دریافت مقالات مرتبط، ذخایر علمی الکترونیک در کشور شامل SID و همچنین دربانک های اطلاعاتی Elsevier ، PubMed،Science Direct،Medline Scopus، با استفاده از کلمات کلیدی Aflatoxin Raw ،UHT milk،pasteurized milk،M1 Ice ، butter،Yoghourt،cheese،Yoghurt،milk cream و معادل فارسی آنها جستجو شد. تعداد ۴۲خلاصه مقاله از نتایج جستجو حاصل شد. با بررسی اولیه خلاصه مقالات، متن کامل تعداد ۲۳ مقاله تحقیقاتی کاملا" مرتبط با موضوع گردآوری شد. نتایج کلیه مطالعات بر اساس نوع ماده لبنی مورد آزمایش طبقه بندی شد. از آن جایی که اندازه گیری آفلاتوکسین M1 در شیر و لبنیات نیازمند استفاده از روش های پیشرفته دستگاهی است، نوع روش تشخیص به کار رفته در هر مطالعه در بررسی نتایج منظور شد تا مقایسه مطالعات با در نظر گرفتن روش مورد استفاده آن ها، انجام گیرد.

یافته‌ها

بررسی مطالعات به دست آمده نشان داد که ۱۹مقاله فراوانی آفلاتوکسین M1 رادر شیر و ۸ مقاله در پنیر مورد بررسی قرار داده اند.

بررسی منابع از لحاظ روش مورد استفاده جهت تعیین آفلاتوکسین M1 نشان داد که حجم قابل توجهی از مطالعات با استفاده از کیت های تجارتی صورت گرفته است به طوری که در مطالعات انجام شده در ایران در ۸۳٪، ۱۲٪ و ۵٪ از آن ها به ترتیب از کیت تجارتی مبتنی بر روش های ایمنی الایزا، روش کروماتوگرافی کاغذی TLC و کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا استفاده شده است. اما پیچیدگی و نیاز به دستگاه‌های پیشرفته باعث شده است تا عمده تحقیقات در این زمینه در کشور با استفاده از کیت‌های آماده تجارتی مبتنی بر روش‌های ایمنی صورت گیرد.

فراوانی آفلاتوکسین M1 در شیر در ایران

در جدول ۱ نتایج مطالعات صورت گرفته از بررسی مقدار آفلاتوکسین M1 در شیر خام، پاستوریزه و UHT در ایران نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات مندرج در این جدول این مطالعات از سال ۲۰۰۵ در ایران آغاز شده است. حضور و شیوع آفلاتوکسین در شیر خام یا انواع گرمادیده آن در ۱۹ مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است، بیشترین توجه در این زمینه بر شیر پاستوریزه متمرکز بوده، به طوری که در ۱۵ مطالعه شیر پاستوریزه از حیث مقادیر آفلاتوکسین بررسی شده است و شیر خام و شیر استریل به ترتیب در ۷ و ۶ مطالعه مورد بررسی قرار گرفته اند.

نتایج مطالعات صورت گرفته بر شیر خام، در جدول ۱ نشان می‌دهد که حداقل در دو مطالعه، کلیه نمونه های جمع‌آوری شده در ارومیه و اردبیل حاوی باقیمانده آفلاتوکسین M1 گزارش شدند (۱۵-۱۴). شیوع درصد بالایی از نمونه‌های مثبت و آلوده به آفلاتوکسین در سایر مطالعات نیز بیش از ۵۰٪ و اکثرا" در حدود ۸۰ درصد از کل نمونه‌ها بوده است. در این مورد قابل توجه است که در تنها مطالعه صورت گرفته با استفاده از روش کروماتوگرافی با عملکرد بالا توسط تاج کریمی و همکاران است که تعداد ۳۱۹ نمونه شیر خام از نقاط مختلف کشور مورد آزمایش قرار گرفتند، کمترین تعداد نمونه مثبت گزارش شده است. این موضوع شاید به دلیل تنوع بالای نمونه‌های شیر و سطح تشخیص دقیق‌تر روش مورد استفاده و حذف نمونه‌های مثبت کاذب باشد. در این مطالعه، علاوه بر شیوع پایین آلودگی هیچ موردی تجاوز از حدود استاندارد گزارش نشده است (۱۶). فراوانی نمونه‌های آلوده به حدود خارج از استاندارد در بین نمونه‌های شیر خام در دو مطالعه‌ایی که ۱۰۰٪ نمونه‌ها را آلوده تشخیص داده‌اند، به ترتیب ۶ و ۳۳ ٪ گزارش شده است (۱۵-۱۴). با این حال،

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

گزارش موارد خارج از حدود استاندارد در مورد شیر خام در ۶ مطالعه از ۷ مطالعه صورت گرفته تکرار شده است و حدود ۴ تا ۴۰ درصد از کل نمونه ای مورد مطالعه در مطالعات مختلف در کشور را تشکیل می دهد(۱۲،۱۴). حداکثر بازه ذکر شده در مطالعه کامکار و همکاران۲۸۰- ۱۵ نانوگرم در لیتر گزارش شده است. در مطالعه اخیر بالاترین بازه آلودگی از نظر غلظت آفلاتوکسین نیز گزارش گردیده است، اما بالاترین میانگین آلودگی در نمونه های جمع آوری شده در استان اصفهان ۷۲ نانوگرم در لیتر در مطالعه ی رحیمی و همکاران گزارش شده است.

در مورد نمونه‌های شیر پاستوریزه بررسی کلیه‌ی شاخص‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر گویای گستردگی بیشتر شیوع آلودگی در این نمونه‌ها است، به طوری که ۱۰ مطالعه از ۱۵ مطالعه انجام شده ۱۰۰٪ نمونه‌های مورد آزمایش را آلوده به باقیمانده آفلاتوکسین یافتند (جدول ۱). گزارش موارد حدود خارج از استاندارد نیز بیش از اطلاعات ارائه شده از نمونه‌های شیر خام می‌باشد. اگرچه مطالعه‌ای در ارومیه هیچ مورد تجاوز از حدود استاندارد را در میان نمونه‌های شیر پاستوریزه اعلام نکرده است (۱۷). اما در استان‌های مازندران و خراسان حدود بالایی از نمونه‌های خارج از استاندارد از ۶۰ تا ۱۰۰٪ نمونه‌های مورد بررسی گزارش شده است که نشان‌دهنده آلودگی وسیع نمونه‌های فوق در استان‌های شمالی کشور می‌باشد (۱۹-۱۸). بالاترین میانگین آلودگی شیرهای پاستوریزه در مطالعه اخیر در مازندران و بیش از ۴ برابر حد استاندارد گزارش شده است (۱۵). در مطالعات صورت گرفته در استان‌های مرکزی، جنوبی و غربی، اگر چه به نظر می‌رسد شیوع آلودگی به طور کلی کمتر باشد اما بالاترین گزارش آلودگی از نمونه‌ایی در استان‌های مرکزی بیش از ۱۰ برابر حد مجاز در مطالعه‌ی فلاح و همکاران ارائه شده است (۲۰).

می‌توان گفت هماهنگی روش‌های مورد استفاده جهت تشخیص در مطالعات صورت گرفته بر شیر پاستوریزه، امکان بیشتری برای مقایسه آن‌ها فراهم می‌سازد. در مورد شیرهای استریلیزه، بررسی مطالعات گویای این مطلب است که آلودگی کلیه نمونه‌ها (۱۰۰٪) به آفلاتوکسین، در ۴ مطالعه از ۶ مطالعه صورت گرفته مشاهده می‌شود و بیشترین درصد تجاوز از حدود استاندارد را در مطالعه اصفهان شاهد هستیم که بیش از ۹۵٪ از نمونه‌ها را شامل شده است (۱۲) و در این دسته از محصولات نیز، مطالعه‌ی ارومیه هیچ موردی را خارج از استاندارد گزارش نکرده است (۱۷). پس از اصفهان؛ مشهد، تهران، استان‌های مرکزی و شهرکرد به ترتیب موارد خارج از استاندارد را گزارش نموده‌اند که مطالعه‌ی مشهد بیشترین میانگین آلودگی (۱۳۷ نانوگرم در لیتر) را دارا است. در مقایسه با محصولات پاستوریزه سطح آلودگی در این گروه (محصولات استریل) تقریبا" یکسان مشاهده می‌شود. اگر چه کمتر بودن تعداد مطالعات به نسبت شیر پاستوریزه مقایسه را در این امر مشکل می‌سازد (جدول ۱).

تأثیر فرایند حرارتی بر میزان آفلاتوکسین

در مطالعات مختلفی که تأثیر فرایند حرارتی را روی شیر بررسی کرده‌اند، نتایج متفاوتی به دست آمده است. در اکثر مطالعات فرایند حرارتی تأثیری بر کاهش آفلاتوکسین M1 نداشته است (۱۴). در مطالعه‌ای که در شهرکرد و اصفهان در سال ۲۰۰۹ توسط رحیمی و همکاران انجام شده است، نشان داده شد که فرایند حرارتی تأثیری بر کاهش آن نداشته است (۱۲). همچنین (Bakirci, et al) در سال ۲۰۰۱ در ترکیه ثابت کردند که پاستوریزاسیون تأثیری در کاهش آفلاتوکسین M1 نداشته است (۱) (Bilandzic N) در سال ۲۰۱۰ در کرواسی نیز نشان داد که فرایند حرارتی باعث کاهش آفلاتوکسین M1 نشده است (۲۱). اما تعداد اندکی از مطالعات تأثیر مثبت فرایند حرارتی را در کاهش آفلاتوکسین نشان داده‌اند؛ به طور مثال، Purchase در آفریقای جنوبی نشان داد که پاستوریزاسیون باعث کاهش ۸۶-۳۲٪ آفلاتوکسین M1 در شیر شده است و همچنین (and Kirmier Butcher) در سال ۱۹۷۷ نشان داد که میزان کاهش در حد ۱۳-۶ ٪ بوده است (۱). با توجه به مروری بودن این مطالعه و عدم انجام تست آزمایشگاهی، نمی‌توانیم تأثیرگذار بودن یا نبودن حرارت را گزارش نماییم، ولی آن چه آشکار است، آلودگی بالا و گسترده نمونه های حرارت دیده است که گویای عدم کفایت این پروسه در مقابله با آفلاتوکسینM1 می باشد و ذکر این نکته قابل توجه است که تحقیقات نشان داده است، جداسازی خامه از شیر مقدار آفلاتوکسین M1 را تا حدودی تحت‌تأثیر قرار می‌دهد که ۸۰٪ آن در شیری که خامه آن گرفته شده (شیر پس چرخ)

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

باقی می‌ماند و تقریبا ۳۰٪ آن با (SNF یا Solids not fat خصوصا" کازئین در ارتباط است (۲۲).

آفلاتوکسین M1 در سایر فرآورده های لبنی

در مورد وجود آفلاتوکسین M1 در سایر فرآورده‌های لبنی مثل کره و بستنی و خامه در ایران مطالعات اندکی صورت گرفته است. تحقیقات نشان داده است که در فرایند تهیه کره از آن جا که غشای پروتئینی اطراف گلبول‌های چربی شکسته شده، آفلاتوکسین M1 با پروتئین باند شده و از کره جدا می‌شود، در نتیجه آفلاتوکسین در کره چندین برابر کمتر از شیر بوده است (۲۰).

امروزه به علت میزان مصرف بالای بستنی خصوصا" در میان کودکان بررسی میزان آلودگی آن به آفلاتوکسین حائز اهمیت می‌باشد. در این زمینه ۳ مطالعه در ایران انجام شده است که بازه آلودگی آن‌ها ۱۹۷/۴-۲/۱ نانوگرم در کیلوگرم بوده است. بیشترین میانگین آلودگی مربوط به شهرکرد با ۶۵/۱ نانوگرم در کیلوگرم است، در مطالعه عزیز ا.. فلاح و همکاران در ۴ استان مرکزی ۲۷/۷٪ از نمونه‌های مورد آزمایش، آلودگی بیشتر از استاندارد را داشته‌اند که بیشترین درصد تجاوز از حدمجاز بوده است. نزدیکی تعداد نمونه‌ها و هم چنین بازه‌ی زمانی انجام مطالعات، امکان بیشتری را جهت مقایسه میان آن‌ها فراهم می‌سازد.

نتایج بررسی مطالعات صورت گرفته بر فراوانی آفلاتوکسین M1 در ماست در ایران

مطالعات زیادی در زمینه تأثیر فرایند تولید ماست بر روی کاهش آفلاتوکسین M1 در جهان انجام شده است که ایران سهم اندکی را در این زمینه دارا است، ۲ مطالعه صورت گرفته بر ماست گویای آلودگی این محصول در ایران به آفلاتوکسین است، هر چند که تعداد کم این مطالعات قضاوت در مورد وضعیت این محصول را دشوار می‌سازد. در این میان مطالعه عزیزا... فلاح در سال ۲۰۱۰ ، ۶۶٪ نمونه‌های ماست را آلوده به آفلاتوکسین M1 با آلودگی در حدود ۱۱۹- ۱۵ نانوگرم بر کیلوگرم گزارش نمود که ۲۰/۶٪ از آن‌ها دارای آلودگی بالاتر از حد تعیین شده توسط اتحادیه اروپا (EC) و کمیته غذایی کدکس بوده است (۱۷) و بالاترین میزان آلودگی را برای این محصول در بین مطالعات گزارش نموده است.

برخی از محققین معتقد هستند که تشکیل ماست تأثیری بر میزان آفلاتوکسین M1 نداشته و در مقابل برخی از مطالعات نشان دادند که تشکیل ماست تأثیر قابل توجهی در کاهش آن داشته است. Guariis, et al در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که طی تخمیر ماست، میزان آفلاتوکسین M1 کاهش یافته است. از دلایل این کاهش می‌توان به کاهش PH، تولید اسیدهای آلی و حضور اسید لاکتیک باکتری‌ها اشاره کرد. کاهش PH طی تخمیر باعث تغییر ساختار پروتئین‌های شیر از جمله کازئین شده و در نتیجه اتصال آفلاتوکسین و کازئین کمتر شده است (۱۸).

آفلاتوکسین M1 در پنیر

در میان فرآورده‌های لبنی، پنیر تنها فرآورده‌ای است که مستعد رشد قارچ و تولید آفلاتوکسین می‌باشد که حضور آفلاتوکسین می‌تواند به دلایلی مثل وجود آفلاتوکسین M1 در شیر مورد استفاده یا رشد قارچ هایی مثل آسپرژیلوس در خود پنیر و تولید آفلاتوکسین‌های B1 ، B2، G1، G2 و یا وجود آفلاتوکسین در پودر شیر مورد استفاده در تهیه پنیر باشد (۱۳). مطالعات نشان داده است که آفلاتوکسین M1 در پنیر نسبت به فرایندهای حرارتی استریلیزاسیون و پاستوریزاسیون و فرآیندهای رسیدن و نگهداری مقاوم بوده است (۱۳)، طبق مطالعه‌ای که توسط vilsit, et al در سال ۲۰۰۷ در ترکیه انجام شد، فرایند رسیدن پنیر کاهشی در حدود ۹/۸٪ در میزان آفلاتوکسین داشته است. هم‌چنین به خاطر توانایی بالای آفلاتوکسین M1 در شکستن کازئین شیر و تبدیل کازئین به قسمت های کوچکتر و بیشتر شدن سطح تماس در فرآیند تولید پنیر غلظت این سم در قسمت کشک بیشتر بوده است (۱۳).

بر اساس مطالعات موجود میزان سطح آفلاتوکسین M1 در پنیر به دلایلی مثل طرز تهیه آن، میزان آلودگی شیر مورد استفاده، نوع پنیر، شرایط رسیدن پنیر، روش اندازه‌گیری و

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

روش آنالیز آن می‌توانند متفاوت باشد (۱۹). تحقیقات نشان داده است که میزان آفلاتوکسین M1 موجود در پنیر تهیه شده از شیر ۳ تا ۸ برابر بیشتر از خود شیر بوده است (۲۰). قابل ذکر است که بیشتر بودن آفلاتوکسین در پنیر به نسبت شیر می تواند به علت بالاتر بودن غلظت کازئین در آن باشد (۱۳).

نتایج مطالعات صورت گرفته بر پنیر، در جدول ۲ نشان می‌دهد در ۸ مطالعه صورت گرفته، آلودگی ۱۰۰٪ در هیچ یک گزارش نشده است. بازه آلودگی ۱۲۰۰-۷/۲ نانوگرم در کیلوگرم بوده است و گسترش کمتر آلودگی را در این محصول نسبت به شیر پاستوریزه و استریلیزه شاهد هستیم. بیشترین مطالعات بر روی پنیر سفید انجام شده است و تنها یک مطالعه پنیر خامه‌ای را مورد مطالعه قرار داده است.

کمترین مقدار آلودگی۷/۲ نانوگرم در کیلوگرم در استان گیلان و بیشترین مقدار آلودگی، ۱۲۰۰ نانوگرم در کیلوگرم مربوط به مطالعه‌ی عزیزا... فلاح بوده، که در ۴ استان مرکزی ایران انجام شده است (جدول ۲). میانگین آلودگی در پنیر خامه‌ای در مقایسه با پنیر سفید و فتا کمتر مشاهده شده است به صورتی که میانگین آلودگی در مطالعه‌ای که توسط عزیزا... فلاح در اصفهان و یزد انجام شده است در پنیر سفید، ۲۴۷/۷ نانوگرم در کیلوگرم ولی در پنیر خامه‌ای، ۲۳۰ نانوگرم در کیلوگرم بوده است (۱۷). در آخرین مطالعه صورت گرفته در استان اصفهان حدود ۲۰٪ از نمونه های مورد آزمایش آلودگی فراتر از حدمجاز را دارا بودند (۲۳).

جدول ۱. فراوانی آفلاتوکسین M1 در شیرهای خام، پاستوریزه و UHT در ایران

شهر	نوع شیر	تعداد نمونه	نمونه مثبت	بازه آلودگی (نانوگرم در لیتر)	میانگین (نانوگرم در لیتر)	تجاوز از حدمجاز EC/Codex	منبع	روش تشخیص
مشهد	UHT	۶۲	٪۱۰۰	۲۲-۳۸۹	۱۳۷	٪۸۰/۶	مختاریان و همکاران ۲۰۰۵	ELISA
سراب	خام	۱۱۱	٪۷۶/۶	۱۵-۲۸۰		٪۴۰	کامکار ۲۰۰۵	TLC
شیراز	پاستوریزه	۶۲۴	٪۱۰۰			٪۱۶/۱۹	البرزی و همکاران ۲۰۰۶	ELISA
ارومیه	خام	۷۲	٪۱۰۰	۴/۳-۹۸/۱	۲۱/۲۴	٪۶/۲۵	تاجیک و همکاران ۲۰۰۷	ELISA
	پاستوریزه	۷۲	٪۱۰۰	۵/۱ -۲۸/۵	۸/۷۳			ELISA
مشهد	پاستوریزه	۱۱۰	٪۱۰۰			٪۵/۴	کریمی و همکاران ۲۰۰۷	ELISA
۱۴استان ایران	خام	۳۱۹	٪۵۴		۵۷	-	تاج کریمی و همکاران ۲۰۰۸	HPLC
اصفهان	پاستوریزه	۲۴	٪۱۰۰		۷۲	٪۶۶/۶	رحیمی و همکاران ۲۰۰۹	ELISA
	UHT	۲۴	٪۱۰۰		۷۵	٪۹۵/۸		
	خام	۸۰	٪۸۲/۵		۷۲	٪۴۷/۵		
شهرکرد	پاستوریزه	۲۴	٪۱۰۰		۴۹	٪۴۱/۶۶	رحیمی و همکاران ۲۰۰۹	ELISA
	UHT	۲۴	٪۱۰۰		۵۶	٪۵۰		
	خام	۶۰	٪۸۵		۶۲	٪۳۳/۳۳		
تبریز	پاستوریزه	۵۰	٪۱۰۰	۳/۷۵-۵۰/۵۵		٪۶۲	موثق ۲۰۰۹	ELISA
تهران	UHT	۲۱۰	٪۵۵/۲	۲۱-۸۷		٪۳۳/۳	حشمتی و همکاران ۲۰۱۰	ELISA
اهواز	پاستوریزه	۳۱۱	٪ ۴۲/۱		۴۳/۳	٪۱۲/۵۵	رحیمی و همکاران ۲۰۱۰	ELISA

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

استان‌های مرکز ایران	پاستوریزه	۱۱۶	٪۷۱/۵	۵/۸–۵۲۸/۵	۷۳/۸	٪۲۶/۷	عزیزالله فلاح ۲۰۱۰	TLC
	UHT	۱۰۹	٪۶۲/۳	۵/۶–۵۱۵/۵	۷۴/۳	٪۱۷/۴		ELISA
سنندج	خام	۲۴۰	٪۹۴/۱۶		۱۲/۶۵	٪۴/۴	محمدیان و همکاران ۲۰۱۰	ELISA
	پاستوریزه	۳۲	٪۳۱		۱۲/۴۳	٪۴/۴		
خراسان	پاستوریزه	۱۹۶	٪۱۰۰	۱۹–۱۲۶	۷۴/۳۱	٪۸۰/۶	محمدیسانی و همکاران ۲۰۱۰	ELISA
استان‌های مرکز ایران	پاستوریزه	۹۱	٪۷۲/۵	۱۳–۲۵۰	۵۲	٪۳۶/۲	عزیزالله فلاح ۲۰۱۰	ELISA
اردبیل	خام	۱۰	٪۱۰۰				نعمتی و همکاران ۲۰۱۰	ELISA
	پاستوریزه	۶۴	٪۱۰۰	۲/۹–۸۵		٪۳۳		
ارومیه	پاستوریزه	۴۰	٪۱۰۰		۲۲/۲۳		محمدی و همکاران ۲۰۱۰	ELISA
	UHT	۴۰	٪۱۰۰		۱۹/۵۳			ELISA
مازندران	پاستوریزه	۷۲	٪۱۰۰	۱۷۸/۸–۲۵۳.۵	۲۳۰/۲	٪۱۰۰	سفیدگر و همکاران ۲۰۱۱	ELISA
مازندران	پاستوریزه	۷۵	٪۹۶	۲۲/۱–۹۷.۵۵		٪۶۲/۶۷	قلی پور و همکاران ۲۰۱۲	ELISA

جدول ۲: فراوانی آفلاتوکسین M1 در پنیر در ایران

شهر	نوع پنیر	تعداد نمونه	نمونه مثبت	بازه آلودگی (نانوگرم در کیلوگرم)	میانگین (نانوگرم در کیلوگرم)	تعداد تجاوز از EC/Codex	منبع	روش تشخیص
تهران	پنیر فتا	۸۰	٪۸۲/۵	–	–	٪۶۰/۶	کامکار ۲۰۰۶	TLC
اصفهان و یزد	پنیر سفید	۱۱۶	٪۸۰/۱	۲۷۵/۷–۷۴۴/۵	۲۴۷/۷	٪۲۸/۴	عزیزالله فلاح و همکاران ۲۰۰۹	ELISA
	پنیر خامه ای	۹۴	٪۷۲/۳	۵۸/۳–۷۵۸/۵	۲۳۰/۱	٪۱۹/۱		ELISA
ارومیه	پنیر خامه ای	۴۰	–	–	۲۱/۹۶	–	محمدی و	ELISA
	پنیر فتا	۴۰	–	–	۴۳/۳	–	همکاران ۲۰۱۰	
استان های مرکزی ایران	پنیر سفید	۷۲	٪۸۱/۹	۳۰–۱۲۰۰	۲۹۷	٪۳۰/۵	عزیزالله فلاح ۲۰۱۰	ELISA
گیلان	پنیر سفید	۹۰	٪۸۸/۶۶	۷/۲–۴۱۳	۱۵۱/۹۷	٪۲۳/۳۳	مرتضی علیزاده و همکاران ۲۰۱۲	ELISA
تهران	پنیر سفید	۵۰	٪۶۰	۴۰/۹–۳۷۴	۵۳/۳۹	٪۶	حمیدرضا توکلی ۲۰۱۲	ELISA

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

شهر کرد	پنیر سفید	۴۰	٪۴۰	۳۱/۹-۵۰۵/۷	۱۳۳/۲	-	نیلچیان و همکاران ۲۰۱۲	ELISA
اصفهان	پنیر سفید	۵۰	٪۶۶	۷۲-۲۹۷	۱۶۲/۷	٪۱۸/۱۸	اصفهانی و همکاران ۲۰۱۳	ELISA

جدول ۳. میزان آفلاتوکسین M1 در سایر فراورده‌های لبنی

شهر	نوع فراورده لبنی	تعداد نمونه	تعداد نمونه مثبت	بازه آلودگی (نانوگرم در کیلوگرم)	میانگین (نانوگرم در کیلوگرم)	تعداد تجاوز از EC/Codex	منبع
استان های مرکزی	بستنی	۳۶	٪۶۹/۴	۱۵-۱۳۲	۴۱	٪۲۷/۷	عزیزالله فلاح ۲۰۱۰
ایران	کره	۳۱	٪۲۵/۸	۱۳-۲۶	۵	٪۹/۶	
بابل	بستنی	۴۵	٪۲۲/۲	۱/۲-۱۰۳	۳۳/۹۸	٪۲۲/۲	خوشنویس وهمکاران ۲۰۱۲
شهر کرد	بستنی	۴۰	٪۲۹	۲۰/۱-۱۹۷/۴	۶۵/۱	-	نیلچیان و همکاران ۲۰۱۲

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر گویای این مطلب است که روش غالب در اندازه گیری آفلاتوکسین در ایران، استفاده از کیت های تجارتی الایزا بوده است و بیشترین توجه در میان محصولات لبنی بر شیر پاستوریزه و سپس استریلیزه متمرکز بوده و بقیه محصولات سهم کمی را در مطالعات صورت گرفته، برخوردارند. در اکثر مطالعات، آلودگی بالاتر از استاندارد اتحادیه اروپا و سازمان ملی استاندارد ایران بوده است؛ بنابراین سلامت مصرف کنندگان خصوصا کودکان به علت مصرف بالا و توانایی پایین آنها برای تغییر زیستی سرطان زاها، درمعرض خطر است. وجود مطالعاتی که تمامی نمونه های شیر خام، پاستوریزه و استریلیزه را آلوده به آفلاتوکسین M_1 نشان داده اند و همچنین بازه ی بالای آلودگی، گویای وضعیت نامطلوب این دسته از محصولات پرمصرف در کشورمان است و با توجه به ادامه روند حضور این سم قارچی در محصولات مشتق شده از شیرهای آلوده، تاثیر کم و ناکافی فرآیندهای حرارتی و تبدیلی را بر این نوع آلودگی خاطر نشان می شود. از راه های مهم کنترل سم، جلوگیری از آلودگی خوراک دام به آفلاتوکسین B_1 بوده و در صورت آلودگی بالا، عدم استفاده از آن توصیه می گردد.

References

1. Bakirci I. A study on the oc currence of aflatoxin M in milk and milk products produced in Van province of Turkey. Food Control 2001;12(1):47-51.
2. Mohammadi H. A review of Aflatoxin M1, Milk, and Milk products. Aflatoxins-Biochemistry and Molecular Biology Croatia: Intech 2011.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

3. Anfossi L, Baggiani C, Giovannoli C, D'Arco G, Passini C, Giraudi G. Occurrence of aflatoxin M in Italian cheese: Results of a survey conducted in 2010 and correlation with manufacturing, producti on season, milking animals, and maturation of cheese. Food Control 2012;25(1):125-30.
4. Ghazani MHM. Aflatoxin M1 contamination in pasteurized milk in Tabriz (northwest of Iran Food and Chemical Toxicology 2009; 47: 1624–5.
5. Khezri M, Ghasemipour N, Mafakheri S, Poorghafour Langroudi P. Aflatoxin M1 contamination of raw and pasteurized milk produced in Sanandaj, Iran. Archives of Razi Institute 2010;65.
6. Heshmati A, Milani JM. Contamination of UHT milk by aflatoxin M in Iran.Food Control 2010;21(1):19-22.
7. Kamkar A. A study on the occurrence of aflatoxin M1 in raw milk produced in Sarab city of Iran. Food Control 2005;16(7):593-9.
8. Kocasari FS, Tasci F, Mor F. Survey of aflatoxin M1 in milk and dairy products consumed in Burdur, Turkey. International Journal of Dairy Technology. 2012;65(3):365-71.
9. Zinedine A, Gonzalez-Osnaya L, Soriano J, Molto J, Idrissi L, Manes J. Presence of aflatoxin M1 in pasteurized milk from Morocco. International journal offood microbiology 2007;114(1):25-9.
10. Dashti B, Al-Hamli S, Alomirah H, Al-Zenki S, Abbas AB, Sawaya W. Levels of aflatoxin M1 in milk, cheese consumed in Kuwait and occurrence of total aflatoxin in local and imported animal feed. Food Control 2009; 20(7): 686–90.
11. Unusan N. Occurrence of aflatoxin M1 in UHT milk in Turkey. Food and Chemical Toxicology 2006;44:1897–900.
12. Rahimi E, Shakerian A, Jafariyan M, Ebrahimi M, Riahi M. Occurrence of aflatoxin M1 in raw, pasteurized and UHT milk commercializedin Esfahan and Shahr-e Kord, Iran. Food Security 2009;1(3):317-20.
13. Fallah AA, Jafari T, Fallah A, Rahnama M. Determination of aflatoxin M1 levels in Iranian white and cream cheese. Food and Chemical Toxicology 2009;47(8):1872-5.
14. Tajik H, Rohani SM. Detection of aflatoxin M1 in Raw and commercial pasteurized milk in Urmia,iran. Pakistan journal of biological sciences 2007; 10(22):4103-7.
15. Nemati M, Mehran MA, Hamed PK, Masoud A. A survey on the occurrence of aflatoxin M1 in milk samples in Ardabil, Iran. Food control 2010;21(7):1022-4.
16. Tajkarimi M, Aliabadi-Sh F, Salah NejadA, Poursoltani H, Motallebi A, Mahdavi H. Aflatoxin M. Contamination in winter and summer milk in 14 states in Iran. Food Control 2008;19(11):1033-6.
17. Mohamadian H, Alizadeh M. A Study of the Occurrence of Aflatoxin M1 in Dairy Products Marketed in Urmia, Iran. Journal of Agricultural Science and Technology 2010;12(Supplementary Issue):579-83.
18. Mohamadi Sani A, Nikpooyan H, Moshiri R. Aflatoxin M. Contamination and antibiotic residue in milk in Khorasan province, Iran. Food and Chemical Toxicology 2010;48(8):21-30.
19. Sefidgar S, Mirzae M, Assmar M, Naddaf S. Aflatoxin M1 in pasteurized milk in Babol city, Mazandaran Province, Iran. Iranian journal of public health. 2011; 40(1): 115–8.
20. Fallah AA. Aflatoxin M. Contamination in dairy products marketed in Iran during winter and summer. Food Control 2010;21(11):1478-81.
21. Bilandzic N, Varenina I, Solomun B. Aflatoxin M in raw milk in Croatia. Food Control 2010;21(9):1279-81.21. Bilandžić N, Varenina I, Solomun B. Aflatoxin M in raw milk in Croatia. Food Control 2010;21(9):1279-81.
22. Kaniou-Grigoriadou I, Eleftheriadou A, Mouratidou T, Katikou P. Determination of aflatoxin M in ewe's milk samples and the produced curd and Feta cheese. Food Control 2005; 16(3):257-61.
23. Esfahani M, Madani G,Hosseini P. Study of Aflatoxin M1 Contamination in Iranian White Cheese Produced by Isfahan Dairy Factories using ELISA Technique. Health System Research 2013; 1614-20.
24. Fallah AA, Rahnama M,Jafari T, Saei-Dehkordi S. Seasonal variation of aflatoxin M1contamination in industrial and traditional Iranian dairy products. Food Control 2011; 22: 1653-56.
25. Mokhtarian H, Mohsenzade M. Evaluation of Aflatoxin M1 in pasteurized milk in Gonabad city. Journal of Gonabad university of medical sciences 2005: 11(3): 5-9.
26. Movassagh M.H, Adinehvand S. Study of aflatoxin M1 level in the collected raw cow milk from milk collection centers in Tabriz. Journal of Food Hygiene 2009: 3(10): 63-84.
27. Rahimi E, Bonyadian M, Rafei M, Kazemeini H.R. Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran. Food and Chemical Toxicology 2010: 48(1): 129-131.
28. Karimi G, Hassanzadeh M, Teimuri M, Nazari F, Nili A. Aflatoxin M1 Contamination in Pasteurized Milk in Mashhad, Iran. Iranian journal of pharmaceutical sciences 2007; 3(3): 153-6.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

29. Tavakoli H.R, Riazipour M, Kamkar A, Rafati Shaldehi H, Mozaffari Nejad A.S. Occurrence of aflatoxin M1 in white cheese samples from Tehran, Iran. Food Control 2012; 23(1): 293-5.
30. Nilchian Z, Rahimi E. Aflatoxin M1 in Yoghurts, Cheese and Ice-Cream in Shahrekord-Iran. World Applied Sciences Journal 2012;19 (5): 621-4.
31. Khoshnevis S.H, Gholampour Azizi I, Shateri S, Mousavizadeh M. Determination of the Aflatoxin M in Ice Cream in Babol City (Northern, Iran). Global Veterinaria 2012; 8 (2): 205-8.
32. Kamkar A. A study on the occurrence of aflatoxin M1 in Iranian Feta cheese. Food Control 2006; 17(10) : 768-75.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]

Systematic review study of Aflatoxin M1 level in milk and it's dairy products in Iran

Farzad Ahmadzadeh [1], Maryam Mirlohi [2], Fateme Mohammad Hasani [3]

Review Article

Abstract

Background: Aflatoxins are secondary metabolites, produced by certain strains of Aspergillus genus such as *Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus* and, *Aspergillus nominus*. These fungi occur in a broad variety of agricultural products, such as cereals, nuts, spices and dried fruit. Aflatoxins are very toxic, mutagenic, immunosuppressive, teratogenic and carcinogenic compounds. The key target organ for aflatoxins' toxicity and carcinogenicity is liver. European Union and Codex alimentarious commities estabilished the maximum limit of aflatoxin M1 (50 ng/kg) in raw milk.

Methods: The purpose of this study was to systematically review of the studies carried out in Iran in terms of presence and the level of AFM1 contamination in milk and dairy products. National and international databases such as SID, IRANDOC, Web of Science, PubMed, Medline, Scoupus and Google scholar were searched for relevant subjects from 2005 to 2013, using AflatoxinM1, milk, Dairy products, Iran, as keywords.

Finding: Fourty two relative articles were obtained. From which, 23 original papers were included in the study. In 89% of the studies exceeding levels (4-100%) of contamination from the standard limit were reprted.

Conclusion: According to the results obtained in this study, pasteurized milk is the most examined dairy product for the presence of Aflatoxin M1 in Iran, followed by sterilized milk. For both cases, the study results reflect a critical AFM1 health risk, particulary (for infants and children with lower weight and higher milk intake than adults) if infants and children come in to consideration

Citation: Ahmadzadeh F, Mirlohi M, Mohammad Hasani F. **Systematic review study of Aflatoxin M1 level in milk and it's dairy products in Iran.** J Health Syst Res 2015; 11(2):10-20

Received date: 10.09.2014 **Accept date: 25.02.2015**

1. MSc Student, Food Security Research Center, School of nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran
2. Associate Professor, Food Security Research Center, Department of Community Nutrition School of nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran (Corresponding Author): Email: . m-mirlohi@hlth.mui.ac.ir
3. MSc Student, Food Security Research Center, School of nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-08-02]