مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال سیزدهم، شماره 3، پاییز 1397، صفحات 66-59

شناسایی میزان آلودگی به آفلاتوکسین M_1 در چند نوع تجاری از پنیرهای موزارلای تولید شده در ایران

آزاده کسایی[1]، حمید توکلی‌پور[2]

1- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
2- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران. پست الکترونیکی: h.tavakolipour@gmail.com

تاریخ دریافت: 96/4/24 تاریخ پذیرش: 96/8/4

چکیده

سابقه و هدف: آفلاتوکسین M_1 یک عامل سرطان‌زای کبدی بوده که در شیر دام‌های تغذیه شده با خوراک آلوده به آفلاتوکسین B_1 یافت می‌شود. هدف از این مطالعه تعیین کمی و کیفی میزان آفلاتوکسین M_1 در چند نوع پنیر موزارلای تجاری تولید شده در ایران است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش به منظور ارزیابی میزان آلودگی پنیرهای موزارلای تولید شده در ایران به سم آفلاتوکسین M_1، از نمونه‌های تجاری این محصول که در بازار موجود بودند طبق استاندارد ملی ایران به شمارهٔ 18545 نمونه‌برداری انجام شد. سپس میزان آفلاتوکسین M_1 توسط روش HPLC مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت آنالیز آماری داده‌ها از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح اطمینان 95 درصد انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بین شرکت‌های مختلف تولیدکنندهٔ پنیر موزارلا اختلاف آماری قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد ($p>0/05$) و میزان آفلاتوکسین M_1 در برندهای تجاری (نشان) پگاه گلپایگان (برند A)، سیرت (برند B)، دالیا (برند C)، رامک (برند D) و 202 (برند E) به ترتیب 0/0163± 0/0473 ng/g، 0/00354± 0/0225 ng/g، 0/0341± 0/068 ng/g، 0/0064± 0/0345 ng/g و 0/0355± 0/0707 ng/g اندازه گیری شد. نتایج نشان داد بیشترین میزان آفلاتوکسین M_1 مربوط به برند تجاری E بود که مقدار آفلاتوکسین M_1 در آن کمتر از بیشینهٔ رواداری تعیین شده توسط استاندارد ملی ایران است.

نتیجه‌گیری: به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در حال حاضر پنیرهای موزارلای تولید شده توسط شرکت‌های یاد شده عاری از آفلاتوکسین M_1 بوده و مطابق با حد مجاز مشخص شده توسط استاندارد ملی ایران می‌باشد.

واژگان کلیدی: آفلاتوکسین، آفلاتوکسین M_1، پنیر موزارلا، مایکوتوکسین

• مقدمه

آفلاتوکسین‌ها گروهی از سموم قارچی (مایکوتوکسین) است که تحت شرایط مناسبی از دما و رطوبت و با وجود بستره (سوبسترای) مناسب می‌تواند در خوراک انسان و دام ایجاد آلودگی نماید. با آلوده شدن خوراک دام به آفلاتوکسین B_1 (AFB_1) شاهد شناسایی باقیماندهٔ نامطلوبی تحت عنوان آفلاتوکسین M_1 (AFM_1) در شیر خام خواهیم بود. آفلاتوکسین M_1 حاصل متابولیت ثانویه آفلاتوکسین B_1 در بدن نشخوارکنندگان است. مایکوتوکسین‌ها به ویژه آفلاتوکسین در انسان و حیوان ایجاد بیماری‌های حاد و مزمن می‌نماید. نگرش‌های غیر علمی بر اهمیت سموم قارچی می‌تواند خطر جدی برای بهداشت عمومی جامعه محسوب گردد. با توجه به اهمیت مصرف شیر و فرآورده‌های آن در سلامت انسان، به ویژه فرآورده‌های لبنی از نظر میزان آلاینده‌ها توجه خاص شده است (1). به دلیل نبود اطلاعات در نحوهٔ توزیع آفلاتوکسین M_1 در پنیرهای موزارلای تولیدی در ایران لازم شد که وضعیت آلودگی در این محصول مورد پایش قرار گیرد. پنیر موزارلا مهم‌ترین پنیر از خانوادهٔ پاستافیلاتا محسوب می‌شود. پاستافیلاتا به زبان ایتالیایی به پنیرهای نرم و کشدار اطلاق می‌شود که تکنولوژی ساخت و مصرف این نوع پنیرهای کشدار از ویژگی‌های خاصی برخوردار است (2). تاکنون پژوهش‌های مختلفی در زمینهٔ اندازه‌گیری آفلاتوکسین در فرآورده‌های لبنی صورت گرفته است که در ادامه به

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

مواردی از آنها اشاره می‌شود. نوروزبابایی و همکاران میزان آفلاتوکسین M_1 را در پنیرهای سفید و پروبیوتیک مورد مقایسه قرار دادند. میزان آفلاتوکسین M_1 در پنیر سفید و پروبیوتیک برند A به ترتیب 71/91 و ppt 29/52 تعیین شد. در مورد برند B میانگین آفلاتوکسین M_1 در پنیر سفید و پروبیوتیک به ترتیب 177/65 و ppt 131/51 تشخیص داده شد. همچنین اختلاف میانگین آفلاتوکسین M_1 در پنیر سفید معمولی (ppt 130/35) و پروبیوتیک (ppt 92/28) معنی‌دار بود ($p<0/05$). نتایج آنها نشان داد که میزان آفلاتوکسین M_1 در پنیر پروبیوتیک نسبت به سفید معمولی کمتر است (3). سرلک و همکاران تأثیر سوش‌های (لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس رامنوسوس، لاکتوباسیلوس کازئی و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم)، مقدار تلقیح و فیزیولوژی پروبیوتیک‌ها و pH نهایی تخمیر را روی کاهش مقدار آفلاتوکسین M_1 آزاد در دوغ بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تیمار حاوی ل.اسیدوفیلوس نسبت به سوش‌های پروبیوتیک دیگر بیشترین کاهش آفلاتوکسین M_1 آزاد را طی تخمیر و نگهداری یخچالی داشت. همچنین تیمار با pH نهایی تخمیر بالاتر (4/5) نسبت به تیمار با pH نهایی 4/2 در روزهای 14 و 28 نگهداری، به طور معنی‌داری آفلاتوکسین M_1 آزاد بیشتری را کاهش داد (4). علیداد و همکاران تأثیر آغازگر(استارتر) ماست و سویهٔ پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس کازئی را بر روی کاهش میزان آفلاتوکسین M_1 در ماست مورد بررسی قرار دادند و نتایج آنها نشان داد میانگین درصد حذف آفلاتوکسین M_1 به ترتیب با استارتر YC-280 و Casei-431 ،L. 94/35% و 94/15% بود. آنها گزارش نمودند که استارتر ماست و سویهٔ پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس کازئی می‌توانند به عنوان یک روش ایمن در آفلاتوکسین‌زدایی از ماست عمل نماید (5). کوهیان و همکاران (1390) میزان آفلاتوکسین B_1 و M_1 را در تعدادی از مواد غذایی موجود در انبارهای مواد غذایی یگان‌های نزاجا در استان تهران مورد بررسی قرار دادند. آنها گزارش نمودند که 21/25% از نمونه‌های پنیر و 5/62% از نمونه‌های ماست به آفلاتوکسین آلوده بودند (6). رحیمی و همکاران (1390) میزان آفلاتوکسین M_1 را در پنیر سفید ایرانی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که 64/3% از پنیرهای مورد بررسی آلوده به آفلاتوکسین M_1 بود که غلظتی مابین 44 تا ng/kg 719 داشتند. میانگین سطح آفلاتوکسین در نمونه‌های آلوده ng/kg 218/8 بود. غلظت آفلاتوکسین M_1 در 14/3% از نمونه‌ها بیش از حداکثر رواداری تعیین شده (ng/kg 250) در کشورهای اروپایی به دست آمد (7).

در این مطالعه به بررسی غلظت آفلاتوکسین M_1 در چند برند پنیر موزارلای تولید شده در ایران پرداخته شد و نتایج به دست آمده با استاندارد ملی ایران مقایسه گردید.

• مواد و روش‌ها

آماده‌سازی مادهٔ اولیه: به منظور بررسی میزان آلودگی به آفلاتوکسین M_1 در پنیر موزارلای تولید شده در ایران، چند نوع تجاری این پنیر از بازار محلی تهیه گردید. تاریخ‌های نمونه‌برداری این پنیرها بین تیر تا شهریور ماه سال 1395 بود. نام تجاری نمونه‌های پنیر موزارلا تهیه شده شامل پگاه گلپایگان (برند A)، سیرت (برند B)، دالیا (برند C)، رامک (برند D) و 202 (برند E) که به ترتیب در شرکت‌های شیر پاستوریزه پگاه گلپایگان، سامان گلپا، شرکت دالیا، شرکت رامک و پاک تلیسه تولید شدند. لازم به ذکر است که از هر کدام از نشان های پنیر مورد بررسی 3 نمونه تهیه گردید و مورد آزمایش قرار گرفت. در نهایت نتایج به دست آمده در خصوص میزان آلودگی به سم آفلاتوکسین M_1 با استاندارد ملی ایران به شمارهٔ 18545 مورد مقایسه قرار گرفت (8).

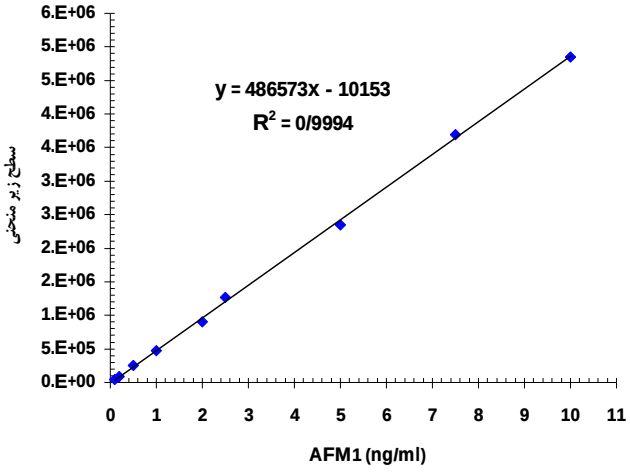
ارزیابی آفلاتوکسین M_1

استخراج آفلاتوکسین M_1 آزاد: مقدار 10 گرم از نمونه را به همراه 10 گرم سلیت توزین و به مخزن مخلوط‌کن منتقل گردید. سپس 80 میلی‌لیتر دی کلرو متان به مخزن مخلوط‌کن افزوده شد و به مدت 3 دقیقه ورتکس گردید. عصارهٔ به دست آمده بلافاصله از کاغذ صافی با قطر روزنهٔ 30 میکرون عبور داده شد. سپس نمونه‌ها به فالکون‌های دستگاه سانتریفوژ منتقل شده و به مدت 10 دقیقه در سرعت g 3000 سانتریفوژ گردید. 10 میلی‌لیتر از محلول شفاف رویی از ستون ایمونوافینیتی (Alfa Test، v-cam، آمریکا) عبور داده شد. سپس ستون ایمونوافینیتی با استفاده از 10 میلی‌لیتر از فسفات بافر سالین (PBS) شستشو شده و در دمای اتاق خشک شد. 1 میلی‌لیتر استونیتریل از ستون ایمونوافینیتی عبور داده شد. این عمل، آنتی ژن را از آنتی بادی جدا می‌نماید. این عصاره را در لوله آزمایش جمع‌آوری و لوله‌ها در خشک‌کن تحت خلاء (Memmert، آلمان) قرار گرفت تا عصارهٔ به دست آمده در دمای $50^{\circ}C$ کاملاً خشک شود. برای انحلال مجدد عصاره خشک شده از 500 میکرولیتر استونیتریل 25% (فاز متحرک) استفاده شد و برای انحلال بهتر عصارهٔ خشک شده از دستگاه فراصوت (Liarre، Starsonic 60، ساخت ایتالیا) استفاده شد و سپس با استفاده از ورتکس، انحلال کامل صورت گرفت. نمونه آماده تزریق به دستگاه HPLC در ویال نگهداری شد (8).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

اندازه‌گیری آفلاتوکسین M_1 آزاد: به منظور اندازه‌گیری میزان آفلاتوکسین M_1 آزاد موجود در پنیر موزارلا، 200 میکرولیتر از عصارهٔ حل شده در فاز متحرک (استونیتریل 25%) به دستگاه HPLC (Waters Alliance، مدل 2695، ساخت آمریکا) مجهز به شناساگر فلورسنس (Waters Alliance، مدل 474، ساخت آمریکا) و فاز معکوس (Chromolith Performance RP-18 endcapped 100 x 2 mm) تزریق شد. سرعت جریان فاز متحرک 1 ml/min و زمان بازداری آفلاتوکسین M_1 بین 3 تا 4 دقیقه بود. همچنین طول موج برانگیختگی 360 نانومتر و طول موج نشر 435 نانومتر تنظیم گردید. حد تشخیص این روش در حد 0/003 ppb بود (8).

رسم منحنی استاندارد: برای رسم منحنی استاندارد از غلظت‌های مختلفی از استاندارد آفلاتوکسین M_1 (0/02 تا 10 ppb) استفاده گردید. جهت تهیهٔ استاندارد آفلاتوکسین M_1 از مخلوطی از حلال‌های آب مقطر، استونیتریل و متانول به ترتیب با نسبت‌های 6، 2، و 2 استفاده شد که از مخلوط فوق جهت تهیهٔ غلظت‌های یاد شده استفاده گردید و سپس منحنی استاندارد رسم و معادلهٔ خط رگرسیون به دست آمد (شکل 1).



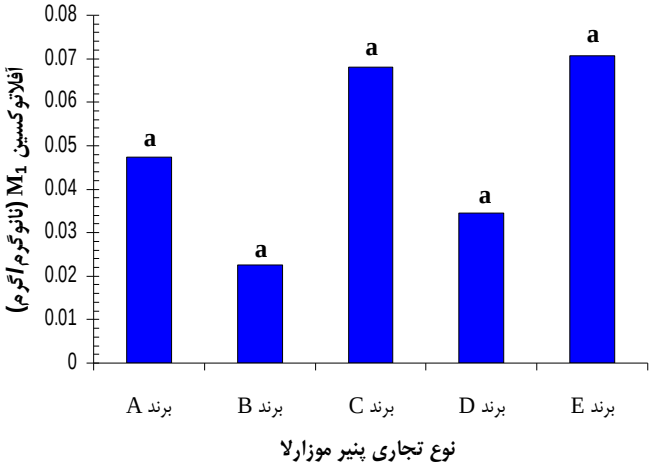
شکل 1. منحنی استاندارد آفلاتوکسین M_1 (غلظت‌های مختلف استاندارد آفلاتوکسین M_1 از 0/02 تا 10 ppb).

تجزیه و تحلیل آماری: آنالیز آماری با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح اطمینان 95 درصد انجام گرفت. جهت آنالیز آماری از نرم افزار Statistix نسخه 8 استفاده گردید.

• یافته‌ها

در مطالعهٔ حاضر میزان آلودگی به آفلاتوکسین M_1 در چند نمونهٔ تجاری پنیر موزارلا تولید شده در ایران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مربوط به تجزیهٔ واریانس میزان آفلاتوکسین M_1 پنیرهای موزارلای تولید شده در ایران در جدول (1) گزارش شده است. نتایج نشان داد که بین میزان آفلاتوکسین M_1 شرکت‌های مختلف تولیدکننده هیچ تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$).

نتایج مقایسه میانگین میزان آفلاتوکسین M_1 در بین نمونه‌های تجاری مختلف پنیرهای موزارلای تولید شده در ایران در شکل (2) ارائه شده است. با توجه به اینکه نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که هیچ تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین میزان آلودگی به سم آفلاتوکسین M_1 پنیرهای موزارلای مختلف تولید شده در ایران وجود ندارد، با این حال بیشترین میزان آلودگی به آفلاتوکسین M_1 در برند تجاری E مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که کمترین میزان این سم مربوط به برند تجاری A بود.



شکل 2. نتایج مقایسه میانگین میزان آلودگی چند نوع تجاری از پنیرهای موزارلا تولید شده در ایران به سم آفلاتوکسین M_1.

نتایج تجزیهٔ واریانس مربوط به مقایسهٔ میزان آفلاتوکسین M_1 در چند نمونهٔ تجاری پنیر موزارلا تولید شده در ایران با استاندارد ملی ایران در جدول (2) گزارش شده است. نتایج نشان داد که بین میزان آفلاتوکسین M_1 نمونه‌های تجاری پنیر موزارلای تولید شده در ایران با استاندارد ملی ایران تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده گردید ($p<0/01$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

جدول 1. نتایج تجزیه واریانس میزان آفلاتوکسین M_1 در پنیرهای موزارلای تولید شده در ایران.

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آمارهٔ F	آمارهٔ p
نمونهٔ تجاری پنیر موزارلا	4	0/00423	0/00106	1/56	0/2738 $^{n.s}$
خطا	8	0/00542	0/00068	-	-
کل	12	-	-	-	-

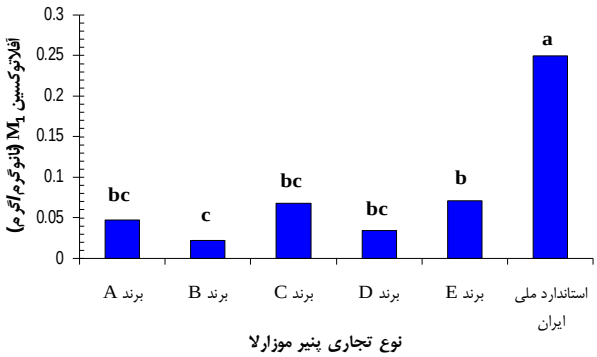
**معنی‌دار در سطح آماری 1%، *معنی‌دار در سطح آماری 5% و $^{n.s}$غیر معنی‌دار.

جدول 2. نتایج تجزیه واریانس مقایسهٔ میزان آفلاتوکسین M_1 در چند نوع تجاری از پنیرهای موزارلای تولید شده در ایران با استاندارد ملی.

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آمارهٔ F	آمارهٔ p
نمونهٔ تجاری پنیر موزارلا	5	0/10009	0/02002	36/94	0/0000 **
خطا	10	0/00542	0/00054	-	-
کل	15	-	-	-	-

**معنی‌دار در سطح آماری 1%، *معنی‌دار در سطح آماری 5% و $^{n.s}$غیر معنی‌دار.

مقایسه میانگین میزان آفلاتوکسین M_1 در چند نمونهٔ تجاری از پنیرهای موزارلای تولید شده در ایران با استاندارد ملی در شکل (3) ارائه شده است. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که بیشترین میزان آفلاتوکسین M_1 مربوط به استاندارد ملی ایران بود. نتایج نشان داد که بین برند E با برندهای A، C و D تفاوت آماری قابل ملاحظه مشاهده نشد. همچنین، نتایج نشان داد که بین برند B با برندهای A، C و D نیز تفاوت آماری قابل ملاحظه دیده نشد. به علاوه، نتایج حاکی از آن بود که بین برندهای A، C و D تفاوت آماری قابل ملاحظه مشاهده نشد. لازم به ذکر است که کلیهٔ کروماتوگرام‌های مربوط به میزان آفلاتوکسین M_1 در نمونهٔ تجاری پنیرهای موزارلای تولید شده در ایران در شکل (4) ارائه شده است.

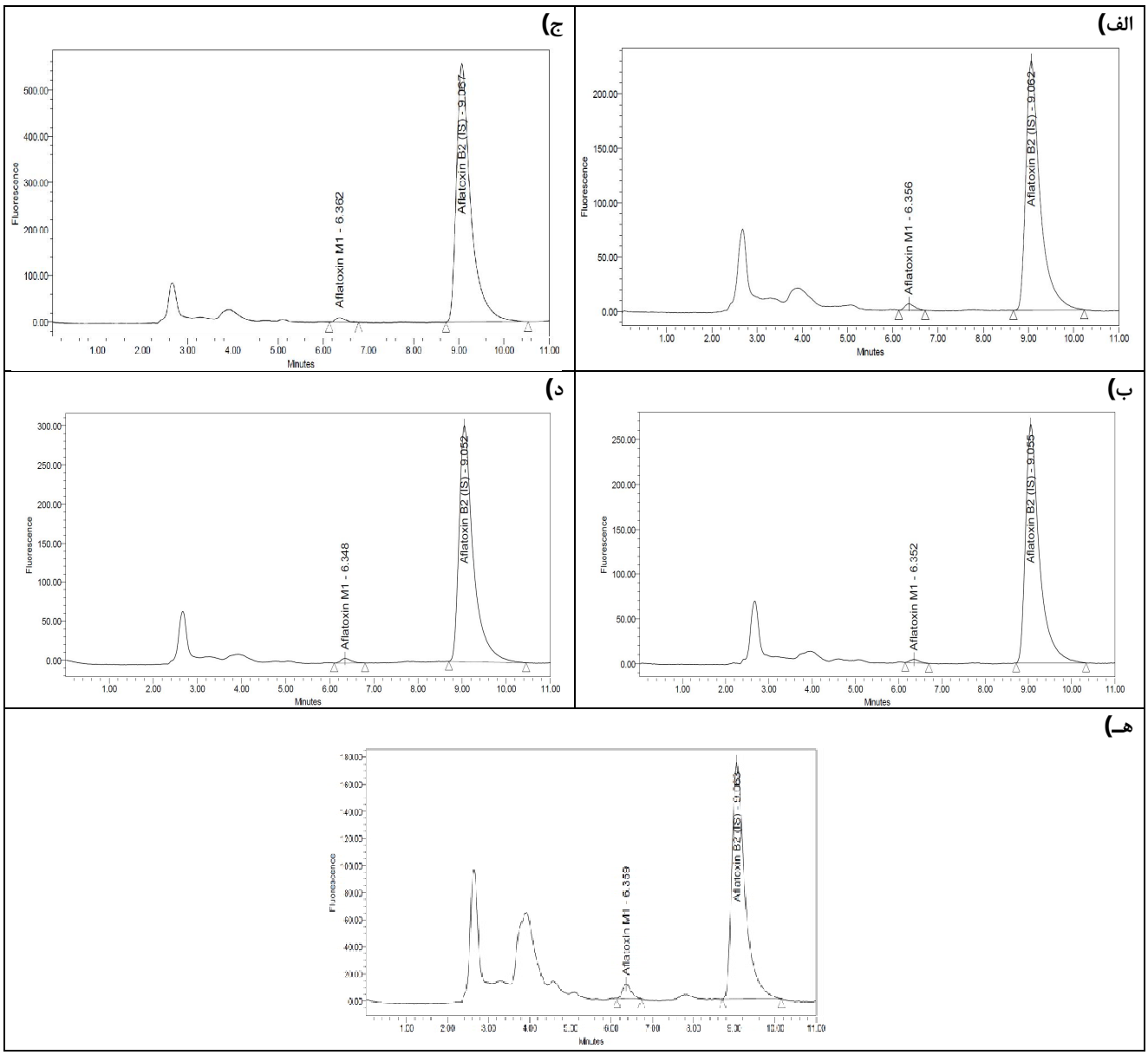


شکل 3. میزان آلودگی چند نوع تجاری از پنیرهای موزارلا تولید شده در ایران به سم آفلاتوکسین M_1 و مقایسهٔ آن با استاندارد ملی ایران

• بحث

آفلاتوکسین AFM_1 یکی از مشتقات هیدروکسیلهٔ خطرناک AFB_1 است. اگر چه AFM_1 10 برابر کمتر از AFB_1 خاصیت سرطان‌زایی و موتاژنی دارد، اما آژانس بین المللی تحقیقات سرطان، آفلاتوکسین AFM_1 را در گروه 1 مواد سرطان‌زا طبقه‌بندی نموده است (10، 9). نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که بین میزان آفلاتوکسین M_1 شرکت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$)، با این حال بیشترین میزان آفلاتوکسین M_1 مربوط به برند تجاری E بود (مقدار آفلاتوکسین M_1 حدوداً 0/071 ng/g). نوروزبابایی و همکاران (1394) میزان آفلاتوکسین M_1 را در پنیرهای سفید و پروبیوتیک مورد بررسی و مقایسه قرار دادند. آنها میزان آفلاتوکسین M_1 را در هر دو نوع پنیر در دامنهٔ 0/029 تا 0/177 ng/g گزارش نمودند که نتایج به دست آمده در این پژوهش را تأیید می‌نماید. همچنین آنها بیان نمودند که میزان آفلاتوکسین M_1 در پنیر پروبیوتیک نسبت به پنیر سفید حدوداً 30% کمتر است که این حالت احتمالاً به دلیل نقش آفلاتوکسین‌زدایی باکتری‌های پروبیوتیکی می‌باشد (3). فلاح و همکاران (2009) در پژوهشی به مطالعهٔ میزان آلودگی پنیر سفید و خامه‌ای به سم آفلاتوکسین M_1 پرداختند. نتایج آنها نشان داد که میزان آلودگی به این سم در دامنهٔ 0/052 تا 0/785 ng/g بود (11).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]



شکل 4. کروماتوگرام های مربوط به آنالیز آفلاتوکسین M_1 در پنیر موزارلا؛الف) برند A، ب) برند B، ج) برند C، د) برند D، ه) برند E

در مقایسه میانگین مقدار آفلاتوکسین M_1 در پنیرهای موزارلای تولید شده در شرکت‌های مختلف با استاندارد ملی ایران مشاهده شد که تمامی نمونه‌های پنیر مورد بررسی، دارای آلودگی کمتری نسبت بیشینه رواداری ذکر شده در استاندارد ملی ایران (بیشینه رواداری این سم مطابق استاندارد ملی ایران 0/25 ng/g) بودند. بنابراین پنیرهای مورد آزمون از نظر حد مجاز آلودگی با استاندارد ملی ایران مطابقت داشته و میزان آفلاتوکسین M_1 در آنها کمتر از 0/25 ng/g گزارش گردید (12). با توجه به یافته‌های فوق می‌توان چنین استنباط کرد که شیر مورد استفاده در تهیه پنیرهای موزارلا از نظر آلودگی به سم آفلاتوکسین M_1 سالم بوده که این حالت در نتیجه مصرف علوفه سالم و بدون کپک توسط دام است. با توجه به این یافته ها مشاهده می‌شود که شرکت‌های تولیدکنندهٔ پنیر موزارلا مورد بررسی از شیر سالم و فاقد آفلاتوکسین در تهیه پنیر موزارلا استفاده نموده‌اند. همچنین با توجه به اینکه نمونه‌برداری مربوط به نیمه اول سال بوده است و در این فصل از سال دام در چراگاه‌ها از چمن و علوفه سبز تغذیه نموده و بر خلاف فصل زمستان که به دلیل کمبود و یا عدم دسترسی خوراک سبز تازه، دام از مواد کنسانتره مانند ذرت، گندم و پنبه دانه تغذیه می‌کند، بنابراین احتمال وجود این سم به مراتب کاهش می‌یابد. علاوه بر این نگهداری علوفه دام در شرایط نامناسب محیطی سبب رشد قارچ مولد سم

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

آسپرژیلوس نموده کـه متعاقبـاً بـا ایجـاد آفلاتوکسـین B_1 در خوراک دام و انتقال آن به شکل M_1 به شیر دام، همـراه اسـت (13). دمای هوای 22 تا 35^oC و فعالیـت آبـی 0/95 تـا 0/98 شرایط مناسبی را جهت رشـد آسـپرژیلوس فـراهم مـی‌نمایـد. علاوه بر رطوبت و دما، پارامترهای دیگری مانند pH خـوراک و تخریب مکانیکی آن نیز در رشد قارچها نقـش دارنـد (14). بـا توجه بـه ایـن کـه کیفیـت شـیر دریـافتی، مهـم‌تـرین عامـل تأثیرگذار بر میزان آلودگی محصولات شرکت‌های لبنیـاتی بـه AFM_1 است، بنابراین کارخانجـات بایـد بـرای بهبـود کیفیـت محصولات خود از پـذیرش شـیرهای آلـوده خـودداری کننـد. میزان آلودگی شیرهای مورد استفاده از دامداری‌های مختلـف، علت اختلاف آلودگی در برند های مختلف می‌باشد. این امر در مواردی به علت موقعیت جغرافیایی کارخانه و فصـول مختلـف تولید محصول می باشد. زیرا شرایط اقلیمی دام‌های شیری بـر میـزان آلـودگی شـیر آنهـا مـؤثر اسـت، چنانچـه مطالعـه Galvanovو همکاران(1996) نیز نشان داد میـزان AFM_1 شیر و فرآورده‌های لبنی تولیـد شـده در نقـاط مختلـف تحـت تأثیر عواملی نظیر شرایط جغرافیایی و فصـلی قـرار مـی‌گیـرد (15). در مطالعه‌ای Ardi و همکاران(2009) به بررسی میزان آلودگی پنیر سفید به سم آفلاتوکسـین M_1 پرداختنـد. نتـایج آنها نشان داد که میزان این سم در جامعهٔ آماری مورد مطالعـه بین 0/052 تا 0/860 ng/g بوده است. آنها گزارش نمودند که میزان این سم در 26/4% از جامعهٔ آماری مورد مطالعه بیش از حد مجاز سازمان جهانی کُدکس غذایی است (16). بنابراین به طور کلی می‌توان چنین عنوان نمود که غلظـت بـالای AFM_1 مشاهده شده در برخی از نمونه‌ها، می‌توانـد بـه دلیـل کنتـرل کیفیت ضعیف در حین تولید محصولات لبنی و آلـودگی شـیر خام اولیه باشد. بنابراین بهبود کنترل کیفیت در خـط تولیـد و زنجیره توزیع این محصولات، بسیار مهم اسـت. تجـارب خـوب کشاورزی و امکانـات مناسـب انبارمـانی و حمـل و نقـل مـواد غذایی از رشد قارچهای مولد این سم بر روی مواد خـام مـورد استفاده انسان در زنجیره غذایی جلوگیری می‌کند. با توجه بـه اهمیت زیاد سلامت عمـومی جامعـه و قـرار گـرفتن موقعیـت جغرافیایی کشور در منطقه نیمه گرمسـیری، شـرایط محیطـی برای رشد قارچهای مولـد AFB_1 مناسـب مـی‌باشـد. بنـابراین توجه بیشتر مسئولین نظارت بر بهداشت مواد غذایی به مشکل وجود آفلاتوکسین در شیر و فراورده های آن ضروری است. بـا توجه به اینکه مؤثرترین روش بـرای کـاهش سـطح AFM_1 در محصولات لبنی، کاهش میزان AFB_1 در خوراک دام می‌باشد، لذا پیشنهاد می‌گردد تا با روش‌هـای مختلـف نظیـر نگهـداری علوفه و خوراک دام در سیلوهای مناسـب و مهندسـی سـاز در شرایط بهینه دما و رطوبـت نسـبی و در نتیجـه تغذیـه دام بـا علوفه سالم، میزان AFB_1 دریافتی توسـط دام را کـاهش داد و نهایتاً محصولات لبنی سالم به خصوص برای مصرف گروه‌هـای سنی حساس مانند سالمندان و کودکان به بازار عرضـه نمـود . همچنین پایش مداوم شیرهای خام ورودی به کارخانجات نیـز امری ضروری است که مستلزم پیگیری‌های مسـئولین ذیـربط می‌باشد.

بـا توجـه بـه یافتـه هـای ایـن پـژوهش مـی‌تـوان چنـین نتیجه‌گیری نمود که مواد غذایی مورد مصـرف دام‌هـا یکـی از مهـم‌تـرین منـابع آلـودگی بـه سـموم آفلاتوکسـین بـه ویـژه آفلاتوکسین B_1 است (کـه در اثـر هیدورکسـیله شـدن تولیـد متابولیت M_1 را می‌نماید) که در صورت آلوده بودن می‌بایسـت با بازرسی و پایش‌های لازم آنها را شناسایی و از چرخهٔ مصـرف خارج نمـود. همچنـین شـرایط نگهـداری مـواد غـذایی نیـز از اهمیت بالایی برخوردار است که می‌بایست از نظر وجود عوامل محرک تولید این سم کاملاً تحت کنترل باشـد و نهایتـاً مـواد غذایی مصرفی دام‌ها و شیر بایـد بـه صـورت دوره‌ای مـنظم و مورد بررسی و بازبینی قرار گیرد.

به طور کلی با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آفلاتوکسـین M_1 مشخص شد که در بـین انـواع نشـان هـای تجـاری پنیـر موزارلای مورد بررسی میزان آلودگی به سـم آفلاتوکسـین M_1 کمتر (حـداکثر مقـدار ppb 0/071) از بیشـینه رواداری مجـاز اعلام شده توسط استاندارد ملی ایـران بـه شـمارهٔ 5925 بـود (حداکثر مقدار ppb 0/25) که بیانگر راهکارهای کنترلی دقیق شرکت‌های فوق از لحاظ تهیهٔ مادهٔ اولیهٔ سالم است. با توجه به نتایج فوق می‌توان چنین بیان نمود که در حال حاضر برندهای پنیـر مـوزارلای مـورد بررسـی از لحـاظ کیفیـت در سـطح اسـتانداردهای ملـی بـوده و فعـلا هـیچ خطـری بـرای مصرف‌کنندگان این نشان ها برای مصرف کننده در بر ندارد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

References

1. Khaksar R, Karim G, Kamkar A, Shojaee F, Ferdowsi R, Bokaee S, Tahmozi Didehban S, Validation of methods to measure Aflatoxin M_1 in Iranian white cheese by liquid chromatography with high performance and clean up by means of immuneaffinity column test method, Iranian J Food Sci Technol 2007; 4(1): 73-78. [in Persian].
2. Jahani T, Azar M, The effects of reduction of fat and use fat replace based of WPC on rheological properties of low fat Mozzarella cheese, Iranian J Nutr Sci Food Technol 2006; 1(2): 55-61. [in Persian].
3. Zorozbabaee H, Mohammadi Sani A, Rezaee S, Hajimahmodi M, Investigation and comparison of Aflatoxin M_1 in white and probiotic cheese, Innov Food Sci Technol 2015; 7(2): 59-66. [in Persian].
4. Sarlak Z, Rohi Langrodi M, Mohammadi R, Mortazavian SAM, Khaksar R, Effects of probiotic strains and inoculated population, physiology of probiotic bacteria and fermentation final pH on free Aflatoxin M_1 binding in Doogh, Iranian J Nutr Sci Food Technol 2013; 8(3): 241-249. [in Persian].
5. Alidad M, Mohammadi Sani A, Tajali F, Evaluation of starter bacteria and lactobacillus casei effects on Aflatoxin M_1 in Yoghurt, J North Khorasan Uni Med Sci 2012; 4(4): 649-654. [in Persian].
6. Kohian K, Kazemi MH, Akbari M, Evaluation of Aflatoxin B_1 and M_1 in the number of food available in grocery stores army units in Tehran in 2011, J Nur Medico Combat 2011; 4: 12-14. [in Persian].
7. Rahimi A, Jafarian Dehkordi M, Iranpour A, Evaluation of Aflatoxin M_1 in Iranian white cheese, J Food Technol Nutr 2011; 8(4): 51-56. [in Persian].
8. Iranian National Standardization Organization, Milk and milk prouducts-determination of Aflatoxin M_1 in cheese by HPLC method and Immunoaffinity column clean up-test method (No. 18545), 2011. [in Persian].
9. Elsanhoty RM, Salam SA, Ramadan MF, Badi FH, Detoxification of Aflatoxin M_1 in yoghurt using probiotics and lactic acid bacteria, J Food Control 2014; 43: 129-134.
10. Tavakoli HR, Riazipour M, Ráfáti Shaldehi H, Shahriari M, Naghavi S, Rahmati Najarkolaei F, AFM_1 Contamination in used yogurt in one the of universities of medical sciences in Tehran by ELISA, Quarterly Horiz Med Sci 2013; 18(5): 261-268. [in Persian]
11. Fallah AA, Jafari T, Fallah A, Rahnama M, Determination of Aflatoxin M_1 levels in Iranian white and cream cheese, Food Chem Toxicol 2009; 47(8): 1872-1875. [in Persian].
12. Iranian National Standardization Organization, Food & Feed Mycotoxins-Maximum tolerated level (No. 5925), 2001. [in Persian].
13. Mulunda F, Ngoma L, Nyirenda M, Bakunzi F, A Decade of Aflatoxin M_1 Surveillance in Milk and Dairy Products in Developing Countries (2001-2011): A Review. Book chapter in Mycotoxin and Food Safety in Developing Countries, 2013.
14. Mohammadi H, A Review of Aflatoxin M_1 Milk, and Milk Products. Aflatoxins. Biochem Mol Biol, 2011. [in Persian]
15. Galvanov F, Galofaro V, Galovano G, Occurrence and stability of Aflatoxin M_1 in milk and dairy products: A worldwide review, J Food Prot 1996; 10: 1023-1137.
16. Ardic M, Karakaya Y, Atasever M, Adiguzel G, Aflatoxin M_1 levels Turkish white brined cheese, Food Control 2009; 20: 196-199.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

Identification of Aflatoxin M_1 in Several Brands of Mozzarella Cheese Produced in Iran

*Kasaee A[1], Tavakolipour H[2]**

1- M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*2- *Corresponding author: Associated professor, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran. Email: h.tavakolipour@gmail.com*

Received 15 Jul, 2017 **Accepted 26 Oct, 2017**

Background & Objectives: Aflatoxin M_1 is a liver carcinogen agent that is found in the milk of animals fed with feed contaminated with Aflatoxin B_1. The aim of this research was to determine the quality and quantity of Aflatoxin M_1 in several brands of mozzarella cheese produced in Iran.

Materials and Methods: In this research, in order to evaluate the contamination of the mozzarella cheese produced in Iran to Aflatoxin M_1, the sampling was performed from the commercial brands of this product available on the market in accordance to the national standard of Iran, No. 18545. Then the value of Aflatoxin M_1 was analyzed by HPLC approach. For data analysis, completely random design (C.R.D.) was used, and data comparison mean was carried out by LSD test at the confidence level of 95%.

Results: The results indicated no significant statistical difference ($p>0.05$) between different companies producing mozzarella cheese in Iran. The Aflatoxin M_1 value in the brands of Pegah Golpayegan (brand A), Sirat (brand B), Dalia (brand C), Ramak (brand D) and 202 (brand E) was recorded as 0.0473 ng/g±0.0163, 0.0225 ng/g±0.00354, 0.068 ng/g±0.0341, 0.0345 ng/g±0.0064 and 0.0707 ng/g±0.0355, respectively. As can be seen, the highest amount of Aflatoxin M_1 is related to brand E such that Aflatoxin M_1 value in it is less than the maximum tolerance set by the Iran's National Standard Organization.

Conclusion: The results showed that the mozzarella cheeses produced by the studied companies are free from Aflatoxin M_1 contamination and its level is in accordance with the limits specified by Iran's national standards.

Keywords: Aflatoxin, Aflatoxin M_1, Mozzarella cheese, Mycotoxins

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]