مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال چهارم، شماره۲، تابستان ۱۳۸۸ ، صفحات ۵۹-۵۳

میزان شیوع اکراتوکسین A در برنج فروشگاه‌های زنجیره ای شهر تهران در سال ۱۳۸۶

زهرا هادیان[۱]، حسن یزدان پناه[۲]، محمدحسین عزیزی[۳]، فریبا سید احمدیان[۴]، محمدرضا کوشکی[۵]، سید محمد حسینی پنجکی[۴]، غلامرضا مرتضایی[۴]، فریبرز شجاعی علی آبادی[۶] ، صادق خوشگذران[۴]

۱- نویسنده مسئول: پژوهشیار گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
پست الکترونیکی: hadian_z2004@yahoo.com
۲- دانشیار گروه سم شناسی دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۳- دانشیار گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۴- کارشناس آزمایشگاه صنایع غذایی
۵- پژوهشگر، گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۶- دکترای دامپزشکی، آزمایشگاه علوم تحقیقاتی فاروق

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۳۰

چکیده

سابقه و هدف: آلودگی برخی محصولات کشاورزی به مایکوتوکسین‌ها سلامت انسان و حیوان را با نگرانی جدی روبه‌رو کرده است. برنج، قوت غالب و یکی از منابع اصلی کربوهیدرات رژیم غذایی مردم ایران است. گزارش‌هایی مبنی بر آلودگی برنج به مایکوتوکسین‌هایی مانند آفلاتوکسین‌های B_1، B_2، سیترینین، داکسی نیوالنول، فومونیسین B_1 و B_2، فوزارنون X، نیوالنول، اکراتوکسینA، استریگماتوسیستین و زیرالنون وجود دارد. این تحقیق از نظر وجود سم اکراتوکسین A (OTA) روی ۱۰۰ نمونه برنج انجام شد که به طور تصادفی از تعدادی از فروشگاه‌های زنجیره‌ای شهر تهران در سال۱۳۸۶جمع‌آوری شد.

مواد و روش‌ها: پس از استخراج OTA از نمونه‌های برنج با حلال استونیتریل-آب، مرحله تخلیص سم بر پایه ستون ایمونوافینیتی (Immunoaffinity Column) انجام گرفت. شناسایی و تعیین میزان انواع سموم با استفاده از دستگاه HPLC و آشکارساز فلورسانس انجام شد. حدود قابل تشخیص و تعیین مقدار روش به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۱ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود.

یافته‌ها: میزان شیوع OTA شناسایی شده در کلیه نمونه‌های برنج داخلی و وارداتی (≥LOD) ۶۹ ٪ بود. SD± میانگین و دامنه تغییرات OTA در کلیه نمونه‌های برنج داخلی و وارداتی به ترتیب به استثنای ۳ نمونه، ۵/۷۲±۱/۳۷ و ۴۶/۷۹ـ ۰/۱۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم به دست آمد. میزان اکراتوکسین A در اکثر نمونه ها کمتر از حد مجاز تعیین شده توسط *مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران* بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافت شدن OTA در برخی از نمونه‌های برنج در مقادیر بالاتر از حد مجاز و از طرفی مصرف همزمان سایر مواد غذایی آلوده به این مایکوتوکسین، ممکن است دریافت این سم در حدود بالاتر از میزان مصرف روزانه قابل تحمل مشروط (Provisional Tolerable Daily Intake) باشد که توسط *کمیته مشترک تخصصی افزودنی مواد غذایی* FAO/WHO تعیین شده است. به منظور کنترل آلودگی اقدامات پیشگیرانه از تولید سموم قارچی در مراحل قبل و بعد از برداشت (GAP, GHP, GSP, GMP, HACCP) به اشتراک گذاردن تجارب و اقدامات گروهی بخش‌های مرتبط تا حد زیاد الزامی است.

واژگان کلیدی: اکراتوکسین A ، برنج ، شیوع ، تهران

• مقدمه

آلودگی مواد غذایی مختلف و کالاهای کشاورزی به مایکوتوکسین‌ها مشکل اصلی نواحی استوایی، نیمه استوایی و مناطقی است که شرایط آب و هوایی، کشاورزی و نگهداری برای رشد قارچ و تولید توکسین مساعد است. مایکوتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه موجود در بسیاری از محصولات کشاورزی هستند و از نظر شناسایی کپک‌های تولید کننده توکسین بررسی می‌شوند. بررسی *سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد*

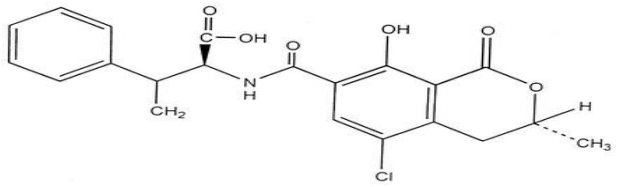
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

(FAO) در مورد قوانین بین‌المللی مایکوتوکسین‌ها نشان می‌دهد که در حال حاضر، حداقل ۷۷ کشور جهان قوانین مشخصی برای مایکوتوکسین‌ها وضع کرده‌اند.

خطر آلودگی به مایکوتوکسین‌ها یک نگرانی عمده در زمینه امنیت غذایی انواع دانه‌های غلات و سایر محصولات زراعی محسوب می‌شود. آسیب‌پذیری محصولات زراعی نسبت به این تهدید، یکسان نیست. مایکوتوکسین‌ها بادام زمینی، غلات (ذرت،برنج، سورگوم، گندم، جو و جو دوسر)، ادویه‌جات (فلفل سیاه، زنجبیل و جوز هندی) و برخی دیگر از محصولات کشاورزی را آلوده می‌کنند. تماس انسان با این سموم در مناطقی که مردم دانه‌های غلات آسیب دیده توسط حشرات و یا کپک زده را مصرف می‌کنند، در بالاترین سطح است.

اکراتوکسین‌ها یکی از مهم‌ترین مایکوتوکسین‌های موجود در انواع مختلفی از دانه‌های غلات مانند گندم، ذرت و برنج هستند. اکراتوکسین A (OTA) یک مایکوتوکسین ایزوکومارین کلرینه مشتق از فنیل آلانین است که توسط گونه‌های آسپرژیلوس (A.ochraceus, A.melleus, A.sclerotiorum, A.osteanus, A.alliaceus, A.petrakii) و پنی‌سیلیوم (P.commune, P.purpurescens, P.viridicatum, P.cyclopium, P.variabile, P. palitans) تولید می‌شود (شکل ۱).

OTA در سال ۱۹۶۵ طی بررسی وسیع متابولیت‌های قارچی با هدف شناسایی مایکوتوکسین‌های جدید تحت عنوان متابولیت A. ochraceus شناخته شد و در سال ۱۹۶۹ از نمونه ذرت تجارتی در ایالات متحده جدا شد و به عنوان یک عامل سمیت سلول‌های کلیوی شناخته شد. OTA در همه‌گیری Nephropathy Balkan و سرطان بخش فوقانی مجاری ادراری نقش دارد. به علاوه، مطالعه روی حیوانات نشان داده است که OTA یک سم کبدی، مختل کننده دستگاه ایمنی و یک عامل بالقوه سرطان‌زا است. OTA در گروه 2B طبقه‌بندی *آژانس بین المللی تحقیقات سرطان* (International Agency for Research on Cancer) در سال ۲۰۰۴ قرار دارد (۴-۱).



شکل ۱- ساختمان شیمیایی اکراتوکسین A

برنج در بسیاری از کشورهای آسیایی یکی از گروه‌های غذایی مهم در الگوی مصرف مردم محسوب می‌شود؛ به طوری که بیش از ۱۶٪ انرژی سرانه از برنج تأمین می‌شود و بیشتر از ۷۰٪ غلات و فراورده‌های آن در رژیم غذایی روزانه در بر می‌گیرد. همان‌طور که جدول ۱ خلاصه‌ای از نتایج تحقیقات آلودگی به OTA را در نمونه‌های برنج کشورهای مختلف طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۹ نشان می‌دهد، میزان آلودگی در نمونه‌ها یکسان نبوده است، در برخی موارد، میزان آلودگی به OTA کمتر از حد مجاز تعیین شده *اتحادیه اروپا* (۵ µg/kg) بوده و در مواردی بالاتر از این حد اعلام شده است (۱۱-۵).

جدول ۱- آلودگی برنج به اکراتوکسین A در برخی از کشورها در سال‌های مختلف

کشور	میانگین (µg/kg)	دامنه تغییرات (µg/kg)	میزان شیوع
مصر	-	-	۱/۳
آلمان	-	≤۰/۳	۲/۳۶
آلمان	۰/۱۱	-	۱۸/۲۲
هند	۱۶/۵	۸-۲۵	۲/۳۲
اندونزی	-	۱/۷-۲/۴	۲/۱۵
ایتالیا	-	≤۱	۸/۱۵
اسپانیا	۱۲/۶	۰/۰۸-۴۷	۲۶/۱۰۰
اسپانیا	۰/۷۴	۰/۱-۷/۱	۶/۲۰
ویتنام	۳۰۰	-	۳۵/۱۰۰
ویتنام		۲۱/۳-۲/۲۶	۲/۲۵
تانزانیا	۴۴	۱۰-۱۵۰	۲۷/۹۶
پرتغال	-	۰/۰۹-۳/۵۲	۶/۴۲
ژاپن	-	-	۰/۹۸
ژاپن	-	-	۰/۵۳
ژاپن	-	۲۳۰-۴۳۰	۲/۲
انگلیس	-	۱-۱۹	۳/۴۰
انگلیس	-	-	۰/۱۰۰

برنج در کشور ما همانند بسیاری از کشورهای آسیایی یکی از گروه‌های غذایی مهم در الگوی مصرف مردم است. طبق گزارش بررسی مصرف *انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و*

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

صنایع غذایی کشور سال ۱۳۸۳ حدود ۱۵٪ انرژی سرانه از برنج تأمین می‌شود (۱۲). با در نظر گرفتن مخاطرات بهداشتی ناشی از وجود مایکوتوکسین‌ها در رژیم غذایی برای مصرف‌کنندگان، این تحقیق برای اولین بار به منظور تعیین میزان شیوع OTA در برنج عرضه شده در تعدادی از فروشگاه‌های زنجیره‌ای رفاه، شهروند و سپه شهر تهران در سال ۱۳۸۶ انجام شد.

• مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی: در این تحقیق از مواد شیمیایی مانند استونیتریل-آب، کلرید پتاسیم، فسفات دی هیدروژن پتاسیم، فسفات هیدروژن دی سدیم بدون آب، کلرید سدیم، اسید استیک، متانول، استونیتریل و بنزن با درجه HPLC استفاده شد (Caledon, Canada).

نمونه گیری: ابتدا از ۱۳ فروشگاه زنجیره‌ای شهر تهران به روش تصادفی ساده ۱۰۰ نمونه برنج بسته‌بندی شده و باز خریداری شد که ۸۰ نمونه، برنج داخلی و ۲۰ نمونه، برنج وارداتی بود. حداقل میزان نمونه خریداری شده ۲ کیلوگرم بود. پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها در شرایط مناسب به آزمایشگاه انتقال یافتند. نمونه‌های برنج پس از آسیاب شدن با دستگاه Laboratory Mill 3100, Perten (ساخت سوئد) در مقادیر ۲۰۰ گرم به کیسه‌های نایلونی زیپ‌دار منتقل و کدگذاری شدند و تا زمان انجام آزمایش در شرایط مناسب برودتی مناسب (حدود ۸۰- ^{o}C) نگهداری شدند.

اندازه‌گیری اکراتوکسین A: اندازه‌گیری OTA مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۳۸ انجام شد (۱۳). ابتدا محلول استاندارد سم (Sigma: St Louis, Mo, USA) با غلظت ppb ۱۰ تهیه شد و سپس غلظت‌های مورد نظر جهت کالیبراسیون و غنی سازی نمونه (Spiking) در سطوح مختلف تهیه شد. برای جداسازی و استخراج سم ۲۰ گرم نمونه برنج آسیاب شده در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال استونیتریل-آب (۶:۴) حل شد و پس از رقیق کردن با محلول نمکی فسفات بافر حاوی کلرید پتاسیم، فسفات دی هیدروژن پتاسیم و فسفات هیدروژن دی سدیم بدون آب (pH =۷/۴) تحت خلأ صاف شد. برای خالص سازی از ستون ایمونوافینیتی (Libios, France) استفاده شد. تشخیص و تعیین مقدار سم OTA با روش HPLC مدل Waters 2695 (Separation Module Alliance, USA) با فاز معکوس ستون Monolitic RP18 (MERCK, Germany) با تزریق ۵۰ میکرولیتر سم تخلیص شده و استفاده از آشکارساز فلورسانس (Waters 474) در طول موج تهییج ۳۳۵ نانومتر و نشر ۴۷۷ نانومتر انجام گرفت.

حد تشخیص (Limit of Detection) و حد تعیین مقدار (Limit of Quantification) سم OTA اکراتوکسین A توسط روش به کار رفته به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۱ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم و و درصد بازیافت (Recovery) ۸۱ درصد بود. نتایج حاصل از غنی سازی در ۴ سطح مختلف سم نشان داد که میزان صحت روش آنالیز به کار رفته در محدوده قابل قبولی قرار داشت.

تجزیه وتحلیل آماری: در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل نتایج از آمار توصیفی استفاده شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار $SPSS_{16}$ انجام گرفت.

• یافته‌ها

نتایج این تحقیق در جداول ۲ و ۳ آورده شده است. همان طور که یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد، میانگین OTA در ۶۹٪ از نمونه‌های برنج ۰/۹۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود (> LOD).

شکل‌های ۲ و ۳ میزان شیوع OTA در نمونه‌های برنج آلوده داخلی و وارداتی عرضه شده در فروشگاه‌های زنجیره‌ای شهر تهران را نشان می‌دهند. دامنه تغییرات آلودگی در ۱۰۰ نمونه برنج از ۰/۰۱۵ تا ۴۶/۷۹ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود. دامنه تغییرات آلودگی به OTA در انواع برنج داخلی (۸۰ نمونه) و وارداتی (۲۰ نمونه) به ترتیب ۴۶/۷۹_۰/۰۱۵ و ۱/۱- ۰/۰۱۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود. میانگین آلودگی OTA در انواع برنج داخلی و وارداتی به ترتیب ۱/۱۴ و ۰/۱۹ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم برآورد شد. کروماتوگرام اکراتوکسین A موجود در نمونه برنج آلوده در شکل ۴ نشان داده شده است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

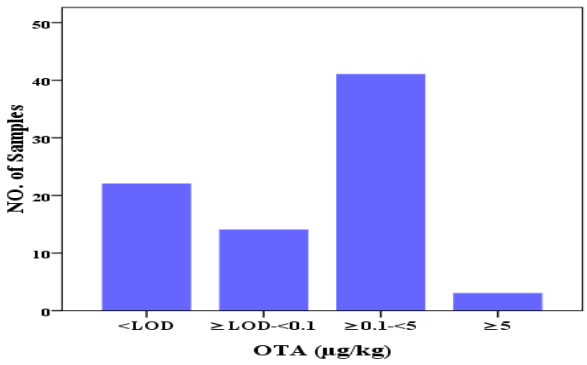
جدول ۲- نتایج حاصل از آنالیز اکراتوکسین A در نمونه‌های برنج فروشگاه‌های زنجیره‌ای تهران در سال ۱۳۸۶

اکراتوکسین A	تعداد نمونه	درصد آلودگی	حداکثر میزان آلودگی (µg/kg)	SD± میانگین (µg/kg)	تعداد نمونه آلوده بالاتر از حد مجاز	میانه (µg/kg)
برنج داخلی	۸۰	٪۵۸	۴۶/۷۹	۱/۵۷±۶/۲۳	۳	۰/۲۶
برنج وارداتی	۲۰	٪۱۱	۱/۰۷	۰/۳۳±۰/۳۵	-	۰/۲۱
مجموع نمونه‌ها	۱۰۰	٪۶۹	۴۶/۷۹	۱/۳۷±۵/۷۲	۳	۰/۲۴

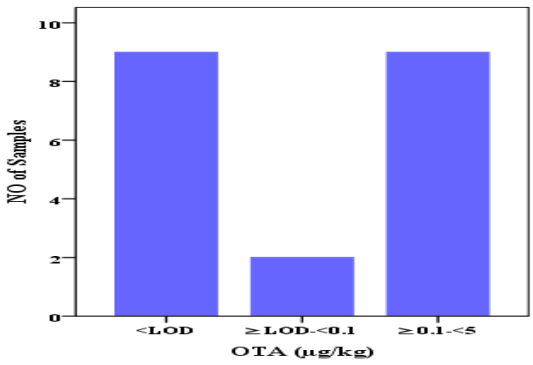
جدول ۳- فراوانی مایکوتوکسین‌ها در نمونه‌های برنج فروشگاه‌های زنجیره‌ای شهر تهران در سال ۱۳۸۶

اکراتوکسین A	میزان (µg/kg)	تعداد	درصد
برنج داخلی	< LOD*	۲۲	۲۷/۵
	≥ LOD ->۰/۱	۱۵	۱۷/۵
	≥۰/۱->۵	۴۱	۵۱/۲۵
	≥۵	۳	۳/۷۵
برنج وارداتی	< LOD	۹	۴۵
	≥ LOD ->۰/۱	۲	۱۰
	≥۰/۱->۵	۹	۴۵
	≥۵	۰	۰
مجموع نمونه‌ها	< LOD	۳۱	۳۱
	≥ LOD ->۰/۱	۱۷	۱۷
	≥۰/۱->۵	۴۹	۴۹
	≥۵	۳	۳

*. Limit Of Detection

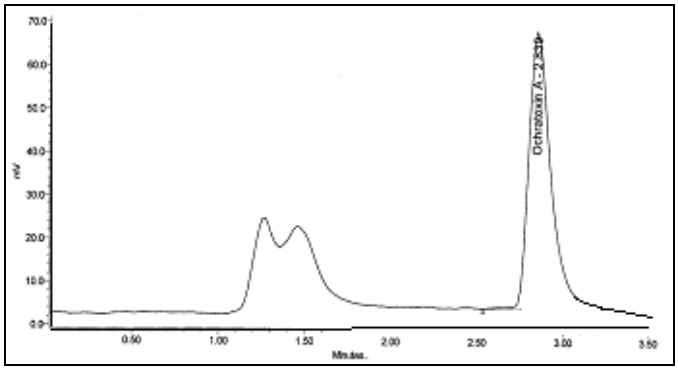


شکل ۲- میزان شیوع اکراتوکسین A در نمونه‌های برنج داخلی فروشگاه‌های زنجیره‌ای تهران سال ۱۳۸۶



شکل ۳- میزان شیوع اکراتوکسین A در نمونه‌های برنج وارداتی فروشگاه‌های زنجیره‌ای تهران سال ۱۳۸۶

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]



شکل ۴- کروماتوگرام HPLC اکراتوکسین A در نمونه برنج آلوده

• بحث

در این تحقیق، میزان آلودگی به OTA در ۹۷٪ نمونه‌های برنج، کمتر از حد مجاز تعیین شده در استاندارد ملی ایران (۵ > µg/kg) بود. مقایسه یافته‌ها با حد مجاز تعیین شده در استاندارد ملی ایران نشان می‌دهد که میزان آلودگی در ۳٪ نمونه‌های برنج بررسی شده بیشتر از میزان تعیین شده است که در راستای نتایج بررسی‌های انجام شده در فرانسه، آلمان، ایرلند و اسپانیا است؛ میزان آلودگی در این بررسی‌ها ۶٪ (۴ نمونه مثبت از ۶۳ نمونه) اعلام شد.

در تحقیق حاضر، سطوح آلودگی به OTA در نمونه‌های برنج وارداتی، کمتر از انواع داخلی بود. دامنه تغییرات آلودگی به OTA در انواع برنج وارداتی ۱/۰۷-۰/۱۵ و در انواع برنج داخلی ۴۶/۷۶-۰/۱۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود.

آلودگی برنج به OTA در سرتاسر جهان در تحقیقات متعدد، بررسی و اعلام شده است. در گزارش سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۰۲ کشور انگلستان دامنه تغییرات آلودگی برنج به این سم به ترتیب بین ۱ تا ۱۹ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم و صفر اعلام شد (۱۴). در ویتنام در سال ۲۰۰۱، OTA به میزان ۲۶/۲- ۲۱/۳ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم یافت شد. بررسی عبدالحمید در سال ۱۹۹۰ نشان داد که میانگین OTA در نمونه‌های جوانه برنج و کیک آن به ترتیب ۵۷۷ و ۴ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود. مطالعه آلودگی به مایکوتوکسین‌ها در نمونه‌های برنج جنوب ویتنام نشان داد که آلودگی نمونه‌ها به OTA بالا است و به ۲۷ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم می‌رسد؛ در برخی ایالات این کشور تقریبا ۳۰٪ نمونه‌های بررسی شده آلوده بوده‌اند (۱۵) . نتایج تحقیقات Park و همکاران در شهر سئول از نظر وجود مایکوتوکسین‌ها مانند OTA با روش HPLC نشان داد که ۲۶ نمونه، آلوده بودند. در برخی نمونه‌ها میزان OTA بالاتر از حد مجاز تعیین شده *اتحادیه اروپا* بود. نتایج این محققان نشان داد که برنج‌های کشور کره با خطر آلودگی OTA مواجه هستند (۱۶). Baydar و همکاران در تحقیقی با روش ELISA میزان OTA را در برنج شهر آنکارا کمتر از مقادیر مجاز (۴/۰۷-۰/۲۷ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم) اعلام کردند (۴). Gonzalez و همکاران میزان OTA در نمونه‌های برنج ارگانیک و غیر ارگانیک و فراورده‌های آنها را در اسپانیا با روش HPLC بررسی کردند. میانگین OTA در ۷/۸٪ نمونه‌های غیر ارگانیک ۲۷/۳ ± ۴/۳ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم و در ۳۰٪ نمونه‌های ارگانیک ۱ ± ۷/۱ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود (۵). Juan و همکاران روی ۱۰۱ نمونه برنج خریداری شده از شهرهای مختلف ایالت موروکو اسپانیا تحقیق کردند. نتایج آنها نشان داد که فراوانی آلودگی نمونه‌ها ۲۶٪ بود. بالاترین میزان آلودگی در نمونه‌های مثبت ۴۷ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود و میزان آلودگی در ۱۴ نمونه بالاتر از حد مجاز اتحادیه اروپا بود (۱۷) . Chiraz Zaied و همکاران در سال ۲۰۰۹ موارد وقوع طبیعی OTA را در غلات تانزانیا با روش HPLC و بر پایه استخراج با تولوئن و تخلیص با ستون ایمونوافینیتی با شناساگر فلورسانس تعیین کردند، در بررسی آنها آلودگی نمونه‌های برنج ۲۸٪ بود. میانگین آلودگی به OTA و دامنه تغییرات آن در نمونه‌های برنج به ترتیب ۴۴ و بین ۱۰ تا ۱۵۰ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم گزارش شد که در مجموع ۲۸٪ نمونه‌های برنج دارای مقادیر OTA در بالاتر از حد تعیین شده اتحادیه اروپا بود (۷) .

مغایرت نتایج این بررسی‌ها با تحقیق حاضر از نظر میزان آلودگی یک محصول به یک مایکوتوکسین معین می‌تواند متأثر از عوامل زیست محیطی (دما، رطوبت و

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

سرعت خشک شدن غله)، رعایت عملیات خوب بهداشت (Hygienic Good Practice)، عملیات خوب کشاورزی (Good Agriculture Practice) در همه مراحل زنجیره غذایی، شرایط خوب انبارداری (Good Storage Practice) میزان حساسیت محصول نسبت به تهاجم قارچها در کلیه مراحل رشد، انبارداری یا فراوری باشد. بنابراین، بروز آلودگی در یک محصول خاص از منطقه‌ای به منطقه دیگر و از سالی به سال دیگر دستخوش تغییر می‌شود. اجرای روش‌های ارزیابی‌های ایمنی مواد غذایی مانند تکنیک‌های مناسب کشاورزی، عملیات خوب تولید (Good Manufacturing Practice) و سیستم نقاط کنترل بحرانی و آنالیز خطر HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) به کاهش و حذف آلودگی به مایکوتوکسین‌ها در برنج و فراورده‌های آن منجر می‌شود (۱۸).

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که آلودگی غلات به مایکوتوکسین‌ها در کشورهای مدیترانه‌ای (ایتالیا، اسپانیا، سوریه، لبنان و شمال افریقا) ممکن است متأثر از آب وهوا، شرایط جغرافیایی و عادات خاص تغذیه‌ای مردم این مناطق باشد. این موضوع با یافته‌های تحقیقات Miraglia (۱۹۹۵)، Berreta (۲۰۰۲)، Araguas و همکاران (۲۰۰۵) و Zinedine (۲۰۰۶) مطابقت می‌کند (۷).

در این مطالعه، میانگین میزان OTA موجود در ۲۰ نمونه برنج وارداتی آزمایش شده ۰/۱۹ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود. بنابراین، تخمین دریافت روزانه OTA در کشور برای یک فرد بالغ (با وزن ۶۰kg) µg/kg b.w./day ۰/۰۰۰۳۵ است. حداکثر میزان OTA موجود در ۲۰ نمونه برنج وارداتی, ۱/۰۷ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود بنابراین، تخمین دریافت روزانه OTA در کشور برای یک فرد بالغ (با وزن ۶۰kg) µg/kg b.w./day ۰/۰۰۱۹۶ است.

میانگین میزان OTA موجود در ۸۰ نمونه برنج داخلی آزمایش شده ۱/۱۴ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود بنابراین، تخمین دریافت روزانه OTA در کشور برای یک فرد بالغ (با وزن ۶۰kg) µg/kg b.w./day ۰/۰۰۲۱ است. حداکثر مقدار OTA موجود در ۸۰ نمونه برنج اندازه‌گیری شده ۴۶/۷۹ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود. بنابراین، تخمین دریافت روزانه OTA در کشور برای یک فرد بالغ (با وزن ۶۰kg) µg/kg b.w./day ۰/۰۸۶ است.

میانگین میزان OTA موجود در ۱۰۰ نمونه برنج آزمایش شده ۰/۹۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود بنابراین، تخمین دریافت روزانه OTA در کشور برای یک فرد بالغ (با وزن ۶۰kg) µg/kg b.w./day ۰/۰۰۱۷ است که کمتر از ۱۴ ng/kg b.w./day دریافت روزانه قابل تحمل مشروط OTA (PTDI) است. مقدار PTDI توسط کمیته تخصصی مشترک FAO/WHO در خصوص افزودنی‌های غذایی (JECFA, 2001) اعلام می‌شود. حداکثرOTA موجود در ۱۰۰ نمونه برنج اندازه‌گیری شده ۴۶/۷۹ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم بود. بنابراین، تخمین دریافت روزانه OTA در کشور برای یک فرد بالغ (با وزن ۶۰kg) ng/kg b.w./day ۸۶ است. این مقدار، بیشتر از ۱۴ ng/kg b.w./day دریافت روزانه قابل تحمل مشروط OTA (PTDI) است.

با توجه به اینکه بخشی از جمعیت تهران مصرف کننده آن دسته از نمونه‌های برنج وارداتی دارای حداکثر آلودگی به OTA هستند، در این گروه، میزان دریافتی OTA بیشتر از PTDI ۱۴ ng/kg b.w./day JECFA است. این در حالی است که احتمال مصرف همزمان سایر مواد غذایی آلوده به OTA نیز وجود دارد. در مجموع با توجه به یافت شدن OTA در ۳ نمونه برنج در مقادیر بالاتر از حد مجاز و از طرفی مصرف همزمان سایر مواد غذایی آلوده به مایکوتوکسین، ممکن است این سم در حدود بالاتر از PTDI تعیین شده توسط JECFA دریافت شود. به منظور کنترل اقدامات پیشگیرانه از تولید سموم قارچی در مراحل قبل و بعد از برداشت (GAP, GHP, GSP, GMP, HACCP) به اشتراک گذاردن تجارب و اقدامات گروهی بخش‌های مرتبط تا حد زیاد الزامی است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

References

1. Vries, John de. 1997. Food safety and toxicity. Netherlands. CRC Press; 1997; P.349
2. Taligoola HK, Ismail MA, Chebon SK. Mycotoxin associated with rice grains marketed in Uganda. J. Biological Sciences 2004; (1):271-278.
3. Available at: http://www.FAO.org. Mycotoxin in grain. Accessed. 2008.
4. Magan N, Olsen M. Mycotoxins in food detection and control. 1st edition. Cambridge, England ,Woodhead Publishing Limited 2004; p.355
5. Baydar T, Engin AB, Girgin G, Aydin S, Sahin G. Aflatoxin and ochratoxin in various types of commodity consumed retail ground samples in Ankara, Turkey. Ann Agric Environ Med. 2005; 12:193-197.
6. Gonza´lez L, Juan C, Soriano MJ, Molto JC, Man˜es J. Occurrence and daily intake of ochratoxin A of organic and non-organic rice and rice products. Int J. Food Microbiol 2006; 107: 223 –227.
7. Zaied C, Abid S, Zorgui L. Natural occurrence of ochratoxin A in Tunsian cereals. Food Control 2009; 20: 218-222.
8. Tanaka K, Sago Y, Zheng Y, Nakagawa H, Kushiro M. Mycotoxins in rice. Int. J. Food Microbiol 2007;119:59–66.
9. Weidenboerner, M., 2000. Encyclopedia of food mycotoxins. Springer-Verlag, Berlin, pp. 218–220.
10. Pena F. Cerejo C. and Lino I. S. Determination of ochratoxin A in Portuguese rice samples by high performance liquid chromatography with fluorescence detection. Anal Bioanal Chem 2005; 382: 1288–1293.
11. Sangare-Tigori B., Dem A.A., Kouadio H.J., Betbeder A-M., Dano DS., Moukha S. and Creppy E.E. Preliminary survey of ochratoxin A in millet, maize, rice and peanuts in Cote dIvoire from 1998 to 2002. Human and Experimental Toxicology 2006; 25: 211-216.
12. Kalantari N, Ghaffarpour M, HoushiarRad A, Abdollahi M, Kianfar H, Bondarianzadeh D. National comprehensive study on household food consumption pattern and nutritional status Iran 2001-2003. Tehran: National Nutrition and Food Technology Research Institute. Nutrition Research Department. 2005 [in Persian].
13. Determination content of Ochratoxin A clean up by immunoaffinity column with high performance liquid chromatography. ISIRI. 9238. 1st edition. [in Persian].
14. Available from: http//www.food.gov.uk/ science/ surveillance/ Food Standard Agency 2002/ Survey of retail rice for a range of mycotoxins. Accessed 2008.
15. Trung T, Bailly JD, Querin A, Lebars P, Guerre P. Fungal contamination of rice from South Vietnam, mycotoxinogenesis of selected strains and rsidues in rice. Revue Med. Vet. 2001; 152 (7): 555-560 .
16. Park JW, Choi Sy, Hwang HJ, Kim B. Fungal mycoflora and mycotoxins in Korean polished rice destined for humans. Int J. Food Microbiol. 2005;103: 305-314.
17. Juan C, Zinedine A, Idrissi L, Manes j. Ochratoxin A in rice on the Moroccan retail market. Int J. Food Microbiol 2008;126; 83-85.
18. Creppy, EE. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins. Toxicol Let. 2002; 127: 19-28.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]