مقاله پژوهشی

ارمغان دانش، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی یاسوج
دوره ۲۹، شماره ٦، بهمن و اسفند ۱٤۰۳(شماره پی در پی ١٦٧)

بررسی آلودگی برنج خام و پخته به آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A در رستوران‌های شهر یاسوج

سید عبدالمحمد سادات[1]، فرشید آریایی منفرد[1]، مجید مجلسی[2*]

[1]گروه مهندسی بهداشت محیط و حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج، ایران، [2]گروه علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ وصول: ۱۴۰۳/۰۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A از رایج‌ترین مایکوتوکسین‌ها در مواد غذایی از جمله غلاتی مانند برنج هستند که ورود آن‌ها به بدن انسان می‌تواند سلامتی مصرف‌کنندگان را به خطر بیندازد. لذا هدف از این مطالعه تعیین و بررسی آلودگی برنج خام و پخته شده به آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A در رستوران‌های شهر یاسوج بود.

روش بررسی: این پژوهش، یک مطالعه مقطعی است که در سال ۱۳۹۹ انجام شده است. در این پژوهش ۴۸ نمونه برنج خام و پخته شده به ترتیب شامل ۵ و ۴ نشان تجاری متفاوت ایرانی و خارجی از رستوران‌های شهر یاسوج به صورت تصادفی جمع‌آوری گردید و سپس جهت سنجش میزان سموم آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A، پس از هضم نمونه‌های برنج با روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا(HPLC) ، بر اساس استاندارد سازمان ملی استاندارد ایران به شماره ۱۲۰۰۴(دستورالعمل نمونه‌برداری از محصولات کشاورزی به منظور شناسایی و اندازه‌گیری مایکوتوکسین‌ها) مورد آزمون قرار گرفت. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و excel و آزمون‌های آماری تی مستقل و ضریب همبستگی پیرسون تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: میزان آلودگی به سموم قارچی آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A به ترتیب در ۸۷ و ۹۵/۸ درصد از نمونه‌های برنج تعیین شده است. تنها دو نمونه از برنج ایرانی(رقم ۵) و یک نمونه از برنج خارجی(رقم ۳) حاوی مقدار آفلاتوکسین B1 بیشتری از محدوده تعیین شده به وسیله استاندارد ایران(۵ نانوگرم بر گرم) بوده‌اند و میزان اکراتوکسین A در تمامی نمونه‌ها از حدود مجاز استاندارد تعیین شده به وسیله سازمان استاندارد ایران کمتر بوده است. فرآیند پخت برنج سبب کاهش معنی‌دار غلظت آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A شده است($p<0/05$). کاهش میزان آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A در برنج ایرانی و خارجی به ترتیب ۳۳/۵۲، ۲۹ و ۲۳/۳۲، ۲۵/۶۲ درصد بود و مشخص گردید پختن به روش آبکش تأثیر بیشتری بر تقلیل این مایکوتوکسین‌ها در برنج دارد.

نتیجه‌گیری: میزان آلودگی نمونه‌های برنج مورد بررسی در این مطالعه به سموم قارچی آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A برای سلامت انسان مخاطره‌آمیز نمی‌باشد. فرآیند پختن در کاهش این سموم قارچی اثربخش است و روش پخت آبکش با حذف سم از طریق آب دور ریخته شده در مقایسه با روش کته تأثیر بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: آفلاتوکسین B1، اکراتوکسین A، برنج، یاسوج

***نویسنده مسئول:** مجید مجلسی، یاسوج، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، گروه علوم تغذیه و صنایع غذایی

Email: majid.majlesi@yums.ac.ir

"نشریه علمی پژوهشی ارمغان دانش وابسته به دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یک نشریه با دسترسی آزاد است و تمامی مقالات منتشر شده در این نشریه به صورت دسترسی آزاد منتشر می شوند."

مقدمه

برنج(*Oryza Sativa*) به عنوان دومین محصول غله‌ای پرمصرف در سراسر جهان، یک منبع مهم بالقوه از نظر آلودگی به مایکوتوکسین‌ها[1] محسوب می‌شود(۱). یکی از قدیمی‌ترین گیاهان پرورشی در دنیا که پس از گندم بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص می‌دهد و نقش چشم‌گیری در تغذیه مردم جهان و ایران دارد(۲). برنج به واسطه داشتن میزان زیاد کربوهیدرات و رطوبت کافی، محیط مناسبی برای رشد قارچ‌های توکسین‌زا مانند آسپرژیلوس[2] است که سبب تولید و ترشح مایکوتوکسین‌ها از جمله آفلاتوکسین[3] و اکراتوکسین[4] می‌گردد (۳).از میان مایکوتوکسین‌های متعددی که آلوده کننده برنج می‌باشند، آفلاتوکسین‌B1(AFB1) و اکراتوکسین A(OTA) بیشترین تأثیر سمی را بر پستانداران داشته و منجر به اختلالاتی از قبیل هپاتیت، ادم، سرکوب سیستم ایمنی، سرطان کبد و مسمومیت کلیوی می شوند(۴).

آفلاتوکسین‌ها یکی از متابولیت‌های ثانویه بسیار سمی مشتق شده از پلی‌کتیدهای تولید شده به وسیله گونه‌های قارچی مانند *آسپرژیلوس فلاوس*[5]، *آسپرژیلوس پارازیتیکوس*[6] و *آسپرژیلوس نومیوس*[7] است(۶ و ۵). آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان[8]، آفلاتوکسین‌ها را در گروه A سرطان‌زا برای انسان معرفی نمود(۸ و۷). آفلاتوکسین B۱ مضرترین مایکوتوکسینی است که در پژوهش‌های مختلف در برنج یافت شده است. مواجهه با میزان بالایی از آفلاتوکسین B1 می‌تواند موجب سمیت حاد در حیوانات و انسان نیز گردد. هم‌چنین سمیت مزمن که ناشی از مواجهه طولانی مدت با میزان دوز پایین است، منجر به سرطان‌زایی می‌شود. آفلاتوکسین B1 هم‌چنین عامل تراتوژنیک، موتاژنیک[9] و سرکوب کننده سیستم ایمنی نیز به حساب می‌آید(۱۰ و ۹). سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) حداکثر مقدار ۵ نانوگرم بر گرم را برای AFB1 در برنج تعیین کرده است(۱۱). [10]

اکراتوکسین‌ها دومین گروه اصلی مایکوتوکسین‌ها هستند که امروزه در بین سموم قارچی بسیار مورد توجه هستند، زیرا نه تنها سلامت و عملکرد اقتصادی حیوانات اهلی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلکه قادر هستند سلامت جامعه انسانی را نیز تهدید نمایند(۱۲). اکراتوکسین‌ها گروهی متنوع از متابولیت‌های ثانویه قارچی هستند که از میان آن‌ها اکراتوکسین A از همه مهم‌تر است و سمیت بیشتری دارد و به وسیله گونه‌های مختلف آسپرژیلوس و پنیسیلیوم تولید می‌شود(۱۳). اکراتوکسین A به سبب ویژگی‌های خاص خود در ایجاد سمیت سلولی و اختلالات هورمونی، به عنوان یکی از عوامل مؤثر در بروز ناباروری جنس مذکر، مرگ جنین، عامل

1-Mycotoxins
2-Aspergillus
3-Aflatoxin
4-Ochratoxin
5-*Aspergillus flavus*
6-*Aspergillus parasiticus*
7-*Aspergillus nomius*
8-International Agency for Research on Cancer (IARC)
9-Mutagenic

تضعیف سیستم ایمنی و سرطان‌زایی تلقی می‌گردد(۱۵ و۱۴). مقدار قابل تحمل هفتگی[1] و دریافت روزانه قابل تحمل[2] اکراتوکسین A در انسان به ترتیب ۱۲۰ و ۵ نانوگرم بر کیلوگرم وزن بدن است(۱۷ و۱۶).

بیشتر مایکوتوکسین‌ها در محدوده دمایی فرآیندهای معمول مواد غذایی(۸۰ تا ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد) در برابر گرما نسبتاً مقاومند، بنابراین در شرایط پخت و پز معمولی مانند جوشاندن و سرخ کردن به مقدار کمی تخریب می‌شوند(۱۸). به طور کلی، استفاده از فرآیندهای غذایی مختلف می‌تواند غلظت مایکوتوکسین‌ها را کاهش دهد، اما به طور کامل آن‌ها را از بین نمی‌برد. فرآیندهای غذایی که مورد بررسی قرار گرفته‌اند، شامل تیمارهای فیزیکی(تمیز کردن و آسیاب کردن) و فرآیندهای حرارتی(به عنوان مثال پخت و پز، سرخ کردن و دود دادن) می‌باشند. به نظر می‌رسد فرآیندهای حرارتی شدید مانند کباب کردن یا پخت و پز در دماهای بالا(بالاتر از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد)، غلظت مایکوتوکسین‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد(۱۹)، لذا با توجه به موارد فوق، لزوم شناسایی و تعیین انواع و میزان مایکوتوکسین ها در غلات به ویژه برنج که از میزان مصرف بسیار بالایی برخوردار است، نمایان می گردد. از این رو این مطالعه با هدف شناسایی آفلاتوکسین B1 و آکراتوکسین A در برنج وارداتی و داخلی، خام و پخته و تأثیر نوع پخت(آبکشی ــ کته) در برنج‌های جمع‌آوری شده از رستوران‌های شهر یاسوج با استفاده از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا(HPLC)[3] انجام گرفته است.

روش بررسی

این یک مطالعه توصیفی - مقطعی می‌باشد که در سال ۱۳۹۹ در شهر یاسوج مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد در ایران انجام شده است. با توجه به تعداد ۴۸ رستوران فعال در شهر یاسوج، به صورت تصادفی و به میزان برابر طبق راهنمای ارایه شده به وسیله سازمان استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۰۰۴(دستورالعمل نمونه‌برداری از محصولات کشاورزی به منظور شناسایی و اندازه‌گیری مایکوتوکسین‌ها)، از هر کدام از برنج‌های ایرانی و وارداتی مورد مصرف رستوران‌ها یک نمونه خام و یک نمونه پخته (آبکشی ـ کته) انتخاب شده است(۲۰). ۲۰۰ گرم از هر کدام از نمونه‌های برنج با رعایت اصول بهداشتی و با استفاده از ظروف تمیز و مناسب شیشه‌ای جمع‌آوری گردید و بعد از ثبت مشخصاتی مانند نوع برنج، تاریخ نمونه‌برداری و کد رستوران محل جمع‌آوری در کمتر از سه ساعت به آزمایشگاه منتقل شده و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۲۰- $\dot{C}$ نگه‌داری شدند. نمونه‌های برنج مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.[۲]

1-Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI)
2-Tolerable Daily Intake (TDI)
3-High Performance Liquid Chromatography

۲۰۰ گرم برنج به مدت زمان ۱ دقیقه شسته شده و پس از آن به مدت ۱ ساعت در آب آشامیدنی قرار گرفت و سپس آب تخلیه گردید. برای تهیه برنج‌آبکشی شده، ۵۰۰ میلی‌لیتر آب در یک ظرف مناسب به دمای جوش رسید و سپس برنج شسته شده از قبل در آب جوش ریخته شد و به مدت ۵ دقیقه حرارت دید، در مرحله بعد برنج پخته شده با آب ولرم آبکشی گردید و پس از آن برنج آبکش شده به مدت بیست دقیقه بر روی شعله ملایم پخته و دم کشیده است. جهت پخت برنج به روش کته‌ای، مراحل شستشو انجام گرفته و برنج شسته شده در آب جوش در یک ظرف مناسب، بدون آن‌که مرحله آبکشی انجام گیرد، پخته شده است. از هر دو نوع برنج پخته دم‌کشیده و برنج پخته شده به روش کته ۲۰۰ گرم نمونه جهت اندازه‌گیری میزان آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A در شرایط بهداشتی و در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل گردید. دمای پخت برنج با استفاده از دستگاه ترمومتر شرکت(testo 104-IR) اندازه‌گیری شده است.

استانداردهای آزمایشگاهی تمام میکوتوکسین‌ها با خلوص بالا(۹۹/۹۹۹۹ درصد) از شرکت دکتر ارنستورفر(اوگسبورگ، آلمان) تهیه شدند. آب درجه HPLC، متانول، استونیتریل[1] و سایر مواد شیمیایی از شرکت مرک(دارم‌اشتات، آلمان) تهیه شدند. نمونه‌های واقعی مورد استفاده در این مطالعه قبل از استفاده از طریق فیلتر نایلونی با منافذ ۰/۴۵ میکرومتر فیلتر شدند. ستون‌های ایمنی مجزا AFB1 و OTA با ظرفیت انتقال ۱۰۰ نانوگرم برای مایکوتوکسین‌های مورد بررسی به وسیله شرکت VICAM(میلفورد، ماساچوست، ایالات متحده آمریکا) تهیه شدند. محلول‌های استاندارد مخزنی حاوی غلظت ۵۰۰۰ نانوگرم بر لیتر ترکیبات در آب: متانول(۱:۱) تهیه شدند و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد ذخیره شدند. محلول بافر فسفات(PBS)[2] (pH: 4.2)(سیگماآلدریچ) با حل کردن قرص‌های PBS در آب تقطیر شده تهیه شد.[3]

برای جداسازی میکوتوکسین‌ها، از کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا با مدل Knauer به همراه یک تشخیص‌دهنده ماوراءبنفش (Smart line Detector 2600) و یک تشخیص‌دهنده فلورسنت(k-2501) استفاده شد. برای تحلیل آنالیت‌های AFB1 و OTA روش‌های مختلف با استفاده از فازهای متحرک مختلف و شرایط مختلف تشخیص‌دهنده فلورسنت بهینه‌سازی شدند. به این منظور، حلال‌های مختلف مانند؛ آب، اتانول، متانول و استونیتریل به عنوان فاز متحرک با درصدهای مختلف استفاده شدند. بهترین زمان جداسازی از مخلوط دو حلال، آب: متانول(۴۵: ۵۵ V/V) و سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به دست آمد. آنالیت‌ها بر روی ستون C18 Eurosphere (C18, 250 mm × 4.6 mm) در دمای محیط جدا شدند. برای بررسی اختلالات در اندازه‌گیری ترکیبات هدف، آزمایش‌های کنترل با

1- Acetonitrile
2-Phosphate-buffered saline

استفاده از فاز متحرک و هم‌چنین محلول انجام شد. علاوه بر این، طول موج برانگیختگی ۳۶۵ نانومتر و طول موج انتشار ۴۳۵ نانومتر برای حساسیت بیشتر تشخیص‌دهنده انتخاب شد. در این شرایط، زمان تجزیه و تحلیل کل ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شد(۲۱).

برای اندازه‌گیریAFB1، استخراج و تصفیه بر اساس استاندارد شماره ۶۸۷۲ سازمان ملی استاندارد ایران تحت عنوان خوراک انسان و دام ــ اندازه‌گیری آفلاتوکسین‌های گروه B و G به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا(HPLC) و خالص‌سازی سموم با ستون ایمونوافنیتی[۱] استفاده گردید. به طور خلاصه، ۵ گرم نمک سدیم به ۵۰ گرم نمونه که با ۲۰۰ میلی‌لیتر از متانول ۸۰ درصد ترکیب شده بود، اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه تکان داده شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر از محلول با ۶۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه مخلوط و فیلتر شد. ۴۰ میلی‌لیتر از استخراج رقیق شده که از ستون ایمونوآفینیتی جدا شده بود، جمع‌آوری شد و تا حجم ۳ میلی‌لیتر خشک شد و ۵۰ میکرولیتر آن به دستگاه وارد شد.

برای اندازه‌گیری OTA، استخراج و تصفیه بر اساس استاندارد مذکور به طور خلاصه ۱ گرم نمک سدیم به ۲۵ گرم نمونه آسیاب شده افزوده شد که با ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال استخراجی استونیتریل: آب(۴/۸: ۱/۱۶ حجم/حجم) در مخلوط کن سریع برای ۳ دقیقه مخلوط شدند. استخراج به دست آمده با کاغذ صافی فیلتر شد، با محلول فسفات بافر تقویت و از طریق فیلتر میکروفیبر شیشه‌ای واتمن، درجه GF/F فیلتر شد. سپس ۵۵ میلی‌لیتر از استخراج رقیق شده از طریق ستون ایمونوآفینیتی OTA که با ۱۵ میلی‌لیتر PBS شستشوداده شده بود عبور کرد. در نهایت، محلول OTAبا۱۵۰۰ میکرو لیتر متانول: استیک اسید (۲: ۹۸ حجم/حجم) در یک ویال تمیز رقیق گردید. پس از آن با فشار هوای مثبت به مدت ۵ ثانیه خشک گردید و سپس در ۱۵۰۰ میکرو لیتر آب دیونیزه دوباره حل و مخلوط گردید و ۵۰ میکرولیتر آن به ستون ایمونوافینیتی تزریق شد.[۴]

شناسایی کیفی مایکوتوکسین‌های مورد نظر در نمونه مجهول از طریق مقایسه زمان بازداری پیک در نمونه استاندارد(محلول استاندارد مجزا AFB1 و OTA با نمونه مجهول صورت گرفت. اندازه‌گیری کمی مایکوتوکسین‌ها نیز در نمونه مجهول از مساحت سطح زیر نمودار آن‌ها و مقایسه با سطح زیر نمودار نمونه استاندارد انجام شد. برای این منظور از میانگین سطح زیر نمودار AFB1 و OTA در تزریق نمونه و نیز سطح زیر نمودار آفلاتوکسین و اکراتوکسین A در کروماتوگرام استاندارد استفاده شده است که درصد بازیافت ۹۷ محاسبه شده است(۲۱).

اعتبار بخشی روش اندازه‌گیری آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A بر مبنای حساسیت، دقت(تکرار پذیری و تجدید پذیری) و خطی بودن روش مطالعه انجام گردید. خطی بودن روش[۲] و محدوده تعیین مقدار از ۰/۴ تا ۱۰/۸ نانوگرم در میلی‌لیتر در ۱۰

1-Immunoaffinity
2-Linearity

غلظت تعیین گردید. تزریق از هر غلظت ۳ مرتبه انجام شد و نمودار کالیبراسیون ترسیم گردید. برای محاسبه بازیافت، دو نمونه عاری از آلودگی را در سطوح ۲ و ۵ نانوگرم بر گرم آلوده نموده و پس از آن تمام مراحل استخراج و شستشو انجام شد و سطح زیر منحنی حاصل از تزریق را در معادله خط منحنی استاندارد قرار داده و عدد حاصله در میزان رقت ضرب شده و در نهایت برای محاسبه بازیافت، از فرمول زیر استفاده شد: بازیافت در برنج= (میزان به دست آمده در نمونه آلوده شده در سطح(۲ یا ۵) نانوگرم بر گرم)/(۲ یا ۵)×۱۰۰، که میزان بازیافت برابر با ۸۲ و ۸۰ درصد به دست آمد. سپس با مقایسه سطح زیر منحنی نمونه و نمودار سموم استاندارد، غلظت تعیین و پس از اعمال ضریب رقت، مقدار نهایی مایکوتوکسین‌ها بر حسب واحد نانوگرم بر گرم گزارش گردید.

نتایج به دست آمده از این مطالعه با استفاده از نرم افزارهای SPSS و excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای بیان پراکندگی، مقادیر به صورت میانگین±انحراف معیار ارایه شده است و آزمون‌های تی ـ مستقل و ضریب همبستگی جهت ارزیابی نتایج استفاده شده و سطح معنی‌داری$p<۰/۰۵$ جهت بررسی اختلافات معنی‌دار در نظر گرفته شده‌است.

یافته‌ها

میانگین ± انحراف‌معیار میزان AFB1 در ۲۶ نمونه برنج ایرانی شامل ۵ نشان مختلف در جدول شماره ۲ ارایه شده‌است. در این جدول مقادیر آلودگی در نمونه‌های خام و پخته شده(کته و آبکشی) و هم‌چنین مقدار تأثیر فرآیند پخت نشان داده شده است.

در میان ۲۶ برنج ایرانی مورد بررسی ۴ مورد از نمونه‌ها مقادیر آفلاتوکسین B1 کمتری نسبت به حد تشخیص دستگاه داشتند، در حالی که در سایر نمونه‌ها، آفلاتوکسین B1 محدوده‌ای از مقادیر مختلف را شامل می‌شد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد انواع نمونه‌های برنج ایرانی خام بجز نوع ۵ (۲ نمونه) دارای محدوده مجاز ۵ نانوگرم بر گرم می‌باشند. از طرف دیگر حرارت‌دهی برنج و پختن آن به میزان قابل توجهی مقادیر آفلاتوکسین B1 را کاهش داده که این کاهش در حالت آبکشی بالاتر بوده و از نظر آماری تأثیر معنی‌داری داشته است($p<۰/۰۵$). در نوع ۵ که میانگین آفلاتوکسین B1 از حد مجاز تعیین شده به وسیله سازمان استاندارد ملی ایران فراتر بوده بعد از پختن وارد محدوده استاندارد شده است و خطر سلامتی مرتبط با آن به طور میانگین ۳۹/۷ درصد کاهش یافت (جدول ۲).

میانگین± انحراف‌معیار میزان AFB1(نانوگرم بر گرم) و هم‌چنین مقدار تغییرات و درصد کاهش سم مذکور طی فرآیند پخت در ۲۶ نمونه برنج خام و پخته شده خارجی در جدول ۳ نشان داده شده است.

غلظت‌های متفاوتی از آفلاتوکسین B1 در همه ۲۲ نمونه برنج خارجی مورد بررسی مشاهده شده است. همان‌طور که نتایج این جدول مشخص می‌نماید انواع نمونه‌های برنج خارجی خام به جز نوع ۳ دارای

محدوده مجاز ۵ نانوگرم بر گرم می‌باشند. با این وجود در برنج نوع ۳ که شامل ۶ نمونه خارجی بوده، ۳ مورد از نمونه‌ها غلظت آفلاتوکسین B1 بالاتر از استاندارد مجاز ایران را نشان می‌دهند. از طرف دیگر همان‌طور که در جدول مشخص است فرآیند پخت به میزان قابل توجهی مقادیر آفلاتوکسین B1 را کاهش داده که این کاهش در روش پختن به صورت آبکشی بالاتر است و از نظر آماری تأثیر معنی‌داری بر کاهش AFB1 در برنج داشته است($p<0/05$). در نمونه‌های نوع ۳ که میانگین آفلاتوکسین B1 از حد مجاز تعیین شده به وسیله سازمان استاندارد ملی ایران فراتر رفته بود، بعد از حرارت‌دهی برنج این میزان وارد محدوده استاندارد شد و خطر سلامتی مرتبط با آن به طور میانگین ۲۳/۶ درصد کاهش یافت. فرآیند پخت به طور میانگین موجب کاهش تقریباً ۲۹ درصدی در غلظت سم آفلاتوکسین B1 شده است که این کاهش در برنج پخته شده به روش آبکشی بیشتر از کته مشاهده گردید(جدول ۳).

در جدول ۴ میانگین غلظت AFB1(نانوگرم بر گرم) در نمونه‌های برنج ایرانی و وارداتی مقایسه شده است. در هر دو نمونه برنج خام و پخته شده انواع وارداتی، غلظت آفلاتوکسین B1 بیشتر از نمونه‌های برنج ایرانی تعیین گردید. اگر چه در مجموع در تعدادی از نمونه‌های خام انواع برنج بررسی شده غلظت سم بالاتر از حد استاندارد به ثبت رسیده است، ولی با این وجود میانگین غلظت این مایکوتوکسین در بررسی میانگین تمامی نمونه‌ها در محدوده استاندارد تعیین شده به وسیله ایران قرار می‌گیرد. مقایسه بین برنج‌های خام و پخته شده ایرانی و خارجی نیز مشخص کرده که اگرچه تفاوت‌هایی بین نمونه‌ها وجود دارد، اما تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد($p>0/05$). از این رو در مقایسه نمونه‌های برنج خام ایرانی و خارجی و پخته شده از دو منبع مورد بررسی بر طبق آزمون تی‌تست تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود($p>0/05$)(جدول ۴).

میانگین± انحراف معیار غلظت اکراتوکسین A (نانوگرم بر گرم) در ۵ رقم مختلف برنج ایرانی شامل ۲۶ نمونه در جدول ۵ نمایش داده شده است. در این جدول مقادیر آلودگی در نمونه‌های خام و پخته شده (کته و آبکشی) و همچنین مقدار تأثیر فرآیند پخت مشخص گردید. این نتایج نشان می‌دهند در همه ۲۶ نمونه تحت بررسی، غلظت OTA در محدوده استاندارد و مجاز قرار دارد(کمتر از ۵ نانوگرم بر گرم)، همچنین در ۲ نمونه هیچ غلظتی از سم مشاهده نشده است. از سوی دیگر حرارت‌دهی برنج و پخت و پز آن به روش‌های یاد شده به میزان معنی‌داری غلظت این مایکوتوکسین را کاهش داده است($p>0/05$). به طور میانگین پختن برنج موجب کاهش ۲۳/۳۲ درصدی در غلظت سم اکراتوکسین A شده است (جدول ۵).

میانگین± انحراف معیار غلظت اکراتوکسین A ($p>0/05$) در ۴ رقم مختلف برنج وارداتی شامل ۲۲ نمونه در جدول ۶ ارایه شده است. در این جدول مقادیر آلودگی در نمونه های خام و پخته شده(کته و آبکشی) و همچنین مقدار تأثیر فرآیند پخت مشخص گردید. این یافته‌ها نشان می‌دهند که ۲۲ نمونه برنج خارجی مورد بررسی حاوی غلظت‌های مختلفی از اکراتوکسین A بوده‌اند. بر اساس این نتایج انواع

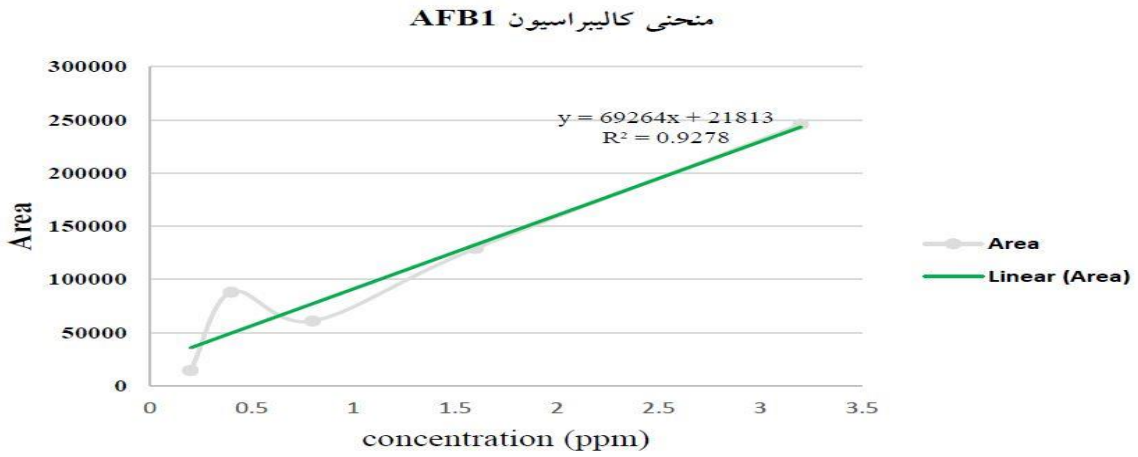
نمونه‌های برنج خارجی خام حاوی OTA در محدوده مجاز کمتر از ۵ نانوگرم بر گرم می‌باشند. برنج وارداتی با نشان ۴ بالاترین غلظت اکراتوکسین A را داشته که البته این مقادیر در محدوده استاندارد مجاز ایران به ثبت رسیده است. همان‌طور که انتظار می‌رفت فرآیند پخت و پز برنج به دو روش مورد بررسی سبب کاهش معنی‌دار آماری این مایکوتوکسین شده است($p>0/05$) که مشخص می‌نماید نگرانی خاصی برای مصرف‌کنندگان برنج در این مورد وجود ندارد. این داده‌ها نشان می‌دهند که پخت برنج فارغ از نوع عملیات حرارت‌دهی به طور میانگین سبب کاهش ۲۵/۶۲ درصدی مایکوتوکسین مذکور می‌گردد. مشابه سایر نتایج پختن در روش آبکشی تأثیر بیشتری بر کاهش سم نسبت به روش کته دارد (جدول ۶).

در جدول ۷ میانگین غلظت OTA(نانوگرم بر گرم) در نمونه‌های برنج ایرانی و وارداتی مقایسه شده است.

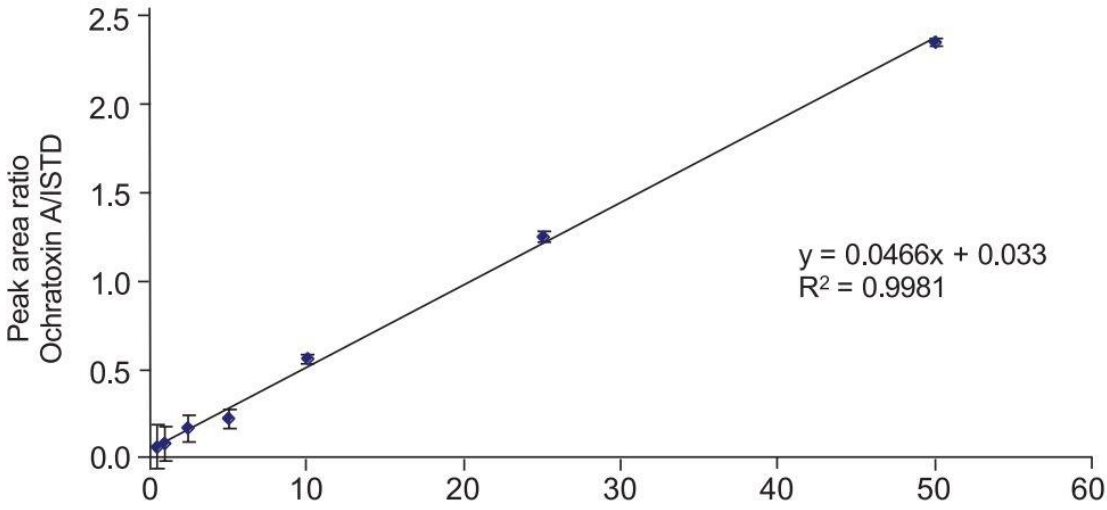
بر اساس اطلاعات تجمیع شده در این جدول میانگین غلظت اکراتوکسین A در نمونه‌های برنج خارجی کمتر از برنج ایرانی تعیین گردید. به طور کلی همه نمونه‌های مورد بررسی دارای غلظتی در محدوده استاندارد تعیین شده به وسیله ایران بودند. مقایسه آماری با آزمون تی تست نشان داد که میانگین غلظت اکراتوکسین A در برنج خام و پخته شده ایرانی تفاوت معنی‌داری دارد($p>0/05$)، اما این اختلاف در مقایسه برنج وارداتی چشمگیر نبوده است(جدول ۷).

جدول ۱: برنج‌های ایرانی و خارجی مورد بررسی در مطالعه

نوع برنج	تعداد	نشان تجاری	رقم
ایرانی	۲۶	چمپا	۱
		عنبربو	۲
		صدری	۳
		طارم	۴
		حمید محلی یاسوج	۵
خارجی	۲۲	تایلندی	۱
		پاکستانی	۲
		دانه بلند هندوستان	۳
		دانه متوسط هندوستان	۴



نمودار ۱: منحنی کالیبراسیون آفلاتوکسین B1



نمودار ۲: منحنی کالیبراسیون اکراتوکسین A

جدول ۲: میانگین ± انحراف معیار سم آفلاتوکسین B1 در نمونه‌های برنج ایرانی خام و پخته شده به روش کته و آبکشی

نوع برنج	برنج خام(نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده به روش کته (نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده به روش آبکشی (نانوگرم بر گرم)
۱	۲/۰±۰ /۱۰	۲/۲۸ ±۰/٤۱	۱/۷۵ ±۰/۵۲
۲	۳/۷۹±۰/۱۸	۳/۳۸±۰/۱۲	۲/۲۰±۰/۱٤
۳	۳/۱۵±۰/۱۵	۲ ±۰/۱۸	۱/٦۱ ±۰/۰٦
٤	٤/۲۸ ±۰/۰۵	۳/۲۳ ±۰/۱٦	۳/۰٤ ±۰/۱۲
۵	۵/۰٤±۰/۲۳	۳/٤٤±۰/۰۵	۲/٦۵±۰/۰۵

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار سم آفلاتوکسین B1 در نمونه‌های برنج خارجی خام و پخته شده به دو روش کته و آبکشی

نوع برنج	برنج خام(نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده به روش کته (نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده به روش آبکشی (نانوگرم بر گرم)
۱	۴ ±۰۱/۱۹	۳/۲۵ ±۰/۱۳	۲/۸۳ ±۰/۱۳
۲	۳ ±۷۵/۴۴	۲/۵٤ ±۰/۰۹	۲/۳٦ ±۰/۳۳
۳	۵ ±۳۸/۳۴	٤/۳٦ ±۰/۳۷	۳/۸٦ ±۰/۲۱
٤	۳ ±۲۵/۴۶	۲/۲۲ ±۰/٤۱	۲/۱ ±۰/۰۹

جدول۴: مقایسه میانگین ± انحراف معیار غلظت آفلاتوکسین B1 در نمونه‌های برنج خارجی و ایرانی خام و پخته شده

نوع برنج	برنج خام(نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده(نانوگرم بر گرم)	سطح معنی‌داری
ایرانی	۳/۸٤ ±۰/۱٤	۲/۵۵ ±۰/۱۸	۰/۰۹
خارجی	٤/۰۹ ±۰/۳۵	۲/۹٤ ±۰/۲۵	۰/۲

جدول ۵: میانگین ± انحراف معیار سم اکراتوکسین A در نمونه‌های برنج ایرانی خام و پخته شده به دو روش کته و آبکشی

نوع برنج	برنج خام (نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده به روش کته (نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده به روش آبکشی (نانوگرم بر گرم)
۱	۳/۱۸ ±۰/٦۰	۲/۵۱ ±۰/۱۲	۲/۳۰ ±۰/۲۰
۲	۲/٤۰ ±۰/٤۳	۲/۱۷ ±۰/۰۱	۱/۸٤ ±۰/۰۱
۳	۳/٦۰ ±۰/۸۵	۳/۳۰ ±۰/۲۰	۲/۵۱ ±۰/۰۸
٤	۳/۵۱ ±۰/۲۰	۳/۱۵ ±۰/۱٦	۲/۲۵ ±۰/۳۳
۵	۲/۹۰ ±۰/۸۵	۲/۲۲ ±۰/۵۰	۱/٦٦ ±۰/۱٤

جدول۶: میانگین ± انحراف معیار سم اکراتوکسین A در نمونه‌های برنج وارداتی خام و پخته شده به دو روش کته و آبکشی

نوع برنج	برنج خام (نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده به روش کته (نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده به روش آبکشی (نانوگرم بر گرم)
۱	۳/۵٤ ±۰/۹٦	۲/۹۸ ±۰/۲۱	۲/٦۲ ±۰/۰٤
۲	۲/۸۵ ±۰/۳۷	۲/۱۱ ±۰/۱۲	۱/٦٦ ±۰/۲۳
۳	۳/۱۱ ±۰/۹۳	۲/۷۵ ±۰/۳٤	۲/۲ ±۰/۳۱
٤	٤/۵۹ ±۰/۳۵	۳/۸٤ ±۰/۹۲	۲/۸٤ ±۰/۰۲

جدول ۷:. مقایسه میانگین ± انحراف معیار غلظت اکراتوکسین A در نمونه‌های برنج خارجی و ایرانی خام و پخته شده

نوع برنج	برنج خام(نانوگرم بر گرم)	برنج پخته شده(نانوگرم بر گرم)	سطح معنی‌داری
ایرانی	۳/۸٤ ±۰/۱٤	۲/۵۵ ±۰/۱۸	۰/۰۳۵
خارجی	۳/۵۲ ±۰/٦۵	۲/٦۲ ±۰/۳۹	۰/۱۱

بحث

در جهـان، بـیش از ۴۰۰ نـوع مایکوتوکسـین وجود دارد که اثـرات نـامطلوبی بـر انسـان و حیـوان ایجاد می‌کنند. مایکوتوکسـین‌هـای مهـم‌تـر بـه وسـیله قـارچ‌هـای رشـته‌ای شـامل گونـه‌هـای مختلـف آسپرژیلوس و گونه‌های فوزاریوم وارد زنجیره غذایی انسان و حیوان می‌شـوند. مایکوتوکسـین‌هـا بـه دلیـل سمیت بالا توجـه زیـادی را بـه خـود جلـب کـرده‌انـد. آفلاتوکسـین B1 بـه عنـوان یـک سـرطان‌زای گـروه ۱ طبقـه‌بنـدی شـده اسـت، کـه سـبب سـرطان کبـد در انسـان‌مـی‌گـردد(۲۵). عـلاوه بـر ایـن، سـایر مایکوتوکسـین‌هـا ماننـد OTA بـه عنـوان عوامـل سـرطان‌زای مشـکوک در انسـان شـناخته مـی‌شـوند. اثرات مختل کننده بر سیستم‌های درون‌ریز[1]، کلیـوی، گوارشی و تأخیر در رشد از اثرات بهداشـتی مـزمن و مضر میکوتوکسین‌های موجود در دانه‌هـای غـلات از جمله برنج می‌باشند(۲۶ و ۲۵). از این رو ایـن مطالعـه با هدف شناسایی آفلاتوکسین B1 و آکراتوکسین A در برنج وارداتی و داخلی، خام و پخته و تاثیر نـوع پخـت (آبکشـی ــ کتـه) در بـرنج‌هـای جمـع‌آوری شـده از رسـتوران‌هـای شـهر یاسـوج بـا اسـتفاده از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا انجام گرفته است.

با توجه به این که ایران یکی از قطب‌های تولید این محصول در قاره آسیا محسـوب مـی‌شـود و ایـن مـاده غـذایی بـه عنـوان یـک محصـول پرمصـرف در معرض آلـودگی بـه مـایکوتوکسـین‌هـا اسـت، در ایـن پژوهش بـه بررسـی غلظـت سـموم قـارچی در بـرنج پرداخته شد.

طبق گزارش‌ها سامانه هشدار سریع برای غـذا و خوراک سیستم هشدار سریع مواد غذایی و خوراک دام (RASFF) [2]، مایکوتوکسین‌ها اساس تعـداد زیـادی از اعلان‌ها هستند و یکی از اصلی‌ترین خطراتی بودنـد که در دهه گذشته مورد اشاره قرار گرفته‌اند. در سـال ۲۰۱۹، ۵۵۳ اعلان مرتبط با مایکوتوکسین‌هـا در مـواد غذایی صادر شد، و حـدود ۸۶/۶ درصـد از آن‌هـا بـه آلودگی AFs مربوط بودند(۳). [۵]

نتـایج مطالعـه حاضـر نشـان داد کـه میـانگین آلـودگی بـه آفلاتوکسـین B1 در بـرنج‌هـای ایرانـی و خارجی خام بررسی شده به ترتیب بین ۲/۹۸ تـا ۵/۰۴ و ۳/۲۵ تا ۵/۳۸ نانوگرم بر کیلوگرم می‌باشد. در میان برنج‌های ایرانی و وارداتـی مـورد مطالعـه بـه ترتیـب ۹۲/۳ و ۸۶/۴ درصـد از نمونـه‌هـا حـاوی مقـدار آفلاتوکسین B1 در محدوده مجاز تعیین شده به وسیله اسـتاندارد ایـران بـوده‌انـد. نتیجـه بررسـی میـزان آفلاتوکسین B1 در برنج مصرفی شهر مشهد به وسیله فراجـی و همکـاران، نشـان داد کـه همـه نمونـه‌هـا بـه آفلاتوکسین B1 آلوده بوده و هم‌سو با مطالعه حاضـر ۸/۳ درصد از نمونه‌ها حاوی آفلاتوکسین B1 بیشتر از بیشینه استاندارد ایران بوده‌انـد(۲۵). در همـین راسـتا

1-Endocrine System
2-Rapid Alert System for Food and Feed(RASFF)

نجفیان پس از مطالعه بر روی ۷۲ نمونه برنج مصرفی تولید داخل و وارداتی جمع‌آوری شده از ۶ فروشگاه بزرگ شهر رشت، در دو فصل تابستان و زمستان گزارش کرد که تمام نمونه‌ها به مقادیر مختلفی از آفلاتوکسین B1 آلوده بودند و نمونه‌های داخلی نسبت به نمونه‌های وارداتی آلودگی کمتری داشتند. هم‌چنین در این مطالعه مشخص گردید که کاهش غظت آفلاتوکسین B1 در پختن به روش آبکشی به شکل معنی‌داری بیشتر از روش کته است(۲۶). پی بردن به روش‌های کاهش و یا حذف آفلاتوکسین‌ها از مواد غذایی از جمله برنج، می‌تواند تأثیرات بسیار زیادی را چه در حوزه اقتصاد و چه در حوزه افزایش سلامت برای مصرف کنندگان به همراه داشته باشد. در این پژوهش تأثیر فرآیند طبخ برنج بر روی باقیمانده آفلاتوکسین B1 مورد بررسی قرار گرفت که مشخص گردید نوع پخت به روش‌های آبکشی و کته، غلظت آفلاتوکسین B1 را در نمونه‌های برنج خارجی و ایرانی به ترتیب ۳۳/۸۶ و ۲۹ درصد کاهش می‌دهد. همانند مطالعه حاضر پارک و همکاران در پژوهشی در کشور کره جنوبی گزارش نمودند که پخت برنج می‌تواند به طور قابل توجهی میزان آفلاتوکسین موجود در برنج را کاهش دهد(۲۷). در مطالعه حاضر نیز مشخص گردید که برنج پخته شده با روش آبکشی تأثیر بیشتری در کاهش مقدار آفلاتوکسین B1 دارد که این نتایج با پژوهشی که در سال ۱۳۹۰ به وسیله محمدی‌ثانی و همکاران در مورد تأثیر انواع پخت در برنج انجام گرفت، الگوی مشابهی را نمایان می‌کند. یافته‌های مطالعه بالا کاهش معنی‌دار غلظت آفلاتوکسین B1 را بعد از پخت به صورت آبکشی و کته‌ای نشان داد به طوری‌که میزان کاهش در حالت آبکشی بیشتر گزارش شده است(۲۸). علت کاهش غلظت آفلاتوکسین B1 در برنج‌های پخته شده می‌تواند ناشی از تأثیر حرارت و شستن برنج قبل از پخت باشد. از طرف دیگر کاهش بیشتر غلظت سم در نوع آبکشی می تواند به علت ورود آفلاتوکسین B1 به داخل آب پخت برنج و سپس خالی شدن آن بعد از آبکشی باشد. عملیات حرارتی با رطوبت بالا(برشته کردن، اکستروژن، پخت و پز، پخت و پز با فشار بالا، بخار) در کاهش ۲۵ تا ۸۸ درصد از آفلاتوکسین ها در برنج مؤثر است(۲۹).

یافته‌های این مطالعه مشخص می‌نماید که میانگین آلودگی به اکراتوکسین A در انواع برنج خام ایرانی و خارجی به ترتیب بین ۲/۴۰ تا ۳/۵۱ و ۲/۸۵ تا ۴/۵۹ نانوگرم بر کیلوگرم می‌باشد. بر این اساس هیچ‌کدام از نمونه‌ها غلظتی بالاتر از محدوده استاندارد نداشتند؛ اگرچه به طورکلی میانگین غلظت این سم قارچی در نمونه‌های برنج خارجی بالاتر از نمونه‌های کشت شده در داخل بوده است. بر اساس الگوی دیده شده در بررسی آفلاتوکسین، فرآیند پخت و پز از جمله عوامل موثر بر کاهش سم اکراتوکسین A می‌باشد.

در یک مطالعه در تهران، مقدار OTA با استفاده از HPLC اندازه‌گیری شد. سطوح OTA در نمونه‌های مثبت از ۰/۲ تا ٤/۸ نانوگرم در گرم بوده و میانگین آلودگی ۱/٦ نانوگرم بر گرم در تمام نمونه‌ها ثبت گردید (۳۰). یک مطالعه دیگر نشان داد که آلودگی OTA در ۲۱/٤ درصد نمونه‌های برنج ایرانی کمتر از استانداردهای تعیین شده در ایران و اتحادیه اروپا بود. سطوح آلودگی OTA در نمونه‌های برنج ایرانی نیز به طور قابل توجهی ۰/۷۲ درصد(نانوگرم بر گرم) بیشتر از نمونه‌های وارداتی بودند(۳۱).

در مطالعه لائی و همکاران در ۶ استان کشور چین گزارش گردید غلظت OTA در یکی از نمونه‌ها از استاندارد مجاز چین(۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) فراتر رفته بود(۳۸). در پژوهش دیگری Aydin و همکاران در ترکیه غلظت اکراتوکسین A را در ۳۰ درصد از ۱۰۰ نمونه مورد بررسی بیش از حد استاندارد مجاز این کشور (۳ ng/g) اعلام نمودند (۳۲).

نتایج مطالعه گیلانی و همکاران، نشان داد که به ترتیب ۶۹ و ۶۱ درصد از نمونه‌های مورد بررسی در کشور پاکستان از نظر AFs و OTA مثبت بودند و مقادیری از AFs و OTA بالاتر از حد مجاز تعیین شده به وسیله سازمان استاندارد و کنترل کیفیت پاکستان مشاهده گردید(۳۳). همه مراحل کاشت، داشت، برداشت، شرایط فصلی و آب و هوایی منطقه مورد بررسی، رطوبت و فعالیت آبی، دمای انبارداری و جابجایی و به طور کلی شرایط نگهداری غلات از جمله برنج می‌تواند بر آلودگی این محصولات غذایی به سموم قارچی نظیر آفلاتوکسین و اوکراتوکسین تأثیر زیادی داشته باشد. در ایران، آلودگی غلات به قارچها و تولید مایکوتوکسین به آب و هوای نیمه گرمسیری مرطوب در طول فصل رشد برنج و شرایط نگهداری مرتبط است(۳۵ و ۳۴).

در مطالعه حاضر مشخص گردید غلظت سم اکراتوکسین A در نمونه‌های برنج داخلی و خارجی در اثر فرآیند پخت به ترتیب ۲۳/۳۲ و ۲۵/۶۲ درصد کاهش می‌یابد. هم‌چنین مشخص گردید که روش پخت آبکشی تأثیر بیشتری نسبت به روش کته در کاهش غلظت اکراتوکسین A در برنج دارد. مشابه با یافته‌های این مطالعه محمدحسنی و همکاران در بررسی اثر پختن بر غلظت اکراتوکسین در برنج گزارش نمودند فرآیند پختن به میزان معنی‌داری موجب کاهش غلظت سم دربرنج می‌شود(۳۶). در این مطالعه نیز مشخص شده است برنج پخته شده به روش آبکش آلودگی کمتری به سم OTA داشته است که می‌توان دلیل آن را خارج شدن اکراتوکسین A در آب جوش در مرحله آبکش کردن برنج ذکر کرد که با نتایج تحقیق حاضر همسو است. در مطالعه منصوری نصرآبادی و همکاران کاهش اکراتوکسین A به میزان ۸۷/۲ درصد تا انتهای مرحله دم کشیدن از برنج نشان داده شد که اثربخشی فرآیند پخت را در کاهش سم

نشان می‌دهد که با مطالعه حاضر از جهت تأثیر کاهشی پختن بر غلظت اکراتوکسین A هم‌خوانی دارد(۳۷).

با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان گفت که بیشتر برنج‌های مورد استفاده در رستوران‌های شهر یاسوج شامل انواع ارقام داخلی و خارجی حاوی مقادیری از سموم آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A می‌باشند که فرایند شستشو و پختن به خصوص پختن به روش آبکش می‌تواند سبب کاهش غلظت آن‌ها در برنج آماده مصرف شود.

محدودیت‌های این مطالعه شامل هزینه‌های بالای HPLC جهت اندازه گیری مایکوتوکسین‌ها وعدم وجود یک فرایند کنترلی استاندارد برای اعمال دمای پخت برنج در رستوران‌ها بوده است، لذا پیشنهاد می‌شود بررسی فرایند اثرگذاری پخت بر روی سایر مایکوتوکسین‌های موجود در برنج و تأیر اثر فرآیند حرارتی استاندارد و شستشو بر میزان آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A در سایرمحصولات از جمله حبوبات و غلات انجام گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه وضعیت آلودگی نمونه‌های برنج استفاده شده در رستوران‌های شهر یاسوج به سموم قارچی آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A را برای سلامت مصرف‌کنندگان مخاطره‌آمیز نشان نمی‌دهد، هم‌چنین مشخص گردید که فرایند پخت و نوع آن تأثیر مهمی در تقلیل غلظت آفلاتوکسین B1 و اکراتوکسین A دارد که در پخت آبکشی شده برنج کاهش بیشتری در میزان سموم مذکور صورت می‌گیرد. البته با توجه به دریافت این سموم از منابع دیگر غذایی و وجود هم‌زمان دیگر مایکوتوکسین‌ها در ذنجیره غذایی، مخاطرات دریافت مقادیر اندک مایکوتوکسین‌ها بر سلامت انسان نیز باید به طور کامل رصد گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مطالعه از معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه علوم پزشکی یاسوج جهت فراهم آوردن منابع مالی لازم جهت انجام این مطالعه تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند. هم‌چنین از سرکار خانم سارا خورشیدنیا که در نوشتن متن اولیه این مقاله کمک نمودند، سپاسگزاریم.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

حمایت مالی

این مطالعه تحت حمایت مـالی دانشـگاه علـوم پزشکی یاسوج به عنوان یـک پایـان نامـه کارشناسـی ارشدانجام گرفته است.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی(پایـان‌نامـه مقطـع کارشناسـی ارشـد رشـته مهندسـی بهداشـت محیط)از دانشگاه علوم پزشکی یاسوج با کـد اخـــلاق IR.YUMS.REC.1398.098 می‌باشد.

مشارکت نویسندگان

طراحـی مطالعـه و راهنمـایی انجـام آن و نوشتن و اصلاح مقاله به وسیله دکتر مجید مجلسـی و دکتر سید عبدالمحمد سادات و اجرای تحقیق به وسیله مهندس فرشید آریایی منفرد انجام گرفته است.

REFERENCES

1.Richard JL. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses—An overview. International Journal of Food Microbiology 2007; 119(1-2): 3-10.
2.Kohansal MR, Shahpouri AR, Fekari B, Negahdar M. Effect of exchange rate fluctuations on the production, import and export rice to Iran. 15th ed. National Rice Conference of Iran; 2013.
3.Dai X, Sharma M, Chen J. Fungi in sustainable food production. Cham: Springer International Publishing 2021: 197-226.
4.Amanloo S, Rezaei Kahhka MR, Ramezani AA, Mir L. The mycotoxin contamination of the imported consumer rice and its producing fungi in Zabol. Pars Journal of Medical Sciences 2022; 12(1): 17-25.
5.Santos AR, Carreiró F, Freitas A, Barros S, Brites C, Ramos F, Sanches Silva A. Mycotoxins contamination in rice: Analytical methods, occurrence and detoxification strategies. Toxins 2022; 14(9): .647.
6.Kourousekos G. Aflatoxin effects on animals health and milk composition of the ruminants. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society 2011; 62(1): 38-47.
7.Pigłowski, M, Niewczas-Dobrowolska M. Hazards in products of plant origin reported in the rapid alert system for food and feed (RASFF) from 1998 to 2020. Sustainability 2023; 15(10): 8091.
8.Leuschner RG, Hristova A, Robinson T, Hugas M. The rapid alert system for food and feed (rasff) database in support of risk analysis of biogenic amines in food. Journal of Food Composition and Analysis 2013, 29(1), 37-42.
9.da Silva JV, de Oliveira CA, Ramalho LN. Effects of prenatal exposure to aflatoxin B1: A review. Molecules 2021; 26(23): 7312.
10.Yilmaz S, Bag H. Aflatoxin B1: mechanism, oxidative stress and effects on animal health. J Anim Biol Vet 2022; 2: 1-6.
11.ISIRI. Maximum tolerated limits of mycotoxins in foods and feeds. National Standard No. 5925. Institute of Standard and Industrial Research of Iran, Iran, 2002.
13.Awuchi CG, Ondari EN, Nwozo S, Odongo GA, Eseoghene IJ, Twinomuhwezi H, et al. Mycotoxins' toxicological mechanisms involving humans, livestock and their associated health concerns: A review. Toxins 2022; 14(3): 167.
14.Fakoor Janati SS, Beheshti HR, Khoshbakht Fahim N, Feizy J. Aflatoxins and ochratoxinin A in bean from Iran. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 2011; 87: 194-7.
15.Al-Anati L, Petzinger E. Immunotoxic activity of ochratoxin A. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics 2006; 29(2): 79-90.
16.Chellman GJ, Bussiere JL, Makori N, Martin PL, Ooshima Y, Weinbauer GF. Developmental and reproductive toxicology studies in nonhuman primates. Birth Defects Research Part B: Developmental and Reproductive Toxicology 2009; 86(6): 446-62.
17.European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to ochratoxin A in food. EFSA Journal 2006; 4(6): 365.
18.Kuiper-Goodman T, Hilts C, Billiard SM, Kiparissis Y, Richard ID, Hayward S. Health risk assessment of ochratoxin A for all age-sex strata in a market economy. Food Additives and Contaminants 2010; 27(2): 212-40.
19.Bullerman LB, Bianchini A. Stability of mycotoxins during food processing. International Journal of Food Microbiology 2007; 119(1-2): 140-6.
20.INSO. Methods of sampling for official control of the levels of mycotoxins in food and agricultural products. Iranian National Standard, No, 12004. 2008. Available from www.isiri.org.
21.Jeyakumar JM, Zhang M, Thiruvengadam M. Determination of mycotoxins by HPLC, LC-ESI-MS/MS, and MALDI-TOF MS in Fusarium species-infected sugarcane. Microbial Pathogenesis 2018; 123: 98-110.
22.Nesic KD, Milicevic V, Nesic S. Mycotoxins as one of the foodborne risks most susceptible to climatic changes. Proocedia Food Science 2015; 5: 207-10.
23.Tesfamariam K, De Boevre M, Kolsteren P, Belachew T, Mesfin A, De Saeger S, et al. Dietary mycotoxins exposure and child growth, immune system, morbidity, and mortality: A systematic literature review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 2020; 60(19): 3321-41.
24.Baranyi N, Kocsubé S, Varga J. Aflatoxins: Climate change and biodegradation. Current Opinion in Food Science 2015; 5: 60-6.
25.Sani AM, Azizi EG, Salehi EA, Rahimi K. Reduction of aflatoxin in rice by different cooking methods. Toxicology and Industrial Health 2014l; 30(6): 546-50.

25.Faraji H, Tabatabei YF, Kafilzadeh F, Nasiri MM. Investigation of total aflatoxins in consumed rice at Mashhad city in the summer and winter. Innovation in Food Science and Technology 2010; 2(2): 11-6.
26.Najafian M. Comparison the level of aflatoxin in different varieties of internal and imported rice in different collection seasons and effect of cooking methods on the level of toxins. Journal of Microbial World 2014; 6(4): 326-36.
27.Park JW, Lee C, Kim YB. Fate of aflatoxin B1 during the cooking of Korean polished rice. Journal of Food Protection 2005; 68(7): 1431-4.
28.Sani AM, Azizi EG, Salehi EA, Rahimi K. Reduction of aflatoxin in rice by different cooking methods. Toxicology and Industrial Health 2014; 30(6): 546-50.
29.Santos AR, Carreiró F, Freitas A, Barros S, Brites C, Ramos F, Sanches Silva A. Mycotoxins contamination in rice: Analytical methods, occurrence and detoxification strategies. Toxins 2022; 14(9): 647.
30.Kardani F, Jelyani AZ, Rashedinia M, Shariati S, Hashemi M, Noori SM, Mahdavinia M. Simultaneous evaluation and monitoring ochratoxin A, aflatoxins, and zearalenone contamination levels of cereals from Iranian retail market using HPLC-FLD: A 3-year survey. Food Chemistry Advances 2023; 3: 100490.
31.Ranjbar R, Roayaei Ardakani M, Mehrabi Kushki M. Identification of toxigenic aspergillus species from rice of khuzestan and mycotoxins in imported cereals. Iranian Journal of Medical Microbiology 2019; 13(5): 355-73.
32.Lai X, Liu R, Ruan C, Zhang H, Liu C. Occurrence of aflatoxins and ochratoxin A in rice samples from six provinces in China. Food Contro. 2015; 50: 401-4.
33.Gillani SW, Sadef Y, Imran M, Raza HM, Ghani A, Anwar S, et al. Determination and detoxification of aflatoxin and ochratoxin in maize from different regions of Pakistan. Environmental Monitoring and Assessment 2022; 194(9): 613.
34.Eslamizad S, Yazdanpanah H, Hadian Z, Tsitsimpikou C, Goumenou M, AliAbadi MH,et al. Exposure to multiple mycotoxins in domestic and imported rice commercially traded in Tehran and possible risk to public health. Toxicology Reports 2021; 8: 1856-64.
35.Mazaheri M. Investigating the possibility of the occurrence of mycotoxins in rice and rice flour imported to Iran. Journal of Food Composition and Analysis 2023; 122: 105464.
36.Mohammadhasani F, Madani G, Ahmadzadeh F. The effect of cooking process on ochratoxin a in commonly used rice. Journal of Health System Research 2018; 14(1): 6-10.
37.Mansouri-Nasrabadi R, Milani JM, Nazari SS. Optimization of washing and cooking processes of rice for Ochratoxin A decrement by RSM. Food Science & Nutrition 2018; 6(8): 2523-9.

:

Armaghane-danesh, Yasuj University of Medical Sciences Journal (YUMSJ)

Original Article

Assessment of Aflatoxin B1 and Ochratoxin A Contamination in Raw and Cooked Rice at Restaurants in Yasuj, Iran

Sadat1 SA[1], Ariaei Monfared F[1], Majlesi M[2*]

[1]Department of Environmental and Occupational Health Engineering, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran,[3]Department of Nutrition and Food Technology, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran

Received Date: 05 May 2024 Accepted Date: 06 Oct 2024

Abstract

Background & aim: Aflatoxin B1 and Ochratoxin A are among the most common mycotoxins in food products, including grains such as rice, whose entry into the human body can endanger consumer health. Therefore, the aim of the present study was to determine and investigate the contamination of raw and cooked rice with Aflatoxin B1 and Ochratoxin A in restaurants of Yasuj, Iran.

Methods: The present is a cross-sectional study was conducted in 2020. In the present research, 48 samples of raw and cooked rice, including 5 and 4 different Iranian and foreign commercial brands were randomly collected from restaurants in Yasuj, respectively. At that point, to measure the levels of Aflatoxin B1 and Ochratoxin A, subsequently digesting the rice samples using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), the test was conducted based on Iranian National Standard No. 12004, which is a guideline for sampling agricultural products to identify and quantify mycotoxins. The obtained results were analyzed using SPSS and Excel software, and statistical tests including independent t-test and Pearson correlation coefficient were applied.

Result: The contamination levels of Aflatoxin B1 and Ochratoxin A were determined to be 87% and 95.8% of the rice samples, respectively. Only two samples of Iranian rice (brand 5) and one sample of foreign rice (brand 3) contained Aflatoxin B1 amounts exceeding the standard limit set by Iran (5 nanograms per gram). The levels of Ochratoxin A in all samples were below the permissible limit set by the Iranian National Standard Organization. The rice cooking process significantly reduced the concentrations of Aflatoxin B1 and Ochratoxin A ($p<0.05$). The reduction rates of Aflatoxin B1 and Ochratoxin A in Iranian and foreign rice were 33.52%, 29% and 23.32%, 25.62%, respectively. It was determined that the draining cooking method had a greater effect on reducing these mycotoxins in rice.

Conclusion: The contamination levels of the rice samples examined in the present study with Aflatoxin B1 and Ochratoxin A did not pose a health risk to humans. The cooking process was effective in reducing these fungal toxins, and the draining method was more effective compared to the absorption method by removing toxins through discarded water.

Keywords: Aflatoxin B1, Ochratoxin A, Rice, Yasuj.

***Corresponding author: Majlesi M,** Department of Nutrition and Food Technology, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran.
Email: majid.majlesi@yums.ac.ir

Please cite this article as follows: Sadat1 SA, Ariaei Monfared F, Majlesi M. Assessment of Aflatoxin B1 and Ochratoxin A Contamination in Raw and Cooked Rice at Restaurants in Yasuj, Iran. Armaghane-danesh 2025; 29(6):930- 947.

The scientific research journal Armaghan Danesh, affiliated with Yasuj University of Medical Sciences, is an open-access publication. All articles published in this journal