مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال چهاردهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، صفحات ۵۴-۴۵

بررسی میزان آلودگی و ارزیابی خطر آفلاتوکسین تام در برنج‌های ایرانی در اقلیم‌های مختلف امنیت غذایی

هاله سمیعی [۱]، هدایت حسینی [۲و۳]، وحید مفید [۲]، بهروز جنت [۱]

۱- مرکز تحقیقات حلال جمهوری اسلامی‌ایران، سازمان غذا و دارو، تهران، ایران
۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- نویسنده مسئول: مرکز تحقیقات سلامت غذا، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. پست الکترونیکی: hedayat@sbmu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۴

چکیده

سابقه و هدف: آفلاتوکسین یکی از سموم مهم و رایج در مواد غذایی پر مصرف از جمله برنج است که تهدیدی برای سلامت مصرف کننده می‌باشد. در این مطالعه، احتمال بروز خطر آفلاتوکسین تام، با توجه به میزان مواجهه و اثرات نامطلوب آن در برنج ایرانی ارزیابی شده است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه بر روی میزان آفلاتوکسین تام ۶۰ نمونه برنج تولید داخل که بر اساس اقلیم های امنیت غذا و تغذیه نمونه برداری شد، انجام گرفت. رتبه خطر با استفاده از روش کمی‌ارزیابی خطر، بر حسب ارزیابی میزان مواجهه و با احتساب میزان دریافت قابل قبول موقتی روزانه (PMTDI)، عامل شیب سرطان‌زایی(CSF) در دو گروه $HBAg^+$ و $HBAg^-$، و عامل اثر روش‌های پخت در هر اقلیم و کل کشور تعیین شد.

یافته‌ها: متوسط و انحراف معیار مقدار آفلاتوکسین تام در نمونه‌های برنج ۱/۱۳ µg/Kg و ۱/۸ بود. نتایج سنجش غلظت آفلاتوکسین تام با استفاده از نرم افزارآماری SPSS تجزیه و تحلیل شد. محاسبه ارزیابی مواجهه برحسب کمترین، میانگین و بیشترین میزان غلظت و مصرف در هر اقلیم، در دو گروه $HBAg^+$ و $HBAg^-$ نشان داد که بالاترین رتبه خطر مربوط به برنج آبکش شده در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی و درگروه $HBAg^+$ است.

نتیجه‌گیری: این مدل ارزیابی نشان داد علیرغم بالا بودن رتبه خطر و مصرف برنج در کشور، میزان غلظت آفلاتوکسین تام سنجش شده کمتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران (۳۰µg/Kg) است و آلاینده آفلاتوکسین تام موجود در برنج ایرانی، خطری برای سلامت مصرف کننده محسوب نمی‌شود.

واژگان کلیدی: برنج ایرانی، آفلاتوکسین تام، ارزیابی خطر، اقلیم های امنیت غذایی

• مقدمه

امروزه یکی از نگرانی های جوامع، تهیه و تولید غذای سالم و ایجاد دسترسی آسان مردم به آن است. مایکوتوکسین ها، سموم قارچی هستند که بیشتر محصولات کشاورزی پر مصرف ازجمله برنج را در مراحل تولید و در طی فراوری و انبارش آلوده کرده و تهدیدی برای سلامت مصرف کنندگان می‌باشند (۱). آفلاتوکسین تام به عنوان یکی از سموم رایج در غلات، به علت اثرات نامطلوب بر سیستم ایمنی بدن و خاصیت سرطانزایی در سال های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. لذا شناسایی و تعیین مقدار این عامل خطر و ارزیابی شدت اثرات نامطلوب حضور آنها در مواد غذایی برای مصرف کنندگان از نقطه نظر بهداشت عمومی بسیار حائز اهمیت است (۲). اگر چه حدود مجاز و قابل قبول از سوی مراجع بین المللی ذیصلاح و مقامات بهداشتی در هر کشور تعیین شده، اما با توجه به اثرات سمیت و عوارض نامطلوبی که این آلاینده در طول مدت عمر انسان ایجاد می‌کند باید با در نظر گرفتن عادات غذایی و نحوه پخت در هر منطقه و میزان مواجهه با خطر، مورد ارزیابی قرار گیرد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

در ایران برنج دومین محصول پرمصرف کشور بوده و آمار و ارقام موجود میزان مصرف سرانه برنج درکشورمان را ۳۹ تا ۴۰ کیلوگرم نشان می‌دهد (۳). براساس آمار سازمان ملی استاندارد ایران مقدار مصرف برنج ۱۱۰ گرم در روز و میزان مصرف سالانه برنج نزدیک به سه میلیون تن است (۴).

مطالعات پیشین بر روی آلودگی برنج داخلی به آفلاتوکسین که توسط فرجی و همکاران (۲۰۱۰)، نجفیان و همکاران (۲۰۱۴) و مظفری نژاد و همکاران (۲۰۱۵) انجام شده نشان داده است که میزان آفلاتوکسین تام و B_1 در برنج تولید شده در داخل کمتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران بوده و محصول سالم تری نسبت به برنج وارداتی است (۷-۵).

اما با توجه به اینکه در ایران آمار دقیقی از میزان شیوع بیماری‌های ناشی از غذا و آب و همچنین عوامل خطرزای مرتبط با آن ثبت نشده است، ضروری به نظر می‌رسد که عوامل خطرزای مختلف شناسایی شده و با توجه به اثرات نامطلوب آنها بر سلامتی نظیر آفلاتوکسین که بر اساس برخی مطالعات گذشته پیش بینی شده است و همچنین میزان مصرف مواد غذایی حاوی آنها مورد ارزیابی و درجه بندی قرار گیرند. لذا، در در این مطالعه، با در نظر گرفتن میزان مصرف برنج در مناطق مختلف کشور و غلظت آلاینده آفلاتوکسین، همچنین تأثیر روش‌های متداول پخت برنج بصورت آبکش و غیرآبکش و با در نظر گرفتن عامل شیب سرطانزایی و احتمال بروز سرطانزایی که در سایر روش‌ها بطور همزمان بکارگرفته نشده است، مدلی از ارزیابی خطر آفلاتوکسین تام در برنج خام و پخته شده جهت تعیین رتبه خطر بکار گرفته شده است.

• مواد و روش‌ها

روش نمونه برداری: تعداد ۶۰ نمونه از برنج تولید داخل، با استفاده از معادله تعیین حجم نمونه آماری با سطح اطمینان ۹۵ درصد و سطح خطای قابل قبول کنترل کیفیت آماری در صنایع غذایی معادل ۱۰ درصد و بر مبنای تقسیم بندی اقلیم های ۶ گانه برگرفته از پژوهش ملی پایش امنیت غذا و تغذیه در ایران و نقشه وضعیت امنیت غذایی در کشور (سال ۱۳۹۱) به شرح زیر جمع آوری شد.

اقلیم ۱: بسیار امن غذایی از نظر امنیت غذایی شامل استان های قم، اصفهان، سمنان، تهران، یزد

اقلیم ۲: امن غذایی از نظر امنیت غذایی شامل استان های آذربایجان شرقی، قزوین، مازندران

اقلیم ۳: نسبتاً امن غذایی از نظر امنیت غذایی شامل استان های زنجان، آذربایجان غربی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، مرکزی، همدان، گلستان، گیلان

اقلیم ۴: نسبتاً نا امن غذایی از نظر امنیت غذایی شامل استان های اردبیل، چهارمحال بختیاری، فارس، کرمانشاه، کردستان، لرستان، خراسان جنوبی

اقلیم ۵: نا امن غذایی از نظر امنیت غذایی شامل استان‌های خوزستان، کرمان، ایلام، بوشهر

اقلیم ۶: بسیار نا امن غذایی از نظر امنیت غذایی شامل استان های هرمزگان، کهکیلویه و بویراحمد، سیستان و بلوچستان

برای ارزیابی خطر آفلاتوکسین تام در برنج، میزان آفلاتوکسین تام به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مطابق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۶۸۷۲ اندازه‌گیری شد. این اندازه گیری با استفاده از دستگاه Waters |600، مولتی فلورسانس با طول موج نشری۳۶۵ nm و جذبی ۴۳۵ nm و حد LOD ۰/۳ و RSDr معادل ۷/۳۹ انجام شد. ستون بکارگرفته شده Chromolith p-18e و شدت جریان حلال (Flow Rate) ۱ ml/min بوده و روش آزمون مطابق با روش ICH[1] صحه گذاری شد. درصد بازیافت (Recovery) آفلاتوکسین ها بین ۹۷/۸۳ – ۸۸/۵ ثبت شد. در این روش، ۱۲۵ گرم از پودر خشک نمونه برنج آسیاب شده توزین و به ارلن ۱۰۰۰ میلی‌لیتر منتقل شد. ۵ گرم سدیم کلراید و سپس ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول (مخلوط متانول معمولی- آب دیونیزه (۸۰– ۲۰میلی‌لیتر) و ۱۰۰ میلی لیتران هگزان به آن اضافه شد. پس از بهم زدن به مدت ۴۵-۳۰ دقیقه با استفاده از دستگاه شیکر، مخلوط حاصل از کاغذ صافی معمولی عبور داده شده و مایع صاف شده در یک ارلن جمع آوری شد، سپس ۱۳۰ میلی لیتر آب دیونیزه در یک ارلن در سمباده ای ۲۵۰میلی لیتر ریخته و ۲۰ میلی لیتر از مایع صاف شده به آن اضافه شد و با استفاده از ورتکس به مدت ۱ دقیقه مخلوط شد. مخلوط حاصل در یک مزور ۱۰۰ میلی لیتر، توسط کاغذ صافی Microfiber-Filter صاف شده و ۷۵ میلی لیترآن جمع‌آوری شد. با استفاده از ستون IAC و عبور ۱۰ میلی لیتر محلول بافر فسفات دار (PBS) شرایط ستون آماده شد. ۷۵ میلی‌لیتر از مایع صاف شده از ستون عبورداده و خالص سازی شد. به عصاره جمع شده، ۱/۷۵ میلی لیتر آب دیونیزه اضافه شده و مجدد بر روی ورتکس مخلوط شد. پس از آماده سازی

[1] International conference on harmonization of technical requirements for registration of pharmaceutical for human use.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

دستگاه HPLC ابتدا محلول استانداردهای کاری و سپس نمونه Spike به حجم ۱۲۰میکرولیتر به دستگاه تزریق و نتایج ثبت شده گزارش شد. حد تشخیص دستگاه µg/Kg ۰/۳ بود (۸).

برای انجام این تحقیق، اطلاعات مربوط به میزان مصرف برنج برای هر فرد بالغ، بر اساس آخرین مطالعات بررسی مصرف منتشر شده توسط انستیتو تحقیقات علوم تغذیه و صنایع غذایی کشور (سال ۸۱-۷۹) و اطلاعات مربوط به اثرات نامطلوب و سرطان زایی آفلاتوکسین تام از منابع بین المللی مرکز تحقیقات سرطان و سازمان جهانی بهداشت، سازمان خواروبار و کشاورزی استخراج شد (۹).

روش محاسبه ارزیابی خطر: ارزیابی خطر در این مطالعه طی ۴ مرحله، ارزیابی میزان مواجهه، تعیین شدت اثر، ارزیابی شدت اثر کاهش یافته ناشی از روش پخت و تعین رتبه خطر انجام گرفت.

محاسبه ارزیابی میزان مواجهه: ارزیابی میزان مواجهه، فرایند تخمین یا اندازه گیری میزان، دفعات و مدت زمان قرار گرفتن در معرض یک عامل خطر است. لذا، با استفاده از یافته های حاصل از اندازه گیری غلظت آفلاتوکسین تام و اطلاعات میزان مصرف برنج، میزان مواجهه بر اساس فرمول ۱ محاسبه شد.

(فرمول ۱)

Exposure Assessment= [Concentration of the Hazard (ng/g) ×Food Consumption Pattern (g/day Bw)]

محاسبه شدت اثر نامطلوب: شدت اثر نامطلوب، نتیجه عوارض ناخواسته و نامطلوب برای سلامتی است که از دریافت بیش از حد قابل تحمل یک عامل خطر در بدن ایجاد می‌شود .همچنین عامل شیب سرطانزایی نیز حد بالای میزان غلظت عامل خطر است که با حد اطمینان ۹۵ درصد منجر به افزایش خطر ابتلا به سرطان می‌شود. شدت اثر نامطلوب آلاینده با درنظر گرفتن میزان دریافت قابل قبول موقتی روزانه برای هر فرد (PMTDI) معادل ۰/۴ng/kgBw/day، عامل شیب سرطانزایی(CSF) معادل ۰/۳ ng/kg BW/day برای گروه $HBAg^+$ و۰/۰۱ ng/kgBw/day برای گروه $HBAg^-$ در برنج خام با استفاده از فرمول‌های ۲ و ۳ به شرح زیر محاسبه شد (۱۰).

(فرمول ۲)

Adverse effect assessment (AE) = [Exposure × Dose response (PMTDI)]

(فرمول ۳)

Severity of raw rice (S_0) = [Adverse effect × Cancer slope factor]

محاسبه ارزیابی شدت اثر کاهش یافته ناشی از روش پخت: با توجه به تأثیر فرایند پخت در کاهش میزان آفلاتوکسین تام، درصد افت غلظت آلاینده در اثر پخت به روش آبکش ۱۷/۵ ٪و به روش غیرآبکش ۲۴/۸٪ (۱۱) بر روی شدت اثر خطر برنج خام اعمال و شدت اثر کاهش یافته در برنج پخته با استفاده از فرمول ۴ به شرح زیر محاسبه شد.

(فرمول ۴)

Severity reduction for cooked rice (S_R) = [Severity of raw rice (S_0) ×Mitigation potential (MP)]

در این محاسبهMP میزان درصد افت آلاینده ناشی از اثر فرایند پخت می‌باشد.

محاسبه و تعیین رتبه خطر: رتبه خطر، درجه ای از شدت اثر نامطلوب است که پس از اعمال تأثیر فرایندها و یا عملیاتی که منجر به کاهش میزان خطر می‌شود بدست می‌آید. احتمال بروز سرطان، نشان دهنده درجه سرطانزایی یک عامل است که با تخمین احتمال بروز آن بر اساس ارزیابی خطر با در نظرگرفتن میزان مواجهه و عامل شیب سرطان زایی برای مدت طول عمر قابل انتظار یک فرد بزرگسال بدست می‌آید. با استفاده از شدت اثر محاسبه شده، رتبه خطر و احتمال بروز سرطان در اقلیم های مورد بررسی و کل کشور با استفاده از فرمول‌های ۵ و ۶ تعیین شد (۱۴-۱۲).

(فرمول ۵)

Final Severity = [Severity of raw rice (S_0) – Severity reduction for cooked rice (S_R)]

(فرمول ۶)

Target cancer risk (TR) = (MC×IR×10^{-3}× CPS× EF× ED)/ (Bw×Atc)

در فرمول ۵، MC، غلظت آلاینده بر حسب میکروگرم بر گرم،

IR، میزان مصرف برحسب گرم بر روز

CPS، عامل شیب سرطان، که برای مصرف خوراکی بر حسب میلیگرم بر کیلوگرم بر وزن بدن در روز،

EF، تعداد دفعات مواجهه بر حسب روز در سال، یا تعداد دفعات رخداد مواجهه در یک سال،

ED، مدت زمان مواجهه برای بزرگسالان بر حسب سال،

BW، وزن بدن فرد بر حسب کیلوگرم

و ATc ، میانگین مدت عمر برای عوامل سرطانزا، بر حسب روزسال می‌باشد (۱۲-۱۴).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

در فرمول ۶، نتایج TR یا احتمال بروز سرطان بر اساس طبقه بندی NYSDOH (New York State Department of Health) در صورتی که نتیجه کمتر و مساوی 10^{-6} (یک از یک میلیون نفر) باشد، بسیار کم، از 10^{-6} تا 10^{-5} احتمال کم، از 10^{-5} تا 10^{-3}، احتمال متوسط، از 10^{-3} تا 10^{-1}، احتمال زیاد و مساوی و یا بیشتر از 10^{-1} باشد، احتمال بسیار زیاد است.

• یافته‌ها

بر اساس یافته های بدست آمده میزان کمترین، میانگین و بیشترین مقدار آفلاتوکسین تام در نمونه های مورد آزمون بترتیب ۰/۰۸و ۱/۱۳و ۹میکروگرم در کیلوگرم برنج ایرانی بود. این یافته ها با استفاده از نرم افزار SPSS ver.23 و آزمون کولموگراف – اسمیرنوف (Kolmogorov–Smirnov test) از روش آمار غیر پارامتری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. میانگین، حداقل و حداکثر میزان غلظت آفلاتوکسین تام بر اساس تقسیم بندی اقلیم های پژوهش ملی پایش امنیت غذا و تغذیه

اقلیم	محدوده	آفلاتوکسین تام(µg/Kg) انحراف معیار ± میانگین
بسیار امن غذایی	میانگین	۰/۸۷ ±۱/۰۴
	کمترین	۰/۰۸
	بیشترین	۳/۲۰
نسبتا امن غذایی	میانگین	۰/۳۰ ± ۰
	کمترین	۰/۳۰
	بیشترین	۰/۳۰
امن غذایی	میانگین	۰/۷۵ ± ۰/۶۲
	کمترین	۰/۲۸
	بیشترین	۲
بسیار نا امن غذایی	میانگین	۰/۷۴ ± ۰/۴۷
	کمترین	۰/۳۰
	بیشترین	۱/۲۰
نسبتا نا امن غذایی	میانگین	۳/۳۱ ±۳/۴
	کمترین	۰/۲۰
	بیشترین	۹
نا امن غذایی	میانگین	۱/۱۳ ± ۱/۸۳
	کمترین	۰/۳۰
	بیشترین	۵

میزان مصرف برنج بر اساس آخرین مطالعات بررسی مصرف خانوار که توسط انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور در سال ۸۱-۷۹ استخراج و میانگین، کمترین و بیشترین میزان مصرف محاسبه و بکارگرفته شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

نتایج ارزیابی میزان مواجهه: بر اساس نتایج حاصل از محاسبه میزان مواجهه (فرمول ۱)، بیشترین میزان مواجهه بر حسب بیشترین میزان مصرف در منطقه روستایی اقلیم نسبتا نا امن غذایی معادل ۱۲۷۸/۷۰، برحسب میانگین میزان مصرف در منطقه روستایی اقلیم نسبتا نا امن غذایی معادل ۳۵۶/۳۵ و بر حسب کمترین میزان مصرف در کل اقلیم امن غذایی معادل ۳۲/۳۴ بدست آمد.

جدول ۲. کمترین، میانگین و بیشترین مصرف برنج در اقلیم های مختلف ایرانی بر حسب گرم در روز

اقلیم	محدوده	شهری	روستایی	کل
بسیار امن غذایی	میانگین	۱۰۸/۴۰	۱۱۴/۶۰	۱۰۹/۴۰
	کمترین	۸۰/۳۶	۶۹/۲۵	۸۶/۰۷
	بیشترین	۱۳۰/۹۹	۱۵۴/۹۴	۱۲۷/۶۵
نسبتا امن غذایی	میانگین	۱۰۵/۸۵	۱۰۳/۵۷	۱۰۵/۴۲
	کمترین	۷۸/۱۶	۷۹/۵۹	۸۸/۵۸
	بیشترین	۱۲۹/۲۲	۱۳۰/۷۵	۱۲۳/۳۳
امن غذایی	میانگین	۱۲۷/۳۳	۱۳۷/۰۰	۱۳۳/۶۶
	کمترین	۹۱/۶۹	۱۰۸/۳۰	۱۱۵/۵۲
	بیشترین	۱۴۸/۲۲	۱۶۳/۰۱	۱۵۵/۱۷
بسیار نا امن غذایی	میانگین	۱۲۷/۰۰	۱۱۸/۰۰	۱۲۱/۳۳
	کمترین	۸۶/۳۵	۸۲/۳۳	۹۵/۱۸
	بیشترین	۱۷۴/۴۴	۱۶۴/۱۵	۱۴۶/۵۲
نسبتا نا امن غذایی	میانگین	۹۱/۵۰	۱۰۷/۶۶	۹۸/۳۳
	کمترین	۶۵/۳۷	۶۸/۳۰	۷۸/۳۰
	بیشترین	۱۱۵/۸۳	۱۴۲/۰۸	۱۱۷/۷۹
نا امن غذایی	میانگین	۱۰۶/۵۰	۱۲۰/۷۵	۱۱۲/۲۵
	کمترین	۸۱/۸۲	۸۰/۳۸	۹۱/۰۲
	بیشترین	۱۳۲/۲۷	۱۶۷/۱۴	۱۳۸/۵۵

نتایج ارزیابی شدت اثر نامطلوب: شدت اثر نامطلوب با در نظر گرفتن بیشترین، میانگین و کمترین میزان مواجهه با اعمال PMTDI برابر ۰/۴ ng/Kg BW/day با استفاده از فرمول‌های ۲ و ۳ محاسبه شدکه نتایج به ترتیب در بیشترین میزان مواجهه برحسب بیشترین میزان مصرف در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی معادل ۵۱۱/۴۸، برحسب میانگین میزان مصرف در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

غذایی معادل ۱۴۲/۵۴ و برحسب کمترین میزان مصرف در کل اقلیم امن غذایی معادل ۱۲/۹۴ بدست آمد.

نتایج ارزیابی شدت اثر کاهش یافته ناشی از روش پخت: پس از اعمال عامل شیب سرطان زایی معادل ۰/۳ ng/Kg BW/day برای $HBAg^+$ و ۰/۰۱ng/Kg BW/day برای $HBAg^-$ و ضریب کاهش آلاینده ناشی از پخت برای برنج آبکش معادل ۰/۱۷ و برنج غیرآبکش معادل ۰/۲۴، شدت اثر برای بیشترین، میانگین و کمترین میزان مواجهه با استفاده از فرمول ۴ محاسبه شد که نتایج به ترتیب بر حسب بیشترین میزان مواجهه و بیشترین میزان مصرف در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی برای گروه $HBAg^+$ در روش پخت آبکش ۲۶/۰۹ و در روش غیرآبکش ۳۶/۸۳ و برای گروه $HBAg^-$ در روش پخت آبکش ۰/۸۷ و در روش غیرآبکش ۱/۲۳ بدست آمد. همچنین برحسب بیشترین میزان مواجهه و میانگین میزان مصرف در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی برای گروه $HBAg^+$ در روش پخت آبکش ۷/۲۷ و در روش غیرآبکش ۱۰/۲۶ و برای گروه $HBAg^-$ در روش پخت آبکش ۰/۲۴ و در روش غیرآبکش ۰/۳۴ حاصل شد. در ادامه برحسب بیشترین میزان مواجهه و کمترین میزان مصرف در کل اقلیم امن غذایی برای گروه $HBAg^+$ در روش پخت آبکش ۰/۶۶ و در روش غیرآبکش ۰/۹۳ و برای گروه $HBAg^-$ در روش پخت آبکش ۰/۰۲ و در روش غیرآبکش ۰/۰۳بدست آمد.

نتایج رتبه خطر آفلاتوکسین تام در برنج به دو روش پخت غیرآبکش و آبکش (پلو): رتبه خطر در برنج پخته شده به دو روش غیرآبکش و آبکش در ۶ اقلیم با فرمول شماره ۵ مورد بررسی قرار گرفت که در بدترین، میانه و بهترین وضعیت برای دو گروه $HBAg^+$ و $HBAg^-$ به شرح ذیل می‌باشد:

در بدترین وضعیت، بیشترین رتبه خطر با احتساب بیشترین میزان مواجهه در برنج به روش آبکش منطقه روستایی نسبتاً نا امن غذایی در هر دو گروه $HBAg^+$ و $HBAg^-$ به ترتیب با رتبه ۱۲۷/۳۶ و ۴/۲۵ می‌باشد (جداول ۳ و ۴).

در وضعیت میانه، بیشترین رتبه خطر با احتساب میانگین میزان مواجهه از الگوی فوق پیروی کرده و در اقلیم نسبتاً ناامن غذایی در هر دو گروه $HBAg^+$ و $HBAg^-$ به ترتیب با رتبه ۳۵/۴۹ و ۱/۱۸مشاهده می‌شود.

در بهترین وضعیت، بیشترین رتبه خطر با احتساب کمترین میزان مواجهه در برنج آبکش و در کل اقلیم امن غذایی بوده و برای هر دو گروه $HBAg^+$ و $HBAg^-$ به ترتیب ۳/۲۲ و ۰/۱۱ می‌باشد(جداول ۳ و ۴).

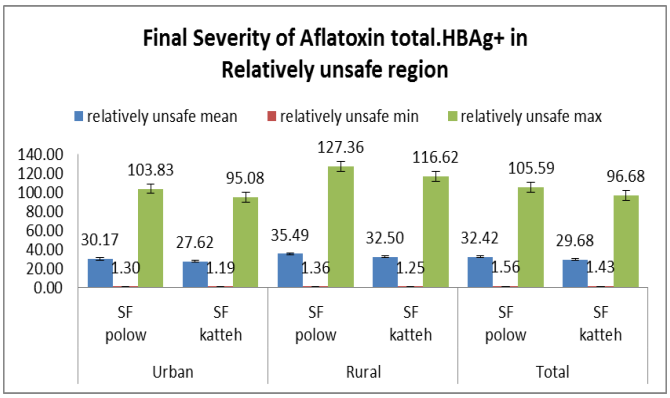
جدول ۳. مقایسه رتبه خطر مربوط به گروه +HBAg در اقلیم های مختلف ایرانی بر اساس امنیت غذایی

برحسب بیشترین میزان مواجهه	رتبه خطر	برحسب میانگین میزان مواجهه	رتبه خطر
منطقه روستایی نسبتاً نا امن غذایی	۱۲۷/۳۶	کل اقلیم امن غذایی	۳/۲۲
منطقه روستایی نا امن غذایی	۸۳/۲۳	کل اقلیم بسیار نا امن غذایی	۲/۸۴
منطقه روستایی بسیار امن غذایی	۴۹/۳۸	کل اقلیم نا امن غذایی	۲/۷۴
منطقه روستایی امن غذایی	۳۲/۴۷	کل اقلیم نسبتاً امن غذایی	۲/۶۵
منطقه روستایی بسیار نا امن غذایی	۲۰/۱۵	کل اقلیم نسبتاً نا امن غذایی	۱/۵۶
منطقه روستایی نسبتاً امن غذایی	۳/۹۱	کل اقلیم بسیار امن غذایی	۰/۶۶

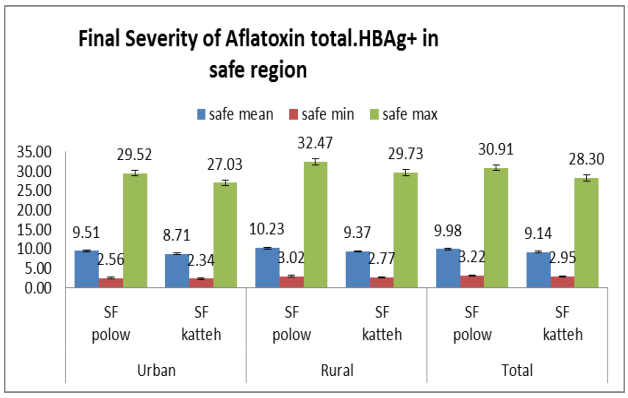
جدول ۴. مقایسه رتبه خطر مربوط به گروه -HBAg در اقلیم های مختلف ایرانی بر اساس امنیت غذایی

برحسب بیشترین میزان مواجهه	رتبه خطر	برحسب میانگین میزان مواجهه	رتبه خطر
منطقه روستایی نسبتاً نا امن غذایی	۴/۲۵	منطقه روستایی نسبتاً نا امن غذایی	۱/۱۸
منطقه روستایی نا امن غذایی	۲/۷۷	منطقه روستایی نا امن غذایی	۰/۳۷
منطقه روستایی بسیار امن غذایی	۱/۶۵	مطقه روستایی امن غذایی	۰/۳۴
منطقه روستایی امن غذایی	۱/۰۸	منطقه شهری بسیار نا امن غذایی	۰/۳۱
منطقه روستایی بسیار نا امن غذایی	۰/۶۹	منطقه روستایی بسیار امن غذایی	۰/۳۰
منطقه روستایی نسبتاً امن غذایی	۰/۱۳	منطقه شهری نسبتاً امن غذایی	۰/۱۱

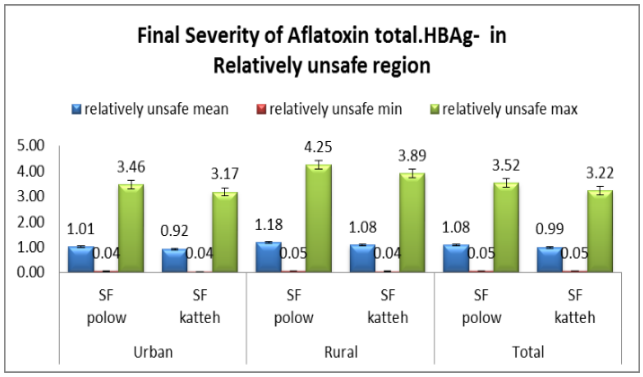
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]



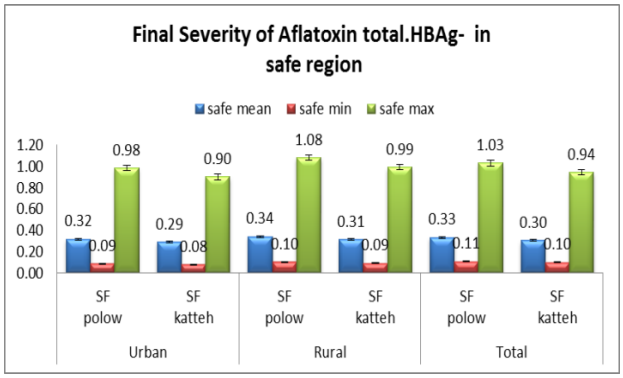
نمودار ۱. شدت اثر نهایی آفلاتوکسین تام $HBAg^+$ در اقلیم نسبتاً نا امن غذایی



نمودار ۲. شدت اثر نهایی آفلاتوکسین تام $HBAg^+$ در اقلیم امن غذایی



نمودار ۳. شدت اثر نهایی آفلاتوکسین تام $HBAg^-$ در اقلیم نسبتاً نا امن غذایی



نمودار ۴. شدت اثر نهایی آفلاتوکسین تام $HBAg^-$ در اقلیم امن غذایی

نتایج محاسبه احتمال بروز سرطان: احتمال بروز سرطان با استفاده از فرمول ۶ و با در نظر گرفتن بیشترین رتبه خطر در وضعیت‌های مورد بررسی به شرح ذیل بدست آمد:

در بدترین وضعیت، احتمال بروز سرطان برای بیشترین رتبه خطر با احتساب بیشترین میزان مواجهه برای $HBAg^+$، ۰/۰۰۵ و برای $HBAg^-$، ۰/۰۰۰۱، در وضعیت میانه، برای بیشترین رتبه خطر با احتساب متوسط میزان مواجهه برای $HBAg^+$، ۰/۰۰۱و برای $HBAg^-$، ۰/۰۰۰۰۵و در بهترین وضعیت، برای بیشترین رتبه خطر با احتساب کمترین میزان مواجهه برای $HBAg^+$، ۰/۰۰۰۱و برای $HBAg^-$ ، $4 E-5$ بدست آمد.

• بحث

در این مطالعه، ارزیابی میزان مواجهه آلاینده آفلاتوکسین تام، برحسب میانگین و بیشترین میزان غلظت آلاینده و همچنین میانگین و بیشترین میزان مصرف برنج در اقلیم های مختلف از نظر امنیت غذایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین میزان مواجهه در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی با میزان مصرف ۱۰۷/۶۶ گرم در روز، معادل ۳۵۶/۳۵ است و با در نظر گرفتن بیشترین میزان مصرف منطقه روستایی همین اقلیم با میزان مصرف ۱۴۲/۰۸ گرم در روز میزان مواجهه معادل ۱۲۷۸/۷۰ بدست آمد. علی رغم آن که در مناطق امن غذایی میانگین میزان مصرف در منطقه روستایی ۱۳۷ گرم در روز و در منطقه روستایی نا امن غذایی بیشترین میزان مصرف ۱۶۷/۱۴ گزارش شده است، به علت بالا بودن میانگین غلظت آلاینده ۳/۳۱µg/Kg و بیشترین میزان آلاینده µg/Kg ۹ در اقلیم نسبتاً نا امن غذایی، دارای بالاترین میزان مواجهه نسبت به سایر اقلیم های مورد بررسی است. با توجه به محاسبه اثر نامطلوب بر حسب PMTDI برابر ۰/۴ ng/Kg BW/day نتایج نشان داد که بالاترین میزان اثر نامطلوب از الگوی میزان مواجهه پیروی می‌کند. در مطالعه ای که رحمانی و همکاران (۲۰۱۱) انجام دادند نیز با در نظر گرفتن PMTDI، نتایج نشان داده است که ۲۱/۵ ٪ نمونه ها دارای بیش از ۲ µg/Kg آفلاتوکسین هستند، در حالی که ۲/۷ ٪ دارای بیش از µg/Kg ۱/۴-۵/۸ آفلاتوکسین تام می‌باشند.که برای آفلاتوکسین B_1 برنج برای ایرانیان در محدوده ng/kgbw/day ۱/۴-۵/۸ برای متوسط مصرف برنج است و این مقدار آلودگی بیش از حد تعریف شده است (۱۰).

نتایج ارزیابی شدت اثر کاهش یافته با اعمال عامل شیب سرطان زایی معادل ng/KgBw/day ۰/۳ ، برای گروه

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

$HBAg^+$ و ۰/۰۱ ng/KgBw/day، برای گروه $HBAg^-$ و ضریب کاهش آلاینده ناشی از فرایند پخت برای برنج آبکش ۰/۱۷ و برای برنج غیرآبکش ۰/۲۴ ، نشان داد که بر حسب میانگین و بیشترین غلظت میزان و مصرف همچنان بالاترین شدت اثر در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی است. در نهایت رتبه خطر تعیین شده برای گروه $HBAg^+$ بر حسب میانگین غلظت و مصرف برنج برای برنج آبکش مورد مصرف در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی با ۳۵/۴۹ و با بیشترین میزان غلظت و مصرف برنج برای برنج آبکش منطقه روستایی این اقلیم معادل ۱۲۷/۳۶ بدست آمده است. در گروه $HBAg^-$ نیز بر حسب میانگین و بیشترین میزان غلظت و مصرف از الگوی گروه $HBAg^+$ پیروی کرده و به علت عامل شیب سرطان زایی کمتر، به ترتیب ۱/۱۸ برای میانگین غلظت آفلاتوکسین ۴/۲۵ برای بیشترین میزان غلظت آفلاتوکسین در برنج آبکش بدست آمده است.

حاجی محمدی و همکاران (۲۰۱۵)، با بررسی اثر فرایندهای حرارت دهی و انواع طبخ خانگی برنج بر غلظت آفلاتوکسین B_1 دریافتند که انجام فرایندهای مذکور و روش‌های طبخ برنج به دو روش غیرآبکش و آبکش (پلو) می‌تواند خطرات سم آفلاتوکسین B_1 را کاهش دهد. در این روش حرارت دهی به مدت ۲۰ و ۱۲۰ دقیقه میانگین غلظت آفلاتوکسین B_1 را به ترتیب به ۱۶/۶ درصد و ۸۱/۷ درصد کاهش داد. میزان کاهش میانگین غلظت آفلاتوکسین B_1 در پخت غیرآبکش و آبکش و برنج بوداده به ترتیب۶۰/۲ ٪ ، ۸۵/۵ ٪ و ۸۷/۶ ٪ نشان داده شده است که میزان کاهش در پخت غیرآبکش از نظر آماری معنی دار نشده ولی در پخت به صورت آبکش و برنج بو داده این میزان کاهش از نظر آماری ($p<۰/۰۵$) معنی دار بوده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (۱۵).

در مطالعه دیگری Park و همکارش (۲۰۰۶) ، تأثیر پختن تحت فشار را بر روی باقیمانده آفلاتوکسین در برنج جلا داده شده به منظور تعیین کاهش آفلاتوکسین بررسی کردند. در این مطالعه سه محموله برنج شامل آلوده به صورت طبیعی، آلوده شده با *آسپرژیلوس پارازیتیکوس* و آلوده شده با مقدار مشخص آفلاتوکسین، توسط اجاق گاز معمولی و اجاق گاز بخار پس از شستشو با آب پخته شدند. سپس این نمونه ها با استفاده از لوله استخراج فاز سیلیکا و کروماتوگرافی مایع با عملکرد بال ا(HPLC) ، شناساگر فلوئورسانس(FD) ، تجزیه و تحلیل شدند و حضور باقی مانده های آفلاتوکسین با استفاده از HPLC الکتروسکوپی یونیزاسیون (ESI) اسپکترومتری جرمی (MS) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرارگرفتند. از بین رفتن آفلاتوکسین (حدود ۷۸-۸۸٪) پس از فرایند پخت تحت فشار قابل توجه بود و کاهش توان جهش زایی ناشی از آفلاتوکسین (حدود ۷۸-۶۸٪) با نتایج HPLC همخوانی خوبی داشت. آنها نتیجه گرفتند که مردم کره در صورتی که ازاجاق گاز تحت فشار بخار برای پخت برنج استفاده کنند از خطر آلودگی به آفلاتوکسین محافظت می‌شوند (۱۶).

Hussain و Luttfullah (۲۰۰۹) در پاکستان، مطالعه‌ای را با هدف بررسی تأثیر روش های مختلف پخت (شامل پخت معمولی، پخت با میزان آب بیش از حد معمول و مایکروویو) بر سطح آفلاتوکسین B_1 و اکراتوکسین A انجام دادند. بالاترین میزان کاهش مایکوتوکسین در نمونه های برنج پخته شده در آب بیش از حد معمول ۸۷/۵ ٪ برای AFB_1 و ۸۶/۶ ٪ برای OTA مشاهده شد، در پخت معمولی ۸۴ ٪ برای AFB_1 و۸۳ ٪ برای OTA و در پخت مایکروویو ۷۲/۵٪ برای AFB_1 و ۸۲/۴ ٪ برای OTA گزارش شد (۱۷).

در مقایسه بین اقلیم های مورد بررسی که در جداول ۳ و ۴ آمده است، در گروه $HBAg^+$ ، برحسب میانگین میزان مواجهه با آفلاتوکسین، بیشترین رتبه خطر در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی شامل استان های اردبیل، چهارمحال بختیاری، فارس، کرمانشاه، کردستان، لرستان، خراسان جنوبی و کمترین رتبه خطر در منطقه شهری نسبتاً امن غذایی شامل استان های زنجان، آذربایجان غربی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، مرکزی، همدان، گلستان، گیلان بدست آمد. همچنین برحسب بیشترین میزان مواجهه با آفلاتوکسین، بیشترین رتبه خطر در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی و کمترین رتبه خطر مربوط به منطقه روستایی اقلیم نسبتاً امن غذایی می‌باشد.

در گروه $HBAg^-$ ، برحسب میانگین میزان مواجهه با آفلاتوکسین، بیشترین رتبه خطر در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی شامل استان های اردبیل، چهارمحال بختیاری، فارس، کرمانشاه، کردستان، لرستان، خراسان جنوبی و کمترین رتبه خطر در مناطق روستایی و شهری اقلیم نسبتاً امن غذایی شامل استان های زنجان، آذربایجان غربی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، مرکزی، همدان، گلستان، گیلان و برحسب بیشترین میزان مواجهه با آفلاتوکسین، بیشترین رتبه خطر در منطقه روستایی اقلیم نسبتاً نا امن غذایی و کمترین رتبه خطر در مناطق روستایی و شهری اقلیم نسبتاً امن غذایی می‌باشد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

در این تحقیق رتبه خطر بدست آمده و بیشترین میانگین غلظت اندازه گیری شده معادل µg/Kg ۹ بدست آمد که با نتایج مطالعات انجام شده توسط فرجی و همکاران (۲۰۱۰) که میزان آفلاتوکسین برنج تولید داخل در سطح مطلوب تری گزارش کردند (۱۸) و همچنین نجفیان و همکاران (۲۰۱۴) که برنج تولید داخل را از نظر میزان آلاینده آفلاتوکسین سالم تر از برنج های وارداتی اعلام کردند (۱۹) ، مطابقت داشته و کمتر از حد مجاز تعریف شده در استاندارد ملی ایران معادل ۳۰µg/Kg است.

در مقایسه با مطالعات انجام شده بر روی آفلاتوکسین تام موجود در برنج در سایر کشورها می‌توان گفت که بیشترین میانگین غلظت آفلاتوکسین تام در نمونه های مورد بررسی در این مطالعه، با نتایج اندازه گیری میزان آفلاتوکسین تام در نمونه های مورد بررسی توسط Siruguri و همکاران (۲۰۱۲) بر روی برنج مورد مصرف در هند که کمتر از µg/Kg ۱۵ بدست آمده مطابقت دارد (۲۰).

با توجه به حد مجاز تعریف شده µg/Kg۴ برای میزان آفلاتوکسین در برنج در اتحادیه اروپا، ۳ درصد از نمونه های مورد بررسی در اروپا دارای آلودگی بیش از این مقدار به آفلاتوکسین گزارش شده اند، که در مقایسه با مطالعات انجام شده توسط Katsurayama و همکاران در سال ۲۰۱۷ بر روی برنج تولید داخل در کشور برزیل که از ۱۸۷ نمونه بررسی شده تنها ۱۴ درصد از نمونه های مورد بررسی حاوی آفلاتوکسین کمتر از حد مجاز اتحادیه اروپا بود، وضعیت نگران کننده تری در برزیل از نظر آفلاتوکسین در برنج وجود دارد (۲۱). در کشور پاکستان نیز مطالعه ای توسط Mukhtar و همکاران در سال ۲۰۱۶ انجام شده است که نشان می‌دهد از ۴۸ نمونه مورد بررسی ۵۸ درصد آلوده به آفلاتوکسین می‌باشند که ۷ درصد از آن کمتر از حد مجاز آفلاتوکسین در اتحادیه اروپا می‌باشد (۲۲). در پاکستان، برنج (باسماتی) حاوی مقادیر بالاتری از AFB_1 و AFS بود. سطوح آنها ۴/۹-۸/۸ و ۸/۹-۱۲/۵ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش گردید (۲۳). در

نمونه های برنج در اتریش و غرب اسکاتلند، سطوح AFB_1 در ارقام برنج با منشا هند، پاکستان، ایتالیا، مصر و سایر مکان ها کمتر از ۱۰ میکروگرم در کیلوگرم بود (۲۵، ۲۴). در این مطالعه، ۶/۶ درصد نمونه های مورد بررسی دارای آلودگی بیش از حد مجاز اتحادیه اروپا بوده، اما تمامی‌نمونه های مورد بررسی دارای آلودگی کمتر از حد مجاز استاندارد ملی (µg/Kg ۱۵) می‌باشند.

رتبه خطر تعیین شده در این مطالعه نشان داد که میانگین و بیشترین رتبه خطر علی رغم بیشترین درصد کاهش آلاینده در روش پخت غیرآبکش (معادل ۲۴/۸ درصد)، در برنج آبکش گزارش شده است، که احتمال کاهش ۱۷/۵ درصدی آلاینده در پخت به این روش را تأیید نمی‌کند و این موضوع می‌تواند به مدت خیساندن برنج و دفعات شستشوی آن بستگی داشته باشد (۱۱). این مطالعه با نتایج مطالعات حاجی محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز همخوانی دارد(۱۵).

احتمال بروز خطر سرطان ناشی از آفلاتوکسین تام نیز نشان می‌دهد که بر حسب بیشترین میزان مواجهه محاسبه شده با آفلاتوکسین در این مطالعه، برای گروه $HBAg^+$ ۰/۰۰۵ و برای گروه $HBAg^-$ ۰/۰۰۰۱ است و برحسب میانگین میزان مواجهه با آفلاتوکسین به ترتیب برای دو گروه مورد بررسی، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۰۰۵ می‌باشد که نشان می‌دهد احتمال بیشتر بروز سرطان در افراد مبتلا به هپاتیت و دارای بیماریهای کبدی نسبت به سایر افراد وجود دارد.

با استفاده از مدل ارزیابی ارائه شده علاوه بر محاسبه میزان مواجهه که در مدل‌های رایج برای ارزیابی استفاده می‌شود، درنظر گرفتن اثرات نامطلوب و شدت اثر بروز خطر آلاینده با احتساب عامل شیب سرطانزایی می‌تواند نتایج ارزیابی دقیق تری را ارائه می‌کند. طبق نتایج به دست آمده از ارزیابی و تعیین رتبه خطر، بیشترین رتبه بدست آمده در گروه $HBAg^+$ که بیشتر در معرض خطر ابتلا به سرطان کبد می‌باشند با بالاترین میزان غلظت آفلاتوکسین تام (µg/Kg ۹) و کاهش ۱۷/۵درصدی در طی فرایند پخت در بین کلیه اقلیم های مورد بررسی بطور چشمگیری کمتر از حد مجاز استاندارد که معادل µg/Kg ۳۰ می‌باشد، لذا این آلاینده با منشاء برنج ایرانی خطر جدی محسوب نمی‌شود.

• References

1. Hamid AS, Tesfamariam IG, Zhang Y, Zhang ZG. Aflatoxin B_1-induced hepatocellular carcinoma in developing countries: Geographical distribution, mechanism of action and prevention. Oncology Letters. 2013;5(4):1087-92.
2. Food Agriculture Organization. OECD-FAO agricultural outlook 2017-2026: OECD Publishing; 2017.
3. Jihad Agriculture Organization of Iran. Statistical yearbook of agriculture in 2014 and 2015. 2015 (In Persian).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

4. Park JW, Kim Y-B. Effect of pressure cooking on aflatoxin B_1 in rice. J AGR FOOD CHEM. 2006;54(6):2431-5.
5. Heshmati A, Ghadimi S, Ranjbar A, Khaneghah AM. Changes in aflatoxins content during processing of pekmez as a traditional product of grape. LWT. 2019;103:178-85.
6. Eslami M, Mashak Z, Heshmati A, Shokrzadeh M, Mozaffari Nejad AS. Determination of aflatoxin B_1 levels in Iranian rice by ELISA method. Toxin Reviews. 2015;34(3):125-8.
7. Hasani S, Khodadadi I, Heshmati A. Viability of Lactobacillus acidophilus in rice bran-enriched stirred yoghurt and the physicochemical and sensory characteristics of product during refrigerated storage. International Journal of Food Science & Technology. 2016;51(11):2485-92.
8. Iran National Standards organisation, Food and Feed Stuffs- Determination of Aflatoxins B&G by HPLC Method Using Immunoaffinity Column Clean Up – Test Method, ISIRI no 6872. 1th revision, Karaj: ISIRI; 2012 [in Persian].
9. International Agency for Research on Cancer. List of classifications, Volumes 1-122: IARC; 2018. Available from: https://www.iarc.fr/.
10. Rahmani A, Soleimany F, Hosseini H, Nateghi L. Survey on the occurrence of aflatoxins in rice from different provinces of Iran. Food Additives and Contaminants: Part B. 2011;4(3):185-90.
11. 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.
12. Han B-C, Jeng W, Chen R, Fang G, Hung T, Tseng R. Estimation of target hazard quotients and potential health risks for metals by consumption of seafood in Taiwan. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 1998;35(4):711-20.
13. Javed M, Usmani N. Accumulation of heavy metals and human health risk assessment via the consumption of freshwater fish Mastacembelus armatus inhabiting, thermal power plant effluent loaded canal. SpringerPlus. 2016;5(1):776.
14. Fakhri Y, Khaneghah AM, Conti GO, Ferrante M, Khezri A, Darvishi A, et al. Probabilistic risk assessment (Monte Carlo simulation method) of Pb and Cd in the onion bulb (Allium cepa) and soil of Iran. Environmental Science and Pollution Research. 2018;25(31):30894-906.
15. Hajimohammadi B, Kiani M , Mosadegh MH, Biabani J, Fallahzadeh H, Tabatabayi MS. Effect of heating processes and home cooking methods of rice on concentration of aflatoxin B1." Tolooebehdasht 2016;15(3): 165-75.
16. Park JW, Kim YB. Effect of pressure cooking on aflatoxin B_1 in rice. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006;54(6):2431-5.
17. Hussain A, Luttfullah G. Reduction of aflatoxin-beta/sub1/and ochratoxin-A levels in polished basmati rice (oryza sativa linn.) by different cooking methods. Journal of the Chemical Society of Pakistan. 2009;31(6):911-5.
18. 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):11-16.
19. 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.
20. Siruguri V, Kumar PU, Raghu P, Rao MVV, Sesikeran B, Toteja G, et al. Aflatoxin contamination in stored rice variety PAU 201 collected from Punjab, India. The Indian Journal of Medical Research. 2012,136(1):89-97.
21. Katsurayama AM, Martins LM, Iamanaka BT, Fungaro MHP, Silva JJ, Frisvad JC, et al. Occurrence of Aspergillus section Flavi and aflatoxins in Brazilian rice: From field to market. International Journal of Food Microbiology. 2018;266:213-21.
22. Mukhtar H, Farooq Z, Manzoor M. Determination of aflatoxins in super kernel rice types consumed indifferent regions of Punjab, Pakistan. The Journal of Animal & Plant Sciences. 2016;26:542-8.
23. Iqbal S, Hafiz G, Asi M, Jinap S. Variation in vitamin E level and aflatoxins contamination in different rice varieties. Journal of Cereal Science. 2014;60: 352-5.
24. Ruadrew S, Craft J, Aidoo K.Occurrence of toxigenic Aspergillus spp. and aflatoxins in selected food commodities of Asian origin sourced in the West of Scotland. Food and Chemical Toxicology. 2013; 55: 653-8
25. Reiter E, Vouk F, Bohm J, Razzazi-Fazeli E. Aflatoxins in rice – a limited survey of products marketed in Austria. Food Control. 2010; 21: 988-91.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

Contamination and Risk Assessment of Total Aflatoxin in Iranian Rice in Various Food Security Regions

*Samiee H[1], Hosseini H[*2,3], Mofid V[2], Jannat B[1]*

1- Halal research center of IRI,FDA,1415845371 Tehran,Iran

2- Food Science and Technology Department, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

*3-*Corresponding author: Food Safety Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences. Email: hedayat@sbmu.ac.ir*

Received 2 Jun, 2019 **Accepted 26 Sept, 2019**

Background and Objectives: Aflatoxin is one of the most important and common toxins in high consumption foods such as rice, which can threaten health of the consumers. In this study, risk of total aflatoxin based on its exposure levels and adverse effects was assessed in Iranian rice.

Materials & Methods: This study was carried out on total aflatoxin in 60 national rice samples collected based on the Food Safety and Nutrition regions. The risk score was assessed in each region and through the country using quantitative risk assessment method based on the estimated exposure, provisional maximum tolerable daily intake (PMTDI), carcinogenic slip factor (CSF) in the two groups of $HBAg^+$ and $HBAg^-$ and effects of various cooking methods.

Results: The mean and standard deviation of the total aflatoxin content in rice samples included 1.13 and 1.8 µg/kg, respectively. Results of the exposure assessment in terms of minimum, average and maximum concentrations of the contaminants and the consumption volume in each region for the two groups of $HBAg^+$ and $HBAg^-$ showed that the highest risk score was linked to rice cooking method in rural areas of relatively unsafe regions and in $HBAg^+$ group.

Conclusion: Despite a high-risk score volume of the rice consumption in Iran, results have shown that the total aflatoxin in rice is lower than the maximum eligible limit by the Iranian National Standard (30 µg/kg); therefore, total aflatoxin contamination of the rice in Iran includes no risks to the health of consumers.

Keywords: Iranian rice, Total aflatoxin, Risk assessment, Food security regions

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]