تعیین میزان زیرالنون در انواع نان گندم، جو و ذرت در اصفهان

ابراهیم رحیمی[1*]، امیر شاکریان[1]، گلنوش رئیسی [2]

۱- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات: ebrahimrahimi55@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۳/۱۱/۱۶؛ پذیرش نهایی: ۹٤/۷/۲۷)

چکیده

زیرالنون مایکوتوکسینی است که به‌علت اثرات استروژنیک، ایمونوتوکسیژنیک، تراتوژنیک و کارسینوژنیک خطر بالقوه‌ای برای سلامت انسان دارد. این مطالعه با هدف تعیین میزان زیرالنون در انواع نان مصرفی شهرستان اصفهان انجام شد. در این مطالعه توصیفی، ٦۰ نمونه انواع نان گندم، نان جو و نان ذرت عرضه شده در شهرستان اصفهان از پاییز ۱۳۹۰ تا تابستان ۱۳۹۱ جمع‌آوری و از نظر میزان آلودگی با زیرالنون با روش الایزا مورد بررسی قرار گرفتند. طبق نتایج به‌دست آمده، محدوده غلظت زیرالنون در نمونه‌ها بین ۰/۳۵ تا ٤۸/۳۸ میکروگرم در کیلوگرم و میانگین و انحراف معیار میزان آلودگی نمونه‌های نان گندم، نان جو و نان ذرت به‌ترتیب برابر با ٦/۲۱±۳/۹٤، ۸/۵۲±۱۲/۸۱ و ۹/۵۳±۱۰/۳۵ میکروگرم در کیلوگرم به‌دست آمد. سطح آلودگی هیچ‌یک از نمونه‌های آزمایش شده بیش از حداکثر مجاز تأیید شده در قوانین اتحادیه اروپا برای زیرالنون در غلات نبود. با این وجود پایش پیوسته سطح آلودگی زیرالنون در غلات و به‌ویژه در گندم ضروری است.

واژه‌های کلیدی: مایکوتوکسین، زیرالنون، نان، الایزا

Archive of SID

مقدمه

زیرالنون یکی از مهم‌ترین توکسین‌های قارچی است که توسط قارچ *فوزاریوم گرامیناروم* و گونه‌های مرتبط در محصولاتی نظیر گندم، جو و ذرت تولید می‌شود (Gromadzha *et al*., 2009; Rhyn and Zoller, 2003). بر پایه مطالعات گذشته، زیرالنون عمدتاً در غلات و فرآورده‌های آن یافت می‌شود. درجه حرارت پایین و یا درجه حرارت‌های متناوب بالا و پایین و رطوبت مناسب، برای تولید زیرالنون مطلوب می‌باشد (CAST, 2003). در برخی مطالعات خاصیت سرطان‌زایی زیرالنون در حیوانات و انسان مورد بحث قرار گرفته و این توکسین در گروه B عوامل

www.SID.ir

سرطان‌زا قرار داده شده است. بنابراین با توجه به اثرات توکسیک، استروژنیک و سرطان‌زایی زیرالنون، سطوح حد مجاز برای این توکسین در غلات و فرآورده‌های آن در بسیاری از کشورها تعیین شده است که از ۵۰ تا ۱۰۰۰ میکروگرم در کیلوگرم (ppb) متغیر می‌باشد (FAO, 2004). مطالعات متعددی در زمینه آلودگی غلات و از آن‌جمله گندم به زیرالنون در مناطق مختلف جهان انجام شده و نتایج بسیار متغیری به‌دست آمده است. بر اساس مطالعه راسموسن و همکاران در دانمارک، تنها در ۱۰ درصد از نمونه های آرد گندم، آلودگی به زیرالنون مشاهده شد که میانگین آلودگی بالای ppb ۲ بود (Rasmussen *et al.*, 2003). کانها و فرماندس ۱/۷ درصد از نمونه‌های آرد گندم را آلوده به زیرالنون گزارش نمودند که میانگین آلودگی برابر با ppb ۲۷ بود (Cunha and Fermandes, 2010). دال و همکاران در مطالعه‌ای بر روی گندم در کشور آلمان میزان شیوع ۱۱/۱۸ درصد آلودگی به زیرالنون با میانگین ppb ٦٩ در نمونه‌های مثبت را گزارش نمودند (Doll *et al.*, 2002).

در مطالعه‌ای زمانی‌زاده و خورسندی در مازندران در سال ١٣٧٤ از ٣٧ نمونه دانه گندم، غلظت زیرالنون ٦ میکرو گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگر توسط هدایتی در سال ١٣٨٤ در گندم‌های انباری استان مازندران از ١١٨ نمونه گندم انباری، ٨٠/٥ درصد از آن‌ها به زیرالنون آلوده بودند غلظت زیرالنون بین ٢٩ تا بیش از ٢٠٠ میکروگرم بر کیلوگرم متغیر بود.

از آنجایی‌که انواع غلات، قبل از مصرف، مدت زمانی را در انبارها نگه‌داری می‌شوند و با توجه به اقلیم آب و هوایی که شرایط بسیار مناسبی را برای رشد قارچ‌های فوزاریوم فراهم می‌نماید، لذا هدف از مطالعه حاضر تعیین میزان آلودگی در انواع نان گندم، نان جو و نان ذرت به توکسین قارچی زیرالنون در اصفهان بود.

مواد روش‌ها

جمع‌آوری نمونه

در این مطالعه مجموعاً ٦٠ نمونه شامل نان گندم (٣٠ نمونه)، نان جو (١٥ نمونه) و نان ذرت (١٥ نمونه) از نانوایی‌های سطح شهرستان اصفهان جمع‌آوری و از نظر حضور و میزان زیرالنون مورد آزمایش قرار گرفت. نمونه‌ها در طول سه فصل سال از زمستان ١٣٩٠ الی بهار و تابستان ١٣٩١ به‌طور تصادفی ساده و در فواصل زمانی ١٥ روز جمع‌آوری شدند. از هر نمونه نان حدود ١ کیلوگرم خریداری شد. نمونه‌ها در اسرع وقت به آزمایشگاه مرکز تحقیقات بهداشت مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد منتقل و مورد آزمایش قرار گرفتند.

جهت اندازه‌گیری زیراالنون در نمونه‌های مورد بررسی از کیت الیزا R- Biopharm ساخت کشور آلمان استفاده شد. مطابق دستورالعمل شرکت سازنده کیت، زیرالنون از نمونه‌ها استخراج و در محلول رقیق‌کننده حل شد. در ادامه ١٠٠ میکرولیتر محلول رقیق‌کننده به چاهک‌ها اضافه شد سپس ٥٠ میکرولیتر محلول رقیق‌کننده (استاندارد صفر) و ٥٠ میکرولیتر از هر رقت استاندارد یعنی ٠/١٢٥، ٠/٢٥، ٠/٥، ١، ٥، ١٠ نانوگرم در میلی‌لیتر)، به چاهک‌ها اضافه شد. سپس ٥٠ میکرولیتر از هر نمونه در چاهک‌های باقی‌مانده صفحه میکروتیتر اضافه و ٢٥ میکرولیتر محلول کنژوگه

www.SID.ir
Archive of SID

(زیرالنون –HRPO) و ۲۵ میکرولیتر محلول پادتن به چاهک‌ها، منتقل گردید. صفحه میکروتیتر برای ۱ ساعت در تاریکی در دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگه‌داری و سپس ۱۰۰ میکرولیتر از محلول سوبسترا و محلول توقف‌کننده به چاهک‌ها اضافه شد. شدت نوری (OD) با استفاده از قرائت‌کننده الیزا (Stat Fax 2100) در ٤٥٠ نانومتر قرائت شد. با توجه به OD نمونه‌های استاندارد، منحنی استاندارد رسم و پس از آن میزان زیرالنون هر نمونه از منحنی قرائت و محاسبه گردید. درصد بازیافت (Recovery Rate) زیرالنون برای نان گندم، نان جو و نان ذرت در غلظت‌های مختلف مورد آزمایش قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ویرایش ۱۸ در دو سطح آمار توصیفی شامل میانگین، میانه و انحراف معیار و همچنین آمار تحلیلی شامل تحلیل واریانس در سطح اطمینان ۹۵ درصد تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

درصد بازیافت زیرالنون برای نان گندم، نان جو و نان ذرت در جدول (۱) مشخص شده است.

جدول (۱)- درصد بازیافت زیرالنون برای نان گندم، نان جو و نان ذرت در غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ میکروگرم در کیلوگرم

نوع نان	غلظت (انحراف معیار ± میانگین)		
	۵	۱۰	۲۰
گندم	۸۸/۵۳ ± ۲/۹۵	۸۳/٦۰ ± ۳/۷۵	۸۷/٤۰ ± ۷/٤٦
جو	۸٦/۱۷ ± ۱/۷٦	۸۷/۵۰ ± ۲/۹۵	۹۰/۰۷ ± ۱/۰٦
ذرت	۹۳/۹۳ ± ۱/۷۲	۸۹/۲۲ ± ۱/۵۰	۹۳/۳۷ ± ۱/۷۸

فراوانی و درصد آلودگی در ۳۰ نمونه نان گندم، ۱۵ نمونه نان جو و ۱۵ نمونه نان ذرت به‌ترتیب ٤۳ درصد، ٦٦ درصد و ٦٦ درصد به‌دست آمد که نتایج آن به‌طور خلاصه در جدول شماره (۲) آمده است. بر اساس آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه، اختلاف آماری معنی داری در غلظت زیرالنون در انواع نان مشاهده شد.

جدول (۲)- مقایسه وضعیت آلودگی نان گندم، جو و ذرت به زیرالنون

نوع نان	تعداد نمونه	فراوانی (درصد)	میزان آلودگی (میکروگرم در کیلوگرم)			
			میانگین	انحراف معیار	میانه	دامنه
گندم	۳۰	۱۳ (٤۳ درصد)	۳/۹٤	٦/۲۱	۰/۳۱	۰/۳۵-۲۳/۲۷
جو	۱۵	۱۰ (٦٦ درصد)	۸/۵۲	۱۲/۸۱	۳/٦٦	۰/۳۵-٤۸/۳۸
ذرت	۱۵	۱۰ (٦٦ درصد)	۹/۵۳	۱۰/۳۵	٦/۳۱	۰/۳۵-۳٤/۱۱
مجموع	٦۰	۳۳ (۵۵ درصد)	٦/٤۸	۹/٤۹	۲/۱٤	۰/۳۵-٤۸/۳۸

Archive of SID
www.SID.ir

در جدول (۳) وضعیت آلودگی انواع نان گندم نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج جدول نشان می‌دهد بالاترین میزان درصد آلودگی در نان سنتی (۵۰ درصد) و به دنبال آن نان سنگک (٤٢ درصد)، نان لواش (۳۷ درصد) و نان تافتون (۲۸ درصد) مشاهده شد.

جدول (۲)- غلظت آلودگی زیرالنون در انواع نان گندم

نوع نان	تعداد	فراوانی و درصد آلودگی	میزان آلودگی (میکروگرم در کیلوگرم)			
			میانگین	انحراف معیار	میانه	دامنه
نان تافتون	۷	۲ (۲۸ درصد)	۱۳/٦۲	۱۳/۸۰	۱۳/٦۲	۰/۳۵-۲۳/۳۸
سنگک	۷	۳ (٤۲ درصد)	۱۳/٦۵	۱٤/۷٦	۷/۹۵	۰/۳۵-۳۰/٤۱
لواش	۸	۳ (۳۷ درصد)	۹/۵۲	۷/۷۱	۵/۵٦	۰/۳۵-۳/۷٤
سنتی	۸	٤ (۵۰ درصد)	۱۰/۷۳	۳/۹۹	۹/۸۸	۰/۳۵-۱٦/۲۸
مجموع	۳۰	۱۲ (٤۰ درصد)	۱۰/۳۹	۸/٦۰	۷/٤۱	۰/۳۵-۳۰/٤۱

با این وجود اختلاف آماری معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد در میزان آلودگی بین انواع نان گندم مشاهده نشد.

آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد اختلاف آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین انواع نان مورد مطالعه وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

زیرالنون یکی از مهم‌ترین توکسین‌های قارچی است که توسط گونه‌های مختلفی از فوزاریوم تولید می‌شوند. در اتحادیه اروپا حد مجاز زیرالنون در غلات (به‌جز ذرت) ۱۰۰ میکروگرم در کیلوگرم، برای ذرت ۲۰۰، برای آرد غلات و فرآورده‌هایی که مستقیماً مصارف انسانی دارند ۷۵، برای نان ۵۰ و غذاهای کودک ۳۰-۲۰ میکروگرم در کیلوگرم در نظر گرفته شده است (EFSA, 2004). مقایسه نتایج مطالعه حاضر در قیاس با استانداردهای اتحادیه اروپا نشان داد که غلظت زیرالنون در هیچ‌یک از نمونه‌های نان بیشتر از غلظت‌های توسعه شده در استانداردهای اتحادیه اروپا نبوده است.

مطالعات محدودی در خصوص اندازه‌گیری زیرالنون در غلات و سایر مواد غذایی از ایران انجام گرفته است. برای مثال اویسی و همکاران (۲۰۰۵)، هادیانی و همکاران (۲۰۰۳)، و هدایتی (۱۳۸٤) غلظت این توکسین را در آرد ذرت صفر تا ۸۸۹ میکروگرم در کیلوگرم، در ذرت ۱۰۰ تا ۲۱۲ میکروگرم در کیلوگرم، در برنج، نان و آرد گندم ۱/۵ میکروگرم در کیلوگرم گزارش نمودند که در مقایسه باهم و مقایسه با نتایج مطالعه حاضر تفاوت‌های زیادی را نشان داد. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در زمان نمونه‌گیری و آزمایش، فصل مورد مطالعه، روش آزمایش (الایزا، HPLC)، رقم گندم، جو و ذرت نسبت داد. حتی برخی مطالعات نشان می‌دهند، نحوه خشک‌کردن غلات نقش به‌سزایی در میزان زیرالنون در غلات داشته است (Oveisi *et al*., 2005; Hadiani *et al*., 2003).

www.SID.ir
Archive of SID

نتایج به‌دست آمده از درصد بازیافت غلظت زیرالنون افزوده شده به نمونه‌های نان گندم، جو و ذرت با مطالعات مشابه از قالی و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارند (Ghali *et al.*, 2008).

در مطالعه حاضر میانگین غلظت زیرالنون در انواع نان ٦/٤٨ میکروگرم در کیلوگرم و محدوده آلودگی ۰/۳۵ تا ٤٨/۳۸ میکروگرم در کیلوگرم به‌دست آمد. در همین راستا مطالعات مشابه فراوانی از کشورهای اروپایی، افریقایی، آمریکای جنوبی، آمریکای شمالی، آسیا و اقیانوسیه وجود دارد در این بررسی‌ها غلظت زیرالنون در حداقل و حداکثر مقدار آلودگی در گندم ۰/۰۰۰۲۱ تا ٦۰۰ میکروگرم در کیلوگرم، در جو ۰/۰۰۲ تا ۱۵ میکروگرم در کیلوگرم و در ذرت ۰/۰۳٤ تا ۳۸/٤ میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده است (Manova and Mladenova, 2009; Salem and Ahmad, 2010; Zinedine *et al.*, 2010; Domijan *et al.*, 2005; Edwards, 2009;).

نتایج این مطالعه نشان داد غلظت زیرالنون در نان ذرت بیشتر از نان جو و گندم است که از نظر آماری این اختلاف معنی‌دار ($p < ۰/۰۵$) بود. مطالعات مشابه نیز نشان می‌دهد در بین غلات، ذرت مستعدترین غله جهت آلودگی به قارچ‌هایی نظیر زیرالنون است و بالاترین غلظت زیرالنون در ذرت گزارش شده است (Van Egmond *et al.*, 2007; Maragos, 2010). در اکثر مطالعات غلظت زیرالنون بین ۱۰ تا ۱۰۰۰ میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده است در حالی که این میزان در جو و گندم به‌مراتب کمتر و مابین ۱۰ تا ۱۰۰ میکروگرم در کیلوگرم بوده است و تنها در چند مطالعه غلظت زیرالنون در گندم و جو بالاتر از ۱۰۰ میکروگرم در کیلوگرم بوده است (Zinedine et al., 2010; Maragos, 2010).

بیشتر مطالعات وضعیت زیرالنون را در غلات و آرد غلات نشان می‌دهد. زیرالنون نسبتاً به حرارت مقاوم و در فرآیند حرارت‌دهی متوسط تجزیه نمی‌شود (Maragos, 2010)، لذا به‌نظر می‌رسد اختلاف زیادی بین غلظت زیرالنون در نان و آرد به‌عنوان ماده اولیه اصلی وجود نداشته باشد. با این وجود مطالعاتی نشان دادند که پختن و برشته کردن غذا و به‌طور کلی حرارت‌دهی طولانی مدت می‌تواند درصدی از زیرالنون را نابود کند (Murata *et al.*, 2008).

در بخش دیگری از مطالعه وضعیت آلودگی در انواع نان گندم به زیرالنون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد غلظت زیرالنون در نان‌های سبوس‌دار، زیادتر از زمان‌های سفید بود. مطالعات مشابه نیز نشان می‌دهند سبوس‌گیری غلات نقش موثری در کاهش غلظت مایکوتوکسین‌ها از جمله زیرالنون دارد (Neuhof *et al.*, 2008).

راهکارهای عملی متعددی برای حذف زیرالنون از غذاها و خوراک آلوده و هم‌چنین کاهش اثر زیرالنون به‌وسیله روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به تمامی موارد ذکر شده بهترین راه پیشگیری از عوارض مایکوتوکسین‌ها از جمله زیرالنون برای مصرف‌کنندگان، جلوگیری از آلودگی مواد غذایی، رعایت اصول پیشگیری کننده از رشد قارچ بر روی مواد غذایی است که این مهم باید از مزرعه آغاز شود و در طول فرآیند نگه‌داری رعایت گردد (Macri *et al.*, 2009; Muri *et al.*, 2009).

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج این مطالعه نشان داد درصد زیادی از نمونه مورد مطالعه حامل مایکوتوکسین زیرالنون بوده است. اگر چه غلظت زیرالنون در تمام نمونه‌های آلوده پائین‌تر از حداکثر حد مجاز تعیین شده در کشورهای اروپایی و آمریکا بود. اما از آن‌جایی که قوت غالب مردم ایران نان و برنج است به‌نحوی که میزان سرانه مصرف نان در ایران ۱۶۰ کیلوگرم و بیش از ۳ برابر میزان سرانه مصرف بسیاری از کشورهای اروپایی است، لذا لازم است برای کاهش میزان و درصد آلودگی مواد غذایی خصوصاً نان به زیرالنون، اقدامات بهداشتی اتخاذ گردد تا خطرات این توکسین برای مصرف‌کنندگان به حداقل برسد.

منابع

- زمانی‌زاده، حمیدرضا و خورسندی، هنگامه (۱۳۷٤). گونه‌های فوزاریوم و مایکوکسین‌های آنها در گندم‌های استان مازندران. بیماری‌های گیاهی، شماره‌های ٤ -۱، دوره ۳۱، صفحات: ۳۸-۲۳.
- هدایتی، محمدتقی (۱۳۸٤). بررسی میزان مایکوتوکسین زیرالنون در گندم‌های انباری استان مازندران ۱۳۸۱، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره پانزدهم، شماره ٤۹، آذر و دی ۱۳۸٤، صفحات: ۹۸-۹۳.

- Council for Agricultural Science and Technology. (CAST). (2003). Mycotoxins: risks in plant, animal and human systems. Task force report No.139, Ames, IA, USA, p.199.
- Cunha, S.C. and Fernandes, J.O. (2010). Development and validation of a method based on a QuEChERS procedure and heart-cutting GC-MS for determination of five mycotoxins in cereal products. Journal of Separation Science, 33: 600-609
- Doll, S., Valenta, H., Danicke, S. and Flachowsky, G. (2002). *Fusarium* mycotoxins in conventionally and organically grown grain from Thuringia/ Germany. LandbauforschungVolkenrode, 52: 91-96.
- Domijan, A.M., Peraica, M., Jurjevic, Z., Lvic, D. and Cvjetkovic, B. (2005). Fumonisin B_1, fumonisin B_2, zearalenone and ochratoxinA contamination of maize in Croatia. Food Additives and Contaminants, 22: 677-680.
- Edwards, S.G. (2009). *Fusarium* mycotoxin content of UK organic and conventional oats. Food Additives and Contaminants Part A, 26: 1063 –1069.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2004). Opining of the seciontific panel on contaminats in the food chain on a request from the Commission related to zearalenone as undesirable substance in animal feed. The EFSA Journal, 89: 1-35.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2004). Worldwide Regulations for Mycotoxins in Food and Feed in 2003. FAO Food and Nutrition Paper 81, Rome, Italy, p. 183
- Ghali, R., Hmaissia-Khlifa, K., Ghorbel, H., Maaroufi, K. and Hedili, A. (2008). Incidence of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in Tunisian foods. Foods Control, 19: 921-924.
- Gromadzka, K., Waskiewicz, A., Golinski, P. and Swietlik, J. (2009). Occurrence of estrogenic mycotoxin–zearalenone in aqueous environmental samples white various NOM content. Water Research, 43:1051–1059.
- Hadiani, M.R., Yazdanpanah, H., Ghazi-Khansari, M., Cheraghali, A.M. and Goodarzi, M. (2003). Survey of the natural occurrence of zearalenone in maize from northern Iran by thin-layer chromatography densitometry. Food Additives and Contaminants, 20: 380-385.

Archive of SID

www.SID.ir

- Join FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2000). Safely evaluation of certain food additives and contaminants. WHO food additive series 44, Zearalenone. World Health Organization, Geneva, Switzerland, pp. 393- 482.
- Macri, A.M., Miclues, V., Dancea, Z., Morar, M.V., Pasca, I., Scurtu, I., *et al*. (2009). Zearalenone and trichothecene content of maize and wheat samples coming from center and western Romanian. Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 14: 315–318.
- Manova, R. and Mladenova, R. (2009). Incidence of zearalenone and fumonisins in Bulgarian cereal production. Food Control, 20: 362-365.
- Maragos, C.M. (2010). Zearalenone occurrence and human exposure. World Mycotoxin Journal, 3(4): 369-383.
- Murata, H., Mitsumatsu, M. and Shimada, N. (2008). Reduction of feed- contaminating mycotoxins by ultraviolet irradiation: an *in vitro* study. Food Additives and Contaminants Parts A, 25: 1107 – 1110.
- Muri, S.D., Van der Voet, H., Boon, P.E., Van Klaveren, J.D. and Bruschweiler, B.J. (2009). Comparison of human health risks resulting from exposure to fungicides and mycotoxins via food. Food and Chemical Toxicology, 47: 2963 – 2974.
- Neuhof, T., Koch, M., Rasenko, T. and Nehls, I. (2008). Distribution of trichothecenes, zearalenone, and ergosterol in a fractionated wheat harvest lot. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56: 7566–7571.
- Oveisi, M.R., Hajimahmoodi, M., Memarian, S., Sadeghi, N. and Shoeibi, S. (2005). Determination of zearalenone in corn flour and a cheese snack product using high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. Food Additives and Contaminants 22: 443–448.
- Rasmussen, P.H., Ghorbani, F. and Berg, T. (2003). Deoxynivalenol and other *Fusarium* toxins in wheat and rye flours on the Danish market. Food Additives and Contaminants, 20: 396-404.
- Rhyn, P. and Zoller, O. (2003). Zearalenone in cereals for human nutrition: relevant data for the Swiss population. European Food Research and Technology, 216: 319-322.
- Salem, N.M. and Ahmad, R. (2010). Mycotoxins in food from Jordan: Preliminiary survey. Food Control, 21: 1099-1103.
- Van Egmond, H., Schothorst, R. and Jonker, M. (2007). Regulations relating to mycotoxins in food. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 389: 147-157.
- Zinedine, A., Soriano, J.M., Molto. J.C. and Manes, J. (2007). Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: an oestrogenic mycotoxin. Food and Chemical Toxicology, 45: 1-18.

Archive of SID

www.SID.ir