

## اندازه گیری مایکوتوکسین T-2 در غلات مصرفی در یک مرکز نظامی در زمستان ۱۳۸۵

مجید ریاضی پور<sup>۱</sup> Ph.D.، هادی وطنی<sup>۲</sup> M.Sc.، حمید رضا توکلی<sup>۳</sup> Ph.D.، علی مهرابی توانا<sup>۴</sup> Ph.D.،  
محمد علی افشاری<sup>۱</sup> M.Sc.، رضا کجویی<sup>۲</sup> Ph.D.، زهرا متقیان<sup>۳</sup> B.Sc.،  
عباسعلی ایمانی فولادی<sup>۱</sup> Ph.D.، کاظم احمدی<sup>۲</sup> Ph.D.

آدرس مکاتبه: تهران، دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، مرکز تحقیقات بیولوژی مولکولی  
و گروه میکروبیولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)

تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۱

تاریخ دریافت: ۸۷/۱/۱۸

### خلاصه

**هدف:** بررسی وقوع و اندازه گیری میزان مایکوتوکسین T-2 در غلات مصرفی در غذاهای انسانی  
**مواد و روش‌ها:** با مراجعه به انبار مواد اولیه ۹ مرکز طبخ غذا واقع در تهران از غلات موجود در آن‌ها شامل برنج،  
جو و گندم به ترتیب ۲۳، ۱۶ و ۷ نمونه تهیه شد. پس از پودر کردن نمونه‌ها با استفاده از حلال متانول-آب (۷۰:۳۰) از  
آن‌ها عصاره گیری گردید و میزان مایکوتوکسین T-2 موجود در عصاره‌ها با استفاده از یک روش الایزای رقابتی مبتنی  
بر آنتی بادی مونوکلونال اندازه گیری شد.

**نتایج:** همه نمونه‌های آزمایش شده کم و بیش به سم T-2 آلودگی داشتند و دامنه آلودگی آن‌ها از ۷/۹ تا ۶۵/۴  
میکروگرم در کیلوگرم متغیر بود (میانگین:  $17/9 \pm 2/1$ ). نمونه‌های گندم با میانگین  $42/4 (\pm 8/4)$  میکروگرم در کیلوگرم  
دارای بیشترین مقدار آلودگی و جو و برنج به ترتیب با میانگین آلودگی  $18/3 (\pm 2)$  و  $12/5 (\pm 0/56)$  میکروگرم در  
کیلوگرم در رده‌های بعدی قرار گرفتند.

**بحث:** اگر چه طبق استاندارد ملی ایران تعداد اندکی از نمونه‌ها (۱۳/۹٪) دارای آلودگی بالاتر از حد مجاز بودند اما  
وسعت آلودگی به سم T-2 بیانگر فراهم بودن شرایط برای وقوع طبیعی مایکوتوکسین‌ها در محصولات کشاورزی  
مصرفی در کشورمان است و خطر قرار گرفتن در معرض عوارض مزمن این سم و لزوم اندازه گیری مایکوتوکسین‌های  
موجود در مواد غذایی قبل از خرید یا مصرف آن‌ها را خاطرنشان می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** تریکوتسن‌ها، سم T-2، غلات، مایکوتوکسین‌ها

(۳) دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، مرکز تحقیقات بهداشت

(۴) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قم

(۱) دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، مرکز تحقیقات بیولوژی مولکولی

(۲) دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، دانشکده پزشکی، گروه میکروبیولوژی

## مقدمه

بسیاری از محصولات کشاورزی از اولین مراحل کشت تا هنگام مصرف در معرض آلوده شدن با قارچ‌ها قرار دارند [۱ و ۲]. چنانچه قارچ آلوده کننده از سویه‌های توکسین‌زا باشد ممکن است در مراحل از رشد خود به عنوان متابولیت ثانویه ایجاد مایکوتوکسین نماید. مایکوتوکسین‌ها غالباً ترکیبات پایدار هستند [۱] و عملیات مختلفی که قبل از مصرف بر روی فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌شود از جمله پختن در دماهای معمولی (کمتر از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد) تاثیر چندانی بر کاهش میزان بسیاری از این سموم ندارد [۱ و ۲].

انسان علاوه بر بلع، از طریق استنشاق، و تماس پوستی نیز در معرض مایکوتوکسین‌ها قرار می‌گیرد. امروزه رخدادهایی از مسمومیت حاد با این سموم اتفاق می‌افتد اما تقریباً همه موارد آن به کشورهای در حال رشد اختصاص دارد. در کشورهای پیشرفته موارد مسمومیت حاد و دسته جمعی نادر است و نگرانی اصلی در این کشورها در مورد اثرات مزمنی است که در اثر تماس با مقادیر اندکی از این سموم در طی یک دوره زمانی طولانی ایجاد می‌شود. تاکنون بیش از ۴۰۰ مایکوتوکسین شناخته شده است که اغلب آن‌ها بر حسب عوارض مزمن خود به عنوان موتائزینیک، تراوتوزینیک، و کارسینوژنیک شناخته می‌شوند [۳].

تریکوتسن‌ها خانواده مهمی از مایکوتوکسین‌ها هستند که بطور معمول در غلات و فرآورده‌های آن‌ها یافت می‌شوند [۴] و توسط گونه‌های قارچی متعلق به جنس‌های *Cryptomela*, *Fusarium*, *Myrothecium*, *Stachybotry*, *Trichoderma/Hypocrea* و *Trichothecium Verticimonosporium* تولید می‌شوند اما گونه‌های فوزاریوم بیشترین نقش را در تولید این سموم دارند [۳]. تا کنون بالغ بر ۱۵۰ تریکوتسن شناسایی شده است که سم T-2 مهم‌ترین آن‌ها است و فوزاریوم اسپوروتریکومونوسپوریدس (*F. sporotrichioides*) عامل اصلی تولید آن بشمار می‌رود [۵]. این سم عامل بالقوه‌ای برای جنگ‌های بیولوژیک نیز محسوب می‌شود [۶]. مهم‌ترین اثر T-2 و دیگر تریکوتسن‌ها مهار سنتز پروتئین‌ها است که به دنبال آن اختلال ثانویه در سنتز DNA و RNA

ایجاد می‌شود. این سم سلول‌هایی که بطور فعال تقسیم می‌شوند نظیر سلولهای مخاط گوارشی، پوست، لنفوئید و اریترئوئید را بیشتر متاثر می‌کند و میزان ایمونوگلوبولین‌ها و برخی از دیگر فاکتورهای همورال نظیر سیتوکائین‌ها را کاهش می‌دهد [۵]. از دست دادن اشتها، استفراغ، اسهال، خونریزی دستگاه گوارش، سرگیجه و ضعف سیستم ایمنی علائم کلینیکی تیپیک در مسمومیت با تریکوتسن‌ها هستند [۴].

در مورد آلودگی مواد غذایی کشورهای مختلف با سم T-2 گزارش‌های متعددی وجود دارد که دامنه وسیعی از صفر [۸ و ۷] تا تقریباً صد درصد [۹-۱۳] آلودگی را نشان می‌دهد. آلودگی غلات ایران به مایکوتوکسین‌ها در چندین مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است [۱۹-۱۴] اما بندرت به اندازه گیری سم T-2 توجه شده است [۲۰-۲۲]. هدف این مطالعه آن است تا با بررسی غلات مصرفی در برخی از مراکز پخت غذا که روزانه تعداد زیادی غذا برای یک مرکز نظامی مستقر در تهران تهیه می‌کنند، چشم اندازی از وضعیت آلودگی غلات به سمی ترین عضو خانواده تریکوتسن‌ها یعنی سم T-2 فراهم نماید.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت مقطعی و در شرایط میدانی و آزمایشگاهی در طی زمستان سال ۱۳۸۵ انجام گرفت.

**نمونه‌گیری:** به انبار غلات و حبوبات آشپزخانه مراکز طبخ غذا وابسته به یک مرکز نظامی مستقر در شهر تهران مراجعه و با روش استاندارد از غلات موجود در آن‌ها نمونه‌گیری شد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، آئین کار شماره ۲۰۸۷). این کار برای هر انبار یک بار انجام گرفت و نمونه‌گیری از همه مراکز در طی بهمن و اسفند ۱۳۸۵ به اتمام رسید. برای انتخاب تصادفی نمونه‌ها از روش نمونه برداری از محصولات کشاورزی برای آزمون آفاتوکسین (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، آئین کار شماره ۲۵۸۱) استفاده شد. بر این اساس تعداد نمونه لازم برای آزمایش مایکوتوکسین‌ها به مقدار غلات موجود در هر انبار بستگی داشت و از جدول‌های مندرج در آئین کار فوق محاسبه می‌شد. پس

منحنی جذب در مقابل غلظت، و با اعمال ضریب رقت و با در نظر گرفتن درصد بازیافت، مقدار T-2 در نمونه‌های مجهول محاسبه می‌شد.

### منحنی استاندارد اندازه گیری غلظت سم T-2: برای

محاسبه غلظت توکسین در نمونه‌های مورد آزمایش از یک منحنی استاندارد نیمه لگاریتمی استفاده شد. پس از اتمام الایزا، درصد جذب هر استاندارد با تقسیم جذب آن به میزان جذب کنترل منفی (استاندارد فاقد سم T-2) و ضرب آن در عدد ۱۰۰ مشخص شد. سپس با قرار دادن لگاریتم غلظت استانداردها روی محور افقی و میزان جذب آن‌ها در طول موج ۴۵۰ نانومتر روی محور عمودی با استفاده از نرم افزار Curve منحنی استاندارد رسم و از روی آن غلظت سم در نمونه‌های مجهول محاسبه گردید (نمودار ۱).

**آنالیز آماری:** نرم افزار آماری INSTATA برای آنالیز اطلاعات بکار رفت. برای آزمون اختلاف میانگین آلودگی غلات مختلف و مقایسه مراکز مختلف با یکدیگر از آزمون t استفاده شد و  $P < 0.05$  برای معنی دار بودن اختلافات در نظر گرفته شد.

## نتایج

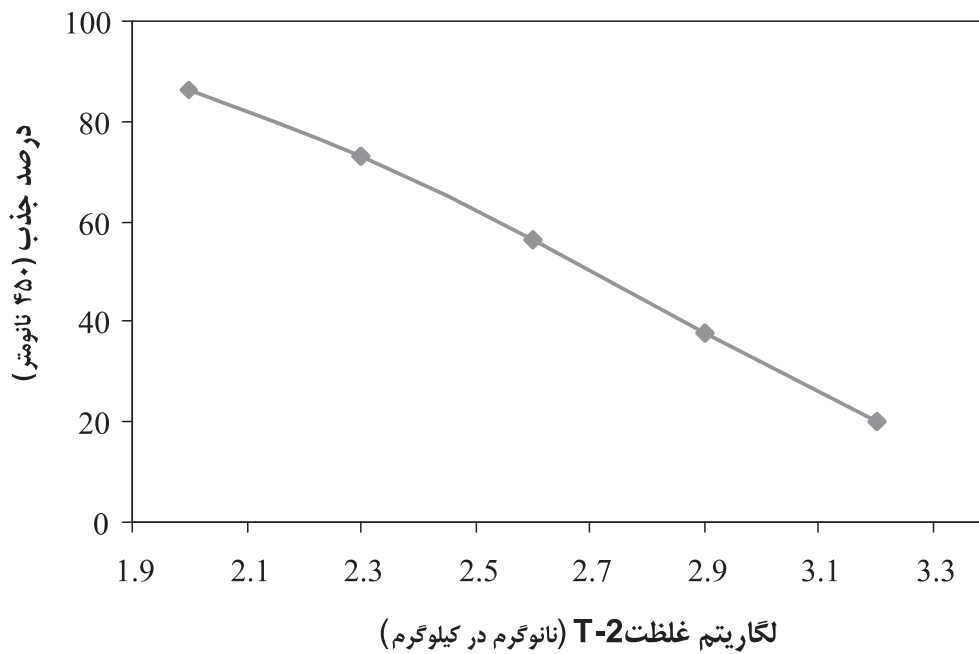
برنج، گندم، و جو غلاتی بودند که به عنوان ماده اولیه برای طبخ غذا در مراکز مورد بررسی استفاده می‌شدند. برنج در انبار همه مراکز موجود بود اما جو در انبار ۸ مرکز و گندم فقط در انبار ۵ مرکز طبخ غذا وجود داشت. در مجموع ۴۶ نمونه اولیه از غلات موجود در انبارهای تحت مطالعه جمع آوری شد که برنج، جو و گندم به نسبت موجودی به ترتیب ۲۳، ۱۶، و ۷ نمونه را به خود اختصاص داد. آلودگی کل غلات به مایکوتوکسین T-2 بطور متوسط  $17/9 (\pm 2/1)$  میکروگرم در کیلوگرم و دامنه آلودگی آن‌ها از  $7/9$  تا  $65/4$  متغیر بود ( $14 =$  میانه). میانگین آلودگی برنج  $12/5 (\pm 0/56)$ ،  $12/06 =$  میانه؛ میانگین آلودگی گندم  $42/4 (\pm 8/4)$ ،  $43/7 =$  میانه؛ و میانگین آلودگی جو  $18/3 (\pm 2)$ ،  $17/4 =$  میانه) میکروگرم در کیلوگرم بدست آمد. نمودار شماره ۲ توزیع آلودگی با سم T-2 در سه نوع غله (برنج، گندم و جو) را نشان می‌دهد. آنالیز واریانس وجود اختلاف بین این سه نوع غله را نشان داد ( $P < 0.0001$ ) و آزمون t

از انتخاب تصادفی کیسه‌هایی که باید برای نمونه برداری مورد استفاده قرار گیرند و علامت گذاری آن‌ها با استفاده از بمبو از سه قسمت مختلف هر کیسه (دو طرف و وسط کیسه) نمونه برداشت می‌شد. این نمونه‌ها (نمونه‌های اولیه) روی هم ریخته و پس از مخلوط کردن یک پیمانه (حدود ۲۰۰ گرم) از آن به عنوان نمونه نهایی برداشت می‌شد. نمونه نهایی در ظروف دربسته قرار می‌گرفت و بلافاصله به یخچال منتقل می‌شد.

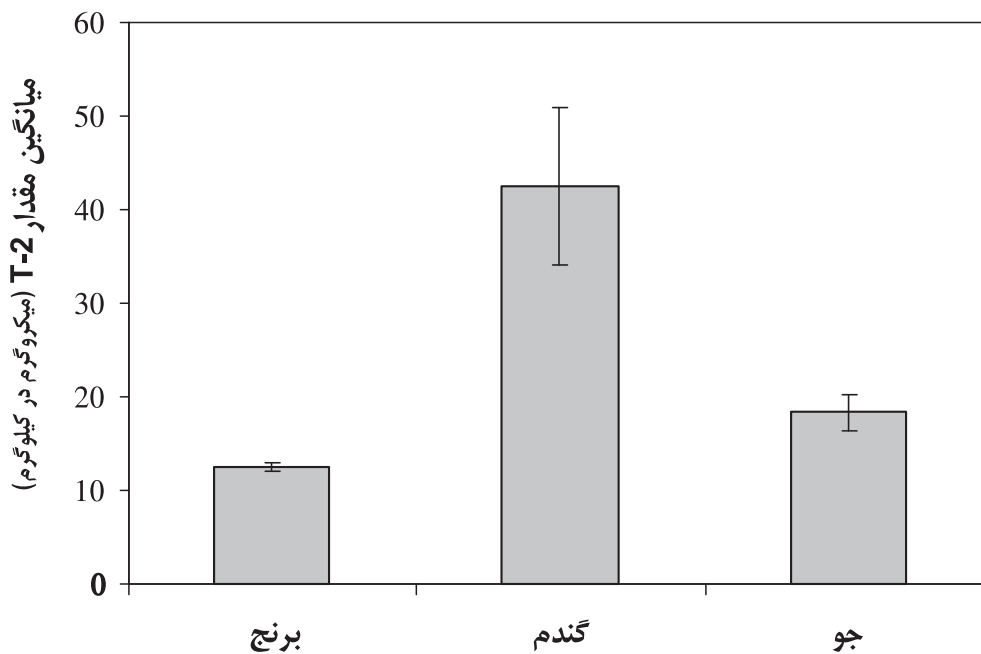
**آماده سازی و عصاره گیری از نمونه‌ها:** با استفاده از آسیاب خانگی حدود ۱۰۰ گرم از هر نمونه پودر و از الک نرم گذرانده می‌شد. پودر حاصل به ظروف درب دار و بدون منفذ منتقل و تا زمان انجام آزمایش‌های بعدی در  $-20$  درجه سانتی گراد نگهداری می‌شد. برای عصاره گیری و استخراج سم T-2 از حلال متانول - آب (۷۰ به ۳۰) استفاده شد. برای این کار ۵ گرم از پودر هر نمونه با ۲۵ میلی لیتر حلال مخلوط می‌شد و به مدت ۱۰ دقیقه روی همزن با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه قرار می‌گرفت. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دور ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ می‌شد و مایع رویی در  $-20$  درجه سانتی گراد ذخیره می‌گردید.

### الیزا برای اندازه گیری سم T-2: از یک روش الایزای رقابتی

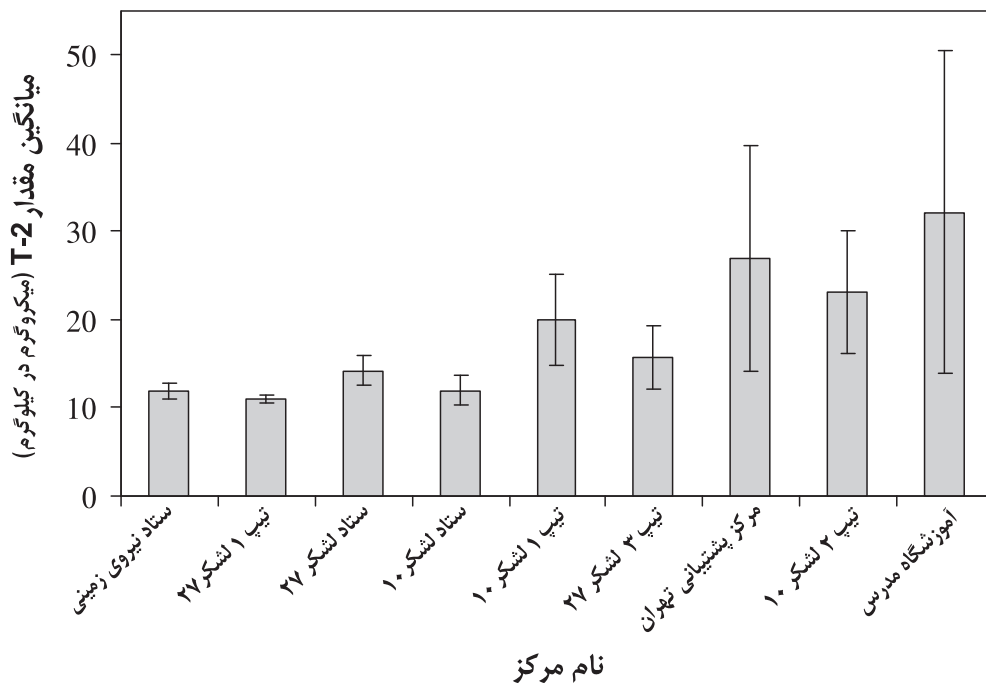
با استفاده از کیت T-2 Toxin RIDASCREEN® R-Biopharm (Art.No. R3801، آلمان) برای اندازه گیری سم T-2 استفاده شد. برای این کار عصاره متانولی تهیه شده از پودر برنج به نسبت ۱ به ۷ در بافر نمونه رقیق و مقدار ۵۰ میکرولیتر از هر نمونه رقیق شده و نیز استانداردهای شماره ۱ تا ۶ تعبیه شده در کیت به داخل هر چاهک ریخته می‌شد. سپس ۵۰ میکرولیتر کونژوگه آنزیمی و ۵۰ میکرولیتر آنتی بادی ضد T-2 به هر حفره اضافه و به مدت یک ساعت در دمای اتاق ( $20$  تا  $25$  درجه سانتی گراد) قرار می‌گرفت. سپس مایع داخل حفرات تخلیه و سه بار با آب مقطر شستشو می‌شد. ۵۰ میکرولیتر سوبسترا و ۵۰ میکرولیتر کروموژن به هر حفره اضافه و به مدت نیم ساعت در دمای اتاق و در تاریکی انکوبه می‌شد. برای ختم واکنش ۱۰۰ میکرولیتر محلول متوقف کننده اضافه و حداکثر تا یک ساعت بعد جذب حفرات در طول موج ۴۵۰ نانومتر در مقابل بلانک هوا قرائت می‌شد. با استفاده از جذب استانداردها و رسم



نمودار ۱: منحنی استاندارد برای محاسبه غلظت T-2 در غلات ( $r^2 = 0.996$ )



نمودار ۲: توزیع میانگین آلودگی به مایکوتوکسین T-2 در غلات موجود در انبار آشیپزخانه مراکز نیروی زمینی سپاه تهران در زمستان ۱۳۸۵ بر حسب نوع غله



نمودار ۳: توزیع میانگین آلودگی به مایکوتوکسین T-2 در غلات (برنج، گندم، جو) موجود در انبار مراکز تابعه نیروی زمینی سپاه تهران در زمستان ۱۳۸۵ بر حسب مرکز مورد مطالعه

می‌شود و محصولات حاوی مقادیر بالاتر از حد مجاز از چرخه مصرف خارج می‌گردد [۲۳ و ۲۴] در کشور ما اندازه گیری تعداد معدودی از مایکوتوکسین‌ها شامل آفلاتوکسین‌ها، فومونیسین‌ها، زیرانون و اخراتوکسین صرفاً برای محصولات صادراتی انجام می‌شود و برای اقلام مصرفی در داخل کشور معمولاً چنین آزمایش‌هایی انجام نمی‌شود.

تریکوتسن‌ها خانواده مهمی از مایکوتوکسین‌ها هستند و سم T-2 سمی‌ترین عضو این خانواده محسوب می‌شود. با توجه به عوارض این سموم برای مصرف کنندگان [۴ و ۵] شایسته است اطلاعات کافی در مورد میزان تماس افراد جامعه با آن‌ها فراهم گردد. حضور قارچ‌های مولد تریکوتسن‌ها در برخی از مواد غذایی کشورمان به اثبات رسیده است [۲۵] و در مطالعات معدودی که به اندازه گیری سموم فوزاریومی از جمله سم T-2 در غلات اختصاص داشته است نتایج متفاوتی گزارش گردیده است. یزدان پناه و همکاران با مطالعه ۳۵ نمونه گندم تازه برداشت شده از نواحی شمالی ایران (گنبد و گرگان) نشان دادند که علیرغم شیوع آلودگی با دیگر سموم

نشان داد میانگین آلودگی گندم مصرفی در مراکز بطور معنی داری از برنج ( $P < 0.0001$ ) و جو ( $P = 0.005$ ) بیشتر است. نمودار شماره ۳ توزیع آلودگی غلات مصرفی در مراکز مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تیپ یک لشکر ۲۷ با میانگین آلودگی  $(\pm 0.48)$  و آموزشگاه مدرس با میانگین آلودگی  $(\pm 18)$   $32/18$  میکروگرم در کیلوگرم ( $n=13$ ) به ترتیب کمترین و بیشترین میزان آلودگی در غلات مصرفی را داشتند. اگر چه ظاهر نمودار وجود تفاوت را نشان می‌دهد اما آنالیز واریانس نشان داد که اختلاف مشاهده شده بین مراکز از نظر آماری معنی دار نیست.

## بحث

مایکوتوکسین‌ها به علت داشتن پتانسیل سمی و سرطان زایی، از مقوله‌های تنظیمی مهم (Important regulatory issue) در سراسر جهان محسوب می‌شوند [۲۳] در کشورهایی که اطلاعات کافی در مورد شیوع مایکوتوکسین‌ها فراهم شده است تست‌های روتین برای کنترل مواد غذایی از نظر سموم مهم و شایع انجام

مولد تریکوتسن‌ها است و به نظر می‌رسد اگر شرایط مساعد حتی به مدت کوتاهی برای رشد و تولید مایکوتوکسین فراهم شود خطر تولید مقادیر زیادی از این سم و نیز سایر مایکوتوکسین‌ها وجود دارد چنان که park نشان داد نگهداری نمونه‌های ذرت آلوده به تریکوتسن‌ها از جمله T-2، به مدت ۸ روز در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در آزمایشگاه میزان سموم آن‌ها از ۱۴ تا ۳۵ نانوگرم در گرم به ۱۱۰ تا ۵۳۸ افزایش می‌دهد [۲۶].

علیرغم شیوع گسترده آلودگی، نتایج ما نشان داد که تعداد اندکی از نمونه‌های غلات دارای آلودگی بالاتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران برای سم T-2 هستند. اختلاف نظر در مورد عوارض بهداشتی مایکوتوکسین‌ها باعث شده است استاندارد کشورها با یکدیگر متفاوت باشد. این تفاوت‌ها تا حد زیادی به وضعیت اقتصادی و نیز میزان حساسیت محصولات کشاورزی هر کشور به مایکوتوکسین‌ها بستگی دارد [۲۳]. در کشورهایی که برای غذای انسان استاندارد T-2 توکسین وضع کرده‌اند میزان مجاز T-2 توکسین از ۲۰ (اسلواکی) تا ۳۰۰ (مجارستان) میکروگرم در کیلوگرم متغیر است اما اغلب کشورها (مانند روسیه، بلغارستان، ارمنستان، استونی) ۱۰۰ میکروگرم در کیلوگرم را به عنوان استاندارد خود پذیرفته‌اند [۲۷]. در کشور ما برای برخی از مایکوتوکسین‌ها حد مجاز تعیین شده است (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، آئین نامه شماره ۵۹۲۵). بر این اساس حد مجاز سم T-2 در غذای دام و طیور معادل ۲۵ میکروگرم در کیلوگرم توصیه شده است اما برای مصارف انسانی حد اکثر مجاز وضع نشده است. با توجه به اینکه حد مجاز دیگر مایکوتوکسین‌ها برای مصارف انسانی معمولاً پائین‌تر از حد مجاز برای حیوانات است انتظار می‌رود حد مجاز سم T-2 در غذای انسان کمتر از ۲۵ میکروگرم در کیلوگرم باشد. اگر استاندارد بسیاری از کشورها را ملاک قرار دهیم [۲۷] هیچیک از نمونه‌ها آلودگی بالاتر از حد مجاز نداشته‌اند اما طبق استاندارد ملی ایران، ۱۳/۹٪ از غلات مورد بررسی در این مطالعه دارای مقادیر بالاتر از حد مجاز برای مصارف دامی بوده‌اند و نباید برای مصرف حتی دام استفاده شوند در حالی که این اقلام در برخی از مراکز طبخ غذا که ما مورد مطالعه قرار دادیم برای مصارف انسانی در نظر گرفته شده بود. غلاتی که

فوزاریومی همچون نیوالنول، نتوسولانیول و زیرالنون، هیچیک از نمونه‌های گندم به سم T-2 آلودگی ندارند [۲۰]. در مطالعه دیگری یزدان پناه نشان داد که ۲۴ نمونه فراورده غذایی ذرت که برای مصارف انسانی تهیه شده بود غالباً به سموم فوزاریومی از جمله سم T-2 آلودگی دارند اما مقدار آلودگی بیشتر آن‌ها پائین است [۲۱]. همچنین دارایی با بررسی ۲۳ نمونه از یک فراورده‌های غذایی گندم شیوع بالایی از سموم فوزاریومی را گزارش نمود اما ظاهراً هیچیک از نمونه‌ها به مقادیر بالایی از این سموم آلودگی نداشتند [۲۲].

ما در این مطالعه وضعیت غلات در انتظار مصرف موجود در انبار چند مرکز طبخ غذا را از نظر آلودگی به یک مایکوتوکسین مهم از خانواده تریکوتسن‌ها مورد بررسی قرار دادیم. نتایج ما نشان داد همه نمونه‌های فراهم شده از غلات موجود در انبار مراکز مورد بررسی کم و بیش به مایکوتوکسین T-2 آلودگی دارند. در مطالعات انجام شده در دیگر کشورها در مورد شیوع آلودگی به سم T-2 در غلات و دیگر محصولات کشاورزی نتایج متفاوتی گزارش شده است. Schollenberger نشان داد که از ۱۲۵ نمونه گندم، جو، ذرت، و فراورده‌های ذرت در آلمان، فقط دو نمونه گندم عاری از آلودگی با توکسین‌های فوزاریومی بوده‌اند بقیه به یک یا چند مایکوتوکسین آلودگی دارند [۱۳] و Muller نشان داد که در سال‌های مختلف بین ۲۷ تا ۶۱ درصد از ذرت‌ها [۱۲] و بین صفر تا ۴۱ درصد از گندم علفه‌ای [۱۱] برداشت شده از جنوب آلمان به سم T-2 آلودگی داشته‌اند. همچنین در مطالعه Hussein، ۸۵ درصد از نمونه‌های ذرت نیوزلند حاوی یک یا چند مایکوتوکسین‌های فوزاریومی بودند که T-2 توکسین در ۶۵ درصد از آن‌ها یافت شد [۹] و Lepshy نشان داد که ۳۸٪ از نمونه‌های گندم، جو، چاودار، جودوسر و آرد به سم T-2 آلودگی دارند [۱۰]. در مقابل Verabcheva نشان داد که از ۱۴۰ نمونه گندم که برای مصارف انسانی در نظر گرفته شده بود فقط یک نمونه به T-2 آلودگی داشت (۰/۷ درصد) [۸] و در مطالعه Hagler هیچیک از نمونه‌های گندم ناحیه مرکزی و غربی ایالت متحده به سم T-2 آلودگی نداشتند [۷].

وسعت آلودگی غلات به سم T-2 در مطالعه ما (۱۰۰٪) نشان‌دهنده فراهم بودن شرایط برای آلوده شده غلات مصرفی به قارچ‌های

بنابر یکسان بودن توزیع آلودگی در مراکز مورد مطالعه چندان دور از انتظار نیست.

با توجه به نتایج این مطالعه که وسعت آلودگی غلات به سم T-2 را نشان می‌دهد برای پیشگیری از عوارض این سم در مصرف کنندگان توصیه می‌شود قبل از خرید غلات برای مصارف انسانی میزان مایکوتوکسین‌ها از جمله T-2 توکسین در آن‌ها اندازه‌گیری شود و در صورت آلوده بودن با مقادیر بالاتر از حد مجاز از چرخه مصرف انسانی خارج گردد. با توجه به اینکه تفاوت‌های قابل توجهی در میزان آلودگی محصولات کشاورزی نواحی مختلف کشور به مایکوتوکسین‌ها گزارش شده است، برای مطالعه تاثیر موقعیت جغرافیایی در میزان آلودگی محصولات کشاورزی به سم T-2، انجام مطالعه ای با استفاده از غلاتی که منشا کشت آن‌ها مشخص باشد توصیه می‌شود. عدم نگهداری طولانی مدت غلات در انبار مراکز نقطه مثبتی است که از دیدگاه پیشگیری از رشد قارچ‌های انباری و تولید مایکوتوکسین مورد تأیید است و تداوم آن توصیه می‌شود.

### تقدیر و تشکر

از مرکز تحقیقات بیولوژی مولکولی دانشگاه علوم پزشکی بقیه ... (عج) برای تامین بودجه این مطالعه و از آقای مهندس جمال زاده و مدیران بهداشتی مراکز تابعه برای تسهیل در تهیه نمونه‌ها قدردانی می‌نمائیم.

### منابع

- 1- Bullerman LB, Bianchini A. Stability of mycotoxins during food processing. *Int J Food Microbiol* 2007; 119:140-146.
- 2- Lugauskas A, Raila A, Zvicevicius E, Raiiene M, Novosinskas H. Factors determining accumulation of mycotoxin producers in cereal grain during harvesting. *Ann Agric Environ Med* 2007; 14:173-186.
- 3- Niessen L. PCR-based diagnosis and quantification of mycotoxin producing fungi. *Int J Food Microbiol* 2007; 119:38-46.

آلودگی بالاتر از حد مجاز ایران (۲۵ میکروگرم در کیلوگرم) داشتند در همه موارد به گندم و جو اختصاص داشت. ۸۰ درصد از نمونه‌های گندم و ۱۲/۵ درصد از نمونه‌های جو به مقادیر بالاتر از حد مجاز آلوده بودند اما هیچکدام از نمونه‌های برنج آلودگی بالاتر از استاندارد ملی ایران نداشتند.

در سال‌های اخیر در مورد آلودگی غلات مصرفی در کشورمان با سایر مایکوتوکسین‌ها مطالعات پراکنده ای انجام شده است که تفاوت آلودگی غلات با یکدیگر و نیز تفاوت آلودگی محصولات نواحی مختلف کشورمان را نشان می‌دهد. مثلاً Shephard نشان داد که شیوع و مقدار فومونیسین‌ها در نمونه‌های ذرت جمع آوری شده از مازندران از نمونه‌های اصفهان بیشتر است [۱۷ و ۱۸] و یزدان پناه حضور آفلاتوکسین B1، آفلاتوکسین B2 و اخراتوکسن را به ترتیب در ۸۸/۸، ۶۶/۶ و ۲/۵ درصد از نمونه‌های ذرت استان‌های گلستان و مازندران گزارش نمود اما هیچیک از نمونه‌های جو به آفلاتوکسین یا اخراتوکسین آلودگی نداشت [۱۹]. همچنین هادیانی نشان داد که ۷/۵٪ از ذرت‌های کشت شده در ناحیه مازندران حاوی زیرالنون به میزان کمتر از حداکثر مجاز این سم در ایران است [۱۵] اما هدایتی ۸۰/۵ درصد از نمونه‌های گندم موجود در سیلوهای مازندران را آلوده به زیرالنون تشخیص داد که میزان آلودگی در ۶۴/۴ درصد از آن‌ها بالاتر از استاندارد مجاز ایران (۲۰۰ میکروگرم در کیلوگرم) قرار داشت [۱۶]. گیاثیان با جمع آوری ۵۲ نمونه ذرت از چهار ناحیه تولید ذرت در ایران نشان داد که همه نمونه‌های مازندران به فومونیسین آلوده هستند و درصد آلودگی نمونه‌های فارس، کرمانشاه، و خوزستان به ترتیب ۵۳، ۴۲ و ۵۷ درصد است [۱۴].

نتایج ما نشان داد بین مراکز مورد مطالعه از نظر آلودگی غلات تفاوت قابل توجهی وجود ندارد اگرچه غلات موجود در انبار آشپزخانه تیپ یک لشگر ۲۷ و آموزشگاه مدرس به ترتیب کمترین و بیشترین میزان آلودگی به سم T-2 را به خود اختصاص دادند (نمودار ۳) اما اختلاف این دو از نظر آماری معنی دار نبود. همه مراکز مورد مطالعه ما غلات و سایر اقلام مورد نیاز خود را برای مصارف کوتاه مدت تهیه می‌کردند، تا هنگام مصرف به مدت زیادی آن‌ها را انبار نکنند. همچنین غلات مصرفی مراکز از منبع مشترکی (بازار شهر) تهیه می‌شود که غلات موجود در آن از نواحی مختلف کشور آمده است.

- 4- Boermans HJ, Leung MC. Mycotoxins and the pet food industry: toxicological evidence and risk assessment. *Int J Food Microbiol* 2007; 119:95-102.
- 5- Richard JL. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses--an overview. *Int J Food Microbiol* 2007;119:3-10.
- 6- Dohnal V, Jezkova A, Kuca K, Jun D. [T-2 toxin: occurrence and detection]. *Ceska Slov Farm* 2007; 56:174-177.
- 7- Hagler WM Jr, Tyczkowska K, Hamilton PB. Simultaneous occurrence of deoxynivalenol, zearalenone, and aflatoxin in 1982 scabby wheat from the midwestern United States. *Appl Environ Microbiol*. 1984 ;47:151-4
- 8- Vrabcheva T, Gessler R, Usleber E, Martlbauer E. First survey on the natural occurrence of Fusarium mycotoxins in Bulgarian wheat. *Mycopathologia*. 1996;136(1):47-52.
- 9- Hussein HM, Franich RA, Baxter M, Andrew IG. Naturally occurring Fusarium toxins in New Zealand maize. *Food Addit Contam* 1989; 6:49-57.
- 10- Lepschy-v Gleissenthal J, Dietrich R, Martlbauer E, Schuster M, Suss A, Terplan G. A survey on the occurrence of Fusarium mycotoxins in Bavarian cereals from the 1987 harvest. *Z Lebensm Unters Forsch* 1989 ;188:521-6.
- 11- Muller HM, Reimann J, Schumacher U, Schwadorf K. Fusarium toxins in wheat harvested during six years in an area of southwest Germany. *Nat Toxins* 1997;5:24-30.
- 12- Muller HM, Reimann J, Schumacher U, Schwadorf K. Natural occurrence of Fusarium toxins in oats harvested during five years in an area of southwest Germany. *Food Addit Contam* 1998 ;15:801-6.
- 13- Schollenberger M, Muller HM, Ruffe M, Suchy S, Plank S, Drochner W. Natural occurrence of 16 fusarium toxins in grains and feedstuffs of plant origin from Germany. *Mycopathologia* 2006 ;161:43-52.
- 14- Ghiasian SA, Maghsood AH, Yazdanpanah H, Shephard GS, Van Der Westhuizen L, Vismer HF, Rheeder JP, Marasas WF. Incidence of Fusarium verticillioides and levels of fumonisins in corn from main production areas in Iran. *J Agric Food Chem* 2006;54:6118-22.
- 15- Hadiani MR, Yazdanpanah H, Ghazi-Khansari M, Cheraghali AM, Goodarzi M. Survey of the natural occurrence of zearalenone in maize from northern Iran by thin-layer chromatography densitometry. *Food Addit Contam* 2003; 20:380-385.
- ۱۶- هدایتی محمدتقی؛ بررسی میزان مایکوتوکسین زیرالنون در گندم‌های انباری استان مازندران، مجله علمی- پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۱۳۸۴؛ دوره ۱۵، شماره ۴۹: ۸۹-۹۴
- 17- Shephard GS, Marasas WF, Leggott NL, Yazdanpanah H, Rahimian H, Safavi N. Natural occurrence of fumonisins in corn from Iran. *J Agric Food Chem* 2000 ;48:1860-4.
- 18- Shephard GS, Marasas WF, Yazdanpanah H, Rahimian H, Safavi N, Zarghi A, Shafaati A, Rasekh HR. Fumonisin B(1) in maize harvested in Iran during 1999. *Food Addit Contam*. 2002 ;19:676-9..
- 19- Yazdan Panah H, Miraglia M, Calfapietra FR, Brera C, Rasekh HR. Natural occurrence of Mycotoxins in cereals from Mazandaran and Golestan provinces. *Arch Irn Med* 2001; 4: 107-114.
- 20- Yazdanpanah H., Khoshnood Mansour-Khani M. J., Shafaati A., Rahimian H., Rasekh H. R., Gilani K.,



- Moradkhani M. Evaluation of natural occurrence of Fusarium mycotoxins in wheat fields of Northern Iran. *Cereal Research Communications* 1997; 25:337-341.
- 21- Yazdanpanah H; Natural occurrence of Fusarium mycotoxins in a corn-based product from the Iranian market. *Toxicology Letters* 1998; 95:155.
- 22- Daraei B. Natural occurrence of Fusarium mycotoxins in a wheat-based product from the Iranian market. *Toxicology Letters* 1998; 95:156.
- 23- Kendra DF, Dyer RB. Opportunities for biotechnology and policy regarding mycotoxin issues in international trade. *Int J Food Microbiol* 2007;119:147-151.
- 24- Tanaka K, Sago Y, Zheng Y, Nakagawa H, Kushiro M. Mycotoxins in rice. *Int J Food Microbiol* 2007; 119:59-66.
- 25- Saremi H, Okhovvat SM. Mycotoxin producing Fusarium species associated with plant disease on potato, wheat, corn and animal diseases in northwest Iran. *Commun Agric Appl Biol Sci* 2006; 71:1175-85.
- 26- Park JJ, Smalley EB, Chu FS. Natural occurrence of Fusarium mycotoxins in field samples from the 1992 Wisconsin corn crop. *Appl Environ Microbiol* 1996; 62:1642-48.
- 27- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. *FAO Food and Nutrition Paper No. 81. Rome*