بررسی غلظت‌های روی، سرب، کادمیوم و مس در گندم و نان مصرفی در شهر همدان

سامان کیان‌پور[۱]، سهیل سبحان اردکانی[۲*]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد محیط‌زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
۲. دانشیار گروه محیط‌زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات: s_sobhan@iauh.ac.ir
(دریافت مقاله: ۹٤/۸/۲۰ پذیرش نهایی: ۹٦/٦/۲۵)

چکیده

با گسترش آلاینده‌های محیطی و به‌تبع آن ورود آن‌ها به زنجیر غذایی، بررسی در مورد انواع آلودگی و بهداشت مواد غذایی حائز اهمیت است. لذا، این پژوهش با هدف بررسی محتوی عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در محصول گندم و نان مصرفی شهر همدان در سال ۱۳۹۳ انجام یافت. بدین منظور ٤ مزرعه کشت گندم و ٤ نانوایی پخت انواع نان لواش، بربری، سنگک و فرانسوی انتخاب و نمونه‌برداری از آن‌ها مطابق روش استاندارد انجام شد. پس از انجام مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها به‌روش هضم اسیدی، غلظت عناصر در آن‌ها توسط دستگاه نشر اتمی (ICP) در ۳ تکرار خوانده شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه‌های نان بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برابر با ۲/٤۸ ± ۵/٤۷، ۰/۰٤ ± ۰/۰٦، ۰/۳٦ ± ۰/۹۲ و ۰/۱٤ ± ۱/۵۷ و در نمونه‌های گندم بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برابر با ۱/۳٤ ± ٤/۹۳، ۰/۱٦ ± ۰/۱۷، ۰/۵۵ ± ۰/۹۲ و ۰/۳۱ ± ۱/۰۲ بود. از طرفی نتایج بیان‌گر آن بود که میانگین غلظت عناصر روی، سرب و مس کم‌تر و میانگین غلظت عنصر کادمیوم بیش‌تر از حد مجاز WHO است. از این‌رو، آلودگی محصول گندم و نان مصرفی شهر همدان به‌دلایلی همچون استفاده طولانی‌مدت و بی‌رویه از نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه کودهای فسفاته و فاضلاب شهری برای آبیاری، استقرار مزارع در مجاوت صنایع و جاده‌های مواصلاتی می‌تواند تبعات بهداشتی غیرقابل جبرانی برای مصرف‌کنندگان به‌دنبال داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، گندم، نان، همدان

مقدمه

فعالیت‌های انسانی از جمله فعالیت‌های صنعتی و انتشار گازها از اگزوز وسایل نقلیه، تخلیه کودهای شیمیایی و احتراق سوخت و زغال‌سنگ همگی منبع بالقوه برای ورود فلزات سنگین به خاک‌های کشاورزی هستند (Massa *et al.*, 2010). به‌دلیل این‌که گیاهان فلزات سنگین را از خاک‌های آلوده و یا رسوب این عناصر از هوای آلوده جذب می‌کنند، آلودگی فلزات در خاک‌های کشاورزی تأثیرات منفی جدی بر سلامت انسان دارد (Li *et al.*, 2008).

عنصر روی از نظر کمیت دومین عنصر کمیاب موجود در بدن پس از آهن بوده و از طرفی در اعمال متابولیکی و در ساختمان آنزیم‌های مغزی شرکت می‌کند. مقدار توصیه شده برای جذب روزانه روی ٦٠ میلی‌گرم است (Alam *et al.*, 2003). این عنصر به‌عنوان یکی از عناصر و ترکیبات حیاتی و الزامی برای گندم شناخته شده است. روی در چندین آنزیم، از جمله کربنیک آنهیدراز، دهیدروژناز، پروتئیناز و پپتیداز وجود دارد و در گندم باعث کاهش محتویات کربوهیدرات در برگ و ساقه هنگام شکل‌گیری خوشه می‌شود (Malakouti and Davoodi, 2004). سرب یکی از فلزات سنگین و از عوامل آلوده کننده محیط‌زیست است که با ایجاد اثرات سمی شدید در انسان و دیگر جانداران نقش مهمی در آلودگی‌های محیطی دارد. مهم‌ترین و بیش‌ترین منبع آلودگی سرب در اتمسفر و خاک، احتراق سوخت‌های فسیلی به‌ویژه بنزین است (Rahmani *et al.*, 2000; Sobhanardakani *et al.*, 2014a). کادمیوم با غلظت ٠/٠٦ تا ١/١ میلی‌گرم در کیلوگرم یکی از مهم‌ترین و متحرک‌ترین فلزات سنگین خاک محسوب می‌شود. حد مجاز مصرف آن برای انسان معادل ٧٠ میکروگرم در روز است و مسمومیت با این فلز باعث آسیب جدی به کلیه‌ها، استخوان و سیستم عصبی می‌شود. از طرفی این عنصر از قابلیت تجمع در کبد، کلیه، استخوان و پانکراس برخوردار است (Gracey *et al.*, 1999; Sobhanardakani *et al.*, 2015). مس از عناصر غذایی ضروری برای گیاهان و حیوانات است. نقش اصلی این عنصر در گیاه فعال کردن آنزیم‌های واکنش اکسایش است (Karami *et al.*, 2009; Sobhanardakani and Jafari, 2014; Sobhanardakani *et al.*, 2014b). مس به مقدار نسبتاً کم به‌وسیله گیاه جذب می‌شود، به‌نحوی که سطح بحرانی مس در بخش‌های سبزینه‌ای گیاه بسته به نوع گیاه، اندام، مرحله رشد و هم‌چنین کاربرد نیتروژن، از ٣ تا ٥ میکروگرم در گرم ماده خشک گیاهی متغیر است. برای اکثر گیاهان در صورتی‌که غلظت این عنصر ٣٠-٢٠ میکروگرم در گرم ماده خشک باشد، مسمومیت گیاه از جمله توقف رشد ریشه، کاهش پنجه‌زنی در غلات و رنگ سبز تیره برگ را به‌دنبال خواهد داشت (Marschner, 2011).

برآورد میانگین قابل قبول دریافت روزانه عناصر (Estimated Average Daily Intakes) ناشی از مصرف مواد غذایی، برای تعیین مخاطره‌های طولانی‌مدت بر مصرف‌کنندگان انجام می‌شود (Zhu *et al.*, 2013; Apau *et al.*, 2014). شاخص سلامت (Health Index) را نیز می‌توان از نسبت میانگین قابل قبول دریافت روزانه هر عنصر به مصرف روزانه قابل قبول (Acceptable Daily Intakes) آن عنصر محاسبه کرد. مقادیر شاخص مخاطره سلامت کوچک‌تر از یک،

بیان‌گر آن است که مصرف ماده غذایی اثر سوء بهداشتی برای مصرف‌کننده ندارد و بالعکس (Apau *et al.*, 2014).

تاکنون چندین مطالعه در زمینه بررسی محتوی فلزات سنگین در محصول گندم و نان در ایران و سایر کشورها و هم‌چنین تعیین مخاطره سلامت مصرف این محصولات انجام یافته است. پژوهشی با هدف بررسی مخاطره سلامت ناشی از انتقال عناصر روی، سرب، کادمیوم، کروم، مس و نیکل در خاک به دانه‌های گندم و ذرت در شهرکرد انجام یافت (Beigi Harchegani and Banitalebi, 2013). در مطالعه‌ای نسبت به تعیین غلظت سرب در اجزای متشکله نان ۸۳ واحد نانوایی فعال در منطقه ۵ شیراز اقدام شد (Khab Nadideh *et al.*, 2004). پژوهشی با هدف بررسی فلزات سرب، مس و آهن در دانه گندم، آرد و نان در کشور عراق انجام یافت (Jawad and Allafaji, 2012). در پژوهشی غلظت فلزات سنگین آلومینیوم، مس، آهن، منگنز و روی در نان و گندم تولید شده در ترکیه بررسی شد (Harmankaya *et al.*, 2012). مطالعه‌ای با هدف بررسی محتوی عناصر سرب، کادمیوم، مس و آهن در دانه گندم در کشور سوئیس انجام شد (Kirchmann *et al.*, 2009). پژوهشی با هدف بررسی غلظت عناصر سرب و کادمیوم در انواع نان لواش، بربری، تافتون و سنگک عرضه شده در شهر تهران انجام یافت (Jahed Khaniki *et al.*, 2005).

غلات به‌ویژه گندم، برنج، ذرت و جو، پایه و اساس تغذیه و حیات انسان به شمار رفته و تأمین کننده ۷۰ درصد غذای مردم کره زمین است. در این بین، نان گندم به‌عنوان ماده غذایی غالب، سهم عمده‌ای در الگوی مصرف خانوارها دارد (Fathi and Enayat Gholozadeh, 2009). مصرف سرانه گندم و نان در ایران به‌ترتیب در حدود ۲٤ و ۳۰۰ کیلوگرم است (Abdollahi *et al.*, 2011). بنابراین، با توجه به اهمیت گندم و نان در سبد غذایی خانوار، این پژوهش با هدف بررسی محتوی عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در محصول گندم و نان مصرفی شهر همدان در سال ۱۳۹۳ انجام یافت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش توصیفی، با در نظر گرفتن محدودیت زمان و منابع مالی، نسبت به تهیه ۱۲ نمونه ۵۰ گرمی گندم از ٤ مزرعه (از ابتدا، بخش میانی و انتهای هر مزرعه یک نمونه برداشت شد) و ۱۲ نمونه نان از انواع لواش، بربری، سنگک و فرانسوی از ٤ نانوایی در سطح شهر همدان طی تابستان سال ۱۳۹۳ اقدام شد.

نمونه‌ها پس از پهن شدن روی کاغذ تمیز در هوای آزاد خشک و سپس برای اطمینان از خشک شدن کامل به‌مدت ۲٤ ساعت در آون ٦۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب کاملاً پودر و در ظروف پلی‌اتیلنی نگهداری شدند (Samargandi *et al.*, 1999). یک گرم از هر نمونه در کوره الکتریکی SNOL با درجه حرارت ٤۵۰ درجه سلسیوس تا دستیابی به خاکستر سفید و بدون کربن قرار داده شد (Hodgson, 2010; Kabata-Pendias, 2010). عصاره‌گیری از نمونه‌ها به روش هضم اسیدی و توسط اسید نیتریک ٤ مولار در حرارت ۹۵ درجه سلسیوس انجام یافت. سپس عصاره‌ها توسط کاغذ صافی واتمن

۴۲ صاف شدند (Harmankaya *et al.*, 2012; Naghipour *et al.*, 2014). برای کالیبره کردن دستگاه نشر اتمی (710-ES, Varian, Australia)، با استفاده از نمک ppm ۱۰۰۰ عناصر مورد مطالعه، نسبت به تهیه استاندارد فلزات در غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۲۵۰ و ppb ۵۰۰، اقدام شد. در نهایت محتوی روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه ICP به‌ترتیب در طول‌موج‌های ۲۰۶/۲۰۰، ۲۲۰/۳۵۳، ۲۱۴/۴۳۹ و ۳۲۴/۷۵۴ نانومتر در ۳ تکرار خوانده شد. حد تشخیص دستگاه بر حسب ppb برای روی برابر با ۱۲۰۰۰۰–۸۷۰۰۰، برای سرب برابر با ۱۴۵۰۰–۱۳۱۰۰، برای کادمیوم برابر با ۲۲۴۰۰–۲۱۰۰۰ و برای مس برابر با ۴۰۰۰۰–۲۶۰۰۰ بود. هم‌چنین میزان بازیابی (Recovery) نیز برای روی، سرب، کادمیوم و مس به‌ترتیب برابر با ۹۸ درصد، ۹۷ درصد، ۱۰۱ درصد و ۹۹ درصد بود.

محاسبه برآورد میانگین قابل قبول دریافت روزانه و شاخص سلامت هر عنصر به‌ترتیب توسط فرمول‌های ۱ و ۲ انجام شد (Apau *et al.*, 2014):

رابطه ۱ $$EADI = \frac{C \times F}{W \times D}$$

C: میانگین غلظت تجمع یافته هر عنصر در ماده غذایی مورد مطالعه بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم؛ D و F: به‌ترتیب تعداد روزهای سال (۳۶۵) و میانگین مصرف سالانه ماده غذایی توسط هر فرد (کیلوگرم) وW: میانگین وزن بدن (به‌ترتیب ۷۰ کیلوگرم و ۱۵ کیلوگرم برای بزرگ‌سالان و کودکان) است.

رابطه۲ $$HI = \frac{EADI}{ADI}$$

EADI و ADI به‌ترتیب بیان‌گر برآورد میانگین قابل قبول دریافت روزانه هر عنصر بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم در روز و مصرف روزانه قابل قبول هر عنصر به‌ترتیب برابر با ۰/۳۰، ۰/۰۰۳۶، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز برای عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس است (Turkmen *et al.*, 2009; Iwegbue, 2011; Fu *et al.*, 2014).

پردازش آماری داده‌ها با استفاده از ویرایش ۱۹ نرم‌افزار SPSS انجام یافت. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شپیرو–ویلک، برای مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین با رهنمود WHO از آزمون t تک نمونه‌ای، به منظور مقایسه میانگین غلظت تجمع‌یافته عناصر بین نمونه‌های گندم با نمونه‌های نان از آزمون t مستقل و برای بررسی همبستگی بین میانگین غلظت عناصر در نمونه‌ها از آزمون آماری همبستگی پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج قرائت غلظت تجمع یافته عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه‌های نان و گندم برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم و هم‌چنین نتایج محاسبه برآورد میانگین جذب روزانه عناصر و شاخص مخاطره سلامت آن به‌ترتیب در جدول‌های (۱) تا (۲) ارایه شده است.

جدول (۱)- نتایج قرائت محتوی عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه‌های نان و گندم (mg/kg)

عنصر	انحراف معیار±میانگین*							
	بربری	سنگک	نان فرانسوی	لواش	گندم ۱	گندم ۲	گندم ۳	گندم ٤
روی	۸/۸٤±۰/۳۰	٤/۳٥±۰/۱٦	۳/۰۷±۰/۰۹	٥/٦۱±۰/۳۲	٤/۰٦±۰/۱۱	٦/٦٤±۰/۳٤	۳/۷۰±۰/۲٥	٥/۳۳±۰/۲۲
سرب	۰/۰٤±۰/۰۰	۰/۱۲±۰/۰۰	۰/۰٥±۰/۰۰	۰/۰٤±۰/۰۰	۰/٤۰±۰/۰٤	۰/۰۲±۰/۰۰	۰/۱۳±۰/۰۰	۰/۱٤±۰/۰۰
کادمیوم	۰/۹۲±۰/۰۳	۰/٤۲±۰/۰۳	۱/۲٦±۰/۰۳	۱/۰٦±۰/۰۱	۰/۱٤±۰/۰۲	۱/۱۳±۰/۰۳	۱/٤۳±۰/۰۰	۰/۹۸±۰/۰۰
مس	۱/۷۱±۰/۰۳	۱/٤۷±۰/۰٥	۱/٤۳±۰/۰۱	۱/٦٦±۰/۰٥	۱/۳٥±۰/۰٦	۱/۱۳±۰/۰۲	۰/٦۱±۰/۰۱	۰/۹۸±۰/۰۲

نتایج مربوط به میانگین ۳ تکرار است.

نتایج بیان‌گر آن بود که کمینه و بیشینه میانگین غلظت عناصر در نمونه‌های نان بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برای روی برابر با ۰/۰۹ ± ۳/۰۷ و ۰/۳۰ ± ۸/۸٤ و به‌ترتیب مربوط به نان فرانسوی و بربری، برای سرب برابر با ۰/۰۰ ± ۰/۰٤ و ۰/۰۰ ± ۰/۱۲ و به‌ترتیب مربوط به نان بربری و سنگک، برای کادمیوم برابر با ۰/۰۳ ± ۰/٤۲ و ۰/۰۳ ± ۱/۲٦ و به‌ترتیب مربوط به نان سنگک و فرانسوی و برای مس برابر با ۰/۰۱ ± ۱/٤۳ و ۰/۰۳ ± ۱/۷۱ و به‌ترتیب مربوط به نان فرانسوی و بربری است. از طرفی کمینه و بیشینه میانگین غلظت عناصر در نمونه‌های گندم بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برای روی برابر با ۰/۲٥ ± ۳/۷۰ و ۰/۳٤ ± ٦/٦٤ و به‌ترتیب مربوط به مزارع ۳ و ۲، برای سرب برابر با ۰/۰۰ ± ۰/۰۲ و ۰/۰٤ ± ۰/٤۰ و به‌ترتیب مربوط به مزارع ۲ و ۱، برای کادمیوم برابر با ۰/۰۲ ± ۰/۱٤ و ۰/۰۰ ± ۱/٤۳ و به‌ترتیب مربوط به مزارع ۱ و ۳ و برای مس برابر با ۰/۰۱ ± ۰/٦۱ و ۰/۰٦ ± ۱/۳٥ و به‌ترتیب مربوط به مزارع ۳ و ۱ بود.

نتایج بررسی نرمال بودن داده‌های مربوط به محتوی عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه‌های نان و گندم بیان‌گر آن بود. غلظت همه عناصر از توزیع نرمال برخوردار است. نتایج آزمون t تک نمونه‌ای بیان‌گر آن بود که میانگین غلظت تجمع یافته فلزات سنگین در نمونه‌های نان و گندم مصرفی شهر همدان با رهنمود WHO (میلی‌گرم در کیلوگرم) برابر با ٥۰ برای روی، ۲/٥ برای سرب، ۰/۰٥ برای کادمیوم و ۱۰ برای مس (JECFA, 2003) اختلاف معنی‌دار آماری داشت (۰/۰٥ >p). بدین صورت‌که میانگین غلظت عناصر روی، سرب و مس کم‌تر و میانگین غلظت عنصر کادمیوم بیش‌تر از حد مجاز بود. هم‌چنین نتایج آزمون t مستقل بیان‌گر آن بود که با توجه به سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از ۰/۰٥ برای عناصر روی و کادمیوم، میانگین غلظت تجمع‌یافته این عناصر بین نمونه‌های گندم و نان اختلاف معنی‌دار آماری ندارد. اما در مورد عناصر سرب و مس با توجه به این که سطح معنی‌داری کوچک‌تر از ۰/۰٥ بود، این اختلاف معنی‌دار است (۰/۰٥ >p). از طرفی نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین میانگین غلظت عناصر روی- سرب، سرب-کادمیوم و کادمیوم- مس در نمونه‌های گندم با ضریب همبستگی (r) به‌ترتیب برابر با ۰/٦٥۱-، ۰/۸٥۷- و ۰/۸٥٦- و (۰/۰٥ >p)، همبستگی معنی‌دار آماری منفی (معکوس) وجود داشت. در نمونه‌های نان نیز بین میانگین غلظت

عناصر سرب-کادمیوم و روی-مس با ضریب همبستگی به‌ترتیب برابر با ۰/۹۰۵- و ۰/۸۷۸- و (p< ۰/۰۵)، همبستگی معنی‌دار منفی (معکوس) وجود داشت.

با استناد به نتایج مندرج در جدول (۲)، شاخص سلامت عنصر کادمیوم در نمونه‌های گندم برای کودکان بزرگ‌تر از ۱ و مخاطره‌آمیز است.

جدول (۲)- نتایج محاسبه برآورد میانگین قابل قبول دریافت روزانه و شاخص سلامت هر عنصر ناشی از مصرف گندم و فرآورده‌های آن بر اساس پتانسیل خطر عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس

عنصر	میانگین غلظت (mg/kg)	میانگین قابل قبول دریافت روزانه		شاخص سلامت	
		کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان
روی	٤/٩٣	۰/۰۲۲	۰/۰۰٤۷	۰/۰۷۳	۰/۰۱٦
سرب	۰/۱۷	۰/۰۰۰۷٦	۰/۰۰۰۱٦	۰/۲۱	۰/۰٤٥
کادمیوم	۰/۹۲	۰/۰۰٤	۰/۰۰۰۹	٤/۱	۰/۸۸
مس	۱/۰۲	۰/۰۰٤٥	۰/۰۰۰۹۷	۰/۱۱	۰/۰۲٤

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به صنعتی شدن شهر همدان در دهه‌های اخیر و تولید مقادیر قابل توجه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی و رهاسازی آن‌ها در بوم‌سازگان‌های طبیعی و رواناب‌ها و از سوی دیگر افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی و احتمال بازگشت ترکیبات احتراق‌یافته به محیط، مشکل کم‌آبی و خشک‌سالی و استفاده از آب‌های با کیفیت پایین برای آبیاری، آلودگی خاک و تولیدات زراعی به عناصر سمی دور از انتظار نیست (Samargandi *et al.*, 1999).

نتایج تحقیقات نشان داده که نزدیک به نیمی از فلزات سنگین از طریق گیاهان، سبزیجات و غلات وارد بدن می‌شود (Bigdeli and Seilsepour, 2008). بنابراین، کنترل بیشینه رواداری فلزات سنگین در مواد غذایی یکی از مواردی است که برای حفظ سلامت مصرف‌کنندگان و دست‌یابی به ایمنی غذا باید مورد توجه قرار گیرد (Mohajer *et al.*, 2014).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میانگین غلظت عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه‌های نان بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برابر با ۲/٤۸ ± ۵/٤۷، ۰/۰٤ ± ۰/۰٦، ۰/۳٦ ± ۰/۹۲ و ۰/۱٤ ± ۱/۵۷ و برای عنصر کادمیوم بیش‌تر از حد استاندارد بود. هم‌چنین میانگین غلظت این عناصر در نمونه‌های گندم بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برابر با ۱/۳٤ ± ٤/۹۳، ۰/۱٦ ± ۰/۱۷، ۰/۵۵ ± ۰/۹۲ و ۰/۳۱ ± ۱/۰۲ و برای عنصر کادمیوم بیش‌تر از حد استاندارد بود. در این رابطه، تجاوز میانگین غلظت عنصر کادمیوم از حد استاندارد را می‌توان به آلودگی خاک به‌دلیل منشأ زمین‌شناسی، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای

فسفاته به‌عنوان فراوان‌ترین منبع آلودگی کادمیومی خاک‌های کشاورزی، کاربرد سموم حشره‌کش، استفاده از فاضلاب شهری برای آبیاری اراضی و تردد وسایل نقلیه در حاشیه جاده همدان–ساوه و در مجاورت مزارع کشت گندم مرتبط دانست (Mulla *et al.*, 1980; Bahmanyar, 2008; Golshahi, 2010; Rahimi, 2013). پژوهشی با هدف ارزیابی نان‌های سنتی تافتون، لواش و بربری عرضه شده در منطقه ۳ شهر تهران از نظر تجمع فلز سنگین کادمیوم انجام یافت و نتیجه گرفته شد که میانگین غلظت کادمیوم در نمونه‌های نان بربری و لواش به‌علت فرسودگی تجهیزات نانوایی، عوامل بهداشتی، نوع و نحوه استفاده از سوخت مصرفی به‌ترتیب ٢٤ درصد و ٢٠ درصد بیش‌تر از حد استاندارد بود (Zolfaghari, 2013). نتایج پژوهشی که به منظور بررسی اثر آبیاری سطحی با پساب شهری بر انباشت بعضی از فلزات سنگین در خاک و انتقال آن‌ها به دانه‌های گندم انجام یافت، نشان داد که بیش‌ترین شاخص انتقال به دانه‌های گندم با ٦/١٤ میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به عنصر کادمیوم و میانگین غلظت کادمیوم بیش‌تر از حد مجاز اتحادیه اروپا بود (Beigi Harchegani and Banitalebi, 2013). در پژوهشی مشخص شد که آلودگی منتشرشده از صنایع مستقر در اطراف مزارع منجر به تجاوز میانگین غلظت عنصر کادمیوم در همه واریته‌های گندم مورد آزمایش از حد استاندارد شده است (Stefanovic *et al.*, 2008). نتایج پژوهش که به منظور بررسی غلظت عناصر سرب و کادمیوم در انواع نان لواش، بربری، تافتون و سنگک عرضه شده در شهر تهران انجام یافت، نشان داد که میانگین غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌ها به‌ترتیب کم‌تر و بیش‌تر از حد مجاز بود (Jahed Khaniki *et al.*, 2005).

هم‌چنین در پژوهشی که به‌منظور بررسی غلظت فلز کادمیوم در گندم تولیدی شهر بوشهر انجام یافت، نتیجه گرفته شد که میانگین غلظت این عنصر در نمونه‌های گندم کم‌تر از حد مجاز و مغایر با نتایج این پژوهش است (Dobaradaran *et al.*, 2013).

نتایج بررسی غلظت عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس نشان داد که محصول گندم و نان مصرفی شهر همدان در معرض آلودگی بیش‌تر از حد مجاز به فلز سنگین کادمیوم است. از طرفی نتایج بیان‌گر آن بود که شاخص مخاطره سلامت عنصر کادمیوم در نمونه‌های گندم برای کودکان بیش‌تر از ١ و مخاطره‌آمیز است. از این‌رو استفاده بی‌رویه و طولانی‌مدت از نهاده‌های کشاورزی، استقرار صنایع در مجاورت اراضی کشاورزی، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای فسفاته، کاربرد لجن فاضلاب به‌عنوان کود، کشت گندم در مجاورت راه‌های مواصلاتی پر تردد و استفاده از فاضلاب شهری برای آبیاری می‌تواند ضمن آلودگی محصول گندم و به‌تبع آن سایر فرآورده‌های حاصل مانند نان، تبعات بهداشتی غیر قابل جبرانی را نیز برای مصرف‌کنندگان به‌دنبال داشته باشد. لذا، نسبت به پایش مستمر فرآورده‌های غذایی از نظر محتوی فلزات سنگین و یا باقی‌مانده سموم شیمیایی برای حفظ ایمنی غذایی توصیه می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اعلام دارند.

منابع

- Abdollahi, M., Mohammadi, F., Houshiar-Rad, A., HajiFaragi, M. and Esfarjani, F. (2011). Shares of energy and nutrients intake from subsidized food items in Iranian households in different socio-economic status. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 6(1): 43–56. [In Persian]
- Alam, M.G., Snow, E.T. and Tanaka, A. (2003). Arsenic and heavy metal contamination of vegetables grown in Samta village, Bangladesh. Science of the Total Environment, 308(1-3): 83–96.
- Apau, J., Acheampong, A., Appiah, J.A. and Ansong, E. (2014). Levels and health risk assessment of heavy metals in tubers from markets in the Kumasi metropolis, Ghana. International Journal of Science and Technology, 3(9): 534–539.
- Bahmanyar, M.A. (2008). The impact of use of wastewater in crops irrigation on some heavy metals content in soil and plants. Journal of Environmental Studies, 44: 19–26. [In Persian]
- Beigi Harchegani, H.and Banitalebi G. (2013). The effect of twenty-three years of surface irrigation with treated municipality wastewater on soil loadings, transfer to wheat and corn grains, and related health risks of some heavy metals. Journal of Water and Soil, 27(3): 570–580. [In Persian]
- Bigdeli, M., Seilsepour, M. (2008). Investigation of metals accumulation in some vegetables irrigated with waste water in Shahre Rey-Iran and toxicological implications. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 4(1): 86–92.
- Dobaradaran, S., Afrasyabi, E., Sobhani T. and Khorsand, M. (2013). Investigation of Cd, Co and Cu in cultivated wheat and consumed rice in Bushehr City. 16thNational Conference on Environmental Health, Tabriz, Iran, p. 2. [In Persian]
- Fathi, G. and Enayat Gholozadeh, M.R. (2009). The effect of Fe, Zn and Cu micronutrient fertilizers on the growth and function of barley varieties on weather conditions of Khozestan Province. Crop Physiology Journal, 1(1): 26–39. [In Persian]
- Fu, Q.L., Liu, Y., Li, L. and Achal, V. (2014). A survey on the heavy metal contents in Chinese traditional egg products and their potential health risk assessment. Food Additives & Contaminants: Part B: Surveillance, 7(2): 99–105.
- Golshahi, A. (2010). Spatial distribution of Cd, Zn and V in surface soil and their accumulation in a number of agricultural crops in Hamedan Province. M.Sc. Thesis, Isfahan University of Technology, Iran. [In Persian]
- Gracey, J.F., Collins, D.S. and Huey, R.J. (1999). Meat Hygiene. 10th Edition. New York, WB Saunders & Co.
- Harmankaya, M., Ozcan, M.M. and Gezgin, S. (2012). Variation of heavy metal and micro and macro element concentrations of bread and durum wheats and their relationship in grain of Turkish wheat cultivars. Environmental Monitoring and Assessment, 184(9): 5511–5521.
- Hodgson, E. (2010). A Textbook of Modern Toxicology, 4th Edition. John Wiley and Sons Inc. New Jersey, p. 672.
- Iwegbue, C.M.A. (2011). Concentrations of selected metals in candies and chocolates consumed in southern Nigeria. Food Additives & Contaminants: Part B: Surveillance, 4(1): 22–27.
- Jahed Khaniki, G.R., Yunesian, M., Mahvi, A.H. and Nazmara, Sh. (2005). Trace metal contaminants in Iranian flat breads. Journal of Agriculture and Social Sciences, 1(4): 301–303.
- Jawad, I. and Allafaji, S.H. (2012). The levels of trace metals contaminants in wheat grains, flours and breads in Iraq. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(10): 88–92.
- JECFA. (2003). Summary and conclusions of the 61st Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. JECFA/61/Sc: Rome, Italy.
- Kabata-Pendias, A. (2010). Trace elements in soils and plants (Fourth Edition). CRC Press, New York, p. 548.

- Karami, M., Afyuni, M., Rezaee Nejad, Y. and Khosh Goftarmanesh, A. (2009). Cumulative and residual effects of sewage sludge on zinc and copper concentration in soil and wheat. Journal of Water and Soil Science, 12(46): 639–654. [In Persian]
- Khab Nadideh, S., Mokhari Fard, A., Nam Avar Jahromi, B. and Malek Pour, M.B. (2004). Determination of Pb content in bread components of region 5 of Shiraz City in 2001. Hakim Health Systems Research Journal, 7(2): 17–21. [In Persian]
- Kirchmann, H., Mattsson, L. and Eriksson, J. (2009). Trace element concentration in wheat grain: results from the Swedish long-term soil fertility experiments and national monitoring program. Environmental Geochemistry and Health, 31(5): 561–571.
- Li, P., Wang, X., Zhang, T., Zhou, D. He, Y. (2008). Effect of several amendments on rice growth and uptake of copper and cadmium from a contaminated soil. Journal of Environmental Sciences, 20(4): 449–455.
- Malakouti, M.J. and Davoodi, M.H. (2004). Zinc in Agriculture, "The Forgotten Element in the Life Cycle of Plants, Animals and Humans", Sana Publications, Tehran, p. 220. [In Persian]
- Marschner, H. (2011). Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition). Academic Press, New York, p. 672.
- Massa, N., Andreucci, F., Poli, M., Aceto, M., Barbato, R and Berta, G. (2010). Screening for heavy metal accumulators amongst autochtonous plants in a polluted site in Italy. Ecotoxicology and Environmental Safety, 73(8): 1988–1997.
- Mohajer, R., Salehi, M. and Mohammadi, J. (2014). Lead and cadmium concentration in agricultural crops (lettuce, cabbage, beetroot, and onion) of Isfahan Province, Iran. Iranian Journal of Health and Environment, 7(1): 1–10. [In Persian]
- Mulla, D.J., Page, A.L. and Ganje, T.J. (1980). Cadmium accumulations and bioavailability in soils from long-term phosphorus fertilization. Journal of Environmental Quality, 9(3): 408–412.
- Naghipour, D., Amouei, A. and Nazmara, Sh. (2014). A comparative evaluation of heavy metals in the different breads in Iran: A case study of Rasht City. Health Scope, 3(4): e18175.
- Rahimi, M. (2013). Survey of Cd content and its distribution in predominant soil series under wheat cultivation in the Hamedan province, M.Sc. Thesis, Bu-Ali Sina University, Iran. [In Persian]
- Rahmani, H.R., Kalbasi, M. and Haj Rasouliha, S. (2000). Plant pollution from lead produced by automobile exhaust system near certain high ways of Iran. Journal of Environmental Studies, 26(3): 77–83. [In Persian]
- Samargandi, M.R., Karimpour, M. and Sadri, Gh. (1999). Determination of heavy metals in vegetables irrigated with polluted water to these metals in vicinity of Hamedan City in 1996. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences, 7(1): 45–53. [in Persian]
- Sobhanardakani, S. and Jafari, S.M. (2014). Assessment of heavy metals (Cu, Pb and Zn) in different tissues of common carp (*Cyprinus carpio*) caught from Shirinsu Wetland, Western Iran. Journal of Chemical Health Risks, 4(2): 47–54.
- Sobhanardakani, S., Talebiani, S. and Maanijou, M. (2014a). Evaluation of As, Zn, Pb and Cu concentrations in groundwater resources of Toyserkan Plain and preparing the zoning map using GIS. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 24(114): 120–129. [In Persian]
- Sobhanardakani, S., Jamali, S. and Maanijou, M. (2014b). Evaluation of As, Zn, Cr and Mn concentrations in groundwater resources of Razan Plain and preparation of zoning map using GIS. Journal of Environmental Science and Technology, 16(2): 25–38. [In Persian]
- Sobhanardakani, M., Maanijou, H. and Asadi, H. (2015). Investigation of Pb, Cd, Cu and Mg concentrations in groundwater resources of Razan Plain. Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences, 21(4): 319–329. [In Persian]
- Stefanovic, V.Z., Filipovic, N.K. and Jovanovic, B.M. (2008). Undesirable metals content in wheat of different wheat varieties. Acta Periodica Technologica, 39: 69–76.

- Turkmen, M., Turkmen, A., Tepe, Y., Tore, Y. and Ates, A. (2009). Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean Seas. Food Chemistry, 113: 233–237.
- Zhu, F., Wang, X. and Fan, W. (2013). Assessment of potential health risk for arsenic and heavy metals in some herbal flowers and their infusions consumed in China. Environmental Monitoring and Assessment, 185(5): 3909–3916.
- Zolfaghari, M. (2013). Investigation of heavy metals contents in Barbari, Taftoon and Lavash bread in Tehran City, M.Sc. Thesis, Damghan Branch, Islamic Azad University, Iran. [In Persian]

Evaluation of Zn, Pb, Cd and Cu concentrations in wheat and bread consumed in Hamedan city

Kianpoor, S.[1], Sobhanardakani, S.[2*]

1. M.Sc. Graduate of Environmental Science, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
2. Associate professor of Department of the Environment, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

[*]Corresponding Author's E.mail: s_sobhan@iauh.ac.ir
(Received: 2015/11/11 Accepted: 2017/9/16)

Abstract

Due to an increase of environmental pollutants and their consequences in foods, studies on the types of pollution in different food types become of high importance. The present study was carried out to assess Zn, Pb, Cd and Cu contents in wheat and bread of Hamedan City during 2015. For this purpose, 4 wheat farms and 4 bakeries (Lavash, Barbari, Sangak and French bread types) were selected for sampling. After acid-digestion method, the concentrations of the metals were determined using ICP-OES in 3 replications. Statistical analyses were performed using the SPSS statistical package. Results showed that the mean concentrations (mg/kg) of Zn, Pb, Cd, and Cu in the bread samples were 5.47 ± 2.48, 0.06 ± 0.04, 0.92 ± 0.36 and 1.57 ± 0.14, respectively. The mean concentration of these metals (mg/kg) in the wheat samples were 4.93 ± 1.34, 0.17 ± 0.16, 0.92 ± 0.55 and 1.02 ± 0.31, respectively. Also comparing of the mean concentrations of metals with WHO permissible limits it was revealed that the mean concentrations of Zn, Pb, and Cu were lower than permissible limits, meanwhile concentrations of Cd was higher than permissible limits. It seems that excessive using of agricultural inputs and application of sewage sludge and wastewater for irrigation could be the main reason for the high concentrations of heavy metals in agricultural products and could have public health consequences.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Heavy metal, Wheat, Bread, Hamedan