ارزیابی خطر سرب و کادمیوم بر سلامت انسان در اطراف معدن ایرانکوه اصفهان

الهام چاوشی [۱]، شهرزاد اعرابی [۲]، جابر فلاح زاده [۳]
۱- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، ۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، ۳- عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

چکیده
در این تحقیق نمونه برداری به صورت تصادفی و مرکب از خاک (عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری) و محصولات عمده زراعی منطقه ایرانکوه انجام شد. غلظت کل سرب و کادمیوم در خاک به ترتیب ۱۸/۷۱ و ۵۷/۱ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. میانگین غلظت سرب در برنج، گندم، پیاز، چغندر، شلغم، کرفس و به، به ترتیب ۸۱/۷، ۳۱/۲، ۴۰/۳، ۲۸/۱، ۱۰/۲، ۵۲/۳۵و ۷۳/۰ و برای کادمیوم به ترتیب ۱۵/۰، ۱۲۴/۰، ۲۴/۰، ۳۲/۰، ۲۵/۰، ۰۳/۱و ۱۲۴/۰ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. جذب روزانه سرب و کادمیوم به ترتیب ۷۴/۲۶و ۸۵/۱ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز برای افراد بالغ و ۵۵/۲۹ و ۶۴/۱ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز برای کودکان برآورد شد. مقدار میانگین شاخص خطر پذیری (HI) برای عناصر سرب و کادمیوم نشان داد که در صورت مصرف همه محصولات مورد مطالعه احتمال ابتلا به بیماری های غیر سرطانی در بزرگسالان و کودکان این منطقه وجود دارد.
واژه های کلیدی: سرب، کادمیوم، شاخص خطر پذیری

مقدمه
فلزات سنگین از جمله آلاینده‌هایی هستند که با اضافه شدن به خاك از طرق مختلف نظیر فعالیت صنایع و معادن باعث آلودگی خاك می گردند و سپس وارد زنجیره غذایی انسان و دام مي‌شوند و مخاطرات بهداشتی ناگواری را به بار مي‌آورند. نواحی اطراف معادن به دلیل فعالیت‌های حاصل از اکتشافات و استخراج در معرض آلودگی شدید این عناصر می‌باشند. خاصیت جذب عناصر سنگین همچون سرب، کادمیوم، مس، روی و... توسط کلوئیدهای خاک و سپس ورود به چرخه‌ی غذایی، باعث شده تا این عناصر زیان‌های جبران ناپذیری را به انسان و سایر موجودات زنده وارد سازند. به طور کلی انسان از طریق خوردن، آشامیدن و استنشاق در معرض خطرات ناشی از این فلزات قرار می‌گیرد. (Kumar and Gill, ۲۰۰۹).

در همین زمینه مطالعه‌ای در حومه های شاهرود در استان سمنان انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت عناصر کروم، سرب و کادمیوم در سبزیجات بیش از استانداردهای ارائه شده توسط WHO و FAO برای گیاهان می‌باشد. در این تحقیق پساب‌های شهری و صنعتی علت اصلی آلودگی سبزیجات پرورش یافته در مزارع حومه شهر شاهرود به فلزات سنگین معرفی شد(ناظمی و همکاران،۱۳۸۹).

مطالعه دیگری در منطقه صنعتی چین خطر تهدید سلامت عمومی ناشی از عناصر سنگین در اثر مصرف مواد غذایی در منطقه را بررسی کرد. در این مطالعه مقادیر شاخص خطر پذیری کل برای دو گروه سنی بزرگسالان و کودکان مورد مطالعه به ترتیب ۱۱/۳ و ۸۲/۲ بدست آمد. نتایج این محققان نشان داد که در بین مواد غذایی مصرفی غلات، محصولات دریایی و سبزیجات مهمترین منابع ورود عناصر سنگین برای بزرگسالان و کودکان می‌باشد(Zhuang et al., ۲۰۱۳).

در اصفهان نیز تحقیقاتی در زمینه آلودگی خاک‌های اصفهان به فلزات سنگین صورت گرفته است که از جمله‌ی آن می‌توان به مطالعات جلیلی و خاکپور(۱۳۸۵) و محمدیان فضلی و همکاران(۱۳۸۷) اشاره داشت.

اگرچه تاکنون اندازه‌گیری‌های زیادی در مورد غلظت فلزات سنگین در گیاهان و خاک انجام شده است. ولی این اندازه گیری‌ها در اطراف صنایع صورت گرفته و به معادن کمتر توجه شده است. لذا هدف اصلی از اجرای این تحقیق بررسی میزان جذب فلزات سنگین سرب و کادمیوم به بدن انسان از طریق مصرف محصولات کشاورزی نظیر برنج، گندم، چغندر، شلغم، پیاز، کرفس و به کشت شده در زمین های کشاورزی اطراف معدن، میزان جذب این فلزات از طریق استنشاق ذرات معلق و همچنین ارزیابی شاخص خطر پذیری ناشی از ورود این فلزات به بدن انسان از راه‌های ذکر شده، برای سلامت انسان مي‌باشد. ارزیابی احتمال ابتلا به بیماری‌های سرطانی و غیرسرطانی بر اساس استفاده از شاخص خطرپذیری می‌باشد.

مواد و روش‌ها
موقعیت منطقه مورد مطالعه
معدن سرب و روی ایران کوه به عنوان سومین معدن بزرگ سرب و روی ایران در منطقه ایران کوه در فاصله ۲۰ کیلومتری جنوب غربی استان اصفهان بین طول جغرافیائی ۳۱ و ۵۱ تا ۴۵ و ۵۱ و عرض جغرافیائی ۲۸و ۳۲ تا ۳۷ و ۳۲ واقع شده است. آب و هوای منطقه معتدل و میزان بارندگی به طور متوسط ۵۰ میلیمتر در سال است و در همه فصول سال می توان در معدن فعالیت نمود. شرکت باما درسال ۱۳۳۱ مطالعات اکتشافی را در این منطقه انجام داده است. از سال ۱۳۳۲ بهره برداری از معدن آغاز شد.

روش نمونه برداری

در این تحقیق از خاک و محصولات عمده زراعی منطقه شامل گندم، برنج، چغندر، شلغم، پیاز، کرفس و به نمونه برداری به صورت تصادفی انجام شد. بدین ترتیب که از هر گیاه (چغندر، شلغم، پیاز، کرفس و به) سه نمونه به صورت تصادفی و مرکب برداشته شد. برای انجام نمونه برداری مرکب از پنج نقطه، نمونه گیاه برداشته شده و پس از مخلوط نمونه‌ها یک نمونه از آن در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. در هر مزرعه(چغندر، شلغم، پیاز، کرفس، به، گندم و برنج) سه نمونه مرکب و تصادفی از خاک سطحی(عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری) برداشت گردید.

تجزیه آزمایشگاهی

ابتدا نمونه های خاک هوا خشک شده و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. همچنین نمونه های گیاهی به مدت ۷۳ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شد تا خشک شوند. غلظت عناصر سنگین در نمونه‌های خاک (USEPA, ۱۹۹۶) و نمونه‌های گیاهی (Lozano-Rodriguez et al., ۱۹۹۵) بعد از هضم مرطوب با اسید نیتریک غلیظ و آب اکسیژنه، با دستگاه جذب اتمی تعیین شد.

محاسبه احتمال خطر پذیری به بیماری ها

ارزیابی ورود مواد شیمیایی از راه خوردن

$$EDI= C\times IR\times EF\times ED\times AF\times CF/ (BW\times AT)$$

EDI: میزان جذب روزانه (mg/ kg .day)، C: غلظت آلاینده (mg/ l یا mg/ kg)، IR: میزان مصرف (mg/ day)، EF: دفعات مصرف در سال (days/ year)، ED: طول دوره مصرف (year)، BW: وزن بدن (kg)، AT: حاصل ضرب ED در تعداد روزهای سال (days)، AF: فاکتور جذب (بدون واحد)، CF: فاکتور تبدیل (10^{-6} kg/ mg). گروه هایی سنی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند دو گروه کودکان (کمتر از ۷ سال) و افراد بالغ (۵۴-۱۸) می باشند.

با استفاده از فرمول فوق میزان جذب روزانه برای هر گروه سنی بدست می آید. برای میزان مصرف دو مقدار میانگین و حداکثر در نظر گرفته شده است (USEPA،۱۹۸۹). میزان مصرف روزانه غلات برای دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ در جدول ۱ ارائه گردیده است. این مقادیر از داده های آژانس محیط زیست آمریکا(USEPA, ۲۰۰۲) و محمدی فر و همکاران (۲۰۰۶) استخراج گردید. برای سایر پارامترها از داده های آژانس محیط زیست آمریکا استفاده شد (USEPA, ۱۹۹۷).

جدول(۱) خلاصه ای از مقدار مصرف روزانه غلات، سبزیجات و خاک در دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ(گرم بر روز)

	میانگین مصرف		بیشینه مصرف	
شیوه ورود	کودک	افراد بالغ	کودک	افراد بالغ
برنج	۲۷	۱۱۰	۴۱	۱۶۵
گندم	۳۰	۱۱۰	۴۵	۱۶۰
پیاز	۹/۲	۲/۱۹	-	۵/۲۷
چغندر	۷/۳	۴/۱۰	۹/۴	۸/۱۹
شلغم	۷/۳	۴/۱۰	۹/۴	۸/۱۹
کرفس	۱/۹	۳/۲۹	۴/۱۲	۶/۴۶
به	۷/۳	۴/۱۰	۹/۴	۸/۱۹
خاک	۱/۰	۱/۰	۴/۰	-

ارزیابی ورود مواد شیمیایی از راه استنشاق ذرات معلق-۲

جذب از طریق استنشاق ذرات معلق خاک با استفاده از معادله زیر بدست می آید:

$$CDI =CS\ x\ (1/PEF)\ x\ IR\ x\ F_{Inh}\ x\ EF\ x\ ED/BW\ x\ AT$$

CDI: جذب روزانه (mg/kg.day)، CS: غلظت آلاینده در خاک (mg/ kg)، PEF: فاکتور پخشیدگی ذرات معلق(m^{3}/kg)، IR: شدت استنشاق(m^{3}/day)، F_{Inh}: نسبت استنشاق، EF: دفعات تماس ED ،((years day: دوره تماس (years)، BW: وزن بدن (Kg)، AT: میانگین زمان (days)

محاسبه پتانسیل خطر پذیری (HQ)

پتانسیل خطر پذیری(HQ) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد(USEPA, ۱۹۸۹).

$$HQ=EDI/RFD.$$

EDI: میزان جذب در روز (mg/kg.day)

.RFD: میزان مرجع برای سرب و کادمیوم به ترتیب ۰۰۳۵/۰ و ۰۰۱/۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن انسان در روز در نظر گرفته شده است (USEPA, ۲۰۰۷).

$$Inhalation\ Hazard\ Quotient=CDI/RFD_{ABS}$$

$$RFD_{ABS}=RFD.\times ABS_{GI}$$

CDI: مقدار جذب (mg/kg.day)، ABS_{GI} : برای سرب و کادمیوم ۰۱/۰ می‌باشد.
اگر مقدار HQ بزرگتر از یک باشد، احتمال خطر پذیری افراد به بیماری های غیر سرطانی وجود دارد.

محاسبه ارزیابی تجمعی خطر (HI)

ارزیابی کل یا ارزیابی تجمعی خطر بیماری های غیر سرطانی از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد (USEPA, ۲۰۰۷).

$$HI = THQ = Sum\,[HQ]$$

نتایج و بحث

غلظت فلز سرب و کادمیوم در گیاهان منطقه مورد مطالعه

مقادیر میانگین، بیشینه و کمینه غلظت فلز سرب در محصولات زراعی مورد مطالعه در جدول (۲) ارائه گردیده است.

جدول(۲) مقادیر میانگین، بیشینه و کمینه فلز سرب و کادمیوم در گیاه و خاک(میلی گرم بر کیلوگرم)

مواد مصرفی	میانگین	بیشینه	کمینه	میانگین	بیشینه	کمینه
	سرب			کادمیوم		
برنج	۸۱/۷	۵۱/۱۴	۸۲/۲	۱۵/۰	۲۵/۰	۰
گندم	۳۱/۲	۳۳/۲	۳۰/۲	۱۲۴/۰	۱۲۵/۰	۱۲۴/۰
پیاز	۴۰/۳	۴۲/۳	۳۹/۳	۲۴/۰	۲۵/۰	۲۴/۰
چغندر	۲۸/۱	۹۴/۱	۰	۳۲/۰	۳۷/۰	۲۵/۰
شلغم	۱۰/۲	۳۱/۲	۸۱/۱	۲۵/۰	۲۵/۰	۲۵/۰
کرفس	۵۲/۳۵	۵۸/۳۵	۴۳/۳۵	۰۳/۱	۱/۱	۱
به	۷۳/۰	۸/۰	۶/۰	۱۲۴/۰	۱۲۵/۰	۱۲۳/۰
خاک	۱۸/۷۱	-	-	۵۷/۱	-	-

جذب روزانه سرب و کادمیوم

مقایسه مقادیر جذب روزانه برای سرب در جدول ۳ نشان می دهد که برای هر دو گروه سنی در بین غلات، برنج با میزان جذب ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز و در بین سبزیجات کرفس با میزان جذب ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز، بیشترین مقدار جذب را به خود اختصاص داده اند. یگانه در سال (۱۳۹۱) در تحقیق خود مشاهده نمود که در بین غلات میزان جذب سرب از طریق مصرف گندم در استان همدان مهمترین مسیر ورود سرب به بدن انسان است. میزان مجاز ورود سرب به بدن طبق استاندارد جهانی (۱۹۹۳) WHO روزانه ۶/۳ میکرو گرم بر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد که در مقایسه با نتایج تحقیق حاضر میزان جذب روزانه سرب بدست آمده بیش از حد مجاز اعلام شده می‌باشد. در رابطه با کادمیوم نیز میزان مجاز ورود کادمیوم به بدن طبق استاندارد جهانی (۱۹۹۳) WHO، روزانه ۱ میکرو گرم بر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد، بنابراین در تحقیق حاضر میزان جذب روزانه کادمیوم بیشتر از حد مجاز اعلام شده است.

مقدار مبنا برای جذب از طریق استنشاق ذرات خاک برای سرب و کادمیوم به ترتیب $۰۵/۵\times۱۰^{-۳}$ و $۷/۵\times۱۰^{-۳}$ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز می‌باشد(WHO, ۱۹۹۳). بنابراین در هر دو فلز، میزان جذب از طریق استنشاق ذرات معلق کمتر از مقدار مبنا است.

جدول(۳) میانگین و بیشینه جذب سرب و کادمیوم (میکرو گرم بر کیلو گرم وزن بدن در روز) از مسیرهای هضم و استنشاق ذرات معلق

		سرب				کادمیوم			
	محیط تماس	کودک	میانگین فرد بالغ	کودک	بیشینه فرد بالغ	کود ک	میانگین فرد بالغ	کودک	بیشینه فرد بالغ
غلات	برنج	۱۰	۱۰	۱۰	۲۰	۲۳/۰	۳۶/۰	۲۶/۰	۳۹/۰
	گندم	۱/۴	۰۸/۴	۱۵/۶	۹۳/۵	۲۱/۰	۲۱/۰	۳۲/۰	۳۱/۰
	پیاز	۵۸/۰	۰۴/۱	-	۴۹/۱	۰۴/۰	۰۷/۰	-	۱۱/۰
سبزیجات	چغندر	۲/۰	۱۵/۰	۲۷/۰	۳/۰	۰۶/۰	۰۵/۰	۰۸/۰	۰۹/۰
	شلغم	۴۴/۰	۳۴/۰	۵۹/۰	۶۵/۰	۰۵/	۰۴/۰	۰۷/۰	۰۷/۰

		۱۰	۱۰	۲۰	۲۰	۵/۰	۴۶/۰	۷۳/۰	۷۴/۰
میوه	کرفس به	۰۲/۳	۰۲/۱	۷۱/۴	۵۹/۱	۴۷/۰	۱۶/۰	۷۳/۰	۲۴/۰
خاک	بلع	۱۹/۱	۱/۰	۲۱/۱	۲۱/۰	۰۲/۰	۰۱۳/۰	۴/۱	۰۱/۰
	استنشاق ذرات معلق	-	-	$۱۵/۲\times۱۰^{-۴}$	$۴۲/۲\times۱۰^{-۵}$	-	-	$۵۵/۷\times۱۰^{-۷}$	$۰۹/۴\times۱۰^{-۷}$

پتانسیل خطرپذیری سلامت در اثر مصرف سرب و کادمیوم

پتانسیل خطرپذیری (HQ) سرب و کادمیوم برای دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ در اثر مصرف غلات، سبزیجات، میوه، خاک و استنشاق ذرات معلق در جدول ۴ ارائه شده است. احتمال خطر ناشی از جذب سرب در اثر مصرف برنج، گندم و کرفس بالاتر از ۱ است. بنابراین در صورتی که ساکنان منطقه تنها از یکی از این غلات و کرفس استفاده کنند سلامتی آنها به خطر می‌افتد. همچنین مقادیر HQ ناشی از جذب کادمیوم در اثر مصرف هر یک از غلات و سبزیجات در هر دو گروه سنی کودکان و افراد بالغ به تنهایی کوچکتر از یک است. این نتایج نشان می دهد که مصرف هر یک از این محصولات به تنهایی سلامت مصرف کننده را به خطر نمی اندازد.

مقادیر تجمعی پتانسیل خطر پذیری(THQ) سرب برای هر دو گروه سنی بالاتر از ۳ بدست آمده است و نشان می دهد که مصرف کنندگان این محصولات از نظر سلامتی در معرض خطر جدی هستند. همچنین مقادیر میانگین THQ کادمیوم برای کودکان و افراد بالغ نشان می دهد که این دو گروه سنی در صورت جذب کادمیوم از این مسیرها در کمینه خطر هستند.

جدول(۴) میانگین و بیشینه پتانسیل خطر پذیری ناشی از مصرف سرب و کادمیوم از مسیرهای هضم و استنشاق (HQ) ذرات معلق

		سرب				کادمیوم			
	محیط تماس	میانگین		بیشینه		میانگین		بیشینه	
		کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ	کودک	فرد بالغ
غلات	برنج	۸۵/۲	۸۵/۲	۸۵/۲	۷۱/۵	۲۳۸/۰	۲۶۴/۰	۳۶۲/۰	۳۹۶/۰
	گندم	۱۸/۱	۱۶/۱	۷۵/۱	۶۹/۱	۲۱۹/۰	۲۱۸/۰	۳۲/۰	۳۱۷/۰
	پیاز	۱۶/۰	۲۹/۰	-	۴۲/۰	۴۲/۰	۰۷۶/۰	-	۱۱/۰
سبزیجات	چغندر	۰۵۹/۰	۰۴۵/۰	۰۷/۰	۰۸۵/۰	۰۶۷/۰	۰۵۱/۰	۰۸۹/۰	۰۹۸/۰
	شلغم	۱۲۸/۰	۰۹۷/۰	۱۷/۰	۱۸/۰	۰۵۴/۰	۰۴۱/۰	۰۷۲/۰	۰۷۹/۰
	کرفس	۸۵/۲	۸۵/۲	۷۱/۵	۷۱/۵	$۸۹/۵\times۱۰^{-۳}$	$۶/۱\times۱۰^{-۳}$	۷۳/۰	-
میوه	به	۸۶/۰	۲۹/۰	۳۴/۱	۴۵/۰	۴۷۱/۰	۱۶/۰	۳۴/۱	۲۴/۰
	بلع	۱۲/۰	۰۳۳/۰	۴۳/۰	-	$۲۷/۷\times۱۰^{-۳}$	۲۳/۰	۷۲/۰	-
خاک	استنشاق ذرات معلق	-	-	۷۶/۰	$۳۱/۱\times۱۰^{-۳}$	-	-	$۳۱/۱\times۱۰^{-۴}$	$۱۴/۷\times۱۰^{-۵}$

منابع

جلیلی، م. و خاکپور، ا. ۱۳۸۵. اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، ۱۲ صفحه.

محمدیان فضلی، م، نوری، ج. افشاری، ن. نصیری، ج. و نورانی، م. ۱۳۸۷. بررسی غلظت فلزات سنگین در چاه های آب مجاور کارخانه سرب و روی زنجان. تهران. دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط، جلد اول، صفحه ۵۱ تا ۵۶.

ناظمی، س. عسگری، ع. و راعی م. ۱۳۸۹. بررسی مقدار فلزات سنگین در سبزیجات پرورشی حومه شهر شاهرود. مجله سالامت و محیط، جلد سوم، صفحه ۱۹۵تا ۲۰۲.
یگانه، م. ۱۳۹۱. مدلسازی روند انباشت عناصر سنگین در خاک های سطحی استان همدان و تعیین خطر پذیری ناشی از آن برای سلامت انسان. رساله دکتر خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). ۲۰۰۳. Toxicological profile for fluorides, Hydrogen fluoride, and Fluorine. Available at http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp۱۱-p.pdf
Kumar V. and Gill K. D. ۲۰۰۹. Aluminium neurotoxicity and oxidative aspects. Arch Toxicology, ۸۳(۱۱): ۹۶۵-۹۷۸. Doi: ۱۰.۱۰۰۷/s۰۰۲۰۴-۰۰۹-۰۴۵۵-۶.
Lozano-Rodriguez E., Luguera M. and Lucena J. ۱۹۹۵. Evaluation of two different acid digestion methods in closed systems for trace element determinations in plants. Quimica Analitical, ۱۴: ۲۷-۳۰.
USEPA (US Environmental Protection Agency). ۲۰۰۷. Integrated Risk Information System-database. USEPA,Washington, D. C.
USEPA (US Environmental Protection Agency). ۱۹۸۹. Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual Part A. EPA/۵۴۰/۱-۸۹/۰۰۲. Office of Health and Environmental Assessment, Washington, DC, USA.
USEPA (United States Environmental Protection Agency).۱۹۹۶. Method ۳۰۵۰B: Acid digestion of sediments, sludges and soils (revision ۲)
USEPA (US Environmental Protection Agency). ۱۹۹۷, Exposure Factor Handbook. National Center for Environmental Assessment. EPA/۶۰۰/۸-۸۹/۰۴۳. Office of Health and Environmental Assessment, Washington, DC, USA.
USEPA (US Environmental Protection Agency). ۲۰۰۲, child Specific Exposure Factors Handbook. Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume ۱: Human Health Evaluation Manual (Part A). EPA/۵۴۰/۱-۸۹۰۰۰۲. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, DC, USA.
WHO, World Health Organization. ۱۹۹۳. Evaluation of certain foodadditives and contaminants (۴۱st report of the join FAO/WHO expert committee on food additives). WHO Tech. Reports Series No. ۸۳۷.
Zhuang P., Li A., Zou B., Xia H. and Wang G. ۲۰۱۳. Heavy metal contamination in soil and soybean near the Dabaoshan Mine, South China. Pedosphere, ۲۳(۳): ۲۸۹-۳۰۴.

Abstract

The soil samples were collected from ۰-۲۰ cm of surface layer at three replicates from the fields. Plant species namely rice, wheat, onions, beet, turnip, celery and quince were collected from the fields in three replicates. The total concentrations of Pb and Cd in soil were found to be ۷۱.۱۸ and ۱.۵۷ mg kg^{-1} The Pb concentrations in rice, wheat, onions, beets, turnips, celery and quince were ۷.۸۱, ۲.۳۱, ۳.۴۰, ۱.۲۸, ۲.۱۰, ۳۵.۵۲ and ۰.۷۳۱ mg kg^{-1}, respectively. These values for cadmium were ۰.۱۵, ۰.۱۲۴, ۰.۲۴, ۰.۳۲, ۰.۲۵, ۱.۰۳ and ۰.۱۲۴ mg kg^{-1}, respectively. The daily intake of lead and cadmium were ۲۶.۷۴ and ۱.۸۵ $\mu g\ kg^{-1}day^{-1}$ for adults and ۲۹.۵۵ and ۱.۶۴ $\mu g\ kg^{-1}day^{-1}$ for children. The hazard index (HI) mean values for Pb and Cd show that the consumption of the entire foodstuff can lead to potential health for children and adults in the region.