ارزیابی بهداشتی فلزات سنگین آرسنیک و روی در برنج‌های کشت شده در استان فارس (مطالعه موردی: مزارع فیروزآباد)

مهرداد چراغی[۱]، زهرا افشاری بهمن بیگلو[۲*]، اصغر سیف[۳]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، دانشکده علوم پایه، استادیار گروه محیط زیست، همدان، ایران.
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، دانشجوی کارشناسی ارشد رشته محیط زیست، همدان، ایران.
۳- دانشگاه بوعلی‌سینا همدان، دانشکده علوم پایه، استادیار گروه آمار، همدان، ایران.
* نویسنده مسئول مکاتبات: Afshari2004@yahoo.com
(دریافت مقاله: ۹۱/۱۱/۹ پذیرش نهایی: ۹۳/۲/۲۷)

چکیده

امنیت غذایی در کنار حفظ محیط زیست به یک موضوع مهم جهانی تبدیل شده است. تجمع آرسنیک و روی در برنج به عنوان یک فاجعه برای جنوب شرق آسیا شمرده می‌شود، جایی که برنج به عنوان یک غذای اصلی به شمار می‌رود. با توجه به این نکته که برنج از پرمصرف‌ترین اقلام در جیره غذایی مردم ایران محسوب می‌شود، اقدام به انجام مطالعه حاضر کردیم. این پژوهش به بررسی غلظت فلزات سنگین روی و آرسنیک در برنج شهرستان فیروزآباد پرداخته است. جهت انجام این مطالعه ۳۸ نمونه برنج از ۲۲ روستای این شهرستان جمع‌آوری گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط دستگاه Digesdahl هضم و سپس غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه ICP قرائت گردید و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS تحلیل‌های آماری صورت گرفت. نتایج حاصله نشان داد که متوسط غلظت فلز سنگین روی در برنج ۱/۹ ±۲۰/۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک با دامنه بین ۱/۹±۲۵/۲۶ - ۱/۹±۳۲/۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک و آرسنیک ۲/۲ ±۲۲/۸۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک با دامنه بین ۲/۲ ±۲۶/۷۷ -۲/۲ ±۱۷/۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. مقایسه میزان غلظت فلزات سنگین با میزان استاندارد حاکی از آن است که غلظت فلز آرسنیک در ۱۰۰ درصد نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز WHO/ FAO و میزان فلز روی در ۹۷/۳۶ درصد نمونه‌ها پایین‌تر از حد مجاز تعیین شده بود.

واژه‌های کلیدی: روی، آرسنیک، برنج، منطقه فیروزآباد، ارزیابی

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

آلودگی فلزات سنگین اساسا نتیجه فعالیت‌های انسانی نظیر کشاورزی، معدن کاوی، ساخت و ساز و فعالیت صنایع است (Singh *et al.*, 2004). فلزات سنگین می‌توانند از طریق سیستم‌های آبی و کشاورزی وارد زنجیره غذایی شوند (Zazoli *et al.*, 2006). فلزات سنگین به علت ماندگاری در محیط زیست، تجمع زیستی و سمیت عامل خطرناکی برای گیاهان، حیوانات و انسان می‌باشند (Sharma *et al.*, 2005). در جایی که باروری ذاتی خاک کم است اغلب کشاورزان تمایل به افزایش مصرف کود در چندین نوبت دارند. فلزات سنگین نگران‌کننده در کود شامل آرسنیک، کادمیوم، سرب و به میزان کمتر نیکل و روی بوده که استفاده مداوم از کود دارای آرسنیک و خاک آلوده به آن از طریق جذب گیاه به زنجیره غذایی منتقل می‌گردد (Boodaghi *et al.*, 2011). مردم خصوصا کسانی که برنج غذای اصلی انرژی روزانه آنها را تامین می‌کند در معرض میزان قابل توجهی فلزات سنگین از راه برنج هستند (Watanabe *et al.*, 1996). تاثیرات زیان‌بار فلزات سنگین بر سلامتی انسان از جهات مختلف به اثبات رسیده است. مواجهه با این دسته از آلاینده‌ها موجب مسمومیت حاد و مزمن و بیماری‌های بسیاری از جمله اختلالات عصبی، فقر مواد غذایی، برهم خوردن تعادل هورمون‌ها، چاقی، سقط جنین، اختلالات تنفسی و قلبی، آسیب‌های کبدی و کلیوی، آلرژی و آسم، عفونت‌های ویروسی مزمن، کاهش آستانه تحمل بدن، تخریب ژن‌ها، پیری زودرس، کاهش حافظه، پوکی استخوان، ریزش مو، بی‌خوابی، انواع سرطان و مرگ می‌شود (Farahmand Kia *et al.*, 2009). منابع زیست‌محیطی آرسنیک از ادامه مصرف ترکیب‌های آن به عنوان آفت‌کش سرچشمه می‌گیرد. به علت تشابه آرسنیک با فسفر از نظر خواص، ترکیب‌های آرسنیک در طبیعت همراه ترکیب‌های فسفر وجود دارد (Berd, 1999). خوردن روی به مقدار زیاد باعث تحریک و ایجاد حالت خوردگی در دستگاه گوارش می‌شود. نشانه‌های مسمومیت با روی تهوع، استفراغ، تب و شوک‌های کشنده است (Athar and Vahura, 2007). مقدار عناصر سنگین جابه‌جا شده در محیط خاک تابعی از pH، میزان رس، مواد آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی است (Kimberly and William, 1999). جذب از خاک نه‌تنها به مقدار کلی یک فلز بلکه به دسترسی آن به ریشه و انتقال آن به ریشه و انتقال آن از طریق فاز ریشه- خاک نیز وابسته است. مقدار کلی یک فلز در خاک خود متاثر از سنگ منشا خاک‌ساز اولیه و فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی آن ناحیه است (Athar and Vahura, 2007). استفاده مکرر از سموم و کودهای شیمیایی در کشاورزی رایج افزایش سطح فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی را سبب می‌شود (Boodaghi *et al.*, 2011). چندین مطالعه در زمینه مقدار فلز آرسنیک در برنج در سرتاسر جهان صورت گرفته است به عنوان مثال در مطالعه صورت گرفته توسط باتاچاریا و همکاران در بنگال غربی هند مقدار فلز سنگین آرسنیک در دانه‌های برنج بین ۰/۱۶ µg/g – ۰/۵۸ محاسبه شده بود (Bhattacharya *et al.*, 2010). رحمان و همکاران تجمع ۱/۷ µg/g آرسنیک را در ۳ نوع برنج از بنگلادش مشاهده کردند که بیشتر از حد مجاز در برنج اعلام شده بودند. رحمان و همکاران در مطالعه‌ای، در بخشهایی از بنگلادش مقدار فلز آرسنیک را در دو واریته برنج µg/g

www.SID.ir

۰/۶ و ۰/۷ ارائه کرده بودند (Rahman *et al*., 2007). اسلام و همکاران در مطالعه‌ای در دشت‌های سیلابی Gangetic، گزارشاتی از تجمع فلز آرسنیک در دانه های برنج بالاتر از µg/g ۲ را ارائه کردند (Islam *et al*., 2004). شهرستان فیروزآباد دارای شرایط اقلیمی بسیار مطلوب و منحصر به فرد می‌باشد و به دلیل شرایط اقلیمی مناسب در ۸۰ درصد اراضی منطقه، کشاورزان در طول یک سال از یک زمین دو بار محصول برداشت می‌کنند. متوسط بارش سالانه منطقه ۴۴۰/۱ میلی‌متر می‌باشد. با توجه به اهمیت موضوع و از آنجا که مطالعه‌ای بر روی برنج‌های این منطقه صورت نگرفته است، بنابراین بر آن شدیم میزان فلزات سنگین آرسنیک و روی را در برنج منطقه فیروزآباد بررسی کنیم (Agricultural Organization of Fars, 2004).

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه

شهرستان فیروزآباد با مساحتی بالغ بر ۴۸۳۰۰ کیلومتر مربع در غرب ناحیه مرکزی فارس و در فاصله ۱۰۰ کیلومتری مرکز استان با مختصات جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۵ دقیقه طول و ۲۸ درجه و ۴۵ دقیقه عرض جغرافیایی قرار دارد. جهت تعیین حجم نمونه، از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده با تخصیص متناسب استفاده شد. پس از تعیین حجم نمونه، نمونه‌برداری در اوایل مهر ماه ۱۳۹۰ انجام گردید. جهت نمونه‌برداری از نقاط تعیین شده، از سه نقطه از زمین‌های زراعی خوشه‌های برنج را جمع‌آوری کرده و با هم تلفیق نمودیم. جهت انجام این مطالعه ۳۸ نمونه برنج از ۲۲ روستای شهرستان فیروزآباد جمع‌آوری گردید.

روش بررسی نمونه

بعد از جمع‌آوری و انتقال نمونه‌های برنج به آزمایشگاه، نمونه‌های برنج توسط آب مقطر شسته شدند و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس در آون خشک گردیدند. میزان ۰/۵ گرم از نمونه‌های آسیاب شده برنج را به بالن هضم دایجسدال منتقل کرده و ۴ سی سی اسید سولفوریک غلیظ را به بالن اضافه کردیم. به مدت ۵-۳ دقیقه مایع را جوشاندیم. ۱۶/۵ میلی‌لیتر هیدروژن پراکسید را به بالن اضافه کرده تا هضم شفاف گردد. به مدت یک دقیقه حرارت دادیم تا مایع شفافی حاصل شود. نمونه هضم شده را با آب دیونیزه به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رساندیم. ابتدا با صافی معمولی و سپس با صافی واتمن صاف کردیم تا کدورت نمونه از بین رود.

محدوده احتمالی غلظت فلزات سنگین آرسنیک و روی ۱۰-۰، ۲۰-۱۰، ۵۰-۲۰، ۱۵۰-۵۰، ۳۰۰-۱۵۰ و بالاتر از ۳۰۰ قسمت در میلیارد در نظر گرفته شد. جهت تهیه استانداردها، کالیبراسیون و قرائت نمونه‌ها از دستگاه نشر اتمی مدل VARIAN ES- 710 ساخت کشور استرالیا استفاده شد. میزان خطای دستگاه ۵ درصد و دقت عدد قرائت شده ۰/۰۰۱ می‌باشد (Instrument Manual Digesdahl Digestion Apparatus, 1999).

بر این اساس که در ایران استانداردی برای غلظت فلزات سنگین بیان نشده است، غلظت‌ها بر حسب واحد میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک بر اساس گزارشات WHO/ FAO قرائت گردیدند.

تحلیل آماری

جهت تحلیل داده‌های حاصله، از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۰ استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها

Archive of SID
www.SID.ir

از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. داده‌های حاصل از این پژوهش بر اساس آزمون مذکور نرمال بودند. جهت بررسی آلودگی برنج‌های کشت شده در منطقه، به فلزات سنگین روی و آرسنیک از T- test تک نمونه‌ای در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. جهت بررسی ارتباط بین فلزات سنگین روی و آرسنیک از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد (Bazargan, 2005).

یافته‌ها

با توجه به جدول ۱ متوسط غلظت فلز آرسنیک ۲/۲ ±۲۲/۸۹ و متوسط غلظت فلز روی ۱/۹ ±۲۰/۸۷ می‌باشد. از آنجا که P-Value < α = ۰/۰۵، فرضیه آلودگی برنج منطقه فیروزآباد به فلز سنگین آرسنیک مورد تایید قرار می‌گیرد. از طرفی با اطمینان ۹۵٪ متوسط غلظت فلز آرسنیک در فاصله ۲/۲ ±۱۷/۶۱ – ۲/۲ ±۲۶/۷۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم قرار دارد. همچنین از آنجا که P-Value < α = ۰/۰۵، $\bar{x}$ =۲۰/۸۷ ± ۱/۹ شده است، فرضیه آلودگی برنج منطقه فیروزآباد به فلز سنگین روی مورد تایید قرار نمی‌گیرد. از طرفی با اطمینان ۹۵٪ متوسط غلظت فلز در ۱/۹ ± ۳۲/۹۷– تا ۱/۹ ± ۲۵/۲۶– میلی‌گرم بر کیلوگرم قرار دارد. در این بررسی ۱۰۰ درصد نمونه‌های برنج آلوده به فلز آرسنیک و تنها ۲/۶۷ درصد کل نمونه‌های برنج آلوده به فلز روی بودند.

جدول ۱- T-test One-Sample برای فلزات سنگین روی و آرسنیک در برنج منطقه

فلزات سنگین	Mean(mg/kg)	P-Value	تفاضل میانگین نمونه ازمقدار استاندارد	فاصله اطمینان ٪۹۵	
				حد پایین	حد بالا
آرسنیک (As)	۲۲/۸۹ ± ۲/۲	۰/۰۰	۲۲/۱۹	۱۷/۶۱ ± ۲/۲	۲۶/۷۷ ± ۲/۲
روی (Zn)	۲۰/۸۷ ± ۱/۹	۰/۰۰	-۲۹/۱۲	-۳۲/۹۷ ± ۱/۹	-۲۵/۲۶ ± ۱/۹

جدول ۲- آماره‌های توصیفی فلزات سنگین Zn و As در برنج منطقه (میانگین وزن خشک بر حسب mg/kg-)

پارامترها	As	Zn
تعداد نمونه‌ها	۳۸	۳۸
میانگین وزن خشک	۲۲/۸۹ ± ۲/۲	۲۰/۸۷ ± ۱/۹
انحراف معیار	۱۳/۹۳	۱۱/۷۲
حداقل	۰	۵/۶۲ ± ۱/۹
حداکثر	۵۱/۵۳ ± ۲/۲	۴۷/۸۳ ± ۱/۹
درصد نمونه‌های آلوده	۱۰۰	۲/۶۴

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج مربوط به ارزیابی همبستگی بین فلزات سنگین آرسنیک و روی دربرنج

نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین فلزات سنگین آرسنیک وروی در برنج در جدول ۳ گزارش شده است.

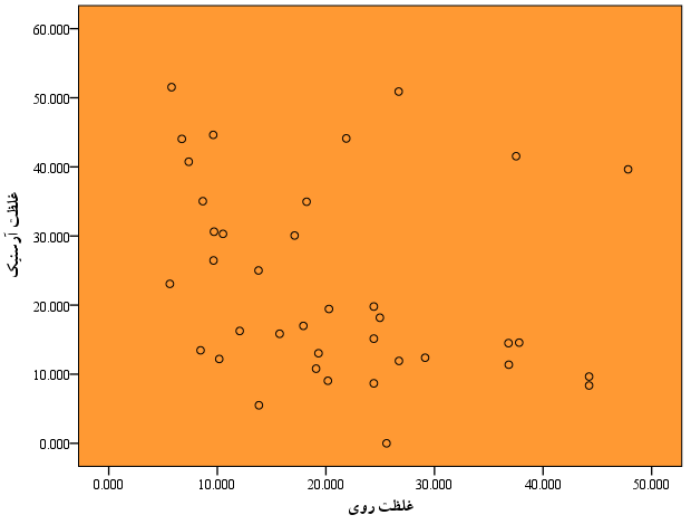
جدول ۳- ضریب همبستگی برای بررسی ارتباط بین فلزات سنگین آرسنیک وروی در برنج

پارامترها		As	Zn
As	ضریب همبستگی	۱	-۰/۲۷۴
	Sig. (2-tailed)		۰/۰۹۶
	تعداد نمونه	۳۸	۳۸

از آنجا که P-Value > α = ۰/۰۵، و ضریب پیرسون ۰/۲۷۴- ارتباط معناداری بین میزان فلزات As و Zn وجود ندارد. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که در برنج کشت شده در این منطقه، بین فلزات آرسنیک با روی هیچگونه رابطه خطی معنی‌داری وجود ندارد.

جهت بررسی ارتباط بین فلزات سنگین آرسنیک و روی در برنج از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

نمودار ۱ به عنوان نمودار پراکنش، به خوبی عدم وجود یک رابطه خطی بین این دو فلز را نمایش می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود داده‌ها کاملا پراکنده‌اند.



نمودار ۱- پراکنش مقادیر آرسنیک و روی در نمونه‌های برنج آزمایش شده

Archive of SID
www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

از مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های برنج منطقه آلوده به فلز سنگین آرسنیک هستند. متوسط غلظت فلزات آرسنیک و روی در برنج منطقه به ترتیب ۲/۲ ±۲۲/۸۹ و ۱/۹ ± ۲۰/۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک است. بررسی‌ها حاکی از این است که ۱۰۰ درصد نمونه‌های برنج آلوده به فلز آرسنیک بود و تنها ۲/۶۴ درصد از نمونه‌ها آلوده به فلز سنگین روی می‌باشد. غلظت فلز آرسنیک در برنج در فاصله ۲/۲ ±۲۲/۷۷ -۲/۲ ±۱۷/۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک و غلظت فلز روی در فاصله ۱/۹ ±۳۲/۹۷ -۱/۹ ±۲۵/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک قرار دارد. جهت بررسی ارتباط بین فلزات سنگین آرسنیک و روی دربرنج از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین از آنجا که ضریب همبستگی ۰/۲۷۴- است شدت همبستگی بسیار ضعیف می‌باشد و با توجه به جدول ۳، بین فلزات سنگین آرسنیک و روی در برنج منطقه هیچ ارتباط خطی معنی‌داری وجود ندارد.

آرسنیک یکی از مهم‌ترین عناصر سمی در طبیعت است. خاستگاه این فلز در منطقه می‌تواند علف کش‌ها، حشره‌کش‌ها، مواد خشک‌کننده، عوامل محرک رشد گیاهان و حیوانات به خصوص مواد محافظ چوب باشد (Ghasemzade, 2010). در تمرکز و پراکندگی آرسنیک در منطقه، علاوه بر وجود جاذب‌های خاک مانند کانی‌های رسی، اکسیدها و مواد آلی، عواملی مانند پراکندگی آبراهه‌ها، گسل‌ها، تغییر شرایط فیزیکوشیمیایی آب، مورفولوژی منطقه، میزان بارش و هوازدگی نیز موثر است. همچنین آرسنیک نه‌تنها از طریق خاک بلکه به طور مستقیم از طریق آب نیز می‌تواند وارد چرخه زندگی مردم شود و مشکلاتی را ایجاد کند (Fathi *et al*., 2010).

بر اساس مطالعات انجام شده بر روی برنج شالیزارهای خرم‌آباد میزان کادمیوم در برنج بالاتر از حد استاندارد (۰/۱۱۵ میکروگرم بر کیلوگرم) گزارش شده است (Matinfar and Maleki, 2006). همچنین میزان کادمیوم در برنج اصفهان ۰/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، در استان فارس ۰/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در استان خوزستان ۰/۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است که همگی در حد استاندارد هستند (Pirzade esfahani, 2008). طی مطالعه‌ای در تایوان میزان کروم در برنج ۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم، سرب ۰/۰۱ و روی ۱۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که همگی در حد استاندارد هستند (lin *et al*., 2004). میزان فلز سرب در برنج در جنوب شرق چین بیش از حد استاندارد بود (Fu *et al*., 2008). طی مطالعه‌ای در پارک ملی آلبوفرا، قوی‌ترین رابطه بین محصول برنج و فلزات سنگین خاک بین روی، سرب، کادمیوم و کروم با روی مشاهده شد (Boluda, 1993).

در نهایت مقایسه میانگین غلظت فلز سنگین آرسنیک با میزان استاندارد جهانی نشان داد که در سطح معنی‌داری ۵ درصد (P-Value < ۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری بین غلظت فلز آرسنیک و حد استاندارد WHO/ FAO وجود دارد. میانگین غلظت این فلز در برنج‌های منطقه فیروزآباد ۲/۲ ± ۲۲/۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم از حد مجاز تعیین شده توسط WHO/ FAO بیشتر بود. اما نتایج نشان داد که میزان فلز روی در برنج منطقه کمتر از حد مجاز تعیین شده توسط WHO/

www.SID.ir

FAO (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) قرار دارد (۱/۹ ± ۲۰/۸۷) و منطقه آلوده به این فلز نمی‌باشد.

منابع

- اطهر، محمد و ب- وهورا، شاشی (۱۳۸۶). فلزات سنگین و محیط زیست. ترجمه: اکبرپور، افشین و نصری، فریبرز، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج.
- بازرگان لاری، عبدالرضا (۱۳۸۴). آمار کاربردی. شیراز: دانشگاه شیراز، مرکز نشر.
- برد، کالین (۱۳۷۸). شیمی محیط زیست. ترجمه: عابدینی، منصور. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- بوداغی، هاجر؛ یونسیان، مسعود؛ محوی، امیرحسین؛ محمدی، محمودعلی؛ دهقانی، محمدهادی؛ نظم آرا، شاهرخ (۱۳۹۰). بررسی میزان آرسنیک، کادمیوم و سرب در خاک و آب زیرزمینی و ارتباط آن با کود شیمیایی در خاک شالیزاری. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره بیست و یکم، صفحات: ۲۸ -۲۰.
- پیرزاده اصفهانی، مهناز؛ افیونی، مجید؛ خوش‌گفتار منش، امیر حسین و خادمی، حسین (۱۳۸۷). آلودگی کادمیوم در شالیزارها و محصول برنج سه استان اصفهان، فارس و خوزستان. دومین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست.
- سازمان جهاد کشاورزی استان فارس (۱۳۸۳). طرح کنترل سیلاب حوضه شهری فیروزآباد.
- فتحی، زهرا؛ لطفی، محمد و سیاره، علیرضا (۱۳۹۰). بررسی آلودگی آرسنیک در خاک‌های پهنه باختری بیجار. سی‌امین گردهمایی علوم زمین.
- فرهمندکیا، زهره؛ مهراسبی، محمد رضا؛ سخاوتجو، محمدصادق؛ حسنعلی‌زاده مظهر، امیرشاهرخ و رمضانزاده، زهرا (۱۳۸۸). بررسی فلزات سنگین در ذرات راسب شونده از هوای شهر زنجان. مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوه دوم، شماره چهارم، صفحات: ۲۴۹ -۲۴۰.
- قاسم‌زاده، فرشته و ملک‌زاده شفارودی، آزاده (۱۳۹۰). اثرهای زیست محیطی آرسنیک در منطقه چشمه زرد، جنوب غربی نیشابور. استان خراسان رضوی، مجله بلور شناسی و کانی شناسی ایران، شماره سوم، صفحات: ۵۴۵- ۵۵۶.
- متین‌فر، حمیدرضا و ملکی، عباس (۱۳۸۵). بررسی وضعیت عناصر سنگین درآب خاک و محصول برنج شالیزارهای خرم آباد. نخستین همایش منطقه‌ای آب.

- Agricultural Organization of Fars (2004). Urban Basin Flood Control Plan of Firoozabad.
- Bhattacharya, P., Samal, A., Majumdar, J. and Santra, S. (2010). Accumulation of arsenic and its distribution in rice plant (Oryza sativa L.) in Gangetic West Bengal, India. Paddy and Water Environment, 8(1): 63-70.
- Boluda, R., Andreu, V., Gilabert, M.A. and Sobrino, P. (1993). Relation between reflectance of rice crop and indices of pollution by heavy metals in soils of albufera natural park (Valencia, Spain). Soil technology 351- 363.
- Fu, J., Zhoua, Q., Liuc, J., Liua, W., Wanga, T., Zhanga, Q., *et al.* (2008). High levels of heavy metals in rice (Oryza sativa L.) from a typical E-waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. Chemosphere, 71(7): 1269–1275

Archive of SID
www.SID.ir

- Fu, Y., Chen, M., Bi, X., He, L., Xiang, W., Qiao, Sh., *et al.* (2011). Occurrence of arsenic in brown rice and its relationship to soil properties from Hainan Island, China. Environmental pollution, 159(7): 1757- 1762.
- Instrument Manual Digesdahl Digestion Apparatus, Models 23130- 20- 21 (1989- 91, 1995-97, 1999). Hach company, All rights reserved. Printed in the USA.
- Islam, M., Jahiruddin, M., Rahman, G., Miah, M., Farid, A., Panaullah, G., *et al.* (2004). Assessment of arsenic in the water-soil-plant systems in gangetic flood plains of Bangladesh. Asian Journal of Plant Science, 3(4): 489–493.
- Kimberly, M. and William, H. (1999). Trance metals in Montreal urban soil and the leaves of teraxacumofficinale. Canadian Journal of soil science. 79: 385- 387.
- Lin, H., Wong, S. and Li, G. (2004). Heavy metal content of rice and shellfish in Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis, 12(2): 167-174.
- Rahman M.A., Hasegawa, H., Rahman, M.M., Rahman, M.A. and Miah, M.A.M. (2007). Accumulation of arsenic in tissues of rice plant (*Oryza sativa L.*) and its distribution in fractions of rice grain. Chemosphere, 69 (6): 942-948.
- Singh, S., Sinha, S., Saxena, R., Pandey, K. and Bhatt, K. (2004). Translocation of metals and its effects in the tomato plants grown on various amendment of tannery waste: evidence for involvement of antioxidants. Chemosphere, 57: 91- 99 .
- Sharma, R.K., Agrawal, M. and Marshall, F. (2005). Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. Ecotoxicology and Environmental Safety, 66: 258-266.
- Watanabe, T., Shimbo, S., Moon, C.S., Zhang, Z.W. and Ikeda, M. (1996). Cadmium contents in rice samples from various areas in the world. Science of the Total Environment, 184: 191-96.
- Zozoli, M.A., Shokrzadeh, M., Bazerafshan, E., Hazrati, M. and Tavakkouli, A. (2006). Investigation of zinc content in Iranian rice (*Oryza sativa*) and its weekly intake. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 1(2): 156-59.

Archive of SID

www.SID.ir