اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم و ارسنیک در برنج‌های وارداتی پرمصرف درشهرستان دزفول

محمدرضا سرگلی[1]، کیوان شمس[2*]، سهیل کبرایی[3]

۱. گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۲. استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۲. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۰۵)

چکیده

آلودگی به فلزات سنگین یکی از مشکلات مهم زیست محیطی و یکی از نگرانی های بهداشت مواد غذایی در دنیا می باشد، به ویژه نگرانی‌درخصوص آلودگی برنج که یکی از اساسی ترین مواد غذایی در رژیم غذایی مردم دنیا و از جمله کشورهای آسیایی بوده و دومین غذای پر مصرف در بین مردم ایران است، حایز اهمیت می باشد. این پژوهش در سال ۱۳۹۵ با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب و ارسنیک در ده برنج وارداتی پر مصرف در شهرستان دزفول انجام شد. بعد از تهیه و آماده سازی سه نمونه از هریک از برنجها از بازار شهردزفول، نسبت به هضم اسیدی نمونه ها و قرائت غلظت تجمع یافته سرب، کادمیوم و ارسنیک درآنها به ترتیب توسط دستگاه جذب اتمی و دستگاه آرسنومتر اقدام شد. داده های بدست آمده توسط نرم افزار آماری MSTATA-C و با استفاده از طرح آزمایشی کاملا تصادفی در سه تکرار تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.در این مطالعه میانگین غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک در کل نمونه های برنج به ترتیب ۰/۰۱۲ ± ۱/۰۶۳, ۱/۰۴ ± ۳۱/۱ و ۳/۴۳ ± ۱۲۴/۵ میکروگرم بر کیلوگرم بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد در بین برنج‌های موردمطالعه در ارتباط با میزان کادمیوم، سرب و آرسنیک در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقادیر کادمیوم، سرب و آرسنیک به ترتیب با ۱/۳۶، ۵۸/۵ و ۱۴۶ میکروگرم بر کیلوگرم مربوط به برنجهای شماره ۵، ۲ و ۲ وکمترین مقادیر به ترتیب با ۰/۹۳، ۱۵/۸ و ۹۵ میکروگرم بر کیلوگرم مربوط به برنجهای شماره(۹، ۱۰)، ۸ و ۱۰ بود به طوریکه میزان کادمیوم وسرب در کلیه برنج های مورد مطالعه کمتر از حد مجاز استاندارد ومیزان آرسنیک دربرنج های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ بیشتر ازحد مجاز استاندارد ارایه شده توسط سازمان غذا و دارو بود.

کلیدواژگان

ارسنیک، برنج، جذب اتمی، سرب، فلزات سنگین، کادمیوم.

* نویسنده مسئول، رایانامه: keyvan@iauksh.ac.ir

مقدمه

برنج به عنوان محصولی جهانی و منبع اساسی کربوهیدرات در رژیم غذایی کشورهای آسیایی(۹۰ درصد برنج جهان در آسیا تولید و مصرف می شود)، از جمله ایران می باشد. در ایران سرانه مصرف برنج ۳۰ کیلو گرم بر آورد شده که در واقع دومین محصول پر مصرف کشور می باشد (۱).

درهمین راستا وجود فلزات سنگین بعنوان یکی از مهم ترین آلاینده محیطی موجود در مواد غذایی توجه به این بخش را مهمتر می سازد و وجود آن ها در مواد غذایی نظیر برنج، امکان قرار دادن انسان را در معرض عوارض ناشی از آن ها به طور مستمر بسیار افزایش خواهد داد (۲). در بین فلزات سنگین، سرب و کادمیوم و ارسنیک از جمله فلزات سمی از مهم ترین آلاینده های محیطی در طبیعت بشمار می روند که از عوامل موثر بروز سرطان در انسان شناخته شده است. هر ساله بیش از یک سوم افراد در کشورهای توسعه یافته به بیماری های ناشی از آلاینده های مواد غذایی گرفتار می شوند و میزان مرگ و میر ناشی از آلاینده های مواد غذایی در کشور های در حال توسعه، سالانه ۲/۲ میلیون نفر گزارش شده است (۳، ۴) . فلزات سنگین از جمله آلاینده های زیست محیطی بوده که درطی دهه ی اخیر معضلات و مشکلات بهداشتی برای انسان و دیگر موجودات را به همراه داشته اند. این فلزات علاوه بر منشا طبیعی از طریق عوامل مصنوعی چون استفاده از کود های فسفاته، استفاده از سوخت های فسیلی، دفع پساب های صنعتی و ترافیک وارد محیط زیست می شوند در حال حاضر آلودگی عمومی به فلزات سنگین رو به افزایش بوده و به دنبال آن تجمع این فلزات در گیاهان وحیوانات علاوه بر آسیب جدی بر سلامت این موجودات، مصرف فراورده های آنها را نیز برای مصرف کننده نهایی، یعنی انسان مخاطره آمیز کرده است (۵). برنج می تواند از طریق جذب ریشه یا جذب مستقیم آلاینده های رسوب یافته از اتمسفر بر سطح اندامهای هوایی، به فلزات سنگین آلوده شود (۶). همه گونه های برنج، دارای توانایی جذب فلزات ضروری از محلول خاک می باشند اما گیاهان علاوه بر فلزات ضروری، به غلظت های متفاوتی از سایر فلزات نیز، نیاز دارند. این توانایی به گیاهان اجازه می دهد تا بتوانند فلزات غیر ضروری، را نیز جذب کنند. از آنجا که این فلزات نمی توانند تجزیه شوند، زمانی که غلظت آن ها در سلول گیاهی از حد آستانه بالاتر رود، موجب سمیت و آسیب گیاهی در اثر تخریب سلول می شوند (۷). لین و همکاران، (۲۰۰۴)در طی پژوهشی، ۴۰۷ نمونه برنج را از مناطق مختلف تایوان جمع آوری کردند، میانگین غلظت کادمیوم و سرب در نمونه های برنج به ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۱میلی گرم بر کیلوگرم بود که بیشتر از مقدار مجاز استاندارد بوده است(۸). الصالح و شینواری، (۲۰۰۱) گزارش کردند که سطوح غلظت میانگین کادمیوم و سرب در دانه های برنج به ترتیب ۰/۲ و ۰/۱۳۵ میلی گرم بر کیلو گرم بود(۹). بسیاری از محققان وجود فلزات سنگین، خصوصا آرسنیک، کادمیوم، سرب و عناصر دیگر را در دانه های برنج در کشورهای مختلف گزارش کرده اند (۱۱، ۱۰، ۹). این پژوهش به بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب و ارسینک در برنج های وارداتی پر مصرف درشهرستان دزفول می پردازد.

مواد وروش ها

۱۰ نمونه برنج وارداتی در قالب ۳ تکرار از فروشگاههای معتبر در سطح شهر دزفول تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت رفع آلودگی احتمالی، تمامی ظروف آزمایشگاهی با اسید شسته شده و با آب دیونیزه آبکشی و در آون خشک شدند. نمونه‌ها در

هاون چینی کوبیده شده تا خرد و همگن شدند سپس نمونه ها به بوته ها ی تمیزی که از کوره بیرون آورده شده بودند و در دسیکاتور خنک شده بودند، منتقل گردیده و بوته ها برای خاکستر شدن نمونه ها به مدت ۱۲ ساعت در درجه حرارت ۶۰۰ درجه سانتی گراد کوره قرار گرفتند، پس از خارج کردن بوته ها از کوره و قراردادن آنها در دسیکاتور تا زمان خنک شدن آنها، به یک گرم از هر نمونه، اسیدنیتریک ۶۵ درصد و آب اکسیژنه (پراکسید هیدروژن) ۳۰ درصد با نسبت حجمی ۲ به ۱ تا رسیدن به حجم ۱۰ میلی-لیتر افزوده شد . برای رسیدن حجم محلول به سه میلی‌لیتر، آن را بر روی هیتر آزمایشگاهی حرارت داده و بعدازخنک شدن توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ در بشر۲۵ میلی‌لیتری با آب دو بار تقطیر به حجم رسانده شد. در نهایت پس از ساخت محلول مادر (استوک) و استاندارد نمک عناصر در غلظت‌های مختلف، مقادیر سرب، کادمیوم در طول موج های ۲۸۳ و۲۳۸ نانومتر، با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله و ارسنیک با استفاده از دستگاه آرسنو مترتعیین گردید(۱۲) .کلیه مواد شیمیایی استفاده شده در آزمایشات، محصول شرکت مرک آلمان بود.در این پژوهش از طرح پایه کاملا تصادفی برای تجزیه وتحلیل داده ها استفاده شد.برای مقایسه میانگین های به دست آمده از سه تکرار از آزمون چند دامنه ای دانکن با احتمال خطای ۵ درصد استفاده شد.همچنین از نرم افزار MSTAT-C برای آنالیز داده ها استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی‌های سازمان بهداشت جهانی نشان داده است، در سال‌های اخیر استفاده از برنج‌های خارجی به طور چشمگیری در سراسر جهان افزایش یافته است . با گسترش محبوبیت و تجارت برنجهای خارجی، امنیت، سلامت و کیفیت برنجهای خارجی و محصولات فرآوری شده آنها به یک نگرانی عمده سازمان‌های جهانی تبدیل شده است . از آنجایی که در سال‌های اخیر واردات برنج‌های خارجی به خصوص برنج‌های آسیایی به ایران شدت گرفته، نگرانی‌های فراوانی در خصوص آلوده بودن آنها به آرسنیک و سرب وجود داشته است به نحوی که موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در سال ۱۳۸۸ تعداد ۱۳ نوع برنج هندی وارداتی را از نظر آلودگی به آرسنیک و سرب چندین برابر حد مجاز اعلام نمود(۱۳). مطالعات متعدد نشان داده که استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی جهت بهبود خاک، نزدیکی زمین‌های کشاورزی به مراکز صنعتی، جاده‌های کنار شالیزار، آلودگی هوا و همچنین با توجه به نیاز زیاد برنج به آب و با توجه به کمبود آب و استفاده مزارع از آب رودخانه‌ها و ریختن پساب کارخانه در رودخانه‌ها را، همگی از عوامل افزایش فلزات سنگین در خاک شالیزارها و نهایتا در برنج دانسته اند (۱۴).

در این پژوهش میانگین غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک در کل نمونه های برنج به ترتیب ۰/۰۱۲ ± ۱/۰۶۳, ۱/۰۴ ± ۳۱/۱ و ۳/۴۳ ± ۱۲۴/۵ میکروگرم بر کیلوگرم بود(جدول۱).

جدول ۱- میانگین غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک در کل نمونه‌های برنج (میکروگرم بر کیلوگرم)

فلز سنگین	انحراف معیار ± میانگین
کادمیوم	۱/۰۶۳ ±/۰۱۲
سرب	۳۱/۱ ± ۱/۰۴
آرسنیک	۱۲۴/۵ ± ۳/۴۳

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین نمونه‌های برنج مورد بررسی در ارتباط با میزان کادمیوم در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد بیشترین غلظت کادمیوم با

۱/۳۶ میکروگرم بر کیلوگرم مربوط به برنج شماره ۵ وکمترین غلظت آن با ۰/۹۳ میکروگرم بر کیلوگرم مربوط به برنج‌های شماره ۹و۱۰ بودند (جدول۳). با توجه به اینکه حداکثر میزان کادمیوم پیشنهادشده در برنج، توسط سازمان غذا و دارو، ۴۸ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد. نمونه برنج‌های مورد مطالعه در خصوص میزان غلظت کادمیوم در حد مجاز استاندارد بودند.

جدول ۲- تجزیه واریانس کادمیوم در نمونه های برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
تیمار	۹	۰/۴۲	۰/۰۴۷**
خطا	۲۰	۰/۱	۰/۰۰۵
کل	۲۹	۰/۵۲	
ضریب تغییرات (%)			۶/۸۵

**، معنی دار درسطح ۱٪

جدول ۳- مقایسه میانگین کادمیوم در نمونه های برنج (میکروگرم بر کیلوگرم)

نمونه برنج	میانگین
۱	۱/۰۶c
۲	۱/۰۳d
۳	۱/۰۳d
۴	۱/۰۳d
۵	۱/۳۶a
۶	۱/۱۶b
۷	۱/۰۶c
۸	۱/۰۳d
۹	۰/۹۳e
۱۰	۰/۹۳e

در بررسی ملکوتیان وهمکاران(۲۰۱۰) بر روی فلزات سنگین در برنج های هندی وارداتی به ایران، اعلام نمودندکه کادمیم در کلیه نمونه های برنج کمتر از حد قابل تشخیص بود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد(۱۵).

همچنین، چنگ و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی، ۲۶۹ نمونه از ۱۲برنج کاشته شده در سه منطقه شرق چین را برای سنجش میزان کادمیوم و سرب بررسی نموده و میانگین کادمیوم و سرب را به ترتیب ۰/۰۸۱ و ۰/۱۱۳ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش نمودند که میانگین کادمیوم و سرب در پژوهش حاضر، کمتر از این مقادیر بود(۱۶).

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین نمونه برنج‌های مورد بررسی در ارتباط با میزان سرب در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵ درصد نشان دادکه بیشترین میزان غلظت سرب با ۵۸/۵ میکروگرم بر کیلوگرم مربوط به برنج شماره۲ و کمترین میزان آن با ۱۵/۸ میکروگرم بر کیلوگرم مربوط به برنج شماره۸ می باشد (جدول۵). وبه طور کلی میزان غلظت سرب در تمام نمونه‌های برنج، کمتر از حد مجازاستاندارد ارایه شده توسط سازمان غذا ودارو می باشد.

با توجه به اینکه حداکثر میزان سرب در برنج که توسط سازمان غذا و دارو اعلام شده، ۱۲۰ میکرو گرم بر کیلوگرم می باشد، پس در برنج‌های مورد مطالعه آلودگی از نظر سرب، خارج از حد مجازاستانداردوجود نداشت.در همین خصوص جونگ و همکاران (۲۰۰۵) مقدار سرب و کادمیوم را در برنج‌های کره جنوبی به ترتیب در محدوده ۰/۰۱ تا ۰/۰۳۲ برای کادمیوم (با میانگین ۰/۰۲۱) و برای سرب ۰/۰۸۱ تا ۰/۳۷۴ (با میانگین ۰/۲۰۶) میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش نمودند به طوریکه میزان کادمیوم نسبت به میزان مجاز، بیشتر بوده و میزان سرب، نسبت به میزان مجاز، کمتر بود(۱۷) که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

ولی هادسان، (۲۰۰۴) در هند گزارش نمود که برخی از مزارع برنج که در نواحی پایین دست رود خانه‌ها وجود دارند به دلیل اینکه فاضلاب‌ها و پساب‌های کارخانه‌ها به این رودخانه ها ریخته

می‌شوند واز آنها جهت آبیاری مزارع برنج استفاده می شود که این مورد می‌تواند از علل بالا بودن میزان سرب در برنج باشد(۱۸).

همچنین استفاده از کودهای بدون تاریخ تولید و انقضا که به دلیل کاهش اثر بخشی محصول، کشاورزان را مجبور به استفاده بیش از اندازه از این کودها می‌کند، که متعاقب آن آلودگی محیط زیست و محصولات و در نهایت انسان را به دنبال دارد، می‌تواند از علل افزایش فلز سرب در برنج باشد (۱۹).

از سوی دیگر، پژوهشی به منظور بررسی میزان فلزات سنگین در برخی از برنج‌ها در زیمباوه انجام یافت، نشان داد که میانگین غلظت عناصر آرسنیک، آهن، روی، مس و نیکل به ترتیب برابر ۰/۰۴۶، ۳۰/۸۴، ۱/۳۰، ۰/۳۹، ۰/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (۲۰).

جدول ٤- تجزیه واریانس سرب در نمونه های برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات	میانگین مربعات
تیمار	۹	۵۲۷۷	۵۸۶**
خطا	۲۰	۲/۵۴	۰/۱۲
کل	۲۹	۵۲۸۰	
ضریب تغییرات (%)			۴/۴

**، معنی دار درسطح ۱٪

جدول ۵- مقایسه میانگین سرب در نمونه های برنج (میکروگرم بر کیلوگرم)

نمونه برنج	میانگین
۱	۲۵e
۲	۵۸/۶a
۳	۱۹/۶fg
۴	۳۹/۵c
۵	۲۱/۳f
۶	۴۵/۴b
۷	۱۸/۸g
۸	۱۵/۸h
۹	۳۹/۷c
۱۰	۲۸/۳d

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در بین برنج‌های مورد بررسی در ارتباط با میزان آرسنیک در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین میزان غلظت آرسنیک با ۱۴۶میکرو گرم بر کیلوگرم مربوط به برنج شماره۲ و کمترین میزان آن با ۹۵ میکرو گرم بر کیلوگرم مربوط به برنج شماره۱۰ می باشد (جدول ۷). حدمجاز میزان آرسنیک در برنج توسط سازمان غذا و دارو ۱۲۰میکروگرم بر کیلوگرم اعلام شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان تجمع آرسنیک در برخی از نمونه های برنج چندین برابر حد مجاز استاندارد بوده است، به طوریکه برنج های شماره ۱، ۲، ۴، ۳، ۵ و ۶ بیشترین میزان آرسنیک و برنجهای شماره ۹، ۸، ۷ و۱۰کمترین میزان ارسنیک نسبت به حد مجاز استاندارد را نشان دادند. به عبارتی ۶۰ درصد از نمونه‌ها برنج در رابطه با میزان آرسنیک، خارج از استاندارد و تنها ۴۰ درصد از آنها در حد استاندارد تعیین شده بودند. اختلاف چشمگیر میزان غلظت ارسنیک در نمونه‌های برنج و بیشتربودن آن نسبت به حدمجاز استاندارد، می‌تواند ناشی از آلودگی شدید منطقه به فلز آرسنیک باشد.به طوریکه مصرف بالای سموم کشاورزی جهت مبارزه با آفات و استفاده بیش از حد، از کودهای فسفاته، اوره و پتاس در منطقه و استفاده از آبهای آلوده به فلزات سنگین، سبب افزایش میزان کادمیوم و به ویژه آرسنیک درخاک شده و از آنجایی که فلزات سنگین از طریق ریشه به سایر قسمت‌های گیاه می‌روند در نهایت باعث تجمع این فلزات در محصول برنج خواهند شد(۲۱).

در همین ارتباط بیژنی(۱۳۹۳) بیان نمود که برنج یکی از اقلام مهم مواد غذایی مورد مصرف جمعیت زیادی از مردم دنیا بوده وممکن است با آرسنیک آلوده شود(۲۲). این عنصر به طور طبیعی در خاک موجودبوده و برنج این توانایی را دارد که

آرسنیک را از خاک جذب کند. توانایی جذب آرسنیک توسط برنج نسبت به گیاهی همانند گندم بیش از ده برابر است و میزان آرسنیک برنج در کشورهای مختلف بسیار متفاوت است.

همچنین زینگ و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی تحت عنوان بررسی میزان انتقال آرسنیک موجود در خاک به گیاه برنج در چین گزارش کردند که آرسنیک موجود در خاک به بخش‌های مختلف گیاه برنج منتقل شده است(۲۳).

جدول ۶- تجزیه واریانس ارسنیک در نمونه های برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات	میانگین مربعات
تیمار	۹	۷۵۳۶	۸۳۷**
خطا	۲۰	۲۷	۱/۳۶
کل	۲۹	۷۵۶۳	
ضریب تغییرات (%)			۲/۹۳

**، معنی دار درسطح ۱٪

جدول ۷- مقایسه میانگین ارسنیک در نمونه های برنج (میکروگرم بر کیلوگرم)

نمونه برنج	میانگین
۱	۱۴۶a
۲	۱۴۰ab
۳	۱۳۸b
۴	۱۳۷b
۵	۱۳۴b
۶	۱۲۴c
۷	۱۱۳d
۸	۱۱۳d
۹	۱۱۰d
۱۰	۹۵e

نتیجه گیری

به طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد میزان کادمیوم وسرب در کلیه برنج ها کمتر از حد مجاز استاندارد ومیزان آرسنیک دربرنج های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ بیشتر ازحد مجاز استاندارد بود و فقط ۴۰ درصد برنجهای وارداتی مورد بررسی یعنی برنجهای شماره ۹، ۸، ۷ و۱۰ به جهت کمتر بودن میزان هر سه فلز سنگین کادمیوم، سرب و ارسنیک نسبت به حد مجاز استاندارد به لحاظ مصارف خوراکی واز نظر سلامت وایمنی مصرف کننده در حد قابل قبولی قرار دارند.

تشکر وقدردانی

این پژوهش درقالب پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی- صنایع غذایی و با حمایت معاونت فناوری و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه انجام شده است که بدینوسیله تشکر وقدردانی می شود.

منابع و مآخذ

1. Jafari, A. and Zare, D. (2013). Design and Development of Ultrasound-Assisted Fluidized Bed Dryer Case Study: Paddy. Eighth National Congress of Agricultural Machinery Engineering and mechanization in Iran. (In Persian).
2. Pip, E. 2011. Cadmium, copper and lead in wild rice from central Canada. Archives of Environmental contamination and Toxicology. 24:179-81.
3. Goyer RA and Clakson TW. 2001. Toxic effects of metals,ln : Klaassen CD. Casarett and Doll; Toxicology: The Basic Science of Poisons, 6th ed., McGraw HillPress, NewYork.135:851-859.
4. Sanita, Di Toppi L and Gabbrielli R. 1999.Response to cadmium in higher plants. Environmental and Experimental Botany.41:105-130.
5. Saito I,Oshima H, Kawamura N and Yamada M. 1998 .Screening method for determination of high levels of cadmium, lead, and copper in foods by polarized Zeeman atomic absorption spectrometry using discrete nebulization Technique. J Assoc Off Anal Chem.;71(4):829-32.
6. James PB, Esteben C, John C and Donald MW. 2005. Heavy metals in wild rice from northern Wisconsin. Science of the Total Environment.246:261-9.
7. Jecfa, U. 2001.Evaluation of certain Food additives and contaminants, Fifty –third Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO technical report series. 901, Geneva.WHO, 120pp.
8. Lin HT, Wong SS and Li G .2004. Heavy metal content of rice and shellfish in Taiwan. Journal of food and drug analysis.12:167-174.
9. Alsaleh, I and Shinwari N. 2001. Report on the levels of cadmium, lead, and mercury in imported rice grain samples. Biological Trace Element Research. 83(1):91-96.
10. Hodgson E. 2004.The textbook of modern Toxicology.3th ed. John Wiley &Sons Inc Hoboken. New Jersey; pp:51-54,275.
11. Zhu YG, Sun GX, Lei M, Teng M, Liu YX, Chen NC, Wang LH, Carey AM, Deacon C, Raab A, Meharg AA and Williams PN, 2008. High percentage inorganic arsenic content of mining impacted and nonimpacted Chinese rice. Environmental Science and Technology. 42: 5008-5018.
12. Shah A,Niaz A, UllahN, Rehman A, Akhlaq M, Zakir, M.2013. Comparative study of heavy metals in soil and selected medicinal plants.J. Chem.ID 621265, 5 pages.
13. Morkian, R Rezaei, A. Azadbakht, L Mirlouhi, M., 2012. Baking factors affecting the content of heavy metals in rice. Journal Health system research; Specialty Nutrition: 1394-1405. (In Persian).
14. Shimbo SH, Zhang Z, Watanabe T, Nakatsuka H, Matsuda-Inoguchi N.2001.Higashikawa K and Ikeda M. Chamium and Lead contents in rice and other cereal products in Japan. Science of the Total environment. 281:165-1.
15. Malkutian, M Yaghmaeian, K Mesraghani, M. Mahvi, AH Danesh Pajouh, M. 2010. Evaluation of lead, cadmium, nickel and chromium in Indian rice imported into Iran. Journal of Health and Environment, Volume 4, Issue 1, 77-84. (In Persian).
16. Cheng F, Zhao N, Xu H, Li Y, Zhang W, Zhu Z and Chen M. 2006.Cadmium and lead contamination in japonica rice grains and its variation among the different locations in southeast China. Science of the Total Environment. 359(1-3):156-66.
17. Jung MC, Yun St and Lee JS.2005. Baseline study on essential and trace elements in polished rice. Environmental Geochemistry and Health. 27:455.

18. Bennett JP, Chiriboga E, Coleman J and Waller DM. 2000.Heavy metals in wild rice and garden vegetables and Wisconsin. Science of the Total Environment.88:54-59.

19. Con H, Chen J, Zhang J, Zhang H, Qiao L and Men Y. 2010. Heavy metals in rice and garden vegetables and their risks to inhabitants in the vicinity of an industrial zone in Jiangsu, china. Journal of Environmental Sciences. 22:1792-1799.

20. Rivai If, Koyama H and Suzuki H. 1990.Cadmium content in rice and its intake in various countries Bulletin of Environmental contamination and Toxicology. 44:910-16.

21. Doner G and Ege A. 2005.Determination of copper, cadmium and lead in seawater and mineral water by flame atomic absorption spectrometry after co-precipitation with aluminum hydroxide. Analytica Chimica Acta.; 547:14-17.

22. Bizhani, M. 2014. Study of the Effect of Different Mycorrhiza Species and Phosphoricity on Arsenic Toxicity and Fenugreek Growth in Contaminated Soil. Master's thesis of Zabul University. 96 pages.(In Persian).

23. Zeng F, Ali S, Zhang H, Ouyang Y, Qiu B, Wu F and Zhang G. 2011.The influence of pH and organic matter content in paddy soil on heavy metal availability and their uptake by rice plants. Environmental Pollution 159: 84-91.