

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره هشت، آبان ماه ۹۸

## بررسی غلظت فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم در برنج عرضه شده در

### بازار مصرف شهر همدان

شیما اکبری<sup>۱</sup>

مهرداد چراغی<sup>۲\*</sup>

[Cheraghi\\_m94@yahoo.com](mailto:Cheraghi_m94@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۷

#### چکیده

زمینه و هدف: با توجه به اهمیت موضوع این پژوهش با هدف بررسی عناصر روی، سرب و کادمیوم در محصول برنج عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان در سال ۱۳۹۴ انجام یافت.

روش بررسی: بدین منظور از ۱۰ نوع محصول برنج موجود در بازار سطح شهر همدان نمونه برداری مطابق روش استاندارد انجام شد. پس از انجام مراحل آماده سازی نمونه ها به روش هضم اسیدی، غلظت عناصر در آن ها توسط دستگاه نشر اتمی قرائت شد. پردازش آماری داده ها نیز توسط نرم افزار SPSS انجام یافت.

یافته ها: نتایج بیان گر آن بود که کمینه و بیشینه میانگین غلظت عناصر در نمونه های برنج بر حسب میلی گرم در کیلوگرم برای روی با  $1/02 \pm 0/00781$  و  $0/0862 \pm 0/0002$  به ترتیب مربوط به برنج B و C. برای سرب با  $0/226 \pm 0/00529$  و  $4/894 \pm 0/00529$  به ترتیب مربوط به برنج A و H و برای کادمیوم با  $0/006 \pm 0/001$  و  $0/043 \pm 0/00436$  به ترتیب مربوط به برنج H و A می باشد. همچنین نتایج بیان گر اختلاف معنی دار آماری میانگین غلظت تجمع یافته فلزات سنگین در نمونه های برنج عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان با رهنمود WHO می باشد، به طوری که میانگین غلظت عناصر روی و کادمیوم کم تر و میانگین غلظت عنصر سرب بیش تر از حد مجاز می باشد.

بحث و نتیجه گیری: در نهایت می توان عنوان کرد گرچه در حال حاضر محصول برنج مصرفی شهر همدان در معرض آلودگی بیش از حد مجاز به فلز سنگین سرب می باشد، تماس بیش از حد با سرب می تواند منجر به بیماری های غیرمنتظره، مشکلات روانی و رفتاری گردد و تبعات بهداشتی غیر قابل جبرانی را نیز برای مصرف کنندگان به دنبال داشته باشد.

واژه های کلیدی: فلز سنگین، برنج، امنیت غذایی، همدان.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آلودگی های محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، ایران.

۲- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، ایران\* (مسئول مکاتبات).

## **The Concentration of Heavy Metals Zn, Pb and Cd in Rice Supplied in the Consumer Market in Hamadan**

**Shima Akbari<sup>1</sup>**

**Mehrdad Cheraghi<sup>2\*</sup>**

[Cheraghi\\_m94@yahoo.com](mailto:Cheraghi_m94@yahoo.com)

Admission Date: December 27, 2016

Date Received: May 10, 2017

### **Abstract**

**Background and Objective:** Considering the significance of the issue, this research was performed to study the elements of Zn, Pb and Cd in the rice products available in the markets of Hamedan in 1394.

**Method:** Accordingly, ten types of that rice were sampled through a standard method. After passing the preparation stages of the samples by acidic digestion method, the concentration of elements was read in Atomic Emission Device. Spss was applied to process the statistical data.

**Findings:** The results indicated that the minimum and maximum average of element concentration in rice samples (according to mg/kg) were as the following: for Zinc with  $0.0862 \pm 0.0002$  and  $1.02 \pm 0.00781$  in B rice and C respectively, for Lead with  $0.226 \pm 0.00529$  and  $4.894 \pm 0.00529$  in A and H rice, and for Cadmium with  $0.006 \pm 0.001$  and  $0.043 \pm 0.00436$  in H and A. The results also showed meaningful, statistical deviation of accumulated concentration average of heavy metals in rice samples available in the markets of Hamedan through WHO. Concentration averages of Zinc and Cadmium are less while concentration average of Lead is more than permissible level.

**Discussion and Conclusion:** Finally, it can be stated that the rice product which is being consumed in Hamedan is exposed to Lead pollution which is more than permissible level and it can cause psychological and behavioral problems and health consequences which cannot be compensated.

**Keywords:** Heavy metal, Brass, Food Security, Hamedan

---

1-M.Sc, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

2- Associate Professor, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran. \*(Corresponding Authors)

## مقدمه

تجمع فلزات سنگین جذب شده در اندام گیاه در غلظت‌هایی بیش از حد استاندارد، ضمن فراهم آوردن موجبات کاهش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی، آلوده شدن زنجیره غذایی و به خطر افتادن سلامت جوامع انسانی را نیز به همراه دارد (۱). فعالیت‌های انسانی مثل فعالیت‌های صنعتی و تولیدی انرژی، انتشار گازها از آگزوز وسایل نقلیه، تخلیه کودهای شیمیایی و احتراق سوخت و زغال سنگ همگی منبع بالقوه برای ورود فلزات سنگین به خاک‌های کشاورزی هستند، منابع اصلی فلزات سنگین اتمسفر، معدن کاری، صنایع کار با فلز، احتراق سوخت‌های فسیلی، رسوب بقایای خاکستر حاصل از احتراق زغال سنگ، ترافیک و وسایل نقلیه و یا استفاده از آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی در کشاورزی می‌باشد (۲). عنصر روی از نظر کمیت دومین عنصر کمیاب موجود در بدن است. روی در بدن انسان در غلظت بالا در پروستات، استخوان، عضله و کبد تجمع می‌کند (۳). سرب یکی از فلزات سنگین و از عوامل آلوده‌کننده‌ی محیط زیست است که با ایجاد اثرات سمی شدید در انسان و دیگر جانداران نقش مهمی در آلودگی‌های محیط زیست دارد اختلال بیوسنتز شیمیایی و کم‌خونی، افزایش فشار خون، آسیب به کلیه‌ها، سقط جنین و نارسای نوزاد، اختلال سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان از عوارض منفی سرب در بدن می‌باشد (۴). کادمیوم با غلظت ۰/۰۶ تا ۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک یکی از مهم‌ترین و متحرک‌ترین فلزات سنگین خاک محسوب می‌شود، مسمومیت با این فلز باعث آسیب جدی به کلیه‌ها، استخوان و سیستم عصبی می‌شود (۵). هدف در تغذیه، تامین کافی انرژی و مواد مغذی لازم به منظور عملکرد طبیعی، رشد و جایگزینی بافتی، همچنین پیشگیری و حفاظت در مقابل بیماری‌هاست (۶). برنج یک محصول مهم جهانی بوده و از زمان‌های قدیم غذای اصلی و منبع اساسی کربوهیدرات در رژیم غذایی در چندین کشور آسیایی از جمله ایران بوده است. سوابق تحقیق: بررسی غلظت عناصر و به ویژه فلزات سنگین در برنج مصرفی در ایران و سایر کشورها انجام شده است، به عنوان

مثال آلودگی‌های برنج مصرفی به عناصر کادمیوم، سرب و آرسنیک در تبریز نشان داد که میانگین غلظت کادمیوم و سرب در نمونه‌های برنج به‌طور قابل توجهی بالاتر از ضوابط موسسه استاندارد و تحقیقات ایران می‌باشد (۷). بتجاریا (۲۰۰۹) گزارش کرد که در بنگال غربی هند، آب آبیاری باعث افزایش غلظت آرسنیک در خاک مزرعه برنج می‌شود (۸). در مقایسه نتایج با دستاورد پژوهش پرویزی مساعد (۱۳۹۰) که به‌منظور بررسی غلظت ۴ نوع فلز سنگین سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک در ۳۰ نوع از برنج‌های وارداتی و ۵ نوع از برنج‌های ایرانی کشت شده در شهرستان‌های بروجرد و اصفهان در سال ۱۳۸۹ انجام یافت و نتیجه گرفته شد که فلز سرب با میانگین غلظت ۰/۳۶۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم از حد استاندارد تعیین شده سازمان بهداشت جهانی در برنج‌های وارداتی بیشتر می‌باشد (۹) برنج یکی از گیاهانی است که دانه آن برای تأمین غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان بکار می‌رود (۱۰). توجه به اهمیت برنج در غذای روزانه و بررسی عوامل مخرب آن این پژوهش با هدف بررسی میزان غلظت فلزات سنگین در برنج عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان انجام یافت می‌توان به تشابه این نتایج با بررسی انجام شده اشاره کرد. هم چنین چندین بررسی دیگر صورت گرفته: پژوهش هدایتی فر و همکاران (۱۳۸۹) که به-منظور بررسی غلظت فلزات سرب و کادمیوم در نمونه‌های برنج پر مصرف استان لرستان و مقایسه آن با استانداردهای ملی انجام یافت و نتیجه گرفته شد که غلظت کادمیوم و سرب به ترتیب  $0/037 \pm 0/06$  و  $0/077 \pm 0/08$  میلی‌گرم در کیلوگرم ماده غذایی می‌باشد که از این نظر مشکلی برای سلامت وجود ندارد (۱۱)، پژوهش متین‌فر و ملکی (۱۳۸۵) که به‌منظور بررسی برنج شالیزارهای خرم‌آباد انجام یافت و نتیجه گرفته شد میزان کادمیوم بالاتر از حد مجاز (۰/۱۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) سازمان بهداشت جهانی می‌باشد (۱۲) که می‌توان به عدم تشابه نتایج با بررسی انجام شده اشاره کرد.

## محدوده منطقه مورد مطالعه

تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته و با وسعت ۱۹۴۹۳ کیلومترمربع شامل ۹ شهرستان، ۲۵ بخش، ۲۷ شهر، ۷۳ دهستان و ۱۱۲۰ روستا است.

استان همدان بین مدارهای ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه



نقشه ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه (نقشه شهر همدان)

Map 1. The map of area being studied (Hamedan map)

## جمع آوری نمونه‌ها

محلول مادر (استوک) و استاندارد عناصر روی، سرب و کادمیوم در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکروگرم در لیتر، غلظت فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم توسط دستگاه نشر اتمی قرائت می‌شود (۱۸، ۱۷، ۱۶) در نهایت غلظت عناصر روی، سرب و کادمیوم هر نمونه در سه تکرار توسط دستگاه نشر اتمی Varian 710-ES برحسب  $\mu\text{g/g}^{-1}$  وزن خشک قرائت گردید. پردازش آماری نتایج نیز توسط ویرایش نرم افزار SPSS انجام شد بدین ترتیب که به منظور اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، استفاده شد. برای مقایسه میانگین غلظت عنصر مورد مطالعه بین نمونه‌های برنج از آزمون آماری تحلیل واریانس بین آزمودنی یک طرفه (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)، برای مقایسه میانگین غلظت عناصر مذکور با استاندارد ارائه شده توسط WHO از آزمون تی تک‌نمونه‌ای، استفاده گردید.

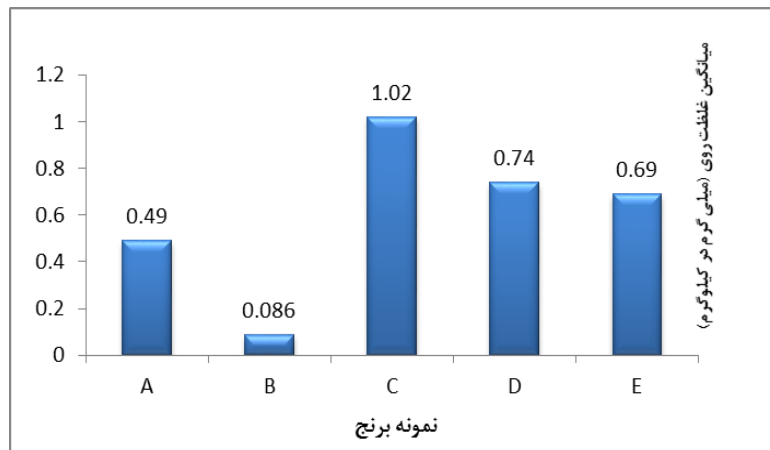
## نتایج

نتایج مربوط به قرائت غلظت فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم در نمونه‌های برنج کشت داخل و وارداتی در نمودارهای ۱ تا ۶ ارایه شده است.

نمونه‌برداری برنج به صورت تصادفی در سال ۱۳۹۴ از ۱۰ نوع محصول برنج موجود در بازار سطح شهر همدان انجام یافت (تعداد کل نمونه‌ها ۳۰ عدد می‌باشد). نمونه‌ها پس از پهن شدن روی کاغذهای تمیز در هوای آزاد خشک و سپس نمونه‌های خشک‌شده توسط آسیاب کاملاً پودر و در ظروف پلی‌اتیلنی نگهداری شدند (۱۳).

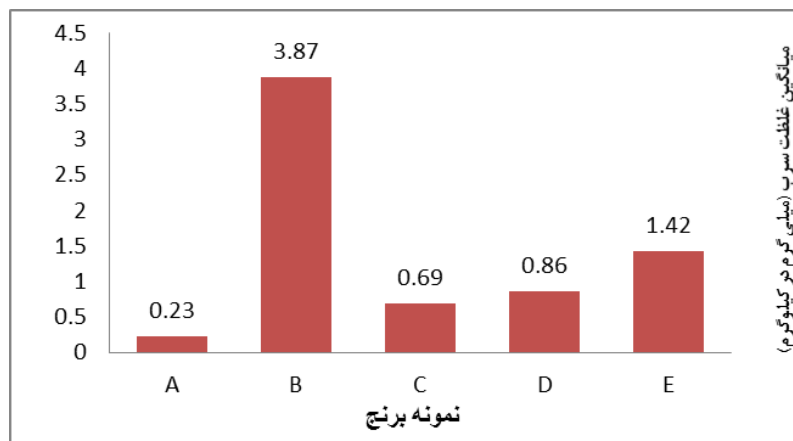
## آماده کردن و آنالیز نمونه‌ها

برای تعیین غلظت عناصر روی، سرب و کادمیوم در برنج خام، مقداری از نمونه‌های برنج جمع‌آوری شده برای از بین بردن آلاینده‌های احتمالی با آب دوبار تقطیر شسته شدند. نمونه‌ها در داخل دستگاه آون در دمای ۱۲۰-۱۱۰ سانتی-گراد خشک می‌کنیم. سپس نمونه‌ها را در کوره با درجه حرارت ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار می‌دهیم تا خاکستر سفید و بدون کربن حاصل شود (۱۴، ۱۵). سپس ۱ گرم از هر نمونه را به وسیله آسیاب برقی پودر و برای عصاره‌گیری از آن‌ها از روش هضم اسیدی توسط اسید نیتریک ۴ مولار در حرارت ۹۵ درجه سانتی‌گراد استفاده می‌شود. پس از صاف نمودن عصاره‌ها توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲، و ساخت



نمودار ۱- میانگین غلظت فلز روی (mg/kg) در نمونه‌های برنج کشت داخل

Figure1. The average of Zinc density (mg/kg) in rice samples cultivated in Iran



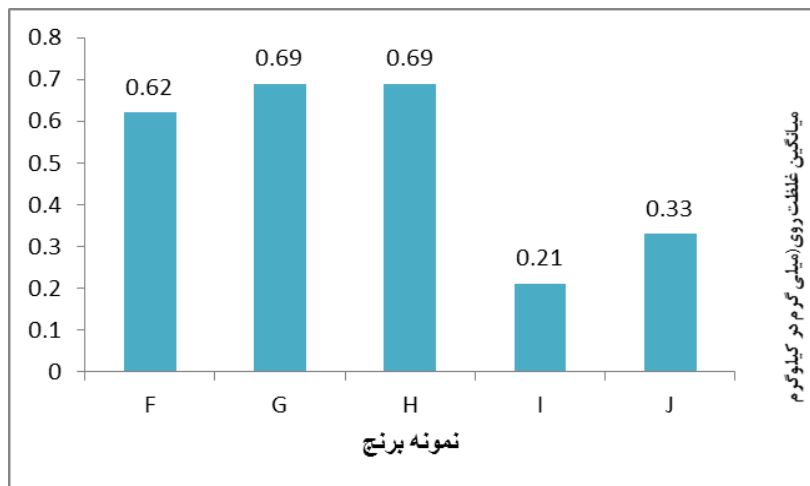
نمودار ۲- میانگین غلظت فلز سرب (mg/kg) در نمونه‌های برنج کشت داخل

Figure 2. The average of Lead density (mg/kg) in rice samples cultivated in Iran

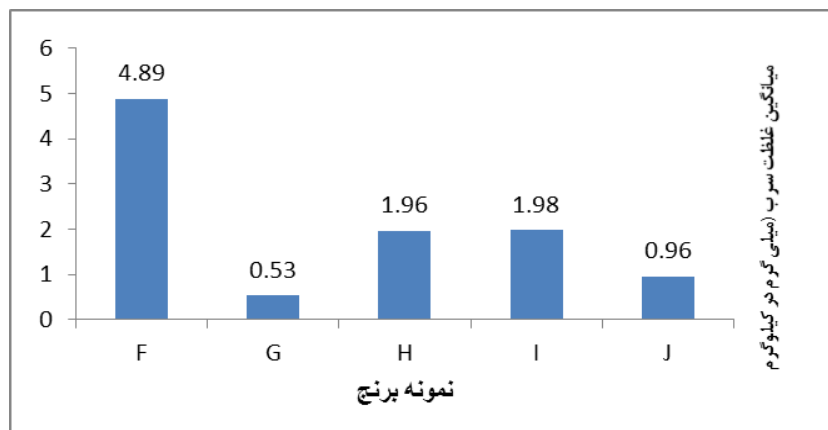


نمودار ۳- میانگین غلظت فلز کادمیوم (mg/kg) در نمونه‌های برنج کشت داخل

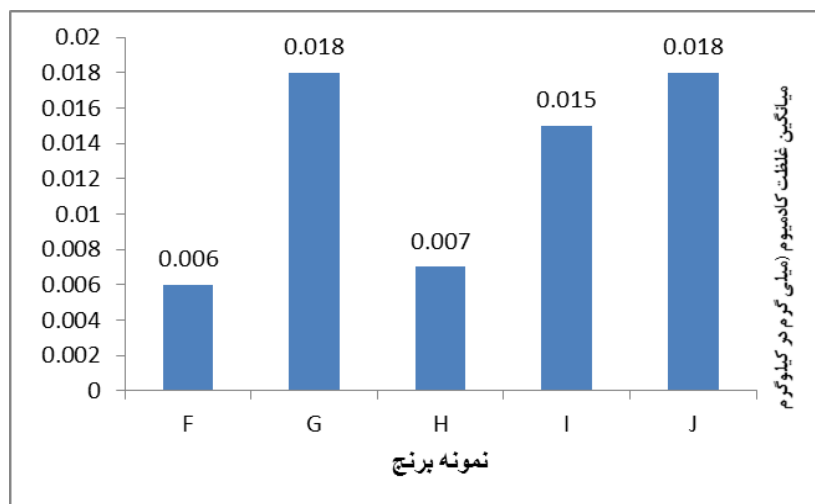
Figure3. The average of Cadmium density (mg/kg) in rice samples cultivated in Iran



نمودار ۴- میانگین غلظت فلز روی (mg/kg) در نمونه‌های برنج وارداتی  
Figure 4. The average of Zinc density (mg/kg) in Imported rice samples



نمودار ۵- میانگین غلظت فلز سرب (mg/kg) در نمونه‌های برنج وارداتی  
Figure 5. The average of Lead density (mg/kg) in Imported rice samples



نمودار ۶- میانگین غلظت فلز کادمیوم (mg/kg) در نمونه‌های برنج وارداتی  
Figure 6. The average of Cadmium density (mg/kg) in Imported rice samples

## بحث و نتیجه گیری

نتایج بیان گر آن است که کمینه و بیشینه میانگین غلظت عناصر در نمونه‌های برنج بر حسب میلی گرم در کیلوگرم برای روی با  $0.002 \pm 0.008$  و  $0.008 \pm 0.012$  به ترتیب مربوط به B و C، برای سرب با  $0.005 \pm 0.023$  و  $0.005 \pm 0.089$  به ترتیب مربوط به A و H و برای کادمیوم با  $0.001 \pm 0.006$  و  $0.004 \pm 0.043$  به ترتیب مربوط به H و A می باشد. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای به منظور مقایسه آماری میانگین غلظت تجمع یافته عناصر مورد ارزیابی در نمونه‌ها برنج مصرفی شهر همدان با رهنمود سازمان بهداشت جهانی نشان داد که با توجه به سطح معنی داری (P) کوچک تر از  $0.05$ ، میانگین غلظت عناصر روی، سرب و کادمیوم در نمونه های برنج کشت داخل به ترتیب با  $0.035 \pm 0.061$ ،  $0.144 \pm 0.141$  و  $0.016 \pm 0.023$  میلی گرم در کیلوگرم با رهنمود WHO اختلاف معنی دار آماری دارد. بدین صورت که میانگین غلظت عناصر روی و کادمیوم کم تر و میانگین غلظت عنصر سرب بیش تر از حد مجاز است. از طرفی با توجه به سطح معنی داری کوچک تر از  $0.05$ ، میانگین غلظت عناصر روی، سرب و کادمیوم در نمونه های برنج وارداتی به ترتیب با  $0.022 \pm 0.051$ ،  $0.170 \pm 0.062$  و  $0.006 \pm 0.013$  میلی گرم در کیلوگرم با رهنمود WHO اختلاف معنی دار آماری داشت. بدین صورت که میانگین غلظت عناصر روی و کادمیوم کم تر و میانگین غلظت عنصر سرب بیش تر از حد مجاز بود. نتایج آزمون تی مستقل به منظور مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین روی، سرب و کادمیوم بین نمونه های برنج کشت داخل و وارداتی نشان داد که نمونه های برنج کشت داخل و وارداتی از نظر میانگین غلظت عناصر روی و کادمیوم اختلاف معنی دار آماری با یکدیگر ندارند. در صورتی که از نظر میانگین غلظت عنصر سرب با یکدیگر اختلاف معنی دار آماری دارند.

**دلایل آلودگی عناصر:** تجاوز میانگین غلظت عنصر سرب از حد استاندارد را می توان به خاطر استفاده از آفت کش ها، کود و فاضلاب برای زراعت دانست (۱۹). همچنین می توان به خاطر آلوده کنندگی که در آب آبیاری، خاک مزرعه یا به آلودگی

حاصل از ترافیک در بزرگراهها نسبت داد (۲۰). همچنین فلز سرب از طریق پسماندها و فاضلاب های حاوی آن ها در صنایع، مراکز خدماتی بهداشتی و درمانی، نساجی ها، کارخانه های رنگسازی، صنایع فلزی آهن و فولاد، صنایع فلزی غیر آهنی، زیاله ها و پسماندهای حاوی لامپ های سوخته و باتری های مستعمل به محیط زیست راه پیدا می کند (۲۱). تا کنون چندین مطالعاتی در زمینه ارزیابی کیفی، بررسی غلظت عناصر و به ویژه فلزات سنگین در برنج مصرفی در ایران و سایر کشورها انجام شده است، که از جمله آن ها می توان به پژوهش رضائیان عطار و حصاری (۷) که نسبت به بررسی آلودگی های برنج مصرفی به عناصر کادمیوم، سرب و آرسنیک در تبریز اقدام کردند؛ پژوهش پرویزی مساعد (۹) که نسبت به بررسی غلظت ۴ نوع فلز سنگین سرب، کادمیوم، جیوه و آرسنیک در ۳۰ نوع از برنج های وارداتی در شهرستان های بروجرد و اصفهان اقدام کردند؛ پژوهش هدایتی فر و همکاران (۱۱) که نسبت به بررسی غلظت فلزات سرب و کادمیوم در نمونه های برنج پر مصرف استان لرستان و مقایسه آن با استانداردهای ملی اقدام کردند؛ پژوهش هودجی و جلالیان (۲۲) نسبت به بررسی مقدار کادمیوم و سرب در برنج کربال شمال ایران اقدام کردند؛ پژوهش زازولی و همکاران (۲۳) نسبت به بررسی مقدار کادمیوم و سرب در برنج و جذب روزانه اش در ناحیه ی قائم شهر استان مازندران اقدام کردند؛ پژوهش گوپتا و همکاران (۲۴) نسبت به بررسی تجمع فلزات سنگین در سبزیجات رشد کرده در زمین های کشاورزی که برای مدت طولانی با آب فاضلاب آبیاری شده اند اقدام کردند؛ پژوهش ژان ژون و همکاران (۲۵) نسبت به ارزیابی ریسک بهداشتی فلزات سنگین برای بخش های خوراکی از سبزیجات در مناطقی که با آب فاضلاب آبیاری می شوند اقدام کردند؛ پژوهش یامیلی و همکاران (۲۶) نسبت به بررسی آرسنیک در برنج مغازه های نیویورک خریداری شدند با نمونه هایی از کانادا، ونزوئلا و سایر کشورها مورد بررسی قرار گرفتند؛ پژوهش تارن لاین (۲۷) نسبت به بررسی مقدار فلز سنگین در برنج اقدام کرد؛ سطح زیرکشت برنج در دنیا کمتر از گندم بوده، لکن مقدار تولید آن تقریباً برابر گندم می-

را ۳۰۰۰ میلی‌گرم در هفته و یا ۵۰۰ میلی‌گرم در روز تعیین کرده است. از سرب وارد شده به بدن حدود ۵ تا ۱۵ درصد جذب می‌شود که در درازمدت به صورت تجمعی بار سرب بدن را افزایش می‌دهد و اگر انسان با غلظت‌های زیاد مواجه شده باشد، امکان دارد به حد آستانه اثر برسد و عوارض آن ظاهر گردد. در بزرگسالانی که غلظت سرب در خونشان بیش از ۱/۲ میکروگرم در هر میلی‌لیتر خون است، آنسفالوپاتی مشاهده شده است. همین عارضه در کودکان، با ۰/۱ تا ۰/۸ میکروگرم در میلی‌لیتر خون بروز می‌کند. این عارضه در کودکان کشنده است و اگر زنده بمانند از ناراحتی عصبی و یا عصبی روانی رنج خواهند برد. پژوهش درباره بیماری‌های اعصاب و روان نشان داده که سرب خون به مقدار ۰/۱۵ تا ۰/۷ میکروگرم در مترمکعب به عوارض نامطلوبی مثل کاهش ضریب هوشی، اختلال دید و ناهماهنگی در حرکت دست‌ها و بی‌توجهی می‌انجامد و به‌علاوه بعضی رفتارها مثل حرکت غیر عادی نیز به این عامل نسبت داده شده است (۲۹).

در خاتمه به منظور حفظ ایمنی غذایی نسبت به مطالعه سایر برندهای برنج عرضه شده در بازار مصرف به ویژه برندهای وارداتی، بررسی سایر فلزات سنگین سمی از جمله جیوه، کروم و آرسنیک و استفاده از دستگاه نشر اتمی برای افزایش دقت در قرائت غلظت فلزات سنگین نمونه‌ها توصیه می‌شود.

#### تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی جهاد دانشگاهی استان کرمانشاه جناب آقای مهندس مجید حاجی علیانی به خاطر حمایت و همکاری کمال تشکر را داریم.

#### Reference

1. Karimian, N, (1992), Soil Chemistry, Vol. 1 of Basics, Tehran: University Press Publishing Center (IN PERSIAN).
2. Massa Nadia, Andreucci, Flora, Poli, Monica, Aceto, Maurizio, Barbato, Roberto, Berta, Graziella. (2010). screening for heavy metals

باشد، کشت و کار برنج در دنیا و تولید آن از نظر کیفیت و کمیت دارای اهمیت خاصی است. زیرا برنج یکی از گیاهانی است که دانه آن برای تأمین غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان بکار می‌رود (۱۰). با توجه به اهمیت برنج در غذای روزانه و بررسی عوامل مخرب آن این پژوهش با هدف بررسی میزان غلظت فلزات سنگین در برنج عرضه‌شده در بازار مصرف شهر همدان انجام یافت.

#### نتیجه‌گیری کلی

آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی ممکن است منجر به بی‌نظمی در ساختار خاک، دخالت در رشد گیاه و حتی آسیب به سلامت انسان از طریق ورود به زنجیره غذایی گردد. در حال حاضر محصول برنج مصرفی شهر همدان در معرض آلودگی بیش از حد مجاز به فلز سنگین سرب می‌باشد، استفاده بی‌رویه و طولانی مدت از نهاده‌های کشاورزی، استقرار صنایع، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای فسفاته، حمل و نقل و استفاده از فاضلاب شهری برای آبیاری می‌تواند ضمن آلودگی محصول برنج و به تبع آن سایر فرآورده‌های حاصل، تبعات بهداشتی غیر قابل جبرانی را نیز برای مصرف‌کنندگان به‌دنبال داشته باشد. در این مطالعه علت بالاتر بودن غلظت سرب در تمام نمونه‌های برنج ایرانی و وارداتی از حد استاندارد است، آبیاری مزارع با فاضلاب‌های تصفیه نشده از نظر ترکیبات سرب‌دار می‌باشد، سمرقندی و همکاران در مطالعه خود نیز به این نتیجه دست یافتند که علت بالاتر بودن غلظت فلزات از حد استاندارد در سبزیجات پرورشی شهر همدان، آبیاری زمین‌های کشاورزی با فاضلاب تصفیه نشده می‌باشد (۱۳)، سرب از نظر انتشار، گسترده‌ترین عنصر سنگین و سمی در محیط‌زیست است که به‌ویژه از زمان مصرف آن در بنزین از پراکنش بسیار وسیعی در سطح جهان برخوردار است. سرب از جمله عناصر سنگین است که به صورت ترکیبات متنوع و گسترده از منابع مختلف وارد اتمسفر می‌گردند (۲۸). حد مجاز مصرف هفتگی (PTWI) ۰/۳ میلی‌گرم سرب برای افراد بالغ به‌وسیله یک کمیته از کارشناسان فائو (FAO) و بهداشت جهانی (WHO) پیشنهاد شده است، که حدوداً برابر ۴۳۰ میکروگرم در روز است. FAO/WHO حد تحمل انسان



- mercury and arsenic heavy metals concentration in the rice of Isfahan, Lorestan and imported rice. M.S thesis in Environmental Economics, Faculty of Environmen, Tehran University, p. 87. (In Persian)
10. Khodabandeh, N. (2005). Grains, 5<sup>th</sup> edition, Tehran University Press. (In Persian)
  11. Hedayatifar, R., Fallahi, A., Birjandi, M. (2010), Lead and cadmium measurements from the high consuming rice samples in Lorestan province and comparing it with national standards, Journal of Medical Sciences University of Lorestan, Vol.12, No. 4, pp.15-22. (In Persian)
  12. Matinfar, E, & Maleki, A. (2006), Investigating the Status of Heavy Elements in Water, Soil and Rice Products of Khorramabad Rice Fields, the First Regional Water Conference. (In Persian)
  13. Samarghandi, M. (2000). Investigation of the amount of heavy metals in cultivated vegetables with contaminated waters with these metals in the suburbs of Hamadan in 1996. Sabzevar Journal of Medical Sciences (Asrar). Vol. 7, No. 1, pp.43-54. (In Persian)
  14. Hodgson, E. (2004). The textbook of modern toxicology, 3th ed., John Wiley and Sons Inc. New Jersey, pp. 51-54.
  15. Kabata-Pendias, A., Pendias, H, (2001). Trace elements in soils and plants. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA, 413p.
  16. Allen, H.E, Perdue, E.M, Brown D. (1993). Metals in Ground Water, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, pp. 134-146.
  - accumulator s among stautochtonous plants in apolluted sitein Italy, Ecotoxicology and Environmental safety, 73, 1988-1997.
  3. Zarban, A, (1991). The Study of Zinc Concentration in Patients with Rheumatoid Arthritis, Master's Degree in Biochemistry, Faculty of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. (In Persian)
  4. Karbasi, M., Karbasi, A., Saremi, A., Ghorbanizadehkharaizi, H. (2010). The Study of the Concentration of Heavy Elements in the Drinking Water Supply Resources of Alashatar city in 2009, Journal of Lorestan University of Medical Sciences, Vol. 12, No.1, pp. 65-70. (In Persian)
  5. Channey, R.L, 1980, Health risks associated with toxic metals in municipal sludge, Science Publication, Inc, pp. 48-59.
  6. Fathi, Gh., & Gholizadeh, A. (2009), The Effect of Iron, Zinc and Cu Low-Consumption Fertilizers on the Growth and Yield of Barley Cultivars in Khuzestan Climate, Journal of Plant Physiology, Vol. 1, No. 1, pp: 21-48. (In Persian)
  7. Rezaeian Attar, F., Hesari, J. (2013), The Study of contamination of imported rice in the city of Tabriz to metal contaminants of cadmium, lead and arsenic, Journal of Food Industry Researches, Vol. 23, No. 4, pp: 581-594. (In Persian)
  8. Bhattacharya, P. (2009). Accumulation of Arsenic and its distribution in Rice plant in Gangetic West Bengal, India, paddy water Environ, DOI, 10.1007/s10333-009-018.
  9. Parvizai Mosaed, A. H. (2011). The Comparison of lead, cadmium,

- Journal of Biotechnology, 7: 3686-3689.
24. Gupta, N., Khan, D. K., Santra, S.C. (2012), Heavy metal accumulation in vegetables grown in a long term waste water irrigated agricultural land of tropical, India, Environ Monit Assess, 184, 6673-6682.
25. Zhan, J. X., Shu, Q. L., Yan, L. L. Yong, L.Y. (2011). Health risk assessment of heavy metals for edible part of vegetables grown in sewage irrigated soils in suburbs of Baoding City, China, Environ Monit Assess, , 184. 3503-3513.
26. Yamily, J, Zohan, M, Arsenic in Rice (Estimating Normal Levels of Total Arsenic in Rice Grain) , 2008.
27. Tarn, Lin,H, Wong,S, Chen li, G, Heavy Metal content of Rice and Shellfish in Taiwan, Journal of food and Drug Analysis, 2004, 12(2), pp, 167-174.
28. Ismaili, A. (2002), Heavy Metals Absorption by Minerals and Industrial Wastes, Thesis, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences. (In Persian)
29. Nazemi, S., Asgari, A., Raei, M. (2010). Investigating the amount of heavy metals in grown vegetable in the suburbs of Shahrud, Journal of Health and Environment, No. 2, pp. 195-202. (In Persian)
17. Soon, Y.K, Abboud, S. (1993). Cadmium, Chromium, Lead and Nickel, Lewis Publishers, Chelsea, MI, pp. 103-107.
18. Skujins, S. (1998). Handbook for ICP-AES (Varian-Vista). A short guide to vista series ICP-AES operation. Varian Int. AG Zug. Version 1.0. pp 29. Switzerland..
19. Mausi, G, Simiyu, G, Lutta, S. (2014). Assessment of selected heavy metal concentration in Eldoret town, Kenya. Environment and Earth Science, 4(3).
20. Cui, Y.J., Zhu, Y.G., Zhai, R., Huang, Y., Qiu, Y., Liang, J., (2005). Exposure to metal mixtures and human health impacts in a contaminated area in Nanning, China. Environment International 31, 784-790.
21. Rashida, N. (2011). Determination of the intensity of Soil and water Contamination with heavy metals in Savadkooh Region, Mazandaran Province, Bu-Ali Sina University, Hamedan. (In Persian)
22. Hoodaji, M. Jalalian.A.2004. The reviews levels of cadmium and lead in rice Karbala the north of Iran. Science and Technology of Agriculture and natural resource, the eighth year, Number the sixth.
23. Zazouli, MA, Shokrzadeh M, Izanloo H and Fathi S. (2008). Cadmium content in rice and its daily intake in Ghaemshahr region of Iran. African