

Study of the Amount of Pb, Cd and Cr in Imported Indian Rice to Iran and Tarom rice Produced in the Province of Golestan

Mohammad Shokrzadeh¹,
Matin Paran-Davaji²,
Fatemeh Shaki³

¹ Associate Professor, Department of Toxicology and Pharmacology, Pharmaceutical Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

² Department of Toxicology and Pharmacology, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

³ Assistant Professor, Department of Toxicology and Pharmacology, Pharmaceutical Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received August 24, 2013 ; Accepted October 8, 2013)

Abstract

Background and purpose: Heavy metal pollution has always been a major cause of environmental contamination and is considered as a major concern for food health. Rice is the most popular food among Iranians and the presence of heavy metals in trace level in rice has received special attention because they are directly related to health. In this study, the amount of Pb, Cd and Cr in Tarom rice farms in the province of Golestan was determined and compared with imported Indian rice in this province.

Material and methods: Ten famous brands of Indian Rice were bought from market of this province as were coded from 1 to 10. From the cities of Golestan including Gorgan, Ali Abad, Maraveh-Tapeh, Minoodasht, Gonbad and Galikesh based on the geographical location of each city, 20 rice samples were collected. The concentration of heavy metals in samples was measured using atomic absorption technique.

Results: Our data showed that generally the amount of Pb, Cd and Cr in Iranian rice were 0.32 ± 0.09 ppm, 17 ± 0.5 ppm and 17 ± 0.10 ppm, respectively and 0.33 ± 0.19 ppm, 0.04 ± 0.02 ppm and 0.28 ± 0.11 ppm were observed for concentration of Pb, Cd and Cr in Indian rice, respectively. There was no significant difference ($P > 0.05$) between the amount of lead in Iranian Rice and Indian Rice. However, the amount of cd in Iranian rice was significantly more than the Indian rice. On the other hand, the amount of Cr in Indian rice was significantly ($P < 0.001$) more than the Iranian rice.

Conclusion: Considering the aforesaid findings, it seems that the difference between Indian and Iranian rice is mainly related to the amount of Cr and Cd but there was no difference in the amount of Pb in both samples. So, it is recommended that in accordance to the adverse effects of chronic exposure to heavy metals, the amount of heavy metals and weekly intake of them via other agricultural products such as vegetables should be evaluated periodically.

Keywords: Pb, Cd, Cr, Rice, Iran

بررسی میزان سرب، کادمیوم و کروم در برنج های هندی وارداتی و برنج طارم تولیدی استان گلستان

محمد شکرزاده^۱
متین پران دوجی^۲
فاطمه شکی^۳

چکیده

سابقه و هدف: آلودگی به فلزات سنگین یکی از مشکلات مهم زیست محیطی و یکی از نگرانی های مهم بهداشت مواد غذایی به شمار می آید. برنج یکی از انواع پر مصرف غلات در جهان است که به طور گسترده در رژیم غذایی مردم وجود دارد. در این تحقیق میزان سرب، کادمیوم و کروم در برنج طارم مزارع استان گلستان و مقایسه آن با برنج وارداتی هندی در همان استان بررسی شده است.

مواد و روش ها: ده برند معروف برنج هندی پرفروش از بازار استان خریداری شد که به صورت کدهای ۱ تا ۱۰ شماره گذاری شد. هر یک از شهرستان های استان گلستان بر اساس موقعیت جغرافیایی، ۲۰ نمونه برنج طارم تهیه گردید که شامل شهرستان های گرگان، علی آباد، مراوه تپه، مینودشت، گنبد و گالیکش است. غلظت فلزات مورد نظر در نمونه ها توسط دستگاه جذب اتمی سنجیده شد.

یافته ها: نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که به صورت کلی در برنج ایرانی میزان سرب 0.32 ± 0.09 ppm، میزان کادمیوم 0.17 ± 0.05 ppm و میزان کروم 0.17 ± 0.10 ppm مشاهده شد و در برنج هندی این مقادیر برای سرب ppm 0.33 ± 0.19 ، برای کادمیوم 0.4 ± 0.02 ppm و برای کروم 0.28 ± 0.11 ppm به دست آمد. بین مقادیر سرب در برنج ایرانی و هندی از لحاظ آماری تفاوت قابل توجهی وجود ندارد ($p > 0.05$). لیکن در مورد کادمیوم و کروم این تفاوت قابل توجه است به صورتی که در برنج ایرانی میزان کادمیوم بیش تر از برنج هندی مشاهده شد ($p < 0.001$) و در برنج هندی میزان کروم بیش تر به دست آمد ($p < 0.001$).

استنتاج: با توجه به یافته های فوق الذکر به نظر می رسد تفاوت برنج های ایرانی و هندی بیش تر مرتبط با میزان کادمیوم و کروم می باشد و میزان سرب تفاوت چندانی ندارد و لذا توصیه می شود با توجه به عوارض تماس طولانی مدت با فلزات سنگین، میزان فلزات سنگین و میزان دریافت هفتگی آن ها از طریق سایر محصولات کشاورزی همانند سبزیجات به صورت دوره ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

واژه های کلیدی: سرب، کادمیوم، کروم، برنج

مقدمه

از طریق آب و مواد غذایی می تواند مسمومیت های حاد، مزمن و خطرناکی را ایجاد کند (۱). فلزات سنگین در

فلزات سنگین از جمله آلاینده های زیست محیطی محسوب می شوند که مواجه شدن انسان با بعضی از آنان

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی شماره ۱۲۷-۹۱ است که توسط معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران تامین شده است.

E-mail: fshaki.tox@gmail.com

مؤلف مسئول: فاطمه شکی - ساری: کیلومتر ۱۸ جاده خزرآباد، مجتمع دانشجای پیامبر اعظم، مرکز تحقیقات علوم دارویی

۱. دانشیار، گروه سم شناسی و فارماکولوژی، مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. گروه سم شناسی و فارماکولوژی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۳. استادیار، گروه سم شناسی و فارماکولوژی، مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۲ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۲/۷/۱۴ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۷/۱۶

بدن متابولیزه نمی گردند، در واقع پس از ورود به بدن دیگر از بدن دفع نشده و در بافت‌های بدن انباشته می گردند. همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می شود، از جمله این که سبب گسترش عفونت‌های ویروسی، باکتریایی و قارچی می شوند. هم چنین فلزات سنگین جایگزین دیگر املاح و مواد معدنی مورد نیاز در بدن می گردند. این مواد در بافت عروق، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب می کنند (۲). مسمومیت با فلزات سنگین می تواند منجر به عوارضی مانند اختلالات عصبی، انواع سرطان‌ها، فقر مواد مغذی، بر هم خوردن تعادل هورمون‌ها، سقط جنین، اختلالات تنفسی، قلبی عروقی، آسیب به کبد، کلیه‌ها، مغز، آلرژی، بی‌اشتهایی، پیری زودرس، کاهش حافظه، ریزش مو، پوکی استخوان، بی‌خوابی، تضعیف سیستم ایمنی بدن، کم خونی، تخریب ژن‌ها و حتی مرگ شود (۳،۴).

بیشترین اثر تخریبی فلزات سنگین به علت افزایش اکسید شدن رادیکال آزاد می باشد. رادیکال آزاد، یک مولکول آزاد و پر انرژی است که یک الکترون جفت نشده دارد و یک الکترون دیگر را از سایر مولکول‌ها جذب می کند تا به تعادل برسد (۴،۵). به طور طبیعی وقتی مولکول‌های سلول با اکسیژن واکنش می کنند (اکسایش)، رادیکال‌های آزاد تولید می شوند. اما در حضور فلزات سمی یا کمبود آنتی‌اکسیدان‌ها، رادیکال‌های آزاد به صورت کنترل نشده تولید می شوند. رادیکال‌های آزاد می توانند باعث تخریب بافت‌های مختلف بدن و فساد بافتی شوند (۵،۶). فلزات سنگین هم چنین می توانند اسیدپته خون را افزایش دهند که در نتیجه بدن برای حفظ pH مناسب خون، کلسیم را از استخوان‌ها بیرون می کشد. به علاوه فلزات سنگین شرایطی را ایجاد می کنند که منجر به التهاب شریان‌ها و بافت‌ها می شود که خود باعث خروج بیش‌تر کلسیم به سمت بافت‌ها به عنوان بافر می شود. کلسیم برای از بین بردن التهاب، ناحیه ملتهب را مثل یک پانسمان می پوشاند که منجر به سخت شدن دیواره شریان و

انسداد پیشرونده می شود (۴).

مشکل اصلی در مورد فلزات سنگین آن است که با فرآیندهای زیستی تجزیه نمی شوند. ترکیبات فلزی می توانند تغییر پیدا کنند ولی هم چنان باقی می ماند. این پایداری به آن‌ها اجازه انتقال به وسیله زنجیره غذایی یا آب را می دهد. در نتیجه، پایداری فلزات سنگین در سطوح بالای زنجیره غذایی بروز می کند که می تواند در حد چند برابر میزانی که در آب، هوا و یا غذا بوده است انباشته گردد. بنابراین موجب به مخاطره افتادن سلامتی گیاهان و جانوران درگیر این زنجیره می گردند (۷). گرچه این امر اثبات شده است که بیش‌تر فلزات سنگین برای نباتات در حکم یک سم بوده و باعث آسیب به بافت گیاه می گردند، با این وجود بعضی مکانیسم‌های خاص که هنوز هم به درستی شناخته نشده‌اند باعث می شوند که پدیده‌ای به نام انباشتگی زیستی در گیاه به وجود آید. بنابراین گیاه، فلزات خاصی را که جزو عناصر ضروری برای رشد آن نمی باشند در خود جمع و ذخیره می کند (۹،۱۰).

در بین فلزات سنگین سرب بیش‌ترین مقدار را در محیط زیست به خود اختصاص داده است زیرا سابقه مصرف سرب به هزاران سال قبل باز می گردد. گستردگی منابع سرب و فراوانی شاخه‌های مختلف صنعت در استفاده از این عنصر مانند رنگ‌سازی، مهمات‌سازی، صنایع رادیولوژی، پزشکی و افزون بر همه این‌ها استفاده گسترده آن در بنزین سبب گردیده تا این عنصر از پراکنش بسیار بالایی در تمام اکوسیستم‌ها برخوردار باشد (۱۱). از طرفی کادمیوم و سرب از جمله فلزات سمی هستند که هیچ کار ضروری شناخته شده‌ای در فیزیولوژی انسان انجام نمی دهند و به واسطه نیمه عمر بیولوژیک زیاد می توانند در بافت‌های بدن تجمع یابند (۱۲).

از مهم‌ترین عوارض تماس با سرب می توان به عقب افتادگی ذهنی و جلوگیری از رشد فکری کودکان، کم خونی و عوارض عصبی آن در کودکان اشاره کرد (۱۳). تجمع بیش از حد مجاز کادمیوم هم در

طریق برنج در کشور ایران زیاد می باشد. بنابراین بررسی و تحقیق در مورد آلودگی برنج های موجود در بازار به فلزات سنگین از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین در این تحقیق میزان فلزات سنگین شامل سرب، کادمیوم و کروم را در برنج طارم مزارع استان گلستان و مقایسه آن با برنج هندی وارداتی به همان استان بررسی شده است.

مواد و روش ها

در ابتدا ۳۰ نمونه برنج هندی پرفروش از ده برند معروف از هر برند ۳ نمونه ۵۰۰ گرمی (بر اساس پرس و جو) از بازار استان گلستان تهیه شده و سپس از شهرستان های استان گلستان که برنج کشت می شود (سطح زیر کشت آن ها نسبت به سایر شهرستان های دیگر بالاتر می باشد) از هر شهرستان بر اساس تقسیم بندی موقعیت جغرافیایی (شرق، غرب، شمال و جنوب) از هر موقعیت حداقل ۵ نمونه ۵۰۰ گرمی تهیه گردید و به آزمایشگاه منتقل و تا زمان آزمایش در یخچال نگهداری شد. جهت رفع آلودگی احتمالی، کلیه ظروف آزمایشگاهی توسط اسید نیتریک ۵ درصد شست و شو و با آب دیونیزه آب کشی و در آون خشک شدند. از هر نمونه ۵۰۰ گرمی تهیه شده، ۲ گرم از هر نمونه وزن گردید و به مدت ۴۸ ساعت در حرارت ۱۰۵ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شد تا کاملاً خشک گردند. سپس به هر کدام از نمونه ها ۱۰ میلی لیتر اسید پرکلریدریک ۷۰ درصد و ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک ۳۰ و ۳۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۷۰ درصد افزوده و در دمای آزمایشگاه به مدت نیم ساعت نگهداری و سپس روی هیتر قرار داده شد تا به آرامی محلول بجوشد تا یک محلول شفاف به حجم حدود ۳ میلی لیتر به دست آید و این محلول با آب مقطر دیونیزه به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانیده شد (۱۶). نمونه های آماده شده در یخچال نگهداری شدند تا تمام نمونه ها آماده شوند. سپس به منظور سنجش میزان فلزات سنگین در نمونه ها

بدن می تواند منجر به برخی از بیماری ها از قبیل سرطان پروستات، فشار خون بالا، تخریب بافت های بیضه و گلبول های قرمز خون، گرفتگی مجاری کلیه و انعقاد برخی از پروتئین ها و نیز بیماری ایتای ایتای (Itai- Itai) گردد که با شکستن استخوان ها و درد شدید همراه است. کروم هم از دیگر فلزات سنگین سمی و خطرناک است که تماس انسان با این فلز منجر به زخم و التهاب معده، خونریزی سیستم گوارش، درماتیت، تحریک ملتحمه، سرطان ریه و راه های هوایی می شود (۱۲).

در برنج کشور هایی مثل پاکستان، تایلند و اروگوئه که سابقه آلودگی در مزارع کشت آنان وجود دارد، آلودگی فلزات سنگین مشاهده می شود (۱۴). به عنوان مثال در تایلند، آلودگی با سرب باعث شده که نیمی از کودکان متولد در بانکوک، دچار مسمومیت با این فلز سمی و خطرناک باشند (۱۵). پاکستان نیز از جمله کشورهایی است که محصولات کشاورزی خود و از جمله برنج را تحت آزمایشات مداوم جهت بررسی و کنترل میزان آلودگی به فلزات سنگین قرار می دهد (۱۰، ۱۱). منشاء وجود این آلودگی ها مسائلی از قبیل نامناسب بودن آب زراعی، و عدم کنترل فاضلاب های صنعتی کارخانجات و نیز استفاده بی رویه از سموم حاوی فلزات مثل کادمیوم است که باعث هدایت رسوبات فلزات سمی به مزارع شده و در نهایت باعث پایین آوردن کمیّت و کیفیت محصول برنج و خطرات بی شمار بعدی می گردد فلزات سنگین مثل سرب و کادمیوم دارای ویژگی انباشتگی زیستی در بافت های موجودات زنده اعم از انسان، حیوان و گیاه می باشند، بنابراین خطرات ناشی از مصرف یک ماده غذایی آلوده به فلزات سنگین به خصوص سرب، کادمیوم و کروم، حتی به میزان اندک، زیاد است (۱۵، ۱۶). با توجه به احتمال آلودگی برنج به فلزات سنگین و این که برنج به طور وسیع به عنوان یک غذای محبوب و عامه پسند در کشور استفاده می شود، میزان دریافت فلزات سنگین از

با توجه به جدول شماره ۱ که میزان فلزات مورد سنجش برنج هندی را نشان می دهد، برای فلز سرب برای کدهای ۲ و ۵ تفاوت معنی دار آماری مشاهده شد ($p < 0/05$) و در مورد مقدار کادمیوم در برنج های هندی کدهای ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۱۰ تفاوت معنی دار آماری مشاهده شد ($p < 0/05$). در مورد کروم در برنج های هندی کدهای ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ مقدار معنی دار مشاهده گردید ($p < 0/05$).

طبق جدول شماره ۲ بیشترین مقدار آلودگی به فلز سرب مربوط به نمونه های برنج گالیکش است ($0/11 \pm 0/38$ ppm) و کمترین مقدار مربوط به نمونه های برنج گرگان است ($0/20 \pm 0/05$ ppm). بیشترین مقدار آلودگی کادمیوم مربوط به مراوه تپه است ($0/23 \pm 0/05$ ppm) و کمترین مقدار آلودگی به فلز کادمیوم مربوط به گنبد است ($0/14 \pm 0/04$ ppm). بیشترین مقدار کروم مربوط به نمونه های برنج گنبد است ($0/23 \pm 0/03$ ppm) و کمترین مقدار مربوط به نمونه های برنج گرگان است ($0/10 \pm 0/04$ ppm).

بر اساس منطقه جغرافیایی (طبق جدول شماره ۲)، بیشترین مقدار سرب مربوط به شمال گالیکش (ppm) $0/55 \pm 0/05$ و کمترین مقدار مربوط به شرق گنبد می باشد ($0/13 \pm 0/19$ ppm). بیشترین مقدار کادمیوم مربوط به شرق مراوه تپه ($0/26 \pm 0/04$ ppm) و کمترین مقدار در جنوب گنبد ($0/08 \pm 0/02$ ppm) می باشد ($p < 0/01$). در مورد کروم، بیشترین مقدار مربوط به شرق مینودشت ($0/31 \pm 0/27$ ppm) و کمترین مقدار مربوط به غرب مراوه تپه ($0/07 \pm 0/03$ ppm) می باشد ($p > 0/007$). طبق جدول شماره ۲ نشان دهنده میزان فلزات سرب، کادمیوم و کروم در انواع برنج طارم استان گلستان به صورت میانگین و انحراف معیار است.

طبق جدول شماره ۲، مقدار سرب در مناطق شرق و غرب علی آباد، شرق و غرب و جنوب مینودشت، مراوه تپه، شرق و غرب و جنوب گنبد، شرق گالیکش تفاوت قابل توجه آماری داشت و معنی دار بود ($p < 0/05$) در

از دستگاه طیف سنجی جذب اتمی با شعله (Atomic absorption spectrophotometer) مدل وریان ۱۰۰a که دارای دقت و حساسیت بالایی در اندازه گیری مقادیر جزئی عناصر می باشد استفاده گردید. برای تهیه آب دیونیزه از دستگاه Mili Pore direct-Q3 و اسیدهای تولیدی شرکت Merck آلمان استفاده شد. از یافته های به دست آمده در هر منطقه ابتداء میانگین و انحراف معیار محاسبه و سپس به کمک نرم افزار SPSS به روش آنالیز واریانس ها و آماره t تست آنالیز آماری بین مناطق نمونه برداری و در هر فلز و مقایسه با برندهای برنج هندی صورت گرفت که میزان خطای کم تر از ۰/۰۵ به عنوان معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

با توجه به جدول شماره ۱ که میزان فلزات مورد سنجش برنج هندی را نشان می دهد بیشترین مقدار سرب ($0/59 \pm 0/18$) و کمترین مقدار ppm $0/09 \pm 0/02$ می باشد.

بیشترین مقدار کادمیوم در $0/08 \pm 0/09$ ppm و کمترین مقدار آن $0/04 \pm 0/01$ ppm بود. در مورد کروم نیز بیشترین مقدار مشاهده شده در نمونه های برنج هندی $0/15 \pm 0/41$ ppm و کمترین مقدار گزارش شده $0/08 \pm 0/16$ ppm می باشد.

جدول شماره ۱: میزان فلزات سرب، کادمیوم و کروم در انواع برنج هندی

کد برنج هندی	تعداد نمونه	سرب (انحراف معیار ± میانگین) (ppm)	کادمیوم (انحراف معیار ± میانگین) (ppm)	کروم (انحراف معیار ± میانگین) (ppm)
۱	۳	$0/34 \pm 0/05$	$0/04 \pm 0/02$	$0/27 \pm 0/07$
۲	۳	$0/07 \pm 0/53$	$0/02 \pm 0/01$	$0/22 \pm 0/08$
۳	۳	$0/13 \pm 0/05$	$0/04 \pm 0/01$	$0/16 \pm 0/08$
۴	۳	$0/41 \pm 0/16$	$0/03 \pm 0/01$	$0/41 \pm 0/15$
۵	۳	$0/09 \pm 0/02$	$0/03 \pm 0/01$	$0/25 \pm 0/04$
۶	۳	$0/30 \pm 0/06$	$0/05 \pm 0/01$	$0/34 \pm 0/06$
۷	۳	$0/44 \pm 0/13$	$0/01 \pm 0/04$	$0/19 \pm 0/01$
۸	۳	$0/26 \pm 0/05$	$0/09 \pm 0/08$	$0/35 \pm 0/04$
۹	۳	$0/59 \pm 0/18$	$0/06 \pm 0/02$	$0/39 \pm 0/06$
۱۰	۳	$0/15 \pm 0/04$	$0/07 \pm 0/04$	$0/24 \pm 0/33$

تفاوت قابل توجهی وجود ندارد ($p > 0/05$). لیکن در مورد کادمیوم و کروم این تفاوت قابل توجه است به صورتی که در برنج ایرانی میزان کادمیوم بیش تر از برنج هندی مشاهده شد ($p < 0/001$) و در برنج هندی میزان کروم بیش تری به دست آمده است ($p < 0/001$).

بحث

مطالعه حاضر نشان داد تفاوت آماری قابل توجهی بین میزان فلزات در برنج نواحی مختلف استان گلستان وجود دارد. هم چنین میزان سرب موجود در مجموع برنج های هندی به طور کلی تفاوتی با میزان آن در برنج ایرانی ندارد. اما برنج ایرانی کادمیوم بیش تر و برنج هندی کروم بیش تر دارد که انجام مطالعات جهت یافتن علت آن در این ارتباط ضروری است.

میزان سرب برنج های ایرانی $0/09 \pm 0/32$ ppm بوده که اگر بر اساس محدوده مجاز استاندارد سرب را $0/5 - 1/2$ واحد در نظر بگیریم برنج ایرانی از این لحاظ در محدوده نرمال و طبیعی قرار دارد. میزان سرب برنج هندی نیز در این محدوده می باشد. اما میزان کادمیوم برنج ایرانی از کادمیوم برنج هندی بیش تر است (ppm $0/05 \pm 0/17$) در مقابل ppm $0/02 \pm 0/04$ در برنج هندی) و کروم برنج هندی بیش تر از کروم برنج ایرانی است (ppm $0/11 \pm 0/28$ در مقابل ppm $0/17 \pm 0/10$ در برنج ایرانی). در مطالعه ای در سال ۱۳۸۹ در استان لرستان مجموعاً ۹۹ نمونه برنج کاشته شده در مناطق مهم کشت این استان مورد بررسی قرار گرفته بود که نشان دادند تفاوت مقادیر کادمیوم و سرب بین نمونه های شهرستان های مختلف معنی دار است و مقدار کادمیوم و سرب در هر شهرستان کم تر از حد مجاز بود. مقایسه میزان سرب کل نمونه ها با حد مجاز (ppm $0/2$) نشان داد که مقدار سرب موجود در نمونه ها کم تر از حد مجاز و تفاوت معنی دار در مورد مقدار کادمیوم نیز مقایسه با حد مجاز (ppm $0/1$) نشان داد که در نمونه های خرم آباد مقدار کم از حد مجاز بود ولی این

مورد مقدار کادمیوم در مناطق شرق گرگان، شرق و غرب علی آباد، مراوه تپه، جنوب مینودشت، شمال گنبد و غرب گالیکش تفاوت قابل توجه از لحاظ آماری مشاهده شد. در مورد کروم در مراوه تپه، شرق و غرب و شمال و جنوب گنبد و شرق و جنوب گالیکش تفاوت قابل توجه بود.

جدول شماره ۲: میزان فلزات سرب، کادمیوم و کروم در برنج طارم تولیدی شهرستان های استان گلستان بر حسب منطقه جغرافیایی

شهرستان	تعداد نمونه	کادمیوم		
		سرب (انحراف معیار: میانگین)	کادمیوم (انحراف معیار: میانگین)	کروم (انحراف معیار: میانگین)
گرگان (شرق)	۵	$0/20 \pm 0/08$	$0/14 \pm 0/09$	$0/07 \pm 0/03$
گرگان (غرب)	۵	$0/21 \pm 0/07$	$0/17 \pm 0/03$	$0/12 \pm 0/04$
گرگان (کل)	۱۰	$0/20 \pm 0/05$	$0/16 \pm 0/04$	$0/10 \pm 0/04$
علی آباد (شرق)	۵	$0/34 \pm 0/02$	$0/16 \pm 0/05$	$0/13 \pm 0/02$
علی آباد (غرب)	۵	$0/31 \pm 0/02$	$0/19 \pm 0/01$	$0/14 \pm 0/04$
علی آباد (کل)	۱۰	$0/33 \pm 0/02$	$0/17 \pm 0/01$	$0/13 \pm 0/03$
مراوه تپه (شرق)	۵	$0/28 \pm 0/02$	$0/26 \pm 0/04$	$0/10 \pm 0/01$
مراوه تپه (غرب)	۵	$0/22 \pm 0/03$	$0/18 \pm 0/05$	$0/07 \pm 0/01$
مراوه تپه (شمال)	۵	$0/36 \pm 0/04$	$0/26 \pm 0/03$	$0/16 \pm 0/03$
مراوه تپه (جنوب)	۵	$0/32 \pm 0/02$	$0/23 \pm 0/05$	$0/26 \pm 0/04$
مینودشت (شرق)	۵	$0/26 \pm 0/01$	$0/17 \pm 0/01$	$0/31 \pm 0/27$
مینودشت (غرب)	۵	$0/33 \pm 0/02$	$0/18 \pm 0/02$	$0/11 \pm 0/04$
مینودشت (شمال)	۵	$0/40 \pm 0/01$	$0/11 \pm 0/01$	$0/22 \pm 0/05$
مینودشت (جنوب)	۵	$0/35 \pm 0/05$	$0/19 \pm 0/01$	$0/08 \pm 0/01$
گنبد (شرق)	۵	$0/19 \pm 0/13$	$0/16 \pm 0/03$	$0/20 \pm 0/01$
گنبد (غرب)	۵	$0/32 \pm 0/03$	$0/14 \pm 0/04$	$0/21 \pm 0/03$
گنبد (شمال)	۵	$0/45 \pm 0/07$	$0/17 \pm 0/02$	$0/21 \pm 0/01$
گنبد (جنوب)	۵	$0/35 \pm 0/09$	$0/08 \pm 0/02$	$0/28 \pm 0/02$
گالیکش (شرق)	۵	$0/36 \pm 0/02$	$0/13 \pm 0/03$	$0/23 \pm 0/02$
گالیکش (غرب)	۵	$0/33 \pm 0/06$	$0/19 \pm 0/01$	$0/09 \pm 0/01$
گالیکش (شمال)	۵	$0/55 \pm 0/05$	$0/10 \pm 0/03$	$0/15 \pm 0/01$
گالیکش (جنوب)	۵	$0/27 \pm 0/04$	$0/18 \pm 0/02$	$0/29 \pm 0/01$
مراوه تپه (کل)	۲۰	$0/29 \pm 0/06$	$0/23 \pm 0/05$	$0/15 \pm 0/07$
مینودشت (کل)	۲۰	$0/34 \pm 0/05$	$0/16 \pm 0/03$	$0/18 \pm 0/16$
گنبد (کل)	۲۰	$0/33 \pm 0/11$	$0/14 \pm 0/04$	$0/23 \pm 0/03$
گالیکش (کل)	۲۰	$0/38 \pm 0/11$	$0/15 \pm 0/04$	$0/19 \pm 0/07$

نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که در نمونه های برنج مناطق تحت مطالعه به صورت کلی در برنج ایرانی میزان سرب ppm $0/09 \pm 0/32$ ، میزان کادمیوم ppm $0/05 \pm 0/17$ و میزان کروم ppm $0/10 \pm 0/17$ به دست آمده است و در برنج هندی این مقادیر برای سرب ppm $0/19 \pm 0/33$ ، برای کادمیوم ppm $0/02 \pm 0/04$ و برای کروم ppm $0/11 \pm 0/28$ به دست آمد (جدول شماره ۳). بین مقادیر سرب در برنج ایرانی و هندی از لحاظ آماری

تفاوت معنی دار نبود. در مورد شهرستان بروجرد و دورود مقدار در حد معنی داری کم تر از حد مجاز بود ($p < 0.05$). میانگین کادمیوم و سرب به دست آمده در این مطالعه در مقایسه با میزان مجاز که توسط معاونت غذا و دارو وزارت بهداشت اعلام شده است (0.1 ppm) برای کادمیوم و 0.2 ppm برای سرب) اطلاعات حاصل از این مطالعه نشان می دهد میزان سرب برنج های هندی و ایرانی در مقایسه با برنج لرستان بسیار بیش تر و بالاتر از محدوده نرمال و مجاز است ولی میزان کادمیوم برنج هندی در مطالعه ما کم تر از برنج لرستان و زیر حد مجاز است ولی برنج ایرانی کادمیوم بیش تری دارد و بالاتر از حد مجاز می باشد.

گزارش بختیاران و همکاران در سال ۲۰۰۱ روی برنج های مناطق شمال ایران نشان داد که بیش ترین مقدار سرب و کادمیوم در برنج حسنی به ترتیب حدود 0.965 ppm و 0.793 ppm است (۱۷). در مطالعه ما بیش ترین مقدار سرب در شمال گالیکش ($0.55 \pm 0.05 \text{ ppm}$) و بیش ترین مقدار کادمیوم در شمال مراوه تپه ($0.26 \pm 0.03 \text{ ppm}$) گزارش شد و در برنج هندی بیش ترین مقدار سرب مربوط به کد ۹ ($0.189 \text{ ppm} \pm 0.059$) و بیش ترین مقدار کادمیوم مربوط به کد ۸ است ($0.09 \pm 0.008 \text{ ppm}$).

کاباتا-پندیس میزان کادمیوم غلات جهان در محدوده $0.22 - 0.13$ و برای سرب در محدوده $0.1 - 0.08$ میلی گرم بر کیلوگرم مطرح کرد. نتایج مطالعه ما در مورد سرب در این محدوده می باشد (۱۸). متغیرهایی مثل محیط و منطقه جغرافیایی، نحوه کشت

محصول، واریته برنج، فصول و شرایط خاک مهم ترین عوامل تغییر در عناصر نمونه های برنج هستند. بنابراین تفاوت موجود در میزان فلزات در انواع مختلف برنج ممکن است مربوط به این عوامل باشد (۷). با توجه به این که فلزاتی مثل سرب و کادمیوم و کروم از عناصر مهم پوسته زمین بوده و با توجه به کاربرد وسیع آنها Lin و همکاران در سال ۲۰۰۴ تحقیقی روی خاک های جنوب شرقی آسیا (تایلند) انجام دادند و گزارش دادند که فلزات سنگین (آرسنیک، کادمیم، کبالت، کروم، مس، جیوه، نیکل، سرب و روی) در خاک به شکل قابل دسترس تجمع یافته، سپس از طریق خاک به گیاهان و محصولات کشاورزی منتقل می شوند. آنها هم چنین به یک رابطه بین مقدار این فلزات در خاک و غلظت آنها در گیاهان پی بردند (۱۴). پس می توان گفت با غنی سازی خاک از عناصر مورد نیاز و کاهش عناصر مضر می توان میزان فلزات را تنظیم نمود. طبق نتایج مطالعه دکتر شکرزاده و همکاران در مازندران در مورد غلظت کادمیوم، کروم و سرب در برنج چمپا شهرستان مبارکه که ۴۰ درصد از نمونه ها دارای میزان کادمیوم بالاتر از استاندارد بودند ولی تمامی نمونه ها از نظر سرب و کروم پایین تر از حد استاندارد بودند در مطالعه ما نیز میزان کادمیوم بالاتر از حد مجاز ولی کروم کم تر از حد مجاز بود. یکی از دلایل احتمالی میزان بالای کادمیوم در نمونه های برنج، می تواند مصرف نادرست کودهای شیمیایی فسفات، لجن فاضلاب و کمپوست در مزارع برنج باشد. میزان دریافت هفتگی مجاز سرب (PTWI) ۲۵ میکروگرم بر کیلوگرم وزن

جدول شماره ۳: میانگین تام و میزان دریافت روزانه و هفتگی فلزات سرب، کادمیوم و کروم در برنج طارم تولیدی شهرستان های استان گلستان و برنج هندی

	برنج طارم استان گلستان			برنج هندی		
	سرب (ppm)	کادمیوم (ppm)	کروم (ppm)	سرب (ppm)	کادمیوم (ppm)	کروم (ppm)
حداقل آلودگی	0.19 ± 0.13	0.08 ± 0.02	0.07 ± 0.03	0.2 ± 0.09	0.1 ± 0.04	0.16 ± 0.08
حداکثر آلودگی	0.55 ± 0.05	0.26 ± 0.0	0.31 ± 0.27	0.18 ± 0.09	0.09 ± 0.08	0.41 ± 0.15
میانگین تام	0.32 ± 0.09	0.17 ± 0.05	0.17 ± 0.10	0.33 ± 0.19	0.04 ± 0.02	0.28 ± 0.11
میزان دریافت روزانه	0.502 mg/kg	0.267 mg/kg	0.267 mg/kg	0.51 mg/kg	0.062 mg/kg	0.44 mg/kg
میزان دریافت هفتگی	0.514 mg/kg	1.869 mg/kg	1.869 mg/kg	3.626 mg/kg	0.434 mg/kg	3.08 mg/kg

میزان برداشت هفتگی فلزات سنگین از طریق مصرف برنج هندی و ایرانی کم تر از میزان تعیین شده WHO/FAO بود ولی باید توجه کرد ویژگی بارز این فلزات پایداری آن‌ها می‌باشد و مانند مواد آلی طی فرایندهای زیست-شیمی تجزیه نشده و تغییر نمی‌کنند. در نتیجه با تجمع در مواد غذایی و یا تجمع بیولوژیکی در بافت‌های بدن جانوران باعث آسیب‌های مهمی در موجودات می‌شوند (۱۹). بنابراین گرچه مقادیر فلزات برنج‌های ایرانی و هندی نسبت به میزان تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی کم تر است اما به دلیل اثر تجمعی فلزات در بدن و احتمال آسیب، بهتر است از محصولات با کیفیت بالاتر استفاده نمود. با توجه به یافته‌های فوق الذکر به نظر می‌رسد تفاوت برنج‌های ایرانی و هندی بیش تر مرتبط با میزان کادمیوم و کروم می‌باشد و میزان سرب تفاوت آن‌چنانی ندارد. هم‌چنین در مطالعه ززولی در سال ۲۰۰۷ که روی برنج‌های شهرستان برنج قائم‌شهر انجام گرفته بود، میزان کادمیوم 0.17 ± 0.41 ppm به دست آمده است (۲۰)، اما در مطالعه ما میزان کادمیوم در برنج استان گلستان 0.05 ± 0.17 ppm در برنج هندی 0.02 ± 0.04 ppm به دست آمد و لذا توصیه می‌شود میزان فلزات سنگین و میزان دریافت هفتگی آن‌ها از طریق سایر محصولات کشاورزی همانند سبزیجات و هم‌چنین سایر انواع برنج به طور مستمر مورد ارزیابی قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله استخراج شده از پایان نامه دوره دکتری داروسازی خانم متین پروان دوجی به شماره ثبت ۳۶۲ بوده که بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی مازندران می‌باشد. بدین وسیله مؤلفین مقاله از کلیه همکاران حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران تقدیر و تشکر می‌نمایند.

بدن در هفته است. با در نظر گرفتن فردی با وزن ۷۰ کیلوگرم و مصرف روزانه متوسط ۱۱۰ گرم در روز برنج میزان دریافت هفتگی سرب فرد به وسیله برنج هندی مقدار $3/62$ میکروگرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در هفته و برای برنج ایرانی $3/51$ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هفته است که این میزان کم تر از PTWI تعیین شده توسط WHO/FAO است. در مطالعه ملکوتیان در مورد فلزات سنگین برنج وارداتی هندی در سال ۱۳۹۰ این مقدار $7/01$ بود که مقدار بیش تری می‌باشد (۱۳). میزان PTWI تعیین شده توسط WHO/FAO برای کروم $23/3$ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته است. حال دوباره با در نظر گرفتن فردی با وزن ۷۰ کیلوگرم و مصرف روزانه ۱۱۰ گرم در روز برنج، این فرد در طول یک هفته به دلیل مصرف برنج هندی بررسی شده $3/08$ میکروگرم کروم به ازای کیلوگرم وزن بدن در هفته کروم دریافت می‌کند و با مصرف برنج ایرانی $1/86$ میکروگرم کروم به ازای کیلوگرم وزن بدن در هفته دریافت می‌کند (جدول شماره ۳). هر دوی این مقادیر بسیار کم تر از PTWI تعیین شده توسط WHO/FAO است. در مطالعه ملکوتیان این میزان $12/55$ به دست آمد که در مقایسه با میزان کروم برنج مطالعه حاضر بسیار بیش تر می‌باشد. میزان دریافت هفتگی مجاز کادمیوم (PTWI) $2/5$ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته است. با در نظر گرفتن فردی با وزن ۷۰ کیلوگرم و مصرف روزانه متوسط ۱۱۰ گرم در روز برنج میزان دریافت هفتگی کادمیوم فرد به وسیله برنج هندی مقدار $0/434$ میکروگرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در یک هفته است و برای برنج ایرانی $1/86$ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هفته است (جدول شماره ۳). این میزان کم تر از PTWI تعیین شده توسط WHO/FAO برای میزان کادمیوم است.

References

1. Shuklasr P. Adsorption of Cu, Ni, and Zn on modified jute fibers. *Bioresource Technology* 2005; 96(13): 1430-1438.
2. Lie GC, Lin HT, Lai CS. Investigation of the heavy metal content in soil and rice at the fields irrigated by the waste water of cadmium stearate manufactory. *Proceeding of the 2nd Workshop of Soil Pollution Prevention*; 1990; National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
3. Fu J, Zhou Q, Liu J, Liu W, Wang T, Zhang Q, et al. High levels of heavy metals in rice from atypical e-Waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. *Chemosphere* 2008; 71(7): 1269-1275.
4. Zazouli MA, Bandpei AM, Maleki A, Saberian M, Izanloo H. Determination of cadmium and lead contents in black tea and tea liquor from Iran. *Asia Journal of Chemistry* 2010; 22(2): 1387-1393.
5. FAO. FAO statistical databases. Food and Agriculture Organization; 2004 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://apps.fao.org/>.
6. Khaniki G, Zazouli MA. Cadmium and lead content in rice in the North Iran. *Int J Agriculture & Biology* 2005; 7: 1026-1029.
7. Bosque MA, Schuhmacher M, Domino JL, Lobet JM. Concentration of Lead and Cadmium in edible in vegetable from Tarragona province Spain. *Science of The total Environment*. 1990; 95: 61-67
8. Saleh IA, Shinwari N. Report on the levels of cadmium, and mercury in imported Rice grain samples. *Biol Trace Elem Res* 2001; 83: 91-95.
9. Lin HT, Wong SS, Li GC. Heavy metal content of rice and shellfish in Taiwan. *Food and Drug Analysis* 2004; 12(2): 167-74.
10. Raikwar K, Kumar M, Singh P, Singh A. Toxic effect of heavy metals in livestock Health. *Vet World* 2001; 1(1): 28-30.
11. Sadiqe M. Toxic metal chemistry in marine environments. New York: Marcel Dekker, Inc. 1992; 92-96.
12. Morisshita T, Funoto N. Varietal differences in cadmium levels of rice grains of Japonica, Indica, Javanica and hybrid varieties produced in the same plot of a field. *Soil Sci Plant Nutr* 1987; 33(4): 629-637.
13. Malakootian M, Yaghmaeian K, Meserghsni M, Mahvi AH, Daneshpajouh, M. Determination of Pb, Cd, Cr and Ni concentration in imported Indian rice to Iran. *Iran J Health & Environ* 2011; 4(1): 77-84.
14. Rahman S, et al. Determination of lead and cadmium in pulses and cereals by atomic absorption. *Pakistan J Sci Ind Res* 1990; 33(3): 85-88.
15. Shimbo S, Zhang ZW, Watanabe T, Nakatsuka H, Mutsuda N, Higashikawa K. Cadmium and lead contents in rice and other cereal products in Japan in 1998-2000. *SCI Total Environ* 2001; 281(1-3): 165-75.
16. ASTM. Standard Guide for Preparation of Biological Samples for Inorganic Chemical Analysis. Pennsylvania: American Society of Testing and Material; 1999. p. 84-89.
17. Chino M, Moriyama K, Saito H, Morn T. The amount of heavy metal derived from domestic sources in Japan. *Water Air Soil Poll* 1991; 57: 829-837.
18. Bakhtiarian A, Gholipour M, Ghazi-Khansari M. Lead and cadmium content of korbali rice in Northern Iran. *Iranian J Publ Health* 2001; 30(3-4): 129-132.

19. Benet JC. Cecil Textbook of Medicine. 20th ed. Philadelphia: WB Saunders Co.; 1996. p. 61-67.
20. Maleki A, Zazooli MA, Shokrzadeh M. Investigation of Cadmium Content in Iranian Rice (*Oryza sativa*): Its Weekly Intake. J Appl Sci Environ Manag 2007; 11(1): 101-105.