نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۳ شماره ۴/ سال ۱۳۹۲

بررسی آلودگی برنج‌های وارداتی پر مصرف در شهر تبریز به آلاینده های فلزی کادمیوم، سرب و آرسنیک

فرناز رضائیان عطار[۱] و جواد حصاری[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۶

[۱]دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی پردیس بین المللی ارس دانشگاه تبریز
[۲]دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
[*]مسئول مکاتبه: Email: jhesari@tabrizu.ac.ir

چکیده

آلودگی به فلزات سنگین یکی از مشکلات مهم زیست محیطی و یکی از نگرانی های بهداشت مواد غذایی به شمار می‌آید. برنج، به ویژه برنج سفید (*Oryza sativa*)، اساسی ترین غذا در رژیم غذایی افراد مختلف از جمله در کشورهای آسیایی و دومین غذای پرمصرف در بین مردم ایران است. این مطالعه به منظور کنترل و تعیین غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک در نمونه‌های برنج وارداتی پرمصرف در شهر تبریز (استان آذربایجان شرقی) انجام شد. برای این منظور، ۱۰ نمونه برنج وارداتی پرمصرف به طور تصادفی از بازار تبریز خریداری گردید و پس از آماده سازی، سنجش غلظت‌های کادمیوم، سرب و آرسنیک با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی مدل PG-990 در طول موج‌های ویژه و دستگاه آرسنومتر انجام گردید. پس از جمع آوری اطلاعات، داده‌ها بوسیله نرم افزار آماری SAS آنالیز و با استاندارد ملی مقایسه شدند. تفاوت معنی‌داری میان غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک در نمونه‌های برنج مشاهده گردید ($P<0/01$). نتایج نشان داد که میانگین غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک در نمونه‌های برنج به ترتیب ۰/۱۰۹±۰/۱۵۷، ۰/۲۹۰±۰/۱۵٤ و ۰/۰۲۸±۰/۰۵۵ میلی گرم بر کیلوگرم بر مبنای وزن خشک بود. میانگین غلظت کادمیوم و سرب در نمونه های برنج به طور قابل توجهی بالاتر از ضوابط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بود. به منظور دستیابی به ایمنی رژیم مصرفی، مصرف هفتگی کادمیوم، سرب و آرسنیک از طریق برنج بر مبنای مصرف روزانه برنج هر فرد ایرانی (با در نظر گرفتن مصرف ۱٦۵ گرم برنج در روز و فردی با وزن ٦۰ کیلوگرم) محاسبه گردید. نتایج نشان داد که مصرف هفتگی کادمیوم، سرب و آرسنیک از طریق برنج در حد مجاز مصرف هفتگی قابل تحمل (PTWI) رژیمی کل پیشنهاد شده بوسیله FAO/WHO بود.

واژه‌های کلیدی: برنج، فلزات سنگین، کادمیم، سرب، آرسنیک

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بیش از ۸۰۰۰ سال است که برنج بشر را همراهی کرده است (لمپ ۱۹۹۵). برنج از نظر اهمیت در رژیم غذایی پس از گندم، در مقام دوم قرار دارد (مکلین و همکاران ۲۰۰۲). امروزه، برنج غذای اصلی حدود ۲/٤ میلیارد نفر است، در اواسط قرن بعد، این عدد به ٤/٦ میلیارد نفر خواهد رسید (لمپ ۱۹۹۵). بر طبق داده های آماری از سازمان غذا و کشاورزی (FAO[1]) (۲۰۰٤)، برنج قریب به ۳۰٪ از انرژی رژیمی و ۲۰٪ از پروتئین دریافتی رژیمی را در سرتاسر جهان فراهم می سازد.

جذب کل فلزات سنگین از طریق برنج به طور آشکاری به الگوهای مصرفی که به طور قابل ملاحظه ای در میان مناطق متفاوت است، بستگی دارد. بر طبق مقالات منتشر شده، برنج غذای اصلی بیشتر کشورهای آسیایی با مصرف روزانه در رنج ۱۷۸–۱۵۸ گرم و میانگین ۱٦٥ گرم برای هر نفر در روز، با میانگین وزن بدن ٦۰ کیلوگرم می باشد (نوگاوا و ایشیزاکی ۱۹۷۹ و ریوای و همکاران ۱۹۹۰). برنج دومین غذای پرمصرف در بین مردم ایران است. با توجه به مصرف بالای برنج در جهان، نگرانی در رابطه با آلودگی احتمالی برنج با فلزات سنگین افزایش یافته است (پیپ ۱۹۹۳ و نریاگو و لین ۱۹۹۵)، بنابراین در بیشتر کشورها، اندازه گیری های کنترلی از نظر حضور آلاینده ها در مواد غذایی مهم مانند برنج، برای کسب اطمینان از سلامتی غذا انجام می‌گیرد.

فلزات سنگین، عموما به عنوان فلزاتی تعریف می گردند که چگالی ویژه بیشتر از ٥ گرم بر سانتی متر مکعب را دارند. از بین آنها، فلزاتی مانند سرب، کادمیوم و آرسنیک زنوبیوتیک[2] هستند، به این مفهوم که این عناصر برای متابولیسم بدن مورد نیاز نیستند و حتی مقادیر کم آنها نیز برای بدن مضر است. عناصر بالقوه سمی مانند کادمیوم، سرب و آرسنیک به طور گسترده‌ای در محیط به صورت طبیعی یا در اثر فعالیت انسان از طریق عملیات کشاورزی و صنعتی پراکنده شده‌اند (کوی و همکاران ۲۰۰٥). فلزات سنگین بطور زیستی تجزیه ناپذیر هستند، بنابراین برای مدت های طولانی در اکوسیستم های محیطی مقاومت می کنند. در میان محصولات کشاورزی اصلی، برنج محصول ویژه ی با جذب و تجمع کادمیوم، سرب و آرسنیک بالا است (چانی و همکاران ۲۰۰٤). لذا برنج منبع اصلی مصرف عناصر سمی برای بیشتر جمعیت جهان از جمله ایران محسوب می‌شود.

در میان فلزات سنگین، کادمیوم مایه نگرانی زیاد به دلیل تحرک نسبتا بالا در خاک ها و سمیت شدید بیولوژیکی حتی در غلظت کم است (داس و هکاران ۱۹۹۷). در مناطق صنعتی در سرتاسر آسیا، شالیزارهای برنج اغلب به مناطق صنعتی که ضایعات شیمیایی شان را به کانال های آبیاری استفاده شده برای آبیاری شالیزارها تخلیه می کنند نزدیک هستند (لین ۲۰۰۲). کودهای فسفاته به عنوان فراوان ترین منبع آلودگی کادمیومی خاک های کشاورزی هستند (آلووی ۱۹۹٥). منابع دیگر شامل فاضلاب ها، کارخانه هایی که با فلزات کار می کنند، کوره های ضایعات، ترافیک شهری، اتمسفر، کارخانه های سیمان و غیره می باشند (سانیتا و گابریلی ۱۹۹۹). مهمترین اثر سوء مصرف کادمیوم در انسان، بیماری ایتای ایتای[3] است که اولین بار به علت مصرف برنج آلوده به این فلز در ژاپن گزارش شد. طی اواسط قرن ۲۰ ام (سال ۱۹٥۰)، کادمیوم از طریق کمپانی های استخراج معدن در کوه‌ها به رود خانه جینزو[4] وارد گردید (شیمبو و همکاران ۲۰۰۱). آب رودخانه برای آبیاری شالیزارهای برنج استفاده شد و کادمیوم متعاقبا بوسیله برنج در حال رشد جذب گردید. اثر آن بر مردم محلی نرم شدن استخوان ها، آنمی و تخریب بافت کلیه بود. هم اکنون

[1] Food and Agriculture Organisation
[2] Xenobiotic
[3] *Itai-itai* disease
[4] *Jinzu*

Archive of SID
www.SID.ir

قانون جهانی به منظور تنظیم سطح قابل قبول کادمیوم در مواد غذایی وجود دارد. FAO غلظت استاندارد کادمیوم را در برنج ppm ۰/۲ مشخص نموده است (FAO ۲۰۰٤).

با توسعه سریع صنعت در سرتاسر جهان از قرن ۲۰، ورود سرب به خاک های کشاورزی از راه سوختن گازولین حاوی سرب، استفاده گسترده از کودها، استخراج معدن، فعالیت های تصفیه ای، علف کش ها و حشره کش ها و اضافه شدن فاضلاب به خاک و غیره اتفاق افتاده است (استفنز ۱۹۹۰). نتیجتا غلظت سرب در خاک کشاورزی به سرعت در مناطق زیادی در سرتاسر جهان افزایش یافته، و تجمع سرب در سطح خاک های در تماس با منابع متفاوت آلودگی در برخی قسمت ها به مقدار حدودا ۲٪ وزن خشک خاک رسیده است (چن و همکاران ۱۹۹۹). سرب سم خطرناک تجمع یابنده در بدن است (دی ۱۹۹٦). مسمومیت حاد با سرب در انسان سبب آسیب شدید به بسیاری از ارگان های بدن، مانند کلیه ها، کبد، مغز، سیستم تناسلی، سیستم عصبی مرکزی و محیطی، سیستم عروق قلبی، گلبول های قرمز خون و آنمی و گاهی اوقات مرگ می گردد (احمد و مامون ۲۰۰۱). به دلیل اینکه سرب برای گیاهان، حیوانات و انسان سمی است، اخیرا توجه زیادی را به عنوان آلاینده شیمیایی اصلی محیط به خود جلب کرده است و جذب و انتقال سرب بوسیله محصولات، خصوصا تجمع آن در قسمت خوراکی نگرانی بزرگی شده است. FAO غلظت استاندارد سرب را در برنج ppm ۰/۳ مشخص نموده است (FAO ۲۰۰٤).

آلودگی برنج با آرسنیک چندین منبع دارد: آلودگی خاک شالیزارها در نتیجه استخراج معدن فلزات گرانبها (ژو و همکاران ۲۰۰۸)، آبیاری شالیزارها با آبهای زمینی آلوده با آرسنیک (ویلیامز و همکاران ۲۰۰٦) و استفاده از حشره کش های آرسنیکی (ویلیامز و همکاران ۲۰۰۷). برنج بر خلاف غلات دیگر، در خاک های اشباع از آب کشت می گردد، آب اضافی به تحرک آرسنیک ختم می گردد، و تجمع در گیاه افزایش می یابد (ژو و همکاران ۲۰۰۸). در هر حال، سطوح آرسنیک بالا که در برنج یافت می گردد، ممکن است به طور معنی‌داری با مصرف آرسنیک در بخش های متفاوت جهان نیز مرتبط باشد (لیانگ و همکاران ۲۰۱۰). توصیه FAO مصرف روزانه ۱۵ میکروگرم آرسنیک غیرآلی بر کیلوگرم وزن بدن است (JECFA[1] ۲۰۰۰).

هدف از این مطالعه، بررسی و کنترل غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک در نمونه های برنج خام وارداتی پرمصرف در شهر تبریز بود.

مواد و روش‌ها

مواد و تجهیزات

۱۰ نوع برنج وارداتی پرمصرف به طور تصادفی از بازار تبریز (استان آذربایجان شرقی) خریداری گردید. تمامی مواد شیمیایی دارای درجه آزمایشگاهی بوده و از شرکت مِرک آلمان خریداری شدند.

اندازه‌گیری کادمیوم و سرب به وسیله دستگاه جذب اتمی شعله ای (PG-990، انگلستان) و اندازه گیری آرسنیک به وسیله دستگاه آرسنومتر (Wagtech، W8000026، انگلستان) انجام گرفت.

روش کار

جهت رفع آلودگی احتمالی، کلیه ظروف آزمایشگاهی با اسید شستشو و با آب دیونیزه آبکشی و در آون خشک شدند. ۰/۰۰۱±۲ گرم از هر نمونه وزن گردید و به بوته‌های تمیزی که از کوره بیرون آورده شده بودند و در دسیکاتور خنک شده بودند، منتقل گردید، سپس بوته‌ها برای خاکستر شدن نمونه ها به مدت ۱۲ ساعت در درجه حرارت ٦۰۰°C کوره قرار گرفتند. پس از خارج سازی بوته ها از کوره و قرار دادن آنها در دسیکاتور تا زمان خنک شدن، به هر یک از بوته های حاوی نمونه، ۵ سی‌سی اسید نیتریک غلیظ اضافه

[1]The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

Archive of SID

www.SID.ir

گردید، در پوش بوته‌ها قرار داده شد، سپس بوته های حاوی نمونه بر روی هیتر قرار گرفتند تا نمونه ها به مدت ۵ دقیقه در دمای ملایم بجوشند. در این حین، هر زمان حجم نمونه کم شد مجددا اسید اضافه گردید. سپس محتوای هر بوته به بشر ۵۰ سی سی منتقل گردید و بوته با اسید نیتریک ۰/۱ نرمال تا حجم ٤۰ سی سی شست و شو داده شد، سپس هر بشر حاوی نمونه ۱۵ دقیقه بر روی شعله ملایم جوشانده شده، سپس سرد گشته و محتوای آن از صافی عبور داده شده و به بالن ژوژه منتقل گشته (سرب = بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتر، کادمیوم = بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتر، آرسنیک = بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتر) و به حجم رسانیده شد، سپس نمونه ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی شعله ای در طول موجهای ویژه (کادمیوم = ۲۲۸/۸ نانومتر، سرب = ۲۸۳/۳ نانومتر) و همچنین دستگاه آرسنومتر آنالیز گشتند. غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم (ppm) بر مبنای وزن خشک بیان گردید. در این مطالعه، در رابطه با هر فلز موجود در هر نوع برنج، سه تکرار صورت گرفت. از داده های منتشر شده پیرامون مصرف روزانه برنج در ایران، تخمین دریافت روزانه عناصر جزئی از طریق برنج امکان پذیر است، که در مورد کادمیوم، سرب و آرسنیک از طریق مصرف برنج بدین شکل محاسبه گردید:

$DIi = Ci \times Q$، که DIi دریافت روزانه عنصر i را تخمین می زند؛ Ci غلظت عنصر i در برنج است؛ Q مصرف روزانه برنج است.

طرح آماری

در این تحقیق از طرح پایه کاملا تصادفی برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد. برای مقایسه میانگین های بدست آمده از ۳ تکرار، از آزمون چند دامنه ای دانکن با احتمال خطای ۵ درصد استفاده گردید. همچنین نرم افزار مورد استفاده برای آنالیز داده ها SAS 9.1 بود و نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار اکسل ترسیم شدند.

نتایج و بحث

نتایج غلظت کادمیوم، سرب و آرسنیک در ۱۰ نمونه از برنج های وارداتی پرمصرف در تبریز بر حسب برند تجاری در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های برنج (بر حسب mg/kg بر مبنای وزن خشک)

نمونه برنج	تعداد	کادمیوم		سرب		آرسنیک	
		*میانگین	انحراف معیار	*میانگین	انحراف معیار	*میانگین	انحراف معیار
۱	۳	۰/۰۳۵	۰/۰۰۱	۰/۱۷٦	۰/۰۰۵	۰/۰۷٦	۰/۰۰۵
۲	۳	۰/۰۸۱	۰/۰۰۲	۰/۲۸٦	۰/۰۰۵	۰/۰٦	۰/۰۱
۳	۳	۰/۰۹٤	۰/۰۰۰۵	۰/۵۸٦	۰/۰۰۵	۰/۰۷۵	۰/۰۰۱
٤	۳	۰/۰۸۱	۰/۰۰۱	۰/۳٦۳	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۰۱
۵	۳	۰/۵۷	۰/۰۱	۰/۲۷۳	۰/۰۰۵	۰/۰۹۵	۰/۰۰۰۵
٦	۳	۰/۰٤٤	۰/۰۰۱	۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۰٦۱	۰/۰۰۱
۷	۳	۰/۰٤۷	۰/۰۰۰۵	۰/۲۷٦	۰/۰۰۵	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱
۸	۳	۰/۰٤۷	۰/۰۰۱	۰/۱۷٦	۰/۰۰۵	۰/۰۸۱	۰/۰۰۱
۹	۳	۰/۰٤٦	۰/۰۰۵	۰/٤۷٦	۰/۰۰۵	۰/۰۵۵	۰/۰۰۰۵
۱۰	۳	۰/۰٤۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۵
استاندارد شماره ۱۲۹٦۸	–	۰/۰٦	–	۰/۱۵	–	۰/۱۵	–

* مقادیر نشان دهنده میانگین سه تکرار می باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

حداقل غلظت کادمیوم مربوط به نمونه شماره ۱ و حداکثر غلظت کادمیوم مربوط به نمونه شماره ۵ بود (جدول ۱). همچنین حداقل غلظت سرب مربوط به نمونه شماره ۱۰ و حداکثر غلظت سرب مربوط به نمونه شماره ۳ بود. در رابطه با آرسنیک نیز حداقل غلظت آرسنیک مربوط به نمونه شماره ٤ و حداکثر غلظت آرسنیک مربوط به نمونه شماره ۵ می‌باشد. آنالیز آماری نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری در غلظت-های میانگین کادمیوم، سرب و آرسنیک در نمونه های مختلف وجود داشت ($P < ۰/۰۱$). غلظت کادمیوم در نمونه های برنج از ۰/۰۳٤ mg/kg تا ۰/۵۸ mg/kg متغیر بوده و میانگین غلظت کادمیوم برای نمونه ها ۰/۱۰۹±۰/۱۵۷ mg/kg تعیین شد. مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹٦۸، حداکثر غلظت مجاز کادمیوم در برنج ۰/۰٦ mg/kg می باشد. همچنین غلظت سرب در نمونه های برنج از ۰/۰۱۱ mg/kg تا ۰/۵۹ mg/kg متغیر بوده و میانگین آن ۰/۲۹۰±۰/۱۵٤ mg/kg تعیین گردید. غلظت استاندارد سرب در برنج مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹٦۸ برابر ۰/۱۵mg/kg است. داده های غلظت آرسنیک نیز در نمونه های برنج از ۰/۰۱ mg/kg تا ۰/۰۹٦ mg/kg متغیر بوده و میانگین آن ۰/۰۵۵±۰/۰۲۸ mg/kg تعیین گردید. مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹٦۸ غلظت استاندارد آرسنیک در برنج ۰/۱۵ mg/kg می باشد.

اثر انواع برنج بر روی هر سه فلز سنگین مورد مطالعه معنی دار بود. به عبارتی غلظت هر فلز سنگین بستگی به نوع برنج دارد (جدول ۲).

شکل های ۱، ۲ و ۳ غلظت میانگین هر فلز سنگین در هر نمونه را با غلظت میانگین همان فلز سنگین در نمونه های دیگر و استاندارد غلظت فلز سنگین مربوطه مقایسه می کنند.

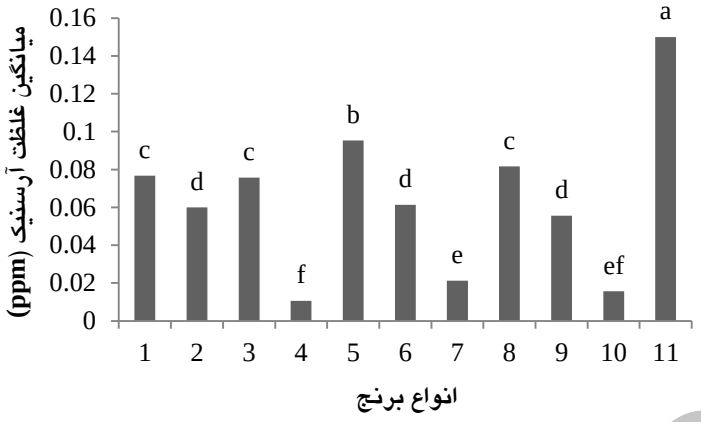
جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های برنج

متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار f	سطح احتمال
کادمیوم	۱۰	۰/۷۲۲	۰/۰۷۲۲	۵۰۲۵/۵۲	<۰/۰۱
سرب	۱۰	۰/۷۱٤	۰/۰۷۱٤	۱۹٤۳/۳۳	<۰/۰۱
آرسنیک	۱۰	۰/۰۳۲٤	۰/۰۰۳۲٤	۲۲۵/٦۵	<۰/۰۱

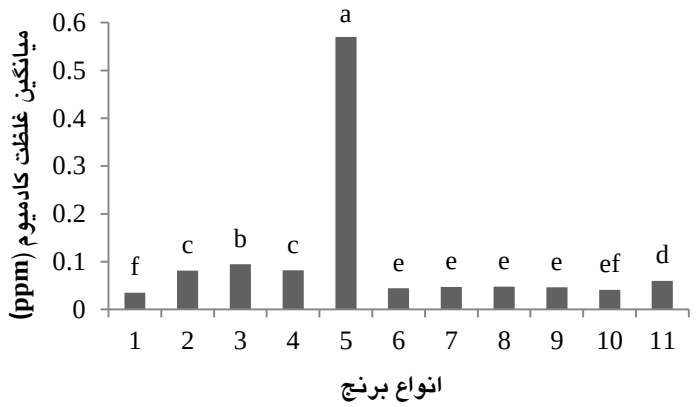
در ۱۰۰٪ نمونه های ۱ تا ۱۰ غلظت میانگین آرسنیک زیر حد مجاز می باشد (شکل ۱). حروف غیر مشابه لاتین a، b، c، d، e، f نشانه اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ۵٪ خطا می باشند. با توجه به شکل ۲ این نتیجه حاصل می گردد که نمونه های ۵ و ۳ و ۲ و ٤ به ترتیب بالاترین غلظت میانگین کادمیوم را نسبت به استاندارد غلظت کادمیوم دارند، به عبارتی ٤۰٪ از نمونه ها در رابطه با غلظت کادمیوم خارج از حد مجاز استاندارد و ٦۰٪ از آنها در حد استاندارد تعیین شده بودند. a، b، c، d، e، f نشانه اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ۵٪ خطا می باشند. با مشاهده ی شکل ۳ می توان نتیجه گیری کرد که نمونه های ۳ ، ۹ ، ٤ ، ۲ ، ٦ ، ۷ ، ۵ ، ۸ و ۱ به ترتیب بالاترین غلظت‌های میانگین سرب را نسبت به حد مجاز غلظت سرب تعیین شده بر طبق استاندارد ملی ایران داشتند، به عبارتی ۸۰٪ از نمونه ها در رابطه با غلظت میانگین سرب خارج از استاندارد و تنها ۲۰٪ از آنها در حد استاندارد تعیین شده بودند. حروف غیر مشابه لاتین a، b، c، d، e، f نشانه اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ۵٪ خطا می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- مقایسه میانگین غلظت آرسنیک در نمونه های مختلف برنج (۱۱: حد مجاز غلظت آرسنیک بر طبق استاندارد ملی ایران)



شکل ۲- مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در نمونه های مختلف برنج (۱۱: بیانگر حد مجاز غلظت کادمیوم بر طبق استاندارد ملی ایران)

مطالعات مختلف همچنین بر بررسی ارزش "دریافت هفتگی قابل تحمل" (PTWI) برای عناصر جزئی از طریق مصرف مواد غذایی (JECFA ۱۹۸۲، ۱۹۸۹ و ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) و کنترل رژیم (سکیبنیوسکا ۲۰۰۳) تمرکز کرده اند. مصرف هفتگی کادمیوم، سرب و آرسنیک از راه برنج در این مطالعه به ترتیب ۲/۰۹۸، ۵/۵۸۲ و ۱/۰۵۸ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته بود (با در نظر گرفتن مصرف ۱۶۵ گرم برنج در روز و فردی با وزن ۶۰ کیلوگرم)، که کمتر از حد مجاز مصرف هفتگی کادمیوم، سرب و آرسنیک رژیمی کل پیشنهاد شده بوسیله WHO/FAOبود (جدول۳).

مصرف هفتگی کادمیوم، سرب و آرسنیک از طریق برنج در این مطالعه به ترتیب ۳۰٪ و ۲۲/۳۲٪ و ۷/۵۵٪ از مصرف هفتگی رژیمی کل پیشنهاد شده بود. اما نبایستی فراموش گردد که با مصرف غذاهای حاوی کادمیوم دیگر مانند ماهی، گندم و سبزیجات، وضعیت می تواند بدتر گردد.

www.SID.ir

شکل ۳- مقایسه میانگین غلظت سرب در نمونه های مختلف برنج (۱۱: حد مجاز غلظت سرب بر طبق استاندارد ملی ایران).

جدول ۳- میزان دریافت هفتگی فلزات سنگین با مصرف برنج (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته)

شاخص		میانگین	دامنه
مصرف روزانه برنج (میکروگرم در روز)		۱۶۵	۱۵۸-۱۷۸
کادمیوم	غلظت آلاینده (میکروگرم بر گرم)	۰/۱۰۹	۰/۰۳۴-۰/۵۸
	مصرف هفتگی (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته)	۲/۰۹۸	۰/۶۵-۱۱/۱۶۵
	مصرف هفتگی قابل تحمل (PTWI) بر طبق FAO/WHO (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته)	۷	-
سرب	غلظت آلاینده (میکروگرم بر گرم)	۰/۲۹۰	۰/۰۱۱-۰/۵۹
	مصرف هفتگی (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته)	۵/۵۸۲	۰/۲۱۱-۱۱/۳۵۷
	مصرف هفتگی قابل تحمل (PTWI) بر طبق FAO/WHO (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته)	۲۵	-
آرسنیک	غلظت آلاینده (میکروگرم بر گرم)	۰/۰۵۵	۰/۰۱-۰/۰۹۶
	مصرف هفتگی (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته)	۱/۰۵۸	۰/۱۹۲-۱/۸۴۸
	مصرف هفتگی قابل تحمل (PTWI) بر طبق FAO/WHO (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته)	۱۴	-

Archive of SID

www.SID.ir

برنج متداول ترین محصول رشد یافته در زمین های کشاورزی شمال ایران است (حسینی و همکاران ۲۰۰۵). به این دلیل محققان زیادی PTWI را برای ارقام مختلف برنج ایرانی بررسی کرده اند. جاهد خانیکی و زززولی (۲۰۰۵)، مصرف هفتگی کادمیوم و سرب را از طریق برنج طاروم قائمشهر (استان مازندران) در شمال ایران به ترتیب ۷/۸۹ و ٤۲/۲۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته یافتند که بیشتر از مصرف هفتگی رژیمی کل پیشنهاد شده بوسیله ی FAO/WHO بود. زززولی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که مصرف هفتگی کادمیوم از طریق برنج قائم شهر (استان مازندران)، ۷/۷ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته بود که تقریبا ۱۰٪ بیشتر از بیشینه مصرف هفتگی رژیمی کل پیشنهاد شده بود. با توجه به اهمیت و ضرورت ارزیابی غلظت فلزات سنگین در برنج، مطالعات زیادی در این زمینه در سرتاسر جهان انجام شده است که مختصری از آنها در زیر آمده است. مطالعات انجام شده نشان داده اند که تفاوت اساسی در غلظت کادمیوم در مناطق مختلف آسیا و جاهای دیگر وجود دارد (لین و همکاران ۲۰۰٤). واتانابه و همکاران (۱۹۹٦) نشان دادند که در مجموع، غلظت کادمیوم برنج کشور های مختلف، محدوده ای از ۰/۰۰۰۸ تا ۰/۱۳ میلی گرم بر کیلوگرم، با میانگین ۰/۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم را نشان می دهد. آنها نمونه های برنج مصرف شده بوسیله ی جمعیت های محلی در ۱۸ منطقه، بیشتر از آسیا (۱۰ منطقه)، و هشت منطقه در خارج از آسیا را طی دوره ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵، جمع آوری کردند (جدول٤). نتایج نشان داد که بالاترین و پایین ترین غلظت های میانگین کادمیوم در برنج آسیا به ترتیب ۵۵/۷۰ و ۲/٦۷ نانوگرم بر گرم، و ۱۳۳/۲۰ و ۰/۸۸ نانوگرم بر گرم در خارج از آسیا بود. آنها نتیجه گیری کردند که تفاوت معنی داری در غلظت های کادمیوم در برنج برای مصرف محلی، بسته به ناحیه در جهان وجود دارد. جدول ٤ نشان می دهد که میانگین غلظت کادمیوم نمونه های برنج در این مطالعه ($۱۰۹\ \mathrm{ng}\ g^{-1}$) در مقایسه با مطالعات کشورهای دیگر جزو بالاترین ها است. این مقدار بالاتر به این دلیل است که احتمالا مقادیر بالایی از کودهایی که میزان بالایی کادمیوم دارند، در کشور های وارد کننده برنج به ایران استفاده می گردند.

جدول ۴- غلظت کادمیوم در برنج کشور های مختلف گزارش شده در منابع (واتانابه و همکاران ۱۹۹۶)

ناحیه	میانگین ($\mathrm{ng}\ g^{-1}$)
استرالیا	۲/٦۷
چین	۱۵/۵٤
تایوان	۳۹/۵۵
اندونزی	۲۱/۷۷
ژاپن	۵۵/۷۰
کره	۱۵/۷
تایلند	۱۵/۰٤
مالزی	۲۷/۷٤
فیلیپین	۲۰/۱٤
ویتنام	۱۸/۵
کانادا	۲۹/۰۲
کلمبیا	۱۳۳/۲۰
فنلاند	۲۵/۸
فرانسه	۱۷/٤۱
ایتالیا	۳۳/۹۲
آفریقای جنوبی	۱۵/۸۲
اسپانیا	۰/۸۵
آمریکا	۷/٤۳

ژنگ و همکاران (۱۹۹٦) غلظت سرب را در نمونه های برنج، در ۱۰ منطقه آسیا؛ بالاترین و پائین ترین مقادیر به ترتیب مربوط به اندونزی (۳۸ نانوگرم بر گرم) و استرالیا (۲نانوگرم بر گرم) بود؛ و ۷ منطقه خارج آسیا، بالاترین مقدار مربوط به اسپانیا (۵۸ نانوگرم بر گرم) و پایین ترین مقدار مربوط به آمریکا (۳ نانوگرم بر گرم) بود، بررسی کردند (جدول ۵). غلظت سرب در نمونه های برنج کشور های مختلف در رنج ۱/٦ تا ۵۸/۳ نانو گرم بر گرم، و میانگین ۱۵/۷ نانو گرم بر گرم بود.

Archive of SID
www.SID.ir

تفاوت مشخصی در غلظت سرب در برنج در نواحی مختلف جهان وجود داشت. مقایسه این نتایج با نتایج دیگری که در منابع گزارش شده است، نشان می دهد که کاهش معنی داری در غلظت سرب در برنج، در دهه گذشته، در مناطق مختلف جهان وجود ندارد. جدول ۵ نشان می دهد که میانگین غلظت سرب نمونه های برنج در این مطالعه (۲۹۰ $\mathrm{ng}\ g^{-1}$) در مقایسه با مطالعات کشورهای دیگر بالاترین است.

جدول ۵- غلظت سرب در برنج مناطق مختلف گزارش شده در منابع (ژنگ و همکاران ۱۹۹۶)

ناحیه	میانگین ($\mathrm{ng}\ g^{-1}$)
استرالیا	۲/۰۷
چین	۲۲/۱۷
تایوان	۱۰/۸٤
اندونزی	۳۹/۰۷
ژاپن	۵/۰٦
کره	۷/۹۵
تایلند	۸/۷۵
مالزی	۹/۳۱
فیلیپین	۳۷/٦۰
ویتنام	۷/۲۵
کانادا	۱۰/۹۸
کلمبیا	۸/۰۹
فنلاند	۱/٦
فرانسه	۲٦/۸۱
ایتالیا	٦/۹۷
اسپانیا	۵۸/۳۱
آمریکا	۳/٤۱

محققان زیادی غلظت عناصر جزئی، خصوصا آرسنیک، کادمیوم، سرب و عناصر دیگر را در دانه های برنج کشورهای مختلف گزارش کرده اند (بنت و همکاران ۲۰۰۰، الصالح و همکاران ۲۰۰۱ و رویچودهوری و همکاران ۲۰۰۳). مطالعات نشان داده است که سطوح کادمیوم در برنج موجود در کشور های آسیایی عموما بالاتر از آنها در خارج از آسیا، مانند استرالیا، آمریکای شمالی و برخی از کشور های اروپایی بودند (جیمز و همکاران ۲۰۰۰).

الصالح و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که سطوح میانگین کادمیوم و سرب در دانه های برنج به ترتیب ۰/۰۲ و ۰/۱۳۵ میلی گرم بر کیلوگرم بود. برطبق بنت و همکاران (۲۰۰۰)، غلظت میانگین آرسنیک، کادمیوم و سرب در دانه ی برنج وحشی ویسکانسین[۱]، آمریکای شمالی، به ترتیب ۰/۱۳٦ و ۰/۰۱٦ و ۰/۲۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود. لین و همکاران (۲۰۰٤) مجموع ٤۰۷ نمونه برنج را از مناطق مختلف تایوان جمع آوری کردند، میزان میانگین کادمیوم و سرب در نمونه های برنج به ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم بود. در مطالعه باتیستا و همکاران (۲۰۱۱) غلظت آرسنیک کل و ۵ گونه شیمیایی اصلی آرسنیک (As^{3+}، As^{5+}، DMA، MMA و AsB) در ٤٤ نمونه برنج در مناطق مختلف برزیل بررسی گردید. غلظت میانگین آرسنیک کل ۲۲۲/۸ نانوگرم بر گرم و دریافت روزانه آرسنیک غیرآلی (سمی ترین شکل) از مصرف برنج حدود ۱۰٪ مصرف روزانه قابل تحمل، با مصرف روزانه ۸۸ گرم برنج تخمین زده شد. کائو و همکاران (۲۰۱۰) غلظت میانگین کادمیوم و سرب را به ترتیب ۰/۰۱٤ و ۰/۰۵٤ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک در برنج در جیانگسو[۲] در چین یافتند. این مقادیر همگی زیر ماکزیمم غلظت قابل تحمل در چین بودند.

جاهد خانیکی و ززولی (۲۰۰۵) میانگین غلظت کادمیوم و سرب را در برنج طاروم در قائمشهر (استان مازندران) در شمال ایران ۰/۱۷±۰/٤۱ و ۰/۱۸±۲/۲۳ میلی گرم بر کیلوگرم بر مبنای وزن خشک، یافتند. ززولی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که غلظت میانگین کادمیوم در برنج قائم شهر (استان مازندران)

[۱] *Wisconsin*

[۲] *Jiangsu*

Archive of SID

www.SID.ir

۰/۱۶±۰/۴۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک و رنج ۰/۱۲ تا ۰/۸۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک بود. افشار و همکاران (۲۰۰۰) مقدار کادمیوم را در برنج آمل (نوعی برنج ایرانی) تعیین کردند و دریافتند که غلظت میانگین کادمیوم در برنج آمل ۰/۰۹ میلی گرم بر کیلوگرم بود.

در زمینه های دیگری نیز تحقیقاتی پیرامون آلودگی برنج با فلزات سنگین انجام شده است. این تحقیقات بیشتر در زمینه کاهش دادن جذب فلزات سنگین بوسیله دانه های برنج از خاک انجام شده اند. نگرانی روز افزونی است که آیا محصولات کشاورزی ایمن با مقدار فلزات سنگین کمتر می توانند در خاک های با آلودگی کم و متوسط تولید شوند یا خیر.

تلاش های زیادی نیز برای درمان خاک های آلوده و تولید محصول با غلظت های فلزی پائین ایجاد شده است، اما روش های معمول به شدت برای محیط مخرب و پرهزینه هستند (چانی و همکاران ۲۰۰٤). محققان بسیاری گزارش کرده اند که تفاوت در ارقام برنج اتفاق بسیار شناخته شده ای در تفاوت تجمع آلودگی فلزی در برنج است (جیانگ و همکاران ۲۰۰۷ و چنگ و همکاران ۲۰۰۸). در مطالعه ای تجمع کادمیوم در دانه های برنج کاشته شده در خاک یکسان بسته به ژنوتیپ کشت استفاده شده ٦ تا ۱۰ برابر افزایش یافت (یو و همکاران ۲۰۰٦). بنابراین، کاهش آلودگی فلزی دانه با استفاده از بهبود ژنتیکی ممکن است (کلارک و همکاران ۲۰۰۲). علاوه بر این، تفاوت ژنتیکی برنج در تحمل فلزات سنگین نیز کشف گردید (لیو و همکاران ۲۰۰۳). بنابراین امکان توسعه گونه های محصول با تجمع کم و تحمل بالا فلزات سنگین، که می توانند در خاک های با آلودگی کم تا متوسط کشت شوند را فراهم می شود.

لازم به ذکر است که جذب عناصر سمی بوسیله محصول برنج به طور عمده ای به حلالیت و حرکت آنها در خاک بستگی دارد. شکل در دسترس عناصر سمی از خاک به محصول برنج، شکل حل شدنی و قابل انتقال است. علاوه بر این، آن با خصوصیات خاک (مانند pH، ماده آلی، ظرفیت تبادل یونی (CEC)، پتانسیل اکسایش-کاهش، مقدار مواد معدنی، و اکسید های آهن یا منگنز) در ارتباط است (زنگ و همکاران ۲۰۱۱). چندین مطالعه گزارش کرده اند که pH کم و مقادیر بالای مواد آلی در خاک، زیست فراهمی[1]، حلالیت، و حرکت عناصر سمی را افزایش می دهد (ژائو و همکاران ۲۰۱۰). بنابراین جذب فلزی گیاه در خاک های اسیدی از خاک های آهکی بیشتر است (واتانابه و همکاران ۱۹۹٦). هر گونه کاهشی در pH خاک در این مزارع می تواند در دسترس قرار گیری فلزی و جذب فلزی را توسط گیاه افزایش دهد، که همچنین می تواند خطر سلامتی را افزایش دهد. به علاوه افزایش پتانسیل اکسایش-کاهش و اکسیدهای آهن/منگنز نیز در دسترس قرار گیری عناصر سمی را افزایش می دهند (مارین و همکاران ۱۹۹۳). جدا از تاثیر خصوصیات خاک بر در دسترس قرار گیری عناصر سمی، مقادیر آنها در خاک نیز جذب و تجمع عناصر سمی به دانه برنج را کنترل می کنند (هوانگ و همکاران ۲۰۰٦). جذب و تجمع فلزات سنگین بوسیله گیاهان به طور شدیدی به در دسترس بودن فلزات نسبت به سطح کل فلزات در خاک بستگی دارد (مورال و همکاران ۲۰۰۲).

نتیجه گیری

بررسی خطر، از سویی، ابزاری را برای اطمینان از محافظت مصرف کننده فراهم می کند، از سوی دیگر می تواند در تجارت بین المللی نیز انعکاس داشته باشد (مانند توقف واردات یا صادرات). بنابراین آنالیز عناصر جزئی این محصول و محصولات آن در سطح سم شناسی ضروری است. همان طور که گفته شد، برنج به عنوان یکی از منابع اصلی دریافت کادمیوم، سرب و آرسنیک درایران، از جمله در تبریز است. نتایج این مطالعه نشان داد که مردم تبریز، به خصوص افرادی که

[1] Bioavailability

Archive of SID
www.SID.ir

برنج را به عنوان غذای اصلی برای کسب انرژی روزانه مصرف می کنند، به طور اجتناب ناپذیری در معرض مقادیر معنی داری از فلزات سنگین کادمیوم و سرب همراه با برنج می باشند. بنابراین، خطر سلامتی با مصرف کادمیوم و سرب از طریق نمونه های برنج های وارداتی پر مصرف در تبریز بالا است و این خطر با مصرف سبزیجات، ماهی و غذاهای دیگر حاوی فلزات سنگین افزایش می یابد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با همکاری شرکت دانش پژوهش آزمون (آزمایشگاه دپاکو) انجام شده است. لذا مولفان بر خود لازم می‌دانند که ازمدیریت و پرسنل فنی شرکت نهایت تشکر و قدردانی را اعلام نمایند.

منابع مورد استفاده

موسسه استاندارد و تحقیقات ایران، خوراک انسان–دام–بیشینه رواداری قلزات سنگین، شماره ۱۲۹۶۸.

Afshar M, Ghazaei S and Saad E, 2000. Determination of cadmium in Amol and Thailand rice, 4th international Iranian Congress on poisoning, Theran, Iran, available in the: http://www.irandoc.ac.ir.

Ahmed MJ and Mamun MA, 2001. Spectrophotometric determination of lead in industrial, biological and soil samples using 2,5 dimercapto-1, 3,4-thiadiazole. Talanta 55: 43-54.

Alloway BJ, 1995. Heavy Metals in Soils. 2nd Ed. Blackie Academic and Professional, An imprint of Chapman and Hall, UK.

Al-Saleh I and Shinwari N, 2001. Report on the levels of cadmium, lead, and mercury in imported rice grain samples. Biological Trace Element Research. 83: 91-96.

Batista BL, Souza JMO, De Souza SS and Barbosa Jr F, 2011. Speciation of arsenic in rice and estimation of daily intake of different arsenic species by Brazilians through rice consumption. Journal of Hazardous Materials 191: 342-348.

Bennett JP, Chiriboga E, Coleman J and Waller DM, 2000. Heavy metals in wild rice from northern Wisconsin. Science of the Total Environment 246:261-269.

Cao 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.

Chaney RL, Reeves PG, Ryan JA, Simmons RW, Welch RM and Angle JS, 2004. An improved understanding of soil Cd risk to humans and low cost methods to phytoextract Cd from contaminated soils to prevent soil Cd risks. Biometals 17: 549-553.

Chen HM, Zheng CR, Tu C and Zhu YG, 1999. Heavy metal pollution in soils in China: status and countermeasures. Ambio 28: 130-134.

Cheng W, Zhang G, Yao H and Zhang H, 2008. Genotypic difference of germination and early seedling growth in response to Cd stress and its relation to Cd accumulation. Journal of Plant Nutrition 31: 702-715.

Clarke JM, Norvell WA, Clarke FR and Buckley WT, 2002. Concentration of cadmium and other elements in the grain of near-isogenoc durum lines. Canadian Journal of Animal Science 82: 27-33.

Cui YJ, Zhu YG, Zhai RH, Huang YZ, Qiu Y and Liang JZ, 2005. Exposure to metal mixtures and human health impacts in a contaminated area in Nanning, China. Environmental International 31: 784-790.

Das P, Samantaray S and Rout GR, 1997. Studies on Cd toxicity in plants, A review. Environmental Pollution 98: 29-36.

De AK, 1996. Environmental Chemistry. 1st Ed. New Age International (P) Limited, New Delhi.

FAO, 2004. FAO statistical databases. Food and Agriculture Organization. [cited 2002 Jul9]. Available from: http://apps.fao.org/.

Archive of SID

www.SID.ir

Hoseini M, Mafton M, Karimian NA, Ronaghi AM and Emam Y, 2005. Effect of zinc and bore on growth and chemical composition of rice. Iranian Journal of Agricultural Sciences 36: 869-883.

Huang RQ, Gao SF, Wang WL, Staunton S and Wang G, 2006. Soil arsenic availability and the transfer of soil arsenic to crops in suburban areas in Fujian Province, southeast China. Science of the Total Environment 368: 531-541.

Jahed Khaniki Gh and Zazoli M, 2005. Cadmium and lead contents in Rice (*Oryza sativa*) in the North of Iran. International Journal of Agriculture and Biology 7: 1026-1029.

James PB, Esteban C, John C and Donald MW, 2000. Heavy metals in wild rice from northern Wisconsin. Science of the Total Environment 246: 261-9.

JECFA, 1982. Evaluation of certain food additives and contaminants, Twenty-sixth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO technical report series 683, Geneva, WHO, 52 pp.

JECFA, 1989. Evaluation of certain food additives and contaminants, Thirty-third Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO technical report series 776, Geneva, WHO, 64 pp.

JECFA, 2000. Evaluation of certain food additives and contaminants, Fifty-third Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO technical report series 896, Geneva, WHO, 136 pp.

JECFA, 2001. Evaluation of certain food additives and contaminants, Fifty-fifth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO technical report series 901, Geneva, WHO, 120 pp.

Jiang W, Struik PC, Lingna J, Keulen HV, Ming Z and Stomph TJ, 2007. Uptake and distribution of root-applied or foliarapplied 65Zn after flowering in aerobic rice. Annals of Applied Biology 150: 383-391.

Lampe K, 1995. Director general, Rice Research: Food for 4 billion people. Geojournal, 35: 253-261.

Liang F, Li Y, Zhang G, Tan M, Lin J, Liu W, Li Y and Lu W, 2010. Total and speciated arsenic levels in rice from China, Food Additives and Contamination 27: 810-816.

Lin HT, Wong SS and Li GC, 2004. Heavy metal content of rice and shellfish in Taiwan. Journal of food and drug analysis 12: 167-174.

Lin J, Du Z and Chen JA, 2002. Distribution of cadmium and lead in soil and rice along road polluted by traffic exhaust. Journal of Environment and Health 19: 119-121.

Liu JG, Liang JS, Li KQ, Zhang ZJ, Yu BY, Lu XL, Yang JC and Zhu QS, 2003. Correlations between Cadmium and Mineral nutrients in absorption and accumulation in various genotypes of rice under Cadmium stress. Chemosphere 52: 1467-1473.

Maclean JL, Dawe DC, Hardy B and Hettel GP, 2002. Rice Almanac. Wallingord, UK: CABI Publishing, 10 pp.

Marin AR, Masscheleyn PH and Patrick WH, 1993. Soil redoxe pH stability of arsenic species and its influence on arsenic uptake by rice. Plant Soil 152: 245-253.

Moral R, Gilkes RJ and Moreno-Caselles J, 2002. A comparison of extractants for heavy metals in contaminated soils from Spain. Communications in Soil Science and Plant Analysis 33: 2781-2791. [doi:10.1081/CSS-120014480]

Nogawa K and Ishizaki AA, 1979. A comparison between cadmium in rice and renal effects among inhabitants of jinzu river Basin. Environmental Research 18: 410-20.

Nriagu JO and Lin TS, 1995. Trace metals in wild rice sold in the United States. Science of the Total Environment 172: 223-228.

Pip E, 1993. Cadmium, copper and lead in wild rice from central Canada. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 24: 179-81.

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: 910-6.

Archive of SID

www.SID.ir

Roychowdhury T, Tokunaga H and Ando M, 2003. Survey of arsenic and other heavy metals in food composites and drinking water and estimation of dietary intake by the villagers from an arsenic-affected area of West Bengal, India. Science of the Total Environment 308: 15-35.

Sanitá LT and Gabbrielli R, 1999. Response to cadmium in higher plants. Environmental and Experimental Botany 41: 105-130.

Shimbo Sh, Zhang Z, Watanabe T, Nakatsuka H, Matsuda-Inoguchi N, Higashikawa K and Ikeda M, 2001. Cadmium and Lead contents in rice and other cereal products in Japan in 1998-2000. Science of the total environment 281: 165-175.

Skibniewska KA, 2003. Diet monitoring for assessment of human exposure to environmental pollutants. Environment International 28: 703-709.

Steffens JC, 1990. The heavy metal-binding peptide of plants. Annual Review of Plant Biology 41: 553-575.

Watanabe T, Shimbo S, Moo CS, Zhang ZW and Ikeda M, 1996. Cadmium Contents in rice samples from various areas in the world. Science of the Total Environment 184: 191-6.

Williams PN, Islam MR, Adomako EE, Raab A, Hossain SA, Zhu JY, Feldmann J and Meharg AA, 2006. Increase in rice grain As for regions of Bangladesh irrigating paddies with elevated As in groundwaters. Environmental Science and Technology 40: 4903-4908.

Williams PN, Villada A, Deacon C, Raab A, Figuerola J, Green AJ, Feldmann J and Meharg AA, 2007. Greatly enhanced As shoot assimilation in rice leads to elevated grain levels compared to wheat and barley. Environmental Science and Technology 41: 6854-6859.

Yu H, Wang J, Fang W, Yuan J and Yang Z, 2006. Cadmium accumulation in different rice cultivars and screening for pollution-safe cultivas of rice. Science of the total environment 370: 302-309.

Zazouli MA, Shokrzadeh M, Izanloo H and Fathi S, 2008. Cadmium content in rice and its daily intake in Ghaemshahr region of Iran. African Journal of Biotechnology 7: 3686-3689.

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.

Zhang ZW, Moon CS, Watanabe T, Shimbo S and Ikeda M, 1996. Lead content of rice collected from various areas in the world. Science of the Total Environment 191: 169-175.

Zhao K, Liu X, Xu J, and Selim HM, 2010. Heavy metal contaminations in a soil-rice system: Identification of spatial dependence in relation to soil properties of paddy fields. Journal of Hazardous Materials 181: 778-787.

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.

Archive of SID

www.SID.ir

A Study on contamination of white rice by cadmium, lead and arsenic in Tabriz

F Rezaiyan Attar[1] and J Hesari*[2]

Received: October 03, 2012 Accepted: January 06, 2014
[1]Graduated MSc Student, Department of Food Science and Technology, Aras International Campus, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, University of Tabriz, Tabriz, Iran
*Corresponding Author: Email: jhesari@tabizu.ac.ir

Abstract
Contamination by heavy metals is one of the major environmental problems and food safety concerns. Rice, especially white rice *(Oryza sativa)*, is the most basic food in the diet of different individuals including Asian countries and the second most consumed food among Iranian peoples. The aim of the present study was to control and determine cadmium, lead and arsenic concentrations in the most consumed rice *(Oryza sativa)* verities in Tabriz (East Azerbaijan Province). For this purpose, 10 samples of the most consumed imported rice were purchased randomly from Tabriz bazaar and after preparation, evaluation of cadmium, lead and arsenic concentrations were performed by PG-900 Atomic Absorption Spectrophotometer in specific wavelengths and Arsenometer. After gathering information, data were analyzed using SAS statistical software and compared with national standards. A significant difference was observed between heavy metals contamination in rice samples ($P<0.01$). Results indicated that the mean concentrations of cadmium, lead and arsenic in rice samples were 0.109 ± 0.157, 0.290 ± 0.154 and 0.55 ± 0.028 mg/kg dry basis, respectively. The mean concentrations of cadmium and lead in rice samples were noticeably higher than criteria of Institute of Standards and Industrial Research organization of Iran. For assay the safety of dietary intake, weekly intake of heavy metals by rice was calculated based on the intake of a typical Iranian person (whereas daily intake of rice is 165 g/person/day and average body weight is 60 kg/person). Results revealed that weekly heavy metal intake from rice did not exceed the provisional maximum weekly intake recommended by WHO/FAO.

Keywords: Rice, Heavy metal, Cadmium, Lead, Arsenic

Archive of SID

www.SID.ir