(مقاله پژوهشی)

ارزیابی ریسک سلامت فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در برخی ارقام برنج محلی در استان خوزستان

سید مهران موسوی مورد غفاری[1]، خوشناز پاینده[1*]، محی الدین گوشه[1]

۱- گروه خاک‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۲ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۹/۱۹

چکیده

با توجه به اهمیت مصرف برنج به عنوان بخش مهمی از تغذیه در شهرهای استان خوزستان، این تحقیق با هدف ارزیابی ریسک سلامت فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در ارقام برج محلی در استان خوزستان انجام شد. در شهریور ماه سال ۱۳۹۷، به ۳ مزرعه شهرستان های شوشتر، شاوور و باغملک مراجعه کرده و از هر مزرعه در سه نقطه ۲۵ خوشه با ۳ تکرار نمونه برداری انجام شد. عناصر به کمک دستگاه ICP-OES مدل Varian 710-ES ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شدند. میزان کادمیوم، سرب و نیکل در برخی نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان در مقایسه با حد مجاز استاندارد ملی ایران (به ترتیب ۰/۰۶، ۰/۱۵ و ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر مشاهده شد. مقادیر سهم خطر فلزات کادمیوم، سرب و نیکل برنج باغملک، شاوور، شوشتر و برنج بالاتر از ۱ به دست آمد که نتایج نشان دهنده این است که مصرف ارقام برنج کشت شده در استان خوزستان پتانسیل سرطان زایی برای انسان را دارند. ریسک سرطان زایی فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان بالاتر از 10^{-4} به دست آمد. مقادیر ریسک سرطان زایی در این تحقیق نشان داد که مصرف برنج های کشت شده در استان خوزستان پتانسیل بالای بیماری زایی در انسان را دارند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریسک، آلودگی، فلزات سنگین، برنج، استان خوزستان

* مسئول مکاتبات: Payandeh426@gmail.com

۱- مقدمه

غلات از اجزای مهم رژیم غذایی سالم و مناسب به شمار می رود. برنج (*Oryza sativa*) متعلق به تیره غلات یکی از پرمصرف ترین غلات در جهان و یکی از اجزای اصلی سبد غذایی مردم ایران است که اهمیت زیادی در تامین انرژی روزانه نیمی از جمعیت جهان دارد (۱۴). تولید برنج سالم نقش مهمی در ایجاد سلامت مصرف کننده خواهد داشت. کشور ایران به عنوان یکی از کشورهای آسیایی اگرچه سطح زیرکشت قابل توجهی نسبت به کشورهای بزرگ تولید کننده مانند چین و هندوستان ندارد، اما با ۶۰۰ هزار هکتار شالیزار که حدود ۸۵ درصد آن در استان های شمالی کشور و ۱۵ درصد آن در سایر استان ها به ویژه خوزستان و فارس قرار دارند، نقش تعیین کننده ای در تامین نیاز برنج کشور، امنیت غذایی، اشتغال و افزایش درآمد ملی دارند (۱،۲۰). کشت برنج در ایران و در خوزستان تاریخچه طولانی دارد. استان خوزستان دارای مقام چهارم در سطح کشور در تولید برنج است. استان خوزستان پس از استان‌های گیلان و مازندران با تأمین ۹ درصد برنج کشور، سومین استان کشور از نظر تولید برنج با کیفیت است و شهرستان باغملک سهم بسزایی در تولید برنج استان دارد. در حال حاضر در اغلب مناطق استان خوزستان برنج کشت می شود که از جمله مناطق تحت کشت می‌توان به اراضی کشاورزی شهرستان‌های شاوور، رامهرمز، شوشتر، باغملک، شادگان، باوی و اهواز اشاره کرد (۱۰). برنج یکی از اقلام پرمصرف غذایی است که در معرض آلودگی به فلزات سنگین قرار دارد. با توجه به این که تجمع پذیری فلزات سنگین در بافت های بدن انسان و اثرات سوء آن بر بدن باعث بیماری و سرطان زایی می‌شود، کنترل بیشینه فلزات سنگین در برنج، یکی از مواردی است که برای حفظ سلامت مصرف کنندگان و رسیدن به ایمنی غذایی باید مورد توجه قرار گیرد (۱۱). آلودگی برنج با فلزات سنگین، یکی از موارد احتمالی آلودگی های محیطی است که طی آن تحت شرایط خاصی از قبیل آلودگی آب، خاک و نزدیکی مزارع برنج به مراکز صنعتی و فاضلاب های مربوطه، عناصر سنگین به برنج منتقل شده و در آن تجمع پیدا می کند (۱۸،۲۶). عوامل زیادی مانند فراوانی عناصر سنگین در خاک، مصرف بیش از حد کود و سموم شیمیایی و همچنین عدم رعایت توصیه های فنی در مصرف کود و سم ممکن است منجر به تولید برنج ناسالم گردد (۱). در میان محصولات کشاورزی، برنج محصول ویژه با قابلیت جذب و تجمع بالای کادمیوم، سرب و آرسنیک است (۳،۱۹). برنج تامین کننده عناصری مانند کلسیم، فسفر، پتاسیم، فلوئور، آهن و روی است. از طرفی ترکیبات مضر که همان فلزات سنگین هستند، می توانند از طریق خاک جذب بدن شده و وارد زنجیره غذایی انسان شوند (۲۱). خطر آلودگی به فلزات سنگین برای هرگونه محصول کشاورزی وجود دارد که تجمع تدریجی این سموم بروز عوارضی را در اندام های مختلف بدن سبب می شود (۱۳). اثرات فلزات سنگین روی انسان مختلف بوده و عمده ترین آن مربوط به بروز اختلالات عصبی، سرطانزایی، تخریب کلیه، مشکلات ریوی و سرطان است (۳۸). در زمینه پایش فلزات سنگین در ارقام مختلف برنج های ایرانی و وارداتی گزارشات متعدد و تحقیقات فراوانی انجام شده است (۱، ۳، ۶، ۹، ۱۴، ۱۸، ۳۸، ۴۰)، اما با توجه به اهمیت محصولات کشاورزی و مواد غذایی در رژیم غذایی مردم و همچنین مصرف برنج به عنوان بخش مهمی از تغذیه در شهرهای استان خوزستان، این تحقیق در خصوص بررسی مقادیر فلزات سنگین در ارقام برج محلی در اقلیم های مختلف استان خوزستان انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق از سه منطقه در استان خوزستان شامل مزارع کشاورزی برنج شهرستان های شوشتر، شاوور و باغملک نمونه برداری شد. در شهریور ماه سال ۱۳۹۷، به سه مزرعه در هر شهرستان مراجعه کرده و از هر مزرعه در سه نقطه ۲۵ خوشه با ۳ تکرار نمونه برداری انجام شد. نمونه های برنج محلی کدگذاری و ثبت شده و به وسیله کیسه های نایلونی به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

شوشتر در شمال استان خوزستان، بین ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۶ دقیقه فرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است. شوشتر یکی از قطب های کشاورزی در استان خوزستان می باشد که سالیانه کار نشاکاری برنج در سطح ۱۸هزار هکتار از زمین های آبی این شهرستان انجام می شود (۷). شهرستان باغملک در شرق استان خوزستان قرار دارد و از شمال به ایذه از جنوب به شهرستان رامهرمز از غرب به شهر ملاثانی و از شرق به استان چهارمحال و بختیاری (شهرستان لردگان) محدود می شود و در ۴۹ درجه و۵۳ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه عرض جغرافیایی واقع شده است. شهرستان باغملک در فاصله ۱۴۰ کیلومتری اهواز، مرکز استان خوزستان قرار دارد. شاوور یکی از شهرهای تابعه شهرستان شوش در ۱۵ کیلومتری این شهرستان و در جاده اهواز ـ اندیمشک قرار دارد. شهر شاوور نیز یکی از شهرهای کوچک در شمال استان خوزستان می باشد که کشاورزی آن منطقه تک محصولی است، زیرا زمین ها در خط القعر رودخانه شاوور یعنی پایین ترین نقطه به سمت ابتدای تالاب بامدژ قرار گرفته که به دلیل پایین بودن سطح زمین ها، تمام زهاب ها، آب‌های بارندگی، آب‌های بالادست و مازاد اجباراً به سمت این مناطق هدایت می شوند و در نتیجه مناطق موسوم به خط القعر در زمستان غرق آب شده و فرصت هرگونه کشت به استثنای برنجکاری از کشاورزان گرفته می‌شود (۸،۱۲). نمونه های برنج در بشر پلی اتیلنی قرار گرفت و با اضافه نمودن چند قطره اسید کلریدریک و اسید فلوئوریدریک به میزان ۷ سی سی، نمونه ها روی حمام آبی و در ۱۰۰ درجه سانتیگراد تا مرحله نزدیک به خشک شدن حرارت داده شد. پس از سرد شدن نمونه ها، به هر یک ۷ سی سی اسید نیتریک و اسید کلریدریک اضافه گردید و بر روی حمام آبی تا نزدیک خشک شدن حرارت داده شد. پس از هضم شیمیایی کلیه نمونه ها و با افزودن مقداری آب مقطر به هر یک از آن ها و حرارت ملایم، محلولی کاملا شفاف به دست آمد (۳۴). کلیه نمونه ها توسط اسید کلریدریک یک نرمال در بالن ژوژه به حجم ۵۰ سی سی رسیده و به دستگاه ICP-OES مدل Varian 710-ES ساخت کشور آمریکا، مستقر در آزمایشگاه کیمیاپژوه البرز شهرکرد (معتمد سازمان محیط زیست) که از قبل کالیبره شده بود تزریق گردید تا میزان عناصر مورد نظر در هر یک از نمونه ها مشخص گردد. حد تشخیص عناصر به وسیله این دستگاه در حد میکروگرم بر کیلوگرم می باشد (۲۴). برای بررسی میزان جذب روزانه و خطر فلزات برای سلامت جمعیت انسانی مصرف کننده برنج از رهنمودهای ارزیابی خطر سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) استفاده شد. برای این منظور، خطر برای سلامتی انسان به نام پتانسیل خطر یا احتمال خطرپذیری (HQ) از مقایسه میزان برآورد شده جذب روزانه (EDI) هر فلز با دوز مرجع (RFD) آن محاسبه شد (۳۵). جهت محاسبه دریافت روزانه مزمن (Chronic Daily Intake) و خطر غیرسرطان زایی فلزات سنگین در انسان بر مبنای مصرف روزانه برنج توسط هر فرد ایرانی بالغ با وزن ۷۰ کیلوگرم، ۱۱۰ گرم برنج در روز استفاده می شود که از طریق معادله زیر محاسبه می گردد

$$CDI = C \times DI / BW \quad (۳۱)$$

CDI= میزان دریافت روزانه (میلی گرم /کیلوگرم / روز)، C= غلظت فلز در برنج (میلی گرم / گرم)، DI = متوسط برنج مصرفی روزانه (کیلوگرم / روز)، BW = وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ و ۱۴/۵ کیلوگرم برای کودکان). سهم خطر (HQ) در حقیقت نسبت بین میزان در معرض قرارگیری فلزات سنگین و دوز رفرنس آن ها است که برای بیان اثرات غیر سمی به کار می رود. برای محاسبه خطر غیر سرطان زایی فلزات ناشی از مصرف برنج از معادله زیر استفاده می گردد

$$HQ = CDI / RfD \quad (۱۶)$$

HQ : سهم خطر، RFD : دوز مرجع برای فلز (میلی گرم / کیلوگرم /روز)

مجموع شاخص خطر در واقع کل شاخص خطر فلزات سنگین مورد مطالعه می باشد که با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۳۵):

$$\text{Total Hazard Index (THI)} = THQ_{Cd} + THQ_{Pb} + THQ_{Ni}$$

THI= شاخص خطر کل، THQ_{Cd} = نسبت خطر کادمیوم، THQ_{Pb} = نسبت خطر سرب، THQ_{Ni} = نسبت خطر نیکل

جهت مصرف برنج توسط افراد بومی منطقه میزان مجاز مصرف برنج در روز از رابطه زیر به دست آمد

$$CR_{kim} = (RFD \times BW) / Cm \qquad :(۳۵)$$

CR: حداکثر میزان مجاز مصرف در روز (کیلوگرم یا گرم در روز)، RFD: دوز مرجع یا مجموع جذب مجاز روزانه آلاینده، BW: وزن بدن (۷۰ کیلوگرم برای یک فرد بالغ و ۱۴/۵ کیلوگرم برای کودکان)، C: میانگین میزان فلز در برنج (میکروگرم در گرم).

خطر ابتلا به سرطان (CR) به عنوان احتمال افزایشی یک فرد مبتلا به سرطان در طول عمر برآورد شده است. خطر ابتلا به سرطان (CR) در افراد محلی ناشی از قرار گرفتن در معرض خطر سرطان زایی در طول عمر با ضرب متوسط میزان مصرف روزانه (CDI) در طول عمر با فاکتور شیب سرطان (SF) بر اساس معادله زیر محاسبه شد (۳۵):

$$CR = CDI \times SF$$
$$CR_t = CR_{Cd} + CR_{Pb} + CR_{Ni}$$

تجزیه و تحلیل داده ها به کمک نرم افزار SPSS24 انجام شد و میانگین تیمارها به کمک آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA one way) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد (P=0.05) تعیین گردید. نرمال بودن داده ها به کمک آزمون کولموگراف ـ اسمیرنوف (Kolmogorov–Smirnov) بررسی شدند. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel 2007 استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

میزان کادمیوم، سرب و نیکل در برخی نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان در مقایسه با حد مجاز استاندارد ملی ایران (به ترتیب ۰/۰۶، ۰/۱۵ و ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر مشاهده شد. میزان کادمیوم در نمونه های برنج مزرعه شماره ۳ شهرستان باغملک (۸/۹۰±۰/۰۳ میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر از سایر مناطق مورد مطالعه بود (P<0.05). پایین ترین میزان عنصر کادمیوم نیز در نمونه های برنج مزرعه شماره ۱ شهرستان شوشتر (۰/۱۴±۰/۰۲ میلی گرم در کیلوگرم) به دست آمد. میانگین میزان کادمیوم در نمونه های برنج مزارع شماره ۱، ۲ و ۳ شهرستان های باغملک و شاوور اختلاف معنی داری نداشت (P>0.05)، اما در نمونه های برنج مزرعه شماره ۳ شهرستان باغملک با نمونه های برنج مزارع ۱ و ۲ اختلاف معنی داری مشاهده شد (P<0.05). همچنین میزان کادمیوم در نمونه های برنج مزارع شماره ۱، ۲ و ۳ شهرستان شوشتر اختلاف معنی‌داری داشت (P<0.05) (جدول ۱). ورود کادمیوم به زنجیره غذایی می تواند منجر به آسیب های جدی به ریه ها و استخوان ها، ایجاد کم خونی و گاهی اوقات افزایش فشار خون شود (۱۵). Jarvis و همکاران (۱۹۷۶) گزارش کردند که کادمیوم به آسانی توسط گیاهان جذب شده و به اندام های مختلف بدن موجودات منتقل می شود (۲۳). برنج یکی از معدود گیاهانی است که هم در شرایط احیاء در خاک های غرقابی شالیزارها و هم در شرایط اسیدی، بعد از زهکشی و خشک شدن شالیزار رشد می کند. در خاک های غرقابی و با کاهش پتانسیل اکسیداسیون و احیاء به دلیل تشکیل سولفید کادمیوم جامد، غلظت کادمیوم محلول کاهش می یابد و از قابلیت استفاده آن کاسته می شود، اما با افزایش پتانسیل اکسیداسیون ـ احیاء با ترکیب سولفید کادمیوم و تبدیل آن به کادمیوم دوظرفیتی، قابلیت جذب آن توسط گیاه افزایش می یابد (۲۵).

جدول ۱- میانگین غلظت کادمیوم (میلی گرم در کیلوگرم) در نمونه های برنج مزارع برخی شهرستان های استان خوزستان

منطقه مورد مطالعه	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۳
باغملک	۱/۳۵±۰/۱۱[a]	۲/۰۲±۰/۰۲[a]	۸/۹۰±۰/۰۳[b]
شاوور	٤/٦۳±۰/۰۳[a]	۳/۳٦±۰/۰۳[a]	۲/٦٤±۰/۰۳[a]
شوشتر	۰/۱٤±۰/۰۲[a]	۰/۲۹±۰/۰٤[b]	۰/٤٦±۰/۰٤[c]

*حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنی دار بین مزارع مورد مطالعه را نشان می دهد ($P<0.05$).

مقادیر سرب در نمونه های برنج مزرعه شماره ۲ شهرستان شاوور (۱۹/۳۱±۰/۲۶ میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر از سایر مناطق مورد مطالعه بود ($P<0.05$). پایین ترین میزان عنصر سرب در نمونه های برنج مزرعه شماره ۲ شهرستان باغملک (۰/۱۴±۰/۰۲ میلی گرم در کیلوگرم) به دست آمد. میانگین میزان سرب در نمونه های برنج مزارع شماره ۱، ۲ و ۳ شهرستان های باغملک و شاوور اختلاف معنی داری داشت ($P<0.05$)، اما در نمونه های برنج مزارع شماره ۱، ۲ و ۳ شهرستان شوشتر اختلاف معنی‌داری مشاهد نشد ($P>0.05$) (جدول۲).

جدول ۲- میانگین غلظت سرب (میلی گرم در کیلوگرم) در نمونه های برنج مزارع برخی شهرستان های استان خوزستان

منطقه مورد مطالعه	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۳
باغملک	۰/۹۵±۰/۰۲[a]	۰/۱٤±۰/۰۲[b]	۰/٤٦±۰/۰۱[c]
شاوور	۱۱/۸۱±۰/۲۷[a]	۱۹/۳۱±۰/۲٦[b]	۱۵/۷۸±۰/٤٦[c]
شوشتر	۲/٤۰±۰/۰۷[a]	۲/۵۵±۰/۰٤[a]	۱/۲٦±۰/۰۳[a]

*حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنی دار بین مزارع مورد مطالعه را نشان می دهد ($P<0.05$).

سرب یکی از عناصر سنگین و خطرناک در محصولات غذایی و دانه برنج می باشد (۱) که بالا بودن این فلز در ارقام مختلف برنج در تحقیقات متعدد گزارش شده است (۳،۴،۵،۶). گونه های مختلف گیاهان در توانایی جذب، تجمع و تحمل فلزات سنگین تفاوت بسیار زیادی با هم دارند بدین ترتیب مشخص می شود که در بررسی سمیت فلزات در سیستم های مختلف و پیچیده گیاه - خاک، عوامل زیادی وجود دارند که مرتبط با ویژگی های خاک، خصوصیات گیاه و دیگر عوامل زیست محیطی می باشند. مصرف لجن فاضلاب و کودهای فسفاته در زمین های کشاورزی و باقی مانده های ناشی از مصرف سوخت های فسیلی، پسماندهای صنایع از عوامل آلودگی خاک هستند (۳،۶). نیکل در نمونه های برنج مزرعه شماره ۳ شهرستان باغملک (۱۷/۷۴±۰/۶۶ میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر از سایر مناطق مورد مطالعه بود ($P<0.05$). پایین ترین میزان عنصر نیکل در نمونه های برنج مزرعه شماره ۲ شهرستان شوشتر (۳/۱۸±۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) به دست آمد. میانگین میزان نیکل در نمونه های برنج مزارع شماره ۱، ۲ و ۳ شهرستان های باغملک، شاوور و شوشتر اختلاف معنی داری داشت ($P<0.05$) (جدول ۳). نیکل از دیگر عناصر مضر است و موجب اختلال در فعالیت بیولوژیکی سلول ها، تأخیر در رشد، کاهش خون سازی و تداخل در جذب آهن می گردد. املاح نیکل پس از ورود به جریان خون باعث ناراحتی های تنفسی می شوند و روی قلب اثر می گذارند. تماس با نیکل ایجاد التهاب های پوستی می کند (۲۸). مکانیسم اثر این عنصر از طریق ایجاد اتصالات غیر برگشتی با ماکرومولکول های ضروری و حیاتی می باشد و موجب اختلال در فعالیت بیولوژیکی سلول ها می شود. نیکل و ترکیبات حاصل از آن پس از جذب در قسمت های مختلف بدن توزیع می شود اما بالاترین غلظت در ریه و مغز تجمع می یابد. نیکل از جفت عبور کرده و اثرات تراتوژنیک دارد (۲۷).

جدول ۳- میانگین غلظت نیکل (میلی گرم در کیلوگرم) در نمونه های برنج مزارع برخی شهرستان های استان خوزستان

منطقه مورد مطالعه	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۳
باغملک	۳/۱۸±۰/۰۶[a]	۸/۷۷±۰/۱۰[b]	۱۷/۷٤±۰/٦٦[c]
شاوور	۱۲/۵۷±۰/۳۵[a]	۵/۱۰±۰/۰۹[b]	۷/۳۰±۰/۰۵[c]
شوشتر	۱۵/٦۳±۰/۰٤[a]	۳/۱۸±۰/۰۲[b]	٦/۷۱±۰/۰۳[c]

[*]حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنی دار بین مزارع مورد مطالعه را نشان می دهد ($P<0.05$).

به طور کلی بالاترین میزان جذب روزانه فلزات سنگین مربوط به فلز سرب برنج محلی کشت شده در شاوور به ترتیب برای بزرگسالان و کودکان، ۲۴/۵۶ و ۱۱۸/۵۷ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز به دست آمد.. درمورد فلز نیکل بالاترین میزان جذب روزانه مربوط به برنج باغملک در کودکان ۷۵/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. در خصوص فلز کادمیوم بالاترین میزان جذب روزانه مربوط به برنج باغملک (۳۱/۰۲ میلی گرم در کیلوگرم توسط کودکان) بود (جدول ۴). افراد و به ویژه آن هایی که از برنج به عنوان یک غذای اصلی برای کسب انرژی روزانه استفاده می کنند، حتی در مناطق غیرآلوده نیز از امکان جذب مقادیر بیش از حد مجاز کادمیوم را دارند (۳۶). برای مثال برنج در قرن بیستم میلادی به عنوان منبع اصلی جذب کادمیوم در بیماران مبتلا به ایتای ایتای (Itai Itai) در حوضه رودخانه ژینزو در کشور ژاپن شناخته شد(۳۲). همچنین در حدود ۵۰ درصد از جذب روزانه کادمیوم در شهروندان اندونزیایی و ۴۰ تا ۶۰ درصد روزانه این فلز در شهروندان ژاپنی با مصرف برنج مرتبط شناخته شده است (۲،۲۹).

جدول ٤- میزان جذب روزانه (CDI) فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل (میلی‌گرم در کیلوگرم در روز) در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان توسط بزرگسالان و کودکان

نوع برنج	کادمیوم		سرب		نیکل	
	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان
باغملک	٦/٤۲	۳۱/۰۲	۰/۸۱	۳/۹٤	۱۵/۵۵	۷۵/۱۰
شاوور	۵/۵٦	۲٦/۸۵	۲٤/۵٦	۱۱۸/۵۷	۱۳/۰۷	٦۳/۱۱
شوشتر	۰/٤۷	۲/۲۷	۳/۲۵	۱۵/۷۰	۱۳/٤۸	٦۵/۰۸

درمورد فلز کادمیوم بالاترین سهم خطر مربوط به برنج باغملک در کودکان ۳۱۰/۲۷ به دست آمد. درمورد فلز سرب بالاترین سهم خطر سرب به ترتیب در برنج شاوور برای کودکان ۲۹۶/۴۳ بود. درخصوص فلز نیکل بالاترین سهم خطر مربوط به برنج باغملک در کودکان ۳۷۵/۵۱ بود (جدول ۵). بالاترین مجموع شاخص خطر فلزات سنگین مورد مطالعه در نمونه های برنج شاوور برای بزرگسالان (۱۸۲/۳۹) و در نمونه های برنج باغملک برای کودکان (۶۹۵/۶۴) به دست آمد (جدول ۶). بالاتر بودن سهم خطر از عدد ۱ نشان دهنده بالا بودن احتمال خطرپذیری به بیماری های غیرسرطانی است و نتیجه کمتر از ۱ نشان دهنده آن است که مصرف مواد غذایی مورد مطالعه اثر حاد و مضری بر روی سلامت انسان ندارد (۳۳). در این تحقیق مقادیر سهم خطر فلزات کادمیوم، سرب و نیکل برنج باغملک، شاوور، شوشتر بالاتر از ۱ به دست آمد که نتایج نشان دهنده این است که مصرف ارقام برنج کشت شده در استان خوزستان پتانسیل سرطان زایی برای انسان را دارند. سهم خطر فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در برنج منطقه هونان در کشور چین به ترتیب ۲/۲۹، ۰/۰۴۵ و ۰/۲۱۶ گزارش شده است که فلز کادمیوم پتانسیل سرطان

زایی برای انسان دارد (۳۹). Satpathy و همکاران (۲۰۱۴) خطر آلودگی فلزات سنگین خاک، گیاه و دانه برنج (*Oryza sativa*) در ساحل شرقی هند را بررسی کردند. مقادیر شاخص سلامت (HI) بزرگسالان مصرف کننده برنج (۱/۵۶۱) و کودکان (۱/۳۶۰) اثرات نامطلوب سلامت آن ها را در آینده نزدیک نشان می دهد. شاخص های سلامت فلزات سنگین کادمیوم و سرب نشان می دهد مصرف برنج در شمال هند بی خطر است، زیرا سهم خطر کمتر از ۱ بوده و هیچ علت نگرانی در مورد خطرات بهداشتی غیر سرطان زا وجود ندارد (۳۷). Ihedioha و همکاران (۲۰۱۶) غلظت فلزات سنگین در دانه های برنج مزرعه کشت Ada در Adani ایالت Enugu در کشور نیجریه را بررسی کردند (۲۲). نسبت خطر (HQ) و شاخص کل خطر (THI) برای فلزات سرب و کادمیوم بالاتر از ۱ بود.

جدول ۵- میزان سهم خطر (HQ) فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل (میلی گرم در کیلوگرم در روز) در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان توسط بزرگسالان و کودکان

نوع برنج	کادمیوم		سرب		نیکل	
	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان
باغملک	٦٤/٢٧	٣١٠/٢٧	٢/٠٤	٩/٨٦	٧٧/٧٨	٣٧٥/٥١
شاوور	٥٥/٦٢	٢٦٨/٥٥	٦١/٤٠	٢٩٦/٤٣	٦٥/٣٧	٣١٥/٥٨
شوشتر	٤/٧١	٢٢/٧٥	٨/١٣	٣٩/٢٥	٦٧/٤١	٣٢٥/٤٤

جدول ٦- مجموع شاخص خطر (HI) فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل (میلی گرم در کیلوگرم در روز) در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان توسط بزرگسالان و کودکان

نوع برنج	بزرگسالان	کودکان
باغملک	١٤٤/٠٩	٦٩٥/٦٤
شاوور	١٨٢/٣٩	٨٨٠/٥٦
شوشتر	٨٠/٢٥	٣٨٧/٤٤

بالاترین ریسک سرطان زایی مربوط به فلز کادمیوم در نمونه های برنج باغملک ۶۱/۳۵ به دست آمد. درمورد فلز نیکل بالاترین ریسک سرطان زایی به ترتیب در نمونه های برنج باغملک ۹ به دست آمد. بالاترین مجموع شاخص خطر به ترتیب مربوط به نمونه های برنج شاوور ۷۳/۹۵ بود (جدول ۷). ریسک سرطان زایی فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان بالاتر از 10^{-4} به دست آمد. ریسک سرطان زایی فلزات سنگین در مواد غذایی فاکتوری است که برای ارزیابی خطرات بالقوه سلامت برای انسان به کار می رود (۱۷،۳۹). مقادیر ریسک سرطان زایی در این تحقیق نشان داد که مصرف برنج های کشت شده در استان خوزستان پتانسیل بالای بیماری زایی در انسان را دارند. مقادیر ریسک سرطان زایی فلزات کادمیوم و نیکل در برنج منطقه هونان در کشور چین به ترتیب ۰/۰۳۴۳ و ۰/۰۰۳۹۳ گزارش شده است که بالاتر از 10^{-4} به دست آمد و مصرف این برنج پتانسیل سرطان زایی در انسان را دارد (۳۹) و با نتایج این تحقیق هم خوانی دارد.

جدول ۷- ریسک سرطان زایی فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان

نوع برنج	کادمیوم	سرب	نیکل	مجموع شاخص خطر
باغملک	٦١/٣٥	٠/٤٤	٩	٧٠/٨٠
شاوور	٥٣/١	١٣/٢٨	٧/٥٧	٧٣/٩٥
شوشتر	٤/٥	١/٧٥	٧/٨٠	١٤/٠٦

٤-نتیجه گیری

میزان کادمیوم در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان در مقایسه با حد مجاز استاندارد ملی ایران (۰/۰۶ میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر مشاهده شد. میزان سرب در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان در مقایسه با حد مجاز استاندارد ملی ایران (۰/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) بالاتر مشاهده شد. میزان نیکل در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان در مقایسه با حد مجاز استاندارد کدکس (۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در برخی نمونه‌ها بالاتر مشاهده شد. مقادیر سهم خطر فلزات کادمیوم، سرب و نیکل برنج باغملک، شاوور، شوشتر و برنج بالاتر از ۱ به دست آمد که نتایج نشان دهنده این است که مصرف ارقام برنج کشت شده در استان خوزستان پتانسیل سرطان زایی برای انسان را دارند. ریسک سرطان زایی فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در نمونه های برنج کشت شده در استان خوزستان بالاتر از 10^{-4} به دست آمد. مقادیر ریسک سرطان زایی در این تحقیق نشان داد که مصرف برنج های کشت شده در استان خوزستان پتانسیل بالای بیماری زایی در انسان را دارند.

٥- منابع

١. اشرقی، ا.، بهرامی، م.، نصیری، م. و یزدان پناه، س.ا. ١٣٩٥. ارزیابی سلامت برنج استان مازندران با تعیین میزان آلاینده ها و باقیمانده سموم. مرکز بین المللی تجارت و پایانه صادرات برنج ایران. آمل، ٣٠ صفحه.

٢. چراغی، م. ١٣٩٤. بررسی مقایسه‌ای میزان کادمیوم و جذب هفتگی آن در برنج‌های وارداتی و ایرانی. *مجله بهداشت مواد غذایی*، جلد٥، شماره٢، ٩٢-٨٣.

٣. دهقانی، م. و مسافری، ف. ١٣٩٤. اندازه گیری غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، آرسنیک و سرب) در برنج های ایرانی، پاکستانی و هندی مصرفی استان هرمزگان. *مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران*، جلد٢٥، شماره١٣٤، ٣٦٣-٣٦٧

٤. رضایی مالیدره، ر.، شکرزاده، م، خاصی، م. و روحی، س. و زابلی، ف. ١٣٩٥. بررسی و مقایسه تاثیر فرآیندهای مختلف آبکشی و پخت بر میزان باقی مانده فلزات سنگین سرب و کادمیوم در برنج های طارم کشت شده در شالیزارهای شهر قائمشهر در شمال ایران. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*، جلد٢، شماره١، ٥٩-٥٢.

٥. رضاییان عطار، ف. و حصاری، ج. ١٣٩٢. بررسی آلودگی برنج های وارداتی پر مصرف در شهر تبریز به آلاینده های فلزی کادمیوم، سرب و آرسنیک. *نشریه پژوهش های صنایع غذایی*، جلد٢٣، شماره٤، ٥٩٤-٥٨١.

٦. زیارتی، پ. و مصلحی شاد، م. ١٣٩٦. بررسی میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل در برنج ایرانی و وارداتی مصرفی شهر تهران. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، جلد١٢، شماره٢، ١٠٤-٩٤.

٧. غلاوی، م.ط. و میرصالح پور، م. ١٣٩٦، بررسی اثرات آزاد سازی قیمت های نهاده های کود شیمیایی و سم بر تولید برنج در استان خوزستان. سومین کنفرانس سالانه تحقیقات کشاورزی ایران، شیراز، موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی، ٩ صفحه.

٨. قربانی کلاهی، م.، رضایی مقدم، ک. و آجیلی، ع. ١٣٨٩. پذیرش خشکه کاری در زراعت برنج: مورد مطالعه استان خوزستان. *مجله علوم ترویج و کشاورزی ایران*، جلد٦، شماره١، ٦٩-٥٩.

۹. کلاه کج، م.، بطالبلویی، ص.، امانی پور، ح. و مدبری، س. ۱۳۹۵. بررسی غلظت آرسنیک در نمونه های برنج و دوز ورودی به انسان در منطقه میداوود، خوزستان. *مجله سلامت و محیط زیست*، ۹جلد۹، شماره٤، ٥٤٤-٥٣٧. .

۱۰. لیموچی، ک.، سیادت، س.ع. و گیلانی، ع. ۱۳۹۲. اثر زمان کاشت بر ساختمان برگ پرچم و عملکرد دانه ژنوتیپ های برنج در خوزستان. *مجله علوم زراعی ایران*، جلد۱۵، شماره۲، ۱۵۱-۱۳٦.

۱۱. مسیبی، م. و میرزایی، ح. ۱۳۹۲. تعیین میزان آلودگی مایکوتوکسین ها و فلزات سنگین در برنج های خوراکی وارداتی به استان گلستان. *مجله سلامت و محیط*، ٦جلد٦، شماره٤، ٥١٤-٥٠٣.

۱۲. نژاد سبهانی، ا. ۱۳۹۰. خشکه کاری برنج در خوزستان. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار، اهواز، دانشگاه پیام نور استان خوزستان، ۳ صفحه.

۱۳. هدایتی فر، ر.، فلاحی، ا. و بیرجندی، م. ۱۳۸۹. اندازه گیری مقدار فلزات سرب وکادمیم نمونه های برنج پر مصرف استان لرستان و مقایسه آن با استاندارد های ملی. مجله یافته، *فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان*، جلد۱۲، شماره٤، ۲۲-۱۵.

١٤. همتی فارسانی، م.، قزلباش، م.، دربانی، س.م.ر.، اسلامی مجد، ع. و سلطان الکتابی، م. ۱۳۹۳. تعیین عناصر موجود در برخی گونه های برنج ایرانی با استفاده از روش بیناب نمایی فروشکست القایی لیزری. مجله *دانشگاه علوم پزشکی مازندران*، جلد۲٤، شماره۱۱۸، ۳۲-۲٤.

15. Adriano, D.C. 1992. Biogeochemistry of Trace Metals, Boca Raton, Florida: Lewis, pp: 109-158.

16. Barati, A., Maleki, A. and Alasvand, M. 2010. Multi-trace elements level in drinking water and the prevalence of multi-chronic arsenical poisoning in residents in the west area of Iran. *Science of the Total Environment*, 408 (7): 1523-1529.

17. Cao, S., Duan, X., Zhao, X., Wang, B., Ma, J., Fan, D., Sun, C., He, B., Wei, F., Jiang, G. 2015. Health risk assessment of various metal(loid)s via multiple exposure pathways on children living near a typical lead-acid battery plant, China. Environ. *Pollution*, 200: 16–23.

18. Chaman Nejadian, A., Moezzi, A.A., Sayyad, G.A., Jahangiri, A. and Jafarnejadi, A. 2011. Spatial Distribution of Lead in Calcareous Soils and Rice Seeds of Khuzestan, *Iran. Malayzian J SoilSc*i, 11 (15): 115-125.

19. Chaney, R.L., Reeves, P.G., Ryan, J.A., Simmons, R.W., Welch, R.M. and Angle, J.S. 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. *Bio metals*, 17 (5): 549-553.

20. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). 2014. Final 2012 Data and Preliminary 2013 Data for 5 major commodity aggregates Now Available.

21. Huang, M., Zhou, S., Sun, B. and Zhao, Q. 2008. Heavy metals in wheat grain: Assessment of potential health risk for inhabitants in Kunshan, china. *Sci Total Environ*, 405 (1-3): 59-61.

22. Ihedioha, J.N., Ujam, O.T., Nwuche, C.O., Ekere, N.R. and Chime, C.C. 2016. Assessment of heavy metal contamination of rice grains (*Oryza sativa*) and soil from Ada field, Enugu, Nigeria: Estimating the human health risk, Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 22 (8): 1665-1677.

23. Jarvis, S.C., Jones, L.P.H. and Hopper, M.J. 1976. Cadmium uptake from solutions by plants and its transport from roots to shoots. *Plant and Soil*, 44: 179-191.

24. Madrid, L., Diaz-Barrientos, E. and Madrid, F. 2002. Distribution of heavy metal contents of urban soils in parks of Seville. *Chemosphere*, 49: 1301-1308.

25. McLaughlin, M.J., Tiller, K.G. and Singh, B.R. 1999. Cadmium in soils and plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

26. Meharg, A.A. 2004. Arsenic in rice – understanding a new disaster for South-East Asia. *Trends Plant Sci*, 9 (9): 415-417.

27. Mohammadi, M, RiyahiBakhtiar, A, Khodabandeh, S. 2014. Concentration of Cd, Pb, Hg, and Se in different parts of human breast cancer tissues. *Journal Toxicology*, 1-5.

28. Peng K, Luo C, You W, Lian C, Li X, Shen Z. 2007. Manganese uptake and interactions with cadmium in the

hyperaccumulator-Phytolacca Americana L. *J Hazard Mater*, 15 (1-3): 674-81.
29. Rivail, I.F., Koyama, H. and Suzuk, S. 1990. Cadmium content in rice and its intake in various countries. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 44: 910-916.
30. Satpathy, D., Reddy, M.V. and Dhal, S.P. 2014. Risk Assessment of Heavy Metals Contamination in Paddy Soil, Plants, and Grains (*Oryza sativa* L.) at the East Coast of India. BioMed Research International, Article ID 545473, 11 pages.
31. Sharifi, Z., Sinegani A.A. and Shariati, S. 2012. Potential of indigenous plant species for the phytoremediation of arsenic contaminated land in Kurdistan (Iran). *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 21 (5): 557-573.
32. Shimbo S, Zhang ZW, Watanabe T, Nakatsuka H, Mutsuda N, Higashikawa K. 2001. Cadmium and leadcontents in rice and other cereal products in Japanin 1998-2000. *SCI Total Environ*, 281 (1-3): 165-75.
33. United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume II, Environmental Evaluation Manual, EPA/540/1-89/001, Washington, D.C.
34. United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1996. Method 3050B: Acid digestion of sediments, sludges and soils (revision 2).
35. United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2011. Risk Assessment Guidance for Superfund (Part E, Part F); EPA: Washington, DC, USA.
36. Watanable, T., Shimbo, S., Moon, C.S., Zhang, Z.W. and Ikeda, M. 1996. Cadmium Contents in rice samples from various areas in the world. *Science of the Total Environment*, 184: 191-196.
37. Yadav, P., Singh, B., Garg, V.K., Mor, S. and Pulhani, V. 2016. Bioaccumulation and health risks of heavy metals associated with consumption of rice grains from croplands in Northern India, *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 23 (1): 14-27.
38. Zazouli, M.A., Mohsenibandpei, A., Ebrahimi, M. and Izanloo, H. 2010. Investigation of Cadmium and Lead contents in Iranian rice cultivated in Babol Region. *Asian J Chem*, 22 (2): 1369-1376.
39. Zeng, F., Wei, W., Li, M., Huang, R., Yang, F. and Duan, Y. 2015. Heavy Metal Contamination in Rice-Producing Soils of Hunan Province, China and Potential Health Risks. *Internatinonal Journal Environmental Research Public Health*, 12: 15584-15593.
40. Zhao, K., Fu, W., Ye, Z. and Zhang, Ch. 2015. Contamination and spatial variation of heavy metals in the soil-rice system in Nanxun county China. *Southeastern Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12 (2): 1577-1594.

(Original Research Paper)

Health Risk Assessment of Some Heavy Metals of Local Rice Cultivars in Khuzestan Province

Seyyed Mehran Mousavi Mord Ghaffari[1], Khoshnaz Payandeh[1*], Mohyeddin Goosheh[1]

1. Department of Soil Science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Received:24/09/2019 Accepted:10/12/2019

Abstract

According to the importance of rice consumption as an important part of nutrition in Khuzestan province, this study was conducted to assess the health risk of cadmium, lead and nickel heavy metals in local tower cultivars in Khuzestan province. In September 1977, three farms of Shooshtar, Shavar and Baghmalek were visited and 25 farms were sampled in three locations with 3 replications. Elements were measured using a US-based Varian 710-ES ICP-OES device. Cadmium, lead and nickel levels were higher in some rice samples grown in Khuzestan province than the national standard (0.06, 0.15 and 10 mg / kg, respectively). Risk share values of cadmium, lead and nickel in rice of Baghmalek, Shavar, Shooshtar and rice were higher than 1. The carcinogenic risk of heavy metals of cadmium, lead and nickel was higher in samples of rice grown in Khuzestan province above 4-10. Carcinogenic risk values in this study showed that consumption of rice cultivated in Khuzestan province has high potential of human pathogen city.

Keywords: Risk Assessment, Heavy Metals, Pollution, Rice, Khuzestan Province

[*]Corresponding Author: Payandeh426@gmail.com