Downloaded from jhc.mazums.ac.ir at 12:11 +0330 on Sunday March 3rd 2019

Original article

Health Risk of Cadmium and Lead in the Rice Cultivated in Meydavood, Khoozestan Province, Iran

Marzieh Kolahkaj[1]
Sedigheh Batalebloie[2*]

1- MSc in Environmental Geology, Khoramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khoramshahr, Iran
2- Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources of the Marine Sciences, Khoramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khoramshahr, Iran

***Corresponding author:** Sedigheh Batalebloie, Department of Environment, Faculty of Natural Resources of the Marine Sciences, Khoramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khoramshahr, Iran

Email: sblooie@gmail.com

Received: 14 April 2018
Accepted: 11 August 2018

ABSTRACT

Introduction and purpose: High accumulation of heavy metals in food chain at critical doze has detrimental effects on the living organisms. Regarding the fact that rice is highly consumed as a main dish in Iran, this study aimed to investigate the level of cadmium and lead in Meydavood rice, as well as their effects on the inhabitants of this region.

Methods: This study was conducted on 10 rice samples from Meydavood farmlands, located in Khoozestan Province, Iran. After preparation, samples were analyzed for lead and cadmium using inductively coupled plasma mass spectrometry. The levels of lead and cadmium doses in daily rice consumption for each person (110 grams for 70 kg body weight) were calculated using SPSS statistical software.

Results: The mean concentrations of cadmium and lead in rice samples were 0.02 and 1.07 mg/kg, respectively. Based on the obtained results, the level of cadmium was lower and the level of lead was higher than the standard level proposed by the World Health Organization (WHO). The total weekly intake of cadmium and lead through rice consumption was evaluated based on provisional tolerable daily intake determined by WHO/Food and Agriculture Organization (FAO).

Conclusion: According to provisional tolerable daily intake, it can be concluded that the daily intake of cadmium and lead through rice was in the standard range recommended by WHO and FAO. In addition, it is important to have a healthy diet to protect the health of the inhabitants due to the high levels of cadmium and lead in rice samples, and other agricultural products.

Keywords: Cadmium, Lead, Rice, Risk assessment

▶ **Citation:** Kolahkaj M, Batalebloie S. Health Risk of Cadmium and Lead in the Rice Cultivated in Meydavood, Khoozestan Province, Iran. Journal of Health Research in Community. Summer 2018;4(2): 39-46.

Downloaded from jhc.mazums.ac.ir at 12:11 +0330 on Sunday March 3rd 2019

مقاله پژوهشی

بررسی خطر بهداشتی و مقدار کادمیوم و سرب در نمونه‌های برنج در منطقه میداوود استان خوزستان

مرضیه کلاه کج[1]
صدیقه بطالبلویی[2*]

۱. کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست‌محیطی، دانشگاه علوم وفنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۲. استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا دانشگاه علوم وفنون دریایی خرمشهر خرمشهر، ایران

* نویسنده مسئول: صدیقه بطالبلویی، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا دانشگاه علوم وفنون دریایی خرمشهر خرمشهر، ایران

Email: sblooie@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۲۰

چکیده

مقدمه و هدف: ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی و رسیدن به غلظت‌های بحرانی، اثراتی منفی را بر موجودات زنده بر جای می‌گذارد. با توجه به اینکه برنج یکی از پرمصرف‌ترین اقلام در جیره غذایی مردم ایران محسوب می‌شود، مطالعه حاضر با هدف بررسی احتمال وجود کادمیوم و سرب در برنج منطقه میداوود در استان خوزستان و ریسک بهداشتی برای ساکنان منطقه انجام شد.

روش کار: جهت انجام این پژوهش ۱۰ نمونه برنج از مزارع منطقه جمع‌آوری گردید و پس از آماده‌سازی توسط دستگاه ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) مورد سنجش غلظت کادمیوم و سرب قرار گرفت. به‌منظور تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. همچنین با استفاده از ایمنی رژیم مصرفی، میزان دوز ورودی کادمیوم و سرب به انسان از طریق برنج بر مبنای مصرف روزانه برنج توسط هر فرد ایرانی (با درنظرگرفتن مصرف ۱۱۰ گرم برنج در روز و فردی با وزن ۷۰ کیلوگرم) محاسبه گردید.

یافته‌ها: میانگین کل غلظت کادمیوم و سرب در نمونه‌های برنج به‌ترتیب ۰/۰۲ و ۱/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. براساس نتایج میزان کادمیوم، کمتر و میزان سرب، بیشتر از حد استاندارد WHO (World Health Organization) بود. علاوه‌براین، مصرف هفتگی کادمیوم و سرب از طریق برنج در حد مجاز مصرف روزانه قابل تحمل (PTDI: Provisional Tolerable Daily Intake) رژیمی کل پیشنهادشده به وسیله FAO/WHO (Food and Agriculture Organization) ارزیابی گردید.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، مصرف روزانه کادمیوم و سرب از طریق برنج در حد مجاز مصرف روزانه قابل تحمل (PTDI) رژیمی کل پیشنهادشده به وسیله FAO/WHO بود. شایان ذکر است که با توجه به حضور کادمیوم و سرب در برنج منطقه و امکان اینکه در دیگر محصولات کشاورزی نیز وجود داشته باشند، رعایت رژیم غذایی مصرفی مناسب از اهمیت بالایی برخوردار است.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، برنج، سرب، کادمیوم

◀ **استناد:** کلاه کج، مرضیه؛ بطالبلویی، صدیقه. بررسی خطر بهداشتی و مقدار کادمیوم و سرب در نمونه‌های برنج در منطقه میداوود استان خوزستان. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، تابستان ۱۳۹۷؛۴(۲): ۴۶-۳۹

مقدمه

وجود فلزات سنگین در محیط زیست خطری بالقوه برای موجودات زنده به شمار می‌آید. انسان همیشه در معرض آلودگی

Downloaded from jhc.mazums.ac.ir at 12:11 +0330 on Sunday March 3rd 2019

با فلزات سنگین قرار دارد. آلودگی‌های عنصری می‌توانند منشأ طبیعی و غیرطبیعی داشته باشند که در هر دو حالت باید مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند. در این میان، مطالعه آلودگی‌هایی که منشأ طبیعی دارند به دلیل اینکه اگر در سطح قرار داشته باشند باعث آلوده‌شدن خاک، آب و هوا می‌شوند و در نهایت اثراتی منفی را بر محیط زیست بر جای می‌گذارند، از این نظر قابل توجه می‌باشند [۱].

در بین فلزات سنگین، سرب بیشترین مقدار را در محیط زیست به خود اختصاص داده است. گستردگی منابع سرب و استفاده زیاد از این عنصر در شاخه‌های مختلف صنعت مانند رنگ‌سازی، مهمات‌سازی، صنایع رادیولوژی، پزشکی و افزون بر همه این‌ها استفاده گسترده از آن در بنزین باعث شده است تا این عنصر از پراکنش بسیار بالایی در محیط زیست برخوردار باشد [۲]. کادمیوم و سرب از جمله فلزات سنگینی هستند که بدن انسان برای فعالیت‌های زیستی به آن‌ها نیاز ندارد. این فلزات به دلیل عدم متابولیزه‌شدن در بدن می‌توانند در بافت‌های بدن انباشته شوند. تجمع بیش از حد استاندارد کادمیوم در بدن می‌تواند منجر به بیماری‌هایی مانند سرطان پروستات، فشار خون بالا، تخریب بافت‌های بیضه و گلبول‌های قرمز خون، گرفتگی مجاری کلیه، انعقاد برخی از پروتئین‌ها و همچنین بیماری ایتای ایتای (Itai-Itai) که با شکستن استخوان‌ها و درد شدید همراه است، گردد [۳]. بر مبنای مطالعات انجام‌شده، مهم‌ترین عوارض عنصر سرب عبارت هستند از: کم‌خونی و عوارض عصبی آن در کودکان و عقب‌افتادگی ذهنی و جلوگیری از رشد فکری در آن‌ها [۴].

با توجه به اهمیتی که برنج در برنامه غذایی دارد، دولت چین در سال ۲۰۰۳ مطالعاتی را در ارتباط با برنج‌های کاشته‌شده در این کشور انجام داد و به این نتیجه رسید که میزان کادمیوم در این محصول از میزان مجاز استاندارد کمتر است؛ اما با توجه به اینکه این فلز پس از تجمع در ریشه وارد گیاه برنج می‌شود و از این طریق وارد زنجیره غذایی افراد می‌گردد، اندازه‌گیری و پژوهش در مورد این فلز در گیاه برنج را ضروری دانست [۵]. در ایران نیز مطالعاتی در منطقه شمال در ارتباط با میزان کادمیوم و سرب در برنج‌های کشت‌شده در این منطقه صورت گرفته است [۶]. در سال ۲۰۱۲ شکرزاده و همکاران میزان کروم، کادمیوم و سرب را در آب آبیاری و برنج طارم شهرستان‌های قائمشهر، ساری و جویبار (استان مازندران) طی سال‌های زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اندازه‌گیری کردند. بر مبنای نتایج، میزان کادمیوم و سرب در منطقه جویبار بالاتر از حد مجاز بود و میزان کروم کمتر از بیشینه حد مجاز تعیین‌شده توسط استاندارد ملی گزارش گردید [۷]. از سوی دیگر، در مطالعه انجام‌شده توسط زیارتی و اربابی در سال ۲۰۱۳ در مورد برنج هاشمی استان گیلان، دو فلز سرب و کادمیوم در انواع مختلف روش پخت این برنج اندازه‌گیری شدند. در این پژوهش میانگین غلظت‌های اندازه‌گیری‌شده برای سرب و کادمیوم بالاتر از مقادیر تعیین‌شده توسط WHO/FAO بود [۸]. علاوه‌براین، در مطالعه انجام‌شده طی سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ میانگین غلظت سرب، آرسنیک و کادمیوم در برنج‌های وارداتی به استان گلستان و آذربایجان غربی در حد مجاز گزارش شد. شایان ذکر است که از میان نمونه‌های مورد بررسی در آذربایجان غربی، ۲/۶ درصد دارای کادمیوم بیش از حد مجاز بودند [۹]. در مطالعه دیگری غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، آرسنیک و سرب) در برنج‌های ایرانی، پاکستانی و هندی مصرفی استان هرمزگان تعیین گردید. در این پژوهش بیشترین مقدار فلزات سنگین در برنج‌های پاکستانی و پس از آن در برنج‌های هندی و سپس ایرانی گزارش گردید [۱۰].

با توجه به پژوهش‌های قبلی انجام‌شده در منطقه میداوود و روستاهای اطراف آن و وجود نشانه‌هایی از حضور فلزات سنگین در آب و همچنین با توجه به وجود شالیزارهای برنج در این منطقه که محصول آن در سراسر استان به مصرف می‌رسد، در پژوهش حاضر میزان و ریسک بهداشتی عنصر کادمیوم و سرب در برنج این منطقه در سال زراعی ۱۳۹۴ بررسی گردید [۱۱].

Downloaded from jhc.mazums.ac.ir at 12:11 +0330 on Sunday March 3rd 2019

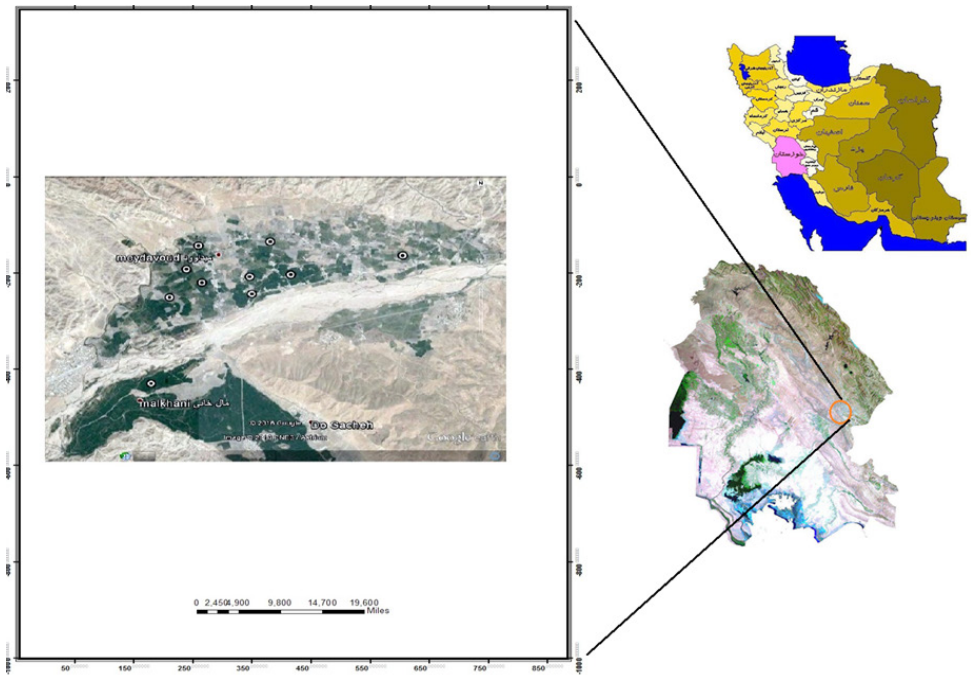
روش کار

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

در مطالعه حاضر منطقه میداوود به دلیل کیفیت مرغوب برنج آن که در سراسر استان خوزستان مصرف می‌شود، مورد بررسی قرار گرفت. این منطقه در بخش شمال شرقی شهرستان رامهرمز واقع شده و از توابع شهرستان باغ‌ملک می‌باشد. این منطقه در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی واقع شده است (شکل ۱).

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

به‌منظور انجام این پژوهش در فصل برداشت در سال ۱۳۹۴، ۱۰ نمونه برنج از ۱۰ مزرعه تعیین‌شده در منطقه میداوود جمع‌آوری شد. پس از جمع‌آوری و انتقال نمونه‌های برنج به آزمایشگاه، نمونه‌ها توسط آب مقطر شسته شدند و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک گردیدند. در ادامه، ۰/۵ گرم از نمونه‌های آسیاب‌شده برنج به بالن هضم منتقل شد و ۴ سی‌سی اسید سولفوریک غلیظ به آن اضافه گردید و مایع به مدت ۳ تا ۵ دقیقه جوشانده شد. شایان ذکر است که ۱۶/۵ سی‌سی هیدروژن پراکسید به بالن اضافه گردید تا محلول شفاف شود. تا زمان به‌دست‌آمدن مایع شفاف، این محلول به مدت ۱ دقیقه دیگر حرارت داده شد. سپس، نمونه هضم‌شده با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با کاغذ واتمن فیلتر گردید. باید خاطرنشان ساخت که سنجش غلظت کادمیوم و سرب با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی جرمی پلاسمای جفت‌شده القایی (ICP-MS) (مدل BRAIC WFX 130) صورت گرفت و تمامی روش‌های نمونه‌برداری و آماده‌سازی با استفاده از روش استاندارد ISO/TS 80004-3 آنالیز در ICP انجام شد. میزان خطای این دستگاه (LABWEST، استرالیا) ۵ درصد و دقت عدد



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه و سایت‌های نمونه‌برداری

Downloaded from jhc.mazums.ac.ir at 12:11 +0330 on Sunday March 3rd 2019

جدول ۱: میزان دریافت قابل تحمل سرب و کادمیوم در برنج‌های منطقه میداوود (بر حسب میلی‌گرم به ازای هر فرد در روز)

نام فلز	حدود مجاز برنج (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	Provisional Tolerable Weekly) PTWI (Intake) (میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز)	PTDI (میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز)
کادمیوم	۰/۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۴۷
سرب	۰/۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱
میزان دریافت قابل تحمل سرب و کادمیوم JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) [۱۳،۱۴]			
Cd		۰/۰۰۷	۰/۰۰۱
Pb		۰/۰۲۵	۰/۰۰۳۶

قرائت‌شده ۰/۰۰۱ می‌باشد [۱۲]. به‌منظور تعیین غلظت عناصر از محلول استوک کادمیوم و سرب با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، استانداردهایی با شش غلظت مشخص تهیه شد و منحنی استاندارد مربوط به هریک ترسیم گردید و ملاک تعیین غلظت نهایی عناصر قرار گرفت. در این ارتباط، سرب با دامنه غلظت ۰/۵، ۱، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ و کادمیوم با دامنه غلظت ۱، ۰/۷، ۰/۵، ۰/۳، ۰/۱ و ۵ میلی‌گرم بر لیتر تهیه گردید.

به‌منظور تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. ذکر این نکته ضرورت دارد که داده‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش براساس آزمون Kolmogorov–Smirnov نرمال بودند و نتایج با استاندارد جهانی مقایسه شدند. علاوه‌براین، به‌منظور بررسی دوز ورودی کادمیوم و سرب به بدن انسان از روابط ایمنی رژیم مصرفی استفاده گردید.

محاسبه جذب روزانه مزمن (CDI: Chronic Daily Intake)

در جدول ۱ میزان دریافت قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) فلزات سرب و کادمیوم مطابق با آمار مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نشان داده شده است. بدین‌منظور باید مقدار تخمینی جذب‌شده سرب و کادمیوم (CDI) در برنج با توجه به مقدار مصرف آن مشخص گردد. در این راستا با استفاده از ایمنی رژیم مصرفی، مصرف روزانه کادمیوم و سرب از طریق برنج بر مبنای مصرف روزانه برنج توسط هر فرد ایرانی (با درنظرگرفتن مصرف ۱۱۰ گرم برنج در روز و فردی با وزن ۷۰ کیلوگرم) محاسبه شد. لازم به ذکر است که اگر این مقدار کمتر از PTDI باشد، خطری برای مصرف‌کنندگان آن محصول وجود ندارد؛ در غیر این صورت آن محصول برای سلامتی خطرناک می‌باشد [۱۳،۱۴]. در پژوهش حاضر جذب روزانه مزمن (CDI) از طریق معادله زیر محاسبه شد:

$$CDI=C\times DI/BW$$ معادله ۱

در این معادله CDI= جذب روزانه مزمن (میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز)؛ C= غلظت آلاینده (Cd،Pb) در برنج (میلی‌گرم بر کیلوگرم)؛ DI= متوسط برنج مصرفی روزانه (کیلوگرم در روز)؛ BW (Body Weight)= وزن بدن (کیلوگرم) می‌باشد.

یافته‌ها

جدول ۲ غلظت سرب و کادمیوم را در ۱۰ نمونه برنج نشان می‌دهد. در این پژوهش میانگین کل غلظت سرب و کادمیوم به‌ترتیب در نمونه‌های برنج معادل ۰/۰۲ و ۱/۰۷ بخش در میلیون

Downloaded from jhc.mazums.ac.ir at 12:11 +0330 on Sunday March 3rd 2019

جدول ۲: غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های برنج

نمونه برنج	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	بیشینه	کمینه	حد استاندارد	انحراف معیار
سرب (بخش در میلیون)	۰/۸۷	۲/۶	۰/۳۸	۰/۱۶	۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۴۶	۰/۵۷	۰/۹۷	۴/۰۸	۴/۰۸	۰/۱۶	۰/۲	۱/۲۶
کادمیوم (بخش در میلیون)	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۶	۰/۰۱۲

* دقت عدد قرائت‌شده ۰/۰۰۱ می‌باشد.

بر مبنای وزن خشک به‌دست آمد. میزان جذب قابل تحمل روزانه مطابق با استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA: United States Environmental Protection Agency) و همچنین نتایج محاسبه‌شده برای این پژوهش در جدول ۲ نشان داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

اگرچه انسان از مسیرهای متفاوتی در معرض فلزات سنگین قرار می‌گیرد؛ اما مصرف مواد غذایی آلوده به فلزات سنگین به‌عنوان یکی از راه‌های اصلی آن شناخته شده است. توجه به این نکته حائز اهمیت می‌باشد که سرانه مصرف برنج در ایران ۴۲/۵ کیلوگرم در سال است و در واقع دومین محصول پرمصرف کشور می‌باشد. یکی از آلاینده‌های مهم برنج، سرب و کادمیم هستند که بدن انسان برای ادامه حیات خود هیچ نیازی به آن‌ها ندارد [۱۵،۱۶]. در این پژوهش براساس مقایسه میانگین غلظت فلزات با استانداردهای جهانی با استفاده از آزمون One Sample T Test و همچنین با توجه به اختلاف معنادار میانگین غلظت عنصر سرب با حد مجاز ($P<\alpha=۰/۰۵$)، فرضیه آلودگی برنج منطقه میداوود برای عنصر سرب تأیید گردید. بر مبنای نتایج، میزان سرب در نمونه‌های برنج بیش از حد استاندارد جهانی (WHO) و تحقیقات صنعتی ایران و میزان کادمیوم کمتر از حد مجاز بود. این درحالی است که در مطالعه انجام‌شده توسط بختیاریان و همکاران (۲۰۰۱) در ارتباط با برنج‌های منطقه شمال ایران نشان داده شد که در برنج حسنی به‌ترتیب بیشترین مقدار کادمیم و سرب معادل ۰/۰۷۹۳ و ۰/۹۶۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است [۱۷]. همچنین در مطالعه‌ای در مورد نمونه‌های برنج، میزان کادمیوم و سرب به‌ترتیب معادل ۰/۰۲ و ۰/۱۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش گردید؛ درحالی که نتایج پژوهش حاضر در مقایسه با این دو مطالعه، میزان کادمیوم کمتر و سرب بالاتر از حد مجاز را نشان دادند [۱۸]. باید خاطرنشان ساخت که مقدار مجاز دریافت هفتگی (PTWI) فلز سرب ۲۱ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته می‌باشد. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، مصرف هفتگی کادمیوم و سرب از طریق برنج در حد مجاز مصرف هفتگی قابل تحمل (PTWI) رژیمی کل پیشنهادشده به وسیله FAO/WHO بود. این درحالی است که نتایج مطالعه ملکوتیان در مورد وجود فلزات سنگین در برنج‌های وارداتی هندی در سال ۱۳۹۰ نشان داد که میزان PTWI بیشتر از حد مجاز می‌باشد [۴].

از سوی دیگر، در مطالعه زززولی در سال ۲۰۰۸ غلظت کادمیوم در نمونه‌های برنج تولیدشده در استان مازندران اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که میانگین غلظت کادمیوم در نمونه‌های برنج معادل ۰/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک آن می‌باشد. بر این اساس، غلظت کادمیوم در نمونه‌های برنج بالاتر از حد مجاز FAO و حدود ۱۰ درصد بیشتر از حداکثر مصرف هفتگی

Downloaded from jhc.mazums.ac.ir at 12:11 +0330 on Sunday March 3rd 2019

توصیه‌شده توسط FAO/WHO است [۷]. علاوه‌براین، نتایج حاصل از مطالعه جعفری مقدم و همکاران در سال ۲۰۱۵ در ارتباط با برنج هندی سه برند پرمصرف در بازار تهران نشان داد که نیکل ۶/۴۸ درصد، سرب ۵/۲۷ درصد و کادمیوم ۳/۴۲ درصد از نمونه‌ها بیش از حد انتظار می‌باشد. همچنین، مقادیر مجاز دریافتی قابل تحمل در هفته سرب، کادمیوم و نیکل دریافتی از اکثر این نمونه‌ها بیش از مقادیر تعیین‌شده توسط WHO/FAO است که دلیل آن آلودگی برنج‌های هندی به دلیل آبیاری با آب آلوده به فلزات سنگین در بنگال می‌باشد [۱۹]. باید خاطرنشان ساخت که نتایج این مطالعه نشان‌دهنده مصرف هفتگی در حد مجاز بودند.

به‌طور کلی با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، میزان آلودگی نمونه‌های برنج به کادمیوم کمتر از حد مجاز بود و میزان آلودگی آن‌ها به سرب بیشتر از حد مجاز به‌دست آمد. همچنین، مصرف هفتگی کادمیوم و سرب از طریق مصرف برنج در حد مجاز مصرف هفتگی قابل تحمل (PTWI) رژیمی کل پیشنهادشده به وسیله FAO/WHO گزارش شد؛ اما به دلیل اینکه محصولات کشاورزی دیگر نیز در این منطقه کشت می‌شوند و احتمال وجود فلزات سنگین در آن‌ها امکان‌پذیر می‌باشد، احتمال وقوع پیامدهای ناهنجار در اثر مصرف بیش از حد توصیه‌شده برنج برای ساکنان منطقه وجود دارد. باید توجه داشت که پایداری فلزات، سنگین است و مانند اغلب مواد آلی طی فرایندهای زیستی و شیمیایی تجزیه نمی‌شوند؛ در نتیجه تغلیظ و تجمع این فلزات در مواد غذایی و محیط زیست منجر به واردآمدن صدمات مهم و جبران‌ناپذیری می‌گردد؛ از این رو رعایت رژیم غذایی درست توصیه می‌شود.

قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی زیست محیطی در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر می‌باشد. بدین‌وسیله نویسندگان از مسئولان سازمان آب و برق خوزستان به دلیل فراهم‌نمودن بستر مناسب برای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1. Lee S, Kim YY, Lee Y, An G. Rice P1B-type heavy-metal ATPase, OsHMA9, is a metal efflux protein. Plant Physiol 2007; 145(3):831-42.
2. Zhao K, Fu W, Ye Z, Zhang C. Contamination and spatial variation of heavy metals in the soil-rice system in Nanxun county China. Int J Environ Res Public Health 2015; 12(2):1577-94.
3. Mohammadi M, Riyahi Bakhtiari A, Khodabandeh S. Concentration of Cd, Pb, Hg, and Se in different parts of human breast cancer tissues. J Toxicol 2014; 2014:413870.
4. 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 (Persian).
5. Li Z, Zhang Y, Pan G, Li J, Huang X, Wang J. Grain contents of Cd, Cu and Se by 57 rice cultivars and the risk significance for human dietary uptake. Huan Jing Ke Xue 2003; 24(3):112-5.
6. Mosayebi M, Mirzaee H. Determination of mycotoxin contamination and heavy metals in edible rice imported to Golestan province. Iran J Health Environ 2014; 6(4):503-14 (Persian).
7. Zazouli MA, Shokrzade M, Izanloo H, Fathi S. Cadmium content in rice and its daily intake in Ghaemshahr region of Iran. Afr J Biotechnol 2008; 7(20):3686-9.
8. Ziarati P, Arbabi S, Arbabi-Bidgoli S, Qomi M. Determination of Lead and Cadmium Contents in

Downloaded from jhc.mazums.ac.ir at 12:11 +0330 on Sunday March 3rd 2019

(Oryza Sativa) rice samples of agricultural areas in Gilan-Iran. Int J Farm Allied Sci 2013; 2(11):268-71.
9. Ghazanfarirad N, Dehghan K, Fakhernia M, Rahmanpour F, Bolouki M, Zeynali F, et al. Determination of lead, cadmium and arsenic metals in imported rice into the west Azerbaijan province, northwest of Iran. J Nov Appl Sci 2014; 3(5):452-6.
10. Dehghani M, Mosaferi F. Determination of heavy metals (Cadmium, Arsenic and Lead) in Iranian, Pakistani and Indian rice consumed in Hormozgan province, Iran. 2016. J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 25(134):363-7 (Persian).
11. Chitsazan M, Dorraninejad MS, Zarasvandi A, Mirzaii SY. Occurrence, distribution and source of arsenic in deep groundwater wells in Maydavood area, southwestern Iran. Environ Geol 2009; 58(4):727-37.
12. Aoac International. Official methods of analysis of AOAC. 14th ed. Arlington, Virginia, USA: Aoac International; 1920.
13. Westerman RL. Soil testing and plant analysis. Wisconsin: Soil Science Society of America; 1991.
14. Bo SO, Mei LE, Tongbin CH, Zheng Y, Yunfeng X, Xiaoyan LI, et al. Assessing the health risk of heavy metals in vegetables to the general population in Beijing, China. J Environ Sci 2009; 21(12):1702-9.
15. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food and feed-maximum limit of heavy metals. Standard No. 12968. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2010 (Persian).
16. Al-Saleh I, Shinwari N. Report on the levels of cadmium, lead, and mercury in imported rice grain samples. Biol Trace Elem Res 2001; 83(1):91-6.
17. Bakhtiarian A, Gholipour M, Ghazi-Khansari M. Lead and cadmium content of Korbal rice in Northern Iran. Iran J Publ Health 2001; 30(3-4):129-32.
18. Chirila E, Canuta M, Pavel O. Cd and Pb determination in some Romanian south eastern region cereals. Ovidius Univ Ann Chem 2009; 20(1):142-5.
19. Jafari-Moghadam R, Ziarati P, Salehi-Sormaghi MH, Qomi M. Comparative perspective to the chemical composition of imported rice: association of cooking method. Biomed Pharmacol J 2015; 8(1):149-55.