مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال دوازدهم، شماره 2، تابستان 1396، صفحات 104-97

بررسی میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل در برنج ایرانی و وارداتی مصرفی شهر تهران

پریسا زیارتی [1و 2]، مریم مصلحی شاد [3]

1- نویسنده مسئول: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم دارویی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران. پست الکترونیکی: ziarati.p@iaups.ac.ir
2- گروه شیمی دارویی، دانشکده داروسازی، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
3- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 94/12/19 تاریخ پذیرش: 95/4/6

چکیده

سابقه و هدف: برنج از پرمصرف‌ترین غلات ایران به‌شمار می‌آید. با توجه به افزایش متوسط مصرف سرانه برنج در ایران، واردات این محصول بیش از پیش افزایش یافته است. آلودگی برنج به فلزات سنگین و ورود آن به زنجیره غذایی می‌تواند اثرات مخربی بر سلامت انسان به‌همراه داشته باشد؛ بنابراین تعیین میزان فلزات سنگین در برنج وارداتی و ایرانی و مقایسه با استانداردهای ملی و بین‌المللی حائز اهمیت می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی فلزات سنگین سرب، نیکل و کادمیوم در برنج‌های وارداتی هندی، تایلندی و پاکستانی در قیاس با برنج ایرانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: نمونه‌های برنج (450 نمونه) شامل ده نشان تجاری هندی، پنج نشان تجاری ایرانی (طارم، صدری، هاشمی)، سه و دو نشان تجاری تایلندی، پاکستانی و در سه ماه متوالی از سطح بازار شهر تهران جمع‌آوری شد. سنجش فلزات سنگین با استفاده از روش هضم مرطوب و دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی شعله بر مبنای روش استاندارد بین‌المللی AOAC صورت گرفت.

یافته‌ها: میانگین میزان کادمیوم در برنج‌های وارداتی بیش از حد مجاز استاندارد ملی بود و به طور معنی‌داری بیش از برنج ایرانی ($0/010\pm0/003 mgkg^{-1}$) می‌باشد **($P<0/05$)**.سرب در نمونه‌های برنج هندی ($1/297\pm0/237 mg\ kg^{-1}$) بیش از سایر نمونه‌های برنج مورد مطالعه بود و بیش از حد مجاز استاندارد ملی و بین‌المللی تعیین گردید **($P<0/05$)**. نمونه‌های برنج از نظر میزان نیکل در حد استاندارد می‌باشند. بین میزان نیکل در نمونه‌های برنج مورد بررسی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P\geq0/05$) . مقادیر مجاز دریافتی قابل تحمل در هفته (PTWI) برای هریک از فلزات سنگین تعیین شد و با حد مجاز اعلام شده به‌وسیله FAO/ WHO مورد مقایسه قرار گرفت.

نتیجه گیری: میزان فلزات سنگین به ویژه سرب و کادمیوم بیش از حد مجاز تعیین شده بود. بنابراین لازم است نظارت دقیق‌تری از سوی سیستم‌های نظارتی ذیصلاح بر واردات برنج صورت پذیرد.

واژگان کلیدی: برنج، سرب، کادمیوم، نیکل، ایمنی مواد غذایی

• مقدمه

برنج پس از گندم از پرمصرف ترین انواع غلات در سطح جهان به ویژه کشورهای آسیایی به‌شمار می‌رود و به طور نسبی 70 درصد از کالری مورد نیاز روزانه آنها را تأمین می‌کند. بیش از 200 میلیون هکتار از اراضی کشاورزی در سطح جهان زیرکشت برنج قرار دارد که 90 درصد آن به تنهایی در آسیا قرار گرفته است و بنابراین یکی از مهمترین محصولات در اقتصاد آسیا محسوب می‌گردد(1). در کشور ایران نیز این محصول به عنوان دومین ماده غذایی پرمصرف به‌شمار می‌آید (2). سرانه مصرف برنج در کشور حدود 40 کیلوگرم است و بر اساس آمار و ارقام، مصرف سرانه برنج در آسیا 85 کیلوگرم و در جهان معادل 65 کیلوگرم است. به دلیل سیاست‌های افزایش جمعیتی در ایران، بدون شک تقاضای مصرف برنج به صورت سالانه افزایش قابل توجهی خواهد داشت (1). بنابراین نیاز به واردات این

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-23]

محصول کشاورزی در کنار افزایش تولید در حد قابل ملاحظه-ای احساس می‌شود. در تجارت مواد غذایی بهداشت و سلامت فرآورده‌های غذایی از اهمیت بسیاری برخوردار است و از نظر آلودگی به انواع آلاینده‌ها باید مورد ارزیابی قرار گیرد. تخلیه فاضلاب‌های شیمیایی در محیط زیست و استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی به منظور اصلاح ویژگی‌های خاک می‌تواند سبب افزایش آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین گردد (3).

حضور فلزات سنگین مانند کادمیوم، سرب و نیکل در مواد غذایی بیش از حد استاندارد منجر به بروز انواع بیماری‌ها از جمله اختلالات عصبی، سرطان و اختلالات ژنتیکی می‌شود. کادمیوم از جمله فلزاتی می‌باشد که به طور وسیع در محیط زیست پراکنده شده است، منبع اصلی این فلز ترکیبات صنعتی و کودهای فسفاته می‌باشد و به سهولت به‌وسیله گیاهان جذب می‌شود و از خاصیت سمیت بالایی برخوردار است. در بافت‌هایی مانند کبد و کلیه تجمع نموده و باعث بروز سرطان، کم‌خونی، افزایش فشار خون می‌شود. کادمیوم به ویژه در شش‌ها و پروستات ایجاد تومور می‌کند (4). اثرات سمی کادمیوم از طریق دو مکانیسم ایجاد می‌گردد. کادمیوم جایگزین فلز روی در بسیاری از آنزیم‌ها می‌شود و از سوی دیگر از طریق واکنش با گروه‌های تیول پروتئین‌ها منجر به تغییر در ساختمان و عملکرد آن‌ها و به این ترتیب اثرات سمی از خود نشان می‌دهد (5). سرب در حد گسترده‌ای در محیط زیست وجود دارد و آسیب‌های زیادی روی سیستم عصبی، کلیه، شش، مغز استخوان و خون ایجاد می‌کند. اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم‌خونی، افزایش فشار خون، آسیب به کلیه‌ها، سقط جنین و نوزاد نارس، اختلال در سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری از عوارض منفی افزایش غلظت سرب در بدن است. بنابراین سرب به عنوان یک آلاینده زیست محیطی به شمار می‌آید. مکانیسم اثر سرب به این ترتیب است که می‌تواند با باند شدن به کلسیم، باعث ایجاد اختلال در سیستم‌های درونی سلول شود. از سوی دیگر سرب یک سم آنزیمی است و با گروه‌های سولفیدریل پروتئین‌ها باند می‌شود. در غلظت‌های بالا باعث تغییر در ساختمان پروتئین‌های سلولی شده و آن‌ها را دناتوره می‌کند و سبب التهاب و مرگ بافتی می‌شود. سرب میل ترکیبی به غشای سلول‌ها به ویژه میتوکندری دارد و تغییراتی در ساختمان و عمل آن‌ها به وجود می‌آورد که نشان دهنده اثرات سرب است. کم‌خونی ناشی از کاهش عمر گلبول‌های قرمز و همچنین مهار سنتز هموگلوبین از دیگر عوارض ناشی از سرب می‌باشد (6). نیکل از دیگر عناصر مضر است و موجب اختلال در فعالیت بیولوژیکی سلول‌ها، تأخیر در رشد، کاهش خون‌سازی و تداخل در جذب آهن می‌گردد (7). املاح نیکل پس از ورود به جریان خون باعث ناراحتی‌های تنفسی می‌شوند و روی قلب اثر می‌گذارند. تماس با نیکل ایجاد التهاب‌های پوستی می‌کند (8). مکانیسم اثر این عنصر از طریق ایجاد اتصالات غیر برگشتی با ماکرومولکول‌های ضروری و حیاتی می‌باشد و موجب اختلال در فعالیت بیولوژیکی سلول‌ها می‌شود. نیکل و ترکیبات حاصل از آن پس از جذب در قسمت‌های مختلف بدن توزیع می‌شود ولی بالاترین غلظت در ریه و مغز تجمع می‌یابد. نیکل از جفت عبور کرده و اثرات تراتوژنیک دارد (6).

در سال‌های اخیر گزارش‌های متعددی مبنی بر آلودگی برخی از مواد غذایی به فلزات سنگین در ایران منتشر شده است. تاکنون مطالعاتی در مورد برنج داخلی و وارداتی صورت گرفته است. در سال 2012 شکرزاده و همکاران کروم، کادمیوم و سرب را در آب آبیاری و برنج طارم شهرستان‌های قائمشهر، ساری و جویبار (استان مازندران) در سال‌های زراعی 1389-1390 اندازه‌گیری کردند. فلز کادمیوم و سرب در منطقه جویبار بالاتر از حد مجاز بوده است. فلز کروم کمتر از بیشینه حد مجاز تعیین شده توسط استاندارد ملی گزارش گردید(9). در مطالعه انجام شده توسط زیارتی و اربابی در سال 2013 روی برنج هاشمی استان گیلان، دو فلز سرب و کادمیوم در انواع مختلف روش پخت این برنج اندازه‌گیری شد. میانگین غلظت‌های اندازه‌گیری شده برای سرب و کادمیوم بالاتر از مقادیر تعیین شده توسط WHO/FAO بود (10). در سال 2012 آزادبخت و همکاران غلظت سرب، کادمیوم و آرسنیک در 108 نمونه جمع‌آوری شده از چندین برند ایرانی و خارجی در استان یزد را بررسی کردند. میانگین غلظت سرب در برنج ایرانی و وارداتی بالاتر از حد مجاز اعلام شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران می‌باشد. همچنین میانگین غلظت کادمیوم و آرسنیک هر دو پایین‌تر از حد مجاز به دست آمد (11). در مطالعه دیگری از زازولی در سال 2008 غلظت کادمیوم در برنج استان مازندران اندازه‌گیری شد. غلظت کادمیوم در نمونه‌های برنج بالاتر از حد تعیین شده FAO بود. همچنین متوسط مصرف هفتگی حدود 10% بیشتر از حداکثر مصرف هفتگی توصیه شده توسطFAO/WHO بوده است (12). در مطالعه جاهد و زازولی در سال 2005 غلظت

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-23]

کادمیوم و سرب در60 نمونه برنج استان مازندران اندازه‌گیری شد که از حد توصیه شده توسط FAO/WHO در مورد کادمیوم و سرب که به ترتیب معادل $0/2\ \mu g\ kg^{-1}$ و $2/32\ mg\ kg^{-1}$ بر مبنای وزن خشک می‌باشد؛ بیشتر بود (13).

مطالعاتی که در سال‌های اخیر در زمینه آلودگی مواد غذایی با فلزات سنگین به ویژه در مورد برنج انجام شده است بیانگر چالش‌های جدی در بحث ایمنی مواد غذایی در این راستا می‌باشد. بنابراین این پژوهش با هدف مقایسه میزان فلزات سنگین (کادمیوم، سرب و نیکل) در برنج‌های وارداتی هندی، تایلندی، پاکستانی و برنج ایرانی و مقایسه میزان فلزات سنگین با استانداردهای ملی و بین‌المللی صورت گرفت.

• مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: این مطالعه با نمونه‌گیری از بازار سطح شهر تهران در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. جمع‌آوری نمونه‌ها در سه ماه متوالی از ده نشان تجاری برنج هندی، پنج نشان تجاری برنج ایرانی (طارم، صدری، هاشمی)، سه نشان تجاری تایلندی و دو نشان تجاری برنج پاکستانی صورت گرفت و از هر نشان تجاری هر ماه 15 نمونه (هر نمونه به حجم یک کیلوگرم) تهیه گردید؛ بنابراین هر ماه 150 نمونه و جمعاً 450 نمونه طی سه ماه متوالی تهیه گردید. هریک از آزمایشات نیز حداقل در سه تکرار انجام شد.

روش آماده‌سازی نمونه: از روش هضم مرطوب جهت سنجش فلزات سنگین در نمونه‌های برنج استفاده شده است. حدود 50 گرم برنج وزن گردید و به مدت 8 ساعت در آون با دمای80 درجه سلسیوس با هدف حذف رطوبت و تعیین وزن خشک قرار گرفت. پس از خشک شدن و رسیدن به وزن ثابت، 0/0001± 10 گرم برنج به بشر 250 میلی‌لیتر منتقل گردید. نمونه‌ها به مدت 48 ساعت در دمای 105 درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس 5 میلی‌لیتر هیدروکلریدریک اسید 37% و 15 میلی‌لیتر نیتریک اسید 65% به آن‌ها افزوده شد و بعد از گذشت 120 دقیقه در دمای آزمایشگاه به آرامی محلول حرارت داده شد تا حجم آن به کمتر از 20 میلی‌لیتر برسد. سپس محلول شفاف به دست آمده را بعد از خنک شدن صاف گردید و با نیتریک اسید 10% حجمی-حجمی، به حجم 50 میلی‌لیتر رسانیده شد (14).

تعیین مقادیر کادمیوم، سرب و نیکل با استفاده از دستگاه جذب اتمی: بعد از روشن کردن دستگاه جذب اتمی (مدلAA200، شرکت سازنده پرکین المر ساخت امریکا)، برنامه مربوط به عنصر مورد نظر را از بین برنامه‌های موجود انتخاب گردید. شرایط دستگاه برای هریک از عناصر مورد ارزیابی مطابق با جدول 1 تنظیم گردید. ورودی گاز دستگاه باز شد و شعله استیلن-هوا را روشن گردید. پس از ثابت شدن تنظیمات نوری، فرمان شروع تزریق‌ها به دستگاه داده شد. نیتریک اسید 10% حجمی-حجمی به عنوان شاهد استفاده شد (14).

جدول 1. پارامترهای دستگاهی جهت خواندن میزان کادمیوم، سرب و نیکل موجود در نمونه‌ها

		کادمیوم	سرب	نیکل
Wave length	nm	228/8	283/5	232/0
Slit width	nm	0/3	1/0	0/15
Hallow- cathod lamp current	mA	4	5	4
Ignition temperature	°C	800	800	800
Atomization temprature	°C	1800	2200	1200
Fuel gas flow rate	$Lmin^{-1}$	1/8	2	1/7

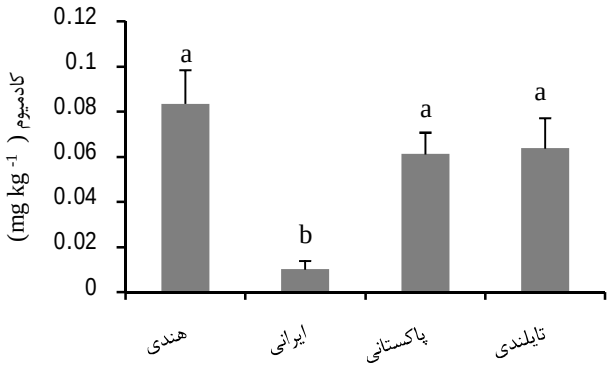
به منظور تعیین غلظت عناصر از محلول استوک کادمیوم، سرب و نیکل با غلظت $1000mg\ L^{-1}$، استانداردهایی با شش غلظت مشخص تهیه شد و منحنی استاندارد مربوط به هریک ترسیم گردید و ملاک تعیین غلظت نهایی عناصر قرار گرفت. سرب با دامنه غلظت$mg\ L^{-1}$ 0/5، 1، 3، 5، 10، 20، 50 و کادمیوم و نیکل با دامنه غلظت$mg\ L^{-1}$ 0/1، 0/3، 0/5، 0/7، 1 و 5 تهیه گردید.

روش تجزیه و تحلیل آماری: ابتدا از طریق آزمون اسمیرنوف- کولموگراف به بررسی توزیع نرمال داده‌ها پرداخته شد و با توجه به سطح سنجش داده‌ها که در سطح سنجش پارامتریک می‌باشند و با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها برای مقایسه بین تیمارها از جداول تجزیه و تحلیل آنالیز واریانس یک طرفه استفاده گردید و سپس برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون مقایسه میانگین دانکن (Duncan) استفاده شد و مقایسه دوتایی بین نمونه‌ها با مقادیر استاندارد بر مبنای مقایسه میانگین دوتایی به روش آزمون t تک نمونه ای (One-Sample t-test) انجام شد ($P<0/05$).

• یافته‌ها

نتایج حاصل از تعیین میزان کادمیوم بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک در انواع برنج‌های هندی، تایلندی، پاکستانی و ایرانی در شکل 1 نشان داده شده است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-23]



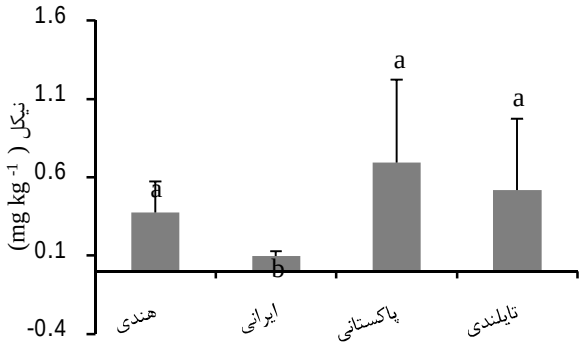
شکل 1. میزان کادمیوم (*SE ±میانگین) بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک

میزان دریافت هفتگی مجاز کادمیوم 0/007 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته است. طبق اعلام موسسه استاندارد ایران مصرف روزانه برنج در ایران 110 گرم روز است (15). جدول 1 مقایسه‌ای از میزان دریافت هفتگی کادمیوم در نمونه‌های برنج مورد مطالعه در این پژوهش می‌باشد.

نتایج حاصل از تعیین میزان سرب در انواع برنج‌های هندی، تایلندی، پاکستانی و ایرانی در شکل 2 ارائه شده است و مقایسه میانگین نتایج حاصل در نمودار نشان داده شده است.

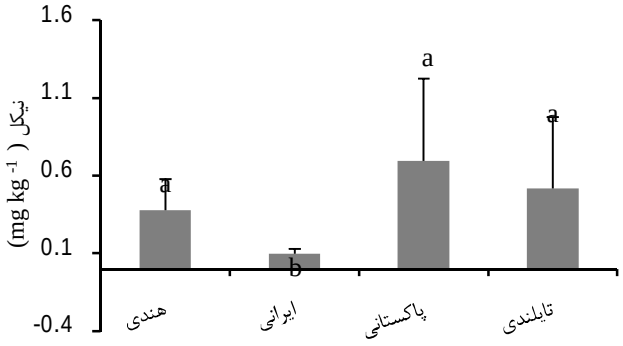
جدول 2. محاسبه دریافت هفتگی کادمیوم در نمونه‌های برنج

میانگین	عنوان	
110	(g/day) مصرف روزانه برنج	
0/0836	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج هندی
0/0644	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/010	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج ایرانی
0/007	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/061	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج پاکستانی
0/047	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/064	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج تایلندی
0/049	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/007	(mg/kg body weight/week) مقدار مجاز دریافتی قابل تحمل در هفته	



شکل 2. میزان سرب (*SE ±میانگین) انواع برنج‌ها بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک در انواع برنج‌ها

SE: Standard Error of Mean



شکل 3. میزان نیکل(*SE ±میانگین) بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک در انواع برنج‌ها

SE: Standard Error of Mean

میزان دریافت هفتگی مجاز سرب 0/025 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته است بنابراین با توجه به مصرف روزانه برنج در ایران که 110 گرم در روز است (15). بنابراین میزان دریافت هفتگی سرب در نمونه‌های برنج تعیین گردید (جدول 3).

نتایج حاصل از تعیین میزان نیکل در انواع برنج‌های هندی، تایلندی، پاکستانی و ایرانی در شکل 3 ارائه شده است.

جدول 4 میزان دریافت هفتگی کادمیوم در نمونه‌های برنج مورد مطالعه در این پژوهش را نشان می‌دهد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-23]

جدول 3. محاسبه دریافت هفتگی سرب در نمونه‌های برنج

میانگین	عنوان	
110	(g/day) مصرف روزانه برنج	
1/297	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج هندی
0/997	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/097	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج ایرانی
0/074	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/122	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج پاکستانی
0/094	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/104	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج تایلندی
0/080	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/025	(mg/kg body weight/week) مقدار مجاز دریافتی قابل تحمل در هفته	

جدول 4. محاسبه دریافت هفتگی نیکل در نمونه‌های برنج

میانگین	عنوان	
110	(g/day) مصرف روزانه برنج	
0/376	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج هندی
0/289	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/098	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج ایرانی
0/075	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/695	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج پاکستانی
0/535	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/518	(mg/kg) غلظت کادمیوم در برنج	برنج تایلندی
0/398	(mg/kg body weight/week) میزان دریافت هفتگی	
0/070	(mg/kg body weight/week) مقدار مجاز دریافتی قابل تحمل در هفته	

میزان دریافت هفتگی نیکل در مورد برنج هندی، پاکستانی و تایلندی بیشتر از مقدار مجاز دریافتی قابل تحمل در هفته تعیین شده توسط FAO/WHO است و در مورد نمونه‌های برنج ایرانی به طور تقریبی این میانگین در حد این استاندارد است.

• بحث

حد مجاز کادمیوم در برنج بر اساس استاندارد تعیین شده توسط کمیته تخصصی مشترک FAO/WHO در مورد افزودنی‌هایی غذایی JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive) معادل $mgkg^{-1}$ 0/2 است و بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره 12968 حداکثر مقدار مجاز کادمیوم در برنج معادل $mgkg^{-1}$ 0/06می‌باشد. نتایج حاصل از مطالعه حاضر (شکل 1) نشان داد؛ میزان کادمیوم در برنج هندی ($0/0836\ mgkg^{-1}$) بیش از حد مجاز استاندارد ملی ایران و بالطبع استاندارد کدکس می‌باشد. در انواع برنج‌های تایلندی و پاکستانی سطح کادمیوم در مقایسه با استاندارد بین‌المللی بالاتر بوده است و این درحالی است که در قیاس با استاندارد ملی ایران در مرز حد مجاز ذکر شده می‌باشد و از استاندارد کدکس نیز تجاوز کرده است. در مورد برنج ایرانی مقدار کادمیوم در حد مجاز اعلام شده به‌وسیله کدکس و استاندارد ملی ایران می‌باشد. لازم به ذکر است که بر مبنای آنالیز آماری صورت گرفته بین میزان کادمیوم در سه نوع برنج هندی، تایلندی و پاکستانی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P\geq0/05$) که این موضوع به واسطه تنوع در انواع برندهای مورد بررسی می‌باشد.

مقایسه بین میزان دریافت هفتگی مجاز کادمیوم (0/007 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته) با نتایج حاصل (جدول1) نشان داد؛ میزان دریافت هفتگی کادمیوم در برنج هندی، پاکستانی و تایلندی بیش از حد مجاز آن می‌باشد. درحالی‌که بین میزان دریافت هفتگی کادمیوم در برنج ایرانی با حد مجاز آن اختلافی ندارد.

بر اساس استاندارد تعیین شده توسط استاندارد ملی ایران به شماره 12968حداکثر مقدار مجاز سرب در برنج معادل $0/15mgkg^{-1}$ می‌باشد (16). نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد (شکل 2)؛ میزان سرب در برنج هندی در حد قابل ملاحظه‌ای (حدود هشت برابر) بیش از حد مجاز استاندارد ملی ایران می‌باشد. در انواع برنج‌های تایلندی، پاکستانی و ایرانی سطح سرب در مقایسه با استاندارد ملی در حد مجاز

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-23]

بود. بین میزان سرب در سه نوع برنج ایرانی، تایلندی و پاکستانی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P\geq0/05$). میزان سرب در نمونه‌های برنج هندی به طور معنی‌داری بیش از سایر نمونه‌های برنج است ($P<0/05$).

مقایسه بین میزان دریافت هفتگی مجاز سرب (0/025 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته) با نتایج حاصل نشان داد؛ میزان دریافت هفتگی سرب در کلیه انواع برنج‌های مورد مطالعه بیش از حد مجاز آن می‌باشد ($P<0/05$).

در مورد برنج حد مجازی برای نیکل در استاندارد ملی ایران تعیین نشده است. درحالی‌که حد مجاز نیکل در مورد غلات بر اساس استاندارد کدکس $10mg\ kg^{-1}$ می‌باشد (17). مقایسه بین میزان نیکل با حد مجاز ذکر شده نشان داد؛ نمونه‌های برنج از نظر میزان نیکل در حد استاندارد می‌باشند (شکل 3). بین میزان نیکل در نمونه‌های برنج مورد بررسی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P\geq0/05$). اگرچه بین مقادیر نیکل در نمونه‌های مختلف مورد ارزیابی اختلافات قابل ملاحظه‌ای وجود داشت؛ همه نمونه‌ها در محدوده استاندارد ذکر شده قرار داشت. میزان دریافت هفتگی نیکل در مورد برنج هندی، پاکستانی و تایلندی بیشتر از مقدار مجاز دریافتی قابل تحمل است و در مورد برنج ایرانی به طور تقریبی این میانگین در حد استاندارد است.

نتایج حاصل از مطالعه جعفری مقدم و همکاران در سال 2015 در مطالعه برنج هندی از سه برند پرمصرف در بازار تهران نشان داد، نیکل 48/6%، سرب 27/5% و کادمیوم 42/3% نمونه‌ها بیش از حد انتظار بود. مقادیر مجاز دریافتی قابل تحمل در هفته سرب، کادمیوم و نیکل دریافتی از اکثر این نمونه‌های برنج بیش از مقادیر تعیین شده توسط WHO/FAO است که با نتایج حاصل از این مطالعه کاملاً مطابقت دارد و گویای آلودگی برنج هندی به عناصر مذکور می‌باشد (18).

در سال 2012 نیز مورکیان و همکاران غلظت سرب، کادمیوم و آرسنیک در چندین برند ایرانی و خارجی در استان یزد بررسی کردند. میانگین غلظت سرب در برنج ایرانی و وارداتی بالاتر از حد مجاز اعلام شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران گزارش گردید. در این مطالعه همچنین میانگین غلظت کادمیوم و آرسنیک هر دو پایین‌تر از حد مجاز اعلام شد (11). نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد در برنج ایرانی مقدار کادمیوم در حد مجاز اعلام شده به‌وسیله کدکس و استاندارد ملی ایران می‌باشد (17، 16).

در مطالعه زیارتی و اربابی در سال 2012 برنج هاشمی استان گیلان مورد بررسی قرار گرفت. میانگین غلظت‌های اندازه‌گیری شده برای سرب و کادمیوم بالاتر از مقادیر تعیین شده توسط WHO/FAO بود (10).در مطالعه زازولی در سال 2008 غلظت کادمیوم در برنج استان مازندران اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل نشان داد که میانگین غلظت کادمیوم در برنج 0/4 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. غلظت کادمیوم در نمونه‌های برنج بالاتر از حد مجاز FAO بود. همچنین حدود 10% بیشتر از حداکثر مصرف هفتگی توصیه شده توسط FAO/WHO بوده است (12).

ملکوتیان در سال 2010روی برنج‌های هندی وارداتی به ایران حضور سرب، کادمیوم، نیکل و کروم را مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل گویای این بود که میانگین میزان سرب در نمونه‌های برنج بیشتر از حد مجاز اعلام شده FAO/WHO بود (19).

در مطالعه دیگری در سال 2005 نیز غلظت کادمیوم و سرب در برنج استان مازندران اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل نشان داد میزان دریافت هفتگی کادمیوم و سرب فرد به وسیله مصرف برنج بیشتر از میزان تعیین شده توسط WHO/FAO بود (13). این در حالی است که در مطالعه انجام شده در سال‌های 1392 و 1393 میانگین غلظت سرب، آرسنیک و کادمیوم در برنج‌های وارداتی به استان گلستان و آذربایجان غربی در حد مجاز گزارش شد و از میان نمونه‌های مورد ارزیابی در آذربایجان غربی 6/2 درصد آن‌ها دارای کادمیوم بیش از حد مجاز بود (21، 20).

در مطالعه دیگری غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، آرسنیک و سرب) در برنج‌های ایرانی، پاکستانی و هندی مصرفی استان هرمزگان تعیین شد. غلظت فلزات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های هندی، پاکستانی و ایرانی نشان داد Cd>Ar>Pb است. در بین سه نوع محصول مورد مطالعه، بیش‌ترین مقدار فلزات سنگین در برنج‌های پاکستانی و پس از آن در برنج‌های هندی و سپس ایرانی گزارش شد (22).

همان‌گونه که مقایسه نتایج حاصل از مطالعه حاضر با مطالعات پیشین نشان می‌دهد مغایرت‌هایی بین این نتایج وجود دارد؛ این تفاوت‌ها با توجه به تفاوت در برندها و مناطق مورد بررسی دور از انتظار نیست. منشأ آلودگی برنج به فلزات سنگین می‌تواند ناشی از تخلیه فاضلاب‌های شیمیایی در محیط زیست و استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی حاوی فلزات سنگین به منظور اصلاح ویژگی‌های خاک باشد که نتایج حاضر آلودگی بیش از حد مجاز برنج‌های وارداتی به ویژه برنج هندی را به وضوح نشان می‌دهد (3).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-23]

مطالعات متعددی در مورد آلودگی خاک و گیاهان به فلزات سنگین در مزارع انجام گرفته است. همچنین شواهد واضحی وجود دارد که گونه‌های مختلف گیاهان در توانایی جذب، تجمع و تحمل فلزات سنگین تفاوت بسیار زیادی با هم دارند بدین ترتیب مشخص می‌شود که در بررسی سمیت فلزات در سیستم‌های مختلف و پیچیده گیاه - خاک، عوامل زیادی وجود دارند که مرتبط با ویژگی‌های خاک، خصوصیات گیاه و دیگر عوامل زیست محیطی می‌باشند. مصرف لجن فاضلاب و کودهای فسفاته در زمین‌های کشاورزی و باقی‌مانده‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، پسماندهای صنایع از عوامل آلودگی خاک هستند (23).

با توجه به بالا بودن میزان فلزات سنگین به ویژه سرب و کادمیوم بیش از حد مجاز تعیین شده در برنج وارداتی بالاخص برنج هندی، لازم است نظارت دقیق‌تری از سوی سیتم‌های نظارتی ذیصلاح بر واردات برنج صورت پذیرد. این امر می‌تواند گام مؤثری در راستای پیشگیری از بروز انواع بیماری‌های ناشی از حضور فلزات سنگین در مواد غذایی باشد.

• References

1. Amirahmadi, N, Abdpoor, A, Bagheri, A, Keyvanbehjoo, F. Study and comparison between farm and rice production using two management systems. 3th National Congress on Organic and Conventional, Ardebil, Iran.2015.[in Persian].
2. Ziarati P, Azizi N. Consequences of cooking method in essential and heavy metal contents in brown and polished alikazemi rice. Int. J. Pl. An and Env.Sci.2014; 4(2): 280-287.
3. Zhao K, Fu W, Ye Z, Zhang Ch. Contamination and spatial variation of heavy metals in the soil-rice system in Nanxun county China. Southeastern Int. J. Environ. Res. Public Health. 2015;12(2): 1577-1594.
4. Lawley R. Curtis L,Davi J. The food safety hazard guidebook. Royal Society of Chemistry (PSC) publishing. UK: RSC Publishing.2012.
5. Haji Ghasemkhan A. Industrial Toxicology. Tehran: BarayeFarda Pub; 2007. [in Persian].
6. Mohammadi M, RiyahiBakhtiariA, Khodabandeh, S. Concentration of Cd, Pb, Hg, and Se in different parts of human breast cancer tissues. J Toxicol.2014;1-5.
7. HamidiRavari EM, Daneshpajooh M. Measuring the lead, arsenic, copper, zinc, selenum, sodium, potassium, nickel, and magnesium ions in black tea. J Kashan University of Medical Sciences, Autumn. 2009; 13(3), 242-248 [in persean].
8. Peng K, Luo C, You W, Lian C, Li X, Shen Z. Manganese uptake and interactions with cadmium in the hyperaccumulator-Phytolacca Americana L. J Hazard Mater.2007;15 (1-3): 674-81.
9. Shokrzadeh M, Rokni A,Galstvan M. Lead, cadmium and chromium concentration in irrigation supply of Tarom rice in central cities of Mazandaran-Iran. J Mazandaran University of Medical Sci.2013;23(98): 234-242.
10. Ziarati P, Arbabi S, Arbabi-Bidgoli S. Determination of lead and cadmium concentration in rice samples of agricultural areas in Gillan-Iran. Int. J. Farm &Alli. Sci.2013;2(11):268-271.
11. Morekian R, Mirlohi M, Azadbakht L, Maracy M. Heavy metal distribution frequency in Iranian and imported rice varieties marketed in central Iran-yazd. Int. J Environ Health Eng.2012; 2(2):1-5.
12. Zazouli M, Shokrzadeh M, Izanloo H, Fathi S. Cadmium content in rice and its daily intake in Ghaemshahr region of Iran. Afr. J Biotechnol.2008;7 (20): 3686-3689.
13. Jahed G, Zazoli M. Cadmium and lead contents in rice (*Oryza sativa*) in the North of Iran. Int. J Agr. Biol. 2005;6:1026–1029.
14. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC.14th ed. Arlington, Virginia, USA.
15. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food & Feed-Maximum limit of heavy metals ISIRI. no12968. 1st. Edition, Karaj: ISIRI; 2000[in Persian].
16. Institute of Standards and Industrial Research. (2009). Food and feed-maximum limit of heavy metals, 1st Ed., Islamic Republic of Iran, Tehran. [In Persian].
17. WHO. 2004. Joint FAO/WHO Expert Standards Programme Codex Alimentations Commission. Geneva , Switzerland available in the : http:/www. who. int.
18. Jafari-Moghadam R, Ziarati P, Salehi-Sormaghi M, Qomi M. Comparative perspective to the chemical composition of imported rice: Association of cooking method. Biomed Pharma J.2015;8(1): 149-155.
19. Malakootian M, Yaghmaeian K, Meserghani M, Mahvi AH, Daneshpajouh M. Determination of Pb,Cd,Cr and Ni concentration in imported Indian rice to Iran. Iranian J Health & Environ. 2010. 4(1):77-84.
20. Mosayebi M, Mirzaee H. Determination of mycotoxin contamination and heavy metals in edible rice imported to Golestan province. 2014. Iran J. Health & Environ. 6(4), 503-514. [in Persian].
21. Ghazanfarirad N, Dehghan K, Fakhernia M, Rahmanpour F, Bolouki M, Zeynali F, Asadzadeh J and Bahmani M. 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): 452-456.
22. Dehghani M, Mosafer 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; 26(134): 363-367.[in Persian].
23. Torabian A, Mahjoori M. Effect of sewage irrigation on heavy metal uptake by leaf vegetables south of Tehran. Soil and water journal. 2002;16(2):188-196.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-23]

Determination of Heavy Metals (Cd, Pb, Ni) in Iranian and Imported Rice Consumed in Tehran

Ziarati P[1, 2], Moslehisahd M[1]*

1- Young Researchers & elite Club, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*2- *Corresponding author: Department of Medicinal Chemistry, Faculty of Pharmacy, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: ziarati.p@iaups.ac.ir*

Received 9 Mar, 2016 **Accepted 26 Jun, 2016**

Background and Objectives: Rice is the second most abundant cereal crops in Iran. In recent years, the volume of rice import to Iran is increasing considerably due to the increased average per capita consumption of this product in Iran. The entrance of heavy metals to food supply chain can cause a variety of health risks; therefore, evaluation of heavy metals in imported rice compared to Iranian rice is important considering national and international standards. The aim of this study was to determine the amount of heavy metals including lead, nickel and cadmium in imported Indian, Pakistani and Thai rice as well as Iranian rice.

Materials & Methods: Ten Indian brands, five trade brands of Iranian rice and three and two trade brands of Thai and Pakistani rice samples (450 samples) were collected from local markets during three months from Tehran. Lead, cadmium and nickel were determined by wet digestion method using a Flame Atomic Absorption Spectrophotometer based on international standard method of AOAC.

Results: The mean values of cadmium in imported rice were significantly higher than that obtained for Iranian rice (0.010 ± 0.003 mg kg^{-1}) ($p<0.05$). Lead content in Indian rice was the highest one (1.297 ± 0.237 mg kg^{-1}) and higher than national and International standard ($p<0.05$). The mean concentration of nickel was in the range of standard and there were no significant difference among imported rice and Iranian rice ($p\geq0.05$). The Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) for each heavy metal was compared with FAO/WHO standard. The results showed the level of PTWI of imported rice was higher especially for lead and cadmium.

Conclusion: Therefore, food safety monitoring system for imported rice should be performed considerably.

Keywords: Rice, Lead, Cadmium, Nickel, Food safety

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-23]