Original Article

Paramedical Sciences and Military Health

Volume 14, Number 2, 2019

Investigating the Amount of Rice Contamination in the Main Samples and Ratoon

Mahkame Hedayatsafa[1], Naser Mohammadian Roshan[2*]

[1] *Department of food science and Technology, Lahijan branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran*

[2] *Department of Agricultural Engineering, Lahijan branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran*

Abstract

Introduction: Today ascertaining the healthiness of rice and providing healthy rice seeds are of prime importance. In these days we need to know about food health and establish a safe system of production. But unfortunately, wrong agricultural practices yield undesirable results. Therefore, this study aimed to investigate the amount of rice contamination in the main samples and ratoon.

Materials and Methods: This paper concerns the biological effects of pollution on whole rice seeds and investigates two types of rice, namely ratoon and main grain with Atomic Absorption Spectroscopy technique. Also we analyzed the measured parameters using ANOVA for mean comparison in SPSS using DUNCAN tests.

Results: Accumulation of heavy metals (Cd, Cr, Ni, Hg, Pb, and As) in the rice grain is reported at different levels. The investigation confirmed that the level of heavy metals in ratoon grain is higher than in main grains. For example, the accumulation of Ni, Pb, and Cd respectively were equal to 0.7 0.18, and 0.072 mg/kg in ratoon grains, and they were higher than FAO/WHO and ISIRI limits for the allowed heavy metals values in rice.

Conclusion: According to the findings, unlike the conception of the public, ratoon grain is polluted more than the main grain. Therefore, since rice is the staple food of a large human population, it is extremely important to prevent heavy metal absorption, making it safe for consumption.

Keywords: Heavy metals, Rice seeds, Cd, As, Ni, Pb, Cr, Hg

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-06-25]

(*Corresponding Author) Naser Mohammadian roshan, Department of food science and Technology, Lahijan branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran. Emial: Nmroshan71@yahoo.com

مقاله تحقیقاتی

مجله علوم پیراپزشکی و بهداشت نظامی
سال چهاردهم، شماره دو، ۱۳۹۸

بررسی و تعیین میزان آلودگی دانه برنج در نمونه‌های اصلی و راتون

مهکامه هدایت صفا[۱]، ناصر محمدیان روشن[۲*]

[۱] گروه علوم و صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران
[۲] گروه مهندسی کشاورزی-زراعت، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

چکیده

مقدمه: از انجایی که برنج بخش بزرگی از وعده غذایی انسان را تشکیل میدهد، در معرض آلودگی به فلزات سنگین نیز قرار دارد و به دلیل آسیب‌های فراوان فلزات سنگین بر بدن انسان، بسیار مهم است که جذب فلزات سنگین در دانه برنج کنترل شود لذا این تحقیق به بررسی اندازه‌گیری میزان آلودگی موجود در دانه برنج راتون و اصلی پرداخته و از لحاظ آلودگی به فلزات سنگین نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: ۲ نمونه دانه برنج رقم ایرانی گونه هاشمی تهیه شده و بعد از آماده سازی نمونه و هضم آن در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه طیف سنج جذب اتمی AAS فلزات سنگین موجود در نمونه‌ها اندازه گرفته شد. از آزمون آماری دانکن نیز برای اندازه‌گیری واریانس جهت تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد.

یافته‌ها: میزان غلظت فلزات نیکل، سرب و کادمیم در نمونه برنج راتون به ترتیب (۰/۷، ۰/۱۸ و ۰/۰۷۲) میلی گرم بر کیلوگرم بوده و میزان آن‌ها از حد تعیین شده در استاندارد تجاوز کرده است و همچنین میزان فلزات سنگین موجود در نمونه راتون نسبت به نمونه اصلی بیشتر میباشد و از نظر آلودگی نمونه‌ها به فلزات سنگین نیز ارتباط معنی‌داری مشاهده شد. همچنین هر دو نمونه در حد مجاز دریافت قابل تحمل روزانه و هفتگی طبق استاندارد FAO/WHO برای بدن انسان قرار دارند.

نتیجه‌گیری: تحقیق حاضر ثابت میکند که برخلاف تصور عموم برنج راتون در معرض آلودگی بالاتری نسبت به برنج اصلی قرار داشته و برای بدن انسان از نمونه‌های اصلی خطرناک‌تر میباشد.

واژه‌های کلیدی: برنج، راتون، آلودگی، عناصرسنگین، گیلان.

مقدمه

در سال‌های اخیر، آلودگی برنج در برخی از نقاط جهان موجب کاهش ایمنی مصرف آن و بروز بحرانی در تولید و تجارت آن شده است. آلودگی برنج با فلزات سنگین یکی از موارد محتمل آلودگیهای محیطی است که طی آن تحت شرایط خاصی ازقبیل آلودگی آب، خاک و نزدیکی مزارع برنج به مراکز صنعتی و فاضلاب‌های مربوطه، عناصر سنگین به برنج منتقل شده و در آن تجمع پیدا می‌کنند در گروه کشورهای جنوب شرق آسیا گزارش‌هایی از آلودگی برنج تولیدی در این مناطق با حدود بیش از حد مجاز تعیین شده ارائه شده است در این مورد، شایع‌ترین موارد آلودگی برنج با آرسنیک، کادمیم جیوه و سرب بوده است (۱). این عناصر نقشی در رشد و حیات انسان نداشته و دریافت آنها در مدت طولانی، تجمع در ارگانها (کبد، کلیه، خون و استخوان)، اختلال در عملکرد آنها، مسمومیت و عوارضی همچون سرطان‌زایی و ناقص الخلقه‌زایی را به دنبال دارد (۲). میزان دریافت قابل تحمل فلزات سنگین سمی در استاندارد ملی ایران و سازمان بهداشت جهانی برای مواد غذایی مختلف و برنج تعیین شده است. (۳) برنج راتون (کشت دوم) بر خلاف نظر معدودی افراد، از پخت و عطر بهتری نسبت به برنج

(*نویسنده مسئول) ناصر محمدیان روشن، گروه مهندسی کشاورزی-زراعت، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
آدرس الکترونیکی: Nmroshan71@yahoo.com

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-06-25]

اصلی (کشت اول) برخوردار است. کادمیوم از جمله فلزاتی میباشد که به طور وسیع در محیط زیست پراکنده شده است و از خاصیت سمیت بالایی برخوردار است. در بافت‌هایی مانند کبد و کلیه تجمع نموده و باعث بروز سرطان , کم خونی و افزایش فشار خون میشود. املاح نیکل پس از ورود به جریان خون باعث ناراحتی های تنفسی می‌شوند و روی قلب اثر می گذارند تماس با نیکل ایجاد التهاب‌های پوستی میکند (۴). آرسنیک یک شبه فلز می باشد آرسنوکوزیس، کاهش اشتها، تهوع، التهاب غشاهای مخاطی چشم، بینی و حنجره و همچنین ضایعات پوستی، مشکلات باروری، اختلالات روانی و عصبی و بیماری های قلبی از مهمترین عوارض مواجهه با آرسنیک است. فلز سرب یک عنصر بسیار مفید بوده اما برای انسان سمی است سرب سم خطرناک تجمع یابنده در بدن است. مسمومیت حاد با سرب در انسان سبب آسیب شدید به بسیاری از ارگان‌های بدن، مانند کلیه‌ها، کبد، مغز، سیستم تناسلی، سیستم عصبی مرکزی و محیطی، سیستم عروق قلبی، گلبولهای قرمز خون و آنمی و گاهی اوقات مرگ می‌گردد (۵).جیوه عنصری به شدت کمیاب در پوسته زمین است دستگاه عصبی احتمالاً حساس‌ترین ارگان در برابر تماس با بخارات جیوه است. طیف وسیعی از اختلالات تنفسی، روانی، قلبی عروقی، معده‌ای روده‌ای، تولید مثلی، کبدی، کلیوی، خونی، پوستی، اسکلتی عضلانی ایمونولوژیکی، حسی و ادراکی و ژنوتوکسیک از اثرات جیوه می‌تواند باشد. کمبود کروم نیز می‌تواند بر توانایی انسولین در ثابت نگه‌داشتن میزان قند خون تأثیر بگذارد و برخلاف سایر فلزاتی که مقدار کم آنها ضروری است برای کروم عملکرد بیولوژیکی در متالوپروتئین دیده نشده است. این تحقیق در راستای بررسی میزان آلودگی دو نمونه دانه برنج راتون و اصلی به فلزات سنگین میباشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۲ نمونه دانه برنج حاصل از یکی ارقام برنج ایرانی، گونه هاشمی تهیه شد. نمونه‌های برنج مورد آزمایش از شالیزار شهرستان رودبنه بوده و به دو نمونه دانه برنج اصلی و دانه برنج راتون تقسیم بندی شده است، نمونه‌ها در مقیاس یک مترمربع از مرزعه انتخاب گردیده و خاک رودبنه نیز از نوع خاک رسی شنی بوده و ۸۰۰ متر مربع مساحت دارد. منبع آبرسانی به شالیزار نیز از آب رودخانه سپید رود بوده و نمونه‌ها به صورت دستی و مستقیم از شالیزار به آزمایشگاه منتقل شدند. تجزیه واریانس این پژوهش نیز بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و در طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار با نرم افزار SPSS ورژن ۲۱ انجام گرفت. به منظور آماده سازی نمونه‌ها، در تمام این آزمایشات از روش‌های تعیین شده سازمان ملی استاندارد ایران استفاده شده است.قبل از انجام آزمایشات مورد نظر نیز دانه‌های مورد نظر پوست‌گیری و سپس برای اندازه‌گیری فلزات سنگین از روش طیف سنج جذب اتمی AAS به آزمایشگاه انتقال داده شدند بعد از آماده سازی نمونه و هضم آن با استفاده از دستگاه طیف سنج جذب اتمی AAS فلزات سنگین موجود در نمونه‌ها اندازه گرفته شد. روش طیف سنجی جذب اتمی یک روش ساده و با دقت بالا برای اندازه‌گیری غلظت عناصر فلزی بر مبنای میزان جذب طیف عبوری از نمونه در شرایطی که عنصر مورد نظر به صورت اتمی درآمده می‌باشد. (۳، ۴).

یافته‌ها

در این مطالعه برای مقایسه میانگین غلظت‌های تجمع یافته عناصر فلزات سنگین از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد، طرح کاملا تصادفی استفاده شد و همچنین کلیه تیمارها و آزمایشات انجام شده در ۳ تکرار صورت گرفت و از برنامه SPSS ورژن ۲۱ استفاده گردید. نمونه‌های مورد نظر و گروه کنترل اختلاف معناداری را در جدول تجزیه واریانس از نظر غلظت فلزات سنگین نشان میدهند. (جدول ۱) و همچنین میانگین عناصر با تیمارها در سطح احتمال

جدول ۱- تجزیه واریانس تیمارهای مورد ارزیابی (کنترل، برنج راتون و برنج اصلی) از نظر آلودگی نمونه‌ها به عناصر سنگین

منابع	df		Ni	Pb	Cd	Cr	As	Hg
تیمار	۲	عنصر	۰/۲۰۸*	۰/۰۴*	۰/۶۷۱**	۰/۴۰۰**	۰/۰۱۵*	۰/۰۰۰۱۳۸**
خطا	۶		۰/۰۴۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۱

**/* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-06-25]

۵ درصد آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفته شد. (جدول ۲) در نمودارهای زیر نیز میزان غلظت تمامی فلزات مورد بررسی قرار گرفته در دو نمونه دانه اصلی و راتون با میزان و حد تعیین شده آن‌ها در استاندارد مقایسه شده است.

با توجه به نمودارهای فوق مشاهده میشود که به ترتیب میزان غلظت فلزات نیکل، سرب و کادمیم در نمونه برنج راتون نسبت به میزان تعیین شده این فلزات در استاندارد بالاتر می‌باشد. اما همچنین باید به این مورد نیز توجه داشت که میزان غلظت فلزات سرب، کادمیم در نمونه اصلی نیز تقریبا بالا و فاصله آن نسبت به حد استاندارد بسیار کم بوده و همین مقدار نیز برای بدن انسان خطرناک میباشند

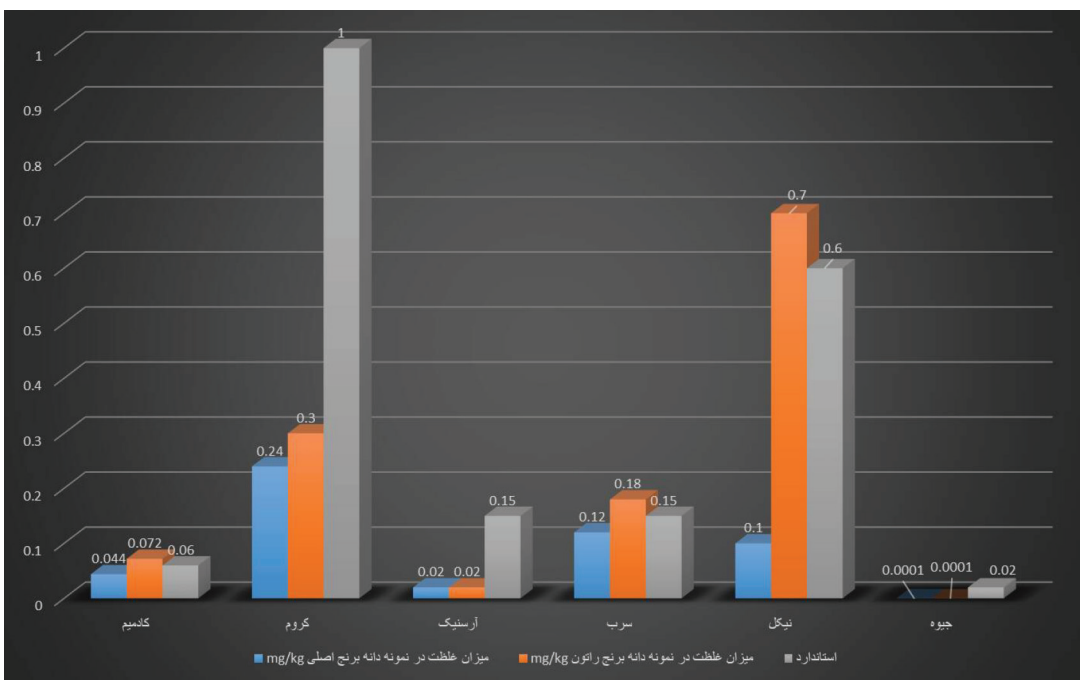
محاسبه PTWI و PTDI

میزان دریافت قابل تحمل هفتگی (PTWI: میزان دریافت قابل تحمل هفتگی آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین که نباید در تمام عمر در بدن انسان تجمعی داشته باشند) و روزانه (PTDI: میزان دریافت قابل تحمل روزانه آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین که نباید در تمام عمر در بدن انسان تجمعی داشته باشند) برای فلزات سنگین از طریق مواد غذایی در دو نمونه مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور ارزیابی میزان دریافت قابل تحمل روزانه و هفتگی فلزات سنگین، مقدار هر دو نمونه دانه برنج اصلی و راتون نیز با حد تعیین شده آن‌ها در استاندارد بررسی و مقایسه گردید که در هردو بخش دریافت قابل تحمل روزانه و هفتگی فلزات سنگین، میزان اندازه‌گیری شده فلزات سنگین (به جز جیوه و آرسنیک) در نمونه راتون از نمونه اصلی بیشتر بوده اما به طور کلی میزان جذب روزانه و هفتگی هر دو نمونه اصلی و راتون از حد تعیین شده در استاندارد پایین‌تر میباشد. (۲، ۶، ۷) (جدول ۳)

جدول ۲ -مقایسه میانگین عناصر سنگین با تیمارهای مورد ارزیابی شده بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

عناصر سنگین	Ni	Pb	Cd	Cr	As	Hg
برنج اصلی	b۰/۱۸۴	b۰/۱۲۰۰	c۰/۰۴۱۶	b۰/۲۴۳	b۰/۰۰۰۰۱۰۵۷	b۰/۰۲۳۳
برنج راتون	a۰/۶۶۶۷	ab۰/۱۷۶۷	b۰/۰۶۸۰۰	b۰/۳۰۰	b۰/۰۰۰۰۱۱۰۰	b۰/۰۳۰۰
کنترل	ab۰/۶۰۰	a۰/۲۰۰۰	a۱	a۱	a۰۲۰۰۰۰۰	a۰/۱۵۰۰

در هرستون اعداد با حروف یکسان دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نیستند.



شکل ۱- مقایسه میزان غلظت تمامی فلزات مورد بررسی قرار گرفته در دو نمونه دانه اصلی و راتون با میزان و حد تعیین شده آن‌ها در استاندارد

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-06-25]

جدول ۳- بررسی میزان جذب روزانه و هفتگی فلزات سنگین دو نمونه اصلی و راتون و مقایسه آن‌ها با استاندارد

	PTDI (µg/kg weight/kg)		PTWI (µg/kg weight/kg)		استاندارد PTDI	استاندارد PTWI
	اصلی	راتون	اصلی	راتون	(µg/kg weight/kg)	(µg/kg weight/kg)
سرب	۰/۲۲	۰/۳۳	۱/۵۴	۲/۳۱	۳/۶	۲۵
کادمیم	۰/۰۸۰	۰/۱۳۲	۰/۵۶	۰/۹۲۴	۱	۷
جیوه	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۰۱۲۶	۰/۰۰۱۲۶	۰/۷	۴/۹
آرسنیک	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۲۵۲	۰/۲۵۲	۲/۱	۱۵
نیکل	۰/۱۸۳	۱/۲۸۳	۱/۲۸۱	۸/۹۸۱	۵	۳۵
کروم	۰/۴۴	۰/۵۵	۳/۰۸	۳/۸۵	۳/۳	۲۳/۳

بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی غلظت تمامی فلزات سنگین بررسی شده موجود در نمونه راتون به غیر از فلز جیوه و آرسنیک، نسبت به نمونه اصلی میزان بیشتری دارد. فلزات نیکل، سرب و کادمیم مقادیری بیش از حد استاندارد تعیین شده را در نمونه راتون نشان دادند و در هر دو نمونه نشان میدهد که میزان دریافت هفتگی و روزانه فلز نیکل کمتر از میزان قابل تحمل آن است. اما نباید از این مورد چشم پوشی کرد که فلز نیکل درصد بالایی از نمونه برنج راتون را به تنهایی به خود اختصاص داده (۰/۷ppm) که همین مقدار میتواند برای سلامت انسان بسیار خطرناک باشد. غلظت سرب نیز در نمونه برنج راتون از حد استاندارد (ISIRI -۰/۱۵ PPM) بالاتر میباشد لذا به دلیل نزدیک بودن مقادیر سرب در نمونه اصلی و راتون و فاصله کم آن‌ها با میزان استاندارد، میتواند برای سلامت مردم آن منطقه بسیار نگران کننده باشد (۸). مقدار اندازه‌گیری شده فلز کادمیم در نمونه راتون از حد استاندارد آن (ISIRI ۰/۰۶ PPM) بیشتر میباشد مقادیر اندازه‌گیری شده برای فلزات جیوه و آرسنیک نیز نشان داد که میزان غلظت فلز جیوه در هر دو نمونه و میزان غلظت فلز آرسنیک در هردو نمونه با هم یکسان بوده و از حد استاندارد نیز کمتر میباشند (۹). در مطالعه‌ای بر روی برنج‌های ایرانی تولیدی در شمال کشور، میزان سرب برابر با ۱۱/۵ mg/kg گزارش شد که این مقدار بسیار بیشتر از میزان تعیین آن توسط WHO/FAO میباشد (۱۰). در تحقیقی که بر روی برنج‌های هندی وارداتی و برنج ایرانی انجام گرفت نشان داده شد که میزان سرب برنج های هندی و ایرانی در مقایسه با برنج لرستان بسیار بیشتر و بالاتر از حد مجاز بود (۱۳). نتایج پژوهشی که بر روی میزان غلظت کادمیم و سرب در برنج شمال کشور انجام گرفت نشان داد که در ۶۰ نمونه برنج استان مازندران از حد توصیه شده توسط -WHO/FAO بیشتر بود (۱۴). در مطالعه انجام شده دیگری بر روی برنج هاشمی استان گیلان نیز دو فلز سرب و کادمیم در انواع مختلف روش پخت این برنج اندازه‌گیری شد که میانگین غلظت‌های اندازه‌گیری شده برای سرب و کادمیم بالاتر از مقادیر تعیین شده توسط FAO/WHO بود (۱۵). در پژوهش دیگری بر روی غلظت کادمیم در برنج استان مازندران غلظت کادمیم در نمونه‌های برنج، بالاتر از حد تعیین شده FAO بود. همچنین متوسط مصرف هفتگی آن نیز حدود ۱۰ درصد بالاتر از حداکثر مصرف هفتگی توصیه شده توسط WHO/FAO بوده است (۱۶). مقایسه میانگین غلظت فلز سنگین آرسنیک با میزان استاندارد جهانی در پژوهشی دیگر نشان داد که در برخی نمونه‌های برنج، غلظت فلز آرسنیک بالاتر از حد استاندارد FAO/ WHO است و همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که مصرف هفتگی آرسنیک از طریق برنج، در حد مجاز مصرف هفتگی PTWI پیشنهاد شده بوسیله WHO/FAO است (۱۴). از میان فلزات سنگین کروم، کادمیم و سرب در نمونه برنج مناطق تحت مطالعه در پژوهشی دیگر فلز کادمیم در محله کلاء و سیدمحله بالاتر از حد مجاز و در منطقه موارم کلاء کمتر از حد مجاز بوده و میزان سرب در نمونهٔ برنج منطقه محله کلاء بالاتر از حد مجاز و در سایر مناطق بررسی شده، کمتر از حد مجاز به دست آمده است و در خصوص فلز کروم، این فلز در تمامی مناطق تحت مطالعه، کمتر از استاندارد پیشنهادی میباشد (۱۷).در تحقیقی که بر روی برنج‌های پرکشت استان مازندران و برنج‌های پر مصرف

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-06-25]

وارداتی از نظر بررسی غلظت جیوه درخاک آن مناطق انجام گرفت نشان داد که میزان جذب روزانه جیوه از طریق مصرف برنج در کشور نگران کننده نیست. همبستگی معنی‌داری بین غلظت جیوه در خاک و برنج وجود ندارد. پارامترهای خاک با غلظت جیوه در خاک و برنج ارتباط خاصی ندارند (۱۸). با توجه به اینکه این فلزات از عناصر مهم پوسته زمین بوده و با توجه به کاربرد وسیع آن‌ها تحقیقی روی خاک‌های جنوب شرقی آسیا (تایلند) انجام دادند و گزارش دادند که فلزات سنگین (آرسنیک، کادمیم، کبالت، کروم، مس، جیوه، نیکل، سرب و روی) در خاک به شکل قابل دسترس تجمع یافته، سپس از طریق خاک به گیاهان و محصولات کشاورزی منتقل میشوند. آنها همچنین به یک رابطه بین مقدار فلزات در خاک و غلظت آن‌ها در گیاهان پی بردند. (۱۴). منشأ آلودگی برنج به فلزات سنگین میتواند ناشی از تخلیه فاضلاب های شیمیایی در محیط زیست و استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی حاوی فلزات سنگین به منظور اصلاح ویژگیهای خاک باشد. (۱۹). اخیرا فعالیت‌های بسیار زیاد کشاورزی و صنعتی میزان فلزات سنگین را در آب و خاک افزایش داده و پساب‌ها و فاضلاب‌های خارج شده از کارخانجات باعث آلوده شدن آب و خاک و در نهایت دانه برنج میشوند. 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 سیستم های 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 زمین های کشاورزی و باقی مانده های ناشی از مصرف سوختهای فسیلی، پسماندهای صنایع از عوامل آلودگی خاک هستند (۱۶). اندازه‌گیری غلظت فلزات مورد مطالعه این پژوهش نشان داد که نمونه راتون نسبت به نمونه اصلی در حد خطرناک‌تر و آلوده‌تری قرار دارد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد اکثر عناصری که غلظت آن‌ها در گیاه راتون از حد مطلوب بالاتر بوده یا نقطه بحرانی (آلودگی) داشته‌اند به این علت بوده که این عناصر تا مرحله برداشت گیاه اصلی مورد تجزیه کمتری قرار گرفته ولی در دوره رشد راتون و برداشت آن توسط گیاه از آب جذب گردیده است. لذا از عوامل آلوده کننده دانه برنج میتوان به متغیرهایی مانند واریته برنج، فصول مختلف، شرایط جغرافیایی، شرایط خاک، شرایط آب و آبیاری نادرست، نحوه کشت، سموم دفع آفات، استفاده بی رویه از علفکش، آفتکش‌ها و کودها اشاره نمود.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از پایانامه کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی گرایش فناوری مواد مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان میباشد. بدین وسیله نویسندگان از اساتید محترم گروه صنایع غذایی و کشاورزی دانشگاه آزاد و همچنین تمای افرادی که در مراحل مختلف انجام این مطالعه با پژوهشگران همکاری نمودند تشکر و قدردانی مینمایند.

References

1- Morekian R, Rezaee E, Azadbakht L, Mirlohi M. Cooking elements affecting on heavy metal concentration in rice. J Health Syst ResNutrition supplement;2013[Persian]
2- Chino M. “The amount of heavy metal derived from domestic sources in Japan, ” Water Air Soil Pollut. 1991; 57: 829-36.
3- Institute of standard and industrial research of iran 16722 1st. ed
4- Ziarati P, Moslehisahd M. Determination of Heavy Metals (Cd, Pb, Ni) in Iranian and Imported Rice Consumed in Tehran. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2017; Vol, 12, No. 2. [Persian]
5- Malakootian M, Khashi Z. Heavy metals contamination of drinking water supplies in southeastern villages of Rafsanjan plain: survey of arsenic, cadmium, lead and copper. Journal of health in the field. 2014; Vo2. 1, No. 1. [Persian]
6- 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. [Persian]
7- Ziarati P, Moslehisahd M. Determination of Heavy Metals (Cd, Pb, Ni) in Iranian and Imported Rice Consumed in Tehran. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2014; 12 (2):97-104. [Persian]
8- Codex Alimentarius commission, 2001. Codex Standard: Standard for food grade salt. CX STAN150- Amend. 2-2001;. Codex Alimentarius Commission. Rome, Italy: Joint FAO/ WHO Food Standards Programs; 2001.

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-06-25]

9- Institute of standard and industrial research of iran 9266 1st. ed
10- Zazooli MA, Bandpei AM, Ebrahimi M, Izanloo H. Investigation of Cadmium and Lead contents in Iranian rice cultivated in Babol Region. Asian Journal of Chemistry. 2010; 22(2):1369-76. [Persian]
11- 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. [Persian]
12- Kolahkaj M, Battaleblooie S, Amanipoor H, Modabberi S. Study of Arsenic Accumulation in Rice and its Exposure Dose in Residents of Meydavood Area, Khoozestan Province. ijhe, 2017; 9 (4):537-544. [Persian]
13- Shokrzadeh M, Paran-Davaji M, Shaki F. Study of the Amount of Pb, Cd and Cr in Imported Indian Rice to Iran and Tarom rice Produced in the Province of Golestan. J Mazandaran Univ Med Sci. 2014; 23 (109):115-12. [Persian]
14- Shokrzadeh M, Rokni M, Galstvan. Lead, Cadmium, and Chromium Concentrations in Irrigation Supply of/and Tarom Rice in Central Cities of Mazandaran Province-Iran. J Mazandaran Univ Med Sci. 2013; 23(98): 234-24. [Persian]
15- 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. [Persian]
16- RezaiTabar S, Esmaili Sari A, Bahrami Far N. Investigation of mercury concentration in soil and most cultured rice of Mazandaran province and most consumed imported rice and assess potential health risk. FSCT. 2015;13 (53):25-32. [Persian]
17- Zarcinas BA, Pongsakul P, McLaughlin MJ, Cozens G. Heavy metals in soils and crops in Southeast Asia, Thailand. Environ Geochem Health. 2004; 26(4): 359-71.

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-06-25]