

## Original Article

### Health risk assessment of heavy metals (Zn and Cd) via consumption of cinnamon, black Pepper and chili marketed in city of Hamedan

Zahra Azarshab<sup>1</sup>, Soheil Sobhanardakani\*<sup>1</sup>

Department of the Environment, School of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

\*Corresponding author; E-mail: s\_sobhan@iauh.ac.ir

Received: 29 November 2016      Accepted: 9 March 2017      First Published online: 13 December 2018

Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018 December - 2019 January; 40(5):7-14

#### Abstract

**Background:** Spices with ability to accumulation of heavy metals grown in various regions of the world have been used for several purposes such as flavorings and condiments for culinary and even use as drugs for patient's treatment since ancient times. Therefore, this study was carried out to analysis and assessment of health risk of Zn and Cd in cinnamon, black pepper and chili marketed in city of Hamedan in 2015.

**Methods:** After preparation of 18 specimens of each spices and acid digestion of the samples according to standard methods, the concentration of Zn and Cd in samples were measured with the flame and graphite furnace techniques, respectively using atomic absorption spectrophotometer (AAS) in 3 replicates. Also, all statistical analyses were performed using the SPSS statistical package.

**Results:** The results showed that the minimum and maximum mean concentrations of metals in spices samples for Zn (mg/kg) were  $0.43 \pm 0.10$  and  $0.60 \pm 0.14$ , related to cinnamon and chili, respectively and for Cd (mg/kg) were  $0.02 \pm 0.01$  and  $0.03 \pm 0.01$ , related to cinnamon and black pepper, respectively. Also the mean concentrations of metals in spices samples were lower than WHO maximum permissible limits (MPL), and health risk assessment showed that no potential risk for children and adult by consume the studied spices.

**Conclusion:** The controlled consumption of spices has not adverse effect on the consumers' health, but due to the lack of adequate information about processing conditions, habitat adjacent to industrial areas and polluted with heavy metals, increased use of agricultural inputs, sewage sludge and wastewater by farmers, regular periodic monitoring of chemical pollutants content specially heavy metals in foodstuffs are recommended for food safety.

**Keywords:** Spices, Zinc, Cadmium, Health Impact Assessment, Food Safety

**How to cite this article:** Azarshab Z, Sobhanardakani S. [Health risk assessment of heavy metals (Zn and Cd) via consumption of cinnamon, black Pepper and chili marketed in city of Hamedan]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018 December - 2019 January;40(5):7-14. Persian.

## مقاله پژوهشی

# ارزیابی شاخص سلامت عناصر روی و کادمیوم در ادویه‌جات دارچین، فلفل سیاه و فلفل قرمز عرضه شده در همدان

زهرا آذرشب<sup>ID</sup>، سهیل سبحان اردکانی<sup>ID\*</sup>

گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران  
\*ایمیل نویسنده رابط: s\_sobhan@iauh.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۵/۹/۹ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۹ انتشار برخط: ۱۳۹۷/۹/۲۲  
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۱۳۹۷ آذر و دی؛ ۴۰(۵):۷-۱۴

## چکیده

زمینه: ادویه‌جات با قابلیت تجمع فلزات سنگین از زمان‌های گذشته به عنوان یکی از متداول‌ترین طعم‌دهنده‌ها و چاشنی‌ها با منشأ طبیعی به مقادیر قابل توجه در تهیه مواد غذایی حتی به عنوان دارو برای درمان بیماران استفاده شده‌اند. این پژوهش با هدف تعیین شاخص سلامت عناصر روی و کادمیوم در دارچین، فلفل سیاه و فلفل قرمز مصرفی در شهر همدان در سال ۱۳۹۴ انجام یافت.

روش کار: بعد از تهیه ۱۸ نمونه از هر یک از ادویه‌جات مورد مطالعه، آماده‌سازی و هضم اسیدی نمونه‌ها در آزمایشگاه، غلظت عناصر روی و کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمی به ترتیب به روش شعله‌ای و کوره گرافیتی تعیین شد. پردازش آماری نتایج نیز توسط نرم‌افزار SPSS انجام یافت.

یافته‌ها: کمینه و بیشینه میانگین غلظت عناصر در نمونه‌های ادویه بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برای روی با  $0/43 \pm 0/1$  و  $0/6 \pm 0/14$  به ترتیب مربوط به دارچین و فلفل قرمز و برای کادمیوم با  $0/02 \pm 0/01$  و  $0/03 \pm 0/01$  به ترتیب مربوط به دارچین و فلفل سیاه و در همه موارد کم‌تر از رهنمود WHO بود. همچنین مقادیر شاخص سلامت (HI) برای همه ادویه‌جات کوچک‌تر از یک بود.

نتیجه‌گیری: با استناد به نتایج این پژوهش مصرف کنترل شده ادویه‌جات مورد مطالعه عواقب مخاطره آمیز بهداشتی برای مصرف کنندگان ندارد، اما به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی از شرایط بهینه فراوری، مجاورت رویشگاه‌ها با مناطق صنعتی و آلوده به فلزات سنگین، توسعه استفاده از کودهای آلی به‌ویژه کمپوست و همچنین لجن فاضلاب حاوی فلزات سنگین به عنوان کود و مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی، نسبت به پایش مقادیر تجمع یافته فلزات سنگین در مواد غذایی پرمصرف به‌ویژه سایر ادویه‌جات به منظور حفظ ایمنی غذایی توصیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: ادویه، روی، کادمیوم، ارزیابی تأثیرات سلامت، ایمنی غذایی

نحوه استناد به این مقاله: آذرشب ز، سبحان اردکانی س. ارزیابی شاخص سلامت عناصر روی و کادمیوم در ادویه‌جات دارچین، فلفل سیاه و فلفل قرمز عرضه شده در همدان. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۱۳۹۷؛ ۴۰(۵):۷-۱۴

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز تحت مجوز کپی‌رایت کامنز (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

## مقدمه

گیاهان و ادویه‌جات منبع بسیاری از مواد فعال زیستی هستند که می‌توانند طعم، رنگ و مزه غذا را بهبود بخشیده و بر هضم و فرآیندهای سوخت و ساز بدن تأثیر گذارند (۱). ادویه، دانه خشک، میوه، ریشه، پوست یا سبزی است که به‌طور معمول به‌عنوان چاشنی (طعم دهنده)، تغییر رنگ و حفظ مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و گاهی اوقات برای از بین بردن دیگر طعم‌ها استفاده می‌شود. از طرفی بسیاری از ادویه‌جات خواص ضد میکروبی، ضد دیابت، ضد التهاب و ضد فشار خون بالا دارند (۲،۳)، ولی برخی از آن‌ها می‌توانند حاوی مواد شیمیایی سمی باشند.

دارچین از ادویه‌های بسیار محبوب است که از گذشته‌های دور در سراسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد و امروزه کاربرد فراوانی در صنایع غذایی، دارویی، پزشکی، آرایشی و بهداشتی دارد. در صنعت غذا، پوست این درخت به شکل قطعات لوله‌ای یا پودر و نیز اسانس روغنی آن به‌عنوان یک ترکیب طعم‌دهنده مطلوب استفاده می‌شود (۴).

فلفل سیاه گیاهی است که از دیرباز در طب سنتی به‌عنوان مسکن دردهای مختلف کاربرد داشته است. این گیاه از قدیم به‌عنوان ادویه و دارو کشت می‌شده و نیز به‌صورت یک کالای تجاری مهم مطرح بوده است (۵).

طبیعت فلفل قرمز گرم و خشک است و ممکن است موجب تحریک پوست و مخاط شود. این گیاه منبع بسیار غنی ویتامین C می‌باشد و مقدار ویتامین C آن به مراتب بیش‌تر از مرکبات است. فلفل قرمز برای تسکین موضعی درد و ناراحتی‌هایی از قبیل رماتیسم، آرتروز، دردهای عصبی، خارش، کمردرد، دردهای عضلانی اسکلتی و به‌عنوان محرک اشتها از آن استفاده می‌شود (۶). جذب و تجمع فلزات سنگین در محصولات زراعی تحت تأثیر عواملی از جمله شرایط آب و هوایی، رسوبات جوی، غلظت فلزات سنگین در خاک و آب، کیفیت خاکی که گیاه در آن رشد می‌کند و درجه رسیدگی محصول در زمان برداشت و از طرفی وجود این فلزات در محتویات مواد غذایی به مرحله رشد گیاه، حمل‌ونقل، پردازش و غنی‌سازی مواد غذایی بستگی دارد (۷-۹). حضور فلزات ضروری مثل آهن، مس، نیکل و روی به مقدار لازم در مواد غذایی برای رشد بدن بسیار مفید می‌باشد ولی در سطوح بالا غیرقابل تحمل هستند. فلزاتی مانند کادمیوم در غلظت‌های بسیار کم نیز سمی می‌باشد (۸).

عنصر روی از نظر کمیت دومین عنصر کمیاب موجود در بدن پس از آهن بوده و از طرفی در اعمال متابولیکی و در ساختمان آنزیم‌های مغزی شرکت می‌کند. به‌عبارتی ناکافی بودن و مصرف بیش از اندازه این فلز می‌تواند سلامتی انسان را به خطر اندازد (۱۰). کوتاه قدی، بیماری‌های پوستی، از دست دادن حس چشایی

و تأثیر در التیام زخم‌ها از عوارض کمبود روی و تهوع، استفراغ، زخم معده، التهاب پانکراس، لتارژی، کم خونی، تب، اختلال تنفسی و فیروز ریه از عوارض گزارش شده در مسمومیت با عنصر روی است (۱۱).

کادمیوم یک عنصر غیر ضروری و سمی بوده که در غلظت‌های پایین در طبیعت وجود دارد و نیم‌عمر زیستی آن ۳۰ سال است (۱۲). این عنصر به‌راحتی از طریق تنفس و تغذیه جذب می‌شود و پس از جذب در بدن در فعالیت‌های متابولیکی و آنزیمی شرکت نموده و سبب اختلال در عملکرد آنزیم‌ها می‌شود. صدمات کلیوی، اسیدی‌شدن ادرار، بروز فشار خون، سرطان‌زایی به‌ویژه سرطان پروستات، ناراحتی‌های مزمن تنفسی و کاهش مقاومت سیستم دفاعی بدن در برابر عوامل بیماری‌زا از اثرات سوء کادمیوم بر انسان است (۱۳). برآورد میانگین مصرف روزانه (Estimated Average Daily Intakes) عناصر، به منظور تعیین مخاطره‌های طولانی‌مدت بر مصرف‌کنندگان محاسبه می‌شود. به منظور بررسی اثرات غیرسرطانی آلاینده‌های محیطی، می‌توان شاخص سلامت (Health Index) را از نسبت برآورد میانگین مصرف روزانه هر عنصر به مصرف روزانه قابل قبول (Acceptable Daily Intakes) آن عنصر محاسبه کرد. مقادیر شاخص سلامت کوچک‌تر از یک بیانگر آن است که مصرف کنترل‌شده ماده غذایی اثر سوء بهداشتی برای مصرف‌کننده ندارد و بالعکس (۱۴).

تاکنون چند مطالعه در زمینه بررسی غلظت تجمع‌یافته فلزات سنگین در انواع ادویه‌جات مصرفی انجام یافته است. آذرشب و سبحان اردکانی در پژوهشی که با هدف تعیین مخاطره سلامت آهن و کروم در ادویه‌جات دارچین، فلفل سیاه و فلفل قرمز مصرفی شهر همدان در سال ۱۳۹۴ انجام یافت، نتیجه گرفتند که مقادیر شاخص HI برای همه ادویه‌جات کوچک‌تر از یک و برای مصرف‌کننده فاقد مخاطره است (۵). نتیجه پژوهش سبحان اردکانی که طی آن نسبت به بررسی پتانسیل خطر ناشی از فلزات آهن، روی، کروم و مس در ادویه‌جات پودر کاری، زردچوبه و هل مصرفی شهر همدان اقدام شد، نشان داد که مقادیر شاخص مخاطره سلامت برای همه ادویه‌جات کوچک‌تر از یک و برای مصرف‌کننده فاقد مخاطره است (۱۵). نتایج پژوهشی که به‌منظور بررسی غلظت برخی فلزات سنگین در ادویه‌جات زردچوبه، فلفل و تخم گشنیز فله و بسته‌بندی مصرفی در بنگلادش انجام یافت، نشان داد که میانگین غلظت عناصر آهن و کروم در نمونه‌ها بیش‌تر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization) است (۱۶). در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی عنصر سرب در زردچوبه مصرفی در بنگلادش انجام یافت، مشخص شد که میانگین غلظت سرب در نمونه‌ها بیش‌تر از حد

دقیقه، شدت جریان لامپ‌های هالو کاتد (Hollow Cathode Lamps) برابر با ۶ میلی آمپر و پهنای شکاف تابش (Slit Width) برابر با ۰/۷ نانومتر بود. محتوی عنصر کادمیوم در نمونه‌ها نیز توسط دستگاه جذب اتمی و به روش کوره گرافیتی در ۳ تکرار قرائت شد (۲۱). از طرفی محدودیت‌های تشخیص یا LOD (Limits of Detection) هر عنصر از رابطه  $3 \times LOD$  انحراف معیار مقادیر اندازه‌گیری شده در محلول شاهد (بلانک) و محدودیت‌های کمی یا LOQ (Limits of Quantification) برای هر عنصر نیز از رابطه  $3 \times LOD$  محاسبه شد (۲۲). برآورد میانگین مصرف روزانه و شاخص سلامت هر عنصر نیز به ترتیب توسط روابط ۱ و ۲ محاسبه شد (۱۵):

$$EADI = \frac{C \times F}{W \times D} \quad \text{رابطه ۱}$$

در رابطه ۱:

C بیانگر میانگین غلظت تجمع‌یافته هر عنصر در ماده غذایی مورد مطالعه بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم؛  
D نشان دهنده تعداد روزهای سال (۳۶۵)؛  
F بیانگر میانگین مصرف سالانه ماده غذایی توسط هر فرد بر حسب کیلوگرم (۵)؛  
W نشان دهنده میانگین وزن بدن (برابر با ۷۰ و ۱۵ کیلوگرم به- ترتیب برای بزرگسالان و کودکان) است (۲۳).

$$HI = \frac{EADI}{ADI} \quad \text{رابطه ۲}$$

در رابطه ۲:

EADI بیانگر برآورد میانگین مصرف روزانه هر عنصر بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم در روز؛  
ADI نشان دهنده جذب قابل قبول هر عنصر بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم در روز که برای روی و کادمیوم به ترتیب برابر با ۰/۳ و ۰/۰۰۱ است (۲۴).

به منظور پردازش آماری داده‌ها از ویرایش ۱۹ نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد. به این صورت که برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk، برای مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد ارزیابی با رهنمود سازمان بهداشت جهانی از آزمون One Sample T Test و به منظور مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد ارزیابی بین ادویه‌جات و همچنین بررسی همبستگی بین میانگین غلظت تجمع‌یافته عناصر در نمونه‌ها نیز به ترتیب از آزمون‌های One-way ANOVA (Duncan Multiple Range Test) و Pearson's Correlation Coefficient استفاده شد.

استاندارد است و می‌تواند به عنوان یک عامل خطر بالقوه برای مصرف‌کنندگان محسوب شود (۱۷). نتایج مطالعه‌ای که به منظور بررسی عنصر سرب در برخی ادویه‌جات مصرفی در سریلانکا انجام یافت، نشان داد که میانگین غلظت سرب در پودر کاری و زردچوبه کم‌تر و در فلفل بیش‌تر از رهنمود FAO/WHO است (۱۸). سولیورسکا و کازمارک در پژوهشی که به منظور بررسی عناصر آهن، روی و مس در ادویه‌جات فلفل، جعفری، شوید، آویشن، پونه کوهی، ریحان و رزماری مصرفی در لهستان انجام یافت، عنوان کردند که میانگین غلظت عناصر در ادویه ریحان بیش‌تر از رهنمود WHO می‌باشد و غلظت تجمع‌یافته فلزات در ادویه‌جات به شرایط محیطی رویش‌گاه گونه‌ها و آلودگی‌های محیط‌زیستی آن منطقه بستگی دارد (۱۹).

دارچین، فلفل سیاه و فلفل قرمز به عنوان رایج‌ترین ادویه‌های مورد استفاده خانواده‌های ایرانی به‌طور روزانه و به مقادیر قابل توجه در غذاها مورد استفاده قرار می‌گیرند. آلودگی این قبیل محصولات غذایی به انواع آلاینده‌ها به‌ویژه فلزات سنگین به‌واسطه آلودگی محیط‌زیست از مهم‌ترین چالش‌های حوزه سلامت و بهداشت محسوب می‌شود. لذا این پژوهش با هدف مطالعه شاخص سلامت عناصر روی و کادمیوم در دارچین، فلفل سیاه و فلفل قرمز مصرفی در شهر همدان در سال ۱۳۹۴ انجام یافت.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه توصیفی، با استناد به فرمول تعیین اندازه نمونه کوکران، از ۳ برند تجاری و همچنین ۳ نمونه فله‌ای ادویه‌جات دارچین، فلفل سیاه و فلفل قرمز مصرفی در شهر همدان هر کدام ۳ نمونه از فروشگاه‌های عرضه مواد غذایی خریداری (تعداد کل نمونه‌ها ۵۴ عدد بود) و به آزمایشگاه منتقل شد. ابتدا نمونه‌ها در دمای اتاق (۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد) تا رسیدن به وزن ثابت در سایه خشک شدند. به منظور انجام فرآیند هضم، یک گرم از هر نمونه ادویه توسط ترازوی دیجیتال Sartorius مدل Bp121s با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین و به آن ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۰٪ و اسید پرکلریک ۶۰٪ با نسبت حجمی ۲ به ۱ افزوده شد. نمونه‌ها تا زمان مشاهده دود سفیدرنگ در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد توسط هیتر حرارت داده شدند. نمونه‌های هضم‌شده پس از عبور از کاغذ صافی واتمن ۴۲، در بالن ۵۰ میلی‌لیتری با آب دوبار تقطیر به حجم رسانده شدند (۲۰). در نهایت پس از ساخت محلول مادر (استوک)، استاندارد نمک عنصر روی در غلظت‌های ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم در لیتر و کالیبره کردن دستگاه جذب اتمی Shimadzu مدل AA-680، غلظت روی در نمونه‌ها به روش شعله‌ای در طول موج ۲۱۳/۹ نانومتر در ۳ تکرار خوانده شد. لازم به ذکر است که برای قرائت غلظت عنصر روی، سرعت جریان استیلن برابر ۱/۸ لیتر در دقیقه، سرعت جریان هوا برابر ۱۵ لیتر در

## یافته‌ها

محتوی عناصر روی و کادمیوم در نمونه‌های دارچین، فلفل سیاه و فلفل قرمز و نتایج آزمون Duncan Multiple Range Test به‌منظور مقایسه میانگین غلظت تجمع‌یافته فلزات بین نمونه‌های ادویه و همچنین نتایج محاسبه اثرات مصرف ادویه‌جات بر سلامت بر اساس پتانسیل خطر عناصر روی و کادمیوم به‌ترتیب در جدول ۱ و ۲ ارایه شده است. نتایج نشان داد که درصد بازیابی، محدودیت‌های تشخیص و محدودیت‌های کمی برای عنصر روی به‌ترتیب برابر با  $0.99/8 \pm 3/80$ ،  $0.50$  میلی‌گرم در کیلوگرم و  $1/50$  میلی‌گرم در کیلوگرم و برای عنصر کادمیوم به‌ترتیب برابر با  $0.98/5 \pm 4/10$ ،  $0.02$  میلی‌گرم در کیلوگرم و  $0.07$  میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

نتایج نشان داد که بیشینه میانگین غلظت عناصر در نمونه‌های ادویه‌جات بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برای روی و کادمیوم برابر با  $0.60 \pm 0.14$  و  $0.03 \pm 0.01$  به‌ترتیب مربوط به فلفل قرمز و فلفل سیاه و در مورد هر دو عنصر کم‌تر از رهنمود WHO (به ترتیب برابر با  $50$  و  $0.2$  میلی‌گرم در کیلوگرم برای عناصر روی و کادمیوم) بود.

همچنین با استناد به نتایج مندرج در جدول ۲، مقادیر شاخص سلامت برای همه ادویه‌جات کوچک‌تر از یک و کم‌تر از حد

مخاطره است. نتایج پردازش آماری نتایج بر اساس آزمون‌های مورد استفاده نشان داد با توجه به سطح معنی‌داری (p-value) برابر با  $0.005$  و  $0.006$  به‌ترتیب برای روی و کادمیوم در دارچین، برابر با  $0.009$  و  $0.007$  به‌ترتیب برای روی و کادمیوم در فلفل سیاه و برابر با  $0.009$  و  $0.006$  به‌ترتیب برای روی و کادمیوم در فلفل قرمز، داده‌های مربوط به غلظت عناصر روی و کادمیوم در نمونه‌های ادویه‌جات از توزیع نرمال برخوردار است و لذا می‌توان برای پردازش داده‌ها از آزمون‌های پارامتری استفاده کرد. نتایج گروه‌بندی آماری (آزمون چند دامنه‌ای دانکن) نشان داد که بین نمونه‌های دارچین با نمونه‌های فلفل سیاه و فلفل قرمز از نظر میانگین غلظت تجمع‌یافته عنصر روی اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد ( $p < 0.05$ ) در صورتی که از این حیث بین ادویه‌جات برای عنصر کادمیوم اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد ( $p > 0.05$ ) (جدول ۱). از طرفی نتایج بیان‌گر آن بود که بین میانگین غلظت تجمع‌یافته عناصر روی و کادمیوم با ضریب همبستگی (r) برابر با  $0.541$  و  $0.268$  در نمونه‌های دارچین، با ضریب همبستگی برابر با  $0.392$  و  $0.442$  در نمونه‌های فلفل سیاه و با ضریب همبستگی برابر با  $0.111$  و  $0.835$  در نمونه‌های فلفل قرمز، همبستگی معنی‌دار آماری وجود نداشت.

جدول ۱: میانگین غلظت عناصر روی و کادمیوم بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم در نمونه‌های ادویه‌جات

ادویه	عنصر	روی	کادمیوم
دارچین		$0.43 \pm 0.1^d$	$0.02 \pm 0.01^d$
فلفل سیاه		$0.60 \pm 0.13^b$	$0.03 \pm 0.01^a$
فلفل قرمز		$0.60 \pm 0.14^b$	$0.02 \pm 0.01^a$

\* اعداد مربوط به میانگین غلظت ۱۸ نمونه می‌باشد.

\*\* حروف a و b در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار آماری ( $p < 0.05$ ) میانگین غلظت عناصر روی و کادمیوم بین نمونه‌های ادویه می‌باشد.

جدول ۲: نتایج محاسبه نسبت خطر مصرف ادویه‌جات بر اساس پتانسیل خطر روی و کادمیوم

عنصر	EADI (کودکان) (mg/kg/day)	EADI (بزرگسالان) (mg/kg/day)	HI (کودکان)	HI (بزرگسالان)
میانگین جذب روزانه و شاخص سلامت عناصر				
دارچین				
روی	$5/89 \times 10^{-5}$	$1/26 \times 10^{-5}$	$1/96 \times 10^{-4}$	$4/21 \times 10^{-5}$
کادمیوم	$2/46 \times 10^{-7}$	$5/28 \times 10^{-7}$	$2/46 \times 10^{-7}$	$5/28 \times 10^{-7}$
فلفل سیاه				
روی	$8/22 \times 10^{-5}$	$1/76 \times 10^{-5}$	$2/74 \times 10^{-4}$	$5/87 \times 10^{-5}$
کادمیوم	$3/42 \times 10^{-7}$	$7/34 \times 10^{-7}$	$3/42 \times 10^{-7}$	$7/34 \times 10^{-7}$
فلفل قرمز				
روی	$8/22 \times 10^{-5}$	$1/76 \times 10^{-5}$	$2/74 \times 10^{-4}$	$5/87 \times 10^{-5}$
کادمیوم	$2/88 \times 10^{-7}$	$6/16 \times 10^{-7}$	$2/88 \times 10^{-7}$	$6/16 \times 10^{-7}$

## بحث

نتایج محاسبه شاخص HI نشان داد که نسبت خطر برای همه ادویه‌جات کوچک‌تر از یک بود. بنابراین مصرف کنترل‌شده این ادویه‌جات اثر سوء بهداشتی برای مصرف‌کننده ندارد. نتایج پژوهشی که با هدف تعیین مخاطره سلامت آهن و کروم در ادویه‌جات دارچین، فلفل سیاه و فلفل قرمز مصرفی شهر همدان در سال ۱۳۹۴ انجام یافت، نشان داد که مقادیر شاخص HI برای همه ادویه‌جات کوچک‌تر از یک و برای مصرف‌کننده فاقد مخاطره است (۵). از طرفی نتیجه پژوهشی که طی آن نسبت به بررسی پتانسیل خطر ناشی از فلزات آهن، روی، کروم و مس در ادویه‌جات پودر کاری، زردچوبه و هل مصرفی شهر همدان اقدام شد، نشان داد که مقادیر شاخص مخاطره سلامت برای همه ادویه‌جات کوچک‌تر از یک و برای مصرف‌کننده فاقد مخاطره است (۱۵).

### نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن ورود روز افزون انواع آلاینده‌ها به محیط و به ویژه فلزات سنگین، نسبت به پایش و کنترل منظم غلظت تجمع یافته آلاینده‌های پایدار از جمله فلزات سنگین در مواد غذایی به ویژه اقلام پرمصرف مانند ادویه‌جات به منظور حفظ ایمنی غذایی توصیه می‌شود. از طرفی هرچند در این مطالعه با توجه به بودجه و زمان محدود اجرای پژوهش نسبت به مطالعه تعداد اندکی از انواع ادویه و صرفاً فلزات روی و کادمیوم اقدام شد، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی نسبت به بررسی سایر فلزات سمی و سنگین و انواع دیگر ادویه اقدام شود.

### قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان با شماره ۱۷۱۵۰۵۰۸۹۳۲۰۳۷ است. نویسندگان از حوزه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه به دلیل فراهم کردن امکانات اجرای مطالعه تشکر و قدردانی می‌کنند.

### ملاحظات اخلاقی

با توجه به این که این مطالعه بر روی نمونه‌های غیر جاندار انجام یافته است، لذا ملاحظات اخلاقی در این پژوهش موضوعیت ندارد.

### منابع مالی

این پژوهش با هزینه شخصی مولفان انجام یافته است.

گیاهان بخش مهمی از زنجیره غذایی هستند و جذب و تجمع فلزات سنگین توسط آن‌ها علاوه بر این که اثرات زیان‌باری را برای گونه گیاهی به همراه دارد، موجب بروز انواع بیماری‌ها و اثرات سوء بهداشتی برای انسان و دیگر موجودات می‌شود (۱۵). گونه‌های مختلف گیاهان از نظر مقدار جذب عناصر سنگین و توزیع آن‌ها در بافت‌های خود متفاوت عمل می‌کنند. علاوه بر تفاوت‌های ژنتیکی، عوامل محیطی مختلف از جمله برهمکنشی فلزات سنگین با عناصر غذایی ضروری نیز می‌تواند بر میزان جذب این فلزات توسط گیاهان موثر باشد (۳ و ۱۵). در این راستا، محتوی فلزات سنگین ادویه‌جات نیز به محل رویش، آلودگی‌های محیط‌زیستی، بخش گیاه (دانه، میوه، ریشه، پوست) و فرآیند فرآوری بستگی دارد (۱۱). فلزات سنگین به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و شناخته‌شده‌ترین آلاینده‌ها با ویژگی‌هایی همچون پایداری، تجمع‌پذیری و غیرقابل تجزیه زیستی بودن، در غلظت‌های مشخص، سمی و برای موجودات زنده از جمله انسان مضر هستند (۱۵). از این رو این فلزات پس از ورود به بدن موجودات زنده در بافت‌ها ذخیره شده و می‌توانند در طول زنجیر غذایی در مصرف‌کنندگان بالاتر زنجیره به مقادیر بسیار بیش‌تری تجمع یابند. از طرفی فلزات سنگین می‌توانند جایگزین املاح و مواد معدنی مورد نیاز بدن جانداران شده و از این طریق موجب به مخاطره افتادن سلامتی آن‌ها شوند. استفاده از کودهای شیمیایی، کمپوست، لجن فاضلاب و فعالیت‌های شهری و صنعتی از مهم‌ترین منابع غیرطبیعی ورود فلزات سنگین به خاک به شمار می‌روند (۲۶ و ۱۵). نتایج نشان داد که میانگین غلظت عناصر روی و کادمیوم در نمونه‌های ادویه‌جات کم‌تر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی بود. این موضوع را می‌توان با رشد ادویه‌جات در مناطق غیرآلوده (۲۷)، قلیایی بودن خاک محل کشت و نرخ اندک جابه‌جایی و انتقال کادمیوم از ریشه‌ها به اندام هوایی (۲۱)، قابلیت ریشه در جذب و تجمع عنصر روی (۲۸) و همچنین افزایش مقدار فسفر خاک با تاثیر منفی بر جذب روی توسط گیاه (۱۹ و ۱۵) مرتبط دانست. در این رابطه می‌توان به تطابق نتایج این پژوهش با دستاورد مطالعه Alagusundaram و Kumaravel که با برآورد محتوی تجمع‌یافته برخی فلزات سنگین در پنج نوع ادویه رایج مصرفی در هندوستان نتیجه گرفتند میانگین غلظت روی و کادمیوم بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب برابر با ۱/۵۰ و ۰/۰۰۶ و کم‌تر از رهنمود WHO است (۲۵) و مطالعه چیزولا و همکاران که با بررسی محتوی برخی فلزات سنگین در ادویه‌جات مصرفی در کشور اتریش نتیجه گرفتند میانگین غلظت عناصر روی و کادمیوم (با میانگین غلظت کوچک‌تر از ۰/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در اکثر نمونه‌ها کم‌تر از رهنمود WHO/FAO بود (۲۱) اشاره کرد.

در تهیه، آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها در آزمایشگاه و پردازش آماری نتایج مشارکت داشته است.

### منافع متقابل

مولفان اظهار می‌دارند که منافع متقابلی از بابت تالیف یا انتشار مقاله ندارند.

### مشارکت مؤلفان

س. سبجان اردکانی طراحی پژوهش، اجرا، تالیف و بررسی و تایید نسخه نهایی مقاله را بر عهده داشته است. از طرفی ز. آذرشب

## References

- Krejpcio Z, Krol E, Sionkowski S. Evaluation of heavy metals contents in spices and herbs available on the Polish market. *Pol J Environ Stud* 2007; **16**(1): 97-100.
- Thomas F, Daoust S P, Raymond M. Can we understand modern humans without considering pathogens? *Evol Appl* 2012; **5**(4): 368-379. doi: 10.1111/j.1752-4571.2011.00231.x
- Srinivasan K. Plant foods in the management of diabetes mellitus: spices as beneficial antidiabetic food adjuncts. *Int J Food Sci Nutr* 2005; **56**(6): 399-414. doi: 10.1080/09637480500512872
- Anderson R A, Broadhurst C L, Polansky M M, Schmidt W F, Khan A, Flanagan V P, et al. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. *J Agr Food Chem* 2004; **52**(1): 65-70. doi: 10.1021/jf034916b
- Azarshab Z, Sobhanardakani S. Study of health risk assessment of Fe and Cr content in some spices marketed in Hamadan City in 2015. *Razi J Med Sci* 2016; **23**(9): 28-34. (Persian)
- Ziegenfuss T N, Hofheins J E, Mendel R W, Landis J, Anderson R A. Effects of a water-soluble cinnamon extract on body composition and features of the metabolic syndrome in pre-diabetic men and women. *J Int Soc Sport Nutr* 2006; **3**(2): 45-53. doi: 10.1186/1550-2783-3-2-45
- Tabande L, Taheri M. Evaluation of exposure to heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in vegetables grown in the olericultures of Zanjan Province's fields. *Iran J Health Environ* 2016; **9**(1): 41-56. (Persian)
- Naser H, Sultana S, Haque M M, Akhter S, Begum R. Lead, cadmium and nickel accumulation in some common spices grown in industrial areas of Bangladesh. *Agr* 2014; **12**(1): 122-130. doi: 10.3329/agric.v12i1.19867
- Abou-Arab A, Abou Donia M. Heavy metals in Egyptian spices and medicinal plants and the effect of processing on their levels. *J Agr Food Chem* 2000; **48**(6): 2300-2304. doi: 10.1021/jf990508p
- Plum L M, Rink L, Haase H. The essential toxin: impact of zinc on human health. *Int J Environ Res Public Health* 2010; **7**(4): 1342-1365. doi: 10.3390/ijerph7041342
- Barceloux D G. Zinc. *J Toxicol Clin Toxicol* 1999; **37**(2): 279-292.
- Wagner G J. Accumulation of cadmium in crop plants and its consequences to human health. *Adv Agron* 1993; **51**: 173-212.
- Bernard A. Cadmium & its adverse effects on human health. *Indian J Med Res* 2008; **128**(4): 557-564.
- Zhu F, Wang X, Fan W, Qu L, Qiao M, Yao S. Assessment of potential health risk for arsenic and heavy metals in some herbal flowers and their infusions consumed in China. *Environ Monit Assess* 2013; **185**(5): 3909-3916. doi: 10.1007/s10661-012-2839-y
- Sobhanardakani S. Potential health risk assessment of Cr, Cu, Fe and Zn for human population via consumption of commercial spices; a case study of Hamedan City, Iran. *Int Arch Health Sci* 2016; **3**(3): 119-124.
- Das P K, Halder M, Mujib ASM, Islam F, Mahmud ASM, Akhter S, et al. Heavy metal concentration in some common spices available at local market as well as branded spicy in Chittagong Metropolitan City, Bangladesh. *Curr World Environ* 2015; **10**(1):101-108. doi: 10.12944/CWE.10.1.12
- Gleason K, Shine L P, Shobnam N, Rokoff L B, Suchanda H S, Sharif Ibne, Hasan MO, et al. Contaminated turmeric is a potential source of lead exposure for children in rural Bangladesh. *J Environ Public Health* 2014; **2014**: 1-5. doi: 10.1155/2014/730636
- Senanayake M P, Perera R, Liyanaarachchi L A, Dassanayake M P. Spices as a source of lead exposure: a market-basket survey in Sri Lanka. *Ceylon Med J* 2013; **58**(4): 168-169. doi: 10.4038/cmj.v58i4.6308
- Suliburska J, Kaczmarek K. Evaluation of iron, zinc and copper contents in selected spices available on the Polish market. *Ann Natl Inst Hyg* 2011; **62**(3): 271-274.
- Mubeen H, Naeem I, Taskeen A, Saddiqe Z. Investigations of heavy metals in commercial spices brands. *New York Sci J* 2009; **2**(5): 20-26. doi: 10.1016/B978-0-08-018068-7.50036-8
- Chizzola R, Michitsch H, Franz C. Monitoring of metallic micronutrients and heavy metals in herbs, spices and medicinal plants from Austria. *Eur Food*

- Res Technol* 2003; **216**(5): 407-411. doi: 10.1007/s00217-003-0675-6
22. Akbari B, Gharanfali F, Hassanzadeh Khayyat M, Khashyarmanesh Z, Rezaee R, Karimi Gh. Determination of heavy metals in different honey brands from Iranian markets. *Food Addit Contam B* 2012; **5**: 105-111. doi: 10.1080/19393210.2012.664173
23. Tang W, Cheng J, Zhao W, Wang W. Mercury levels and estimated total daily intakes for children and adults from an electronic waste recycling area in Taizhou, China: Key role of rice and fish consumption. *J Environ Sci* 2015; **34**: 107-115. doi: 10.1016/j.jes.2015.01.029
24. Türkmen M, Türkmen A, Tepe Y, Töre Y, Ateş A. Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean seas. *Food Chem* 2009; **113**(1): 233-237. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.06.071
25. Kumaravel S, Alagusundaram K. Determination of Mineral Content in Indian Spices by ICP-OES. *Orient J Chem* 2014; **30**(2): 631-636. doi: 10.13005/ojc/300231
26. Jalali M, Arfania H. Leaching of heavy metals and nutrients from calcareous sandy-loam soil receiving municipal solid sewage sludge. *J Plant Nutr Soil Sci* 2010; **173**(3):407-416. doi: 10.1002/jpln.200800225
27. Alam M, Snow E, Tanaka A. Arsenic and heavy metal contamination of vegetables grown in Samta village, Bangladesh. *Sci Total Environ* 2003; **308**(1): 83-96. doi: 10.1016/S0048-9697(02)00651-4
28. Claus J, Bohmann A, Chavarría-Krauser A. Zinc uptake and radial transport in roots of *Arabidopsis thaliana*: a modelling approach to understand accumulation. *Ann Bot* 2012; **112**(2): 369-380. doi: 10.1093/aob/mcs263