

HEALTH RISK ASSESSMENT OF CITRUS CONSUMPTION

Non-Carcinogenic Risk Assessment of As and Zn in Citrus Marketed in Hamedan City

S. Sobhanardakani

* Associate Professor, Department of the Environment, School of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran. (Corresponding author.)
s_sobhan@iauh.ac.ir

L. Taghavi

Assistant Professor, Department of the Environmental Pollution, School of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 01 August 2016

Accepted: 22 October 2016

ABSTRACT

Background & objective: Nowadays due to the environmental pollution, health risk of foodstuffs consumption especially citrus species as an integral part of human diet has become a serious challenge. Therefore, this study was carried out for analysis and health risk assessment of As and Zn in some widely used citrus samples marketed in Hamedan city in 2015.

Materials & Methods: In this analytical study, 48 samples of citrus species (orange, grapefruit, lemon and tangerine) were randomly collected from four wholesale centers of Hamedan city. After samples preparation using acid digestion method, the concentrations of elements in samples were determined using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) in three replications. The gained experimental results were analyzed by SPSS 20 software using Shapiro-Wilk Test, One Sample T Test, one-way ANOVA and Pearson's Correlation Coefficient.

Results: The results showed that the maximum mean concentration (mg/kg) of As and Zn were 0.09 ± 0.07 , and 0.26 ± 0.09 for grapefruit and lemon samples respectively. Also the computed health risk assessment showed that there is no potential risk for children and adult to consume the studied citrus.

Conclusion: Although based on the obtained results, controlled consumption of studied citrus species has not adverse effect on the consumers' health, due to the increased use of agricultural inputs especially phosphorus fertilizers, sewage sludge and wastewater by farmers and orchardists, regular periodic monitoring of chemical pollutants such as pesticides and other toxic metals (Hg, Pb, Cd and Cr) content are recommended for food safety especially in imported foodstuffs.

Document Type: Research article

Keywords: Food Safety, Heavy Metals, Health Risk, Citrus.

► **Citation:** Sobhanardakani S, Taghavi L. Non-Carcinogenic Risk Assessment of As and Zn in Citrus Marketed in Hamedan City. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2016;2 (3) : 237-244.

تعیین مخاطره غیر سرطانی آرسنیک و روی در مرکبات عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان

چکیده

زمینه و هدف: امروزه مخاطره مصرف مواد غذایی به خصوص مرکبات به عنوان بخشی جدایی ناپذیر از رژیم غذایی انسان، به واسطه آلودگی محیط زیست با فلزات سنگین به یک چالش جدی تبدیل شده است. مطالعه حاضر با هدف تعیین مخاطره سلامت مصرف مرکبات پر مصرف عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان بر اساس پتانسیل خطر عناصر آرسنیک و روی در سال ۱۳۹۴ انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تحلیلی (مشاهده ای)، در مجموع ۴۸ نمونه مرکبات از گونه‌های پرتقال، گریپ فروت، لیموشیرین و نارنگی از ۴ مرکز عمده فروش در سطح شهر همدان به صورت تصادفی خریداری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از آماده سازی نمونه‌ها به روش همضم اسیدی در آزمایشگاه، غلظت تجمع یافته عناصر توسط دستگاه نشر اتمی در سه تکرار خوانده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS (نسخه ۲۰) و آزمون‌های Test Shapiro-Wilk, One Sample T Test, Pearson's Correlation Coefficient, one-way ANOVA انجام شد.

یافته‌ها: بیشینه میانگین غلظت عناصر آرسنیک و روی با 0.09 ± 0.07 و 0.26 ± 0.09 میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب مربوط به نمونه‌های گریپ فروت و لیموشیرین بود. از طرفی بر اساس نتایج مطالعه، شاخص مخاطره سلامت برای عناصر مورد مطالعه کوچک تر از ۱ بود، در نتیجه مصرف کنترل شده مرکبات برای بزرگسالان و کودکان مخاطره آمیز نمی باشد.

نتیجه گیری: هرچند با استناد به نتایج محاسبه شاخص مخاطره سلامت، مصرف مرکبات مورد مطالعه اثر سوء بهداشتی بر سلامت مصرف کنندگان ندارد، ولی با توجه به افزایش نرخ استفاده از نهاده‌های کشاورزی به ویژه کودهای فسفاته، فاضلاب شهری و لجن فاضلاب توسط کشاورزان، نسبت به پایش دوره ای و منظم مواد غذایی به ویژه اقلام وارداتی از نظر غلظت باقی مانده یا تجمع یافته انواع سموم شیمیایی و سایر فلزات سمی از قبیل جیوه، سرب، کادمیوم و کروم توصیه می شود.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

کلیدواژه‌ها: امنیت غذایی، فلز سنگین، مخاطره سلامت، مرکبات.

سهیل سبحان اردکانی

* دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.
نویسنده مسئول.

رایانامه: s_sobhan@iauh.ac.ir

لعبت تقوی

استادیار، گروه آلودگی‌های محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۰۱

◀ **استناد:** سبحان اردکانی س، تقوی ل. تعیین مخاطره غیرسرطانی آرسنیک و روی در مرکبات عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۳۹۵؛ ۲(۳): ۲۳۷-۲۴۴.

پیشرفت فناوری اگر چه باعث افزایش کیفیت زندگی انسان شده است، اما از سویی باعث افزایش میزان آلاینده‌ها و مشکلات محیط زیستی متعدد گردیده است. تأثیر آلودگی بر مواد غذایی و سلامت آن‌ها برای مصرف انسان، یک نگرانی عمومی جهانی است که تحقیقات بسیاری در این زمینه توسط محققین انجام گرفته است. تعدادی از این مطالعات نشان داده اند که فلزات سنگین، از مهم ترین عوامل آلودگی در میوه‌ها و سبزیجات هستند (۱-۳).

فلزات سنگین در محیط به شدت پایدار، غیر قابل تجزیه زیستی و مقاوم به حرارت بوده و به سهولت در بافت‌های گیاهی و حیوانی تجمع می‌یابند و در نتیجه به آسانی به سطح سمی و کشندگی می‌رسند. بنابراین فواید مصرف میوه‌ها و سبزیجات با آلودگی آن‌ها به فلزات سنگین کاهش یافته و می‌تواند سلامت انسان و حیوانات را با مخاطره مواجه کند (۴).

آرسنیک، به عنوان یکی از سمی ترین و خطرناک ترین فلزات سنگین شناخته شده است. مصرف مواد غذایی آلوده به آرسنیک در طولانی مدت سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازد (۵). تجمع بیش از حد مجاز آرسنیک در بدن باعث بروز ضعف عمومی در عضلات، کاهش اشتها، تهوع، التهاب غشا‌های مخاطی چشم، بینی و حنجره، ضایعات پوستی، سرطان کلیه، کبد، ریه و مثانه و تظاهرات عصبی می‌شود (۶، ۷). روی در بدن انسان در غلظت بالا در پروستات، استخوان، عضله و کبد تجمع می‌یابد. نیم عمر روی در بدن انسان یک سال است و از عوارض نامطلوب آن می‌توان به مسمومیت، تب، اضطراب، تهوع، استفراغ، اسهال و به ویژه سرطان پستان اشاره کرد (۶، ۸).

جایابی فلزات سنگین از خاک به گیاه از نظر تغذیه و آلودگی اهمیت دارد. گیاهان با جذب عناصر از زیستگاه خود می‌توانند در معرض آلودگی قرار گیرند. علاوه بر آسیب‌های وارده به گیاه، با تغذیه جانوران و انسان از این گیاهان، آن‌ها نیز در معرض خطر قرار می‌گیرند (۹).

مرکبات از جمله پرتقال (*Citrus sinensis*)، گریپ فروت (*Citrus paratisi*)، لیموشیرین (*Citrus limetta*) و نارنگی (*Citrus tangerina*)، از مهم ترین میوه‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان، گیاهانی بوته ای، درختچه ای با شاخ و برگ متراکم و یا درختی با گل‌های سفید مایل به ارغوانی هستند (۱۰). برآورد میانگین جذب قابل قبول روزانه (Estimated Average Daily Intakes) عناصر ناشی از مواد غذایی، به منظور تعیین مخاطره طولانی مدت بر مصرف کنندگان محاسبه می‌شود (۱۱، ۱۲). شاخص مخاطره سلامت (غیر سرطانی) (*Health Index*) را نیز می‌توان از نسبت برآورد میانگین جذب روزانه هر عنصر به جذب روزانه قابل قبول (*Acceptable Daily Intakes*) آن عنصر محاسبه کرد. مقادیر شاخص سلامت کوچک تر از یک بیان گر آن است که مصرف ماده غذایی، اثر سوء بهداشتی برای مصرف کننده ندارد و بالعکس (۱۳). ارزیابی خطر شامل تجزیه و تحلیل علمی در خصوص نتایج کمی و کیفی قرار گرفتن در معرض ترکیبات شیمیایی می‌باشد. در این راستا، برای ارزیابی خطر سلامت می‌بایست نسبت به شناسایی، جمع آوری و یکپارچه سازی اطلاعات در رابطه با خطرات بهداشتی و مواجهه مواد شیمیایی و روابط بین مواجهه با عامل خطر، غلظت و عوارض جانبی اقدام شود (۱۴).

تاکنون چندین مطالعه در زمینه بررسی غلظت تجمع یافته فلزات سنگین در مرکبات و همچنین تعیین مخاطره سلامت مصرف این محصولات انجام گرفته است. در مطالعه کالابور و همکاران (۲۰۱۴) که با هدف بررسی برخی فلزات سنگین در پرتقال مصرفی در ایالت ریورس نیجریه انجام گرفت، میانگین غلظت عنصر روی از رهنمودهای WHO/FAO و USEPA کم تر بود (۱۵). نتایج مطالعه مائوسی و همکاران (۲۰۱۴) که با هدف بررسی غلظت برخی فلزات سنگین در پرتقال عرضه شده در کنیا انجام گرفت، دامنه غلظت عناصر سرب، کادمیوم و کروم به ترتیب برابر با ۰/۶۵-۰/۳۱-۰/۰۹-۰/۰۵ و ۱/۴-۲/۴ میلی گرم در کیلوگرم بود (۱۶). در مطالعه سوشانو و همکاران (۲۰۰۵) که با هدف

بررسی برخی فلزات سنگین در مرکبات پرتقال، لیموترش و گریپ فروت عرضه شده در رومانی انجام گرفت، دامنه غلظت عناصر آهن و منگنز به ترتیب برابر با ۱/۲۴-۰/۹۶ و ۰/۲۷-۰/۰۴ میلی گرم در کیلوگرم بود (۱۷). در مطالعه روسینی اولیوا و همکار (۲۰۰۳) که با هدف بررسی غلظت برخی فلزات سنگین در پرتقال مصرفی سویل اسپانیا انجام شد، میانگین غلظت عنصر روی در نمونه‌ها برابر با ۱۷/۱۹ میلی گرم در کیلوگرم بود (۱۸). نتایج مطالعه چندورکار و همکار (۲۰۱۳) که با هدف بررسی مخاطره سلامت برخی فلزات سنگین ناشی از مصرف لیموشیرین در هندوستان انجام یافت، نشان داد که جمعیت هدف مورد مطالعه در معرض مخاطره عناصر آرسنیک، سرب و کادمیوم هستند (۱۹). در مطالعه اریساکو و همکاران (۲۰۱۲) که به منظور بررسی مخاطره سلامت عناصر سرب، کادمیوم و نیکل ناشی از مصرف مرکبات در نیجریه انجام گرفت، میانگین غلظت فلزات سنگین در همه نمونه‌های میوه بیش تر از رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و اتحادیه اروپا بود (۲۰). مطالعه گوئرا و همکاران (۲۰۱۲) که با هدف بررسی مخاطره سلامت برخی فلزات سنگین ناشی از مصرف مرکبات در برزیل انجام گرفت، نشان داد که مصرف مرکبات برای جمعیت هدف مورد مطالعه مخاطره آمیز نیست (۲۱).

مصرف سرانه میوه در ایران ۷۴۰۰۰ گرم در سال می‌باشد که در این بین مصرف سرانه مرکبات برابر با ۳۳۰۰ گرم است (۲۲)، لذا با توجه به اهمیت میوه در سبد غذایی خانواده و نقش آن در سلامت افراد جامعه، مطالعه حاضر برای نخستین بار در کشور با هدف تعیین شاخص مخاطره سلامت مرکبات مصرفی در شهر همدان ناشی از پتانسیل خطر عنصر آرسنیک به عنوان یک عنصر سمی و خطرناک و روی به عنوان یک عنصر مسمومیت‌زا در غلظت‌های بالا در مرکبات در سال ۱۳۹۴ انجام شد.

روش کار

در این مطالعه تحلیلی (مشاهده‌ای)، در مجموع ۴۸ نمونه مرکبات

از گونه‌های پرتقال، گریپ فروت، لیموشیرین و نارنگی از ۴ مرکز عمده فروش در سطح شهر همدان به صورت تصادفی خریداری و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا نمونه‌ها توسط آب شرب معمولی، سپس محلول اسیدکلریدریک رقیق و در نهایت آب مقطر شسته شدند. پس از جداکردن پوست میوه‌ها، بخش‌های میانی و داخلی آن‌ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک و سپس آسیاب شدند (۲۳). نیم گرم از هر یک از نمونه‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن و به بوتله چینی منتقل و مطابق دستورالعمل AOAC، به آن‌ها ۵ میلی لیتر اسیدنیتریک خالص و ۲ میلی لیتر آب اکسیژنه ۳۰٪ حجمی افزوده و در کوره الکتریکی با دمای ۲۱۰ درجه سانتی گراد با هدف تولید خاکستر قرار گرفت. پس از خنک شدن خاکستر، نمونه‌ها روی هیتر قرار گرفته و به آن‌ها ۶ میلی لیتر اسیدنیتریک خالص، ۳ میلی لیتر اسید پرکلریک خالص و ۲ قطره آب دوبار تقطیر افزوده شد تا فرآیند جوش و خروج خاکستر آغاز شود. محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ به بالن ۵۰ میلی لیتری منتقل و با آب دوبار تقطیر به حجم رسانده شد (۲۳، ۲۴).

در نهایت پس از تهیه محلول مادر (استوک) و استاندارد نمک عناصر آرسنیک و روی در غلظت‌های ۰، ۲۰، ۵۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میکروگرم در لیتر و کالیبره کردن دستگاه ICP (نشر اتمی) Varian مدل 710-ES، غلظت تجمع یافته عناصر در نمونه‌ها در سه تکرار خوانده شد.

برای محاسبه EADI و HI هر عنصر به ترتیب از روابط ۱ و ۲ استفاده شد (۹):

$$EADI = \frac{C \times F}{W \times D} \quad (1)$$

که در این رابطه:

C = میانگین غلظت تجمع یافته هر عنصر در ماده غذایی مورد مطالعه بر حسب میلی گرم در کیلو گرم؛

D = تعداد روزهای سال (۳۶۵)؛

F = میانگین مصرف سالانه ماده غذایی توسط هر فرد؛

W = میانگین وزن بدن (به ترتیب ۷۰ و ۱۵ کیلو گرم برای

بر اساس نتایج به دست آمده، کمینه و بیشینه میانگین غلظت عناصر در نمونه‌ها برای آرسنیک با 0.1 ± 0.02 و 0.7 ± 0.09 میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب مربوط به لیمو شیرین و گریپ فروت و برای روی با 0.5 ± 0.17 و 0.9 ± 0.26 میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب مربوط به نارنگی و لیمو شیرین بود.

نتایج بررسی نرمال بودن غلظت یافته عناصر آرسنیک و روی در نمونه‌ها بیان گر آن بود که با توجه به سطح معنی داری بزرگ تر از 0.05 ، غلظت هر دو عنصر از توزیع نرمال برخوردار است.

بر اساس نتایج آزمون One Sample T Test، میانگین غلظت تجمع یافته عناصر آرسنیک و روی در همه نمونه‌ها با رهنمود WHO (0.43) و $0.4/99$ میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب برای عناصر آرسنیک و روی (0.25) اختلاف معنی دار آماری داشته و کم تر از استاندارد بود.

بر اساس نتایج آزمون one-way ANOVA با توجه به این که سطح معنی داری برای عنصر آرسنیک کوچک تر از 0.05 بود، فرض برابری میانگین غلظت تجمع یافته این عنصر بین نمونه‌ها تأیید نمی‌شود. از طرفی با توجه به این که سطح معنی داری برای عنصر روی بزرگ تر از 0.05 بود، فرض برابری میانگین غلظت تجمع یافته این عنصر تأیید می‌شود. بنابراین بین نمونه‌ها از نظر میانگین غلظت تجمع یافته روی اختلاف آماری معنی دار وجود نداشت ($p=0.06$).

بر اساس نتایج آزمون Pearson's Correlation در بررسی همبستگی بین غلظت تجمع یافته عناصر آرسنیک و روی در نمونه‌های مرکبات، بین میانگین غلظت تجمع یافته عناصر آرسنیک و روی با ضریب همبستگی برابر با 0.49 و سطح معنی داری (P) بزرگ تر از 0.05 ، همبستگی آماری معنی دار وجود نداشت ($p=0.28$).

بزرگ سالان و کودکان) است.

$$\text{Health index (HI)} = \frac{\text{EADI}}{\text{ADI}} \quad (2)$$

که در این رابطه:

EADI= برآورد میانگین جذب قابل قبول روزانه هر عنصر بر

حسب میلی گرم در کیلوگرم در روز

ADI= جذب روزانه قابل قبول هر عنصر بر حسب میلی گرم

در کیلوگرم در روز است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS (نسخه ۲۰) انجام شد. به منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون Test Shapiro-Wilk، با هدف مقایسه میانگین غلظت عناصر با رهنمود سازمان جهانی بهداشت از آزمون One Sample T Test، با هدف مقایسه میانگین غلظت فلزات بین انواع مرکبات از آزمون one-way ANOVA و به منظور بررسی همبستگی بین میانگین غلظت تجمع یافته عناصر در نمونه‌ها از آزمون آماری Pearson's Correlation Coefficient استفاده شد.

یافته‌ها

غلظت تجمع یافته عناصر آرسنیک و روی بر حسب میکروگرم در کیلوگرم در نمونه‌های مرکبات و همچنین نتایج محاسبه برآورد میانگین جذب روزانه عناصر و شاخص مخاطره سلامت آن‌ها در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج قرانت غلظت تجمع یافته عناصر آرسنیک و روی در نمونه‌های مرکبات بر حسب میلی گرم در کیلوگرم

عنصر	انحراف معیار \pm میانگین*		
	پرتغال	گریپ فروت	لیمو شیرین
آرسنیک	0.02 ± 0.03	0.07 ± 0.09	0.01 ± 0.02
روی	0.05 ± 0.20	0.13 ± 0.24	0.09 ± 0.26

* نتایج مربوط به میانگین غلظت ۳ تکرار می‌باشد.

جدول ۲. نتایج محاسبه شاخص مخاطره سلامت فلزات سنگین ناشی از مصرف مرکبات در بزرگسالان و کودکان

نارنگی		لیموشیرین		گریپ فروت		پرتقال		ADI mg/kg/day ^{۲۷،۶)}	عنصر
HI	EADI mg/kg/day	HI	EADI mg/kg/day	HI	EADI mg/kg/day	HI	EADI mg/kg/day		
بزرگسالان									
۱/۹×۱۰ ^{-۳}	۳/۹×۱۰ ^{-۶}	۱/۲×۱۰ ^{-۳}	۲/۶×۱۰ ^{-۶}	۵/۵×۱۰ ^{-۳}	۱/۲×۱۰ ^{-۵}	۱/۹×۱۰ ^{-۳}	۳/۹×۱۰ ^{-۶}	۰/۰۰۲۱	آرسنیک
۷/۳×۱۰ ^{-۵}	۲/۲×۱۰ ^{-۵}	۱/۱×۱۰ ^{-۴}	۳/۴×۱۰ ^{-۵}	۱/۰×۱۰ ^{-۴}	۳/۰×۱۰ ^{-۵}	۸/۶×۱۰ ^{-۵}	۲/۶×۱۰ ^{-۵}	۰/۳	روی
کودکان									
۸/۶×۱۰ ^{-۳}	۱/۸×۱۰ ^{-۵}	۵/۷×۱۰ ^{-۳}	۱/۲×۱۰ ^{-۵}	۲/۶×۱۰ ^{-۲}	۵/۴×۱۰ ^{-۵}	۸/۶×۱۰ ^{-۳}	۱/۸×۱۰ ^{-۵}	۰/۰۰۲۱	آرسنیک
۳/۴×۱۰ ^{-۴}	۱/۰×۱۰ ^{-۴}	۵/۲×۱۰ ^{-۴}	۱/۶×۱۰ ^{-۴}	۴/۸×۱۰ ^{-۴}	۱/۵×۱۰ ^{-۴}	۴/۰×۱۰ ^{-۴}	۱/۲×۱۰ ^{-۴}	۰/۳	روی

بخش بزرگی از فلزات سنگین جذب شده توسط درختان، در سایر اندام ها، به خصوص در برگ‌ها ذخیره می‌شوند (۳۴)، اما نتایج برخی تحقیقات نشان دهنده تجمع بیش از حد مجاز فلزات سنگین در میوه‌ها می‌باشد، که این موضوع را می‌توان با شرایط رشد، عوامل ژنتیکی، خصوصیات خاک و موقعیت جغرافیایی مرتبط دانست (۲۳).

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت تجمع یافته عناصر آرسنیک و روی در نمونه‌ها از رهنمود سازمان جهانی بهداشت کم تر می‌باشد. همچنین نتایج محاسبه شاخص مخاطره سلامت نیز نشان داد که مقادیر این شاخص در نمونه‌ها برای هر دو عنصر کوچک تر از یک می‌باشد و از این رو مصرف کنترل شده مرکبات اثر سوء بهداشتی برای مصرف کنندگان ندارد. رضایی و همکاران (۲۰۱۶) نیز با بررسی پتانسیل خطر عناصر آلومینیوم و مس در مرکبات مصرفی شهر همدان عنوان کردند که شاخص مخاطره سلامت در نمونه‌ها برای هر دو عنصر کوچک تر از یک می‌باشد و از این رو مصرف کنترل شده مرکبات اثر سوء بهداشتی برای کودکان و بزرگسالان ندارد (۳۵).

در رابطه با بررسی غلظت تجمع یافته فلزات سنگین در مرکبات، چند مطالعه انجام گرفته است که نتایج برخی از آنها با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت. در مطالعه رادوان و همکار (۲۰۰۶) که به بررسی برخی فلزات سنگین در پرتقال و گریپ فروت عرضه شده در مصر پرداختند، دامنه غلظت عناصر

با استناد به مندرجات جدول ۲، شاخص مخاطره سلامت برای عناصر آرسنیک و روی کوچک تر از ۱ بود، در نتیجه مصرف کنترل شده مرکبات برای بزرگسالان و کودکان مخاطره آمیز نمی‌باشد.

بحث

موضوع آلودگی محصولات کشاورزی به فلزات سنگین با توجه به اثرات تجمعی این عناصر و عوارض سوء ناشی از آن در جوامع انسانی و نیز تهدید امنیت غذایی قابل توجه می‌باشد (۲۸)، بنابراین کنترل بیشینه رواداری فلزات سنگین در مواد غذایی یعنی بیش ترین مقداری از فلزات سنگین موجود در خوراک انسان و دام که مصرف آن در کوتاه یا طولانی مدت باعث ایجاد عوارض سوء برای سلامت انسان می‌شود، یکی از مواردی است که برای حفظ سلامت مصرف کنندگان و نیل به ایمنی غذایی باید مورد توجه قرار گیرد (۲۹).

آلودگی مواد غذایی به عواملی نظیر فعالیت‌های صنعتی، ترافیک، خالص سازی و پالایش لجن، فعالیت‌های کشاورزی (استفاده از کودهای شیمیایی، کودهای حیوانی، کمپوست و آفت کش ها)، فاصله از منبع آلودگی، توانایی جذب عناصر از خاک و نرخ جذب و رسوب گذاری عناصر در بافت ها، نوع و کیفیت محصول و نظایر آن مرتبط می‌باشد (۳۳-۳۰). برخلاف سبزیجات، تجمع فلزات سنگین در میوه‌ها اندک است، زیرا

تجمع یافته تعداد بیش تری از فلزات سنگین در سایر گونه‌های مرکبات مصرفی به ویژه اقلام وارداتی اقدام کرد.

نتیجه گیری: با توجه به توزیع مرکبات سالم در بازار مصرف شهر همدان، هرچند در حال حاضر استفاده از این محصولات اثر سوء بهداشتی برای مصرف کنندگان جامعه هدف ندارد، اما استفاده بی رویه و طولانی مدت از نهاده‌های کشاورزی به ویژه کودهای فسفاته، استقرار صنایع در مجاور باغات کشت مرکبات، مجاورت باغات و اراضی کشاورزی با جاده‌ها، معابر و راه‌های مواصلاتی و استفاده از فاضلاب شهری و لجن فاضلاب برای آبیاری می‌تواند ضمن آلودگی محصول مرکبات و به تبع آن سایر فرآورده‌های حاصل، تبعات بهداشتی غیر قابل جبران برای مصرف کنندگان به دنبال داشته باشد. در این راستا نسبت به پایش منظم محصولات غذایی و به ویژه اقلام پرمصرف کشاورزی توسط وزارتین جهاد کشاورزی و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی از نظر تجمع انواع سموم شیمیایی و سایر فلزات سمی از قبیل جیوه، سرب، کادمیوم و کروم توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به دلیل فراهم کردن امکانات اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

روی، سرب، کادمیوم و مس به ترتیب برابر با $۱/۳۶-۲۰/۹۰$ ، $۰/۰۱-۰/۱۵$ ، $۰/۰۱-۰/۸۷$ کیلوگرم بود. از طرفی و میانگین غلظت عناصر در همه نمونه‌ها کم‌تر از رهنمود FAO/WHO بود (۳۶). در مطالعه سوشیانو و همکاران (۲۰۰۵) که با هدف بررسی برخی فلزات سنگین در مرکبات پرتقال، لیموترش و گریپ فروت عرضه شده در رومانی انجام گرفت، میانگین غلظت منگنز در لیموشیرین با $۰/۲۷$ میلی‌گرم در کیلوگرم در محدوده رهنمود سازمان بهداشت جهانی بود (۱۷). در مطالعه ایسیناچی و همکار (۲۰۱۴) که با هدف بررسی برخی فلزات سنگین در پرتقال عرضه شده در نیجریه انجام گرفت، میانگین غلظت روی در نمونه‌ها با $۷/۲۲$ میلی‌گرم در کیلوگرم کم‌تر از رهنمود WHO/FAO بود (۴). از طرفی در مطالعه کالابور و همکاران (۲۰۱۴) که به منظور بررسی برخی فلزات سنگین در پرتقال عرضه شده در غنا انجام گرفت، میانگین غلظت عناصر سرب، کروم، مس و نیکل در نمونه‌ها به ترتیب با $۳۳/۶۰$ ، $۴۶/۲۰$ ، $۲۹/۷۰$ و $۵/۱۰$ میلی‌گرم در کیلوگرم و بیش‌تر از رهنمود WHO/FAO بود (۱۵).

از مهم‌ترین محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به ضیق وقت و کمبود منابع مالی اشاره کرد. امید است در مطالعات آینده با مرتفع شدن این قبیل محدودیت‌ها، بتوان نسبت به بررسی غلظت

References

- Husain A, Baroon Z, Al-Khalafawi M, Al-Ati T, Sawaya W. Toxic metals in imported fruits and vegetables marketed in Kuwait, Environ Int 1995; 21(6):803-805.
- Mahdavian SE, Somashekar, RK. Heavy metals and safety of fresh fruits in Bangalore City, India- A case study, Kathmandu Univ J Sci Eng Technol 2008; 4(1):17-27.
- Soceanu, A. Presence of heavy metals in fruits from Prunus genera, Ovidius Univ Ann Chem 2009; 20(1):108-110.
- Ihesinachi K, Eresiya D. Evaluation of heavy metals in orange, pineapple, avocado, pear and pawpaw from a farm in Kaani, Bori Rivers State Nigeria, Int J Environ Res Publ Health 2014; 1(4): 87-94.
- Sobhanardakani S, Jamali M, Maànijou M. Evaluation of As, Zn, Cr and Mn concentrations in groundwater resources of Razan Plain and preparing the zoning map using GIS, J Environ Sci Technol 2014a; 16(2):25-38. (Persian)
- Karbasi M, Karbasi E, Saremi A, Ghorbani zade Kharazi H. Determination of heavy metals concentration in drinking water resources of Aleshtar in 2009, J Lorestan Univ Med Sci 2010; 12(1): 65-70. (Persian)
- Smith AH, Hopenhayn-Rich C, Bates MN, Goeden HM, Hertz-Picciotto I, Duggan HM, et al. Cancer risks from arsenic in drinking water, Environ Health Perspect 1992; 97:259-267.
- Grattan BJ, Freake HC. Zinc and cancer: Implications for LIV-1 in breast cancer, Nutr 2012; 4(7):648-675.
- Chojnacka K, Chojnacki A, Go'recka H, Go'recki H. Bioavailability of heavy metals from polluted soils to plants, Sci Total Environ 2005; 337:175-182.
- Guimaraes R, Barros L, Barreira JCM, Sousa MJ, Carvalho AM, Ferreira ICFR. Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits: Grapefruit, lemon, lime and orange, Food Chem Toxicol 2010; 48:99-106.

11. Apau J, Acheampong JA, Appiah E, Ansong F. Level and health risk assessment of heavy metals in tubers from markets in the Kumasi Metropolis, Ghana, *Int J Sci Technol* 2014; 3(9):534-539.
12. Zhu F, Wang X, Fan W. Assessment of potential health risk for arsenic and heavy metals in some herbal flowers and their infusions consumed in china, *Environ Monit Assess* 2013; 185:3909-3916.
13. Omar WA, Zaghoul KH, Abdel-Khalek AA, Abo-Hegab S. Risk assessment and toxic effects of metal pollution in two cultured and wild fish species from highly degraded aquatic habitats, *Arch Environ Contam Toxicol* 2013; 65(4):753-764.
14. World Health Organization. WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards. International Programme on Chemical Safety; 2010.
15. Kalagbor IA, Naifa Prudence B, Umeh JN. Analysis of heavy metals in four fruits from Sii and Zaakpon communities in Khana, Rivers State, *Int J Emerg Technol Adv Eng* 2014; 4(5):827-831.
16. Mausi, G., Simiyu, G., Lutta, S. Assessment of selected heavy metal concentrations in selected fresh fruits in Eldoret town, Kenya, *J Environ Earth Sci* 2014; 4(3):1-8.
17. Soceanu A, Magearu V, Popescu V, Matei N. Accumulation of manganese and iron in citrus fruits, *Analele Univ Bucuresti Chim* 2005; 1(2):173-177.
18. Rossini Oliva S, Valdés Castrillón B. Metal concentration in Seville orange (*Citrus aurantium*) fruit from Seville (Spain) and Palermo (Italy), *Ann Botan Fenn* 2003; 40:339-344.
19. Chandorkar S, Deota P. Heavy metal content of foods and health risk assessment in the study population of Vadodara, *Curr World Environ* 2013; 8(2):291-297.
20. Orisakwe OE, Kanayochukwu Nduka J, Nwadiuto Amadi C, Onyekachi Dike D, Bede O. Heavy metals health risk assessment for population via consumption of food crops and fruits in Owerri, South Eastern, Nigeria, *Chem Cent J* 2012; 6:77.
21. Guerra F, Trevizam AR, Muraoka T, Chaves Marcante N, Canniatti-Brazaca SG. Heavy metals in vegetables and potential risk for human health, *Sci Agric* 2012; 69(1):54-60.
22. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food & Feed-Maximum Limit of Heavy Metals. 1st. Edition. Iranian National Standard No. 12968. 2010. (Persian)
23. Ozcan MM, Harmankaya M, Gezgin S. Mineral and heavy metal contents of the outer and inner tissues of commonly used fruits, *Environ Monit Assess* 2012; 184(1):313-320.
24. Saracoglu S, Tuzen M, Soylak M. Evaluation of trace element contents of dried apricot samples from Turkey, *J Hazard Mater* 2009; 167(1-3):647-652.
25. JECFA. Summary and conclusions of the 61st Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. JECFA/61/Sc: Rome, Italy, 2003.
26. Iwegbue CMA. Concentrations of selected metals in candies and chocolates consumed in southern Nigeria, *Food Addit Contam B* 2011; 4(1):22-27.
27. Fu QL, Liu Y, Li L, Achal V. A survey on the heavy metal contents in Chinese traditional egg products and their potential health risk assessment, *Food Addit Contam B* 2014; 7(2):99-105.
28. Shokrzadeh M, Rokni MA, 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):234-42. (Persian)
29. Mohajer R, Salehi MH, Mohammadi J. Lead and cadmium concentration in agricultural crops (lettuce, cabbage, beetroot, and onion) of Isfahan Province, Iran, *Iran J Health Environ* 2014; 7(1):1-10. (Persian)
30. Kalac P, Niznanská M, Bevilacqua D, Stasková I. Concentrations of mercury, copper, cadmium and lead in fruiting bodies of edible mushrooms in the vicinity of a mercury smelter and a copper smelter, *Sci Total Environ* 1996; 177(1-3):251-258.
31. Sesli E, Tuzan M. Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the east Black Sea region of Turkey, *Food Chem* 1999; 65:453-460.
32. Demirbas A. Heavy metal bioaccumulation by mushrooms from artificially fortified soils, *Food Chem* 2001; 74(3):293-301.
33. Asghari GhR, Palizban AA, Toloue Ghamari Z, Adeli F. Contamination of cadmium, lead and mercury on Iranian herbal medicines, *Pharm Sci* 2008; 1:1-8.
34. Lacatusu R, Lacatusu AR. Vegetable and fruits quality within heavy metals polluted areas in Romania, Carpathian J Earth Environ Sci 2008; 3(2):115-129.
35. Rezaei O, Sobhanardakani S, Cheraghi M. Health risk assessment of citrus contaminated with heavy metals in Hamedan City, potential risk of Al and Cu, *Environ Health Eng Manag J* 2016; 3(3): 131-135.
36. Radwan MA, Salama AK. Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables, *Food Chem Toxicol* 2006; 44(8):1273-1278.