Journal of Health

Vol. 8, No. 4, Autumn 2017, Pages 385-393

Concentrations of Heavy Metals in Vegetables of Farming Lands Irrigated with Water from Karun River in Ahvaz

Zohrehvand F[1], Takdastan A*[2]

1. Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
2. Environmental Technologies Research Center, Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
**** Corresponding author.*** Tel: +61133738315, Fax: +9861133738282, E-mail: Afshin_ir@yahoo.com

Received: Nov 8, 2015 Accepted: Nov 1, 2016

ABSTRACT

Background & objectives: Heavy metals are very important from environmental aspects due to their toxicity and accumulative properties. The aim of this study was to evaluate concentrations of lead, cadmium, copper and zinc in vegetables of agricultural lands in Ahvaz, capital of Khuzestan province in southwest of Iran.
Methods: This descriptive study was done on Ocimumbasilicum, Raphanussativuslongipinatu and Portulacaoleracea samples from 6 farms located in the north and south of Ahvaz city during spring, summer and autumn in 2013. In general, 60 vegetable samples were investigated. Samples were digested by using acidic digestion. Then concentrations of the elements were determined using furnace atomic absorption spectrophotometry according to standard methods. Data were analyzed by SPSS at α=0.05. The results were compared with WHO and FAO guidelines.
Results: Mean concentrations of lead, cadmium, copper and zinc in vegetables were 10.39, 2.51, 7.20 and 31.84 mg/kg, respectively. Comparing the results with permissible levels given by FAO and WHO indicate that lead and cadmium levels in vegetables are above the recommended levels. However, average concentrations of copper and zinc in vegetables were lower than WHO/FAO recommended levels.
Conclusion: According to the results, vegetables cultivated in this area are polluted to heavy metals of Lead and Cadmium. Due to accumulative effects of heavy metals and their harmful effects on human societies and endangering food safety, more precautions are required to reduce such effects.
Keywords: Heavy Metals; Vegetables; Karun River; Ahvaz.

تعیین غلظت فلزات سنگین در سبزیجات اراضی کشاورزی آبیاری شده با آب رودخانه کارون در شهر اهواز

*فاطمه زهره وند[۱]، افشین تکدستان[۲]**

۱. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

۲. مرکز تحقیقات فناوری‌های زیست محیطی، دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۶۱۱۳۳۷۳۸۳۱۵ فکس: ۰۶۱۱۳۳۷۳۸۲۸۲ ایمیل: Afshin_ir@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: فلزات سنگین به دلیل خواص سمی و تجمع پذیری از اهمیت زیست محیطی بالایی برخوردار هستند. این تحقیق با هدف اندازه گیری غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس و روی درسبزیجات اراضی کشاورزی شهر اهواز مرکز استان خوزستان در جنوب غربی ایران انجام گرفت.

روش کار: این مطالعه توصیفی بوده و برای این منظور از ریحان، ترب و خرفه ۶ مزرعه در شمال و جنوب شهر اهواز در طی سه فصل بهار، تابستان و پاییز سال ۱۳۹۲ نمونه برداری به عمل آمد. در مجموع در این بررسی تعداد ۶۰ نمونه سبزیجات مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه ها در آزمایشگاه با استفاده از روش هضم اسیدی هضم شدند. سپس غلظت عناصر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی مطابق با روش استاندارد مورد آنالیز قرار گرفتند و برای تجزیه وتحلیل داده ها از نرم افزار SPSS با سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. نتایج با رهنمود های WHO و FAO مقایسه گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد که میانگین غلظت سرب، کادمیوم، مس و روی در سبزیجات مورد مطالعه به ترتیب ۱۰/۲۲±۱۰/۳۹، ۱/۵۸±۲/۵۱، ۶/۰۱±۷/۲۰، ۱۳/۳۴±۳۱/۸۴ میلی گرم بر کیلو گرم بود. مقایسه نتایج بدست آمده با حد مجاز تعیین شده توسط WHO/FAO نشان داد که مقدار سرب و کادمیوم در سبزیجات بالاتر از میزان توصیه شده است. در صورتی که میانگین غلظت مس و روی در سبزیجات کمتر از حد استاندارد WHO/FAO می باشد.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج مطالعه، سبزیجات کشت شده در این منطقه به فلزات سنگین سرب و کادمیوم آلوده می‌باشد، بنابراین با توجه به اثرات تجمعی فلزات سنگین و عوارض سوءِ ناشی از آن بر جوامع انسانی و نیز تهدید امنیت غذایی اقدامات احتیاطی بیشتری به منظور کاهش چنین اثراتی نیاز است.

واژه های کلیدی : فلزات سنگین، سبزیجات، رودخانه کارون، اهواز

دریافت: ۹۴/۸/۱۷ **پذیرش:** ۹۵/۸/۱۱

مقدمه

آلودگی محیط زیست با فلزات سنگین باعث نگرانی‌های عمده بهداشتی در سراسر جهان گردیده است. فلزات سنگین از طریق منابع طبیعی و انسانی وارد آب‌های سطحی، زیرزمینی و خاک می‌گردد (۱). در حال حاضر ورود فلزات به محیط از طریق منابع انسانی به دلیل افزایش شهرنشینی و صنایع بیش از منابع طبیعی است. زباله‌های صنعتی و خانگی، استفاده از کودهای کشاورزی و رسوبات جوی در شهرهای پر جمعیت از منابع اصلی ورود فلزات سنگین به آب‌های سطحی، زیرزمینی و خاک می‌باشد (۲). خاک با جذب فلزات سنگین رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی آلوده، باعث اثرات جانبی بر رشد گیاهان می‌گردد. فلزات سنگین به ذرات آب و خاک متصل و توسط ریشه گیاه جذب شده و در سبزیجات انباشته می‌شوند (۵-۳). جذب فلزات

سنگین توسط گیاهان اغلب از گونه گیاهی، مرحله رشد، نوع خاک، نوع فلز و فاکتورهای محیط زیستی تاثیر می‌پذیرد. غلظت فلزات سنگین در محلول‌های خاک نقش حیاتی در کنترل دسترسی فلزات سنگین برای گیاه ایفا می‌کند. افزایش مقادیر فلزات سنگین در خاک باعث افزایش جذب آن توسط گیاه می‌شود (۸-۶). فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که بر خلاف ترکیبات آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در محیط زیست تجزیه نمی شوند. از نتایج مهم پایداری فلزات سنگین گسترش زیستی زیاد آنها در زنجیره غذایی است، به طوری که در نتیجه این فرایند، مقدار آنها در زنجیره غذایی تا چندین برابر مقدار آنها در آب یا هوا افزایش می‌یابد (۹). یکی از منابع اصلی قرار گرفتن انسان در معرض فلزات، رژیم غذایی روزانه آنها است. سبزیجات بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را به دلیل دارابودن انواع زیادی از پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی تشکیل می‌دهند (۱۰-۱۵). در سال‌های اخیر مصرف سبزیجات به خصوص در میان جوامع شهری به دلیل آگاهی از ارزش غذایی سبزیجات به تدریج در حال افزایش است (۱۶). بنابراین در بسیاری از نقاط جهان سبزیجات به طور عمده قسمت قابل توجهی از سبد روزانه خواربار خانواده را تشکیل می‌دهند (۱۷). مقدار جذب فلزات از طریق دستگاه گوارش به طور گسترده ای می‌تواند متفاوت باشد و بستگی به شکل شیمیایی فلز، سن و وضعیت تغذیه ای فرد دارد. هنگامی که یک فلز جذب بدن می‌گردد در بافت‌ها و اندام‌های مختلف توزیع شده، سپس از طریق کلیه و دستگاه گوارش دفع می‌گردد اما فلزات تمایل دارند در بعضی از نقاط بدن مانند کبد، کلیه و استخوان‌ها برای سال‌های طولانی ذخیره شوند (۱۸). تحقیقات متعددی بر روی آلودگی خاک‌ها و گیاهان به فلزات سنگین بخصوص از طریق آبیاری با پساب‌های شهری و صنعتی در مزارع صورت گرفته است (۱, ٤). از جمله تحقیقات مشابه در این زمینه می‌توان به بررسی میزان فلزات سنگین در سبزیجات شهر سنندج اشاره کرد، نتایج نشان داد که میزان سرب و کروم بالاتر و مقادیر مس و کادمیوم پایین تر از حد مجاز تعیین شده توسط WHO/FAO است (۱۹). در مطالعه ای که بر روی میزان فلزات سنگین سبزیجات پرورشی شهر شاهرود صورت گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که به جز فلزات روی و آرسنیک، میانگین غلظت کروم، کادمیوم و سرب در سه ماه نمونه‌برداری نسبت به استانداردهای WHO/FAO[1] از مقادیر بیشتری برخوردار است (۲۰). در تحقیق دیگری که با عنوان میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کروم، روی و مس) در سبزیجات رشد یافته در نزدیکی محل دفن زباله در تانزانیا انجام گرفت، غلظت کادمیوم، سرب، کروم، مس و روی به ترتیب در محدوده بین ۰/۲۸-۱/۵۰ mg/kg، ۲۰/۶۵mg/kg-۰/٤۹، ۱/۱۵-۲۹/۳۹mg/kg، ۳/۹۶-۲۲/٤۷mg/kg، ۱۸/۶۱-۱۲۲/۸۸mg/kg بود. نتایج نشان داد مقادیر روی، کروم، سرب و کادمیوم بالاتر از حد مجاز رهنمودهای تعیین شده توسط WHO/FAO و اداره استاندارد تانزانیا برای مواد غذایی است (۲۱). همچنین در مطالعه ای بر روی میزان فلزات سنگین خاک و محصولات کشاورزی اطراف محل دفن زباله در نیجریه نتایج بیانگر این بود که به جز مقدار سرب در نمونه‌های خاک، مقادیر تمامی فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در خاک و محصولات کشاورزی پایین تر از توصیه‌های WHO و اتحادیه اروپا (EU) بود (۲۲).

با توجه به اهمیت بهداشتی فلزات سنگین در سبزیجات و نقش آن‌ها در سلامتی انسان پایش مستمر این فلزات ضروری است. به همین دلیل در این مطالعه به تعیین غلظت فلزات سنگین (سرب،

[1] WHO: Word Health Organization / FAO: Food and Agriculture Organization

کادمیوم، مس و روی) در سبزیجات برداشت شده از برخی مزارع آبیاری شده با آب رودخانه کارون در شهر اهواز پرداخته شده است.

روش کار

این پژوهش یک مطالعه توصیفی بود که در سال ۱۳۹۲ بر روی اراضی کشاورزی آبیاری شده با آب‌های سطحی در شهر اهواز به اجرا درآمد. در طول سه فصل بهار، تابستان، پاییز، ۶۰ نمونه (۲۰ نمونه در هر فصل) از سه نوع سبزی شامل ریحان[1]، ترب[2] و خرفه[3] برداشت شد. نمونه‌برداری از سبزیجات در دو منطقه شمال و جنوب اهواز صورت گرفت، در هر منطقه ۳ مزرعه به طور اتفاقی انتخاب گردید. در هر مرتبه نمونه‌برداری از مزارع، از هر نوع سبزی نمونه ای به وزن حدود ۱/۵ کیلوگرم برداشت گردید. سبزیجات نمونه‌برداری شده با آب مقطر شسته شده و سپس نمونه‌ها داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲٤ تا ٤۸ ساعت قرار گرفت. پس از خشک شدن، نمونه‌ها آسیاب گردید. ۲ گرم از پودر هر نمونه سبزی را داخل بوته چینی ریخته روی شعله گاز بطور کامل سوزانده و سپس نمونه‌ها برای مدت ۸ ساعت در داخل کوره الکتریکی مدل GODAZE SAZ در درجه حرارت ٤۵۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد تا خاکستر سفید و بدون کربن حاصل شود. خاکستر را در حداقل مقدار اسید نیتریک رقیق حل کرده سپس محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن ٤۲ صاف شده و وارد بالن ژوژه ای به حجم ۱۰ml گردید و با اسید نیتریک ۶۵ درصد رقیق به حجم رسانده شد (۲۳, ٢٤). برای تعیین میزان فلزات سنگین از دستگاه جذب اتمی مدل AAS5EA شرکت ZEISS ساخت کشور آلمان استفاده گردید.

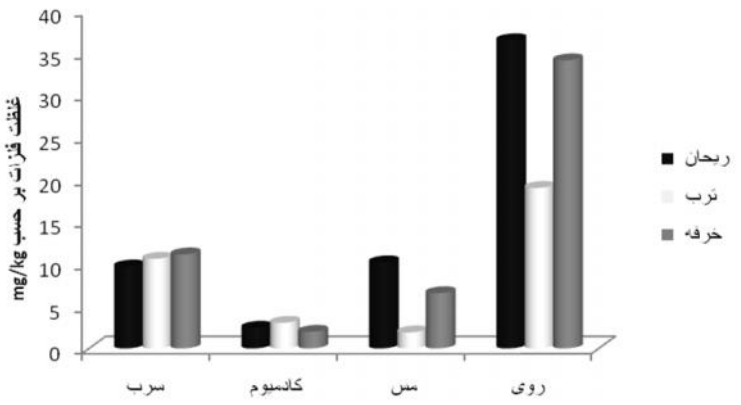
نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS و با آزمون‌های آماری T-test و ANOVA مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها

نتایج حاصل از این مطالعه در نمودار ۱ نشان می‌دهد که بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های مورد بررسی سبزیجات به ترتیب متعلق به روی، سرب، مس و کادمیوم است. بیشترین میزان غلظت سرب در خرفه و کمترین آن در ریحان است. حداکثر غلظت کادمیوم را ترب و کمترین غلظت را خرفه دارا می‌باشد. همچنین بیشترین میزان مس و روی در ریحان و کمترین مقدار این فلزات در ترب وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معناداری بین میانگین غلظت مس در ریحان و ترب وجود دارد ($p<۰/۰۵$) و نیز اختلاف معناداری بین میانگین غلظت روی در ریحان و ترب، ترب و خرفه وجود دارد ($p<۰/۰۵$).

نتایج آماری حاصل از جدول ۱ نشان می‌دهد که اختلاف میانگین سرب و مس موجود در سبزیجات در نمونه‌های مربوط به بهار و تابستان معنادار می‌باشد ($p<۰/۰۵$). آزمون آماری نشان می‌دهد که اختلاف میانگین مقدار کادمیوم در بهار با تابستان و بهار با پاییز معنادار می‌باشد($p<۰/۰۵$). در خصوص فلز سرب و مس همانطوری که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین میانگین مربوط به تابستان و کمترین میزان نیز مربوط به بهار می‌باشد. بیشترین و کمترین میانگین کادمیوم به ترتیب مربوط به بهار و تابستان می‌باشد. اختلاف میانگین روی موجود در سبزیجات نمونه‌های مربوط به فصل‌های بهار و پاییز، تابستان و پاییز معنادار می‌باشد ($p<۰/۰۵$). همچنین بیشترین میانگین روی مربوط به پاییز و کمترین میزان مربوط به بهار می‌باشد.

[1] Ocimumbasilicum
[2] Raphanussativuslongipinatu
[3] Portulacaoleracea



نمودار ۱. میانگین غلظت فلزات سنگین در ریحان، ترب و خرفه مزارع شهر اهواز (mg/kg)

جدول ۱. مقایسه میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، مس و روی) سبزیجات در فصول بهار، تابستان و پاییز سال ۱۳۹۲ (mg/kg)

فصل‌های نمونه‌برداری	میانگین غلظت سرب mg/kg	میانگین غلظت کادمیوم mg/kg	میانگین غلظت مس mg/kg	میانگین غلظت روی mg/kg
بهار	۶/۳۲±(۲/۷۱)	۳/۵۲±(۱/۵۷)	۳/۱۲±(۲/۶۶)	۲۵/۵۸±(۱٤/۰۷)
تابستان	۱٤/۷۶± (۱۳/۳۱)	۲/۰۷±(۱/٤٤)	۱۰/۸۷±(۱/۵۵)	۲۹/۵۸±(۱۵/۳۹)
پاییز	۸/۶۸±(۸/۲۵)	۲/۱۹±(۱/٤۳)	۶/۳۸±(۳/۷۰)	۳۸/٤۹±(۶/۵۹)

بر اساس جدول ۲ میانگین غلظت سرب در ریحان، ترب و خرفه در مزارع شمال و جنوب با هم برابر نبوده و اختلاف معنادار است ($p<۰/۰۵$). بیشترین مقدار آلودگی به فلز سرب مربوط به نمونه‌های خرفه منطقه ویس است (۱٤/۵۸mg/kg) و کمترین مقدار مربوط به نمونه‌های ریحان منطقه کوت عبدلله است (۶/۹۶mg/kg). همانطور که مشاهده می‌شود اختلاف معناداری بین میانگین غلظت کادمیوم در مزارع شمال و جنوب وجود ندارد. اما اختلاف معناداری بین میانگین غلظت کادمیوم در ترب و خرفه وجود دارد ($p<۰/۰۵$). بیشترین مقدار آلودگی به فلز کادمیوم مربوط به نمونه‌های ترب منطقه کوت عبدلله است (۳/۰۵ mg/kg) و کمترین مقدار مربوط به نمونه‌های خرفه منطقه ویس است (۱/۸۹ mg/kg). بر اساس نتایج آزمون آماری اختلاف معناداری بین میانگین غلظت مس در مزارع شمال و جنوب وجود ندارد. اما اختلاف معناداری بین میانگین غلظت مس در ریحان و ترب وجود دارد ($p<۰/۰۵$). بیشترین مقدار مس مربوط به نمونه‌های ریحان منطقه ویس است (۱۳/۶۵ mg/kg) و کمترین مقدار مربوط به نمونه‌های ترب منطقه کوت عبدلله است (۰/۳٤mg/kg). همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اختلاف معناداری بین میانگین غلظت روی در مزارع شمال و جنوب وجود ندارد. اما اختلاف معناداری بین میانگین غلظت روی در ریحان و ترب، ترب و خرفه وجود دارد ($p<۰/۰۵$). بیشترین مقدار روی مربوط به نمونه‌های ریحان (۳۸/۷٤ mg/kg) و کمترین مقدار مربوط به نمونه‌های ترب منطقه کوت عبدلله است (mg/kg ۱۲/۷۲).

نتایج آزمون آماری حاصل از جدول ۳ نشان می‌دهد که میانگین غلظت عناصر سرب و کادمیوم در سیزیجات مورد مطالعه بالاتر از سطوح استاندارد WHO/FAO است، در حالی که میانگین غلظت مس و روی در سبزیجات کمتر از حد استاندارد WHO/FAO می‌باشد.

جدول ۲. مقایسه میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، مس و روی) سبزیجات در منطقه ویس و کوت عبدالله شهر اهواز (mg/kg)

محل	نمونه	میانگین غلظت سرب	میانگین غلظت کادمیوم	میانگین غلظت مس	میانگین غلظت روی
محدوده مزارع شمال اهواز (ویس)	ریحان	۱۲/۰۸±(۸/۲۲)	۲/۶۱ ±(۱/۷۱)	۱۳/۶۵±(۱۲/۸۲)	۳٤/۳۹±(۹/۱۹)
	ترب	۱۳/۱۸±(۱۲/۸۵)	۲/۹۸±(۱/۷۳)	۲/۶۸±(۲/۶۰)	۲۲/۱٤±(۱۵/۲۱)
	خرفه	۱٤/۵۸±(۱۲/۳۸)	۱/۸۹±(۰/۷۵)	۵/۳۹±(۳/۵۲)	۳۲/۶۸±(۷/۱۲)
	میانگین	۱۳/۱۱±(۱۲/۲۰)	۲/۵۳±(۱/۵٤)	۸/۳۵±(۶/۰۰)	۳۰/۵٤±(۱۱/۶۲)
محدوده مزارع جنوب اهواز (کوت عبدالله)	ریحان	۶/۹۶±(۳/۲۱)	۲/۲۷±(۱/۲۶)	۶/٤٤±(۳/۰۹)	۳۸/۷٤±(۱۰/۱۱)
	ترب	۷/۸۰±(٤/۲۲)	۳/۰۵±(۲/۳۶)	۰/۳٤±(۰/۲۹)	۱۲/۷۲±(۱۲/۰۶)
	خرفه	۷/۲۹±(۲/۳۹)	۲/۰۶±(۰/۸۶)	۷/۵۶±(۵/۷۵)	۳۵/۳۵±(۱۵/٤۰)
	میانگین	۷/۳۳±(۳/۳۲)	۲/٤۸±(۱/۶٤)	۵/۸۷±(٤/۶۶)	۳۳/۳۶±(۱۵/۲۰)

جدول ۳. مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در سبزیجات مورد مطالعه با حدود استاندارد WHO/FAO (۲۵)

فلز	میانگین غلظت در سبزیجات mg/kg	حدود استاندارد در گیاه mg/kg
سرب	۱۰/۳۹	۵
کادمیوم	۲/۵۱	۰/۲
مس	۷/۲۰	٤۰
روی	۳۱/۳٤	۶۰

بحث

نتایج آزمون آماری نشان می‌دهد که تفاوت معناداری ($p<۰/۰۵$) بین میانگین فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس و روی با حدود مجاز WHO/FAO وجود دارد. مقایسه میزان غلظت سرب در محصولات مطالعه حاضر با مقدار مجاز توصیه شده توسط WHO/FAO نشان می‌دهد که ریحان، ترب و خرفه دو برابر بیشتر از حد مجاز سرب در خود ذخیره کرده اند. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که مقدار سرب در نمونه‌های سبزیجات مزارع شمال (ویس) تقریباً دو برابر مزارع جنوب (کوت عبدالله) می‌باشد. از دلایل بالابودن میزان سرب سبزیجات در منطقه ویس، نزدیکی این اراضی کشاورزی به صنایعی همچون نیروگاه، مزارع پرورش ماهی و همچنین وجود سرب زیاد در هوای این منطقه به دلیل وجود صنایع و تردد وسایل نقلیه می‌باشد. استفاده از کودهای شیمیایی نیز از آنجایی که در هر کیلو گرم کود شیمیایی به طور متوسط به صورت ناخالصی ۰/۰۰۰۸ تا ۰/۹۳ میلی گرم سرب به خاک اضافه می‌گردد، خود می‌تواند یکی دیگر از دلایل وجود سرب در محصولات منطقه باشد(۲۶). در مطالعه ناظمی و همکارانش که در اراضی سبزیکاری منطقه شهنما شاهرود انجام گرفت بیشترین مقدار سرب در نمونه شاهی ۵۹/۳ mg/kg و کمترین آن در نمونه برگ تربچه ٤/۷۲ mg/kg بدست آمد که این مقادیر بالاتر از میزان سرب در نمونه‌های تحقیق حاضر بود (۲۰). مقایسه میزان غلظت کادمیوم در سبزیجات با مقدار مجاز WHO/FAO نشان می‌دهد که کادمیوم در ریحان، ترب و خرفه به ترتیب ۱۲، ۱۵ و ۱۰ مرتبه بیشتر از حدمجاز می‌باشد، لذا در هر سه محصول مقدار کادمیوم بیشتر از استاندارد ذکر شده است. به نظر می‌رسد یکی از دلایل اصلی آلودگی این محصولات به خاطر استفاده بیش از اندازه کودهای شیمیایی به خصوص کودهای فسفاته باشد، چرا که این نوع کودها گاهی ۰/۰۰۰۵ تا ۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم در خود کادمیوم به صورت ناخالصی دارند که این مقدار وارد خاک شده و می‌تواند به مرور زمان جذب گیاهان گردد(۲۶). در بین عناصر موجود در کودهای شیمیایی کادمیوم مهمترین آنها محسوب

می‌شود، براساس مطالعات انجام گرفته در انگلستان در مناطق غیرصنعتی و غیرآلوده، بیش از ۵۰ درصد کادمیوم ورودی به زمین‌های کشاورزی ناشی از کاربرد کودهای فسفاته است (۲۷). نتایج شارما[1] و همکاران نشان داد که غلظت کادمیوم در اغلب سبزیجات مورد آزمایش آنها بیشتر از حد استاندارد هند (۱/۵ mg/kg) بود. میانگین غلظت کادمیوم در محصول کلم در مطالعه آنها ۲/۰۸ mg/kg بدست آمد. آنها اعلام کردند که یکی از دلایل وجود کادمیوم زیاد در محصولات آنها، وجود کادمیوم در اتمسفر آن منطقه و جذب از طریق فرونشست جوی است (۲۸). مقایسه نتایج مطالعه حاضر با نتایج شارما و همکاران نشان می‌دهد که غلظت کادمیوم در همه محصولات این مطالعه تقریبا برابر غلظت کادمیوم در محصولاتی بوده است که توسط شارما و همکاران مورد آزمایش قرار گرفته است. مقدار کادمیوم جذب شده توسط گیاهان بستگی به مقدار کل کادمیوم موجود در خاک و قابلیت جذب این عنصر در خاک دارد. نوع گیاه نیز در میزان جذب تاثیر قابل توجهی دارد. دیویس[2] و همکاران نشان دادند که کاهو، اسفناج، کرفس و کلم تمایل به تجمع مقادیر زیادی کادمیوم در خود دارند. در حالی که سیب‌زمینی، ذرت، لوبیا و نخود فقط مقدار کمی کادمیوم در خود جمع می‌کنند (۲۹). فلزاتی مانند مس و روی فلزاتی ضروری برای انسان هستند، زیرا آنها نقش مهمی را در سیستم‌های بیولوژیکی دارند، با این حال فلزات سنگین ضروری هم می‌توانند زمانی که بیش از حد مصرف شوند، اثرات سمی داشته باشند (۳۰). مطالعه حاضر نشان می‌دهد که میانگین غلظت مس و روی نمونه‌های سبزیجات مناطق تحت مطالعه به ترتیب ۷/۲۰mg/kg و ۳۱/۸٤ mg/kg بوده که پایین تر از رهنمود توصیه شده توسط WHO/FAOمی باشد. وجود مقادیر پایین مس و روی در سبزیجات ممکن است به دلیل کم بودن مقدار آنها در خاک و آب آبیاری باشد. در تحقیقی ملکی و همکاران میزان فلزات سنگین از جمله مس را در سبزیجات (گشنیز، شوید، تربچه) تعیین کردند. نتایج نشان داد که میزان مس در سبزیجات پایین تر از حد مجاز تعیین شده توسط WHO/FAO می‌باشد که مطابق با مطالعه حاضر است (۱۹). آرورا[3] و همکاران در تحقیقی مقادیر مس و روی سبزیجات را اندازه‌گیری کردند، آنها گزارش دادند که مس و روی در سبزیجات آبیاری شده با فاضلاب به ترتیب در محدوده ۵/۲-۱۶/۸ mg/kg و ۲۲-٤٦mg/kg بوده که پایین‌تر از رهنمود توصیه شده توسط WHO/FAO می‌باشد (٤). در ارتباط با مقدار مس و روی در نمونه‌های سبزیجات مطالعه حاضر، اگرچه کمتر از استاندارد بوده و اختلاف معنادار می‌باشد، اما با توجه به اثر تجمعی این عناصر در طبیعت و سیستم‌های بیولوژیکی، ضرورت توجه و برنامه ریزی در این مورد را می‌طلبد.

نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهد که سبزیجات کشت شده به فلزات سنگین سرب و کادمیوم آلوده می‌باشد، در صورتی‌که میانگین غلظت مس و روی در سبزیجات کمتر از حد استاندارد WHO/FAO می‌باشد. بنابراین با توجه به اثرات تجمعی فلزات سنگین و عوارض سوءِ ناشی از آن بر جوامع انسانی و نیز تهدید امنیت غذایی قابل توجه خاص می‌باشد.

به نظر می‌رسد نزدیکی اراضی کشاورزی مناطق مورد مطالعه به صنایع و همچنین فرونشست فلزات سنگین از هوا بر روی گیاهان و استفاده از کودهای شیمیایی از دلایل اصلی تجمع فلزات در محصولات تحقیق حاضر باشد. همچنین با توجه به خشکسالی‌های چند سال اخیر و با توجه به اینکه میزان بارش در فصول بهار و تابستان طبق گزارش سازمان

[1] Sharma
[2] Davis
[3] Arora

هواشناسی استان خوزستان بسیار پایین گزارش شده است، بنابراین بیشترین میزان آلودگی آب نیز مربوط به همین دو فصل می‌باشد که دلیل آن پایین‌آمدن دبی رودخانه و افزایش و تجمع پساب‌های شهری و صنعتی در رودخانه کارون می‌باشد (۳۱). براساس نتایج بدست آمده بایستی توجه داشت از آنجایی که این فلزات از طریق سایر محصولات هم به نحوی وارد بدن می‌شوند، بنابراین لازم است تا پایش مستمر فلزات سنگین در مواد مصرفی انسان مانند آب، سبزیجات و آبزیان بر اساس فواصل زمانی استاندارد انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی به شماره ETRC-۹۳۲۱ مصوب مرکز تحقیقات فناوری‌های زیست محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مرکزتحقیقات فناوزی‌های زیست محیطی و معاونت توسعه پژوهش و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز که زمینه لازم را برای این تحقیق فراهم آوردند، اعلام می‌نمایند.

References

1- Aweng E, Karimah M, Suhaimi O. Heavy metals concentration of irrigation water, soils and fruit vegetables in Kota Bharu Area, Kelantan, Malaysia. Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation. 2011;6(4):463-70.
2- VaralakshmiA L, GaneshamurthyB A, editors. Heavy metal contamination of water bodies, soils and vegetables in peri urban areas of Bangalore city of India. Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science.2010.
3- Alirzayeva E, Shirvani T, Yazici M, Alverdiyeva S, Shukurov E, Ozturk L, et al. Heavy metal accumulation in Artemisia and foliaceous lichen species from the Azerbaijan flora. Forest Snow and Landscape Research. 2006; 80(3): 339-348.
4- Arora M, Kiran B, Rani S, Rani A, Kaur B, Mittal N. Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. Food Chemistry. 2008;111(4):811-5.
5- Kachenko A, Singh B. Heavy metals contamination of homegrown vegetables near smelters in NSW. SuperSoil: 3rd Australian New Zealand Soils Conference, 5-9 December 2004. University of Sydney, Australia.
6- Lake D, Kirk P, Lester J. Fractionation, characterization, and speciation of heavy metals in sewage sludge and sludge-amended soils: a review. Journal of Environmental Quality. 1984;13(2):175-83.
7- Voutsa D, Grimanis A, Samara C. Trace elements in vegetables grown in an industrial area in relation to soil and air particulate matter. Environmental Pollution. 1996;94(3):325-35.
8- Muchuweti M, Birkett J, Chinyanga E, Zvauya R, Scrimshaw MD, Lester J. Heavy metal content of vegetables irrigated with mixtures of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe: implications for human health. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2006;112(1):41-8.
9- Asgari G. Study of heavy metals cadmium, lead, chromium and nickel in farmed fish Khorramabad. yafteh. 2006;11(1):73-80[Full text in persian].
10- Hussain A, Alamzeb S, Begum S. Accumulation of heavy metals in edible parts of vegetablesirrigated with waste water and their daily intake to adults and children, District Mardan, Pakistan. Food chemistry. 2013;136(3):1515-23.
11- Huang Z, Pan X-D, Wu P-G, Han J-L, Chen Q. Heavy metals in vegetables and the health risk to population in Zhejiang, China. Food Control. 2014;36(1):248-52.
12- Basha AM, Yasovardhan N, Satyanarayana SV, Reddy GVS, Kumar AV. Trace metals in vegetables and fruits cultivated around the surroundings of Tummalapalle uranium mining site, Andhra Pradesh, India. ToxicologyReports. 2014;1:505-12.

13- Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM. Heavy metals in vegetables collected from production and market sites of a tropical urban area of India. Food and chemical toxicology. 2009;47(3):583-91.
14- Chen Y, Hu W, Huang B, Weindorf DC, Rajan N, Liu X, et al. Accumulation and health risk of heavy metals in vegetables from harmless and organic vegetable production systems of China. Ecotoxicology and environmental safety. 2013;98:324-30.
15- Hu W, Huang B, Shi X, Chen W, Zhao Y, Jiao W .Accumulation and health risk of heavy metals in a plot-scale vegetable production system in a peri-urban vegetable farm near Nanjing, China. Ecotoxicology and environmental safety. 2013;98:303-9.
16- Marbaniang D, Baruah P, Decruse R, Dkhar E, Diengdoh D, Nongpiur C. Study of the Trace Metal Concentration in Some Local Vegetables Available in Shillong City, Meghlaya, India. International Journal of Environmental Protection. 2012.
17- Ramezani Z, Aghel N, Shiralipour R, Zadeh Dabbagh R. Determination of Lead and Cadmium Content of Dill (Anethum graveolens) and Onion (Allium Cepa L.) Cultivated in Khozestan/Iran. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2011;7(3):197-203.
18- McCally M. Life support: the environment and human health: MIT Press; 2002.
19- Maleki A, Gharibi F, Alimohammadi M, Daraei H, Zandsalimi Y. Concentration levels of heavy metals in irrigation water and vegetables grown in peri-urban areas of Sanandaj, Iran. Journal of Advances in Environmental Health Research. 2014;1(2):81-8.
20- Nazemi S, Asgari A, Raei M. Survey the amount of heavy metals in cultural vegetables in suburbs of Shahroud. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(2):195-202[Full text in persian].
21- Kihampa C, Mwegoha WJ, Shemdoe RS. Heavy metals concentrations in vegetables grown in the vicinity of the closed dumpsite. 2010;2(2): 889-895.
22- Opaluwa OD, Aremu MO, Ogbo LO, Abiola KA, Odiba IE, Abubakar M, et al. Heavy metal concentrations in soils, plant leaves and crops grown around dump sites in Lafia Metropolis, Nasarawa State, Nigeria. Adv Appl Sci Res. 2012;3(2):780-4.
23- Ramezani Z, Aghel N, Amirabedin N. Determination of Pb and Cd in garlic herb (Allium sativum) planted in Gilan and Khuzestan provinces using graphite furnace atomic absorption spectrometry. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. 2012;7(2):41-4.
24- Horwitz W. Official methods of analysis Association Official Analytical Chemists. WashingtonDC: AoAc Intl; 2000.
25- Codex alimentarius Commission. Joint FAO/WHO food standards programme: Geneva, WHO; 2007.
26- Wang Q, Ma Zw. Heavy metals in chemical fertilizer and environmental risks. Rural Eco-Environment. 2004; 20(2):62-4.
27- Cheraghi M, Sohrabi M, Shayesteh K. Determination of copper and cadmium concentration in greenhouse tomatoes produced in Hamadan province during 2012. Journal of Food Hygiene. 2014;3(4):31-41.
28- Kumar Sharma R, Agrawal M, Marshall F. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. Ecotoxicology and environmental safety. 2007;66(2):258-66.
29- Davis RD, Smith C. crops as hndicators of the significance of contamination of soil by heavy metals. UK: Water Research Center Stevenag; 1980.
30- Narin I, Tuzen M, Sari H, Soylak M. Heavy metal content of potato and corn chips from Turkey. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2005;74 (6):1072–77
31- Babapour Mofrad A, Rostami S, Alanezhad M, Frozanfar M, Khaksar E, Ramezani Z. Determination of some heavy metals in Karoon and Dez rivers. Jentashapir Sci Med J. 2013:87-100. [Full text in persian].