



ارزیابی ریسک غذایی فلزات سنگین کادمیوم، سرب و مس ناشی از مصرف محصولات زراعی توزیع شده در شهر رامهرمز

زهرا ترک زاده، سیما سبزیعلیپور*

گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

چکیده

مقاله پژوهشی اصیل

مقدمه

آلودگی محصولات کشاورزی به فلزات سنگین خطری جدی برای کیفیت و امنیت این محصولات محسوب می شود. این پژوهش به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و مس در محصولات خیار، گوجه فرنگی، تره و جعفری در میدان میوه و تره بار شهر رامهرمز در بهار ۱۳۹۸ صورت گرفت.

مواد و روش ها

نمونه برداری از ۳ ایستگاه با ۳ تکرار به صورت تصادفی انجام شد. نمونه ها پس از آماده سازی و هضم اسیدی با استفاده از دستگاه جذب اتمی سنجش شدند. سپس جذب روزانه فلزات سنگین (IDM) و شاخص خطر سلامتی (HRI) مصرف محصولات محاسبه شدند.

یافته ها

نتایج نشان داد که غلظت کادمیوم و سرب در خیار و گوجه فرنگی اختلاف معنی داری نداشت ($P>0.05$)، اما غلظت آن ها در جعفری به طور معنی داری بیشتر از تره بود ($P<0.05$). مقادیر مس در خیار، گوجه فرنگی، تره و جعفری اختلاف معنی داری نداشت ($P>0.05$). خیار دارای بیشترین میانگین غلظت کادمیوم، سرب و مس (به ترتیب 3.1 ± 42.22 ، 6.2 ± 79.47 و 4.39 ± 11.57 میلی گرم بر کیلوگرم) بود. تره پایین ترین غلظت کادمیوم (1.72 ± 0.56 میلی گرم بر کیلوگرم) و سرب (2.72 ± 0.64 میلی گرم بر کیلوگرم) را داشت و جعفری دارای کمترین مقادیر مس (1.52 ± 0.34 میلی گرم بر کیلوگرم) در بین محصولات بود. غلظت سرب و کادمیوم در تمامی نمونه ها به طور قابل توجهی بیش از استاندارد WHO و FAO بود.

نتیجه گیری

شاخص خطر سلامت مس در همه محصولات کمتر از ۱ بود و مصرف این محصولات تهدیدی از نظر سلامتی برای افراد نخواهد داشت. شاخص خطر سلامتی سرب در کودکان در خیار و گوجه فرنگی بیشتر از ۱ و در جعفری و تره کمتر از ۱ بود.

کلیدواژه ها

فلزات سنگین، محصولات کشاورزی، ارزیابی خطر، شاخص خطر سلامتی، رامهرمز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۶

*نویسنده مسئول: سیما سبزیعلیپور،

گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه

آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تلفن: ۰۹۱۶۳۱۲۱۸۲۱

پست الکترونیک:

Shadi582@yahoo.com



مقدمه

در دهه گذشته ورود آلاینده‌ها با منشا انسانی مانند فلزات سنگین درون اکوسیستم، به مقدار زیادی افزایش یافته است. فلزات سنگین معمولاً از منابع طبیعی و انسانی سرچشمه می‌گیرند (۱). همچنین از طریق پسماندها و پساب‌های حاوی آن‌ها در صنایع، مراکز خدماتی، بهداشتی و درمانی، شرکت‌های نساجی، کارخانه‌های رنگ‌سازی، صنایع فلزی آهن و فولاد و صنایع فلزی غیرآهنی، زباله‌ها و ضایعات لامپ‌های سوخته و باتری‌های مستعمل، کودهای کشاورزی به محیط‌زیست راه پیدا می‌کنند (۲). فلزات سنگین را می‌توان با غلظت‌های متفاوت در سنگ‌ها، سنگ معادن و همچنین در موجودات زنده، آب، رسوبات و خاک مشاهده کرد (۳). مهمترین آلاینده‌های آب و خاک شامل فلزات سنگین، بارش باران‌های اسیدی و مواد آلی هستند که از میان آن‌ها، فلزات سنگین در سال‌های اخیر به دلیل خصوصیات آلاینده‌گی‌شان در خاک شدیداً مورد توجه قرار گرفته‌اند (۴، ۵). منابع ورود فلزات سنگین در محیط‌زیست به طور عمده حاصل فعالیت‌های انسان‌زاد و وقایع طبیعی می‌باشند (۶). فلزات سنگین سرب، کادمیوم، آرسنیک و جیوه حتی در مقادیر ناچیز نیز برای انسان سمی و خطرناک هستند (۷). این عناصر پس از ورود به بدن موجودات زنده در بدن آن‌ها انباشته می‌شوند و یا به سطوح تغذیه‌ای بالاتر منتقل و سپس در اثر فعل و انفعالات شیمیایی به مواد سمی و خطرناک تبدیل می‌گردند (۸، ۹). بدین ترتیب این مواد سبب بروز اختلالاتی در عملکرد طبیعی موجودات زنده می‌شوند و حتی می‌توانند موجب مرگ گردند. فلزات سنگین معمولاً در بدن متابولیز نمی‌شوند. در واقع فلزات سنگین پس از ورود به بدن دیگر از بدن دفع نشده بلکه در بافت‌های کبد، کلیه، چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب می‌کنند که این به نوبه خود منجر به بیماری‌های متعدد می‌شود (۱۰، ۱۱).

تجمع بیش از حد فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی نه تنها باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شود، بلکه منجر به افزایش جذب فلزات سنگین توسط گیاهان شده که در نتیجه آن کیفیت و امنیت غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۲). گیاهان مهمترین مسیر انتقال فلزات سنگین به زنجیره غذایی محسوب می‌شوند. سبزیجات یکی از غذاهای اصلی برای اغلب افراد هستند و نقش مهمی را در رژیم غذایی بازی می‌کنند (۱۳، ۱۴). سبزیجات علاوه بر دارا بودن عناصر مغذی مانند آهن و کلسیم، فلزات سنگین نیز می‌توانند در آن‌ها انباشته شوند (۱۵). جذب و انباشت فلزات سنگین در سبزیجات تحت تأثیر تعدادی از عوامل از جمله غلظت فلزات سنگین در خاک، ترکیب و شدت رسوبات جوی شامل نزولات و دوره رشد گیاه است (۱۶). آلودگی سبزی‌ها به فلزات سنگین می‌تواند به علت آبیاری با پساب‌ها، استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها باشد (۱۷). با توجه به اهمیت موضوع آلودگی خاک به عناصر سنگین و خطرات آن‌ها در محیط‌زیست مطالعات بسیار زیادی در زمینه‌های مختلف مانند شناسایی زمین‌های آلوده، بررسی رفتار عناصر در خاک و نحوه جذب آن‌ها توسط گیاه، تأثیر آن‌ها بر سلامت انسان و سایر موجودات، نحوه اصلاح زمین‌های آلوده و جنبه‌های دیگر صورت گرفته است (۱، ۵، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۱۹). ارفعی‌نیا و همکاران بررسی غلظت و ارزیابی خطر (Risk Assessment) فلزات سنگین ناشی از مصرف محصولات کشاورزی در مزارع مختلف شهرستان دیر، بوشهر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که میزان خطر برای سلامتی مصرف‌کنندگان در محصولات مزارعی با آب آلوده به پساب شهری و صنعتی بالاتر از مقداری بود که با آب زیرزمینی آبیاری می‌شدند (۱۹). در مطالعه دیگری Rehman و همکاران انتقال فلزات سنگین مس، روی، کروم، نیکل و منگنز از خاک به سبزیجات و خطرات مرتبط با سلامت انسان در سایت‌های منتخب در پاکستان را مورد بررسی قرار دادند. از نظر مصرف محصولات غذایی، هیچ



شهرستان بندر ماهشهر محدود است (شکل ۱). دشت رامهرمز در جنوب غربی ایران در ۹۰ کیلومتری شرق شهرستان اهواز بین عرض‌های جغرافیایی ۳۱ درجه و ۶ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۹ درجه و ۹ دقیقه و ۴۹ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی واقع شده است. میانگین دمای سالیانه ۳۰ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی ۳۰۰ میلی‌متر در سال و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۹ متر می‌باشد.

نمونه‌برداری در فصل بهار از سبزی‌ها و محصولات زراعی شامل خیار، گوجه‌فرنگی، جعفری و تره عرضه شده در میدان میوه و تره‌بار شهر رامهرمز به طور تصادفی انجام شد. برای جمع‌آوری نمونه‌ها ۳ بار و هر بار از ۳ ایستگاه در میدان میوه و تره‌بار رامهرمز نمونه‌ها تهیه شدند. سپس حدود ۱ کیلوگرم از هر یک به عنوان نمونه جدا گردید تا وضعیت میوه و تره‌بار شهر رامهرمز بررسی شود. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه با آب مقطر شسته و گل و لای و دیگر ذرات از گیاه جدا شدند. سپس نمونه‌ها درون آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. پس از آن نمونه‌های خشک شده با هاون چینی ساییده و از الک ۶۳ میکرون عبور داده شدند. هضم نمونه‌های گیاه با استفاده از روش جکسون ۱۹۸۰ انجام گردید. در این روش برای هضم نمونه‌های گیاه ۰/۵ گرم از نمونه پودر شده گیاه به ارلن ۱۰۰ میلی‌لیتر منتقل گردید و سپس ۱۰ میلی‌لیتر تیزاب سلطانی به هر کدام از نمونه‌ها اضافه نموده و با گذاشتن شیشه ساعت بر روی ارلن‌ها به مدت ۲۴ ساعت زیر هود قرار گرفتند. سپس ارلن‌ها را بر روی هیتز با دمای ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و عمل حرارت دادن به آرامی آغاز گردید تا بخار خرمایی رنگی از تمامی نمونه‌ها متصاعد شد. پس از آن مقدار ۳ میلی‌لیتر تیزاب سلطانی به هر یک از ارلن‌ها افزوده و عمل حرارت دادن شدیدتر شد تا اکسیداسیون مواد گیاهی به اتمام رسید. این عمل تا زمانی ادامه داشت که

خطر سلامتی قابل توجهی برای مصرف‌کنندگان محلی پیش‌بینی نشد (۱). انباشت عناصر سنگین در خاک به-خصوص در زمین‌های کشاورزی باعث جذب مقادیر زیاد آن‌ها توسط گیاهان شده و لذا بیشتر از حد طبیعی وارد زنجیره غذایی انسان‌ها و حیوانات می‌شوند (۲۰). تجمع فلزات سنگین جذب شده در اندام گیاه در غلظت‌هایی بیش از حد استاندارد، ضمن فراهم آوردن موجبات کاهش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی، آلوده شدن زنجیره غذایی و به خطر افتادن سلامت جوامع انسانی را به همراه دارد (۲۱).

ارزیابی ریسک فلزات سنگین موجود در مواد غذایی فرآیندی است که طی آن، احتمال و بزرگی خسارت، هدررفت یا آسیب ناشی از یک خطر و تهدید بالقوه سلامتی تخمین زده می‌شود. مدیریت ریسک فرآیندی است که در آن نتایج ارزیابی خطر از جنبه‌های مختلف سلامت و بهداشت مورد توجه قرار می‌گیرد. هدف کلی ارزیابی خطر، توجه به وضعیت آلودگی خاک، هوا، آب یا رسوبات، بررسی همه راه‌های ممکن برای قرار گرفتن موجودات مورد بررسی در معرض آلودگی، تخمین مقداری از آلاینده که وارد بدن موجودات زنده مورد بررسی می‌شود و تعیین آثار منفی بالقوه این مقدار آلاینده بر آن موجودات می‌باشد (۷، ۸).

استان خوزستان یکی از قطب‌های اصلی کشاورزی ایران بوده و شهر رامهرمز یکی از بزرگترین تولیدکنندگان سبزی و صیفی‌جات منطقه می‌باشد. با توجه به اهمیت مصرف سبزیجات، هدف از این مطالعه تعیین غلظت فلزات کادمیوم، سرب و مس در سبزیجات خیار، گوجه‌فرنگی، جعفری و تره توزیع شده در میدان میوه و تره بار شهر رامهرمز و ارزیابی ریسک آن‌ها در سال ۱۳۹۸ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

شهرستان رامهرمز با ۳۲۵۷ کیلومتر مربع مساحت در غرب استان خوزستان واقع شده، که از شمال به شهرستان‌های ایذه، مسجد سلیمان و شوشتر، از غرب به استان کهگیلویه و بویراحمد، از شرق به شهرستان اهواز و از جنوب به



ریخته و با اسید نیتریک ۱ درصد به حجم ۵۰ میلی‌لیتری رسانده شد و سپس فلزات سنگین کادمیوم، سرب و مس به وسیله دستگاه جذب اتمی (شرکت سازنده Perkin Elmer) قرائت شدند (۱۸).

حجم نمونه به ۲ الی ۳ میلی‌لیتر کاهش یافت و نمونه کاملاً بی‌رنگ شدند. پس از بی‌رنگ شدن کامل نمونه و کاهش حجم آن و بعد از خنک شدن ظرف، مقداری آب مقطر به آن افزوده گردید و نمونه‌های محلول با عبور از کاغذ صافی شماره ۴۵ فیلتر شده و درون بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان خوزستان و شهر رامهرمز

برای افراد بالغ ۵۹/۹ و برای کودکان ۳۲/۷ کیلوگرم در نظر گرفته شده است (۲۳). شاخص خطر سلامت (HRI) از طریق مصرف سبزیجات آلوده برای هر فلز، از محاسبه جذب روزانه هر فلز (DIM) بر دوز مرجع (Reference Oral Dose) طبق معادله ۲ محاسبه شد (۲۲):

$$HRI = \frac{DIM}{RfD} \quad (\text{معادله ۲})$$

در صورتی که $HRI < 1$ باشد، به این معنی است که افراد از نظر خطر سلامتی ایمن خواهند بود. دوز مرجع (RfD) سبزیجات برای فلز کادمیوم، سرب و مس به ترتیب ۰/۰۰۱، ۰/۰۳۵ و ۰/۰۴۲ (میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز) می‌باشد

ارزیابی جذب روزانه فلزات سنگین در ارتباط با مصرف محصولات غذایی آلوده شده توسط انسان به کمک معادله ۱ محاسبه شد (۲۲):

$$DIM = \frac{C_V \times C_F \times DFI}{BAW} \quad (\text{معادله ۱})$$

در این رابطه C_V ، C_F و C_{FI} به ترتیب نشان دهنده غلظت فلزات سنگین در سبزی (میلی‌گرم بر کیلوگرم بر اساس وزن خشک)، عامل تبدیل وزن سبزیجات تازه به خشک ۰/۰۸۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، جذب روزانه گیاهان برای افراد بالغ ۰/۳۴۵ و برای کودکان ۰/۲۳۲ کیلوگرم به ازای هر فرد تعیین شده است. BAW متوسط وزن یک شخص می‌باشد که



(۲۲). در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و تحلیل آماری از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ و آزمون t استفاده شد و معنی‌داری داده‌ها در سطح کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. همچنین برای رسم جداول و نمودارها از نرم افزار اکسل ۲۰۰۷ استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ اطلاعات مربوط به مقادیر فلزات سنگین بر میلی گرم در کیلوگرم در خیار، گوجه فرنگی، تره و جعفری ارائه گردیده است. نتایج نشان داد که غلظت کادمیوم و

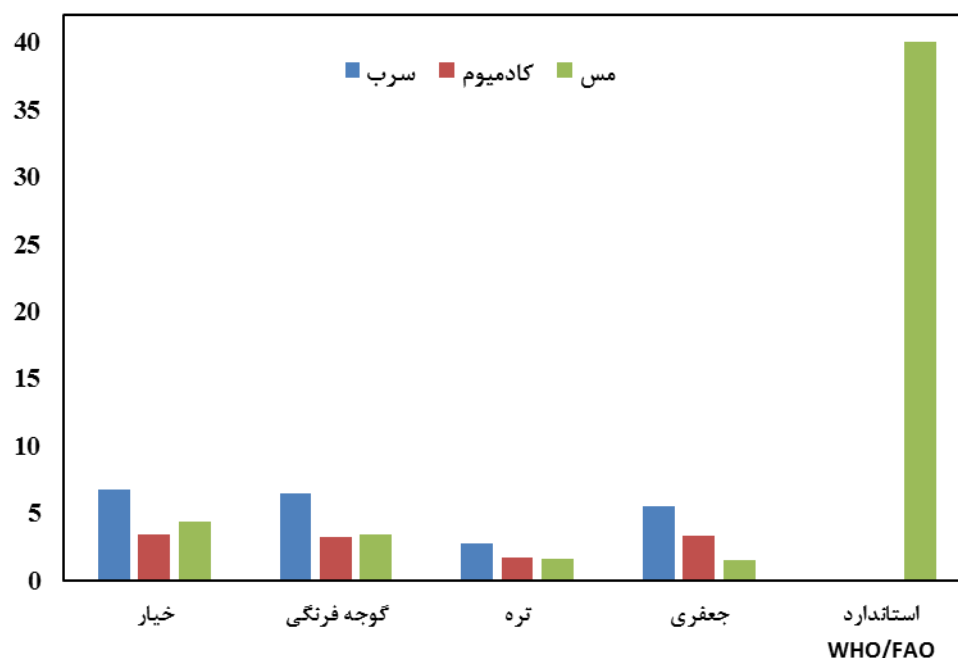
سرب در خیار و گوجه‌فرنگی اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>0.05$)، اما غلظت کادمیوم و سرب در جعفری به طور معنی‌داری بیشتر از تره بود ($P<0.05$). مقادیر مس در خیار، گوجه‌فرنگی، تره و جعفری اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>0.05$). خیار دارای بیشترین میانگین غلظت کادمیوم، سرب و مس در بین محصولات مورد مطالعه است. تره پایین‌ترین غلظت کادمیوم و سرب را داشت و سبزی جعفری دارای کمترین مقادیر مس در بین محصولات مورد مطالعه بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر فلزات سنگین (میلی گرم در کیلوگرم) در خیار، گوجه فرنگی، تره و جعفری عرضه شده در میدان تره و بار شهر رامهرمز (۱۳۹۸)

فلزات سنگین	نوع محصول	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	P-Value
کادمیوم	خیار	۱/۴۱	۴/۸۷	۳/۴۲	۱/۲۲	-۰/۲۶	۰/۶۶۸
	گوجه‌فرنگی	۱/۸۹	۴/۲	۳/۲۱	۰/۷۹	-۰/۳۱	
	تره	۱/۱۲	۲/۷۶	۱/۷۲	۰/۵۶	-۰/۸۷	
	جعفری	۲/۵۶	۴/۶۶	۳/۳۶	۰/۷۹	-۰/۵۹	۰
سرب	خیار	۳/۲۳	۱۰/۵۱	۶/۷۹	۲/۴۷	-۰/۹۳	۰/۷۰۷
	گوجه‌فرنگی	۴/۸۷	۷/۷۵	۶/۴۵	۰/۹۲	-۰/۳۹	
	تره	۱/۷۷	۳/۶۶	۲/۷۲	۰/۶۴	-۰/۱۷	
	جعفری	۳/۹۶	۶/۴۴	۵/۴۹	۰/۸۷	-۰/۶۹	۰
مس	خیار	۱/۵۴	۶/۳۴	۴/۳۹	۱/۵۷	-۰/۵۱	۰/۲۰۹
	گوجه‌فرنگی	۱/۱۲	۵/۸۴	۳/۴۳	۱/۵۱	-۰/۳۷	
	تره	۰/۹۵	۲/۲۶	۱/۵۷	۰/۴۲	-۰/۱۴	
	جعفری	۰/۸۹	۲/۱۲	۱/۵۲	۰/۳۴	-۰/۱	۰/۷۸۷

میانگین غلظت فلزات سرب، کادمیوم و مس در محصولات زراعی منطقه مورد مطالعه با مقادیر استاندارد سازمان جهانی بهداشت و سازمان خوار و بار جهانی مقایسه شده است (شکل ۲). غلظت سرب و کادمیوم در همه نمونه‌ها به

طور قابل توجهی بیشتر از حد آستانه استاندارد سازمان بهداشت جهانی به دست آمد، در حالی که غلظت فلز مس در چهار محصول خیار، گوجه‌فرنگی، تره و جعفری به طور چشمگیری کمتر از حد استاندارد WHO/FAO بود.



شکل ۲- نمودار مقایسه میزان فلزات سنگین (میلی گرم در کیلوگرم) در خیار، گوجه فرنگی، تره و جعفری عرضه شده در میدان تره و بار شهر رامهرمز (۱۳۹۸) با استاندارد WHO/FAO

جدول ۲- میانگین جذب روزانه فلزات سنگین به تفکیک بزرگسالان و کودکان (میلی گرم بر کیلوگرم در روز)

محصول	فلز سنگین	جذب روزانه در بزرگسالان	جذب روزانه در کودکان
خیار	سرب	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۴۰۹
	کادمیوم	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۲۰۶
	مس	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۲۶
گوجه-فرنگی	سرب	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۳۸
	کادمیوم	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۹
	مس	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۲۰۷
تره	سرب	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۱۶
	کادمیوم	۰/۰۰۰۸۴	۰/۰۰۱۰۳
	مس	۰/۰۰۰۷۶	۰/۰۰۰۹۴
جعفری	سرب	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۳۳
	کادمیوم	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۲۰۲
	مس	۰/۰۰۰۷۳	۰/۰۰۰۹۱

کمترین جذب روزانه فلز سرب در بزرگسالان و کودکان مربوط به مصرف تره و بیشترین آن مربوط به مصرف خیار در بزرگسالان و کودکان است. میزان جذب روزانه کادمیوم از طریق مصرف تره در بزرگسالان و کودکان دارای کمترین میزان در روز بود. بیشترین میزان جذب روزانه کادمیوم نیز در بزرگسالان و کودکان مربوط به مصرف خیار است. جذب روزانه فلز مس در بزرگسالان و کودکان از طریق مصرف جعفری نسبت به سایر محصولات مورد بررسی دارای کمترین مقدار در روز به دست آمد و حداکثر آن در بزرگسالان و کودکان مربوط به مصرف خیار بود (جدول ۲).



شاخص خطر سلامتی سرب در کودکان در محصولات خیار و گوجه فرنگی بیشتر از ۱ به دست آمد. مقدار شاخص در محصولات خیار، گوجه فرنگی و جعفری برای کادمیوم در بزرگسالان و کودکان بیشتر از ۱ بود و در سبزی تره نیز در کودکان مقداری بالاتر از ۱ داشت که نشان دهنده تاثیر سوء مصرف این محصولات بر سلامتی انسان می‌باشند. شاخص سلامتی فلز مس در هیچ‌کدام از محصولات مورد مطالعه از ۱ تجاوز نکرد، در نتیجه افراد در صورت مصرف این محصولات از خطرات فلز مس ایمن خواهند بود. بیشترین خطر سلامتی در همه محصولات مورد مطالعه مربوط به کادمیوم در کودکان و بزرگسالان می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳- مقادیر میانگین شاخص ارزیابی خطر سلامت به تفکیک در افراد بالغ و کودکان

محصول	فلز سنگین	شاخص خطر سلامت در بزرگسالان	شاخص خطر سلامت در کودکان
خیار	سرب	۰/۹۴	۱/۱۷
	کادمیوم	۱/۶۷	۲/۰۶۴
	مس	۰/۰۵۱	۰/۰۶۲
گوجه فرنگی	سرب	۰/۹۰۲	۱/۱۱
	کادمیوم	۱/۵۷	۱/۹۳
	مس	۰/۰۴	۰/۰۴۹
تره	سرب	۰/۳۸	۰/۴۶
	کادمیوم	۰/۸۴	۱/۰۳
	مس	۰/۰۱۸	۰/۰۲۲
جعفری	سرب	۰/۷۶	۰/۹۴
	کادمیوم	۱/۶۴	۲/۰۲
	مس	۰/۰۱۷	۰/۰۲۱

بحث

میانگین غلظت سرب در خیار، گوجه‌فرنگی، تره و جعفری به ترتیب برابر ۶/۷۹، ۶/۴۵، ۲/۷۲ و ۵/۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم و به ترتیب نزولی تره > جعفری > گوجه‌فرنگی > خیار به دست آمد. میانگین غلظت کادمیوم در خیار، گوجه‌فرنگی، تره و جعفری به ترتیب برابر ۳/۴۲، ۳/۲۱، ۱/۷۲ و ۳/۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و به ترتیب نزولی تره > گوجه‌فرنگی >

جعفری > خیار بود. با توجه به غلظت بالای فلزات سنگین در محصولات مورد مطالعه به نظر می‌رسد آب و خاک استفاده شده برای کاشت این سبزیجات حاوی مقادیر زیادی فلزات سنگین بوده و استانداردهای لازم برای آبیاری و کاشت سبزیجات را نداشته باشد. بنابراین سازمان‌های مربوطه باید اقدامات کنترلی انجام دهند. همچنین مصرف بیش از حد سموم دفع آفات کشاورزی و کودهای شیمیایی را می‌توان از جمله علل بالا بودن غلظت فلزات سنگین در محصولات دانست (۹، ۱۱). بسیاری از سنگ‌های فسفاته محتوی فلزات سنگینی مانند سرب و کادمیوم هستند و کاربرد وسیع کودهای فسفاته نه تنها منجر به افزایش فسفر خاک شده بلکه منجر به تجمع فلزات سنگین در بیشتر از حدود مجازات شده است (۲۴، ۲۵).

میانگین غلظت مس در خیار، گوجه‌فرنگی، تره و جعفری به ترتیب ۴/۳۹، ۳/۴۳، ۱/۵۷ و ۱/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و به ترتیب نزولی جعفری > تره > گوجه‌فرنگی > خیار به دست آمد. مس جزء عناصر غذایی کم‌مصرف و ضروری می‌باشد که استفاده مکرر از قارچ‌کش‌های حاوی مس برای کنترل بیماری‌های گیاهان کشت شده منجر به تجمع طولانی مدت مس در سطح برخی از خاک‌های کشاورزی شده است (۲۶). منابع مهم ورود مس به محصولات کشاورزی شامل آلودگی از طریق خاک‌آلوده، آب آبیاری، کاربرد لجن فاضلاب در کشاورزی، کاربرد کودهای آلی و آلودگی‌های اتمسفری می‌باشد (۲۷، ۲۸). در مطالعه‌ای که توسط تحسینی و گویلیان صورت گرفت به این نتیجه رسیدند که میانگین غلظت سرب در نمونه‌های خیار، گوجه‌فرنگی، جعفری و تره شهر سنندج خیلی بیشتر از حد مجاز بود و غلظت سرب در تره بیشتر از سایر محصولات بود. همچنین مشخص شد میانگین غلظت مس و سرب در جعفری و تره بیشتر از خیار و گوجه‌فرنگی بود، که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی ندارد (۱۸). در مطالعه‌ای توسط گیویان و همکاران طبق مطالعه‌ای که انجام دادند غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های تره کشت شده



در اراضی جنوب تهران بالاترین مقدار و به ترتیب ۰/۱۴ و ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند که از مقادیر مجاز اتحادیه اروپا بیشتر بودند و میانگین غلظت سرب در سه نمونه تره، کاهو و نعنای مختلف معنی‌داری با هم نداشتند، که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی دارد (۲۹).

در مطالعه‌ای در شهر بمبئی هند توسط Tripathi و همکاران نتایج حاصل از محاسبه شاخص ارزیابی سلامت نشان داد که غلظت عناصر روی و سرب در نمونه‌های خیار جمع‌آوری شده تهدیدی برای سلامتی افراد مصرف کننده ایجاد نمی‌کند که با نتایج این مطالعه مطابقت ندارد. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت سرب در نمونه‌های خیار، گوجه‌فرنگی، جعفری و تره خیلی بیشتر از حد مجاز بود و غلظت سرب در تره بیشتر از سایر محصولات بود. همچنین بیشترین آلودگی به فلزات به ترتیب شامل سرب، کادمیوم، روی و مس بود، که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد (۳۰). ظفرزاده و رحیم‌زاده در مطالعه‌ای نشان دادند که میانگین غلظت کادمیوم و سرب به ترتیب در نمونه‌های خیار بیش از ۲ و ۱۴، در نمونه‌های گوجه‌فرنگی شهر گنبد ۰/۶ و ۵ و در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گرگان ۱/۶ و ۷ برابر بیش از حد مجاز تعیین شده سازمان جهانی بهداشت تعیین شده بوده است. همچنین مشخص شد غلظت همه فلزات سنگین مورد سنجش در خیار بیشتر از گوجه‌فرنگی بود، که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت (۳۱).

میانگین جذب روزانه فلزات سرب و کادمیوم نشان داد که بیشترین میزان جذب در کودکان و بزرگسالان در محصول خیار و کمترین آن مربوط به مصرف سبزی تره می‌باشد. میانگین جذب روزانه فلز مس نشان داد که بیشترین میزان جذب در کودکان و بزرگسالان در محصول خیار و کمترین آن مربوط به مصرف سبزی جعفری می‌باشد. نکته مورد توجه در اینجا این است که تنها منبع ورود این آلاینده‌ها به بدن فقط محصولات کشاورزی مورد مطالعه در این پژوهش نیست و این مواد روزانه از راه‌های مختلف نظیر مصرف غذا،

مصرف سایر سبزیجات و میوه‌ها، آلودگی‌های اتمسفری، گرد و خاک موجود در محیط نیز وارد بدن می‌شوند. پس می‌توان گفت احتمال خطر محاسبه شده برای این محصولات با توجه به اینکه این محصولات بخش کوچکی از مواد روزانه وارد شده به بدن را تشکیل می‌دهند، خصوصاً برای کودکان بالا است و توجه بیشتری را می‌طلبد (۱۷، ۳۲).

شاخص خطر سلامتی سرب در کودکان در محصولات خیار و گوجه‌فرنگی بیشتر از ۱ و در محصول جعفری و تره کمتر از ۱ می‌باشد. در بزرگسالان شاخص ارزیابی خطر سرب در هر چهار محصول مورد مطالعه کمتر از ۱ می‌باشد. میانگین شاخص خطر سلامت کادمیوم در محصولات خیار، گوجه‌فرنگی و جعفری هم در کودکان و هم بزرگسالان بیشتر از ۱ می‌باشد. در تره نیز برای کودکان مقادیری بیشتر از یک دارا می‌باشد و سلامت انسان را تهدید می‌کند. شاخص خطر سلامت مس در همه محصولات مورد مطالعه کمتر از یک می‌باشد و مصرف این محصولات تهدیدی از نظر سلامتی برای افراد نخواهد داشت. مصرف غذا به عنوان مهمترین مسیر قرارگیری انسان در معرض فلزات سنگین شناخته شده است که از این طریق می‌تواند سلامت انسان را مورد تهدید قرار دهد. ضریب خطرپذیری برای همه عناصر سنگین مورد مطالعه ناشی از مصرف یک محصول، کمتر از یک به دست آمد. چنانچه مقدار ضریب خطرپذیری به بیماری‌های غیرسرطانی کمتر از یک باشد، نشان‌دهنده این است که خطر در محدوده قابل قبول قرار دارد (۳۳). در بررسی احتمال خطرپذیری عناصر سنگین از مصرف سبزی در شمال پاکستان توسط Khan و همکاران گزارش شد که سرب در بزرگسالان و عناصر کادمیوم، مس و سرب در گروه سنی کودکان باعث بروز اثرات سوء بر سلامتی انسان می‌شود، که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت (۳۴). ضریب خطرپذیری هر عنصر در مجموع سبزیجات شهر ورامین در مطالعه‌ای توسط بابا اکبری و همکاران در منطقه کمتر از ۱ بود و بیانگر عدم وجود خطر بیماری‌های غیرسرطانی برای



مصرف کنندگان ناشی از مصرف ۱۰ محصول بررسی شده مطابق با الگوی مصرف ملی ایران است. سرب در گروه سنی کودکان بیشترین را نشان داد و بیانگر ضریب خطرپذیری بیشتر سرب در مجموع محصولات مصرفی نسبت به سایر عناصر است. به طور کلی نتایج نشان داد که شاخص خطرپذیری عناصر سنگین برای هر دو گروه سنی مورد مطالعه کوچکتر از ۱ بوده و بیانگر این است که ساکنان در منطقه مورد مطالعه در وضعیت امن قرار دارند (۳۳).

نتیجه‌گیری

میانگین غلظت فلزات مورد مطالعه در نمونه‌های گوجه-فرنگی کمتر از نمونه‌های خیار است. احتمالاً علل عمده آن با توجه به مراحل داشت، مزارع گوجه‌فرنگی نسبت به مزارع خیار نیاز کمتر به استفاده از کودهای شیمیایی فسفاته، مقاومت بیشتر آن‌ها به آفات و کاهش دفعات سمپاشی است. مقایسه غلظت فلزات سنگین در محصولات مورد مطالعه با مقادیر استاندارد WHO/FAO نشان داد که غلظت سرب و کادمیوم در همه نمونه‌ها به طور قابل توجهی بیشتر از میزان استاندارد سازمان جهانی بهداشت و سازمان خوار و بار جهانی می‌باشد. غلظت مس در محصولات مورد مطالعه کمتر از حد استاندارد مذکور می‌باشد. با توجه به اینکه غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های مورد مطالعه بیشتر از

حد استاندارد می‌باشند، توصیه می‌شود مطالعات دقیق در ارتباط با کیفیت خاک و نوع آب آبیاری منطقه صورت گیرد. مطالعاتی روی سایر فلزات سنگین و سمی نظیر آرسنیک، جیوه با توجه به اهمیت آن‌ها در سبزیجات انجام گیرد. بررسی و ارزیابی خطر فلزات سنگین در سایر محصولات مختلف در شهر رامهرمز صورت گیرد. جهت کاهش اثرات سمی فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی از روش تنظیم اسیدیته خاک موادی مانند آهک و یا اضافه کردن ترکیبات حاوی اسیدهای آلی استفاده گردد. راه‌های مؤثر پیشگیری استفاده از کودهای سبز و ژئولیت، کنترل و نظارت بر نوع و مصرف کود توسط سازمان‌های ذیربط و گیاه‌پالایی آلودگی خاک در منطقه کشاورزی بررسی گردد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد به کد ۱۰۶۵۰۵۸۷۹۷۲۰۰۳ می‌باشد و پژوهشگر بر خود لازم می‌داند تا از مسئولین محترم و پرسنل آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز تقدیر و تشکر نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی برای داده‌های این مقاله وجود ندارد.

References

1. Rehman ZU, Khan S, Shah MT, Brusseau ML, Khan SA, Mainhagu J. Transfer of heavy metals from soils to vegetables and associated human health risks at selected sites in Pakistan. *Pedosphere*. 2018; 28(4): 666-679.
2. Ara MH, Khan AR, Uddin N, Dhar P.K. Health risk assessment of heavy metals in the leafy, fruit, and root vegetables cultivated near Mongla industrial area, Bangladesh. *J Hum. Environ. Health Promot*. 2019; 4: 144-152.
3. Chang CY, Yu HY, Chen JJ, Li FB, Zhang HH, Liu CP. Accumulation of heavy metals in leaf vegetables from agricultural soils and associated potential health risks in the Pearl River Delta, South China. *Environ. Monit. Assess*. 2014; 186(3): 1547-1560.
4. Liu X, Song Q, Tang Y, Li W, Xu J, Wu J, et al. Human health risk assessment of heavy metals in soil-vegetable system: a multi-medium analysis. *China. Sci. Total Environ*. 2013; 463: 530-540.
5. Amin MM, Saffari-Khoozani H, Vahid-Dastjerdi M. The concentration of three heavy metals, arsenic, cadmium, and lead, in potatoes in farms the south-east area of Isfahan province, Iran, in 2016. *J Health. Syst. Res*. 2018; 13(4): 478-484. (In Persian).



6. Jafaru HM, Dowuona GNN, Adjadeh TA, Nartey EK, Nude PM, Neina D. Geochemical assessment of heavy metal pollution as impacted by municipal solid waste at Abloradjei waste dump site, Accra-Ghana. *Res. J. Environ. Earth Sci.* 2015; 7(3): 50-59.
7. Peng S, Jun X, Yafeng W, Liding C. Assessment of ecological and human health risks of heavy metal contamination in agriculture soils disturbed by pipeline construction. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2014; 11: 2504-2520.
8. Farahbakhsh Z, Akbarzadeh A, Amiri P, Naji A. Potential health risk assessment of heavy metals (Cu, Zn, Ni) via the consumption of the prevailing bony fish *Liza auratus* (Risso, 1810) of Caspian Sea. *Iran. J. Health. Environ.* 2019; 12(2): 193-202. (In Persian).
9. Uddin MN, Hasan MK, Dhar PK. Contamination Status of Heavy Metals in Vegetables and Soil in Satkhira, Bangladesh. *J. Mater. Environ. Sci.* 2019; 10(6): 543-552.
10. Getachew D, Habtamu D. Heavy metal pollution of soil around solid waste dumping sites and its impact on adjacent community: the case of Shashemane open landfill, Ethiopia. *Res. J. Environ. Earth Sci.* 2015; 5(15): 169-178.
11. Chen H, Yang X, Wang P, Wang Z, Li M, Zhao F.J. Dietary cadmium intake from rice and vegetables and potential health risk: a case study in Xiangtan, southern China. *Sci. Total Environ.* 2018; 639: 271-277.
12. Aysha MI, Zakir HM, Haque R, Quadir QF, Choudhury TR, Quraishi SB, et al. Health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in soils artificially contaminated with arsenic. *Arch. Curr. Res Int.* 2017; 10(3): 1-12.
13. Islam R, Kumar S, Rahman A, Karmoker J, Ali S, Islam S, Islam S. Trace metals concentration in vegetables of a sub-urban industrial area of Bangladesh and associated health risk assessment. *AIMS Environ. Sci.* 2018; 5: 130-142.
14. Abbaszadeh H, Mohammadi Roozbahani M, Sobhanardakani S. Use of *Ziziphus spina-christi* and *Prosopis cineraria* leaves as bio-indicators of environmental pollution emitted from industrial areas. *Iran. J. Health. Environ.* 2019; 12(1): 87-100. (In Persian).
15. Wu W, Wu P, Yang F, Sun DL, Zhang DX, Zhou YK. Assessment of heavy metal pollution and human health risks in urban soils around an electronics manufacturing facility. *Sci. Total Environ.* 2018; 630: 53-61.
16. Islam R, Ahmed M, Proshad, R, Ahmed, MS. Assessment of toxic metals in vegetables with the health implications in Bangladesh. *Adv. Environ. Res.* 2017; 6: 241-254.
17. Baghaie AH, Fereydoni M. The potential risk of heavy metals on human health due to the daily consumption of vegetables. *Environ. Health Eng. Manage. J.* 2019; 6(1): 11-16. (In Persian).
18. Tahsini H, Gavilian H. assessment risk Food of heavy metals (cadmium, lead, zinc and copper) from the consumed crops have been distributed in Sanandaj. *Zanko J. Med. Sci.* 2016; 17(54): 62-72. (In Persian).
19. Arfaeinia H, Ranjbar Wakil Abadi D, Seifi M, Asadgol Z, Hashemi SE. Study of Concentrations and Risk Assessment of Heavy Metals Resulting From the Consumption of Agriculture Product in Different Farms of Dayyer City, Bushehr. *Iran South. Med. J.* 2016; 19(5): 839-854. (In Persian).
20. Sultana SM, Rana S, Yamazaki S, Aono T, Yoshida S. Health risk assessment for carcinogenic and non-carcinogenic heavy metal exposures from vegetables and fruits of Bangladesh, *Cogent. Environ. Sci.* 2017; 3: 1-17.
21. Ratul AK, Hassan M, Uddin MK, Sultana MS, Akbor MA, Ahsan MA. Potential health risk of heavy metals accumulation in vegetables irrigated with polluted river water. *Int. Food Res. J.* 2018; 25: 329-338.
22. USEPA. 2000. United States Environmental Protection Agency: Integrated Risk Information System.
23. Rattan RK, Datta SP, Chhonkar PK, Suribabu K, Singh AK. Long term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater- a case study. *Agric., Ecosyst. Environ.* 2005; 109(3): 310-322.



24. Jaffari F, Hassanzadeh N. Ecological quality assessment of Anzali wetland for heavy metals using heavy metals pollution index (HPI). Iran. J. Health. Environ. 2019; 12(2): 173-184. (In Persian).
25. Ju XT, Kou CL, Christie P, Dou ZX, Zhang FS. Changes in the soil environment from excessive application of fertilizers and manures to two contrasting intensive cropping systems on the North China Plain. Environ. Pollut. 2007; 145: 497-506.
26. Brun LA, Maillet J, Richarte J, Herrmann P, Remy JC. Relationships between extractable copper, soil properties and copper uptake by wild plants in vineyard soils. Environ. Pollut. 1998; 102: 151-161.
27. Cheraghi M, Sohrabi M, Shayesteh K. Determination of copper and cadmium concentration in greenhouse tomatoes produced in Hamadan province during 2012. J. Food. Hyg. 2014; 3(12): 31-40. (In Persian).
28. Zohrehvand F, Takdastan A. Concentrations of Heavy Metals in Vegetables of Farming Lands Irrigated with Water from Karun River in Ahvaz. J. Health. 2017; 8(4): 385-393. (In Persian).
29. Givianrad, MH, Sadeghi T, Larijani K, Hosseini SE. Determination of Cadmium and Lead in Lettuce, Mint and Leek Cultivated in Different Sites of Southern Tehran. Food Technol. Nutr. 2011; 8(2): 38-44. (In Persian).
30. Tripathi RM, Raghunath R., Krishnamoorthy TM. Dietary intake of heavy metals in Bombay city, India. Sci. Total Environ. 1997; 208(3): 149-159.
31. Zafarzadeh A, Rahimzadeh H. Concentration of cadmium, lead, zinc and copper in the cucumber and tomatoe in Northern Iran. J. Gorgan Univ. Med. Sci. 2015; 17(1): 77-83. (In Persian).
32. Afshari A. Khademi H. Assessment of Pb, Zn, Cu, Ni and Cr in vegetables grown around Zanjan. J. Food. Hyg. 2017; 7(1): 31-42. (In Persian).
33. Baba Akbari M, Shakori M, Hasani A. Assessing Heavy Metals Risk Indices Caused by Vegetable Consumption in Varamin city. J. Soil. Manage. Sustainable. 2019; 9(1): 119-113. (In Persian).
34. Khan MU, Malik RN, Muhammad S, Ullah F, Qadir A. Health risk assessment of consumption of heavy metals in market food crops from Sialkot and Gujranwala Districts, Pakistan. Hum. Ecol. Risk Assess: Int J. 2015; 21(2): 327-337.



Assessment of heavy metals food risk of cadmium, lead, and copper due to the consumption of agricultural products distributed in Ramhormoz city

Zahra Torkzadeh, Sima Sabzalipour*

Department of Environmental, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Original Article

Received: 21 Jun 2020

Accepted: 16 Jun 2021

*Corresponding Author:

Sima Sabzalipour,
Department of
Environmental, Ahvaz
Branch, Islamic Azad
University, Ahvaz, Iran.
TEL: +989163121821
Email:
Shadi582@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction

Contamination of agricultural products with heavy metals is a serious threat to the quality and safety of these products. This study was conducted to investigate the heavy metals concentrations of lead, cadmium, and copper in cucumber, tomato, leek, and parsley products in the Ramhormoz fruit and vegetable field in the spring of 2019.

Materials and Methods

Sampling from 3 stations with 3 repetitions was done randomly. Samples were measured after preparation and acid digestion using the atomic absorption apparatus. Then, the daily intake of heavy metals (DIM) and health risk index (HRI) of crop consumption were calculated.

Results

The results showed that the concentration of cadmium and lead in cucumber and tomato was not significantly different ($P>0.05$), but their concentration in parsley was significantly higher than in leek ($P<0.05$). The copper levels in cucumber, tomato, leek, and parsley were not significantly different ($P>0.05$). Cucumbers had the highest mean concentration of cadmium, lead, and copper (3.42 ± 1.22 , 6.79 ± 2.47 , and 4.39 ± 1.57 mg/kg, respectively). Leeks had the lowest concentrations of cadmium (1.72 ± 0.56 mg/kg) and lead (2.72 ± 0.64 mg/kg) and parsley had the lowest copper levels (1.52 ± 0.34 mg/kg) among the products. Lead and cadmium concentrations in all samples were significantly higher than the FAO and WHO standards.

Conclusion

The health risk index of copper in all products was less than 1 and consumption of these products will not pose a health threat to people. The lead health risk index in children was more than 1 in cucumber and tomato and less than 1 in parsley and leek.

Keywords

Heavy Metals, Agricultural Products, Risk Assessment, Health Risk Index, Ramhormoz

► Please cite this article as: Torkzadeh Z, Sabzalipour S. Assessment of heavy metals food risk of cadmium, lead, and copper due to the consumption of agricultural products distributed in Ramhormoz city. J Neyshabur Univ Med Sci 2022;10(1):53-64.