مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هفتم، شماره اوّل، بهار ۱۳۹۳، صفحات ۱ تا ۱۰

بررسی غلظت سرب و کادمیوم در محصولات کشاورزی (کاهو، کلم، پیاز و چغندر) استان اصفهان

رضا مهاجر[۱]، محمد حسن صالحی[۲] و جهانگرد محمدی[۲]

دریافت: ۹۱/۰۹/۲۸ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: *آلودگی محصولات کشاورزی به فلزات سنگین ناشی از وجود این آلودگی‌ها در خاک و هوا خطری جدی برای کیفیت و امنیت این محصولات به‌شمار می‌رود. کادمیوم و سرب هردو اثرات سرطان زایی از خود نشان داده‌اند. هدف از این مطالعه، میزان سرب و کادمیوم در برخی از محصولات کشاورزی استان اصفهان است.*

روش بررسی: *در طول دو فصل بهار و تابستان، ۸۰ نمونه از ۴ نوع محصول (از هر محصول ۲۰ نمونه) به طور تصادفی از اراضی کشاورزی برخی از مناطق استان اصفهان برداشت گردید. پس از آماده‌سازی، میزان سرب و کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمی تعیین شد.*

یافته‌ها: *میانگین غلظت سرب و کادمیوم در محصولات نمونه‌برداری شده با یکدیگر متفاوت بود. به‌طوری که اختلاف میان غلظت سرب در چغندرلبویی با کلم معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) و اختلاف میان غلظت سرب در چغندرلبویی با کاهو معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). مقایسه میانگین‌ها بیانگر این بود که تنها میان غلظت کادمیوم چغندر با کلم و چغندر با پیاز اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p<۰/۰۰۱$). نتایج نشان داد که مقدار سرب و کادمیوم در اکثر محصولات بیشتر از محدود استاندارد ارایه شده توسط ایران (بیشینه رواداری سرب برای کاهو، کلم، چغندر و پیاز به‌ترتیب mg/Kg dry weight ۰/۳،۰/۲ ، ۰/۱ و ۰/۱ و برای کادمیوم به ترتیب برابر mg/Kg dry weight ۰/۱، ۰/۰۵، ۰/۰۵ و ۰/۰۵ است) و نیز FAO - WHO است.*

نتیجه‌گیری: *نتایج این تحقیق نشان می‌دهد اغلب محصولات نمونه‌برداری شده در این تحقیق دارای دو فلز سنگین سرب و کادمیوم بیش از حد مجاز و استاندارد هستند. با این حال، مقدار تخمینی جذب شده هر عنصر (EDI) محصول نشان داد که به جز سرب در کاهو، سایر محصولات دارای EDI کمتری نسبت به میزان دریافت قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) که از طرف مؤسسه استاندارد ایران گزارش شده، هستند. برای فهم بهتر و مدیریت بهینه و جلوگیری از آلودگی بیشتر، مطالعه منشا عناصر سنگین و تعیین مقادیر آن‌ها در خاک، آب و گرد و غبار این منطقه توصیه می‌شود.*

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، محصولات کشاورزی، استان اصفهان

۱- عضو هیات علمی و استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران - ایران
۲- **(نویسنده مسئول)**: دانشیاران گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد mehsalehi@yahoo.com

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]

مقدمه

تأمین امنیت غذایی جمعیت در حال رشد، با توجه به منابع طبیعی محدود یکی از مباحث بسیار مهم در جهان به‌شمار می‌رود. عناصر سنگین از مهم‌ترین منابع آلودگی‌های غیرنقطه‌ای منابع طبیعی هستند. سالانه هزاران تن از این عناصر در مقیاس جهانی وارد سیستم خاک می‌شوند (۱). از آنجایی‌که آلوده شدن محصولات کشاورزی با فلزات سنگین از یک طرف منجر به کاهش کیفیت محصولات کشاورزی و از طرف دیگر تهدیدی جدی برای سلامت انسان است، لذا از جنبه‌های زیست محیطی بسیار حائز اهمیت هستند. تجمع فلزات سنگین و افزایش غلظت آنها و رسیدن به محدوده خطر، می‌تواند از طریق ورود به زنجیره غذایی انسان، سلامتی او را مورد تهدید قرار دهد (۲). دربین فلزات سنگین، برخی از آن‌ها، همچون روی، مس، و کبالت در مقادیر مناسب برای بیشتر سیستم‌های بیولوژیکی از جمله انسان ضروری هستند (۳و۴) در حالی‌که برخی دیگر از فلزات سنگین از جمله کادمیم، سرب و آرسنیک برای گیاهان، حیوانات و انسان بسیار سمی هستند (۵و۶). کادمیوم به عنوان یک ماده سرطان‌زا در ایجاد اغلب سرطان‌ها شناخته شده است (۷و۸) و به نظر می‌رسد عامل اثرگذار در ایجاد بیماری‌های قلبی و فشار خون باشد (۹). سرب نیز با تحت تاثیر قرار دادن سیستم خونی و کلیوی، باعث ناهنجاری‌های متابولیکی و نقایص عصبی- فیزیکی در کودکان می‌شود. همچنین، گزارش شده است که چنانچه مقادیر زیادی از فلزات سنگین از جمله سرب وارد بدن مادران باردار شود، تولد نوزادان نارس و عقب ماندگی ذهنی شدید نوزادان افزایش چشمگیری خواهد داشت (۱۰و۱۱).

گیاهان می‌توانند بدون اینکه صدمه‌ای ببینند مقادیر زیادی کادمیوم را در خود جمع کنند. Alloway (۱۲) اظهار داشت که غلظت‌های نسبتاً زیاد کادمیوم می‌تواند در بخش‌های خوراکی گیاه تجمع یابد، بدون آنکه علایم بیماری و تاثیرگذاری در گیاه آشکار شود. تجمع کادمیوم در گیاهان می‌تواند پتانسیل جذب این عنصر توسط انسان را افزایش دهد و این امر در حالتی صورت می‌گیرد که این گیاهان جزو جیره غذایی باشند(۵). Radwan و همکاران (۱۳) جهت آگاهی دادن به افکار عمومی در کشور مصر به خاطر ارزیابی محصولات کشاورزی از عناصر سنگین به تجزیه و تحلیل چند نمونه از محصولات کشاورزی شامل توت‌فرنگی، خیار، خرما و دسته‌ای از سبزیجات پرداختند. آنها با توجه به سرطان‌زا بودن دو عنصر کادمیوم و سرب و مفید بودن روی و مس در حد کفایت در جیره غذایی چهار عنصر در محصولات ذکر شده را اندازه‌گیری نمودند. اگرچه نتایج مطالعه آنها نشان داد که سبزیجات برگی از قبیل کاهو و اسفناج دارای بیشترین مقدار سرب و کادمیوم در میان سایر محصولات بودند لیکن آنها با تخمین مقدار جذب روزانه این عناصر در فراورده‌های کشاورزی مورد آزمایش، این مقدار را کمتر از گزارش FAO و WHO دانستند.

جذب فلزات سنگین از اراضی آلوده به وسیله گیاهان و به‌ویژه محصولات کشاورزی یکی از مهم‌ترین راه‌های ورود این عناصر به زنجیره غذایی است (۱۴). سالیانه حدود ۳۸۰۰۰ ton کادمیوم و تقریباً یک میلیون تن سرب به خاک‌های جهان اضافه می‌شودکه مقادیر زیادی از آنها مربوط به غبارهای جوی، پراکنش خاکسترها و ضایعات شهری است و غلظت‌های کم آن مربوط به مصرف کودهای شیمیایی و لجن فاضلاب است (۱۵).

از آنجایی‌که دو فلز سنگین سرب و کادمیوم به عنوان دو عنصر سرطان‌زا در ایجاد انواع سرطان به‌ویژه گوارش شناخته شده (۷و۸) و بر اساس نتایج Amini و همکاران (۱۶) غلظت سرب و کادمیوم در خاک‌های غرب و جنوب غرب اصفهان بیشتر از سایر قسمت‌های استان است لذا هدف از انجام این پژوهش، بررسی غلظت دو فلز سرب و کادمیوم در برخی از محصولات کشاورزی کشت شده در اراضی مجاور شهر اصفهان است. نزدیکی این اراضی کشاورزی با کارخانجات صنعتی همچون ذوب آهن، سیمان سپاهان، سیمان اصفهان و همچنین معدن سرب به اهمیت موضوع می‌افزاید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه اراضی کشاورزی واقع در غرب و جنوب غرب شهرستان اصفهان است که از لحاظ موقعیت جغرافیایی حدفاصل طول‌های جغرافیایی "۵۱/۱۶ ′۲۴ °۵۱ تا "۳۲/۱۱ ′۳۵ °۵۱ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۴۲/۳۱ ′۲۵ °۳۲ تا "۵۳/۵۲ ′۳۷ °۳۲ شمالی قرار گرفته‌اند (شکل ۱).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]

شکل ۱: اراضی منطقه مورد مطالعه

وسعت منطقه نمونه‌برداری شده ۱۷۰۰۰ ha است و نمونه‌برداری محصولات از زمین‌های کشاورزی شهرستان‌های فلاورجان، خمینی‌شهر، نجف‌آباد و زرین‌شهر انجام گرفت به این صورت که از اندام خوراکی هر محصول، نمونه‌ای به وزن حدود ۱ kg برداشت گردید و در کیسه‌های کاغذی قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. محصولات کشاورزی نمونه‌برداری شده شامل کاهو، کلم، چغندرلبویی و پیاز بودند که از هر محصول ۲۰ نمونه به عنوان تکرار برداشته شد و در مجموع ۸۰ نمونه به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌برداری در طی بهار و تابستان انجام گرفت. قابل ذکر است نمونه‌گیری موقعی انجام گرفت که محصولات ذکر شده آماده برداشت بودند.

محصولات نمونه‌گیری شده بعد از انتقال به آزمایشگاه توسط آب مقطر شسته شد و سپس نمونه‌ها در آون تهویه‌دار قرار گرفت و به مدت ۴۸ h در دمای $80\ ^0C$ خشک گردید. بعد از خشک کردن نمونه‌ها در آون، نمونه‌ها با آسیاب برقی پودر شد. ۱ g از نمونه پودر شده در کوره الکتریکی در دمای $550\ ^0C$ به مدت ۴ h قرار داد شد. سپس، به هر نمونه ۱۰ mL اسید کلریدریک ۳ N در حرارت ۹۵ درجه اضافه و سپس محلول تهیه شده از کاغذ صافی عبور داده شد و عصاره حاصل در بالن ژوژه ۵۰ mL جمع‌آوری و توسط دستگاه جذب اتمی مدل پرکین المر (Atomic Absorption – Perkin Elmer 3030) غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب تعیین گردید(۱۷). توصیف آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Statistica نسخه ۶ صورت گرفت. همچنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد.

یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری غلظت سرب و کادمیوم در محصولات نمونه‌برداری شده به صورت میانگین غلظت، حداقل، حداکثر و انحراف معیار به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک (mg/Kg dry weight) ارایه شده است.

با توجه به نتایج جدول ۱ میانگین سرب در میان چهار محصول متفاوت بود و اختلاف میان غلظت سرب چغندر با پیاز و همچنین چغندر با کلم معنی‌دار شد ($p<0/05$). مطابق این جدول، بیشترین و کمترین مقدار غلظت سرب به‌ترتیب مربوط به چغندر و پیاز بود. همان‌طور که در جدول شماره ۲ قابل مشاهده است چغندر بیشترین غلظت کادمیوم (۰/۳۱ mg/Kg dry weight) و پیاز کمترین غلظت

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]

کادمیوم (۰/۱۵ mg/kg dry weight) را داشت. آزمون آماری نشان داد که تنها میان غلظت کادمیوم چغندر با کلم و چغندر با پیاز اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p<۰/۰۰۱$).

همچنین بیشترین میانگین غلظت سرب و کادمیوم در میان محصولات مربوط به چغندر بود.

جدول۱: میانگین غلظت سرب و بیشینه رواداری این فلز سنگین بر حسب نوع محصول (mg/Kg dry weight)

نام محصول / مشخصات آماری	کاهو	کلم	چغندر	پیاز
میانگین سرب	۴/۲	۲/۴	۵/۴	۱/۳
حداقل	۱/۰	۲/۰	۱/۴	۰
حداکثر	۷/۰	۴/۴	۶/۸	۴/۳
انحراف معیار	۳/۲	۱/۱	۲/۵	۲/۶
p-value[1]	۰	۰	۰	۰
بیشینه رواداری سرب (استاندارد ایران)	۰/۲	۰/۳	۰/۱	۰/۱
بیشینه مجاز سرب (FAO-WHO)	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳

[1] مقادیر p-value حاصل از مقایسه میانگین عنصر با مقدار استاندارد ایران و FAO-WHO است.

جدول۲: میانگین غلظت کادمیوم و بیشینه رواداری این فلز سنگین بر حسب نوع محصول (mg/Kg dry weight)

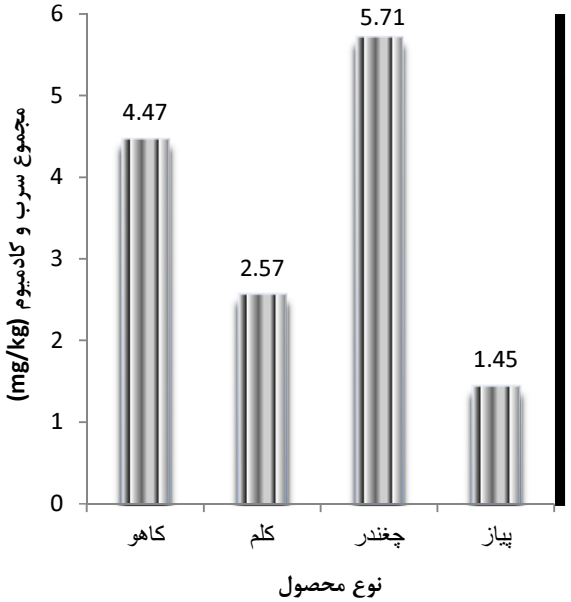
نام محصول / مشخصات آماری	کاهو	کلم	چغندر	پیاز
میانگین کادمیوم	۰/۲۷	۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۱۵
حداقل	۰/۰۴	۰	۰/۱	۰/۰۵
حداکثر	۰/۷	۰/۲۷	۰/۴۹	۰/۲۵
انحراف معیار	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۵۷
p-value[1]	۰/۵۹	۰/۷۰	۰/۴۱	۰/۷۵
p-value[2]	۰/۵۹	۰/۸۲	۰/۵۱	۰/۸۷
بیشینه رواداری کادمیوم (استاندارد ایران)	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
بیشینه مجاز کادمیوم (FAO-WHO)	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱

[1] و [2] به ترتیب مقادیر p-value حاصل از مقایسه میانگین عنصر با مقدار استاندارد ایران و FAO-WHO است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]

در شـکل۲ مجمـوع میانگیـن غلظـت سـرب و کادمیوم در محصولات نمونه‌برداری شـده آورده شده است. بر اساس این شـکل از لحاظ مجموع دو فلز سنگین سرب و کادمیوم، روند به صورت زیر بود:

چغندر> کاهو> کلم> پیاز



شکل۲: مقایسه چهار نوع محصول مورد مطالعه شده از نظر مجموع تجمع دو فلز سنگین سرب و کادمیوم

بـا توجه به نتایج بدسـت آمـده می‌توان میـزان ورود فلزات سـنگین را به بدن هر انسان اندازه‌گیری کرد. طبق آمار مؤسسه اسـتاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، میزان دریافت قابل تحمل روزانه موقتی (PTDI) فلزات سرب و کادمیوم به‌ترتیب برابر ۰/۰۰۳۶ و ۰/۰۰۱ mg/Kg body weight بـدن اسـت. برای ایـن منظور می‌بایسـتی مقدار تخمینی جذب شـده هر عنصر (EDI) برای هر محصول با توجه به مقدار مصرف آن محصول مشـخص گردد. قابل ذکر اسـت اگر این مقدار کمتر از مقدار PTDI باشد خطری برای مصرف کنندگان آن محصول، وجود ندارد در غیر این صورت آن محصول برای سـلامتی خطرناک است. EDI از رابطه زیر بدست می‌آید (۱۸):

$$EDI = \frac{C \times Cons}{B_w}$$

که در این رابطه، C میزان غلظت هر فلز سنگین در محصولات بر حسـب میلی‌گرم بر کیلوگرم، Cons میزان مصرف روزانه آن محصول توسـط افراد بر حسب گرم در ایران (این میزان بر اساس آمار موسسـه استاندارد گزارش شده است) و B_w وزن متوسـط بدن یک فرد بزرگسـال (۶۰ kg) است.در جدول ۳ میزان EDI بر حسـب میلی‌گرم بر کیلوگرم برای هر محصول محاسبه و ارائه شده است.

جدول۳: مقادیر EDI (mg/Kg) فلزات کادمیوم و سرب برای هر محصول

نوع محصول	سرب	کادمیوم
کاهو	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۲۶
کلم	۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۰۰۳۴
پیاز	۰/۰۰۰۸۴	۰/۰۰۰۰۹
چغندر	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۰۲
مجموع محصولات	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۰۸۹

بحث

بر اسـاس گزارش نشریه مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شـماره ۱۲۹۶۸ (۱۹)، بیشـینه رواداری دو فلز سـنگین سـرب و کادمیوم به تفکیک بـرای هر محصول در جدول‌های ۱ و۲ آورده شـده است. منظور از بیشینه رواداری فلز سنگین، بیشـترین مقداری از فلزات سـنگین موجود در خوراک انسان و دام اسـت که مصرف آن در کوتاه مدت یا درازمدت، سـبب ایجاد عارضه سـوء برای سلامت انسان نشـود. کنترل بیشینه رواداری فلزات سـنگین در مواد غذایی یکی از مواردی است که برای حفظ سـلامت مصرف‌کنندگان مـواد غذایی و نیل به ایمنـی غذایی باید مورد توجه قرار گیـرد. باتوجه به عوارض جبران‌ناپذیـر حاد و مزمن فلزات سـنگین در بدن انسـان که از تأثیر بر سیسـتم عصبی تا سـرطان‌زایی طبقه‌بندی می‌شوند موجب شـده تا حساسـیت و اهمیت این موضـوع دو چندان شود (۱۹).

– **سـرب**: بر اسـاس نتایج جدول ۱، چهـار محصول انتخابی دارای غلظتی بیشـتر از بیشـینه رواداری سرب در محصولات

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]

را دارنـد. به گونه‌ای که کاهو، کلم، چغندر و پیاز به ترتیب در حدود ۲۱، ۸، ۵۴ و ۱۳ مرتبه بیشتر از حد مجاز بیشینه رواداری فلـز سـرب در خود ذخیره کرده‌اند. بیشـینه مقدار سـرب در محصولات کشاورزی طبق توصیه FAO-WHO، ۰/۳ است (۲۰و۲۱). بر این اساس اگر بخواهیم مقایسه‌ای با میزان غلظت سـرب در محصولات مطالعه حاضر با مقدار مجاز توصیه شده توسـط FAO-WHO داشته باشیم کاهو، کلم، چغندر و پیاز به‌ترتیب ۱۴، ۸، ۱۸ و ۴ مرتبه بیشـتر از این حد مجاز سـرب در خود ذخیره کرده‌اند. لذا در هر چهار محصول، مقدار سرب بیشـتر از حد هر دو استاندارد ذکر شـده است. در مورد خطر این محصولات بر روی سلامت بایستی به مقدار EDI برآورد شـده در جدول ۳ توجه کرد. بر اسـاس نتایج بدست آمده از این جدول فقط برای محصول کاهو مقدار EDI آن بیشـتر از مقدار PTDI بدست آمد و برای چغندر این مقدار در محدوده مرز خطر است. همچنین، برای سایر محصولات از آنجایی که مقـدار EDI کمتر از مقدار PTDI اسـت لذا خطری متوجه مصرف‌کنندگان این محصولات نیسـت (۱۸). مشابه این نتایج، توسـط Bigdeli و Seilsepour (۲۲) در مطالعـه‌ای که به بررسـی مقدار فلزات سـنگین در اراضی کشاورزی شهر ری پرداخته شـده بود بدسـت آمد. نتایج آن‌ها نشان داد که مقدار غلظت سرب در همه محصولات مورد مطالعه آنها بیشتر از حد مجاز توصیه شده توسـط FAO-WHO بود. بیشترین مقدار سـرب در مطالعه آن‌ها در کرفس و کمترین مقدار سـرب در شاهی بدست آمد.

نزدیکی اراضی کشاورزی تحقیق حاضر به کارخانجاتی همچون ذوب آهن، سـیمان و معدن سـرب و همچنین وجود احتمالی سرب زیاد در هوای این مناطق به‌دلیل وجود کارخانجات ذکر شـده و تردد وسایل نقلیه، همچنین وجود باد غالب این منطقه که از شـرق به غرب بوده و فرونشسـت این فلزات از هوا بر گیاهـان می‌تواند از دلایل عمده تجمع سـرب در محصولات باشـد (شکل ۱). استفاده از کودهای شیمیایی نیز از آنجایی که در هر کیلوگرم کود شیمیایی به طور متوسط به‌صورت ناخالصی ۰/۰۰۰۸ تا ۰/۹۳ میلی‌گرم سـرب به خاک اضافه می‌گردد خود می‌تواند یکی دیگر از دلایل وجود سرب در محصولات منطقه باشـد (۲۳). Amini و همـکاران (۱۶) در مطالعه خود مقدار میانگین سـرب کل در اراضی استان اصفهان را ۲۵/۶ mg/kg بدسـت آوردند. آن‌ها مهمترین مسیر ورود سرب به زمین‌های کشاورزی را در شهرستان‌های استان اصفهان، فرونشست جوی و استفاده از کودهای حیوانی دانستند.

در مطالعه Nazemi و همکاران (۲۴) که در اراضی سبزی‌کاری منطقه شـهنما شاهرود انجام گرفت بیشـترین مقدار سرب در نمونـه شـاهی (۵۹/۳ mg/kg dry weight) و کمترین آن در نمونه برگ تربچه (۴/۷۲ mg/kg dry weight) بدسـت آمـد که این مقادیر بالاتر از میزان سـرب در نمونه‌های تحقیق حاضر بود.

Sharma و همکاران (۲۵) به بررسـی غلظت عناصر سنگین ناشی از فرونشست جوی از هوا و جذب آنها توسط سبزیجات در منطقه واراناسـی هند پرداختند. آنها با خریداری کردن این سـبزیجات از سوپرمارکت‌ها و تعیین غلظت این عناصر به این نتیجه رسـیدند که هر دو عنصر مس و کادمیوم برای سـلامت جمعیـت مورد مصرف این نوع سـبزیجات خطرناک اسـت. همچنیـن بیان کردند که این خطر بـرای گل کلم Brassica (oleracea) به خاطر تجمع سرب در آن نیز وجود دارد. آنها چنین بیان نمودند که فرونشسـت جـوّی می‌تواند در افزایش عناصر سـنگین در گیاهان مؤثر باشـد و این موضوع می‌تواند دارای پتانسـیل خطر بالایی برای سـلامت افراد مصرف کننده این نوع سـبزیجات داشـته باشـد. مقایسـه غلظت سرب در محصولات مطالعه حاضر با نتایج آنها نشان می‌دهد که غلظت سـرب در محصولات این پژوهش بیشـتر از غلظت سرب در سـبزیجات مورد مطالعه آنها بوده اسـت که دلیل آن می‌تواند به خاطر آلودگی بیشـتر هوا و جذب اتمسـفری سرب توسط محصولات این منطقه باشد.

– **کادمیوم**: بر اساس نتایج جدول ۲، ترتیب مقدار فلزات در محصولات مورد مطالعه به صورت زیر بود:

چغندر> کاهو>کلم>پیاز

بنابراین، چهار محصول مـورد مطالعه از لحاظ کادمیوم دارای غلظتی بیشـتر از بیشـینه رواداری کادمیوم اسـت که توسـط مؤسسه اسـتاندارد ملی ایران گزارش شده است. بیشینه مقدار کادمیوم در محصولات کشاورزی طبق توصیه FAO-WHO، ۰/۱ است(۲۰و۲۱). هرچند اگر این نتایج با مقدار توصیه شده

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]

توسط FAO-WHO مقایسه گردد کادمیوم دو گیاه کلم و پیاز خیلی بالاتر از این حد نیستند اما غلظت کادمیوم دو گیاه کاهو و چغندر در حدود ۳ برابر مقدار توصیه شده توسط FAO - WHO هستند. لیکن از آنجایی که مقادیر EDI کادمیوم برای همه محصولات مورد تحقیق کمتر از PTDI است لذا خطری متوجه سلامت مصرف‌کنندگان این محصولات نیست. البته ذکر این نکته ضروری است که کادمیوم از آنجایی که به صورت تجمعی در بدن باقی می‌ماند بایستی این مقدار کادمیوم در محصولات نیزبا مدیریت مناسب کاهش یابد. مقادیر بدست آمده EDI برای محصولات در این تحقیق نسبت به نتایج Bo و همکاران (۱۸) بیشتر بود. 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 mg/kg تا ۰/۵ در خود کادمیوم به صورت ناخالصی دارند که این مقدار وارد خاک شده و می‌تواند به مرور زمان جذب گیاهان گردد (۲۳). در این رابطه، آموزش کشاورزان برای جلوگیری از مصرف بیش از اندازه کود و مدیریت بهتر اراضی توصیه می‌گردد. Amini و همکاران (۱۶) مقدار میانگین کل کادمیوم در اراضی کشاورزی استان اصفهان را ۱/۷۹ mg/kg گزارش نمودند .آنها کودهای فسفره را مهم‌ترین مسیر ورود کادمیوم به زمین‌های کشاورزی در منطقه مورد مطالعه دانستند. Jalali و همکارش (۲۶) نشان دادند که مقدار کادمیوم در زمین‌های زیر کشت سبزیجات در همدان بیشتر از سایر اراضی بود. آنها منبع کادمیوم در خاک‌های تحت زیر کشت سبزیجات را از فعالیت‌های حاصل از انسان دانستند. در مطالعه آنها مقدار کادمیوم قابل جذب در خاک ۰/۰۱ mg/kg تا ۰/۰۴۲ خاک بدست آمد. در مطالعه Givianrad و همکاران (۲۷) مقدار حداکثر سرب و کادمیوم کاهو در اراضی کشاورزی جنوب تهران به ترتیب dry weight ۰/۱۴ mg/kg و ۰/۱۶ بدست آمد که این مقادیر کمتر از نتایج تحقیق حاضر است. Fytianos و همکاران (۲۸) به تخمین و مقایسه توزیع عناصر سنگین در خاک و گیاه منطقه صنعتی آلوده با منطقه شهری غیرآلوده پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که غلظت عنصر سرب در خاک و سبزیجات منطقه صنعتی به جز در هویج بیشتر از منطقه شهری بود و برای کادمیوم غلظت این عنصر به جز در کاسنی برای سایر سبزیجات در منطقه صنعتی بیشتر از منطقه شهری بود. مشابه نتایج بدست آمده در این تحقیق، کاهو دارای بیشترین غلظت کادمیوم بود.

نتایج Sharma و همکاران (۲۵) نشان داد که غلظت کادمیوم در اغلب سبزیجات مورد آزمایش آنها بیشتر از حد استاندارد کشور هند (۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) بود. میانگین غلظت کادمیوم درمحصول کلم در مطالعه آنها ۲/۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک بدست آمد که در حدود ۱۴ برابر غلظت کادمیوم در محصول کلم این پژوهش است. یکی از دلایل وجود کادمیوم زیاد در محصولات آن‌ها نسبت به کادمیوم محصولات این تحقیق طبق نظر آنها وجود کادمیوم در اتمسفر آن منطقه و جذب از طریق فرونشست جوی است. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با نتایج Sharma و همکاران (۲۵) نشان می‌دهد که غلظت کادمیوم در همه محصولات این مطالعه کمتر از غلظت کادمیوم در محصولاتی بوده است که توسط Sharma و همکاران مورد آزمایش قرار گرفته است. در مطالعه انجام شده توسط Samarghandi و همکاران (۲۹) غلظت کادمیوم و حداکثر سرب در سبزیجات به ترتیب صفر و ۳/۸۸ mg/kg سبزی خشک گزارش شد که کمتر از نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر است. مقدار کادمیوم جذب شده توسط گیاهان بستگی به مقدار کل کادمیوم موجود در خاک و قابلیت جذب این عنصر در خاک دارد (۱۲). نوع گیاه نیز در میزان جذب تأثیر قابل توجهی دارد. Davis و همکارش (۳۰) نشان دادند که کاهو، اسفناج، کرفس و کلم تمایل به تجمع مقادیر زیادی کادمیوم در خود دارند در حالی‌که سیب زمینی، ذرت، لوبیا و نخود فقط مقدار کمی کادمیوم در خود جمع می کنند. Torabian و همکارش(۳۱) بیان کردند که برخی گیاهان مثل یونجه، کادمیوم را در ریشه پخش می‌کنند و برخی دیگر مانند کاهو در برگ‌ها توزیع می‌کنند.

Nazemi و همکاران (۲۴) در بررسی وضعیت فلزات سنگین در خاک، آب و گیاهان اراضی سبزیکاری در شاهرود به این نتیجه رسیدند که میزان غلظت سرب، کروم، کادمیوم و سرب در انواع سبزیجات بالاتر از مقدار معمول آن است. آنها این آلودگی را به‌دلیل وجود پساب‌های شهری و صنعتی در منطقه

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]

دانستند. Givianrad و همکاران (۲۷) با هدف بررسی فلزات سنگین کادمیوم و سرب در سبزی‌های خوراکی کشت شده در اراضی مختلف جنوب تهران به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار سرب و کادمیوم در سبزی تره دیده می‌شود. مقدار سرب و کادمیوم نمونه تره به‌ترتیب ۰/۱۴ mg/kg dry weight و ۰/۱۵ بدست آمد. آنها وجود مقادیر متفاوت و بیشتر از حد مجاز این دو عنصر را در سبزی‌ها مربوط به عوامل محیطی مختلف از جمله آب آلوده در کشاورزی بیان کردند.

تجمع و جذب فلزات سنگین در گیاهان دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک، دما و رطوبت، فرونشست جوی این فلزات، مقدار این فلزات در خاک و مرحله رشد گیاهان هنگام برداشت اشاره نمود (۲۵). McBride (۳۲) دریافت که افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک منجر به افزایش جذب این فلزات توسط گیاهان می‌شود. Voutsa و همکاران (۳۳) گزارش کردند که غلظت بالای فلزات سنگین کادمیوم، سرب و کروم در سبزیجات برگی به‌دلیل فرونشست این فلزات در جو است که باعث جذب این فلزات در گیاهان می‌شود.

نتیجه گیری

به نظر می‌رسد نزدیکی اراضی کشاورزی مناطق مورد مطالعه به کارخانجاتی همچون ذوب آهن، سیمان و معدن سرب، و همچنین فرونشست سرب و کادمیوم از هوا بر روی گیاهان و استفاده از کودهای شیمیایی از دلایل اصلی تجمع این دو فلز سنگین در محصولات تحقیق حاضر باشد. با توجه به نتایج بدست آمده، اگرچه اغلب محصولات نمونه‌برداری شده در این تحقیق دارای دو فلز سنگین سرب و کادمیوم بیش از حد مجاز و استاندارد هستند لیکن با برآورد مقدار EDI آن محصول فقط برای سرب در کاهو خطر متوجه مصرف‌کنندگان است ضمن آنکه مقدار سرب در چغندر در مرز خطر قرار دارد که بایستی مصرف آنها با احتیاط بیشتری انجام گردد. البته بایستی توجه داشت از آنجایی که این فلزات از طریق سایر محصولات هم به نحوی وارد بدن می‌شوند لذا مجموع EDI هر فلز ممکن است از حد PTDI فراتر رود که این مسئله خود برای سلامتی خطرناک است. لذا پیشنهاد می‌شود جهت نیل به امنیت غذایی و سلامت شهروندان ساکن در این منطقه، در تحقیق جامع‌تری از سایر محصولات و همچنین از خاک، آب و گرد وغبار این منطقه نمونه‌برداری انجام گیرد و از لحاظ میزان غلظت فلزات سنگین مورد ارزیابی قرار گیرد. آموزش کشاورزان در استفاده صحیح و به مقدار مورد نیاز کودهای شیمیایی و جایگزین کردن این گونه کودها با کودهای آلی می‌تواند از آلوده شدن خاک و گیاهان منطقه جلوگیری نماید.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از دانشگاه شهرکرد برای تأمین هزینه‌های این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد

منابع

1. Tiller KG, Mclaughlin MJ, Roberts AHC. Environmental impacts of heavy metals in agro ecosystems and amelioration strategies in Oceana. In: Huang PM, Iskander IK, editors. Soils and groundwater pollution and remediation. Boca Raton, Florida: CRC Press; 1999. p. 1-35.
2. Cui Y, Zhu Y-G, Zhai R, Huang Y, Qin Y, Liang J. Exposure to metal mixtures and human health impacts in a contaminated area in Nanning, China. Environment International. 2005;31(6):784-90.
3. Nielsen FH. Nutrition, trace elements. In: Dulbecco R, editor. Encyclopedia of human biology. San Diego: Academic Press; 1997. p. 373-83.
4. Adriano DC. Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals. 2nd ed. New York: Springer; 2001.
5. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th ed. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2011.
6. Li X, Lee SL, Wong SC, Shi W, Thornton I. The study of metal contamination in urban soils of Hong Kong using a GIS-based approach. Environmental Pollution. 2004;129(1):113-24.
7. Waalkes M.P. Review cadmium carcinogenesis. Mutation Research. 2003;533:107–20.
8. Türkdoğan MK, Kilicel F, Kara K, Tuncer I, Uygan

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]

I. Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. Environmental Toxicology and Pharmacology. 2003;13(3):175-79.
9. Edmunds WM, Smedley PL. Environmental Geochemistry and Health. London: Geological Society; 1996.
10. World Health Organization (WHO). Guidelines for Drinking Water Quality. 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 2003.
11. Zagrodzki P, Zamorska L, Borowski P. Metal (Cu, Zn, Fe, Pb) concentrations in human placentas. Central European Journal of Public Health. 2003;11(4):11-18.
12. Alloway BJ. Heavy Metals in Soils. 2nd ed. Glasgow: Blackie Academic and Professional; 1995.
13. Radwan MA, Salama AK. Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. Food and Chemical Toxicology. 2006;44(8):1273-78.
14. Fu J, Zhou Q, Liu J, Liu W, Wang T, Zhang Q, et al. High levels of heavy metals in rice (Oryza sativa L.) from a typical E-waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. Chemosphere. 2008;71(7):1269–75.
15. Nriagu JO, Pacyna JM. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. Nature.1988;333:134-39.
16. Amini M, Afyuni M, Khademi H, Abbaspour KC, Schulin R. Mapping risk of cadmium and lead contamination to human health in soils of Central Iran. Science of the Total Environment. 2005;347(1-3):64-77.
17. Westerman RL. Soil testing and plant analysis. Wisconsin: Soil Science Society of America; 1990.
18. Song B, Lei M, ChenT,ZhengY,Xie Y, Li X, et al. Assessing the health risk of heavy metals in vegetables to the general population in Beijing, China. Journal of Environmental Sciences. 2009;21(12):1702-09.
19. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food and feed-maximum limit of heavy metals. Standard No. 12968. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2010 (in Persian).
20. Codex Alimentarius Commission. Position paper on cadmium. Geneva: FAO/WHO; 1995.
21. Codex Alimentarius Commission (FAO/WHO). Food additives and contaminants. Geneva: Joint FAO/WHO Food Standards Program; 2001.
22. Bigdeli M, Seilsepour M. Investigation of metals accumulation in some vegetables irrigated with waste water in Shahre Rey-Iran and toxicological implications. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science. 2008;4(1):86-92.
23. Wang QC, Ma ZW. Heavy metals in chemical fertilizer and environmental risks. Rural Eco-Environment. 2004;20(2):62–64 (in Chineese).
24. Nazemi S, Asgari AR, 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 (in Persian).
25. Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM. Heavy metal (Cu, Zn, Cd and Pb) contamination of vegetables in urban India: a case study in Varanasi. Environmental Pollution. 2008;154(2):254-63.
26. Jalali M, Khanlari ZV. Cadmium availability in calcareous soils of agricultural lands in Hamadan, western Iran. Soil and Sediment Contamination: an International Journal.2008;17(3):256–68.
27. Givianrad MH, Sadeghi T, Larijani K, Hosseini SE. Determination of cadmium and lead in lettuce, mint and leek ultivated in different sites of Southern Tehran. Journal of Food Technology and Nutrition. 2011;8(2):38-43 (in Persian).
28. Fytianos K, Katsianis G, Triantafyllou P, Zachariadis G. Accumulation of heavy metals in vegetables grown in an industrial area in relation to soil. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2001;67(3):423-30.
29. Samarghandi MR, Karimpour M, Sadri Gh. A study of Hamadan vegetables heavy metals irrigated with water polluted to this metals, Iran 1996. Journal of Asrar, Sabzevar University of Medical Sciences. 1999;1:45-53 (in Persian).
30. Davis RD, Smith C. Crops as indicators of the significance of contamination of soil by heavy metals. UK: Water Research Centre Stevenage; 1980.
31. Torabian A, Mahjoori M. Heavy metals uptake by vegetable crops irrigated with wastewater in south Tehran. Soil and Water Journal. 2003;16(2):188-96 (in Persian).
32. McBride MB. Toxic metals in sewage sludge-amended soils: has promotion of beneficial use discounted the risks? Advances in Environment Research. 2003;8(1):5-19.
33. 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.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]

Lead and Cadmium Concentration in Agricultural Crops (Lettuce, Cabbage, Beetroot, and Onion) of Isfahan Province, Iran

Reza Mohajer[1], Mohammad Hassan Salehi[2*], Jahangard Mohammadi[2]

[1] Assistant Prof., Department of Agriculture, Payame Noor University,

[2] Associate Profs., Soil Science Dept., College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran,

Received: 18 December 2012 ; Accepted: 16 March 2013

ABSTRACT

Background and Objective: The contamination of agricultural crops with heavy metals due to soil and atmospheric contamination is a potential threat for their quality and their safety. Heavy metals such as Cd and Pb have been reported for their carcinogenic effects. The aim of this study was to investigate the lead and cadmium concentration in some of crops grown in Isfahan province, Iran.

Materials and Methods: During two seasons (spring and summer), 80 samples of four different crops (20 samples from each crop) were randomly harvested from some of the agricultural lands of Isfahan province. After sample preparation, lead and cadmium contents were determined by atomic absorption spectrometry.

Results: The average concentration of Pb and Cd were different in different crops. A significant difference ($p<0.05$) was observed between mean concentration of lead in beetroot with onion and also cabbage whereas no significant difference was observed for lead between beetroot and lettuce ($p>0.05$). Means comparison showed a significant difference for cadmium between beetroot and cabbage and also beetroot and onion ($p<0.001$). Results showed that the concentration of Pb and Cd in most of the samples was higher than the standard limits reported by Iran (maximum tolerance of heavy metal in lettuce, cabbage, rootbeet and onion is 0.2, 0.3, 0.1, and 0.1 for lead and 0.1, 0.05, 0.05 and 0.05 UNIT for cadmium respectively) and FAO-WHO.

Conclusion: The findings of this study indicated that although most of the sampling plants were contaminated with lead and cadmium, the estimated daily intake of each metal (EDI) showed that except lead in lettuce, other crops have EDI below the provisional tolerable daily intake (PTDI) recommended by the Institute of Standards and Industrial Research of Iran. In order to better management, preventing pollution and also finding the origin of elements, analyzing heavy metals content in soil, water, and dust of this region is recommended.

Key words: Heavy metals, Agricultural crops, Isfahan province.

***Corresponding Author:** *mehsalehi@yahoo.com*
Tel: *+98 381 4424428,* **Fax:** *+98 4424428* **Mob:***+98 913 1179683*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-18]