

تعیین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس در خیار و گوجه‌فرنگی توزیع شده از میدان‌های میوه و تره‌بار گرگان و گنبد

دکتر علی ظفرزاده*^۱، مهندس هادی رحیم‌زاده^۲

۱- استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی گلستان.

۲- مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی گلستان.

چکیده

زمینه و هدف: در حال حاضر آلودگی مواد غذایی رو به افزایش بوده و مصرف آنها تهدیدی برای سلامت انسان است. این مطالعه به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس در خیار و گوجه‌فرنگی توزیع شده از میدان‌های میوه و تره‌بار گرگان و گنبد انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی تحلیلی ۴۸ نمونه خیار و ۴۸ نمونه گوجه‌فرنگی از میدان‌های میوه و تره‌بار شرق گنبد و مرکزی گرگان در دو فصل بهار و تابستان سال ۱۳۹۱ تهیه گردید. مراحل آماده‌سازی و هضم نمونه‌ها مطابق با روش استاندارد انجام شد. غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس با پلاروگراف به روش ولتامتری تعیین گردید.

یافته‌ها: میانگین غلظت‌های روی، کادمیوم، سرب و مس در نمونه‌های خیار گنبد به ترتیب 0.03 ± 0.004 ، 0.09 ± 0.013 ، 0.53 ± 0.07 و 1.7 ± 0.24 و در نمونه‌های خیار گرگان به ترتیب 0.12 ± 0.017 ، 0.12 ± 0.02 ، 0.3 ± 0.07 و 1.7 ± 0.24 برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر تعیین شد. میانگین غلظت‌های روی، کادمیوم، سرب و مس در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گنبد به ترتیب 0.03 ± 0.004 ، 0.09 ± 0.013 ، 0.53 ± 0.07 و 1.7 ± 0.24 و در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گرگان به ترتیب 0.08 ± 0.01 ، 0.08 ± 0.01 ، 0.23 ± 0.04 و 0.66 ± 0.09 برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر تعیین شد. میانگین غلظت کادمیوم و سرب به ترتیب در نمونه‌های خیار بیش از ۲ و ۱۴، در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گنبد ۵ و ۰/۶ و در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گرگان ۱/۶ و ۷ برابر بیش از حد مجاز تعیین شده سازمان بهداشت جهانی بود.

نتیجه‌گیری: میانگین غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های خیار و گوجه‌فرنگی بسیار بیشتر از حد مجاز و غلظت همه فلزات سنگین مورد سنجش در خیار بیشتر از گوجه‌فرنگی است.

کلید واژه‌ها: روی، کادمیوم، سرب، مس، خیار، گوجه‌فرنگی، گلستان

* نویسنده مسؤول: دکتر علی ظفرزاده، پست الکترونیکی alizafarzadeh@yahoo.com

نشانی: گرگان، مجموعه آموزش عالی فلسفی، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، تلفن ۰۱۷-۳۲۴۳۴۴۰-۳۲۴۳۶۱۰۷ نامبر

وصول مقاله: ۹۲/۱۱/۹، اصلاح نهایی: ۹۳/۸/۵، پذیرش مقاله: ۹۳/۸/۶

مقدمه

گیاهان، حیوانات و انسان را تهدید می‌نماید (۲). در حال حاضر آلودگی عمومی به فلزات سنگین رو به افزایش است (۳). مطالعه‌ای غلظت روی، مس و کبالت در بافت ماهیان سفید و کپور دریای خزر نسبتاً زیاد گزارش شد (۴). همچنین در مطالعه دیگری میانگین غلظت سرب، کادمیوم، کروم و نیکل در ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس از حداکثر مجاز سازمان بهداشت جهانی بیشتر گزارش شده است (۵). فلزات سنگین به دلیل عدم تجزیه بیولوژیکی، نیمه‌عمر زیاد بیولوژیکی و خاصیت تجمع‌ی آنها بسیار مخاطره‌آمیزند. بیشتر فلزات سنگین به دلیل قابلیت انحلال آن در آب، بسیار سمی هستند. حتی غلظت‌های کم فلزات سنگین به دلیل

پراکندگی وسیع مواد شیمیایی در محیط سبب ورود آنها به چرخه غذایی بشر می‌گردد. بسیاری از این مواد شیمیایی، دارای خاصیت سمی، تجمع‌پذیری، سرطان‌زایی و جهش‌زایی هستند. از بین این مواد شیمیایی می‌توان به فلزات سنگین اشاره کرد. فلزاتی مانند کادمیوم، سرب، روی و مس از جمله موادی محسوب می‌شوند که در حال حاضر به صورت مختلف وارد محیط شده‌اند و می‌توانند به اشکال گوناگون وارد بدن انسان گردند (۱). آلودگی خاک و تجمع فلزات سنگین در محصولات کشاورزی در مناطق صنعتی یکی از مهم‌ترین مسایل زیست محیطی است که زندگی

و FAO جذب موقتی و هفتگی سرب را برای هر فرد ۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیان کرده است. حد آستانه برای مواد غذایی ۲/۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (۱۲).

روی فلزی با عدد اتمی ۳۰ است که به دلیل اثرگذاری در فعالیت آنزیم‌ها و نیز تولید پروتئین از عناصر ضروری برای ادامه حیات انسان است. میزان روی در گیاهان آلوده ۴۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (۱۲).

افزایش مقدار مس در بدن حیوانات و انسان موجب تخریب کبد، کلیه و مغز شده که منجر به مخاطرات خونی خواهد شد (۱۶). مقدار مس در بدن انسان بالغ ۱۲۰-۵۰ میلی‌گرم است؛ اما اگر این غلظت به بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم افزایش یابد؛ موجب تهوع، استفراغ، اسهال و بیماری‌های گوارشی خواهد شد. کمبود مس نیز منجر به کم‌خونی و ناتوانی مادرزادی در دفع مس شده که منجر به تجمع آن و بیماری ویلسون اس (Wilson, S) می‌شود (۱۷).

از علائم مسمومیت با املاح فلز روی می‌توان به ضعف و ناتوانی، اسهال، استفراغ، ادرار قرمز، اختلال در جگر و کلیه کم‌خونی اشاره نمود (۱۲ و ۱۸ و ۱۹).

برای سنجش فلزات سنگین در نمونه‌های آب، مواد غذایی و سبزیجات از روش‌های جذب اتمی (متد ۳۱۱۱) و ولتامتری (متد ۳۱۳۰) مطابق روش‌های استاندارد آزمون آب و فاضلاب استفاده می‌گردد (۲۰).

با توجه به اهمیت مصرف روزمره سبزیجات، این مطالعه به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس در خیار و گوجه‌فرنگی توزیع شده از میدان‌های تره‌بار گرگان و گنبد انجام شد.

روش بررسی

در این مطالعه توصیفی تحلیلی ۴۸ نمونه خیار و ۴۸ نمونه گوجه‌فرنگی به صورت تصادفی از میدان‌های میوه و تره‌بار شرق گنبد و مرکزی گرگان در دو فصل بهار و تابستان سال ۱۳۹۱ تهیه گردید.

برای جمع‌آوری نمونه‌ها هفته‌ای دو بار و هر بار به میزان ۳ کیلوگرم از سه نقطه هریک از میدان‌های میوه و تره‌بار خیار و گوجه‌فرنگی تهیه شد. سپس حدود یک کیلوگرم از هریک از آنها به‌عنوان نمونه جدا شد. نمونه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی غیرقابل نفوذ جمع‌آوری و برای انجام آزمایشات به آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت منتقل و تا زمان انجام آزمایش در یخچال نگهداری شد. نمونه‌ها را بعد از شستشو با آب مقطر یکبار تقطیر، خشک کرده و در فور با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک نمودیم و وزن خشک ثبت گردید (۲۱).

نمونه‌های خشک شده آسیاب شد و ۲۰ گرم از آن در بوتله چینی

عدم وجود مکانیزم مناسب حذف آنها از بدن دارای اثرات مخاطره‌آمیز است (۶). در یک مطالعه افزایش فلزات سنگین در پساب مسگری و فاضلاب شهری منجر به افزایش مقاومت میکروارگانیزم‌ها در محیط گردید (۷). از عوامل موثر بر غلظت فلزات سنگین در گیاهان می‌توان به شرایط آب و هوایی، نزولات جوی، ماهیت زمین محل رشد گیاه و سن گیاه در هنگام برداشت اشاره نمود (۸).

جذب و تجمع فلزات سنگین در میوه‌ها و سبزیجات تحت تاثیر تعدادی از عوامل از جمله غلظت فلزات سنگین در خاک، ترکیب و شدت رسوبات جوی شامل نزولات و دوره رشد گیاه است (۹).

جذب فلزات سنگین توسط گیاه و ورود آنها به زنجیره غذایی انسان و حیوان ممکن است باعث بیماری‌های متعددی شود. برای مثال بیماری‌های متعددی ناشی از مصرف زیاد کادمیوم در گیاه برنج که در ژاپن با پساب فاضلاب آبیاری شده بود را می‌توان نام برد (۱۰).

طبق مطالعات اپیدمیولوژیک بین ابتلا به بیماری‌های قلبی، اختلالات کلیوی و انواع مختلف سرطان‌ها با فلزات سنگین موجود در آب ارتباط وجود دارد (۱۱).

ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی و رسیدن به غلظت‌های بحرانی اثرات زیانبار متابولیکی و فیزیولوژیکی در موجودات زنده بر جای می‌گذارد. کادمیوم عنصری با وزن اتمی ۱۱۲/۴ است که می‌تواند موجب ضایعات کلیوی، افزایش فشارخون، جهش‌زایی و سرطان‌زایی شود. از نظر FAO (سازمان خواروبار و کشاورزی) مقدار مجاز کادمیوم برای هر فرد به‌طور هفتگی ۰/۶-۰/۴ میلی‌گرم است (۱۲). فلز کادمیوم به مقدار ۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم در پوسته زمین و فلز روی به مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک و رسوبات جزء فلزات سنگین می‌شوند و عمدتاً کادمیوم همراه با سنگ معدن روی، سرب و مس وجود دارد. علاوه بر این کادمیوم در صنایع ذوب فلزات غیر آهنی، احتراق سوخت‌های فسیلی، زباله سوزها، کودهای شیمیایی و فاضلاب‌ها موجب آلودگی خاک و افزایش دریافت کادمیوم توسط گیاهان و انسان به‌دلیل مصرف محصولات حاوی کادمیوم می‌شود (۱۳).

آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) کادمیوم را به‌عنوان عامل کارسینوژنیک معرفی نموده است و این فلز عامل مهمی در نارسایی کلیه معرفی شده است (۱۴).

سرب یک ماده سمی است که در استخوان تجمع می‌یابد. سرب در متابولیسم کلسیم به‌طور مستقیم و از طریق اختلال در متابولیسم ویتامین D اختلال ایجاد می‌کند (۱۵).

سه ارگان مهم بدن انسان یعنی سیستم‌های خونساز، عصبی و کلیوی نسبت به سرب حساس هستند. کمیته سازمان بهداشت جهانی

معنی داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

غلظت‌های فلزات سنگین روی، کادمیوم، سرب و مس موجود در خیار و گوجه‌فرنگی جمع‌آوری شده از میدان‌های میوه و تره‌بار گنبد و گرگان برحسب وزن تر در جدول یک آمده است. به‌طور کلی میانگین غلظت روی، کادمیوم، سرب و مس در خیار بیش از گوجه‌فرنگی بود.

غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های خیار به ترتیب بیش از ۱۴ و ۲ و نیز غلظت سرب در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گنبد و گرگان به ترتیب بیش از ۵ و ۷ برابر استاندارد WHO/FAO بود. کمترین غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه، در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گنبد بود که کمتر از حداکثر مجاز برای مصرف کنندگان است (جدول ۲).

غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در پوست نمونه‌های خیار کمتر از غلظت آن در بافت خیار بود (جدول ۳). میانگین غلظت سرب و کادمیوم در بافت نمونه‌های خیار بسیار بیشتر از پوست آن و بیشتر از حداکثر مجاز WHO/FAO در هر دو منطقه گرگان و گنبد

قرار داده شد و در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت قرار داده شد. سپس به ۰/۵ گرم از خاکستر هر یک از نمونه‌ها، ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ۶۵ درصد افزوده شد و در بن‌ماری با دمای ۸۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا کاملاً هضم شوند. پس از سرد شدن نمونه مورد نظر توسط فیلتر واتمن شماره ۴۱ صاف شد و در بالن با آب مقطر سه بار تقطیر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید. همه مراحل آماده‌سازی، هضم و آنالیز نمونه‌ها مطابق روش‌های استاندارد آب و فاضلاب انجام گردید (۲۰ و ۲۱). محلول‌های استاندارد فلزات سنگین (۱۰۰۰ mg/l) شامل کادمیوم، روی، سرب و مس و اسیدهای مورد استفاده از شرکت Merck تهیه شدند. غلظت‌های مختلف هریک از فلزات سنگین با رقیق کردن محلول‌های استاندارد تهیه شد.

غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس با دستگاه پلاروگراف مدل ۷۹۷ ساخت متروم سوئیس به روش ولتامتری با الکتروود جیوه تعیین شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-18 و آزمون‌های t-test، من‌ویتنی و ANOVA تجزیه و تحلیل شدند. سطح

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار غلظت‌های فلزات روی، کادمیوم، سرب و مس خیار و گوجه‌فرنگی توزیع شده از میدان‌های تره‌بار گرگان و گنبد در سال ۱۳۹۱

p-value	آماره آزمون	حداقل و حداکثر غلظت (mg/kg wet weight)	میانگین و انحراف معیار غلظت (mg/kg wet weight)		
۰/۰۰۱	۴/۰۷	۲۲/۸۵-۹۹/۳۵	۵۳/۳۶±۷/۷	روی*	گنبد
۰/۰۰۶	۳۹	۰/۰۰۵-۰/۵۱۵	۰/۰۹۲±۰/۰۱۳	کادمیوم**	
۰/۰۰۱	۴/۱۲۴	۰/۴۰۸-۲/۶۳	۱/۴۷±۰/۲۱	سرب*	
۰/۰۱	۴	۱/۲۴-۱۱/۹۷	۴/۰۶±۰/۶۶	مس**	
۰/۰۰۵	۳/۲۷۷	۱۵/۳۹-۱۲۸/۵	۶۰/۲۶±۸/۷	روی*	گرگان
۰/۳۵۵	۵۶	۰/۰۰۸-۰/۴	۰/۱۲±۰/۰۱۷	کادمیوم**	
۰/۰۴۱	۲/۱۹۵	۰/۳۷۶-۳/۷	۱/۴±۱/۲	سرب*	
۰/۰۱۱	۲۸	۱/۴۳۵-۱۴/۲۲	۳/۶۷±۰/۵۳	مس**	
۰/۰۰۱	۴/۰۷	۷/۴۹-۳۹	۱۷/۹۱±۲/۵۹	روی*	گوجه‌فرنگی
۰/۰۰۶	۳۹	۰-۰/۰۸	۰/۰۲۷±۰/۰۰۴	کادمیوم**	
۰/۰۰۱	۴/۱۲۴	۰/۱-۱/۲	۰/۵±۰/۰۷	سرب*	
۰/۰۱	۴	۰/۴۲-۲/۰۸	۰/۸۵±۰/۱۲	مس**	
۰/۰۰۵	۳/۲۷۷	۱/۱۰۶-۴۸/۹۸	۲۳/۸±۳/۴	روی*	گرگان
۰/۳۵۵	۵۶	۰-۰/۳۹۵	۰/۰۸±۰/۰۱	کادمیوم**	
۰/۰۴۱	۲/۱۹۵	۰/۱۰۳-۲/۲۱	۰/۶۶±۰/۰۹	سرب*	
۰/۰۱۱	۲۸	۰-۷/۷۴	۱/۶۶±۰/۲۴	مس**	

استاندارد WHO/FAO فلزات روی، کادمیوم، سرب و مس به ترتیب شامل ۶۰، ۰/۰۵، ۰/۱ و ۴۰ است (۱۹ و ۳). * آزمون تی مستقل، ** آزمون من‌ویتنی

جدول ۲: مقایسه میانگین غلظت‌های فلزات کادمیوم، سرب، روی و مس نسبت به استاندارد WHO/FAO در خیار و گوجه‌فرنگی توزیع شده از میدان‌های تره‌بار گرگان و گنبد در سال ۱۳۹۱

مس	سرب	کادمیوم	روی		
۰/۱	۱۴/۷	۲	۰/۹	گنبد	خیار
۰/۱	۱۴/۴	۲/۴	۱/۰۳	گرگان	
۰/۲۱	۵	۰/۶	۰/۳	گنبد	گوجه‌فرنگی
۰/۰۴	۷	۱/۶	۰/۴	گرگان	
۴۰	۰/۱	۰/۰۵	۶۰	WHO/FAO (mg/kg wet weight)	

جدول ۳: میانگین غلظت‌های فلزات کادمیوم، سرب، روی و مس (mg/kg wet weight) در پوست و بافت خیار توزیع شده از میدان‌های تره‌بار گرگان و گنبد در سال ۱۳۹۱

مس	سرب	کادمیوم	روی		
۱/۵	۰/۶۹	۰/۰۸	۱۷/۵۶	گنبد	پوست خیار
۱/۴۸	۰/۶۶	۰/۰۸	۳۱/۷	گرگان	
۲/۵۵	۰/۷۸	۰/۰۱	۳۵/۵	گنبد	بافت خیار
۲/۲	۰/۷۷	۰/۰۴	۲۸/۵۷	گرگان	

بود (جدول ۲).

WHO/FAO بود (۲۳ و ۲۲ و ۲۳). غلظت کادمیوم در نمونه‌های پوست خیار بیش از بافت آن بود و سایر عناصر مورد مطالعه در بافت خیار بیشتر از پوست آن بود.

در مطالعه Mansour و همکاران در مصر نیز غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های خیار بیش از حد مجاز سازمان بهداشت بوده است (۲۳)؛ اما در مطالعه‌ای دیگر در مصر غلظت فلزات سنگین روی، کادمیوم، سرب و مس در نمونه‌های خیار و سایر میوه‌ها و سبزیجات بیش از سایر عناصر و کمتر از حداکثر مجاز WHO/FAO گزارش شده است (۲۰). در مطالعه جعفریان و آل‌هاشم در اصفهان غلظت کادمیوم، Cr و سرب در خیار و گوجه‌فرنگی‌های مورد مطالعه بیش از حد مجاز WHO/FAO (۸). علل عمده احتمالی بالا بودن غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خیار مناطق مورد مطالعه را می‌توان به مصرف بیش از حد سموم دفع آفات کشاورزی، قارچ‌کش‌ها، کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای فسفاته که حاوی کادمیوم و مس هستند و آب‌های سطحی در مزارع صیفی‌جات به‌ویژه مزارع خیار نسبت داد. در مطالعه انجام شده بهرام‌پور روی فلزات سنگین مزارع کشاورزی مغان، یکی از علل عمده افزایش فلزات سنگین در خاک، استفاده از سموم کشاورزی و کودهای شیمیایی فسفاته ذکر گردید (۲۴). از طرفی در مطالعه Singh و Kachenko در استرالیا با افزایش غلظت روی در خاک میزان جذب و دریافت کادمیوم در گیاهان افزایش یافت و این عنصر دارای اثر سینرژیک بود (۲۵). لذا یکی از علل عمده تجمع کادمیوم در نمونه‌های خیار را می‌توان به اثر سینرژیک فلز روی بر میزان دریافت کادمیوم توسط گیاهان ذکر نمود.

در مطالعه حاضر اختلاف آماری معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در نمونه‌های خیار و گوجه‌فرنگی گنبد با نمونه‌های گرگان مشاهده نشد که می‌تواند ناشی از شرایط نسبتاً یکسان فرایند کشاورزی شامل مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت این محصولات باشد.

میانگین غلظت فلزات روی، کادمیوم، سرب و مس در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گنبد به طور غیرمعنی‌داری کمتر از گوجه‌فرنگی گرگان بود. میانگین غلظت سرب در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گنبد ۵ برابر و کادمیوم و سرب در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گرگان به

میانگین غلظت روی و سرب در نمونه‌های خیار و گوجه‌فرنگی گرگان و گنبد اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد ($P < 0/05$). به‌طوری که در همه نمونه‌های خیار غلظت روی و سرب بیش از نمونه‌های گوجه‌فرنگی بود. میانگین غلظت کادمیوم به طور غیرمعنی‌داری در همه نمونه‌های خیار بیشتر از گوجه‌فرنگی بود. میانگین غلظت مس در نمونه‌های خیار مانند سایر عناصر بیشتر از گوجه‌فرنگی بود ($P < 0/05$) (جدول یک).

میانگین غلظت فلزات روی، سرب، کادمیوم و مس در پوست و بافت نمونه‌های خیار اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند؛ اما میانگین غلظت روی، سرب و مس نمونه‌های پوست خیار با بافت خیار و در نمونه‌های گوجه‌فرنگی با خیار اختلاف آماری معنی‌داری داشتند ($P < 0/05$). در مورد کادمیوم این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. میانگین غلظت فلزات سنگین روی، کادمیوم، سرب و مس در نمونه‌های خیار و گوجه‌فرنگی گنبد با نمونه‌های گرگان اختلاف آماری معنی‌داری نداشت.

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه میانگین غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های خیار و گوجه‌فرنگی بسیار بیشتر از حد مجاز و غلظت همه فلزات سنگین مورد سنجش در خیار بیشتر از گوجه‌فرنگی بود.

فلزات سنگین نه تنها بر ارزش غذایی میوه‌ها و سبزیجات اثر گذارند؛ بلکه بر سلامت افراد مصرف‌کننده نیز اثرات نامطلوبی خواهند داشت. به همین دلیل نسبت به تعیین حداکثر مجاز در سطح ملی و بین‌المللی اقدام شده است (۲۱).

در مطالعه حاضر میانگین غلظت سرب و مس در نمونه‌های خیار گنبد و گرگان بسیار بیشتر از حداکثر مجاز سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروبار و کشاورزی بود. بایستی توجه داشت مصرف خیار و گوجه‌فرنگی تنها راه ورود احتمالی این فلزات به بدن نیست و از طریق سایر مواد غذایی و هوای آلوده نیز می‌تواند وارد بدن شود (۱).

در مطالعه ما میانگین غلظت سرب و مس در بافت خیار گرگان و روی، سرب و مس در بافت خیار گنبد بیشتر از پوست آن بود. به‌طور کلی میانگین غلظت کادمیوم و سرب در نمونه‌های خیار به ترتیب بیش از ۲ و ۱۴ برابر مقدار ماکزیمم مجاز ایران و

تابستان و مساعد بودن شرایط برای رشد آفات گیاهی از جمله قارچ‌ها به‌خصوص در مزارع خیار، سبب افزایش استفاده از سموم کشاورزی شده است. همچنین استفاده مستمر از کودهای شیمیایی فسفات و مکمل با ترکیبات فلزات سنگینی شامل مس، کادمیوم و سرب، می‌تواند از علل افزایش غلظت فلزات سنگین در مزارع خیار و گوجه‌فرنگی باشد. علاوه بر این استفاده از آب‌های سطحی یا پساب‌ها برای آبیاری و آلودگی هوا به‌ویژه در مزارع حاشیه بزرگراه‌ها و شهرهای بزرگ، از دیگر دلایل احتمالی افزایش غلظت فلزات سنگین در صیفی‌جات است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های خیار و گوجه‌فرنگی بسیار بیشتر از حد مجاز و غلظت همه فلزات سنگین مورد سنجش در خیار بیشتر از گوجه‌فرنگی است. همچنین بیشترین آلودگی با فلزات سنگین به ترتیب شامل سرب، کادمیوم، روی و مس بود. پایش و کنترل مستمر مقادیر سموم آفت‌کش و کودهای شیمیایی به منظور کاهش غلظت این فلزات در زنجیره غذایی ضروری است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب (شماره ۱۵۱۲) معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گلستان و مرکز تحقیقات بهداشت محیط بود و با حمایت مالی آن معاونت محترم به انجام رسید. بدین وسیله از خانم‌ها زهرا زنگانه، راضیه خوجه و مرضیه یلما که در اجرای مطالعه ما را یاری نمودند؛ صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

References

- Samarghandi MR, Karimpour M, Sadri GHH. [A study of Hamadan' s vegetables' heavy metals irrigated with water polluted to these metals, Iran, 1996]. J Sabzevar Univ Med Sci. 2000; 7(1): 45-53. [Article in Persian]
- Hoodaji M, Jalalian A. [Distribution of nickel, manganese and cadmium in soil and crops in the mobarakeh steel plant region]. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 2004; 8(3):55-67 [Article in Persian]
- Shukla SR, Pai RS. Adsorption of Cu(II), Ni(II) and Zn(II) on modified jute fibres. Bioresour Technol. 2005 Sep;96(13):1430-8.
- Elsagh A. [Determination of Zinc, Copper, Cobalt and manganese intensity in Rutilus frisii kutum and Cyprinus carpio fishes of Caspian sea]. J Gorgan Uni Med Sci. 2011; 13 (4) :107-13. [Article in Persian]
- Shahryary A. [Determination of heavy metals (Cd, Cr, Pb, Ni) in edible tissues of Lutjans Coccineus and Tigeratoo Croaker In the persian Gulf-2003]. J Gorgan Uni Med Sci. 2005;7 (2) :65-67. [Article in Persian]
- 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). 811-15.

ترتیب ۱/۶ و ۷ برابر حداکثر مجاز بود. میانگین غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در نمونه‌های گوجه‌فرنگی کمتر از نمونه‌های خیار بود. احتمالاً علل عمده آن با توجه به تفاوت مراحل داشت، مزارع گوجه‌فرنگی نسبت به مزارع خیار شامل نیاز کمتر به استفاده از کودهای شیمیایی فسفات، مقاومت بیشتر آنها به آفات و کاهش دفعات سمپاشی است. با توجه به بالا بودن رطوبت منطقه و مساعد بودن شرایط برای رشد آفات گیاهی از جمله قارچ‌ها و افزایش دفعات استفاده از سموم آفت‌کش و نیز استفاده از کودهای شیمیایی فسفات و مکمل را می‌توان از دلایل احتمالی بالا بودن غلظت کادمیوم و سرب در گوجه‌فرنگی ذکر کرد. نتایج حاصل از مطالعه جعفریان و آل‌هاشم نیز موید این نتایج است (۸). اما در مطالعه Arora و همکاران در هند غلظت فلزات سنگین از جمله کادمیوم، سرب، مس و روی که به روش جذب اتمی تعیین شده بود؛ کمتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی گزارش گردید. در صورتی که غلظت این عناصر در مزارع آبیاری شده با فاضلاب بیشتر از سایر مزارع بود (۶). در مطالعه Osma و همکاران در ترکیه بر روی فلزات سنگین نمونه‌های گوجه‌فرنگی، علل عمده آلودگی به فلزات سنگین استفاده از آفت‌کش‌ها، کودهای شیمیایی، منابع آب آلوده و آلودگی هوا در شهرهای بزرگ و مزارع حاشیه بزرگراه‌ها ذکر شده است (۲۶). در مطالعه Rossi و همکاران در ایتالیا غلظت فلزات سنگین نمونه‌های گوجه‌فرنگی که به روش جذب اتمی تعیین شده بود؛ کمتر از حد مجاز استاندارد اروپا اعلام گردید؛ اما غلظت کادمیوم و سرب بیشتر از سایر عناصر بود (۲۷) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

با توجه به بالا بودن رطوبت و دمای هوای استان در فصول بهار و

- Alboghobeysh H, Tahmourespour A, Doudi M. [Antibiotic resistance in isolated bacteria from urban sewage and copper smeltery industrial wastewater]. J Gorgan Uni Med Sci. 2013; 15(1): 95-102. [Article in Persian]
- Jafarian-Dehkordi A, Alehashem M. Heavy metal contamination of vegetables in Isfahan, Iran. Res Pharm Sci. 2013 Jan-Mar; 8(1):51-8.
- Radu L, Anca-Rovena L. Vegetable and fruits quality within heavy metals polluted areas in Romania. Carpath J of Earth and Environmental Sciences. 2008;3(2):115-29.
- Afyuni M, Rezajnejad Y, Khayambashi B. [Effect of sewage sludge on yield and heavy metal uptake of lettuce and spinach]. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 1998; 2(1):19-30. [Article in Persian]
- Misund A, Frengstad B, Siewers U, Reimann C. Variation of 66 elements in European bottled mineral waters. Sci Total Environ. 1999 Dec; 243:21-41.
- Nazemi S, Asgari AR, Raei M. [Survey the amount of heavy metals in cultural vegetables in suburbs of Shahroud]. Iran J Health Environ. 2010;3(2):195-202. [Article in Persian]
- Järup L. Hazards of heavy metal contamination. Br Med Bull.

2003;68:167-82.

14. Zazouli MA, Mohsein Bandpei A, Maleki A, Saberian M, Izanloo H. Determination of cadmium and lead contents in black tea and tea liquor from Iran. *Asia J Chem*. 2010; 22(2): 1387-93.

15. WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. 3rd. Geneva. 2008.

16. Bhutto MA, Ahmed M, Parveen Z, Riazuddin, Kaloi GM. Determination of heavy and essential metals in different wheat varieties grown in three districts of Sindh (Pakistan). *International Journal of Agriculture and Biology (IJAB)*. 2006; 8(4):448-9.

17. Sabir SM, Khan SW, Hayat H. Effect of environmental pollution on quality of meat in district bagh, Azad Kashmir. *Pakistan Journal of Nutrition (PJN)*. 2003;2(2):98-101.

18. Gul A, Yilmaz M, Isilak Z. [Acute toxicity of zinc sulphate (ZnSO₄.H₂O) to guppies (*Poecilia reticulata* P., 1859)]. *GU Journal of Science*. 2009; 22(2):59-65.

19. Fraga CG. Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health. *Mol Aspects Med*. 2005 Aug-Oct; 26(4-5):235-44.

20. APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. Method 3130. 21th. Washington DC: American Water Works Assn. 2005; pp: 427-33.

21. Radwan MA, Salama AK. Market basket survey for some

heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. *Food Chem Toxicol*. 2006 Aug;44(8):1273-8.

22. Commission Regulation (EC) No 466/2001 of 8 March. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Communities*. 2001; L77. 1-13.

23. Mansour SA, Belal MH, Abou-Arab AAK, Gad MF. Monitoring of pesticides and heavy metals in cucumber fruits produced from different farming systems. *Chemosphere*. 2009; 75(5):601-9.

24. Bahrapoor T. Concentration of some heavy metals (CU, ZN, FE, MN, PB, CD AND NI) arable lands of mogha. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*. 2012; 2(3); 146-52.

25. Kachenko AG, Singh B. Heavy metals contamination in vegetables grown in urban and metal smelter contaminated sites in Australia. *Water, Air and Soil Pollution*. 2006; 169:101-23.

26. Osmar E, Ozyigit II, Leblebiciz Z, Demir G, Serin M. Determination of heavy metal concentrations in tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller) grown in different station types. *Rom Biotech Lett*. 2012; 17(1): 6962-74.

27. Rossi F, Godani F, Bertuzzi T, Trevisan M, Ferrari F, Gatti S. Health-promoting substances and heavy metal content in tomatoes grown with different farming techniques. *Eur J Nutr*. 2008 Aug; 47(5):266-72.

Original Paper

Concentration of cadmium, lead, zinc and copper in the cucumber and tomatoe in Northern Iran

Zafarzadeh A (Ph.D)*¹, Rahimzadeh H (M.Sc)²

¹Assistant Professor, Environmental Health Research Center, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. ²Academic Instructor, Environmental Health Research Center, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

Abstract

Background and Objective: Nowadays the food contamination is increased and threatening human health. This study was done to determine the concentration of cadmium, lead, zinc and copper in tomatoes and cucumber in Northern Iran.

Methods: In this descriptive study, 48 cucumber and 48 tomatoes samples were collected randomly from the two sampling stations of Gorgan and Gonbad the two cities in Golestan province of northern Iran during spring and summer of 2012. Cadmium (Cd), lead (Pb), zinc (Zn) and copper (Cu) concentrations were determined by voltammetry method of 797 Polarography models.

Results: Mean±SE of Zn, Cd, Pb and Cu concentration in samples of cucumber in Gonbad was 53.4±7.7, 0.09±0.013, 1.47±0.21 and 4.1±0.66 mg/kg wet weight, respectively. Mean±SE of Zn, Cd, Pb and Cu concentration in samples of cucumber in Gorgan was 60.3±8.7, 0.12±0.017, 1.4±0.2 and 3.7±0.53 mg/kg wet weight, respectively. Mean±SE of Zn, Cd, Pb and Cu concentration in samples of tomatoes in Gonbad was 17.9±2.6, 0.03±0.004, 0.5±0.07 and 0.85±0.12 mg/kg wet weight, respectively. Mean±SE of Zn, Cd, Pb and Cu concentration in samples of tomato in Gorgan was 23.8±3.4, 0.08±0.01, 0.66±0.09 and 1.7±0.24 mg/kg wet weight, respectively. Mean concentrations of Cd and Pb in cucumber and tomatoes samples of Gonbad was up to 2, 14, 0.6 and 5 times and mean concentrations of that in cucumber and tomatoes of Gorgan was up to 2.4, 14.4, 1.6 and 7 times exceed the maximum allowable limits of WHO/FAO.

Conclusion: Mean concentration of Cd and Pb in cucumber and tomato samples was exceeded the maximum allowable limits of WHO/FAO and mean concentration of heavy metals in cucumber was more than tomato samples.

Keywords: Zinc, Cadmium, Lead, Copper, Cucumber, Tomato, Iran

* **Corresponding Author:** Zafarzadeh A (Ph.D), E-mail: alizafarzadeh@yahoo.com

Received 29 Jan 2014

Revised 27 Oct 2014

Accepted 28 Oct 2014