بررسی غلظت کادمیوم، روی و منگنز در ریشه، ساقه و برگ اسفناج و گوجه‌فرنگی مصرفی شهر همدان

آزاده قبادی*، امین جهانگرد

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: azadehghobadi@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹٤/۲/۱۹ پذیرش نهایی: ۹۵/۸/۱۵)

چکیده

فلزات سنگین از مهمترین آلاینده‌ها در محیط زیست هستند که ورود آن‌ها به زنجیره غذایی یک خطر جدی برای سلامت انسان‌ها به شمار می‌آید. این مطالعه با هدف تعیین میزان غلظت عناصر سنگین کادمیوم، روی و منگنز در قسمت‌های مختلف ریشه، ساقه و برگ سبزی‌های اسفناج و گوجه‌فرنگی مصرفی شهر همدان در سال ۱۳۹۳ صورت گرفت. برای این منظور از محصولات ۳ مزرعه در شهر همدان با ۵ تکرار از هر مزرعه نمونه‌برداری به‌عمل آمد. جمع‌آوری نمونه‌ها از قسمت‌های مختلف ریشه، ساقه و برگ گیاه صورت پذیرفت. نمونه‌ها در آزمایشگاه با استفاده از روش هضم اسیدی، هضم شدند. سپس غلظت عناصر مورد بررسی توسط دستگاه نشر اتمیICP قرائت گردید. مقادیر میانگین غلظت فلزات سنگین در ریشه، ساقه و برگ گیاه اسفناج به‌ترتیب برابر بود با: کادمیوم ۰/۱٤، ۰/۲٤، ۰/۳٤، روی ۱۵/۵۳، ۲٤/۸۲، ۳۵ و منگنز ۲٦/۵۹، ۲٤/٤۲، ٤۵/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. این مقادیر در گوجه فرنگی به‌صورت: کادمیوم ۱٦/۲۰، ۲٤/٤۲، ۳۳/۸۱، روی ۲۱/٤۸، ۳۹/۷٤، ۵۲/۹۲ و منگنز ۲٦/٦۰، ٤۲/٤۱، ٦۱/۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم و منگنز در گیاه اسفناج و گوجه فرنگی با مقادیر استاندارد (WHO/FAO) اختلاف معنی‌داری را نشان داد. به جز فلز روی که اختلاف معنی‌داری را با مقادیر استاندارد مربوطه نداشت. مقایسه نتایج حاصل با مقادیر استاندارد نشان‌دهنده آلوده بودن سبزیجات مصرفی اسفناج و گوجه‌فرنگی مورد مطالعه بود. به‌طوری که غلظت فلزات کادمیوم و منگنز در تمامی نمونه‌ها برای سلامتی مصرف‌کنندگان مخاطره‌آمیز ارزیابی شد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، زنجیره غذایی، سبزیجات، همدان

مقدمه

تأمین امنیت و کیفیت مواد غذایی جمعیت در حال رشد، با توجه به منابع طبیعی محدود یکی از مهمترین مباحث جهان به‌شمار می‌رود. عناصر سنگین یکی از مهمترین آلاینده‌ها هستند که سالانه هزاران تن از این عناصر در مقیاس جهانی وارد سیستم خاک می‌شوند (Tiller *et al*., 1999). عناصر سنگین به‌علت خواص سمی، تجمع‌پذیری و همچنین ماندگاری زیاد در بدن موجودات زنده دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. این فلزات توسط خاک جذب شده و سبب آلودگی زمین‌های کشاورزی می‌شوند و نهایتاً وارد زنجیره غذایی شده و ممکن است به حد آستانه سمی برای گیاه، حیوان یا انسان برسد. اگر چه برخی از این عناصر در مقادیر ناچیز برای رشد گیاه لازم هستند، ولی غلظت بیشتر از حد مجاز می‌تواند برای حیات گیاهی و جانوری خطرساز باشد (Street *et al*., 1977). در واقع گیاهان مهم‌ترین مسیر انتقال فلزات سنگین به زنجیره غذایی انسان و چرخه‌های زیستی محسوب می‌شوند (Winsor, 1973). چگونگی توزیع و محل انباشتگی این عناصر در بین قسمت‌های مختلف اندام‌های گیاهی حائز اهمیت می‌باشد، چرا که توزیع آن‌ها در اندام‌های مختلف یک گیاه یکسان نیست و معمولاً تجمع این عناصر در دانه و میوه کمتر از برگ و ریشه است. از طرفی توانمندی جابه‌جایی و انتقال عناصر سنگین در گیاه به نوع عنصر، اندام گیاهی و حتی به سن آن نیز بستگی دارد (Loutfy *et al*., 2006). در بین فلزات سنگین فلزاتی هم‌چون روی، مس، منگنز و کبالت در مقادیر مناسب برای بیشتر سیستم‌های بیولوژیکی از جمله انسان ضروری هستند و جزء عناصر ضروری در جیره غذایی روزانه انسان هستند، اما دوزهای بالای این عناصر، بسیار سمی است، در حالی که برخی دیگر از فلزات سنگین از جمله کادمیوم، سرب و آرسنیک برای گیاهان، حیوانات و انسان سمی است (Kabata-pendias, 2011). در حقیقت مهمترین مسأله در ارتباط با فلزات سنگین عدم متابولیزه شدن آن‌ها در بدن انسان می‌باشد. فلزات سنگین پس از ورود به بدن دیگر از بدن دفع نشده بلکه در بافت‌هایی مثل چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب کرده و انباشته می‌گردد. این فلزات ممکن است اثر کوتاه مدت نداشته باشند و اثرات آن‌ها تنها بعد از چند سال قرار گرفتن در معرض این فلزات ظاهر شود. بنابراین نظارت منظم بر غلظت فلزات سنگین در محصولات کشاورزی برای به حداقل رساندن آثار سوء این فلزات ضروری به‌نظر می‌رسد (Ahmadi, 2008). منابع ورود فلزات سنگین، در خاک عمدتاً فعالیت‌های انسانی و وقایع طبیعی هستند. منابع انسانی مرتبط با صنعتی شدن و فعالیت‌های کشاورزی مانند رسوبات اتمسفری، تخلیه پسماندها، فاضلاب شهری، دود خروجی خودروها، کاربرد شیمیایی و استفاده بلند مدت از لجن فاضلاب در زمین‌های کشاورزی می‌باشد (Cui *et al*., 2005). سبزیجات یکی از غذاهای اصلی برای اغلب افراد است و نقش مهمی را در رژیم غذایی انسان بازی می‌کنند (Yang *et al*., 2010).

سبزیجات علاوه بر دارا بودن مواد معدنی مانند پروتئین، ویتامین، آهن، کلسیم و سایر عناصر غذایی، حاوی عناصر مضر در محدوده وسیعی از غلظت‌ها می‌باشند، بنابراین سبزیجات آلوده یک تهدید بزرگ برای سلامتی انسان به‌حساب می‌آیند (Bahemuya and mubofa, 1999). تجمع فلزات سنگین و انتقال آن‌ها از

خاک به سبزیجات به‌دلیل ارتباط نزدیکی که سبزیجات با سلامت انسان دارند به‌صورت گسترده مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته است (Chao *et al.*, 2007). تحقیقات نشان داده است که غلظت عناصر سنگین در نمونه‌های سبزیجات از حد مجاز توصیه شده برای این عناصر بالاتر بوده است و در سبزیجات برگی از قبیل کاهو و اسفناج مقدار سرب و کادمیوم بیشتری یافت شد (Radwan and Salama, 2006; Sharma *et al.*, 2008). از آن‌جایی که حدود ۹۰ درصد فلزات سنگین از طریق مصرف غذا به‌ویژه سبزیجات آلوده به انسان منتقل می‌شود و با توجه به اهمیت و کیفیت محصولات کشاورزی در رژیم غذایی افراد، این پژوهش با هدف تعیین میزان غلظت عناصر سنگین کادمیوم، روی و منگنز در قسمت‌های مختلف ریشه، ساقه و برگ سبزی‌های اسفناج و گوجه فرنگی مصرفی شهر همدان صورت پذیرفت.

مواد و روش کار

این پژوهش نمونه‌برداری اسفناج و گوجه فرنگی در فصل پاییز سال ۱۳۹۳ از ۳ مزرعه واقع در شهر همدان صورت گرفت. نمونه‌های اسفناج و گوجه فرنگی از قسمت‌های مختلف ریشه، ساقه و برگ صورت پذیرفت. و از هر مزرعه نمونه‌ها به‌صورت تصادفی با ۵ تکرار از قسمت‌های مختلف مزرعه جمع‌آوری شدند. در مجموع برای هر کدام از گیاه اسفناج و گوجه فرنگی، ۱۵ نمونه ریشه، ۱۵ نمونه ساقه و ۱۵ نمونه برگ برداشت شد.

- خشک کردن نمونه‌ها

نمونه‌های اسفناج با آب مقطر تمیز و در هوای آزاد کاملاً خشک شدند، سپس برای خشک کردن کامل، به‌مدت ۲٤ ساعت در دستگاه آون در دمای ٦۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. نمونه‌های گوجه‌فرنگی پس از شستشو به قطعات نازک بریده شده و در هوای آزاد خشک گردید و جهت اطمینان از خشک شدن کامل نمونه‌ها به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از این مرحله، نمونه‌ها آسیاب شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده تا ناخالصی‌ها از آن جدا شود.

- آماده‌سازی نمونه‌ها

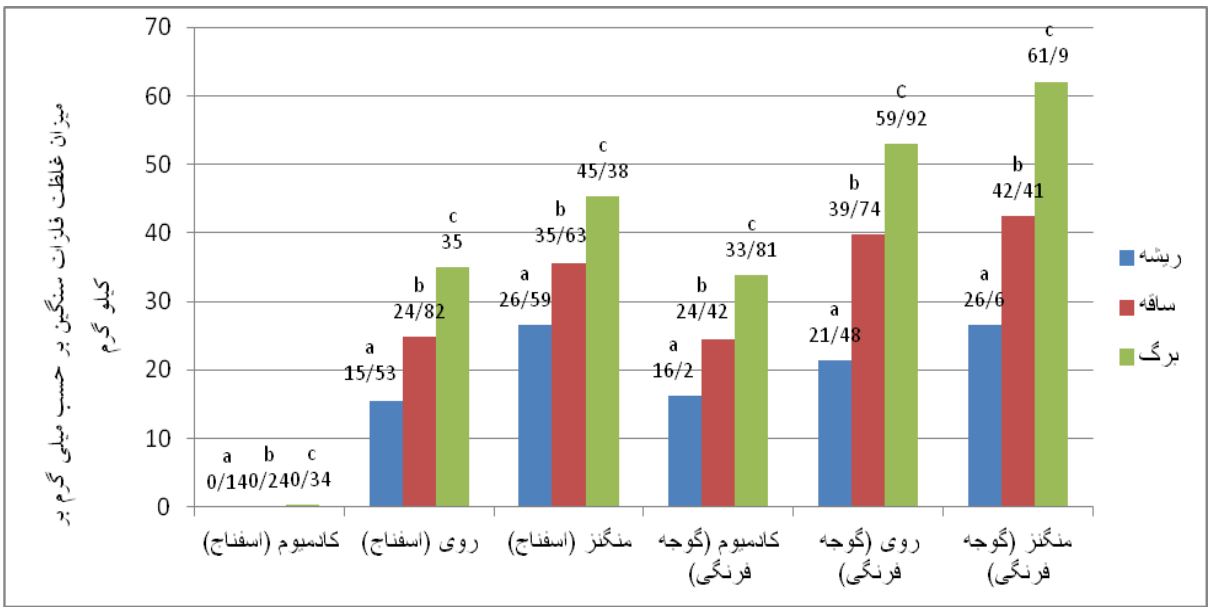
ابتدا به‌میزان ۰/۲ گرم از نمونه‌های پودر شده اسفناج و گوجه‌فرنگی به‌صورت مجزا، توزین و داخل ظرفی ریخته شد، و ٤ سی‌سی اسید نیتریک غلیظ به آن اضافه و به‌مدت ٦۰ دقیقه در داخل بن ماری در دمای ٦٥ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس دما به ۱۰۰ درجه سلسیوس افزایش یافت و نمونه‌ها به‌مدت ۹۰ دقیقه در داخل بن‌ماری قرار گرفتند و بعد از رسیدن به دمای آزمایشگاه، ۰/۲ سی‌سی آب اکسیژنه ۳۷ درصد، جهت هضم ماده آلی به آن اضافه گردید و برای کامل شدن فرآیند، نمونه‌ها نیم ساعت رها شدند. نمونه‌ها با کمی آب مقطر از کاغذی صافی واتمن ٤۲ عبور داده و در داخل بالن ۲٥ سی‌سی صاف شدند. سپس عصاره‌های به‌دست آمده به حجم رسانیده شدند (Arora *et al.*, 2008). در پایان برای قرائت غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های اسفناج و گوجه فرنگی از دستگاه نشر اتمی Inductively Coupled Plasma (ICP) مدل Varian 710-E استفاده شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

برای مقایسه میانگین غلظت عناصر در نمونه‌های مورد بررسی از آزمون آماری تحلیل واریانس بین آزمودنی یک طرفه (دانکن) و جهت مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد ارزیابی با استاندارد ملی و بین‌المللی از تی‌تست تک نمونه‌ای و آزمون همبستگی (پیرسون) و جهت اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف استفاده شد و رسم نمودار با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

یافته‌ها

با توجه به نمودار (۱) مشاهده می‌شود که بین ریشه، ساقه و برگ موجود در سبزی‌های اسفناج و گوجه فرنگی تفاوت معنی‌داری از نظر فلزات کادمیوم، روی و منگنز وجود دارد ($p<۰/۰۵$).



نمودار (۱)- میزان غلظت فلزات سنگین در ریشه، ساقه و برگ نمونه‌های مورد بررسی؛ a، b و c: حروف غیرمشترک در مورد میانگین هر عنصر بیانگر تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

نتایج آماری حاصل از جدول (۱) نشان می‌دهد که میانگین غلظت کادمیوم در بخش‌های ساقه و برگ اسفناج بالاتر از حد استاندارد WHO/FAO بود و این در حالی است که مقدار غلظت کادمیوم در ریشه کمتر از حد استاندارد تشخیص داده شد. هم‌چنین مقدار فلز روی در هر سه قسمت ریشه، ساقه و برگ اسفناج کمتر از حد استاندارد بود، در حالی که مقدار منگنز در هر سه قسمت ریشه، ساقه و برگ گیاه اسفناج بالاتر از حد استاندارد برآورد شد ($p<۰/۰۵$).

جدول (۱) – مقایسه میزان غلظت فلزات سنگین با سطوح استاندارد برای سبزی اسفناج بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم

فلز سنگین	نمونه	WHO/FAO* mg/kg	حد بالا	حد پایین	آماره t	درجه آزادی	Sig.	میانگین
کادمیوم	ریشه	۰/۲	-۰/۰۳	-۰/۰۷	-٦/٤١	١٤	۰/۰۰۰	۰/١٤
	ساقه	۰/۲	۰/۰۵	۰/۰۲	٦/۰۹	١٤	۰/۰۰۰	۰/۲٤
	برگ	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۲	۱۸/۹۱	١٤	۰/۰۰۰	۰/۳٤
روی	ریشه	٦۰	-٤۲/۵	-٤٦/٤	-٤۹/۱۷	١٤	۰/۰۰۰	۱۵/۵۳
	ساقه	٦۰	-۳۳/۹	-۳٦/٤	-۵۹/۷	١٤	۰/۰۰۰	۲٤/۸۲
	برگ	٦۰	-۲۳/۲	-۲٦/۷	-۳۰/٦	١٤	۰/۰۰۰	۳۵
منگنز	ریشه	۰/۲	۲۷/۹	۲٤/۸	۳٦/۷	١٤	۰/۰۰۰	۲٦/۵
	ساقه	۰/۲	۳۷/۲	۳۳/٦	٤۱/۷	١٤	۰/۰۰۰	۳۵/٦۳
	برگ	۰/۲	٤۷	٤۳/۳	۵۲/٦	١٤	۰/۰۰۰	٤۵/۳۸

از طرفی نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که میانگین غلظت فلزات کادمیوم و منگنز در بخش‌های ریشه، ساقه و برگ گیاه گوجه فرنگی بالاتر از حد استاندارد (WHO/FAO) است. در حالی‌که میانگین غلظت فلز روی در هر سه قسمت ریشه، ساقه و برگ گیاه گوجه فرنگی کمتر از حد استاندارد تشخیص داده شد (۰/۰۵ >p).

جدول (۲)– مقایسه میزان غلظت فلزات سنگین با سطوح استاندارد برای گوجه فرنگی بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

فلز سنگین	نمونه	WHO/FAO* mg/kg	حد بالا	حد پایین	آماره t	درجه آزادی	Sig.	میانگین
کادمیوم	ریشه	۰/۲	۱۸/۲	۱۳/۷	۱۵/۱٤	١٤	۰/۰۰۰	١٦/۲
	ساقه	۰/۲	۲۵/۷٦	۲۲/٦	۳۳/۷۵	١٤	۰/۰۰۰	۲٤/٤۲
	برگ	۰/۲	۳۵/۵	۳۱/۷	۳۸/۱۷	١٤	۰/۰۰۰	۳۳/۸۱
روی	ریشه	٦۰	-۳۵/۸۱	-٤۱/۲	-۳۰/٤۹	١٤	۰/۰۰۰	۲۱/٤۸
	ساقه	٦۰	-۱۷/٦	-۲۲/۸	-۱٦/٦٦	١٤	۰/۰۰۰	۳۹/۷٤
	برگ	٦۰	-٤/۷	-۹/٤	-٦/٤۲	١٤	۰/۰۰۰	۵۲/۹۲
منگنز	ریشه	۰/۲	۲۸/۳	۲٤/۵	۲۹/٦۵	١٤	۰/۰۰۰	۲٦/٦
	ساقه	۰/۲	٤٤/۸	۳۹/۵	۳۳/۸۸	١٤	۰/۰۰۰	۲٤/٤
	برگ	۰/۲	٦۳/۹	۵۹/٤	٦۰/۱۳	١٤	۰/۰۰۰	٦۱/۹

جدول (۳) نشان می‌دهد که بین عناصر روی موجود در ریشه و کادمیوم موجود در برگ اسفناج، و بین منگنز موجود در ریشه و کادمیوم موجود در برگ اسفناج به‌ترتیب همبستگی مثبت و منفی وجود دارد

(p<۰/۰۵). از طرفی بین منگنز موجود در ریشه و برگ گیاه اسفناج نیز همبستگی مثبت وجود دارد (p<۰/۰۵).

جدول (۳) – همبستگی بین مقدار فلزات سنگین موجود در ریشه، ساقه و برگ گیاه اسفناج بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

فلز سنگین	نمونه	کادمیوم			روی			منگنز		
		ریشه	ساقه	برگ	ریشه	ساقه	برگ	ریشه	ساقه	برگ
	ریشه		۰/۳٤	-۰/۲۵	۰/٤۳	-۰/٤٤	-۰/۲۵	-۰/۰۵	-۰/۳۹	۰/۰۰۵
کادمیوم	ساقه			۰/۹۵	-۰/۲٦	-۰/٤۵	-۰/۱٦	۰/۰۱	۰/۵۱	-۰/۱۰
	برگ				-۰/٦۹**	۰/۱۹	-۰/۰۱	۰/۷۷**	-۰/۰۳	۰/٤۷
	ریشه					-۰/٤٤	-۰/۰۸	-۰/٤۸	-۰/۳۱	-۰/۳٦
روی	ساقه						۰/۲۳	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۰۷
	برگ							۰/۰٦	-۰/۰۷	۰/۳۰
	ریشه								-۰/۰۷	۰/۵۱*
منگنز	ساقه									-۰/۱۰
	برگ									

** سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و * سطح معنی‌داری ۰/۰۵

جدول (٤) نشان می‌دهد که بین عناصر روی موجود در ریشه و کادمیوم موجود در برگ، و بین منگنز موجود در ریشه و کادمیوم موجود در برگ، و بین روی موجود در برگ و کادمیوم موجود در ساقه، و بین منگنز موجود در ریشه و روی موجود در برگ گیاه گوجه فرنگی به‌ترتیب همبستگی‌های منفی، مثبت، مثبت و منفی وجود دارد.

جدول (٤) – همبستگی بین مقدار فلزات سنگین موجود در ریشه، ساقه و برگ گیاه گوجه فرنگی بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم

فلز سنگین		کادمیوم			روی			منگنز		
		ریشه	ساقه	برگ	ریشه	ساقه	برگ	ریشه	ساقه	برگ
	ریشه		۰/۰۰۳	۰/۰۸	-۰/۲۳	-۰/٤۳	-۰/۲۲	-۰/۱٤	-۰/۳۹	-۰/٤۲
کادمیوم	ساقه			-۰/۳۰	-۰/۱۰	-۰/۰۵	۰/۵۸*	-۰/۲٤	-۰/۳۲	۰/۳۲
	برگ				-۰/٦۰*	-۰/۱٤	-۰/۳۰	۰/٦۱*	-۰/۱۷	۰/۰۷
	ریشه					۰/۱۰	۰/۱٤	-۰/٤۲	۰/۲٤	-۰/۳۸
روی	ساقه						۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۱۰
	برگ							-۰/۵۲*	۰/۰۹	۰/۰۰۱
	ریشه								-۰/۱۰	۰/۰٦
منگنز	ساقه									۰/۰۸
	برگ									

* سطح معنی داری ۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

با صنعتی شدن جهان امروز یکی از مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی که بیش از همه نمایانگر هستند وجود فلزات سنگین در زنجیره غذایی انسان‌ها می‌باشد. وجود این فلزات نه تنها کیفیت محصولات را کاهش می‌دهد، بلکه امنیت و بهداشت مواد غذایی انسان‌هایی را که در رژیم غذایی خود از آن‌ها مصرف می‌کنند، تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین پایش این قبیل آلوده کننده‌ها در مصرف مواد غذایی آلوده به عناصر سنگین یکی از مهمترین اولویت‌ها به‌شمار می‌رود، تا اثرات سوء این قبیل عناصر در زنجیره غذایی انسان به حداقل برسد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد، در میزان جذب فلزات سنگین در قسمت‌های مختلف ریشه، ساقه و برگ اسفناج و گوجه فرنگی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به‌طوری که مقدار فلزات کادمیوم، روی و منگنز در هر دو نمونه مورد بررسی اسفناج و گوجه فرنگی از بیشترین به کمترین مقدار به‌ترتیب متعلق به برگ، ساقه و ریشه گیاه می‌باشد. به‌عبارتی نتایج بیانگر این بود که در هر دو نمونه مورد بررسی میزان تجمع فلزات کادمیوم، روی و منگنز در قسمت برگ بیشتر از تجمع این فلزات در قسمت ساقه و ریشه گیاه می‌باشد. در واقع چگونگی توزیع و مقدار انباشتگی فلزات سنگین در اندام‌های مختلف یک گیاه متفاوت است. چراکه توزیع آن‌ها در قسمت‌های یک گیاه یکسان نیست، معمولاً تجمع این عناصر در دانه و میوه کمتر از برگ و ریشه گیاه است (Loutfy *et al*., 2006). در تحقیقی افزایش تجمع عناصر سنگین در ریشه، ساقه و دانه گیاهان در اراضی تحت تأثیر فاضلاب شهری جنوب تهران مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که این افزایش در اندام هوایی اسفناج و علف هرز کمتر بوده که با تحقیق حاضر همخوانی دارد (Shariati *et al*., 1989). بالا بودن غلظت فلزات در قسمت‌های مختلف نمونه‌های گیاه مورد بررسی می‌تواند نشانگر ورود آلاینده‌ها از طریق مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و آلی، فضولات و پسماندهای کشاورزی و مصرف آب‌های آلوده جهت آبیاری به خاک زراعی باشد. آب‌های آلوده به فلزات سنگین حتی در غلظت‌های کمتر از حد مجاز می‌تواند در طولانی مدت باعث انباشت فلزات در خاک شوند، در نتیجه توسط گیاه جذب شده و وارد زنجیره غذایی شوند. همچنین رکنی اظهار داشت که توانایی گیاهان برای جذب، تجمع و تحمل فلزات متفاوت است (Rokni, 1999).

نتایج مطالعه‌ای نشان داد که کاهو، اسفناج، کرفس و کلم تمایل به ذخیره مقادیر زیادی فلز سنگین در خود دارند، در حالی‌که سیب‌زمینی، ذرت، لوبیا و نخود مقدار کمتری فلزات سنگین در خود ذخیره می‌کنند که با این تحقیق مطابقت دارد (Davis and Smith, 1980). مقایسه نتایج حاصل با سطوح استاندارد WHO/FAO نشان داد که میانگین غلظت فلز منگنز در بخش‌های ریشه، ساقه و برگ اسفناج و گوجه فرنگی بالاتر از حد استاندارد است.

بنابراین با احتمال ۹۵٪ ریشه، ساقه و برگ هر دو گیاه به فلز منگنز آلوده هستند. هم‌چنین مقدار غلظت فلز کادمیوم در بخش‌های ساقه و برگ اسفناج بالاتر از حد استاندارد بود؛ این در حالی است که مقدار این فلز در بخش ریشه این گیاه کمتر از حد استاندارد برآورد شد. از طرفی میانگین غلظت کادمیوم در هر سه بخش گیاه گوجه‌فرنگی نشان داد که این مقادیر بالاتر از حد

استاندارد است. این در حالی است که میانگین غلظت فلز روی در هر سه بخش گیاه اسفناج و گوجه فرنگی کمتر از حد استاندارد تشخیص داده شد، نتایج حاضر با نتایج مطالعات مشابه مطابقت دارد (Al-Saleh and Shinwari, 2001, Lin *et al*., 2004). جذب فلزات سنگین توسط گیاهان اغلب از گونه گیاهی، مرحله رشد، نوع خاک، نوع فلز و فاکتورهای محیط زیستی تأثیر می‌پذیرد (Orisakwe *et el*., 2012).

نتایج تحقیق حاضر همبستگی مثبت و منفی معنی‌داری را بین عناصر کادمیوم، روی و منگنز موجود در ریشه، برگ و ساقه گیاه اسفناج و گوجه‌فرنگی نشان داد. این همبستگی بیانگر وجود منبع مشترک از قبیل آب نامناسب جهت آبیاری، خاک آلوده، کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی و آفت کش‌ها و... برای ورود این فلزات به گیاه اسفناج و گوجه‌فرنگی می‌باشد. وجود همبستگی معنی‌دار بین فلزات در محصولات کشاورزی نشان‌دهنده این است که فلزات مزبور از یک منابع یکسانی جذب گیاهان شده‌اند (Ping *et al*., 2011).

بنابراین وجود همبستگی بین مقدار غلظت فلزات مختلف در قسمت‌های مختلف اعم از ریشه، ساقه و برگ یک گیاه از منابع مشابه فلزات سنگین صحه می‌گذارد (Cheng *etal*.,1984).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌دهنده آلوده بودن سبزیجات مصرفی اسفناج و گوجه‌فرنگی شهر همدان بود، به‌طوری‌که غلظت فلزات کادمیوم و منگنز در تمامی نمونه‌ها برای مصرف‌کنندگان مخاطره‌آمیز ارزیابی شد. به‌طور کلی حضور عناصر سنگین در بخش‌های مصرفی سبزیجات نشان‌دهنده جذب این عناصر از منابع مختلف آلوده به عناصر سنگین می‌باشد. برای جلوگیری از آلودگی محصولات کشاورزی به عناصر سنگین لازم که غلظت عناصر غذایی در خاک و سبزیجات به‌طور متناوب پایش و مورد بررسی قرار گیرد تا مانع از تجمع بیش از حد این عناصر در بافت‌های گیاهی و ورود آن‌ها به زنجیره غذایی شود.

منابع

- Ahmadi, B. (2008). The role of heavy metals on human health, Water Resources Management Company in Iran, pp. 1-10 [In Persian].
- Al-Saleh, I. and Shinwari, N. (2001). Report on the levels of cadmium0, lead, and mercury in imported rice grain samples. Biological Trace Element Research, 83(1): 91-96.
- Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B. and Mittal, N. (2008). Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources, Food Chemistry, 111(4): 811- 815.
- Bahemuka, T.E. and Mubofu, E. B. (1999). Heavy metals in edible green vegetables grown along the sites of the Sinza and Msimbazi rivers in Dares Salaam, Tanzania, Food Chemistry, 66: 63-66.
- Chao, W., Xiao-chen, L., Li-min, Z., Pei-fang, W. and Zhi-yong, G. (2007). Pb, Cu, Zn and Ni concentrations in vegetables in relation to their extractable fractions in soils in suburban areas of Nanjing, China, Polish Journal of Environmental Studies, 16: 199-207.
- Cheng, A.C., Warknek, J.E., Page, A.L. and Land, A.J. (1984). Accumulation of heavy metal in sewage sludge treated soils, Journal of Environmental Quality, 13: 87-90.
- Codex Alimentarius Commission (WHO/FAO). (2011). Food additives and contaminants, Joint (WHO/ FAO), Food standards program.

- Cui, Y.J., Zhu, Y.G., Zhai, R., Huang, Y., Qiu, Y., Liang, J. (2005). Exposure to metal mixtures and human health impacts in a contaminated area in Nanning, China. Environment International, 31:784-790.
- Davis, R.R. and Smith, C. (1980). Crops as indicators of the significance of contamination of by heavy metals. Water Research Center Stevenage, Uk.p. 140.
- Kabata – Pendias, A. (2011). Trace Elements in soils and plants, CRC Peress, Boca Rotan, Florida, USA, pp. 143-157.
- Lin, H.T., Won, S.S. and Li, G.C. (2004). Heavy metal content of rice and shell fish in Taiwan. Food and Drug Analysis, 12(2): 167-174.
- Loutfy, N., Fuerhache, M., Tundo, P., Raccanelli, S., El-Dien, A.G. and Ahmed, M.T. (2006). Dietary intake of dioxins and dioxins-like PCBs, due to the consumption of dairy products, Fish/sea food and met from Ismailia Eity, Egypt, Science of the Total Environment, 370: 1-8.
- Risakwe, O.E., Kanayochukwu, N.J., Nwadiuto, A.C., Daniel, D. and Onyinyechi, O. (2012). Evaluation of potential dietary toxicity of heavy metals of vegetables. Journal of Environmental & Analytical Toxicology, 2: 3.
- Ping, L., Zhao, H., Wang, L., Liu, Z., Wei, J., Wang, Y., et al. (2011). Analysis of Heavy Metal Sources for Vegetable Soils from Shandong Province, China. Journal of Integrative Agriculture, 10(1): 109-119.
- Radwan, M.A. and Salama, A.K. (2006). Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. Food and Chemical Toxicology, 44(8): 7273-7278.
- Rokni, N. (1999). Principles of Food Hygiene: Tehran University Press, p. 66 [In Persian].
- Shariati, M.R., Farshi, R. and Gorgani Nezhad, S. (1989). The concentration of Heavy metals in crops and agricultural land south of Tehran, Journal of Soil and Water, 5(3): 260-287 [In Persian].
- Sharma, R.K., Agrawal, M. and Marshall, F.M. (2008). Heavy metal (Cu, Zn, Cd and Pb) contamination of vegetables in urban India: A case study in Varanasi. Environmental Pollution, 154: 254 -263.
- Street, J.J., Lindzay, W.L.B., Sabey, R. (1977). Solubility and plant uptake of cadmium in soils amended with cadmium and sewage sludge. Journal of Environmental Quality. 1: 72-77.
- Tiller, K.G., Mclaughlin, M.J. and Roberts, A.H.C. (1999). Environmental impacts of heavy metals in agro ecosystems and amelioration strategies in Oceana. In: Huang, P.M. and Iskander, I.K. (Eds). Soils and groundwater pollution and remediation. Boca Raton, Florida: CRC p. 1-35.
- Winsor, G.W. (1973). Nutrition, In: the U.K. Tomato Manual. Grower books, London.
- Yang, J., Guo, H., Ma, Y., Wang, Li., Wei, D. and Hua, L. (2010). Genotypic variations in the accumulation of Cd exhibited by different vegetables. Journal of Environmental Sciences, 22(8): 1246–1252.

Concentration of cadmium, zinc and manganese in root, stalk and leaf of spinach and tomato in Hamedan

Ghobadi, A.*, Jahangard, A.

Young Researchers and Elite Club, Hamedan, Branch, Islamic Azad University, Hamedan
*Corresponding author's E-mail: azadehghobadi@yahoo.com
(Received: 2015/5/9 Accepted: 2016/11/5)

Abstract

Heavy metals are considers as significant environment pollutants. Their entrance into food chain is a serious health hazard to humans. This study was conducted to determine the concentrations of Cadmium, Zinc and Manganese in root, stalk and leaf portions of spinach and tomato. For this reason, during 2014 in Hamedan city, 3 farms with 5 repetitions from each farm were sampled. Samples were subjected to acid-digestion and the concentrations of the elements were assayed by inductively coupled plasma (ICP). According to the results, the average concentrations of heavy metals in root, stalk and leaf of spinach was estimated at: cadmium, 0.14, 0.24, 0.34 mg/kg, zinc, 15.53, 24.82, 35 mg/kg and manganese, 26.59, 24.42, 45.38 mg/kg, respectively. The data for the tomato samples were: cadmium, 16.20, 24.42, 33.81 mg/kg, Zinc, 21.48, 39.74, 52.92 mg/kg and manganese, 26.60, 42.41, 61.90 mg/kg, respectively. The mean concentration of cadmium and manganese in spinach and tomato showed a significant difference with the WHO/FAO standard limit. However, in the case of zinc the difference was insignificant. It was concluded that in this experiment the spinach and tomato samples were polluted with higher concentration of cadmium and manganese than the approved limit of WHO/FAO and therefore was found risky for the consumers.

Keywords: Heavy metals, Food chain, Vegetables, Hamedan