بررسی غلظت فلزات سنگین در محصول زراعی توت فرنگی (مطالعه موردی: اراضی کشاورزی شهرستان سنندج)

مهرداد چراغی[۱]، ندا آریایی نژاد[۲*]، بهاره لرستانی[۳]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، استادیار گروه محیط زیست، همدان، ایران.
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، دانش‌آموخته محیط زیست، همدان، ایران.
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، استادیار گروه محیط زیست، همدان، ایران.
*نویسنده مسئول مکاتبات: ne2008ar@gmail.com
(دریافت مقاله: ۹۱/۶/۷ پذیرش نهایی: ۹۲/۴/۲۶)

چکیده

آلاینده‌ها از جمله عوامل مختل کننده زیست‌بوم‌ها به شمار می‌آیند و از این میان فلزات سنگین به دلیل مشکلات سمیت، پایداری و تجمع زیستی در محیط زیست حتی در غلظت‌های کم نیز حائز اهمیت شناخته شده‌اند. استان کردستان با تولید سالانه ۳۰ هزار تن توت‌فرنگی، ۸۸ درصد کل محصول ایران را تولید می‌کند. در این مطالعه از خاک (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری)، برگ و محصول توت‌فرنگی هر پنج مزرعه موجود در جاده سنندج به کامیاران تعداد ۲۵ نمونه بطور تصادفی جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و عملیات هضم اسیدی و قرائت فلزات سنگین کادمیوم، آرسنیک، سرب، روی و مس با استفاده از دستگاه نشر اتمی، صورت گرفت. طبق نتایج مطالعه، غلظت کادمیوم، روی و مس در محصول توت‌فرنگی مزارع نمونه‌برداری شده (۰/۰۱، ۶/۰۳ و ۱۳/۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) پایین‌تر و غلظت فلزات سنگین آرسنیک و سرب در محصول توت‌فرنگی مزارع نمونه‌برداری شده (۳۶/۸۸ و ۳/۵۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) بالاتر از حد استاندارد FAO/WHO بود (با حدود اطمینان ۹۵ درصد). احتمالاً علت اصلی آلودگی فلزات سنگین استفاده نابجا از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات نباتی در مزارع مورد بررسی باشد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، توت‌فرنگی، استان کردستان

مقدمه

بشر گام‌های بلندی در راستای تمدن و توسعه صنعتی برداشته که بی‌شک به بهبود شرایط زندگی و ارتقاء آسایش وی انجامیده است. اما این تلاش‌ها توازن حیاتی محیط زیستی را که میلیون‌ها سال از سوی طبیعت ایجاد شده بود، سهواً برهم زده است. خوشبختانه آگاهی از مشکلات محیط زیست، جهانی و رو به افزایش است که در این میان الگوی تمرکز و

توزیع فلزات در اکوسیستم اهمیت ویژه‌ای دارد. لیست هشت مورد از رایج‌ترین فلزات آلوده‌ساز که از سوی آژانس حفاظت محیط‌زیست امریکا معرفی شده‌اند به ترتیب آرسنیک، کادمیوم، روی، سرب، نیکل، جیوه، مس و کروم است (Athar and Vahoura, 2006). فلزات سنگین دارای خاصیت تجمع‌پذیری بوده و در بافت‌های بدن موجودات زنده ذخیره می‌شوند. سیستم بیولوژیکی در تماس با غلظت‌های پایین فلزات در طی زمانی طولانی آن‌ها را جذب کرده تا سرانجام غلظت‌شان در بافت‌های چربی، عضلانی، استخوانی و یا مفاصل بدن به حدی می‌رسد که اختلالات متعدد فیزیولوژیکی را باعث می‌شوند (Ghasemi mobtaker and Kazemian, 2005). عوامل مؤثر بر در دسترس بودن فلزات و ظاهر شدن آنان در محصولات کشاورزی عبارتند از: pH خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، محتوای مواد آلی خاک، نوع خاک و تأثیرات متقابل عناصر موجود در اندام هدف می‌باشد که میزان تمرکز فلزات سنگین در خاک‌ها مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده میزان فلزات موجود در گیاه می‌باشد (Keshavarzi et al.,2006; Jung, 2008).

توت‌فرنگی (*Fragaria ananasa*) گیاهی علفی از تیره گل‌سرخیان است که چون می‌تواند توسط ساقه‌های نابجا تکثیر یابد حالت دائمی گرفته است، این گیاه جزء گیاهان نهان‌دانه، دولپه‌ای، جدا گلبرگ، بدون‌ساقه، کم و بیش کرک‌دار با برگ‌های تحتانی و استولون باریک است (Sarsaefi, 2012). توت‌فرنگی در استان کردستان اولین بار در سال ۱۳۱۷ توسط اداره فلاحت، مورد کشت و کار قرار گرفت و در وقایع سال ۱۳۲۰ سنندج توت‌فرنگی‌های کاشته شده کاملاً نابود شدند و مجدداً توت‌فرنگی رقم کردستان برای اولین بار در سال ۱۳٤٥ توسط شیخ عثمان نقشبندی از ترکیه و از طریق مرز عراق وارداستان کردستان شد (Sarsaefi, 2000). مهم‌ترین ارقام توت‌فرنگی در ایران، رقم‌های کردستان (سنندج)، کوئین‌الیزا، پاروس، سلوا، کاماروزا، مرک، پاژارو و دیامنت است که در استان کردستان تمامی این ارقام کشت می‌شود. از کل اراضی کشور حدود ۳۷٦۷ هکتار به کشت این محصول اختصاص دارد و استان کردستان با سطح زیر کشت ۲٤٦۳ هکتار در رده اول و استان‌های مازندران با ۸۷۱ هکتار و گلستان با ۲٤۰ هکتار در رده‌های بعدی قرار دارند (Agriculture Organization of Kurdistan, 2011). آلودگی محصولات گیاهی به فلزات سنگین یکی از مهم‌ترین مسیرهای ورود فلزات به بدن انسان، حیوانات و نهایتاً زنجیره غذایی است (Golshahi et al., 2010). با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در منابع اطلاعاتی، تاکنون تحقیقی در خصوص تجمع فلزات سنگین در محصول توت‌فرنگی، در داخل و خارج کشور صورت نپذیرفته است. لذا این تحقیق برای اولین بار انجام می‌پذیرد و انجام هرگونه طرح تحقیقاتی در مسیر ارتقاء کمی و کیفی این محصول استراتژیک می‌تواند حائز اهمیت باشد. هدف از انجام این مطالعه شناسایی و تعیین میزان فلزات سنگین در خاک، برگ و محصول زراعی توت‌فرنگی شهرستان سنندج و مقایسه میزان فلزات قرائت شده با استانداردهای بین‌المللی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و آماده سازی نمونه‌ها

میوه توت‌فرنگی در استان کردستان در محدوده حواشی رودخانه‌های منطقه و در مثلث فرضی مریوان،

کامیاران و سنندج کشت می‌شود (Sarsaefi, 2000). گیاهان فلزات را از خاک، آب و هوا جذب می‌کنند، در این میان جذب خاکی فلزات حائز اهمیت است البته جذب از طریق خاک نه تنها به مقدار کلی یک فلز، بلکه به دسترسی آن به ریشه و انتقال آن از طریق فاز ریشه- خاک نیز وابسته است (Athar and Vahoura, 2006). هم‌چنین نتایج مطالعه محققین نشان می‌دهد، میزان تمرکز فلزات سنگین در گیاهان رابطه مستقیم با میزان فلزات خاکی داشته که گیاه در آن رشد نموده است (Ashraf et al., 2011). بنابراین با مراجعه به تمام پنج مزرعه توت‌فرنگی موجود در فاصله جاده سنندج- کامیاران، از هر مزرعه تعداد پنج نمونه بر اساس قضیه حد مرکزی و روش نمونه‌برداری کاملاً تصادفی که در آن شانس انتخاب تمام ارقام موجود یکسان است، از میوه توت‌فرنگی، برگ همان بوته و خاکی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری) که در پای همان بوته انتخاب شده وجود داشت، گرفته‌شد. مشخصات جغرافیایی محل نمونه‌ها با دستگاه GPS مشخص گردید و نمونه‌های جمع‌آوری شده در کیسه‌ها و ظرف‌های پلاستیکی مخصوص، نگه‌داری و با توجه به زمان کوتاه ماندگاری محصول توت‌فرنگی در اسرع وقت به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس نمونه‌های توت‌فرنگی و برگ با آب دوبار تقطیر شستشو داده شده و در آون با حرارت ٦٥ درجه سلسیوس خشک شدند و نهایتاً با روش هضم اسیدی به کمک اسیدپرکلریک غلیظ، اسید سولفوریک غلیظ و اسید نیتریک غلیظ هضم شدند (Kafil zadeh et al., 2007). نمونه‌های خاک نیز پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری به روش هضم اسیدی به کمک اسید نیتریک غلیظ ٦٥ درصد، پراکسیدهیدروژن ۳۰ درصد و اسید کلریدریک ٦٥ درصد هضم شدند (Mardany et al., 2010). تمامی مواد مصرفی جهت هضم نمونه‌ها از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

قرائت فلزات سنگین نمونه‌های هضم شده

محدوده احتمالی غلظت فلزات سنگین سرب، آرسنیک، کادمیوم، روی و مس ۱۰-۰، ۲۰-۱۰، ۵۰-۲۰، ۱۵۰-۵۰، ۳۰۰ -۱۵۰ و بالاتر از۳۰۰ قسمت در میلیارد در نظر گرفته شد. جهت تهیه استانداردها، کالیبراسیون و قرائت نمونه‌ها از دستگاه نشر اتمی مدل VARIAN 710-ES ساخت کشور استرالیا استفاده شد. میزان خطای دستگاه ۵ درصد و دقت عدد قرائت شده ۰/۰۰۱ می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری نتایج

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 19 انجام گرفت، جهت آزمون نرمال بودن داده‌ها، از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف با سطح اطمینان ۹۵ درصد، برای آزمون فرضیه ارتباط خطی بین میزان فلزات سنگین موجود در خاک، برگ و توت‌فرنگی حاصل از آن‌ها، از آزمون آماری پیرسون و برای مقایسه میانگین آن‌ها با حد استاندارد EPA و FAO/WHO از آزمون آماری t با یک نمونه استفاده شد.

یافته‌ها

جهت تعیین میزان آلودگی خاک، برگ و محصول توت‌فرنگی به فلزات سنگین، بایستی میزان غلظت عناصر با یک استاندارد شناخته شده مقایسه شود. بهترین نوع مقایسه، مقایسه با استانداردهای موجود برای همان منطقه است، زیرا شرایط زمین‌شناسی و اقلیمی گوناگون در نقاط مختلف دنیا، غلظت‌های

متفاوتی از فلزات سنگین را ایجاد می‌کند (Delijany et al., 2009). در کشور ما به دلیل عدم وجود استانداردهای خاص برای آلودگی خاک، گیاه یا موادغذایی به ناچار از استانداردهای جهانی استفاده می‌شود. لذا، داده‌های حاصل از هضم و قرائت نمونه‌های خاک با استانداردهای EPA سال ۲۰۰۶ و برگ و محصول توت‌فرنگی بااستانداردهایFAO/WHO سال ۲۰۱۱ مقایسه شده‌اند.

کادمیوم

داده‌های حاصل از قرائت غلظت فلز کادمیوم در محصول توت‌فرنگی نشان از نرمال بودن نداشته و بیش‌تر نمونه‌های میوه توت‌فرنگی عاری از وجود فلز سنگین کادمیوم بودند. هم‌چنین با توجه به آزمون آماری پیرسون رابطه خطی معنی‌داری بین غلظت کادمیوم خاک و برگ هم وجود نداشت و انتقال کادمیوم از خاک به برگ و محصول توت‌فرنگی از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. داده‌های حاصل از قرائت غلظت فلز کادمیوم در نمونه‌های خاک و برگ توت‌فرنگی و نتیجه مقایسه میانگین آن‌ها با استاندارد EPA و FAO/WHO در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: مقایسه میانگین کادمیوم در خاک و برگ توت‌فرنگی شهرستان سنندج با حدود استاندارد (میلی‌گرم در کیلوگرم)

پارامتر	میانگین غلظت	درجه آزادی	آماره t	حداطمینان پایین	حد اطمینان بالا	حد استاندارد
خاک	۱/۰۵	۲٤	-۱۲۷/۱۱۰	۰/۹۸	۱/۱۱	۵*
برگ	۰/۰۸	۲٤	-۷۷/۷۵۰	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۲ -۰/۸**

EPA, 2006* FAO/WHO, 2011 **

آرسنیک

نظر به همبستگی معنی‌دار میزان آرسنیک محصول و برگ آن، معادله رگرسیونی غلظت آرسنیک محصول با میزان مشابه در برگ به عنوان متغیر مستقل به صورت زیر حاصل گردید:

معادله (۱) As product= 7.068 + 0.402 As leaf

با توجه به ضریب تعیین تعدیل شده، ۸۵/۱ درصد میزان آرسنیک موجود در محصول توسط میزان آرسنیک برگ توضیح داده می‌شود.

جدول۲ : ضریب همبستگی پیرسون بین میزان آرسنیک خاک، برگ و محصول توت‌فرنگی در شهرستان سنندج

متغیر	ضریب همبستگی پیرسون
میزان آرسنیک برگ – محصول	۰/۹۲٦ **
میزان آرسنیک خاک - برگ	۰/۸۵۷ **
میزان آرسنیک خاک - محصول	۰/۸۵٤**

** معنی دار در سطح یک درصد

داده‌های حاصل ازقرائت غلظت فلز آرسنیک در نمونه‌های توت‌فرنگی، برگ و خاک و نتیجه مقایسه میانگین آن‌ها با استاندارد EPA و FAO/WHO در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: مقایسه میانگین آرسنیک در توت‌فرنگی شهرستان سنندج با حدود استاندارد (میلی‌گرم در کیلوگرم)

پارامتر	میانگین غلظت	درجه آزادی	آماره t	حداطمینان پایین	حد اطمینان بالا	حد استاندارد
خاک	۱۳۳/٤۹	۲٤	۱۰/۷۰۳	۱۱۹/۳۲	۱٤۷/٦٦	٦۰*
برگ	۷٤/۱٤	۲٤	۱۵/۵۰۳	٦٤/۹٤	۸۳/۳۵	۰/۱-۵**
محصول	۳٦/۸۸	۲٤	۱۸/۷۸۲	۳۲/۸۸	٤۰/۸۸	۰/۵**

FAO/WHO, 2011 ** EPA, 2006*

سرب

نتایج آماری نشان‌دهنده میزان همبستگی بالا بین غلظت سرب برگ و محصول در سطح یک درصد است. معادله رگرسیونی غلظت سرب محصول با میزان مشابه در برگ به عنوان متغیر مستقل به صورت زیر حاصل گردید:

معادله (۲) Pb product = 0.327 Pb leaf

با توجه به ضریب تعیین تعدیل شده، ۵۳/۹ درصد میزان سرب موجود در محصول توسط میزان سرب برگ توضیح داده می‌شود.

جدول۴: ضریب همبستگی پیرسون بین میزان سرب خاک، برگ و محصول توت‌فرنگی شهرستان سنندج

متغیر	ضریب همبستگی پیرسون
میزان سرب برگ – محصول	۰/۷٤۷ **
میزان سرب خاک - برگ	۰/٤۹۸ **
میزان سرب خاک - محصول	۰/٤۷۷ **

** معنی دار در سطح یک درصد

داده‌های حاصل ازقرائت غلظت فلز سرب در نمونه‌های توت‌فرنگی، برگ و خاک و نتیجه مقایسه میانگین آن‌ها با استاندارد EPA و FAO/WHO در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول۵: مقایسه میانگین سرب در توت‌فرنگی شهرستان سنندج با حدود استاندارد (میلی‌گرم در کیلوگرم)

پارامتر	میانگین غلظت	درجه آزادی	آماره t	حداطمینان پایین	حد اطمینان بالا	حد استاندارد
خاک	۲۸/۷۸	۲٤	-٤۱۰/۸۸۱	۲٦/٤۱	۳۱/۱٤	۵۰۰*
برگ	۸/٤۹	۲٤	-۳/۸۰۰	۷/٦۷	۹/۳۱	۰/۱-۱۰**
محصول	۳/۵۷	۲٤	۱۹/۳۹٦	۳/۲۲	۳/۹۳	۰/۲**

FAO/WHO, 2011 ** EPA, 2006*

روی

نتایج آماری نشان دهنده همبستگی بین میزان غلظت روی برگ و خاک در سطح یک درصد است. با توجه به آزمون آماری پیرسون فرضیه خطی بودن ارتباط بین میزان روی محصول به عنوان متغیر وابسته و میزان روی خاک یا برگ به عنوان متغیر مستقل قابل قبول نمی‌باشد. در همین راستا معادله رگرسیونی غلظت روی برگ با میزان مشابه در خاک به عنوان متغیر مستقل به صورت زیر حاصل گردید:

معادله (۳) Zn leaf = 4.048 + 0.069 Zn soil

با توجه به ضریب تعیین تعدیل شده، ۳۱/۵ درصد میزان روی موجود در برگ توسط میزان روی خاک توضیح داده می‌شود.

جدول۶: ضریب همبستگی پیرسون بین میزان روی خاک و برگ توت‌فرنگی شهرستان سنندج

متغیر	ضریب همبستگی پیرسون
میزان روی خاک- برگ	۰/۵۸۶ **

** معنی دار در سطح یک درصد

داده‌های حاصل ازقرائت غلظت فلز روی در نمونه‌های توت‌فرنگی، برگ و خاک و نتیجه مقایسه میانگین آن‌ها با استاندارد EPA و FAO/WHO در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷: مقایسه میانگین روی در توت‌فرنگی شهرستان سنندج با حدود استاندارد (میلی‌گرم در کیلوگرم)

پارامتر	میانگین غلظت	درجه آزادی	آماره t	حداطمینان پایین	حد اطمینان بالا	حد استاندارد
خاک	۸۳/۶۱	۲۴	-۱۴۹/۲۱۲	۷۶/۴۵	۹۰/۷۶	۶۰۰*
برگ	۹/۸۲	۲۴	-۹۵۶/۹۶۴	۸/۹۹	۱۰/۶۶	۱۰۰-۴۰۰**
محصول	۶/۰۳	۲۴	-۱۷۶/۷۳۸	۵/۴۰	۶/۶۶	۶۰**

FAO/WHO, 2011 ** EPA, 2006*

مس

نتایج آماری نشان دهنده میزان همبستگی معنی‌دار بین میزان مس برگ و محصول در سطح یک درصد است. با توجه به آزمون آماری پیرسون، فرضیه خطی بودن ارتباط بین میزان مس محصول به عنوان متغیر وابسته و میزان مس خاک به عنوان متغیر مستقل قابل قبول نمی‌باشد. در همین راستا معادله رگرسیونی غلظت مس محصول با میزان مشابه در برگ به عنوان متغیر مستقل به صورت زیر حاصل گردید:

معادله (۴) $Cu\ product = 1.003\ Cu\ leaf$

با توجه به ضریب تعیین تعدیل شده، ۸۰/۵ درصد میزان مس موجود در محصول توت‌فرنگی توسط میزان مس برگ قابل توضیح است.

جدول ۸: ضریب همبستگی پیرسون میزان مس برگ و محصول توت‌فرنگی شهرستان سنندج

متغیر	ضریب همبستگی پیرسون
میزان مس برگ - محصول	۰/۹۰۲ **

** معنی دار در سطح یک درصد

داده‌های حاصل ازقرائت غلظت فلز مس در نمونه‌های توت‌فرنگی، برگ و خاک و نتیجه مقایسه میانگین آن‌ها با استاندارد EPA و FAO/WHO در جدول ۹ آورده شده است.

جدول۹: مقایسه میانگین مس در توت‌فرنگی شهرستان سنندج با حدود استاندارد (میلی‌گرم در کیلوگرم)

پارامتر	میانگین غلظت	درجه آزادی	آماره t	حداطمینان پایین	حداطمینان بالا	حد استاندارد
خاک	۳۴/۴۶	۲۴	-۱۳۶/۱۸۵	۳۱/۹۵	۳۶/۹۷	۲۰۰*
برگ	۱۶/۴۳	۲۴	۳/۴۲۲	۱۵/۵۷	۱۷/۲۹	۲-۱۵**
محصول	۱۳/۶۷	۲۴	-۵۶/۶۲۶	۱۲/۷۱	۱۴/۶۳	۴۰**

FAO/WHO, 2011 ** EPA, 2006*

بحث و نتیجه گیری

آلودگی غذا در کشورهای در حال پیشرفت ۱۳درصد بیش‌تر از کشورهای توسعه‌یافته می‌باشد. منابع آلودگی کاملاً متفاوت است، از عوامل صنعتی و مسئله ترافیک گرفته تا خالص‌سازی و پالایش لجن‌ها، فعالیت‌های کشاورزی از قبیل استفاده از کودهای شیمیایی، کودهای

حیوانی، کمپوست و آفت‌کش‌ها می‌باشد (Mohajer et al., 2011; Asghari et al., 2007). مطالعات انجام شده طی سه دهه گذشته بیانگر آن است که ۳۳ الی ٦۰ درصد افزایش تولیدات کشاورزی مرهون مصرف کود در زمین‌های کشاورزی بوده است (Boudaghi et al., 2012). این کودها باید بتوانند ضمن افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی را ارتقاء داده و سلامتی انسان و دام را تأمین نمایند. برخی از کودهای غیرآلی به دلیل دارا بودن فلزات سنگین و ذرات رادیواکتیو برای محیط زیست و سلامتی انسان خطرناک‌اند. این آلاینده‌ها یا از طریق منبع اولیه تهیه کود و یا در مراحل ساختن کود در کارخانه به آن‌ها اضافه می‌شود. البته عواملی نظیر اندازه ذرات خاک و عمرخاک در تعامل با منابع آلودگی، در جذب عناصر آلاینده نقش اساسی دارند (Mohajer et al., 2011). فلزات سنگین نگران‌کننده در کود شامل آرسنیک، کادمیوم، سرب و به میزان کم‌تر نیکل و روی است. این در حالی است که قرار گرفتن در معرض آرسنیک، کادمیوم و سرب تهدید اصلی برای سلامت انسان می‌باشد (Boudaghi et al., 2012). پیرو اظهارات زارعین مزارع نمونه‌برداری شده، با وجود این‌که محصول توت‌فرنگی استان کردستان به عنوان محصولی ارگانیک به بازار عرضه می‌شود اما زارعین استثناً در منطقه نمونه‌برداری شده به دلایل عدم کیفیت خاک زراعی و عدم خرید تضمینی سبزی و میوه‌جات توسط بخش دولتی و نیاز به کیفیت و بازارپسندی بیش‌تر این محصول، از کود حیوانی، کود شیمیایی و تعدادی سم شیمیایی جهت تأمین نیاز گیاه استفاده کرده‌اند. یکی از عوامل محیطی بسیار مؤثر بر رشد و عملکرد میوه توت‌فرنگی در استان کردستان علف‌های هرز می‌باشند، شواهدی از قبیل ٤ تا ٥ بار وجین دستی، بالا بودن هزینه کارگری در سال، کوچک بودن بوته‌ها، نیاز آبی فراوان و کم‌عمق بودن ریشه‌های این گیاه بیانگر اهمیت علف‌های هرز می‌باشد، گیاهان هرز علاوه بر رقابت در جذب آب، مواد غذایی و نور می‌توانند با ایجاد پناهگاه برای زنجره‌ها، شته‌ها و کنه‌ها امکان رشد و تکثیر و طغیان آن‌ها را فراهم آورند (Moradiani et al., 2012). از آفات مهم میوه توت‌فرنگی می‌توان به شته، کنه، سرخرطومی، زنجره، سن، تریپس و طوقه‌بر اشاره کرد (Arbabi et al., 2012). منصور قاضی و کمانگر در سال ۲۰۱۲ در مناطق کشت توت‌فرنگی در کردستان مجموعاً ۳٦ گونه کنه متعلق به ۲٤ خانواده جمع‌آوری و شناسایی کردند (Mansour Ghaziand and Kamangar, 2012).

مهرپرتو و لویزه در سال ۲۰۰٤، مطالعه‌ای را جهت بررسی منابع آلاینده فلزات سنگین در چشمه‌های آب شرب استان کردستان انجام‌دادند. نتایج نشان داد، باتوجه به مکانیسم گسلش، ترکیب سنگ‌شناسی منطقه، فقدان صنایع سبک و سنگین، عدم فعالیت‌های جدی معدنی، کشاورزی، صنعتی و... عمده آلودگی آب منطقه منشاء ژئوژنیک دارد (Mehrparto and Lovizeh, 2004). البته مناطقی از استان کردستان روی کمربند آرسنیکی قرار می‌گیرد و به طبع آن خاک و آب این نواحی تحت تأثیر ژئوژنیک منطقه قرارگرفته‌اند اما مزارع توت‌فرنگی نمونه‌برداری شده خارج از محدوده مذکور می‌باشند.

عطافر و همکاران در سال ۲۰۱۰، غلظت فلزات کادمیوم، سرب و آرسنیک را در کود سولفات پتاسیم ۰/۰٤، ٤/۲۸ و ۰/۲٤ و سوپرفسفات تریپل ٦/۷٤، ٥ و

۰/۲٤ برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند. میرنیا و محمدیان در سال ۲۰۰۵، غلظت کادمیوم را در کود سوپر فسفات ساده، تریپل، اوره، به ترتیب ۳/۱، ۸/۱ و ۰/۱> و غلظت سرب را در همین کودها ۹/۹، ۵/۷ و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نمودند. ویلیامز و همکاران در سال ۲۰۰٦ در انگلستان محدوده غلظت کادمیوم و سرب را درکود فسفاته به ترتیب۱۷۰- ۰/۱ و ۲۲۵- ۷، در کودهای نیتروژنه ۸/۵-۰/۰۵ و ۲۷-۲ برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم برآورد کردند. بوداغی و همکاران در سال۲۰۱۱، در مطالعه‌ای گزارش دادند، برای مصرف ۲۷۲ کیلوگرم اوره، ۱۱۰ کیلوگرم کود فسفاته و ٦۳ کیلوگرم کود پتاسه در هکتار، به ترتیب به میزان فلزات آرسنیک، کادمیوم و سرب نمونه‌های خاک سنجش شده بعد از کود دهی ۱۷۹، ۵۷۸ و ۳۹۸ میلی‌گرم در هکتار در سال، افزوده شده‌است (Boudaghi et al., 2012). سرنوشت فلزات سنگین و کمپلکس‌های فلزی تخلیه شده به خاک از طریق کودها و سموم شیمیایی با توجه به شرایط محیطی خاک و آب بسیار متفاوت است. عوامل تأثیرگذار زیادی بر جذب فلزات مؤثرمی‌باشند، به طوری که به جزء نوع و مقدار کلوئیدهای خاک، عوامل کنترل‌کننده‌ای نظیرpH، غلظت یونی محلول، غلظت کاتیونی فلز، حضور کاتیون‌های فلزی رقابت‌کننده و وجود لیگاندهای آلی و معدنی در آن نقش دارند. هم‌چنین مکانیزم‌های جذب می‌توانند برای یون‌های فلزی مختلف متفاوت باشند. در بررسی سمیت فلزات در سیستم‌های مختلف و پیچیده گیاه- خاک عوامل زیادی وجود دارند که مرتبط با ویژگی خاک، خصوصیات گیاه و دیگر عوامل زیستی می‌باشند (Delijany et al., 2009).

مقایسه داده‌های حاصل از قرائت نمونه‌های خاک و برگ توت‌فرنگی با استانداردهای بین‌المللی، نشان‌دهنده عدم آلودگی به فلز سنگین کادمیوم (P-value <۰/۰۰۰۵) با حدود اطمینان ۹۵ درصد در مزارع نمونه مورد بررسی است.

فلز کادمیوم معمولاً نسبت به میوه در بافت برگ‌های گیاهان تجمع می‌یابد، هم‌چنین به طور کلی غلظت کم کادمیوم در گیاهان به دلیل جذب شدید ارگانیسم‌های موجود در خاک و قابلیت دسترسی کم‌تر ریشه گیاه به کادمیوم نسبت به عناصر دیگر می‌باشد (Sarpong et al., 2011). فلز سنگین کادمیوم با مصرف کودها کم‌ترین تغییرات را در خاک نشان می‌دهد (Boudaghi et al., 2012).

مقایسه داده‌های حاصل از قرائت نمونه‌های خاک، برگ و محصول توت‌فرنگی با استانداردهای بین‌المللی نشان‌دهنده آلودگی به فلز سنگین آرسنیک (P-value <۰/۰۰۰۵) با حدود اطمینان ۹۵ درصد در مزارع نمونه مورد بررسی است.

حضور آرسنیک در خاک معمولاً به دلیل استفاده از فرآورده‌های شیمیایی مانند علف‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و کودهای فسفاته می‌باشد و اگر خاک محل رشد گیاه از لحاظ لیتولوژی آرسنیکی باشد در نمونه‌های گیاهی مقادیری از این فلز یافت می‌شود، هم‌چنین آرسنیک موجود در کود، غلظت باقی‌مانده بیش‌تری (به نسبت فلزاتی مانند کادمیوم) در خاک را سبب می‌شود (Boudaghi et al., 2012; Sarpong et al., 2011).

مقایسه داده‌های حاصل از قرائت نمونه‌های خاک، برگ و محصول توت‌فرنگی با استانداردهای بین‌المللی نشان‌دهنده عدم آلودگی خاک (P-value <۰/۰۰۰۵) و

بـرگ تـوت فرنگـی (P-value = ۰/۰۰۱ <α= ۰/۰۵) و آلودگی محصول (P-value <۰/۰۰۰۵) بـه فلـز سـنگین سرب با حدود اطمینان ۹۵ درصد در مزارع نمونه مـورد بررسی است.

رسوبات جوی، کاربرد کود، سموم و لجن، مهم‌تـرین منابع سرب در خـاک کشـاورزی محسـوب مـی‌شـوند. محققین ثابت کردند، اکثر گیاهان علاوه بر ریشه نسـبت به جذب عناصری مانند سرب از طریق شـاخه، بـرگ و ساقه خود نیز اقدام می‌کنند (Rahmani, 2008). با توجه به محتوای فلزی کودها وسموم شیمیایی استفاده شده و دقت در نکته جذب آلاینده سـرب موجـود در هـوا، از طریق برگ‌های گیاهان، حضور فلـز سـنگین سـرب در نمونه‌های سنجش شده قابل توجیه خواهد بود.

مقایسه داده‌های حاصل از قرائت نمونـه‌هـای خـاک، برگ و محصول توت‌فرنگی با استانداردهای بین‌المللـی نشان دهنده عدم آلودگی به فلز سـنگین روی (۰/۰۰۰۵ > P-value) با حدود اطمینان ۹۵ درصد در مزارع نمونه مورد بررسی است.

روی از جملـه عناصـری مـی‌باشـد کـه بـرای گیـاه ضـروری اسـت، کمبـود روی باعـث کوچـک مانـدن برگ‌های گیاه و کوتاه‌شدن فاصله بـین گـره‌هـای سـاقه می‌شود. اما در مواردی غلظت زیاد فلز روی در گیاهـان بـه علـت اسـتفاده بـیش از حـد از کودهـای فسـفاته، آفت‌کـش‌هـا و کـود حیـوانی اسـت (Sarpong et al., 2011).

مقایسه داده‌های حاصل از قرائت نمونـه‌هـای خـاک، برگ و محصول توت‌فرنگی با استانداردهای بین‌المللـی نشان دهنده عدم آلودگی خاک و محصول تـوت‌فرنگـی (P-value < ۰/۰۰۰۵) و آلـودگی بـرگ تـوت‌فرنگـی (P- value =۰/۰۰۲< α=۰/۰۵) به فلز سـنگین مـس بـا حدود اطمینان ۹۵ درصد در مزارع نمونه مورد بررسـی است.

مس جزء ریز مغذی‌هایی است کـه بـرای متابولیسـم گیاهی ضروری‌اند، کمبود مـس باعـث کوچـک مانـدن برگ‌ها و سوختگی برگ‌های ساقه‌هـای جـوان خواهـد شد. به طور کلی برگ‌های جوان گیاهـان و بـذور آن‌هـا معمـولاً از مـس و روی غنـی مـی‌شـوند (Athar and Vahoura, 2006). یکی از دلایـل اصـلی افـزایش مـس برگ‌ها، جذب این عنصر از طریـق انـدام‌هـای هـوایی، هم‌زمان با محلول‌پاشی کودهای مایع یا سموم شـیمیایی حاوی مس می‌باشد.

نتایج نشـان داد غلظـت فلـزات سـنگین آرسـنیک و سرب در محصول توت‌فرنگی مزارع نمونه‌برداری شـده با حـدود اطمینـان ۹۵ درصـد بـالاتر از حـد اسـتاندارد بـین‌المللـیFAO/WHO مـی‌باشـد، لـذا بـا توجـه بـه استراتژیک بودن این محصول، بهتر است این آنالیزها در مزارع مناطق دیگر استان کردستان هم انجـام پـذیرد تـا بتوان نتایج بهتر و کلی‌تری بیان نمود، محتمل است کـه علت اصلی حضور فلزات مـذکور، اسـتفاده‌ی نابجـا از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات نبـاتی باشـد، البتـه قابل توجه است، به گفته‌ی مسئولین در اکثر مزارع دیگر توت‌فرنگی استان کردستان محصول ارگانیک تولید شده و فقط از کود حیوانی به میزان حداقل جهت تأمین نیـاز گیاه استفاده می‌شود، هم‌چنـین فاکتورهـای متعـددی در جذب فلزات سنگین توسط گیاهان دخیل اسـت و ایـن امکان هر گونه اظهار نظر کلی و یـا ارائـه یـک جـدول ساده برای محتوای فلزی گیاهان را مشکل‌سـاز خواهـد کرد.

منابع

- اربابی، مسعود.، امامی، محمد سعید.، برادران، پروانه و جلیانی، نرجس (۱۳۹۱). ارزیابی دزهای کنه‌کش جدید با کنه‌کش‌های مجاز در کنترل کنه تارتن دو نقطه‌ای کشت هیدروپونیک توت‌فرنگی گلخانه‌ای در تهران. اولین همایش ملی توت‌فرنگی ایران، سنندج.
- اصغری، غلامرضا.، پالیزبان، عباس‌علی.، طلوع قمری، زهرا و عادلی، فاطمه (۱۳۸۷). آلودگی سرب، جیوه و کادمیوم در داروهای گیاهی ایران. مجله علوم دارویی، شماره ۱، صفحه ۸-۱.
- اطهر، محمد و وهورا، شاشی (۱۳۸۵). فلزات سنگین و محیط زیست. ترجمه: اکبرپور، افشین.، تصدی، فریبرز و شمس، بهنام. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، صفحه ۲۱-۹.
- بوداغی، هاجر.، یونسیان، مسعود.، محوی، امیرحسین.، محمدی، محمودعلی.، دهقانی، محمدهادی و نظم‌آرا، شاهرخ (۱۳۹۰). بررسی میزان آرسنیک، کادمیوم و سرب در خاک و آب زیرزمینی و ارتباط آن با کود شیمیایی در شهرستان قائم شهر (مطالعه موردی در منطقه کشاورزی وحدت) سال زراعی ۸۹-۸۸. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، شماره ۲۱، صفحه ۲۹-۲۱.
- دلیجانی، فرزام.، کاظمی، غلام عباس.، پروین‌نیا، محمد و خاکشور، ملیحه (۱۳۸۸). غنی‌شدگی و توزیع فلزات سنگین در خاک‌های منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی (عسلویه). هشتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، شیراز.
- رحمانی، حمید رضا. (۱۳۸۷). کیفیت پساب صنعتی شرکت ذوب آهن اصفهان و اثرات آن بر اراضی تحت کشت مو. مجله علوم محیطی، شماره ٤، صفحه١٤٤-١٣٥.
- سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان (۱۳۹۰). توت‌فرنگی. اولین جشنواره ملی توت‌فرنگی، سنندج.
- سرسیفی، محمد (۱۳۷۹). توت‌فرنگی جلوه‌ای از کشاورزی پایدار در کردستان. فصلنامه فرهنگی، پژوهشی، هنری فرهنگ کردستان، شماره ۲، صفحه ۱۰۷-۱۰۱.
- سرسیفی، محمد (۱۳۹۱). معرفی نتایج تحقیقات کاربردی توت‌فرنگی، اولین همایش ملی توت‌فرنگی ایران، سنندج.
- قاسمی مبتکر، حسین و کاظمیان، حسین (۱۳۸٤). بررسی کاربرد زئولیت‌های A وP سنتز شده از زئولیت کلینوپتیلولیت طبیعی ایران برای حذف کاتیون‌های سنگین از پساب‌های شبیه‌سازی شده. نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران ، شماره ۲، پیاپی ٢٤، صفحه٦١-٥١.
- کشاورزی، عاطفه.، فتوت، امیر.، حرمالی، فرهاد و ایوبی، شمس‌اله. (۱۳۸۵). مطالعه جذب سطحی عناصر سرب و کادمیوم در دو خاک با خصوصیات فیزیکو شیمیایی متفاوت در استان گلستان. همایش خاک، محیط زیست و توسعه‌ی پایدار، کرج.
- کفیل‌زاده، فرشید.، کارگر، محمد و کدیور، الهام (۱۳۸۵). بررسی غلظت کادمیوم، روی، مس، آهن و نیکل در رودخانه خشک شیراز و برخی محصولات کشاورزی مجاور. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ٤، پیاپی ۸، صفحه ٦٧-٧٥.

- گلشاهی، امین.، میرغفاری، نوراله.، سفیانیان، علیرضا و افیونی، مجید (۱۳۸۹). کاربرد ارزیابی ریسک سلامتی فلزات سنگین برای پایش محصول سالم. اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، اصفهان.
- مرادیانی، اسماعیل.، باغستانی، محمدعلی.، دانشیان، جهانفر و یوسفی، بایزید (۱۳۹۱). بررسی کارائی تیمارهای مختلف کنترل علف هرز در مزارع توت‌فرنگی، اولین همایش ملی توت‌فرنگی ایران، سنندج.
- مردانی، گشتاسب.، صادقی، مهربان و آهنکوب، مریم (۱۳۸۹). بررسی آلودگی خاک‌های منطقه جنوب تهران در مسیر رواناب‌های سطحی به فلزات سنگین. مجله آب و فاضلاب، شماره ۳، صفحه ۱۱۳-۱۰۸.
- منصور قاضی، مصطفی و کمانگر، صلاح‌الدین (۱۳۹۱). بررسی کنه‌های مزارع توت‌فرنگی کردستان. اولین همایش ملی توت‌فرنگی ایران، سنندج.
- مهاجر، رضا.، صالحی، محمدحسین.، محمدی، جهانگرد و تومانیان، نورابر (۱۳۸۹). تأثیر کودهای حاوی فلزات سنگین بر سلامتی انسان و مسیرهای انتقال این فلزات در زنجیره‌ی غذایی. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود، تهران.
- مهرپرتو، لیلا و لویزه، فرشاد (۱۳۸۳). بررسی منابع آلاینده‌های فلزات سنگین در چشمه‌های آب شرب استان کردستان. بیست و سومین گردهمایی علوم زمین، تهران.

- Agriculture Organization of Kurdistan (2011). Strawberry. National Strawberry festival. 1st Edition [In Farsi].
- Arbabi, M., Emami, M.S., Baradarian, P. and Jeliany, N. (2012). Assessment of new insecticide doses with allowed insecticide to control Spider mite in Strawberry hydroponics greenhouse in Tehran. Paper presented at the first Iranian regional congress on Strawberry, Sanandaj, Iran [In Farsi].
- Asghari, Gh.R., Palizban, A.A., Toloue Ghamari, Z. and Adeli, F. (2008). Contamination of lead, mercury and cadmium on Iranian herbal medicines. Pharmaceuticals Sciences, 1:1-8 [In Farsi].
- Ashraf, M.A., Maah, M.J. and Yusoff, I. (2011). Heavy metals accumulation in plants growing in extin mining catchment: International Journal of Environmental Sciences Technology, 8(2): 401-416.
- Athar, M. and Vahoura, Sh. (2006). Heavy Metals and the Environment. Akbarpour, A., Nasri, F. and Shams, B., Islamic Azad University press, Sanandaj Branch, Iran, pp. 09-21.
- Boudaghi, H., Yonesian, M., Mahvi, A.H., Ali Mohammadi, M., Dehghani, M.H. and Nazm Ara, Sh. (2012). Survey of concentration cadmium, lead and arsenic on soil paddy and underground water and its relationship with chemical fertilizer in Ghaemshahr City (Vahdat Center) Crop year 88-89: Journalof Mazandaran university of medical sciences, 21: 21-29 [In Farsi].
- Delijany, F., Kazemi, Gh.A., Parvin nia, M. and Khakshour, M. (2009). Enriched and distribution of heavy metals in soils of South Pars Special Economic zone (Assaluyeh). Paper presented at The 8th International Congress of Civil Engineering, Shiraz, Iran [In Farsi].
- Ghasemi mobtaker, H. and Kazemian, H. (2005). Check the use of Zeolites A and P made of Iranian natural Clinoptilolite for the removal of heavy cation of simulated wastewater: Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 2 (24): 51-61 [In Farsi].
- Golshahi, A., Mirghafary, N., Sefianian, A. and Afiouni, M. (2010). Assessment of Heavy metals health risk for healthy crop monitoring. Paper presented at The first National conference on sustainable agriculture and a healthy crop in Isfahan province, Isfahan, Iran [In Farsi].
- Jung, M.C. (2008). Heavy metal concentration in soil and factors affecting metal uptake by plants in the victory of Korean Cu-W mine: Department of Earth and Environmental Sciences, College of Natural Sciences, Sejong University, Sensors, 8: 2413-2423.

- Kafil zadeh, F., Karegar, M. and Kadivar, E. (2007). Evaluation the concentration of cadmium, zinc, copper, iron and nickel in Shiraz Dry River and some adjacent crops: Journal of Environmental Science and Technology, 4 (8): 67-75 [In Farsi].
- Keshavarzi, F., Fotovat, A., Hermaly, F. and Ayoubi, Sh. (2006). Study of adsorption of lead and cadmium in soil with different physicochemical properties in Golestan Province. Paper presented at The Congress of Soil, Environment and Sustainable Development, Karaj, Iran [In Farsi].
- Mansour Ghazi, M. and Kamangar, S. (2012). Evaluation of strawberry mite in Kurdistan fields. Paper presented at The first Iranian regional congress on Strawberry, Sanandaj, Iran [In Farsi].
- Mardany, G., Sadeghi, M. and Ahankoub, M. (2010). Check soil pollution by heavy metals in surface runoff in the direction of south Tehran: Journal of Water and Wastewater, 3: 108-113 [In Farsi].
- Mehrparto, L. and Lovizeh, F. (2004). Evaluation of Sources of heavy metal contaminants in drinking water sources in Kurdistan. Paper presented at The 23th Earth Sciences Conference, Tehran, Iran [In Farsi].
- Mohajer, R., Salehi, M.H., Mohammadi, J. and Toomanian, N. (2011). Evaluation of Fertilizers containing heavy metals on human health and transmission routes of these metals in the food chain. Paper presented at the first Iranian Fertilizer Challenges Congress: Half a Century of the Fertilizer Consumption, Tehran, Iran [In Farsi].
- Moradiani, E., Baghestani, M.A., Daneshian, J. and Yousefi, B. (2012). Survey of efficiency of weed control treatments in strawberry fields. Paper presented at the first Iranian regional congress on Strawberry, Sanandaj, Iran [In Farsi].
- Rahmani, H.R. (2008). Evaluation of industrial effluent quality of Esfahan Steel Company and its effects on vine cultivated land: Journal of Environmental Sciences, 4: 135-144 [In Farsi].
- Sarpong, K., Darety, E., Boateng, G.O. and Dapaah, H. (2012). Profile of hazardous metals in twenty selected medicinal plant samples sold at Kumasi central market, Ashanti region, Ghana: Global Advanced Research journal of Educational Research and Review, 1(1): 4-9.
- Sarsaefi, M. (2000). Strawberry is a manifestation of Sustainable Agriculture in Kurdistan: Journal of Kurdistan Cultural, Research and Art, 2:101-107[In Farsi].
- Sarsaefi, M. (2012). Introduction to Applied Research Strawberry. Paper presented at the first Iranian regional congress on Strawberry, Sanandaj, Iran [In Farsi].

Evaluation of heavy metals concentration in strawberry (Case study: Agricultural lands of Sanandaj)

Cheraghi, M.[1], Ariaeinejad, N.[2]*, Lorestani, B.[3]

1- Assistant Professor of Environment Department, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
2- Graduated of Environment, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
3- Assistant Professor of Environment Department, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
*Corresponding author email: ne2008ar@gmail.com
(Received: 2012/8/28 Accepted: 2013/7/17)

Abstract

Contaminants are damaging factors of the ecosystems. Amongst, heavy metals are due to their toxicity, persistence and bio-accumulation are of great concern even in low concentrations. Kurdistan province with an annual production of 30,000 tons of strawberry produces 88 percent of the strawberry in Iran. In this study, 25 samples were obtained randomly from soil (depth of 0-30 cm), leaf and strawberry crop of all five existing farms located on the road of Sanandaj to Kamyaran. The samples were transported to laboratory and acid digestion was performed on the samples. Afterwards, the quantity of cadmium, arsenic, lead, zinc and copper were measured using atomic emission device. The results revealed that metal concentrations of cadmium, zinc and copper (0.01, 6.03, 13.67 mg/kg, respectively) were lower than the standards of FAO/WHO. Meanwhile the concentrations of heavy metals of arsenic and lead (36.88, 3.57 mg/kg, respectively) were higher than the defined standards (with 95% confidence level). It seems that the overuse of chemical fertilizers and pesticides is the main cause of heavy metal contaminations in the strawberry farms.

Key words: Heavy metals, Strawberry, Kurdistan province.