بررسی میزان تجمع فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، مس، نیکل و جیوه) در برخی از سبزی‌های کشت شده در شهرستان‌های خرم‌آباد و الشتر استان لرستان در تابستان ۱۳۹۵

ساناز ضرابی*[۱]، معصومه حاتمی‌کیا[۱]، نیلوفر درستی[۲]، مهناز ضرابی[۳]، ثمر مرتضوی[۴]

۱- دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات داروهای گیاهی رازی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۲- استادیار، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۳- کارشناس ارشد، گروه محیط زیست، دانشگاه پیام نور تهران، تهران، ایران.

۴- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه همدان، ملایر، ایران.

یافته / دوره بیستم / شماره ۲ / تابستان ۹۷ / مسلسل ۷۶

چکیده

دریافت مقاله: ۹۶/۱۲/۱۹ پذیرش مقاله: ۹۷/۲/۳۱

مقدمه: سبزیجات قابلیت بالایی در جذب و ذخیره فلزات سنگین دارند و تجمع این مواد در بدن انسان سبب ایجاد عوارض ناگوار می‌شود. لذا هدف از این مطالعه ارزیابی غلظت و آلودگی ناشی از عناصر کادمیوم، سرب، جیوه، مس و نیکل در تره، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی در برخی از مزارع شهرستان‌های خرم‌آباد و الشتر در تابستان ۱۳۹۵ می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در مطالعه حاضر پس از نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها، میزان غلظت عناصر توسط دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی اندازه‌گیری شد و برای پردازش و رسم نمودارهای آماری نتایج، از نرم‌افزار SPSS و Excel استفاده گردید. درنهایت نتایج با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی مقایسه و توصیه لازم برای مصرف سبزی‌های مورد آزمایش صورت پذیرفت.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده حاکی از آن است که میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های گیاهی، تجمع فلز سرب در تره (۰/۲۵۲)، در گوجه‌فرنگی (۰/۳۰۴) و در سیب‌زمینی (۰/۱۵۵) و میزان تجمع فلز کادمیوم در تره (۰/۱۴۷)، در گوجه‌فرنگی (۰/۲۱۶) و در سیب‌زمینی (۰/۰۸۱) و میزان تجمع نیکل نیز به ترتیب در تره (۴۷/۹۸)، در گوجه‌فرنگی (۳۴/۶۱۲) و در سیب‌زمینی (۳۲/۰۴) و میزان تجمع مس در تره (۰/۱۴۹) در گوجه‌فرنگی (۰/۱۵۵) و در سیب‌زمینی (۰/۱۴۸) میکروگرم بر گرم می‌باشند. در مورد تجمع فلز جیوه پایین بودن و یا فقدان این عنصر در گیاهان مورد آزمایش گزارش گردیده است.

بحث و نتیجه‌گیری: از دلایل بالا بودن فلزات سرب و کادمیوم در قیاس با حد مجاز می‌توان به استفاده بی‌رویه کشاورزان از کودهای فسفاته، استفاده از لجن فاضلاب، حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها، استفاده بی‌رویه از فضولات حیوانی و زباله‌های شهری و نیز نزدیکی زمین زراعی به جاده نام برد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، سرب، کادمیوم، مس، نیکل، جیوه، سبزیجات.

*آدرس مکاتبه: خرم‌آباد، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، مرکز تحقیقات داروهای گیاهی رازی.

پست الکترونیک: sanazzarabi@yahoo.com

مقدمه

حفظ سلامت انسان ارتباط نزدیکی با مواد مصرفی دارد. با توجه به اینکه سبزی‌ها منابع خوبی از ویتامین‌ها، مواد معدنی، مواد پروتئینی و مواد سلولزی هستند، نقش بسیار مهمی در تغذیه و سلامت انسان ایفا می‌کنند. وجود هرگونه آلودگی در این‌گونه مواد می‌تواند سلامت افراد جامعه را به مخاطره اندازد. سبزیجات امروزه در دنیا به صورت گسترده‌ای کشت می‌شوند و به سبب ارزش غذایی فراوانی که دارند، جزو محصولات پر اهمیت به شمار می‌آیند.

در سال‌های اخیر به دلیل گسترش فعالیت‌های صنعتی غلظت فلزات سنگین در محیط زیست و همچنین مواد غذایی افزایش یافته است. از دلایل خطر آفرین بودن فلزات سنگین، قدرت تجمع زیستی آنها می‌باشد به این مفهوم که قادر هستند در سیستم بدن موجود زنده تجمع یابند و غلظت آنها به مرور زمان و با تماس بیشتر با آلاینده‌ها افزایش یابد (۱). به طور طبیعی این قبیل فلزات در خاک به میزان بسیار کم یافت می‌شوند. عناصری که برای رشد گیاه ضروری هستند معمولاً در گیاه متحرک بوده، اما عناصر سمی و سنگین جابجایی کمی داشته و در ریشه‌ها تجمع می‌یابند (۲). با این وجود از دلایل آلودگی گیاهان با فلزات سنگین به واسطه، احتراق سوخت‌های فسیلی، آلودگی آب، پساب‌های شهری و صنعتی، لجن فاضلاب، کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها و آلودگی خاک در ریزوسفر گیاه است (۳). این فلزات توسط خاک جذب شده و سبب آلودگی زمین‌های کشاورزی می‌شوند و درنهایت وارد چرخه خاک، گیاه، حیوان و انسان شده و ممکن است به حد آستانه سمی برای گیاه و حیوان و انسان برسد که مشکلات و عوارض زیادی برای موجودات و درنهایت برای انسان در پی خواهد داشت (۴). تماس با این‌گونه عناصر به ویژه برای کودکان در حال رشد به دلیل جذب بالای فلزاتی همانند سرب ایجاد عوارض مختلف می‌کند. تماس کوتاه مدت با غلظت بالای فلزات، حالت سمی با مقیاس بالا ایجاد می‌کند، در حالی که تماس طولانی‌مدت با غلظت کمتر به مرور آثار غیر قابل جبرانی مانند کم‌خونی، دردهای گوارش، یبوست، کم‌خوابی، سردرد، خستگی، اضطراب که توأم با اختلال عصبی، آسیب ریه‌ها، گوارش و حتی سرطان را همراه است، بر بدن وارد می‌کند (۵).

کادمیوم، عنصری با وزن اتمی، ۱۱۲/۴ نقطه ذوب ۳۲۱ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش ۷۶۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این فلز از طریق فعالیت‌هایی چون حفاری معدن، صنایع فلزی، صنایع شیمیایی، آب فلزکاری، کودهای سوپرفسفات، آفت‌کش‌های حاوی کادمیوم و نیز تولید برخی از آلیاژهای فلزی، باطری‌سازی و غیره به محیط زیست وارد می‌گردد (۶). کادمیوم، توزیع نسبی روی را در بدن دستخوش تغییر می‌نماید (۷). در مسمومیت حاد با این فلز، علائمی چون تهوع، اسهال، سردرد شدید، دردهای عضلانی و شکمی، افزایش ترشحات بزاق، شوک، آسیب‌های کبدی و از کار افتادن کلیه دیده می‌شود (۸). اثرات بیوشیمیایی کادمیوم نیز شامل شکسته شدن اکسیدهای فسفر، تداخل در فعالیت آنزیم‌ها و همچنین توانایی در واکنش با اسیدهای نوکلئیک و بروز سرطان می‌باشد (۹). از نظر FAO، مقدار مجاز ورودی کادمیوم به بدن به طور هفتگی ۰/۶-۰/۴ میلی‌گرم برای هر فرد می‌باشد (۱۰).

سرب، عنصری با وزن اتمی ۲۰۷/۲، نقطه ذوب ۳۲۷ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش ۱۷۴۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این فلز توسط انسان به طرق مختلف وارد محیط می‌شود و فعالیت‌هایی نظیر، مهمات‌سازی، ریخته‌گری، رنگ‌سازی، تولید بنزین سرب‌دار، آب‌بندی درز و شکاف لوله‌ها، تهیه پوشش کابل‌ها، تولید باطری، تولید آلیاژهای برنجی وارد کننده این ماده خطرناک به محیط محسوب می‌شوند (۱۰). نیمه‌عمر سرب در خون ۴-۲ هفته،

بافت‌های نرم ۴ هفته و استخوان ۲۷/۵ سال می‌باشد (۱۱). این ماده از دیرباز، به عنوان یک سم متابولیک شناخته شده است. سرب همانند کادمیوم در متابولیسم بسیاری از آنزیم‌ها اثر می‌گذارد و نیز با اسیدهای نوکلئیک کمپلکس تشکیل می‌دهد و در واکنش آن‌ها اثر می‌گذارد. در ضمن این عنصر تأثیر قابل توجهی در مکانیزم‌های ایجاد کننده سرطان در بدن دارد. همچنین اختلال در بیوسنتز هموگلوبین و کم‌خونی، افزایش فشارخون، آسیب به کلیه، سقط جنین، اختلال سیستم عصبی، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان از عوارض ناشی از افزایش غلظت سرب در بدن است (۱۲). کمیته متخصصین WHO، FAO در سال ۱۹۷۲ جذب موقتی هفتگی سرب را برای هر فرد ۴ میلی‌گرم بیان کرده و حد آستانه سرب برای مواد غذایی ۲/۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (۱۳).

نیکل، عنصری با وزن اتمی ۵۸/۶۹، نقطه ذوب ۱۴۵۲ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش ۲۳۳۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این فلز از طریق صنایع سرامیک‌سازی، تهیه باطری‌های مخصوص، صنایع الکترونیک، ساخت ابزار و وسایل استیل وارد محیط زیست می‌گردد. طبق تحقیقات صورت گرفته، تخمین زده می‌شود که علائم مسمومیت با نیکل در انسان زمانی بروز می‌کند که ۲۵۰ میلی‌گرم نیکل محلول، در روز وارد بدن شود (۱۱). حداکثر مجاز جذب روزانه این ماده، از طریق مواد غذایی نیز ۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز می‌باشد (۱۴).

مس، فلزی قرمز رنگ با وزن اتمی ۲۹ دارای هدایت الکتریکی و حرارتی بالا و از نظر فراوانی سی‌وششمین عنصر در پوسته زمین است. حضور مس در آب می‌تواند از طریق آلودگی‌های صنعتی ایجاد شود اما منبع اصلی آن سیستم‌های آب‌رسانی، خوردگی لوله‌های برنجی و مسی است (۱۵). مس در کشاورزی به صورت سولفات مس در قارچ‌کش‌ها مصرف می‌شود (۱۶) و همچنین نمک‌های مسی که جهت کنترل و رشد جلبک در تصفیه آب استفاده می‌شوند، می‌توانند به عنوان منابع ورودی مس به آب به شمار روند (۱۵). عنصر مس تمایل زیادی برای تجمع در ریشه گیاه دارد و به ندرت به بخش‌های هوایی گیاه انتقال پیدا می‌کند (۱۷). وجود زیاده از حد این عنصر موجب کمبود آهن در گیاه می‌شود. مقدار زیاد این فلز نیز برای میکروارگانیسم‌ها سمی بوده و فرآیند تجزیه را تحت تأثیر قرار می‌دهند و موجب اثرات حادی همانند ناراحتی دستگاه گوارش، صدمه به سیستم‌های کبدی و کلیوی و نیز کم‌خونی می‌گردد. مقدار مس در بدن انسان بالغ ۱۲۰-۵۰ میلی‌گرم است (۱۵).

جیوه، فلز سفید رنگ نقره‌ای می‌باشد که در دمای اتاق به حالت مایع است و یکی از قدیمی‌ترین و سنگین‌ترین فلزاتی است که بشر تاکنون می‌شناسد. ماکزیمم مقدار مجاز جیوه در خون ۰/۰۳ میلی‌گرم در لیتر است. بیشترین کاربرد جیوه در ساخت مواد شیمیایی صنعتی و کاربردهای برقی و الکترونیکی است. علاوه بر این‌ها، جیوه در دماسنج‌ها و بخصوص برای حرارت‌های بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جیوه علاوه بر دماسنج، در فشارسنج‌ها، پمپ‌های انتشار و بسیاری وسایل آزمایشگاهی دیگر استفاده می‌گردد. از جیوه گازی در لامپ‌های بخار جیوه و تابلوهای تبلیغاتی استفاده می‌شود. کاربردهای متنوع جیوه عبارتند از: سویچ‌های جیوه‌ای، حشره‌کش‌ها، آمالگام داروهای دندان، باتری‌های جیوه‌ای برای تولید هیدروکسید سدیم و کلر، الکترود در برخی از انواع الکترولیز، باتری‌ها (پیل‌های جیوه‌ای) و کاتالیزورها. تجمع بیش از اندازه جیوه در بدن در سیستم عصبی اختلال ایجاد می‌کند و درنهایت منجر به بی‌حسی و خارش انگشتان دست، پا و لب‌ها می‌شود. همچنین سبب می‌شود تا کودکان دیرتر از موعد مقرر، شروع به صحبت کردن و راه رفتن کنند. از دیگر عوارض آن می‌توان به

دردهای مفصلی و ماهیچه‌ها و افـزایش خطـرات حمـلات قلبی اشاره کرد (۱۸).

با توجه بـه اینکـه فلـزات سـنگین جـزء آن دسـته از عناصری هستند که وجودشـان در مـواد غـذایی و محـیط برای سلامتی انسان خطرناک می‌باشد (۱۹) لذا در مطالعه حاضر سعی شده است با توجه به اهمیت این فرآورده‌ها در سفره خانواده، میزان غلظت فلزات (سرب، کادمیوم، مـس، نیکل و جیوه) در تره، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینـی بررسـی شود.

گیویان‌راد و همکاران در تحقیقی که بر تعیین فلـزات سنگین کادمیوم و سرب در سـبزی‌هـای خـوراکی کـاهو، نعناع و تره کشت شده در اراضـی مختلـف جنـوب تهـران انجام دادند به ایـن نتیجـه رسـیدند کـه میـانگین غلظـت کادمیوم در سه نمونه تره، کاهو و نعنـاع در منـاطق مـورد مطالعه معنی‌دار بوده اسـت امـا در مـورد سـرب اخـتلاف معناداری مشاهده نگردید (۴).

ترابیان و همکاران در بررسی که بـر روی سـبزی‌هـای برگی تهران انجام دادند نتیجه گرفتند که فلـزات سـنگین موجـود در ایـن گیاهـان کـه توسـط پسـاب آبیـاری و اندازه‌گیری شده‌اند، مقادیر کادمیوم چندین برابر حد مجاز آن برای مصارف انسان بوده است (۲۰).

ناظمی و همکاران مقدار فلزات سـنگین در سـبزیجات پرورشی شاهرود را اندازه‌گیری کردنـد کـه بـه جـز روی و آرسنیک، میانگین غلظت کروم، کادمیوم و سرب بیش‌تر از محدوده استاندارد ارائه شده توسـط WHO بـرای گیاهـان بـود. پسـاب‌های شـهری و صـنعتی علـت اصـلی آلـودگی سبزیجات پرورشی مزارع حومه شـهر شـاهرود بـه فلـزات سنگین است و توصیه می‌شود از آبیاری سبزیجات بـا آب آلوده به هر نحو جلوگیری گردد (۲۱).

شـعبانخانی میـزان سـرب و کـادمیوم در دو سـبزی اسفناج و تربچه در ساری را مورد بررسی قـرار دادنـد کـه اختلاف معنی‌داری بین میانگین سرب در هر دو سبزی در چهار منطقـه جغرافیـایی مشـاهده شـد؛ امـا در خصـوص کادمیوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (۲۲).

سمرقندی و همکاران در تحقیقی که بر میزان فلـزات سرب، کروم، نیکل و کادمیوم در سبزیجات شـهر همـدان انجام دادند، نتایج حاصل بیانگر، اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار سرب موجود در سبزیجات بود. همچنـین در مقـدار نیکل موجود در سبزیجات اختلاف معنی‌داری طی ماه‌های نمونه‌برداری مشاهده نگردید. همچنین مقدار کـادمیوم در سبزیجات در ماه‌های مورد مطالعه در حد صفر بوده است. نتایج نشان داد که مقدار سرب موجود در سبزیجات بـیش از آستانه مجاز در مواد غذایی می‌باشد (۱۰).

پارسـافر در تحقیقـی کـه بـر بررسـی ضـریب انتقـال کادمیوم، روی، مس و سرب از خاک به گیاه سـیب‌زمینـی تحت تأثیر کاربرد فاضلاب انجام داده‌اند، نتـایج نشـان داد که اثر تیمارهای آبیاری بر ضریب انتقال عناصر سنگین از خـاک بـه انـدام هـوایی (بـه جـز کـادمیوم) و غـده‌هـای سیب‌زمینی (به جـز روی و مـس) در سـطح یـک درصـد معنی‌دار می‌باشند (۲۳).

مواد و روش‌ها

جامعه مورد مطالعه

گونه‌های سبزی خوراکی شامل سبزی‌های برگی (تـره ایرانی)، سبزی‌های میوه‌ای (گوجه‌فرنگی) و سبزی غـده‌ای (سیب‌زمینی) از ۳ مزرعه در شهرستان خرم‌آباد و الشتر به روش تصادفی سیسـتماتیک ۳ نمونـه مرکـب جمـع‌آوری گردید که هر نمونه سه تکرارپذیری دارد.

محل نمونه‌گیری

محل نمونه‌گیری تره (Allium porrum) از منطقه‌های ربـاط، گیلـوران و کمالونـد بـود. گوجـه‌فرنگـی (Lycopersicum esculentum) از منطقـه‌های ربـاط، چنگایی و ویسیان و سیب‌زمینـی (Solanum tuberosum) از منطقه‌های الشتر، گریت و هرو جمع‌آوری شدند.

نمونه‌برداری

با توجه به اینکه مطالعه حاضر از نوع توصیفی تحلیلی و از نوع تجربی می‌باشد لذا نمونه‌برداری در مرداد و شهریور، در محدوده تعیین شده به طور تصادفی، ۳ گونه سبزی خوراکی شامل (تره، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی) انتخاب و از هر مزرعه ۳ نمونه از ابتدا، انتها و وسط مزرعه برداشت گردید. وزن هر نمونه برداشت شده یک کیلوگرم و درمجموع از هر مزرعه ۳ کیلوگرم نمونه مخلوط شد تا وضعیت متوسط هر مزرعه از لحاظ آلودگی به فلزات سنگین بررسی گردد. نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری در بسته‌های پلی‌اتیلنی پیچیده و برای تجزیه و تحلیل فلزات سنگین به آزمایشگاه منتقل گردید.

آماده‌سازی و هضم نمونه

هضم گیاه به روش خشک و ترکیب با HCL انجام گردیده است. مواد آلی گیاه با حرارت کنترل شده از بین می‌رود، چون که درجه حرارت بالا است کلیه ترکیبات ازت‌دار به صورت گاز خارج می‌شوند. عصاره تهیه شده با این روش جهت اندازه‌گیری عناصر کلسیم، منیزیم، سدیم، مس و سایر فلزات سنگین در برگ، ساقه و ریشه گیاهان به کار می‌رود. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه، علف‌های اضافی و ساقه‌های غیرمصرف از نمونه کاملاً جدا شده سپس به منظور حذف گردوغبار و احتمالاً هرگونه آلودگی، نمونه‌ها ابتدا با آب و مایع و سپس با آب مقطر شسته می‌شوند. ۲ گرم از نمونه گیاه خشک شده را با دقت توزین و در کروزه سیلیسی یا چینی ریخته و در کوره با حرارت معمولی قرار داده می‌شود. درجه حرارت کوره را به تدریج و در عرض ۲ ساعت به ۵۵۰ درجه رسانده ۱۲-۴ ساعت در این حرارت نگه می‌داریم. بعد از اتمام این مدت کوره را خاموش و کروزه را از کوره خارج نموده و بعد از خنک شدن خاکستر را با آب دوبار تقطیر شده خیس کرده و در همان حال به آرامی مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریدریک ۲ مول اضافه نموده بعد از اتمام شدن فعل و انفعالات کروزه‌ها را روی حمام آبی قرار داده تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت نموده تا اولین بخارات سفید خارج شود و سپس محتویات کروزه را از کاغذ صافی واتمن به داخل بالن صاف نموده و به حجم ۵۰ سی‌سی رسانده و در این مرحله نمونه آماده تزریق به دستگاه جذب اتمی می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری

بررسی و تحلیل آماری نتایج با کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ صورت گرفت و با بهره‌گیری از نرم‌افزار Excel نمودارهای حاصل از نتایج رسم شد. در ابتدا نرمالیته داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک بررسی و پس از تعیین هموژنیتی به دلیل اینکه نتایج همگن هستند در آزمون آنالیز واریانس از آزمون دانکن استفاده شد و نیز از آزمون‌های پارامتریک برای داده‌های نرمال و آزمون‌های ناپارامتریک برای نتایج غیر نرمال استفاده شد. جهت مقایسه مقدار فلزات سنگین در نمونه‌های سبزیجات با استانداردهای موجود از آزمون One Sample T- Test استفاده گردید. جهت بررسی وجود اختلاف در میزان غلظت فلزات سنگین در مزارع مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) نیز استفاده و برای داده‌های نرمال و هموژن آزمون دانکن و برای داده‌های نرمال و هتروژن آزمون Dannet T3 بکار گرفته شد.

یافته‌ها

سبزی‌های مورد مطالعه شامل تره، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی بودند که نتایج اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین در سبزیجات شهر خرم‌آباد به صورت میانگین غلظت (انحراف معیار) بر حسب میکروگرم بر گرم سبزی و حدود اطمینان برای غلظت فلزات سنگین بر حسب نوع سبزیجات در جدول ۱ ارائه شده است. در نمودارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ میزان تجمع فلزات در نمونه‌های گیاهی نشان داده شده است.

جدول ۱. میانگین ± انحراف استاندارد فلزات اندازه‌گیری شده (جیوه، سرب، کادمیوم، مس و نیکل) بر حسب میکروگرم بر گرم

انحراف استاندارد ± میانگین	سیب‌زمینی	گوجه‌فرنگی	تره
جیوه	ND	ND	ND
سرب	۰/۱۵۵±۰/۰۱	۰/۳۰۴±۰/۰۱	۰/۲۵۲±۰/۰۱
کادمیوم	۰/۰۸۱±۰/۰۲	۰/۲۱۶±۰/۰۲	۰/۱۴۷±۰/۰۱
مس	۰/۱۴۸±۰/۰۰۹	۰/۱۵۵±۰/۰۲	۰/۱۴۹±۰/۰۱
نیکل	۳۲/۰۴±۱/۰۹	۳۴/۶۱۲±۳/۶۹	۴۷/۹۸±۵/۱۱

جدول ۲. مقادیر اندازه‌گیری شده هر محصول به تفکیک منطقه برای هر فلز بر حسب میکروگرم بر گرم

نوع سبزی و محل جمع‌آوری	سرب	کادمیوم	مس	نیکل	جیوه
تره رباط	۰/۱۴۷	۰/۰۷۲	۰/۱۸۷	۴۶/۳۴	ND
تره کمالوند	۰/۱۷۹	۰/۰۷۹	۰/۱۴۴	۵۴/۳۱	ND
تره گیلوران	۰/۴۳۱	۰/۲۹۰	۰/۱۱۶	۴۲/۲۹	ND
سیب‌زمینی هرو	۰/۱۴۸	۰/۰۷۸	۰/۱۶۳	۱۴/۴۶	ND
سیب‌زمینی الشتر	۰/۱۴۸	۰/۰۸۸	۰/۱۳۷	۲۵/۰۹	ND
سیب‌زمینی گریت	۰/۱۷۱	۰/۰۷۷	۰/۱۴۴	۵۶/۵۷	ND
گوجه‌فرنگی ویسیان	۰/۱۵۰	۰/۰۶۴	۰/۱۴۶	۲۷/۰۰۶	ND
گوجه‌فرنگی رباط	۰/۳۷۴	۰/۲۶۰	۰/۱۴۶	۳۶/۶۳	ND
گوجه‌فرنگی چنگایی	۰/۳۸۹	۰/۳۲۴	۰/۱۷۳	۴۰/۲۰	ND

با توجه به نتایج به دست آمده، گونه‌های گیاهی از نظر میزان تجمع هر یک از فلزات سنگین به تفکیک مزرعه به صورت زیر است:

تجمع سرب

تره (رباط)< سیب‌زمینی (هرو، الشتر) < گوجه‌فرنگی (ویسیان) < سیب‌زمینی (گریت) < تره (کمالوند) < گوجه‌فرنگی (رباط) < گوجه‌فرنگی (چنگایی) < تره (گیلوران)

تجمع کادمیوم

گوجه‌فرنگی (ویسیان) < تره (رباط) < سیب‌زمینی (گریت) < سیب‌زمینی (هرو) < تره (کمالوند) < سیب‌زمینی (الشتر) < گوجه‌فرنگی (رباط) < تره (گیلوران) < گوجه‌فرنگی (چنگایی)

تجمع مس

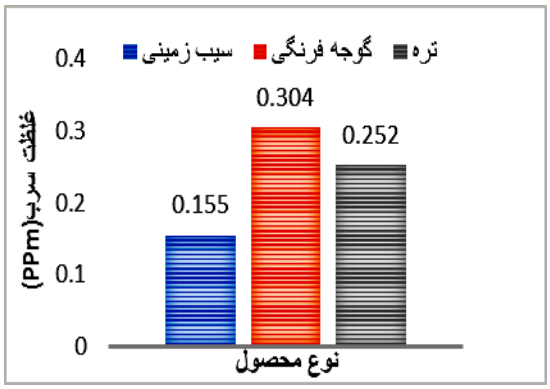
تره (گیلوران) < سیب‌زمینی (الشتر) < تره (کمالوند) و سیب‌زمینی (گریت) < گوجه‌فرنگی (ویسیان، رباط) < سیب‌زمینی (هرو) < گوجه‌فرنگی (چنگایی) < تره (رباط)

تجمع نیکل

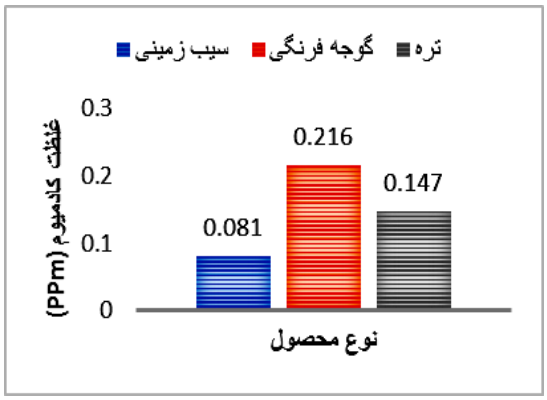
سیب‌زمینی (هرو) < سیب‌زمینی (الشتر) < گوجه‌فرنگی (ویسیان) < گوجه‌فرنگی (رباط) < گوجه (چنگایی) < تره (گیلوران) < تره (رباط) < تره (کمالوند) < سیب‌زمینی (گریت)

تجمع جیوه

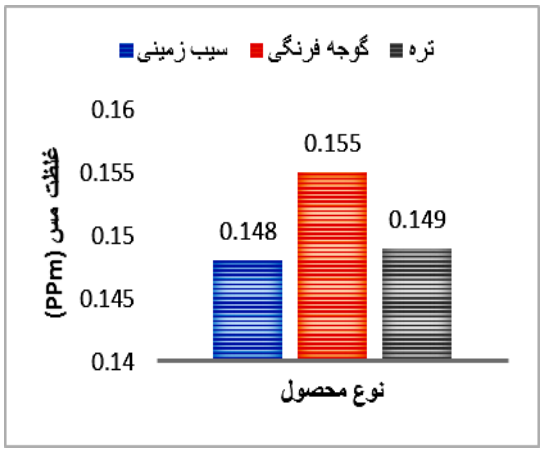
دستگاه توان قرائت غلظت جیوه را در هیچ یک از نمونه‌ها نداشت که این مسئله حاکی از پایین بودن و یا فقدان این عنصر در گیاهان مورد آزمایش بوده است و روی این اصل در جدول تجزیه واریانس ذکری از آن به میان نیامده است.



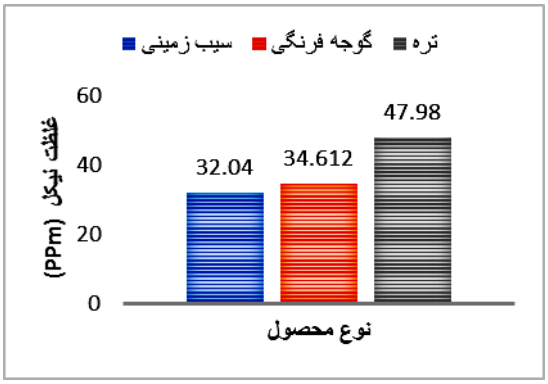
نمودار ۱. میزان میانگین تجمع فلز سرب در نمونه‌های جمع‌آوری شده بر حسب میکروگرم بر گرم



نمودار ۲. میزان میانگین تجمع فلز کادمیوم در نمونه‌های جمع‌آوری شده بر حسب میکروگرم بر گرم



نمودار ۳. میزان میانگین تجمع فلز مس در نمونه‌های جمع‌آوری شده بر حسب میکروگرم بر گرم



نمودار ۴. میزان میانگین تجمع فلز نیکل در نمونه‌های جمع‌آوری شده بر حسب میکروگرم بر گرم

با انجام آزمون Shapiro-Wilk نرمال بودن نتایج تأیید گردید (P>۰/۰۵) (جدول ۳). همچنین یکنواختی نتایج با کمک آزمون Leven بررسی و مورد تأیید قرار گرفت (P>۰/۰۵).

جدول ۳. نتایج آزمون Shapiro-Wilk و بررسی نرمال بودن داده‌ها

عناصر	سطح معناداری	درجه آزادی	آماره
سرب	۰/۷۲۹	۳	۰/۹۸۰
کادمیوم	۰/۸۷۸	۳	۰/۹۹۶
مس	۰/۸۸۲	۳	۰/۹۹۷
نیکل	۰/۷۰۸	۳	۰/۹۷۷

در ادامه با کمک مدل ANOVA اختلاف واریانس میزان فلزات سنگین در سبزیجات مختلف، بررسی و اختلاف معنادار بین آنها تأیید گردید (P<۰/۰۵) که نتایج در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. ANOVA و تأیید اختلاف معنادار بین غلظت فلزات سنگین در گونه‌های مختلف سبزیجات

عناصر	مجموعه مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	واریانس	سطح معناداری
Pb	۳۵۰۴۶۲/۰۰۰	۸	۴۳۳۰۷/۷۵۰	۸۵/۴۸۲	۰/۰۰۰
Cd	۲۸۴۹۱۶/۰۰۰	۸	۳۵۶۱۴/۵۰۰	۱۳۷/۹۸۱	۰/۰۰۰
Cu	۱۰۳۱۶/۹۶۳	۸	۱۲۸۹/۶۲۰	۸/۰۰۵	۰/۰۰۰
Ni	۴۶۷۱۴۰/۶۳۰	۸	۵۸۳۹۲۵/۷۰۴	۲۹/۲۵۶	۰/۰۰۰

در جدول ۵ نتایج حاصل با استانداردهای ارائه شده از WHO و FAO با آزمون One sample T test مقایسه گردید که سرب و کادمیوم حاصل از آزمایش با استاندارد اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد داشت و از آن بالاتر بود.

جدول ۵. نتایج و مقایسه با استانداردهای آزمون One-Sample t Test

عنصر	آماره	درجه آزادی	سطح معناداری	اختلاف میانگین	حدود اطمینان در سطح ٪۹۵ حد پایین	حد بالا
Pb	۱۰/۵۵۵	۲۶	۰/۰۰۰	۲۳۸/۹۱۱۱۱	۱۹۲/۳۸۲۸	۲۸۵/۴۳۹۴
Cu	۳۴/۷۶۲	۲۶	۰/۰۰۰	۱۵۰/۸۳۷۰۴	۱۴۱/۹۱۷۹	۱۵۹/۷۵۶۱
Cd	۷/۲۹۹	۲۶	۰/۰۰۰	۱۴۸/۲۳۳۳۳	۱۰۶/۴۸۶۳	۱۸۹/۹۸۰۴
Ni	۱۴/۲۵۱	۲۶	۰/۰۰۰	۳۸۱۴۹/۲۹۶	۳۲۶۴۶/۶۹۲۱	۴۳۶۵۱/۹۰۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

وجود فلزات سنگین در دنیای امروزه به یک معضل تبدیل شده است که به طرق مختلف در حال وارد شدن به زنجیره غذایی انسان می‌باشد. سبزیجات از اجزای مهم رژیم غذایی سالم و مناسب هستند و شواهد به دست آمده از مطالعات مختلف طی سال‌های گذشته مؤید این مطلب است که مصرف سبزیجات سالم و بهداشتی می‌تواند مانع از بروز بیماری‌های قلبی و برخی از انواع سرطان‌ها گردد (۲۴) با توجه به اینکه یکی از فاکتورهای مهم در تعیین کیفیت سبزیجات مقدار عناصر سنگین می‌باشد و تجمع آن در سبزیجاتی که از برگ‌ها، میوه‌ها و غده‌های آنها

استفاده می‌شود تأثیر نامطلوبی را در سلامت انسان دارد. همچنین گمان می‌رود که منشاء اصلی تجمع عناصر سنگین در سبزیجات خوراکی آلودگی منابع آب و خاک باشد؛ بنابراین با توجه به اهمیت این فرآورده‌ها در سفره خانواده اندازه‌گیری مقدار آن در سبزیجات خوراکی امری ضروری می‌باشد. در این بررسی میزان تجمع فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، مس، نیکل و جیوه) در برخی از سبزیجاتی که در شهرستان خرم‌آباد کشت و مصرف می‌شوند مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. بر اساس استانداردهای ارائه شده توسط WHO حد مجاز نیکل ۶۷، حد مجاز کادمیوم ۰/۱، حد مجاز سرب ۰/۲ (۲۴) و حد مجاز مس ۰/۲ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (۲۳). با توجه به این حدود استاندارد تره منطقه گیلوران، گوجه‌فرنگی منطقه رباط و گوجه‌فرنگی منطقه چنگایی سبزی‌هایی می‌باشند که مقدار سرب و کادمیوم آن‌ها بیش از مقدار مجاز گزارش شده‌اند. علت تفاوت غلظت میان فلزات سنگین در سبزیجات را تفاوت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، ظرفیت جذب فلزات توسط سبزیجات، اثرات جوی نظیر، دما، سرعت باد و خصوصیات خود گیاه نظیر نوع برگ، ریشه و میوه و هم‌چنین فاصله از مناطق صنعتی بیان کرده‌اند (۲۵). وارد کردن کودهای فسفاته به زمین‌های زراعی در حکم وارد کردن مستقیم کادمیوم به اراضی کشاورزی است. یکی دیگر از منابع کادمیوم استفاده از لجن فاضلاب شهری به عنوان کود برای زمین‌های کشاورزی و همین طور استفاده از حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های حاوی کادمیوم است. استفاده از فاضلاب جهت آبیاری به دلیل وجود کادمیوم در آن سبب تجمع این عنصر در خاک می‌شود و هر چه میزان این عنصر در خاک بیشتر شود، جذب آن توسط گیاه نیز افزایش می‌یابد (۲۶).

در مورد سرب نیز فضولات حیوانی، آشغال و فاضلاب شهری به عنوان یک منبع آلاینده به شمار می‌آیند و از آنجایی که کشت این سبزیجات به صورت آبی بوده و از رودخانه‌های اطراف آبیاری می‌شوند احتمال آلودگی آب نیز وجود دارد و نیز احتمال اینکه نیمی از آلودگی مختص به هوا و ذرات آلاینده و یا مصرف بی‌رویه سوخت‌های سرب‌دار باشد، سبب تجمع فلزات در زمین‌های کشاورزی می‌گردد (۲۶). لذا آلودگی به سرب در سبزیجات در نواحی اطراف جاده‌ها به مراتب بیشتر از گیاهانی است که دورتر از جاده رویش دارند. در تحقیق انجام شده احتمال آلودگی بیش از حد مجاز استاندارد سرب و کادمیوم در نمونه‌های (تره منطقه گیلوران، گوجه‌فرنگی منطقه رباط و گوجه‌فرنگی منطقه چنگایی) شاید به علت نزدیکی مزارع به جاده و نیز نوع آبیاری که از طریق رودخانه شده‌اند، می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه توصیه می‌شود که موارد زیر که از عوامل اصلی آلودگی سبزیجات می‌باشند توسط مسئولین زیربط مورد عنایت قرار گیرد تا سلامت و بهداشت عمومی مصرف کنندگان این محصولات غذایی تا حدود بیش‌تری تأمین شود:

۱- شناسایی صنایع و کارگاه‌های کوچک.

۲- بهسازی نهرها و جلوگیری از ورود فاضلاب مناطق مسکونی در آن‌ها.

۳- جابجایی مزارع کشت سبزی از مجاورت جاده.

۴- آموزش به کشاورزان در مورد نحوه استفاده صحیح از کودهای شیمیایی.

۵- آموزش مردم و کشاورزان در مورد اثرات زیان‌بار مصرف فلزات سنگین در سبزیجات و راه‌های کنترل و کاهش آن.

۶- نظارت بیشتر در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت سبزی‌ها در استان توسط سازمان‌های مربوطه.

۷- بررسی فلزات سنگین در سایر سبزی‌های مصرفی و کشت شده در شهر خرم‌آباد و مقدار عناصر کنترل گردد تا سلامت و امنیت غذایی افراد جامعه به خطر نیفتد.

۸- استفاده از کودهای بیولوژیک و زیستی کمک می‌کند محصولات کشاورزی سالم‌تری به دست مصرف‌کنندگان برسد که لازم است به این امر توجه ویژه شود. سم بیولوژیک بهترین جایگزین برای سم شیمیایی است و لازم است آگاهی‌های کافی در این خصوص به دست‌اندرکاران بخش کشاورزی داده شود. نقش کشاورزان در این زمینه بسیار تعیین کننده است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی لرستان و مرکز تحقیقات داروهای گیاهی رازی لرستان به دلیل تأمین هزینه مالی مورد نیاز طرح، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Burchett H. Increasing fruit & vegetable consumption among British primary school children. Health Educe. 2003; 103(2): 99-109.
2. Ebadi F, Ismaili Sari A. The Rate and Mode of Changes in Heavy Metals in Aquatic Plants and Sediments of Miankaleh Lagoon. J Environment Stud. 2005; 37: 53-57.
3. Maleki A, Alasvand Zarasvand M. Heavy metals in selected edible vegetables and estimation of their daily intake in Sanandaj. South Asian J Tropical Med Public Health. 2008; 39(2): 335-340.
4. Giviand Rad M, Sadeghi T, Larejani K, Hosseini S. Determination of heavy metals of cadmium and lead in green straw cultivated in different lands of southern Tehran. Food Sci Nutr. 2011; 8(2): 38-42.
5. Rajesh Kumar S, Madhoolika A, Fiona M. Heavy metal (Cu, Zn, Cd and Pb) contamination of vegetables in urban India. Environ Pollution. 2008; 154(2): 254-263.
6. Asadi M, Faezi Razi D, Nabizadeh R, Vojdani M. Hazardous waste management. Tehran Publications of the Environmental Protection Organization. (In Persian)
7. Mahvi A, Isa Lu M. Environmental Health Engineering in Tropical Regions. Tehran Univ Med Sci J. 1992; 12(2): 23-35. (In Persian)
8. Omrani Q. Waste materials, Scientific publishing center of Islamic Azad University. 1995. (In Persian)
9. Yargoli B, Azimi A, Baghvand A, Abasi F. Investigating the absorption and accumulation of cadmium in various organs of the gland products in contaminated soils. Water Sewage Mag. 2009; 20(4): 60-70. (In Persian)
10. Samarghandi M, Karimpour M, Sadri Gh. Study of heavy metals in cultivated vegetables with contaminated waters in the suburbs of Hamedan. Iran J Health Environ. 1996; 7(1): 45-53.
11. Karimpour M. The study of sources of drinking water in Hamadan city in terms of heavy metals. Tehran Univ Med Sci J. 1994; 5(2): 63-72. (In Persian)
12. Pruvot C, Douay F. Heavy metals in soil Crops and Grass as a source of Human Exposure in the Former Mining Areas. J Soil Sediments. 2006; 6: 215-220.
13. Bahemuka T, Mubofu E. Heavy metals in edible green vegetables grown along the site of the Sinza and Msimbazi rivers in Dar es Salam Tanzania. J Food Chem. 1998; 66: 63-65.
14. James O, Emmanuel UC. Comparative studies on the protein and mineral composition of some selected Nigerian vegetables. African J Food Sci. 2011; 5(1): 22-25.
15. Ismail S. Pollutants Health and Standards in the Environment. 1st ed. Tehran. House of Mehr Pub. 2002; 1: 769-780.
16. Omranzi Q. Solid waste - management, collection and transportation, sanitation and preparation of compost. Islamic Azad University Pub. 2009; 1(4): 344-361.
17. Bonanno G, Giudice L. Heavy metal bioaccumulation by the organs of Phragmites australis and their potential use

as contamination indicators. J Ecological Indicators. 2010; 10: 639-645.
18. Zolfaghariyan F, Aria S, Khodabandeh Shahraki E. Mercury Dangers and ways to prevent mercury poisoning. J Food Chem. 2005; 12(3): 1-8.
19. Singh S, Kumar M. Heavy metal load of soil water and vegetable in peri-urban Delhi. Environ Monitor Assess. 2006; 120: 71-79.
20. Torabian A. Investigation of the effect of irrigation with sewage on heavy metal adsorption by southern leafy vegetables, J Soil Water Sci. 2002; 16(2): 189-196. (In Persian)
21. Nazemi S. Investigating the amount of heavy metals in vegetable vegetables in the suburbs of Shahrood. J Health Environ. 2010; 3(2): 195-202.
22. Shibankhani B. Determination of lead and cadmium levels in spinach and turbicides in Sari city. J Health Environ. 1999; 11(30): 27-30.
23. Parsafar N, Maroufi S. Investigation of Cadmium, Zinc, Cu, and Pb Transfer Cadmium, from Potato to Potato. J Agric Nat Res, Water Soil Sci. 2013; 17(66): 199-211.
24. Kazemzadeh Khoyi G, Nuri A, Pourang N, Alizadeh M. Investigation and Measurement of Heavy Metals of Nickel, Lead, Copper, Manganese, Zinc, Cadmium and Vanadium in Edible Vegetables. South Tehran Refinery Environ Res. 2012; 3(6): 65-74.
25. Zurera G, Moreno R, Salmeron G, Pozo R. Heavy metal uptake from greenhouse border soils for edible vegetable. J Sci Food Agric. 1989; 49(14): 307-314.
26. Shokrzadeh LM. Measurement of Lead and Cadmium Levels in the Rivers of Mazandaran Region. Tehran Univ Med Sci. 2003; 32: 324-330.

A survey of sampling of heavy metals (lead, cadmium, copper, nickel and mercury) in some cultivated vegetables in Khoramabad city and Aleshtar, Summer 2017

***Zarabi S*[*1], Hatamikiya M[1], Dorosti N[2], Zarabi M[3],Mortazavi S[4]**

1.Student phd. Razi Herbal Medicines Research Centre, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran. sanazzarabi@yahoo.com.

2. Assistant Professor, Department of Chemistry, Faculty of Basic Science, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

3. MSc, Environmental Department, Payam Noor University of Tehran, Tehran, Iran

4. Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resource and Environment, Malayer University., Iran.

Received: *10 March 2018* Accepted: *21 May 2018*

Abstract

Background :Vegetables have a high capability in absorbing and storing heavy metals and the gathering of these materials in the human body causes unpleasant effects. The aim of the present study is the evaluation of the density and pollution caused by the elements cadmium , lead, mercury, copper, and nickel in leek, potato, and tomato in some farms in Khorramabad city.

Materials and Methods: In one experimental study, after the sampling of farms and preparing samples, digestion and combination with HCL, the density of the elements cadmium , lead, mercury, copper and nickel were determined by means of atomic absorption apparatus in a graphite furnace. To statistically process the findings, Spss software was used, and Excel software was used to present the findings. Finally, the results were compared with WHO standards.

Results: The results show that the average density in heavy metals in various vegetables: levels of lead in leek (0.252), in tomato (0.304), and in potato (0.155) and the cadmium levels in leek (0.147), in tomato (0.216), in potato (0.081). The levels of nickel are as the follows: leek(47,98), in tomato (34,612), in potato (32,04). The levels of copper were as follows: in leek (0.149), in tomato (0.155), and in potato (0.148)ppm. Mercury was either absent or in trace amounts in the investigated vegetables.

Conclusion: the reason for the high levels of lead and cadmium compared with the permissible limit is probably due to too much phosphate fertilizers being used by farmers, the use of sewage slime, insecticides, fungicides, the using of too much animal residues and urban waste and also the closeness of agricultural fields to roads.

Keywords: heavy metals,lead,cadmium,mercury.

Citation: Zarabi S, Hatamikiya M, Dorosti N, Zarabi M, Mortazavi S. A survey of gathering the amount of heavy metals (lead, cadmium, copper, nickle and mercury) in some cultivated vegtables in khoramabad city and aleshtar, Summer 95. Yafte. 2018; 20(2):1-12.