# ارزیابی خطر سلامتی فلزات سنگین (کادمیوم، نیکل، سرب و روی) در سبزی جعفری برداشت شده از برخی مزارع شهر همدان

**نویسندگان :مهرداد چراغی[1]، آزاده قبادی[2]**

۱. استادیارگروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان

۲. نویسنده مسئول :کارشناس ارشدگروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان

تلفن تماس: ۰۹۱۸۳۱۹۹۷۲۸ Email: azadehghobadi@yahoo.com

**طلوع بهداشت**

**فصلنامهٔ علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد**
**سال سیزدهم**
**شماره: چهارم**
**مهر و آبان ۱۳۹۳**
**شماره مسلسل: ۴۶**

تاریخ وصول: ۱۳۹۲/۸/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۶

## چکیده

**مقدمه:** سبزیجات از اجزای مهم رژیم غذایی هستند و قرار گرفتن در معرض رژیم غذایی آلوده به فلزات سنگین از طریق مصرف سبزیجات، یک خطر برای سلامت انسان محسوب می‌شود. این تحقیق با هدف تعیین غلظت فلزات کادمیوم، نیکل، سرب و روی در خاک و جعفری و ارزیابی خطر سلامتی این فلزات در سبزی جعفری برداشت شده از برخی مزارع شهر همدان صورت گرفته است.

**روش بررسی:** این تحقیق یک مطالعه کاربردی بوده، برای این منظور از جعفری و خاک ۳ مزرعه در شهر همدان با ۳ تکرار برای هریک از مزارع نمونه‌برداری به عمل آمد. در کل، در این بررسی تعداد ۹ نمونه جعفری و ۹ نمونه خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌ها در آزمایشگاه با استفاده از روش هضم اسیدی، هضم شدند. سپس غلظت عناصر توسط دستگاه نشر اتمی قرائت گردید و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSSورژن ۱۹ با سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

**یافته‌ها:** میانگین غلظت کادمیوم، نیکل، سرب و روی در سبزی جعفری به ترتیب برابر۱/۱۴، ۲/۵۶، ۱۶/۶۵، ۲۵/۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و میانگین غلظت این فلزات به ترتیب در خاک برابر ۰/۲۳، ۲۳/۵۱، ۲۰/۸۵، ۵۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. یافته‌های این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت فلزات کادمیوم و سرب در گیاه جعفری بالاتر از حد استاندارد (WHO/FAO)است. این در حالی است که میانگین غلظت فلزات نیکل و روی در گیاه جعفری کمتر از حد استاندارد (WHO/FAO) تشخیص داده شد. همچنین میانگین غلظت هر چهار فلز مورد بررسی در خاک مزارع کمتر از حد استاندارد (WHO/FAO) بوده است. از طرفی مقدار شاخص خطر و سلامت(HRI)برای فلز سرب در جعفری بیش از ۱ بوده و برای فلزات کادمیوم، نیکل و روی کمتر از ۱ می باشد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های مطالعه، جعفری کشت شده در این منطقه به فلزات سنگین کادمیوم و سرب آلوده بوده‌است و نتایج، حاکی از انتقال بسیار ساده این فلزات از خاک به جعفری است که برای مصرف روزانه انسان سالم نبوده و شاخص خطر و سلامت (HRI) بیش از ۱ برای فلز سرب، نشان دهنده خطر بالقوه بهداشتی این فلز در ارتباط با مصرف جعفری آلوده در رژیم غذایی روزانه انسان است.

**واژه های کلیدی:** آلودگی خاک، سبزیجات، فلزات سنگین، ارزیابی خطر

این مقاله حا صل پایان‌نامه کارشناسی ارشد آلودگی‌های محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی همدان می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

**مقدمه**

گام اول در ارزیابی گستردگی و شدت آلودگی فلزات سنگین در مناطق مشکوک به آلودگی، تعیین غلظت فلزات می‌باشد. از این رو برای حفظ محیط زیست، کنترل آلودگی و بهداشت عمومی باید اطلاع دقیقی از میزان آلودگی‌ها به خصوص فلزات سنگین و پراکنش آن‌ها در محیط داشته باشیم (۱).ورود و تجمع فلزات سنگین در اراضی زراعی به طور عمده‌ای ناشی از فعالیت‌های صنعتی، کودهای شیمیایی، کودهای حیوانی، فاضلاب شهری، کمپوست و آفت کش‌هاست (۲). از طرفی در بسیاری از نقاط جهان، استفاده از فاضلاب شهری و صنعتی در آبیاری اراضی مناطق زراعی به امری معمول و متعارف تبدیل شده است (۳). استفاده طولانی مدت از فاضلاب در آبیاری اراضی اغلب به افزایش سطح فلزات سنگین خاک منجر می‌شود(۴). انباشت فلزات سنگین در خاک نه تنها باروری خاک و کیفیت محصولات زراعی را کاهش می‌دهد، بلکه به طور همزمان نقش اکولوژیکی خاک و تأثیر آن بر سایر اجزا محیط زیست را مختل می‌کند (۵). زمانی که ظرفیت خاک برای نگه داشتن فلزات سنگین، به دلیل افزایش سطح آن‌ها در خاک کاهش می‌یابد، فلزات سنگین به صورت محلول‌های قابل استفاده برای جذب گیاهی، آزاد و منتشر می‌شوند(۶).در حقیقت مسأله اساسی استفاده از فاضلاب در امر آبیاری، حضور فلزات سنگین در فاضلاب، رسوب آن‌ها در خاک و در نهایت جذب آن‌ها توسط گیاه می باشد(۷). در واقع در ایران بخش بزرگی از آب مورد استفاده شهر-های بزرگ به فاضلاب شهری تبدیل می‌شود (۸).که با توجه به کمبود منابع آب کشور، فاضلاب‌های شهری می‌توانند به عنوان منبع مهمی برای آبیاری اراضی کشاورزی به کار گرفته شوند (۹). مطالعات گولوواتی و ساوچینک در سال ۲۰۰۲ نشان داده است، در اراضی آبیاری شده با فاضلاب شهری، میزان غلظت کل املاح تا ۲ برابر افزایش یافته و تا عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک میزان عناصر سنگین، افزایش عمده‌ای یافته و برخی عناصر نظیر کادمیوم حتی تا ۲۳ برابر افزایش نشان داده است (۱۰). در واقع عناصری که برای رشد گیاه ضروری هستند، معمولاً در گیاه متحرک بوده، اما عناصر سمی و سنگین جابه‌جایی کمی داشته و در ریشه تجمع می-یابند و سبب افزایش غلظت فلزات سنگین در گیاه می‌شوند (۱۱). در مطالعه‌ای که توسط گوپتا و همکارانش در سال ۲۰۱۲ صورت گرفت، نتایج نشان داد، غلظت سرب، روی و کادمیوم در سبزی اسفناج و تربچه در بالاترین سطح است که منجر به تجمع این فلزات در سبزیجات می‌شود (۱۲). به طور کلی فلزات سنگین موجود در محیط زیست یک خطر بالقوه برای موجودات زنده به شمار می‌آیند. انسان همیشه در معرض آلودگی با فلزات سنگین می‌باشد. این گونه فلزات با ترکیبات ضروری بدن از قبیل اکسیژن، گوگرد و ازت پیوند برقرار می‌نمایند. بیشتر ترکیبات ضروری بدن از جمله آنزیم‌ها و پروتئین‌ها دارای چنین گروه‌هایی می‌باشند در نتیجه فلزات سنگین موجب وقفه فعالیت آنزیم‌ها و اختلال در سنتز ترکیبات ضروری بدن می‌شوند(۱۳). اساسی‌ترین مسأله در ارتباط با فلزات سنگین عدم متابولیزه شدن آن‌ها در بدن می‌باشد.در واقع

Archive of SID

www.SID.ir

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 می‌گردند، که همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می‌شود (۱۴). سبزیجات از اجزای مهم رژیم غذایی سالم و مناسب هستند و شواهد به دست آمده از مطالعات مختلف طی سال‌های گذشته بیانگر این مطلب است، قرار گرفتن در معرض رژیم غذایی آلوده به فلزات سنگین یک خطر برای سلامت انسان، از طریق مصرف سبزیجات می‌باشد (۱۵). نتایج محمدی در سال ۲۰۰۱ حاکی از آن است که جذب فلزات سنگین در سبزیجات برگی به مراتب بیشتر از سبزیجات ریشه‌ای و غده‌ای است (۱۶). سبزیجاتی مانند جعفری قابلیت بالایی در جذب فلزات سنگین، کادمیوم، نیکل، سرب و روی دارند (۴). در واقع منابع اصلی این فلزات برای سبزیجات محل رشد آن‌ها هستند که از طریق ریشه، ساقه و برگ جذب شده‌اند (۱۷). جعفری متعلق به خانواده چتریان است(۱۸). جعفری دارای مقادیر زیادی ویتامین و املاح معدنی به ویژه کلسیم و آهن است. ویتامین‌های A و Cبه مقدار زیادی در آن یافت می‌شود. این گیاه دارای مقدار زیادی روغن‌های فرار مانند آپیولو مریستیسین است و به همین سبب از آن برای معطر ساختن، در اکثر غذاها استفاده می‌شود (۱۹). با توجه به اهمیت بهداشتی میزان فلزات سنگین در سبزیجات و نقش آن‌ها در سلامتی انسان، در این پژوهش ابتدا به تعیین غلظت فلزات کادمیوم، نیکل، سرب و روی، در خاک و جعفری و همچنین مقایسه این مقادیر با استاندارد بین المللی، سپس به ارزیابی خطر سلامتی این فلزات در سبزی جعفری برداشت شده از برخی مزارع شهر همدان پرداخته شده است.

## روش بررسی

این پژوهش یک مطالعه کاربردی بوده، که در آن نمونه‌برداری گیاه جعفری و خاک، در فصل بهار اواخر خرداد ماه از سه مزرعه سبزی‌کاری، واقع در بلوار آیت الله نجفی، در شهر همدان صورت گرفت. موقعیت مکانی هر مزرعه با دستگاه GPSمشخص شد. جمع آوری نمونه‌های جعفری و خاک، از ۲ مزرعه آبیاری شده با آب فاضلاب به عنوان نمونه‌های آلوده(B) و (C) و ۱ مزرعه آبیاری شده با آب چاه به عنوان نمونه شاهد(A)، صورت گرفت. از هر مزرعه نمونه‌ها به صورت تصادفی با ۳ تکرار از قسمت‌های مختلف مزرعه جمع آوری شد. به صورتی که از هر مزرعه، تعداد ۳ نمونه جعفری و خاک برداشته شد. بنابراین، مجموعاً تعداد ۹ نمونه جعفری و ۹ نمونه خاک برداشت شد. نمونه‌برداری جعفری از قسمت‌های برگ و ساقه گیاه و نمونه‌برداری خاک هم از عمق (۳۰-۰) سانتی‌متری زمین برداشت شد، که از خاک زیرین همان سبزی نمونه‌برداری گردید که مراحل کار به صورت زیر می‌باشد.

۱- خشک کردن نمونه‌ها:ابتدا جعفری‌ها را با آب شسته و با مقطر تمیز می‌نماییم، سپس آن‌ها روی کاغذهای تمیز پهن می‌نماییم تا در هوای آزاد کاملاً خشک گردند، برای این امر مدت زمان یک هفته کافی می‌باشد. سپس برای خشک کردن کامل، آن‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار می‌دهیم تا از خشک شدن نمونه‌ها اطمینان حاصل شود. پس از خشک شدن، جعفری‌ها را آسیاب کرده تا کاملاً پودر شوند.

Archive of SID
www.SID.ir

سپس نمونه‌های آسیاب شده را از الک ۲ میلی‌متری عبور می‌دهیم تا ناخالصی‌ها از آن جدا شود. همچنین خاک‌های هر مزرعه را به صورت جداگانه به مدت ۲۴ ساعت در فضای باز قرار می‌دهیم تا کاملاً خشک گردند. سپس خاک‌های خشک شده را از الک ۲ میلی‌متری عبور می‌دهیم تا سنگ‌ها و سنگ ریزه‌های آن، جدا شوند.

۲- آماده سازی نمونه‌ها:ابتدا به میزان ۰/۲ گرم از سبزی‌های خشک شده، را وزن کرده و داخل ظرفی می‌ریزیم، سپس به آن ۴ سی‌سی اسید نیتریک غلیظ اضافه می‌کنیم، سپس درب ظرف را بسته و نمونه‌ها را به مدت ۶۰ دقیقه در داخل حمام بن ماری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار می‌دهیم. بعد از گذشت این مدت زمان، سپس دما را افزایش داده و به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسانیم و نمونه‌ها را به مدت ۹۰ دقیقه در داخل حمام بن ماری قرار می‌دهیم. سپس بعد از سرد شدن که به دمای آزمایشگاه، رسید. ۰/۲ سی‌سی آب اکسیژنه ۳۷ درصد، جهت هضم ماده آلی به آن اضافه می‌کنیم و برای کامل شدن فرآیند، نمونه‌ها را نیم ساعت رها می‌نماییم، سپس نمونه‌ها را با کمی آب مقطر از صافی کاغذی واتمن ۴۲ عبور می‌دهیم و در داخل بالن ۲۵ سی‌سی صافی‌نماییم، سپس عصاره‌های به دست آمده را به حجم می‌رسانیم. سپس به میزان ۲ گرم از خاک را وزن کرده، سپس داخل ظرف شیشه‌ای می‌ریزیم، سپس ۱۵ سی‌سی اسید نیتریک ۴ نرمال به آن اضافه می‌نماییم و به خوبی آن‌ها را مخلوط می‌نماییم. سپس درب ظرف را بسته و به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در داخل حمام بن ماری قرار می‌دهیم. بعد از گذشت ۱۲ ساعت، شیشه‌ها را از حمام بن ماری خارج کرده تا خنک گردند. پس از خنک شدن نمونه‌ها، نمونه را با صافی کاغذی واتمن ۴۲ در بالن ۲۵ سی‌سی صاف می‌نماییم. سپس عصاره‌های به دست آمده را به حجم می‌رسانیم (۲۰). در پایان برای قرائت غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های جعفری و خاک از دستگاه نشر اتمی مدل Varian 710-Es ساخت کشور استرالیا استفاده شد.

۳- پردازش اطلاعات: نتایج به دست آمده از آنالیزهای آزمایشگاهی در مورد غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های مختلف گیاه و خاک، برای بررسی ارزیابی خطر فلزات سنگین، مورد پردازش آماری قرار گرفت. در این پژوهش جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SPSS ورژن ۱۹ استفاده شد. به گونه‌ای که جهت مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد ارزیابی در نمونه‌های مورد بررسی از آزمون آماری تحلیل واریانس بین آزمودنی یک طرفه و جهت مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد ارزیابی با استاندارد ملی و بین‌المللی از تی تست تک نمونه‌ای و آزمون همبستگی استفاده شد. همچنین جهت اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف استفاده شد.

۴- عامل انتقال فلزات از خاک به سبزی جعفری: مقدار عامل انتقال، به شرح زیر محاسبه شده است (۲۱).

$$TF=\frac{C_{Vegetable}}{C_{Soil}}$$

که در آن $C_{Vegetable}$ و $C_{soil}$ نشان دهنده به ترتیب، غلظت فلزات سنگین در عصاره سبزی جعفری و خاک بر اساس وزن خشک، بود(۲۰).

Archive of SID

www.SID.ir

۵- مصرف روزانه فلزات: مصرف روزانه فلزاتبا استفاده از معادله زیر تعیین شد (۲۱).

$$DIM=\frac{C_{Vegetable}\times C_{Factor}\times D_{Food\ Intake}}{B_{Average\ Weight}}$$

که در آن ،$C_{Vegetable}$، $C_{Factor}$، $D_{Food\ Intake}$و $B_{Averageweight}$، به ترتیب نشان دهنده غلظت فلزات سنگین در سبزی جعفری میلی-گرم برکیلوگرمبر اساس وزن خشک، عامل تبدیل وزن سبزیجات تازه به خشک ۰/۰۸۵ میلی گرم بر کیلوگرم، مصرف روزانه برای افراد بالغ ۰/۳۴۵ و برای کودکان ۰/۲۳۲ کیلوگرم به ازای هر فرد در هر روز است، و وزن بدن به طور متوسط برای افراد بالغ ۵۵/۹۰ و برای کودکان ۳۲/۷۰ کیلوگرم است (۷).

۶- شاخص خطر و سلامت: ارزیابی خطر سلامت برای مصرف کنندگان براساس مصرف محصولات آلوده با فلز با استفاده از شاخص خطر و سلامت (HRI) مشخص شد. اگر (HRI<۱) بود هیچ خطر آشکاری برای جمعیت در معرض وجود نداشت ، اما اگر (HRI>۱) بود خطر وجود داشت. شاخص خطر و سلامت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۲۱).

$$HRI=\frac{DIM}{RfD}$$

دوز مرجع جذب سبزیجات (RfD) برای فلزات کادمیوم، سرب، نیکل و رویبه ترتیباز چپ به راست۰/۳، ۰/۰۲، ۰/۰۰۳۵، ۰/۰۰۱(میلی گرم بر کیلوگرم در روز) می‌باشد(۲۲).

**یافته‌ها**

نتایج حاصل از این مطالعه در نمودار۱ نشان می‌دهد، که بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های مورد بررسی جعفری به ترتیب متعلق به روی، سرب، نیکل و کادمیوم است. از طرفی میانگین غلظت این فلزات در خاک مزارع به ترتیب متعلق به روی، نیکل، سرب و کادمیوم است.

نمودار ۱: غلظت فلزات (متوسط: ۹ نمونه) در جعفری و خاک مزارع

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱: مقایسه میزان غلظت فلزات سنگین با سطوح استاندارد برای جعفری و خاک مزارع بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

| نمونه | فلز سنگین | سطح استاندارد* (WHO/FAO) | آمارهt | میانگین | sig |
|---|---|---|---|---|---|
| جعفری | کادمیوم | ۰/۲ | ۱۰/۷۹ | ۱/۱۴ | ۰/۰۰ |
| | نیکل | ۶۶/۹ | -۴۳۰/۹۶ | ۲/۵۶ | ۰/۰۰ |
| | سرب | ۰/۳ | ۲/۶۲ | ۱۶/۶۵ | ۰/۰۳ |
| | روی | ۶۰ | -۲۸/۳۸ | ۲۵/۲۳ | ۰/۰۰ |
| خاک | کادمیوم | ۵ | -۴۵۳/۵۷ | ۰/۲۳ | ۰/۰۰ |
| | نیکل | ۲۰۰ | -۲۸۳/۴۹ | ۲۳/۵۱ | ۰/۰۰ |
| | سرب | ۵۰۰ | -۴۷۹/۷۳ | ۲۰/۸۵ | ۰/۰۰ |
| | روی | ۶۰۰ | -۱۵۵/۵۱ | ۵۷/۵۰ | ۰/۰۰ |

*(WHO/FAO)(۲۳)

نتایج آماری حاصل از جدول ۱ نشان می‌دهد که میانگین غلظت عنصر کادمیوم و سرب در گیاه جعفری بالاتر از سطوح استاندارد (WHO/FAO) است، پس با اطمینان ۹۵ درصد جعفری‌ها به عنصر کادمیوم و سرب آلوده هستند($p=0<\alpha=0/0005$). این در حالی است که میانگین غلظت عنصر نیکل و روی در گیاه جعفری کمتر از سطوح استاندارد(WHO/FAO) است، پس با اطمینان ۹۵ درصد جعفری‌ها از نظر عناصر نیکل و روی سالم هستند ($p=0<\alpha=0/0005$). از طرفی با توجه به نتایج جدول ۱ مشاهده می‌شود که میانگین غلظت فلزات کادمیوم، نیکل، سرب و روی در خاک مزارع نمونه برداری شده کمتر از حد استاندارد (WHO/FAO) است، پس با اطمینان ۹۵ درصد خاک مزارع نمونه برداری شده به فلزات کادمیوم، نیکل، سرب و روی آلوده نمی‌باشد ($p=0<\alpha=0/0005$).

جدول۲ ضرایب همبستگی برای غلظت فلزات سنگین موجود در خاک و سبزی جعفری را نشان می‌دهد. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که رابطه معناداری بین فلزات موجود در خاک و گیاه جعفری وجود ندارد($p=0>\alpha=0/0005$)، اما مشاهده می‌شود همبستگی نسبتاً قوی میان غلظت فلزات سنگین در سبزی جعفری و غلظت فلزات در خاک‌های مربوطه که در آنها کشت شده‌اند وجود دارد. این نتایج نشان دهنده انتقال بسیار ساده فلزات سنگین از خاک به گیاهان است.

از طرفی نتایج متعلق به فاکتور عامل انتقال فلزات سنگین از خاک به سبزیجات نشان داد، بیشترین مقدار عامل انتقال برای فلزات مختلف در جعفری رشد یافته در خاک منطقه مورد مطالعه، به ترتیب متعلق به کادمیوم ۴/۹۵، سرب ۰/۷۹، روی۰/۴۳ و نیکل۰/۱۰میلی‌گرم بر کیلوگرم بر وزن خشک است.

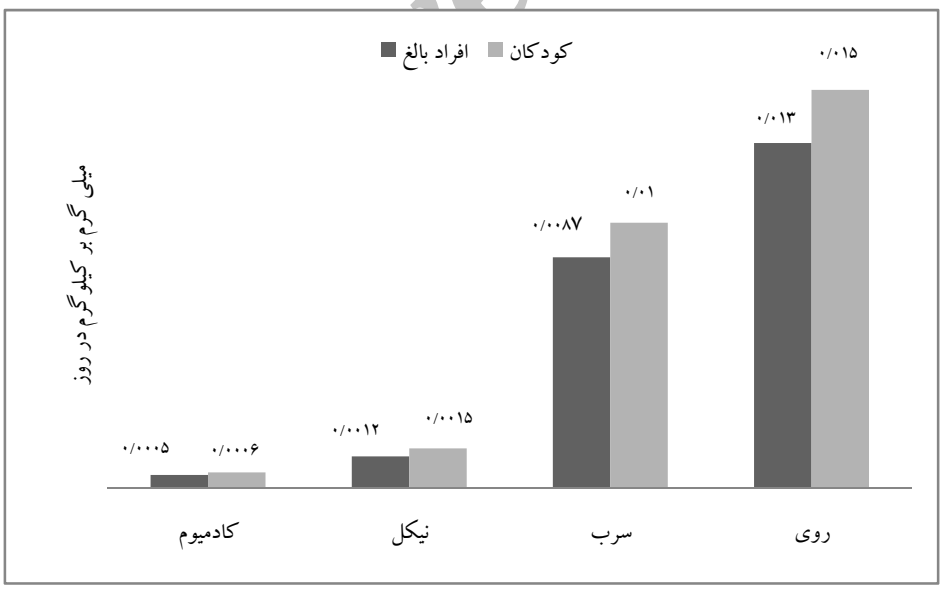
با توجه به نمودار۲ مشاهده می‌شود، بالاترین میزان جذب روزانه فلزات سنگین ناشی از مصرف جعفری، مربوط به فلز روی و سرب می‌باشد. این بیانگر این است که افراد بالغ و کودکان مصرف کننده جعفری، مقادیر بالایی از فلزات مورد مطالعه را مصرف

Archive of SID
www.SID.ir

کرده‌اند. که در این بین، بیشترین جذب فلزات، توسط کودکان صورت گرفته است. با توجه به نمودار ۳ مشاهده می‌گردد، میزان شاخص خطر و سلامت برای فلزات سنگین کادمیوم، نیکل و روی کمتر از یک و برای فلز سرب بیش از یک می‌باشد.

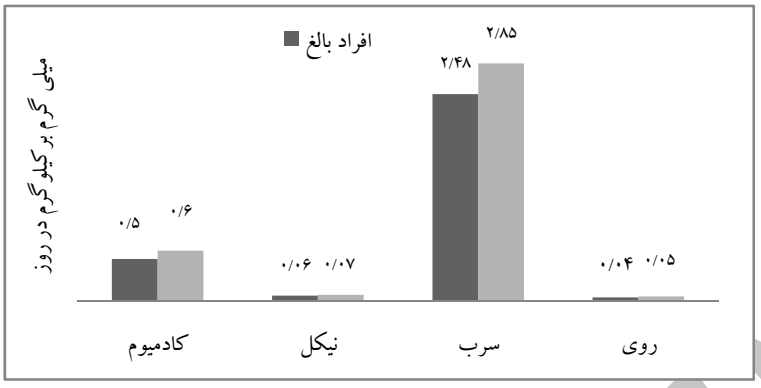
جدول ۲ : همبستگی بین مقدار فلزات سنگین خاک و جعفری برحسب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

| | فلزات سنگین خاک | | | |
|---|---|---|---|---|
| فلزات سنگین جعفری | کادمیوم | نیکل | سرب | روی |
| کادمیوم | -۰/۰۳ | -۰/۳۶ | ۰/۱۱ | -۰/۲۲ |
| sig | ۰/۹۷ | ۰/۷۶ | ۰/۹۲ | ۰/۸۵ |
| نیکل | ۰/۷۵ | ۰/۹۲ | ۰/۶۴ | -۰/۵۵ |
| sig | ۰/۴۵ | ۰/۲۴ | ۰/۵۵ | ۰/۶۲ |
| سرب | ۰/۴۶ | ۰/۷۳ | ۰/۳۲ | -۰/۲۲ |
| sig | ۰/۶۹ | ۰/۴۷ | ۰/۷۸ | ۰/۸۵ |
| روی | ۰/۶۷ | ۰/۳۹ | ۰/۷۷ | ۰/۸۴ |
| sig | ۰/۵۲ | ۰/۷۴ | ۰/۴۳ | ۰/۳۶ |




نمودار۲:میزان جذب روزانه فلزات سنگین گیاه جعفری برای افراد بالغ و کودکان

www.SID.ir




نمودار ۳: میزان شاخص خطر و سلامت برای افراد بالغ و کودکان

## بحث و نتیجه‌گیری

براساس داده‌های تحقیق حاضر، بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های مورد بررسی گیاه جعفری به ترتیب متعلق به روی، سرب، نیکل و کادمیوم است. فلزاتی مانند روی و نیکل، فلزاتی ضروری برای انسان هستند، زیرا آن‌ها نقش مهمی را در سیستم‌های بیولوژیکی دارند. با این حال، فلزات سنگین ضروری هم می‌توانند زمانی که بیش از حد مصرف شوند، اثرات سمی داشته باشند (۲۴). همان طور که مشاهده می‌شود، میانگین غلظت روی با ۲۵/۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در گیاه جعفری دارای بیشترین مقدار است و میانگین غلظت کادمیوم با ۱/۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارای کمترین مقدار است، مک کنا و همکاران عنوان کردند که اثر آنتاگونیستی روی و کادمیوم در کاهو و اسفناج به علت رقابت این دو فلز برای جذب می‌باشد (۲۵). همچنین ییلدیز نیز در تحقیقی عنوان کرد که با افزایش سطوح کادمیوم، غلظت روی در دو گیاه گوجه فرنگی و ذرت کاهش یافته است (۲۶). البته در این تحقیق نتایج نشان داد که، افزایش غلظت روی به دنبال کاهش کادمیوم، احتمالاً به دلیل شباهت شیمیایی این دو عنصر و رابطه آنتاگونیستی آن‌ها با یکدیگر، می‌تواند به علت رقابت جذب در گیاه جعفری‌باشد. نتایج مشابهی توسط راجش کومار و همکاران درسال ۲۰۰۸ و ناظمی و همکارانش در سال ۸۹ ارائه گردید (۲۸،۲۷). تحقیقات ناظمی و همکاران، نشان داد که بیشترین مقدار فلزات مورد بررسی در گیاه جعفری به ترتیب متعلق به روی، کروم، آرسنیک و کادمیوم است، که با این تحقیق مطابقت دارد.

همچنین نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های مورد بررسی خاک به ترتیب متعلق به روی، نیکل، سرب و کادمیوم است. همان طور که مشاهده می‌شود، میانگین غلظت روی با ۵۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک دارای بیشترین مقدار است و میانگین غلظت کادمیوم با ۰/۲۳میلی‌گرم بر کیلوگرم دارای کمترین مقدار است. بالاتر بودن غلظت قابل جذب عناصر سنگین در خاک اراضی مورد بررسی نشانگر ورود آلاینده‌ها با این اراضی است و آب‌های آلوده حتی با غلظت

Archive of SID

www.SID.ir

کمتر از حد مجازمی‌توانند در مدت زمان طولانی سبب انباشتگی این عناصر در خاک و گیاه گردند (۲۹). این نتیجه با تحقیقات انجام شده که توسط طبری و صالحی در ایران و بوآم پونسم و همکاران در غنا صورت گرفت، مطابقت دارد (۳۱،۳۰).

از طرفی نتایج حاکی از آن است که غلظت فلزات سنگین کادمیوم، نیکل، سرب و روی در خاک‌هایی که گیاه جعفری برای تمام مناطق نمونه برداری، رشد داده شده بود، جذب فلزات سنگین توسط جعفری، به طور کلی به سطح فلزات سنگین در خاک مرتبط بوده است و تنها در مورد فلز کادمیوم متفاوت است. میزان جذب کادمیوم به وسیله گیاه و ورود آن به زنجیره غذایی بستگی به قابلیت جذب این عنصر در خاک و عواملی چونpH، شوری، کانی شناسی، CEC و مواد آلی دارد (۳۲). گیاهان می‌توانند بدون اینکه صدمه‌ای ببینند، مقادیر زیادی کادمیوم را در خود جمع و ذخیره کنند. تجمع کادمیوم در گیاهان می‌تواند پتانسیل جذب این عنصر توسط انسان را افزایش دهد و این امر در حالتی صورت می-گیرد که این گیاهان جزء جیره غذایی انسان باشند. در واقع توانایی گیاهان برای جذب ، تجمع و تحمل کادمیوم متفاوت است (۳۳). دیویس و اسمیت در مطالعه‌ای تحت عنوان محصولات، به عنوان شاخص‌های با اهمیت آلودگی فلزات سنگین، نشان دادند که کاهو، اسفناج، کرفس و کلم، تمایل به تجمع مقادیر زیادی کادمیوم در خود دارند، در حالی که سیب زمینی، ذرت، لوبیا و نخود مقدار کمی کادمیوم در خود ذخیره می‌کنند، که با این تحقیق همخوانی دارد (۳۴). در واقع جذب کادمیوم در سبزیجات برگی به مراتب بیشتر از سبزیجات ریشه‌ای و غده‌ای است (۱۶). از مهمترین دلایل تفاوت سطح جذب این فلز می‌توان به استفاده از حشره کش‌ها و قارچ کش‌های حاوی کادمیوم، که علاوه بر ریشه، از طریق ساقه و برگ‌ها جذب شده‌اند اشاره کرد (۳۵).

همان گونه که نتایج نشان داد، میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در گیاه جعفری بالاتر از سطوح استاندارد (WHO/FAO) است، در حالی که میانگین غلظت فلزات سنگین نیکل و روی در گیاه جعفری کمتر از سطوح استاندارد (WHO/FAO) است. ازطرفی نتایج تحقیق حاضر نشان داد،میانگین غلظت هر چهار فلز کادمیوم ، نیکل، سرب و روی در خاک مزارع نمونه برداری شده کمتر از حد استاندارد(WHO/FAO) است،چنین نتایجی توسط کیبریا و همکاران در سال ۲۰۱۲ و وانگ و همکاران در سال ۲۰۱۲ تأیید شده است (۳۷،۳۶).

نتایج این تحقیق نشان دهنده همبستگی نسبتاً قوی میان غلظت فلزات سنگین در سبزی جعفری و غلظت فلزات در خاک‌هایی است که جعفری در آن‌ها کشت شده‌اند. که این خود بیانگر انتقال بسیار ساده این فلزات از خاک به گیاه جعفری می‌باشد. در واقع اثرات سمی فلزات سنگین در گیاهان برای سال‌های زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است، اما نتایج مثبت و منفی بسته به نوع مواد مورد آزمون و فلز مورد بررسی گزارش شده متفاوت است (۳۸). همچنین در تحقیقی که چنگ و همکاران تحت عنوان کاربرد پساب و تجمع عناصر سنگین در خاک، انجام دادند، نتایج بیانگر این بود که بین فلزات سنگین موجود در خاک و بافت‌های گیاهی رابطه همبستگی وجود دارد که با این تحقیق مطابقت دارد (۳۹).

Archive of SID

www.SID.ir

هچنین نتایج این تحقیق نشان داد، بیشترین مقدار عامل انتقال برای فلزات مختلف در جعفری رشد یافته در خاک منطقه مورد مطالعه، به ترتیب متعلق به کادمیوم، سرب، روی و نیکل است. بنابراین کادمیوم بیشترین فراهمی زیستی را در بین فلزات با مقدار ۴/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک دارد، در حالی که فلزات نیکل، روی و سرب کمترین فراهمی زیستی را به ترتیب از چپ به راست با مقادیر (۰/۷۹، ۱۰/۴۳، ۰/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)، نسبت به فلز کادمیوم، در خاک و سبزی جعفری منطقه مورد مطالعه داشتند. چراغی و همکاران بیان داشتند که جذب فلزات توسط سبزیجات عمدتاً وابسته به فراهمی زیستی فلزات، به جای فراوانی فلزات است (۳۸). همچنین رابی اظهار داشت که توزیع فلزات در بافت‌های انسانی با فراهمی زیستی مواد خوراکی تعیین می‌شود که این خود بستگی به خصوصیات خاک و مواد معدنی و خصوصیات سم شناسی آن‌ها دارد (۴۰). در تحقیقی که تسافی در مورد بررسی جذب فلزات سنگین و ارزیابی خطر آن در سبزیجات رشد یافته در یارگالما در شمال نیجریه انجام دادند، نتایج نشان داد که بیشترین مقدار عامل انتقال فلزات از خاک به سبزیجات این منطقه به ترتیب متعلق به کبالت، مس، کادمیوم، منیزیم، نیکل، روی، منگنز، آهن، سرب، کروم و آلومینیوم است که با این تحقیق مطابقت دارد (۴۱).

همچنین نتایج حاصل از بررسی میزان جذب روزانه و شاخص خطر و سلامت حاکی از آن است، که بالاترین میزان جذب روزانه فلزات سنگین ناشی از مصرف جعفری، مربوط به فلز روی و سرب می‌باشد. این بیانگر این است که افراد بالغ و کودکان مصرف کننده جعفری، مقادیر بالایی از فلزات مورد مطالعه را مصرف کرده‌اند. که در این بین، بیشترین جذب فلزات، توسط کودکان صورت گرفته است. و بیشترین مقدار جذب روزانه فلزات سنگین ناشی از مصرف جعفری به ترتیب متعلق به روی، سرب، نیکل و کادمیوم است. از طرفی مقدار شاخص خطر و سلامت کمتر از یک برای فلزات کادمیوم، نیکل و روی، بیانگر فقدان نسبی خطر برای افراد مصرف کننده سبزیجات آلوده است. علاوه بر این، مشخص است که کودکان نسبت به افراد بالغ بیشتر در معرض خطر قرار دارند. آلودگی محصولات زراعی به فلزات سنگین می‌تواند در بدن انسان منجر به بیماری‌های جهش زا و سرطان زا شود. همچنین مقادیر شاخص خطر و سلامت برای فلز سرب بیش از ۱ بوده که نشان دهنده خطر بالقوه فلز سرب موجود در جعفری رشد کرده در خاک‌های آبیاری شده با آب فاضلاب می‌باشد. از طرفی بیشترین مقدار شاخص خطر و سلامت در افراد بالغ و کودکان به ترتیب متعلق به سرب، کادمیوم، نیکل و روی است. درتحقیقی که توسط هارمانسکو و همکاران، بر روی سبزیجاتی که در مناطق معدنی رشد کرده بودند، صورت گرفت، شاخص خطر و سلامت برای فلزات کادمیوم، نیکل، سرب و روی، برآورد شد و معلوم شد، در مناطق آلوده شاخص خطر و سلامت، برای فلز سرب بالاتر از یک بوده و همچنین برای کادمیوم، نیکل و روی، کمتر از یک می‌باشد که با این تحقیق مطابقت دارد (۴۲). همچنین در تحقیق دیگری که در چین بر روی خاک و سبزیجات آبیاری شده با آب فاضلاب، صورت گرفت، معلوم شد که شاخص خطر و سلامت برای فلزات کادمیوم و نیکل کمتر از یک بوده که با این تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

مطابقت دارد (۳۷). در پژوهش دیگری که در اسپانیا بر روی سبزیجات رشد کرده در خاک آبیاری شده با آب‌های کاتولونیا صورت گرفت. نتایج نشان داد که شاخص خطر و سلامت برای فلزات کادمیوم و نیکل کمتر از یک بوده که با این تحقیق مطابقت دارد (۴۳).

پایش آلاینده‌ها به بهبود ایمنی و کیفیت مواد غذایی کمک می‌کند و خطرات احتمالی آن را با ارائه اطلاعات مربوط به سطوح آلودگی‌های زیست محیطی در جامعه ارزیابی می‌کند (۴۴). این مطالعه بر روی تجزیه و تحلیل فلزات سنگین و تجمع آن در خاک و سبزی جعفری در منطقه آیت الله نجفی، استان همدان، صورت گرفته است. با توجه به نتایج، استفاده از آبیاری فاضلاب در طولانی مدت منجر به تجمع متوسط کادمیوم وسرب در گیاه جعفری می‌شود که مقدار آن‌ها بیش از مقادیر استاندارد ارایه شده توسط (WHO/FAO)می‌باشد. بنابراین جعفری‌های کشت شده در این منطقه به فلزات سنگین کادمیوم و سرب آلوده بوده‌اند، و نتایج، حاکی از انتقال بسیار ساده این فلزات سنگین کادمیوم و سرب از خاک به سبزی جعفری است و بیانگر این است که برای مصرف انسان سالم نبوده. از طرفی مقدار شاخص خطر و سلامت بیش از ۱ برای فلز سرب، نشان دهنده خطر بالقوه بهداشتی این فلز در ارتباط با مصرف جعفری آلوده در رژیم غذایی است.

## تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد بوده و نویسندگان مقاله لازم می‌دانند از کسانی که برای این پژوهش مساعدت نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

## References

1-Enbaee A, Keykhosro A, Vatandost J. Effects of Different concentrations of toxic metals Zinc and Copper in the liver and gill tissue of common carp (cyprinus carpio).Confernce on Iran Environmental Health Shahid Beheshti Medical Science 2009;2630-2636.

2-Keller A. Assessment of uncertainty in modeling heavy metal balanes of regional agroecosystem. Swiss federal institute of technology zurich 2000.

3-Singh RP, Agrawal M. Potential benfits and risks of land application of sewage sludge.Waste Management 2008;28(2):347-358.

4-Larchevêque M, Ballini C, Korboulewsky N, Montes N. The use of compost in afforestatation of Mediterranean areas effects on soil properties and young tree seedlings. Science of the Total Environment 2006;369:220-230.

5-Cui Y J, Zhu Y G, Zhai R, Huang Y, Qiu Y, Liang J. Exposure to metal mixtures and human health impacts in a contaminated area in Nanning China. Environ Int 2005;31:784-790.

Archive of SID

www.SID.ir

6-Sharma RK, Agrawal M, Marshall F. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi India. Ecotoxicology and Environmental safety 2007;66(2):258-66.

7-Rattan RK, Datta Sp,Chhonkar PK, Suribabu K,Singh AK.Long term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater a case stady agriculture. Ecosystems and Environment 2005;109:310-22.

8-Tajrishi M.A newand comprehensiveapproachto theproblem of sewagein Tehran.Waterand Wastewater 1998;28:30-7.[Persian]

9-Kalavrouziotisa I K, Apostolopoulos C A. An integrated environmental plan for the reuse of treated waste water effluents frome WWTP in urban areas. Building and Environmental 2007;42:1862-68.

10-Golovatiy S,Savchenk S.Heavy metals as contaminants of agricultural land of Belarus. 17thworld congress soil sci Bangkok Thailand 2002;14-21.

11-Ebadi F,Esmaili Sari A,RiahiNajiyari A.How Changes in the amount of heavy metals in sediments of aquatic plants in the pond organ Miankaleh. Journal of Ecology 2005;37:53-74.[Persian]

12-Gupta N,Khan DK,Santra SC.Heavy metal accumulation in vegetables grown in a long term waste water irrigated agricultural land of tropical India. Environ Monit Assess 2012;184:6673-82.

13-Rokni N.Principles of Food Hygiene.Publishing and PrintingTehran University 1999:3;1-54.[Persian]

14-Ahmadi B.The Role Of Heavy Metals On Human Health. Water Resources Management Company in Iran 2008;1-10.[Persian]

15-Kachenko AG,Singh B.Heavy metals contamination in vegetabhes grown in urban and metal smelter contaminated sites in Astralia. Water, Air and soil Pollution 2006;169:101-23.

16-Mohammadi J.Cadmium Concentration in Vegetable Crops Grown in Polluted Soils Of Kempen Region (Belgium).Fourth National Conference on Environmental Health 2001;528-35.[Persian]

17-Lokeshwari H, Chandarappa G T. Impact of heavy metal contamimation of Bellandur lake on soil and cultivated vegetation. Current Science 2006;91(5):622-27.

18-Erfani H.The Most Common Herbs in Traditional Iranian. Razi Publications 1981;121-124.[Persian]

19-PeyvastGh. Green. Gilan University Publication1998;1-350.[Persian]

20-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.

Archive of SID

www.SID.ir

21-Xue Z J, Liu S Q, Liu Y L, Yan Y L. Health risk assessment of heavy metals for edible parts of vegetables grown in sewage-irrigated soils in suburbs of Baoding City China. Environmental Monitoring and Assessment 2011;11(4):2204–6.

22-US-EPA. United States Environmental Protection Agency: Integrated Sisk Information System 2002.

23-Codex Alimentarius Commission (WHO/ FAO). Food additives and contaminants: Joint (WHO/ FAO) Food standards programme 2001.

Available from: http://193.43.36.93/codex/Reports/Alinorm01/Al0112ae.pdf

24-Narin I, Tuzen M, Sari H, Soylak M. Heavy metal content of potato and corn chips from Turkey. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 2005;74 (6):1072–77.

25-Mackenna IM,Chaney RL,Williams FM.The effects of cadmium and zinc interactions on the accumulation and tissue distribution of zinc and cadmium in lettuce and Spinach. Environ Pollut 1993;79:113-20.

26-Yildiz N.Response of Tomato and corn plant to increasing Cd levels in nutrient culture. pak J Bot 2005;37(3):593-99.

27-Nazemi S,Asgari AR,Raei M.Survey The Amount of Heavy Metals In Cultural Vegetables in Suburbs Of Shahroud. Health and Environ Journal 2010;195-202.[Persian]

28-Rajesh Kumar S, Madhoolika A, Fiona MM.Heavy metal (Cu, Zn, Cd and Pb) contamination of vegetables in urban India a case stady in Varanasi. Environmental pollution 2008;154(2):254-63.

29-Norozi S,Ghazban F,Ardestani M,Khosro Tehrani Kh.The environmental impacts of Cr, Cd, Cu and Ni on The soil and water of south-western Mobarakeh. Humans and The Environment 2006; 56-63.[Persian]

30-Boamponsem GA,Kumi M,Debrah L.heavy metals Accumulation in cabbag, lettuce and carrot irrigatetd with wastewater from Nagodi mining site in Ghana. International Journal of scientific and Technology Research 2012;1(11):124-129.

31-Tabari M,Salehi A.Effect of irrigation using waste water on heavy metal accumulation in soils. EnvironmentalScience andTechnology1390;4:49-59.[Persian]

32-Mc Laughlin M J, Maier N A, Correll R L. Prediction of Cadmium concentration in potato tubers (Solanum Tuberosuml) by pre plant soil and irrigation Water analyses. Aust J Soil Res 1999;37:191-207.

33-WHO. Trace Elements in Human Nutrition a Health: WHO Geneva1996.

Available from: http://whqlibdoc.who.int/publications/1996/9241561734_eng_fulltext.pdf

Archive of SID

www.SID.ir

34-Davis RR, Smith C.Crops as indicators of the significance of contamination of by heavy metals. Water Reserch center stevenage Uk 1980;140.

35-Rashid Yasami H. Toxicology. Tehran University Publication:1992.[Persian]

36-Kibria MG, Islam M, Alamgir M. Influence of waste water irrigation on heavy metal accumulation in soil and plant. International Journal of Applied and natural Sciences 2012;1(1):43-54.

37-Wang Y,Qiao M,Liu Y,Zh Y.Health risk assessment of heavy metals in soils and vegetables and potential risk for human health. Scientia Agricola 2010;69(1):54-60.

38-Cheraghi M,Lorestani B,Merrikhpour H,Rouniasi N.Heavy metal risk assessment for potatoes grown in overused phosphate- fertilized soils. Environ monit Assess 2012;1-7.

39-Cheng A C, Warknek J E, Page A L, Land A J. Accumulation of heavy metal in sewage sludge treated soils. J Environ Qual 1984;13:87-90.

40-Ruby MV, Schoff R,Barttin W, Goldade M, Post G,Harnois M, et al. Advances in evaluating the oral bioavailability of in organics in soil for us in human health rish assessment. Environ Sci Technol 1999;33: 3697-705

41-Tsafe AI, Hassan LG, sahabi DM, Alhassan Y, Bala BM. Evaluation of Heavy Metals Uptake and Risk Assessment of Vegetables Grown in Yarglma of Northern Nigeria. J Basic Appl Sci Res 2012;2(7):6708-14.

42-Harmanescu M,Alda LM,Bordean DM, Gogoasa I,Gergen I.Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area a case study Banata county Romania. Chemistry Central Journal 2011;5(54):1-10.

43-Huguet NF,Cid Rm,Schuhmacher M,Domingo JL.Risk assessment of metals from consuming vegetables fruits and rice grown on soils irrigated with waters of the Ebro River in Catalonia Spain. Biol Trace Elem Res 2008;123:66-79.

44-Dogheim SM, Ashraf EMM,GadAlla SA, Khorshid MA, Fahmy SM. Pesticides and heavy metals levels in Egyptian leafy vegetables and some aromatic medicinal plants. Food Additives and Contaminants 2004;1(4):323–30.

Archive of SID

www.SID.ir

# Health risk assessment of heavy metals (cadmium, nickel, lead and zinc) in withdrawed parsley vegetable from some farms in Hamedan city

**Cheraghi M (Ph.D)[1], Ghobadi A (M.Sc)[2]**

1.Associate Professor , Department of Environmental,Islamic Azad University,Hamedan, Iran

2. Corresponding Author :M.Sc, Department of Environmental, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

## Abstract

**Introduction**: Vegetables are important things of alimentary diet and beeing exposed to polluted alimentary diet of heavy metals via consumption of vegetables, be carried to account a risk for human health. This thesis have been done with target of appointment of concentration of cadmium, nickel, lead and zinc metals in soil and parsley and health risk assessment of this metals in withdrawed parsley vegetable from some farms in Hamedan city.

**Methods**: This thesis was a applicational studing and for this meaning sampling was done from parsley and soil of 3 farms in Hamedan city with 3 repetition for every farms. In generally, in this survey 9 samples of parsley and 9 samples of soil was evaluated. Samples was digested in laboratory by using of acidic digestion. Then concentration of elements was read by using of atomic publication machinery and for analysis of datas, was used version 19 of SPSS ($\alpha$=0/05).

**Results**: Average concentration of cadmium, nickel, lead and zinc in parsley vegetable is in the order of 1/14, 2/56, 16/65 and 25/23 mg/kg and average concentration of this metals in soil is in the order of 0/23, 23/51, 20/85 and 57/5 mg/kg. Results of this study showed that average concentration of Cadmium and Leadin parsley is above WHO/FAO whereas average concentration of Nickel and Zink in parsleywas assessed less than WHO/FAO. Also the average concentration of every four metals in soil of farms was less than WHO/FAO levels.On the other hand the amount of risk and health index (HRI) in parsley for lead metal was above 1 and for cadmium, nickel and zinc metals was less than 1.

**Conclusion**: According to the studing results, cultivated parsley in this area was polluted to the heavy metalsCadmium and Lead, and the results indicates the very easy transferring of this metals from soil to parsley that was not healthy for human daily consumption and risk and health index (HRI) that was above 1 for lead metal shows the hygienic potential risk of this metal in relation to the polluted parsley consumption in human daily alimentary diet.

**Keywords**: soil pollution, vegetables, heavy metals, risk assessment.

Archive of SID

www.SID.ir