مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره نهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۱۷۱ تا ۱۸۴

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

# بررسی میزان فلزات سنگین در قسمت‌های مختلف برخی از سبزیجات مصرفی شهر کرج

نسیم رونیاسی[1,*]، حسن پرویزی مساعد[2]

۱. (نویسنده مسئول): دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، همدان، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، همدان، ایران

**اطلاعات مقاله:**

**تاریخ دریافت:** ۹۴/۱۰/۲۳
**تاریخ ویرایش:** ۹۵/۰۱/۱۶
**تاریخ پذیرش:** ۹۵/۰۱/۲۲
**تاریخ انتشار:** ۹۵/۰۶/۲۸

**واژگان کلیدی:** فلزات سنگین، سبزیجات، جذب اتمی، شهر کرج

**پست الکترونیکی نویسنده مسئول:**
nassimrounasi@yahoo.com

## چکیده

***زمینه و هدف:*** *فلزات سنگین برای بدن انسان‌ها بی‌نهایت خطرناک بوده و تجمع آنها در بدن منجر به ایجاد تغییرات آسیب شناختی در اندام‌ها و بیماری‌های قلبی-عروقی، کلیوی، استخوانی و حتی سرطان گردد. روزانه انسان از طریق مصرف مواد غذایی و آب با این آلاینده‌ها مواجهه پیدا می‌کند.*

***روش بررسی:*** *با توجه به خاصیت تجمع پذیری فلزات سنگین در اندام‌های گیاهی، میزان فلزات کروم، منگنز و آهن در خاک و بافت برگ، ساقه و ریشه گیاهان کلم، کاهو، اسفناج و پیاز در شهر کرج مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور تعداد ۱۵ نمونه به طور تصادفی از خاک و هر قسمت از گیاهان برداشته شد، سپس بعد از شستشو، آسیاب، خشک کردن و هضم اسیدی غلظت فلزات توسط دستگاه جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفتند. داده‌ها سپس توسط نرم افزار SPSS آنالیز شدند.*

***یافته‌ها:*** *نتایج بدست آمده نشان داد که برگ‌های اسفناج، پیاز، کلم و کاهو از غلظت بالاتری از فلزات کروم، منگنز و آهن نسبت به ساقه و ریشه برخوردار هستند و بالعکس ریشه این گیاهان از کمترین غلظت این فلزات برخوردار بودند. در خاک نیز غلظت فلزات آهن، کروم و منگنز به ترتیب ۱۱/۸۷ mg/kg، ۳/۹۹ و ۱۷/۷۸ بود. این پدیده ناشی از انتقال بالای این فلزات بیشتر به قسمت‌های هوایی به ویژه برگ‌های گیاه است. در این مطالعه همچنین مشخص شد که غلظت فلزات کروم، منگنز و آهن در تمامی گیاهان مورد مطالعه بالاتر از حد استاندارد FAO/WHO (۰/۱۵ mg/kg، ۰/۳ و ۰/۳ به ترتیب برای فلزات کروم، آهن و منگنز) بود.*

***نتیجه‌گیری:*** *به دلیل بالا بودن غلظت فلزات کروم، منگنز و آهن در سبزیجات مطالعه شده در شهر کرج، مصرف این گونه سبزیجات توسط شهروندان، بایستی توسط سازمان‌های نظارتی مورد توجه قرار گیرد.*

*Please cite this article as: Rouniasi N, Parvizi Mosaed H. Investigating the amount of heavy metals in different parts of some consumable vegetables in Karaj City. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(2):171-84.*

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

## مقدمه

یکی از عوارض صنعتی شـدن جوامع، مصرف مواد شـیمیایی مختلف است که عمدتا بسیار خطرناک و کشنده هستند. فلزات سـنگین نیز جزء این دسته از آلاینده‌ها محسوب می‌شوند (۱). فلزات سـنگین عناصری با جرم اتمی بیشـتر از ۵۵/۸ g/mol هسـتند که غیر قابل تجزیه زیسـتی بوده و تمایل به تجمع در بخش‌هـای زیسـتی دارند و زمانی که مقـدار آنها بیش از حد مجاز اسـت می‌تواند سلامتی انسـان‌ها را به خطر اندازد (۲). جـذب فلزات سـنگین از اراضی آلوده به وسـیله گیاهان و به ویژه محصولات کشـاورزی یکی از مهمتریـن راه‌های ورود این عناصر به زنجیره غذایی اسـت (۳). سبزیجات از اجزای مهم رژیم غذایی سـالم هستند. نتایج بدست آمده از مطالعات صورت گرفته نشـان داده اسـت که مصرف سبزیجات سالم و بهداشـتی به دلیل داشتن کربوهیدرات، پروتئین، ویتامین، مواد معدنی و دیگر ترکیبات برای سلامت بدن مفید بوده و از بروز بیماری‌های قلبی و برخی از انواع سرطان‌ها به ویژه سرطان‌های دستگاه گوارش جلوگیری می‌کند (۴). سبزیجات برگی دارای نقش خیلی مهمی در رژیم غذایی انسان‌ها هستند. اما متاسفانه گروهی از مواد غذایی را به وجود می‌آورند که می‌توانند مقدار زیادی نیترات، آنیون و فلزات سـنگین را به خود جذب کنند. کاربرد بیش از حد نیتروژن و کودهای معدنی دیگر و کودهای آلی در مزارع منجر به تجمع سـطح بالایی از نیترات و سـایر آنیون‌های دیگر و همچنین فلزات سـنگین در گیاهان می‌گردد متعاقب آن مصرف آنها توسـط انسـان‌ها و حیوانات منجر به خطرات سـلامتی جدی می‌شـود. این فلـزات در غلظت‌های متجـاوز از تقاضای فیزیولوژیک سـبزیجات، نه تنها می‌توانند اثرات سـمی در آنهـا ایجاد کنند بلکه می‌تواننـد وارد زنجیره غذایی شـده و منجر به بزرگنمایی زیسـتی شـوند و تهدیدی بالقوه را بر سـلامت انسـان ایجاد کنند (۵، ۶). گیاهان فلزات سنگین را از طریق هوا و خاک‌های آلوده جذب می‌کنند (۷-۵). یکی از خصوصیات مهم فلزات سنگین این است که به آسانی تجزیه نمی‌شـوند، بنابراین در نمونه‌های مختلف گیاهان شامل ساقه، ریشـه و برگ تجمع یافته و با مصرف آنها توسط انسان وارد سیسـتم بدن شـده و نیز در آنجا تجمع می‌یابند و باعث بروز بیماری‌های حاد و مزمن می‌شوند (۸). در داخل و خارج از کشـور مطالعاتی بر روی تجمع و غلظت فلزات سنگین در سبزیجات انجام شـده است که می‌توان به مطالعات زیادی در این زمینه اشـاره داشت (۱، ۹-۱۶). به دلیل اینکه امکان ورود فلزات سـنگین از طریق چندین راه به بدن انسـان وجود دارد، بنابراین ضرورت مطالعه در مورد انواع و مقدار فلزات سنگین در سـبزیجات، اجتناب ناپذیر خواهد بود. مصرف محصولات کشـاورزی مخصوصا سـبزیجات یکی از راه‌هـای ورود این فلزات به بدن انسـان شمرده می‌شـود. از آنجایی‌که مطالعات کمـی بر روی عناصر ریز مغذی در سـبزیجات صورت گرفته اسـت. بنابراین این مطالعه به بررسی میزان فلزات آهن، منگنز و کروم در قسمت‌های مختلف سبزیجات از جمله پیاز، کاهو، اسفناج و کلم و خاک آنها در شهر کرج انجام گردید.

## مواد و روش‌ها

این نوع مطالعه که از نوع توصیفی- تحلیلی است، در خصوص ارزیابی مقادیر فلزات آهن، منگنز و کروم در خاک و بخش‌های مختلف سـبزیجات کاهو، کلم، اسـفناج و پیاز در تابستان سال ۱۳۹۳ در مزارع شهر کرج صورت گرفته است. برای این منظور تعداد ۱۵ نمونه از خاک و هر یک از انواع سـبزیجات اسـفناج، کاهـو، کلم و پیاز به طـور جداگانه در ۳ تکرار به طور تصادفی برداشته شد. نمونه‌برداری از قسمت‌های برگ، ساقه و ریشه این سـبزیجات به تعداد ۱۵ نمونه از هر قسـمت گیاه انجام گرفت. نمونه‌هـا بعد از جمع آوری به آزمایشـگاه انتقال یافت، سـپس بعد از شستشو جهت ثابت شدن وزن به مدت ۴۸ h در دستگاه آون در دمای $^0C$ ۱۰۵ خشـک شـدند. نمونه‌ها بعد از خشـک شدن با دستگاه مولینکس، آسیاب شده و با الک ۲ mm آسیاب شـدند و در ظروف پلی اتیلنی خشـک نگهداری شدند (۱۷). مقدار ۰/۵ g از نمونه‌های آسـیاب شده وزن شده و در بوته‌های چینی ریخته و در کوره به مدت ۴ h در دمای $^0C$ ۵۰۰ قرار داده



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

شـد. نمونه‌ها از کوره خارج و سـرد شـدند. سپس مقدار mL ۱۰ از اسـید کلریدریک (HCl) mol ۶ به نمونه‌ها اضافه کرده و بـه مدت min ۱۵ بر روی حمـام آب گرم با دمای $^0C$ ۱۰۵ قرار داده شـدند. سـپس به آن mm ۱ اسید نیتریک ($HNO_3$) اضافه شـد و به مـدت h ۱ دیگر به آن گرما داده شـد تا اینکه نمونه تبخیر شـده و به حد خشکی برسد و مواد آلی آن به طور کامـل هضم شـود. در نهایت مقـدار mL ۵ اسـید کلریدریک mol ۶ و mL ۱۰ آب مقطـر به نمونه‌ها اضافه شـده و دوباره مخلوط حاصل بر روی حمـام آب گرم با دمای $^0C$ ۱۰۵ گرما داده شـد تا اینکه کاملا محلول شـود. سپس مخلوط سرد شده و توسـط کاغـذ صافی واتمن No.42 فیلتر شـد و در نهایت نمونه‌ها در بالن‌های mL ۵۰ ریخته شـد و با آب دی یونیزه به حجم رسانده شد (۱۶). نمونه‌های خاک از محل رشد هر گونه گیاهی با حداکثر عمق cm ۲۰ در هر منطقه حداقل در ۳ تکرار جمع‌آوری شـدند و برای آنالیز به آزمایشـگاه منتقل گردیدند. بعـد از انتقال نمونه‌های خاکی و غربال آنهـا با الک mm ۲ و خشک نمودن آنها در معرض هوا به مدت یک هفته، خاک‌های مربوط به هر گونه گیاهی مطابق با روش Yanqun و همکاران (۲۰۰۴) (۱۰) با یکدیگر مخلوط و سـپس از این مخلوط سـه تکرار برای سـنجش فلزات سنگین و سایر پارامترهای فیزیکی و شـیمیایی اسـتفاده گردید. برای اندازه‌گیری فرم قابل تبادل از روش DTPA اسـتفاده گردید (۱۸). مقدار فلزات سـنگین در نمونه‌های خاکـی به روش قابل تبادل برحسـب mg/kg و با اسـتفاده از دسـتگاه جذب اتمی GBC مدل Avanta ساخت کشور استرالیا ارزیابی شد. سپس داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افـزار SPSS18 مورد آنالیز قـرار گرفتند. در مطالعات جذب فلزات سنگین توسط گیاهان، شاخص‌های فاکتور تغلیظ زیسـتی (Bioconcentration Factor) و فاکتـور انتقـال (Transfer Factor) از اهمیت فراوانی برخوردارند. بنابراین، به منظور ارزیابی و بررسی میزان توانایی گیاهان انتخاب شده در پاکسـازی محیط از فلزات سنگین، دو شاخص مذکور محاسبه گردیدنـد. برای تعیین فاکتور تغلیظ زیسـتی (BF) از نسـبت غلظت فلزات سنگین در بخش هوایی گیاه به غلظت این فلزات به فرم قابل تبادل در خاک استفاده شد (۱۹). برای تعیین فاکتور انتقال (TF) از نسـبت غلظت فلزات سـنگین در بخش هوایی گیاه به غلظت این فلزات در بخش ریشه‌ای استفاده شد (۲۰).

## یافته‌ها

نتایج میانگیـن و انحراف معیار غلظت فلـزات آهن، منگنز و کروم در بخش‌های مختلف سـبزیجات در جدول ۱ ارائه شده

**جدول ۱- میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات در بخش‌های مختلف سبزیجات (n=۱۵)**

| نوع فلز | بخش‌های مختلف گیاه | (انحراف معیار± میانگین) غلظت فلزات (mg/kg) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | اسفناج | کاهو | کلم | پیاز |
| کروم | ریشه | ۰/۱۷۸±۰/۱۰۷ | ۰/۳۲± ۰/۱۵۴ | ۰/۲۰۵±۰/۰۶۵ | ۰/۲۱۳±۰/۰۴۶ |
| | ساقه | ۰/۳۱۵±۰/۱۲۹ | ۳/۳۶±۰/۳۰۱ | ۰/۷۴۵±۰/۱۵۲ | ۱/۶۹±۰/۱۸۸ |
| | برگ | ۲/۳۶±۰/۳۲۷ | ۳/۷۱±۰/۱۸۷ | ۱/۶۳±۰/۱۹۸ | ۲/۶۲±۰/۲۵۴ |
| منگنز | ریشه | ۰/۷۲۶±۰/۱۷ | ۱/۳۴±۰/۲۲۶ | ۰/۳۶±۰/۲ | ۲/۳۷±۰/۲۲ |
| | ساقه | ۱/۵۸±۰/۳۱۳ | ۱/۷۲±۰/۱۷۶ | ۰/۶۹۳±۰/۱۸۵ | ۲/۷۳±۰/۱۷۵ |
| | برگ | ۳/۳۴±۰/۳۰۶ | ۲/۶۷±۰/۲۰۳ | ۰/۸۱۹±۰/۱۴۶ | ۳/۶±۰/۲۶۷ |
| آهن | ریشه | ۳/۵۱±۰/۳۰۱ | ۰/۳۶۴±۰/۱۵۹ | ۱/۲۶±۰/۱۱۸ | ۱/۵۵±۰/۲۰۸ |
| | ساقه | ۲/۴۵±۰/۳۵۴ | ۰/۵۷±۰/۲۳۶ | ۱/۷±۰/۲۴۴ | ۲/۳۱±۰/۲۰۹ |
| | برگ | ۶/۵±۰/۳۵۱ | ۱/۳۴±۰/۲۶۳ | ۲/۶۴±۰/۱۸ | ۲/۶۸±۰/۲۲۲ |



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

اســت، بر طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که برگ گیاهان اسفناج، کاهو، کلم و پیاز بیشترین و ریشه آنها کمترین غلظت فلــزات را دارند. نتایج آمار توصیفی غلظت فلزات در فرم قابل تبادل خاک در جدول ۲ ارائه شــده است. بر طبق نتایج بدست آمده فلــز منگنز بیشــترین و فلز کروم کمتریــن غلظت را در خاک دارد. نتایج آمار توصیفی پارامترهای فیزیکی و شــیمیایی نمونه‌های خاک شــهر کرج در جدول ۳ ارائه شــده اســت. بر طبق نتایج بدســت آمده مشــخص شــد که خاک مورد مطالعه دارای بافت لومی با میانگین هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی به ترتیب ۱/۶۵ ds/m و ۲۳/۱۱ cmol/kg، مواد آلی به میزان ۱/۴۲ درصد و اسیدیته ۷/۷۲ است. بنابراین خاک‌های مــورد مطالعه در ردیف خاک‌های شــور قــرار نگرفته و میزان اسیدیته آن نیز برای رشد سبزیجات مناسب است.

**جدول ۲- آمار توصیفی غلظت فلزات در فرم قابل تبادل خاک بر حسب (mg/kg) (n=۱۵)**

| نوع فلز | حداقل | حداکثر | انحراف معیار± میانگین |
|---|---|---|---|
| آهن | ۶ | ۱۹ | ۱۱/۸۷±۳/۷۴ |
| کروم | ۰/۵ | ۱۰ | ۳/۹۹±۲/۹۵ |
| منگنز | ۵/۳ | ۳۷ | ۱۷/۷۸±۸/۹۳ |

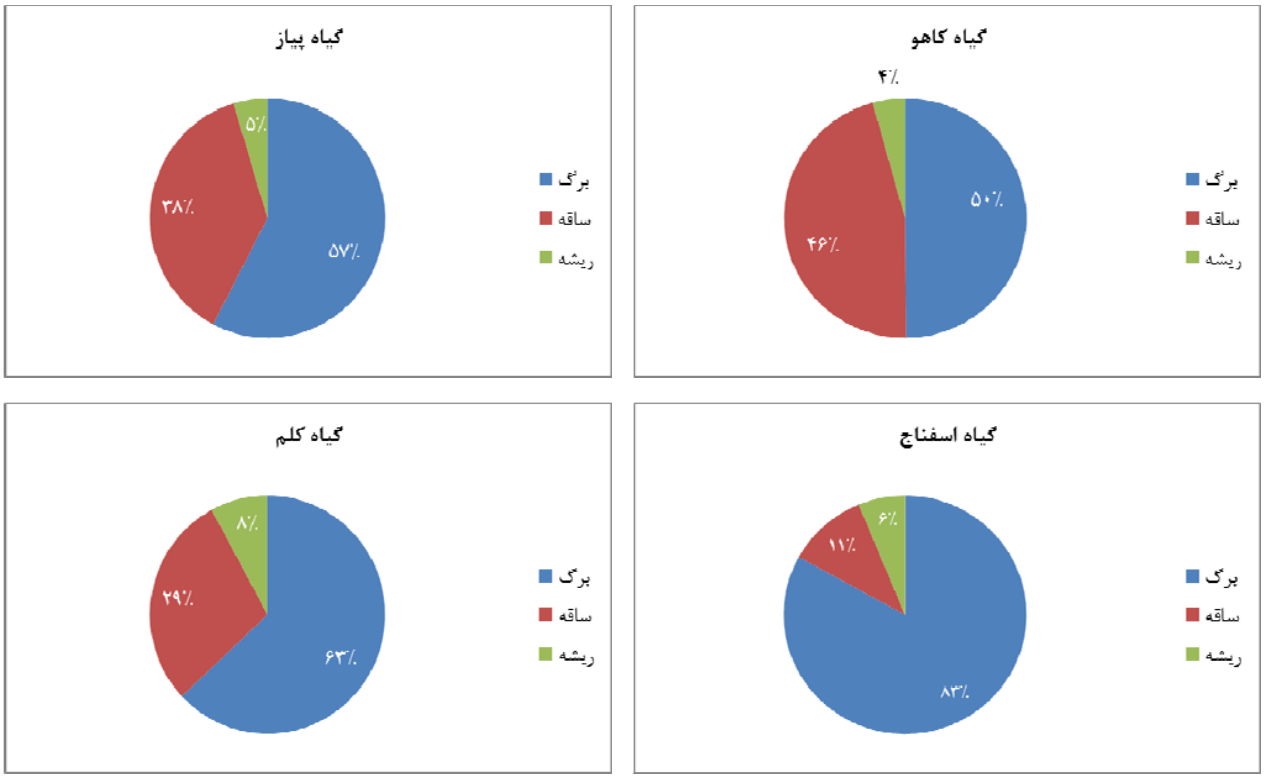
**جدول ۳- خلاصه آماری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک (n=۱۵)**

| پارامتر | واحد اندازه گیری | کمترین مقدار | بیشترین مقدار | انحراف معیار± میانگین | ضریب تغییرات |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | - | ۶/۸۰ | ۶/۹۰ | ۷/۷۲±۰/۵۲ | ۰/۰۶۸ |
| مواد آلی | % | ۰/۹ | ۲ | ۱/۴۲±۰/۲۶ | ۰/۱۸۲ |
| ظرفیت تبادل کاتیونی | cmol/kg | ۹/۴۰ | ۳۹/۴۰ | ۲۳/۱۱±۷/۷۳ | ۰/۳۳۴ |
| رس | % | ۸/۵۰ | ۵۴/۳۰ | ۲۷/۲۵±۱۲/۱۷ | ۰/۴۴۷ |
| شن | % | ۸/۹۰ | ۶۹/۴۰ | ۳۰/۹۷±۱۴/۱۶ | ۰/۴۶۰ |
| سیلت | % | ۷/۹۰ | ۷۷/۴۰ | ۴۶/۰۵±۱۷/۸۱ | ۰/۳۸۷ |
| هدایت الکتریکی | (ds/m) | ۰/۰۵ | ۳/۷۰ | ۱/۶۵±۱/۱۴ | ۰/۶۹۱ |
| آهک | % | ۱ | ۴۳ | ۱۲/۳۸±۶/۷۶ | ۰/۵۴۶ |
| نیتروژن کل | % | ۰/۰۱ | ۰/۰۹ | ۰/۰۵±۰/۰۲ | ۰/۴۵۷ |
| فسفر کل | (mg/kg) | ۳/۴۰ | ۳۹/۴۰ | ۲۱/۹۸±۸/۲ | ۰/۳۷۴ |
| کلسیم | (mg/kg) | ۴/۴۰ | ۴۹/۴۰ | ۲۲/۹۷±۱۰/۴۳ | ۰/۴۵۴ |
| منیزیم | (mg/kg) | ۶۹/۴۰ | ۱۹۹/۵۰ | ۱۴۳/۶۹±۲۹/۹۹ | ۰/۲۰۹ |
| سدیم | (mg/kg) | ۸/۵۰ | ۷۱/۶۰ | ۳۲/۲۸۸±۱۷/۷۶ | ۰/۵۵۰ |
| پتاسیم | (mg/kg) | ۱۰/۴۰ | ۷۹/۴۰ | ۲۸/۶۶±۱۲/۳۵ | ۰/۴۳۱ |
| شوری | (ds/m) | ۰/۱۰ | ۲/۲۴ | ۰/۷۴±۰/۴ | ۰/۵۴۵ |

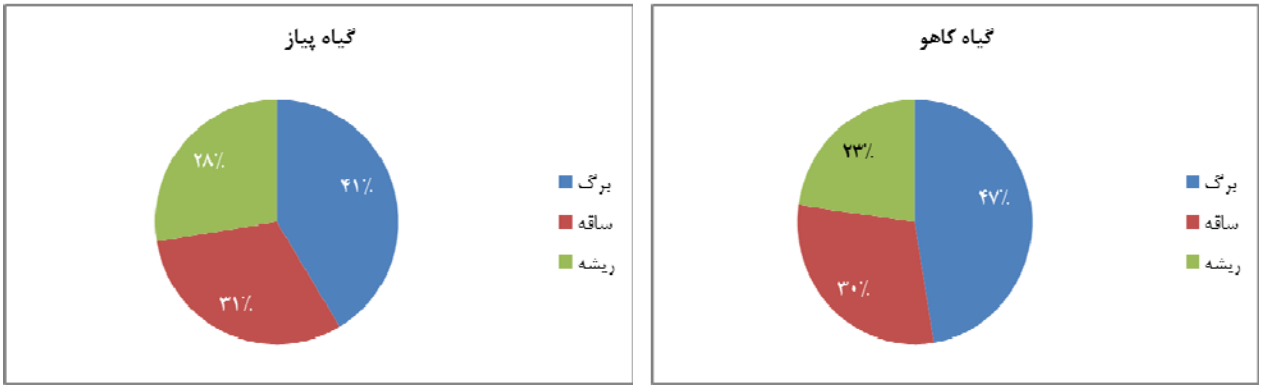


[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

نمودارهـــای ۱ تـــا ۳ درصد فلزات منگنز، آهـــن و کروم را در بخش‌های ریشه، ساقه و برگ گیاهان پیاز، کاهو، کلم و اسفناج نشـــان می‌دهد. بر طبق نتایج بدســـت آمده مشـــخص شـــد که بیشـــترین درصد فلزات در برگ گیاهان و کمترین آنها در ساقه و ریشه گیاهان قرار دارد.



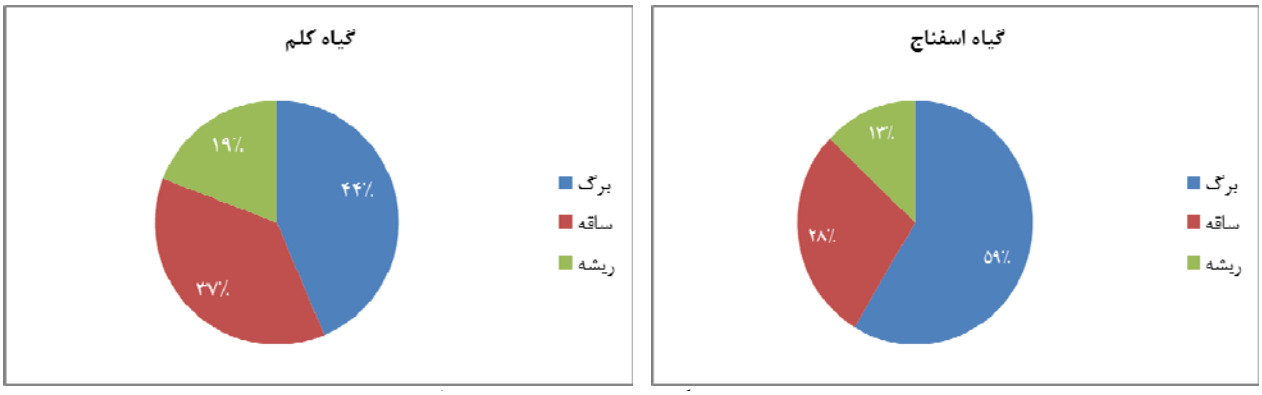

نمودار ۱- درصد فلز کروم در بخش‌های مختلف گیاهان



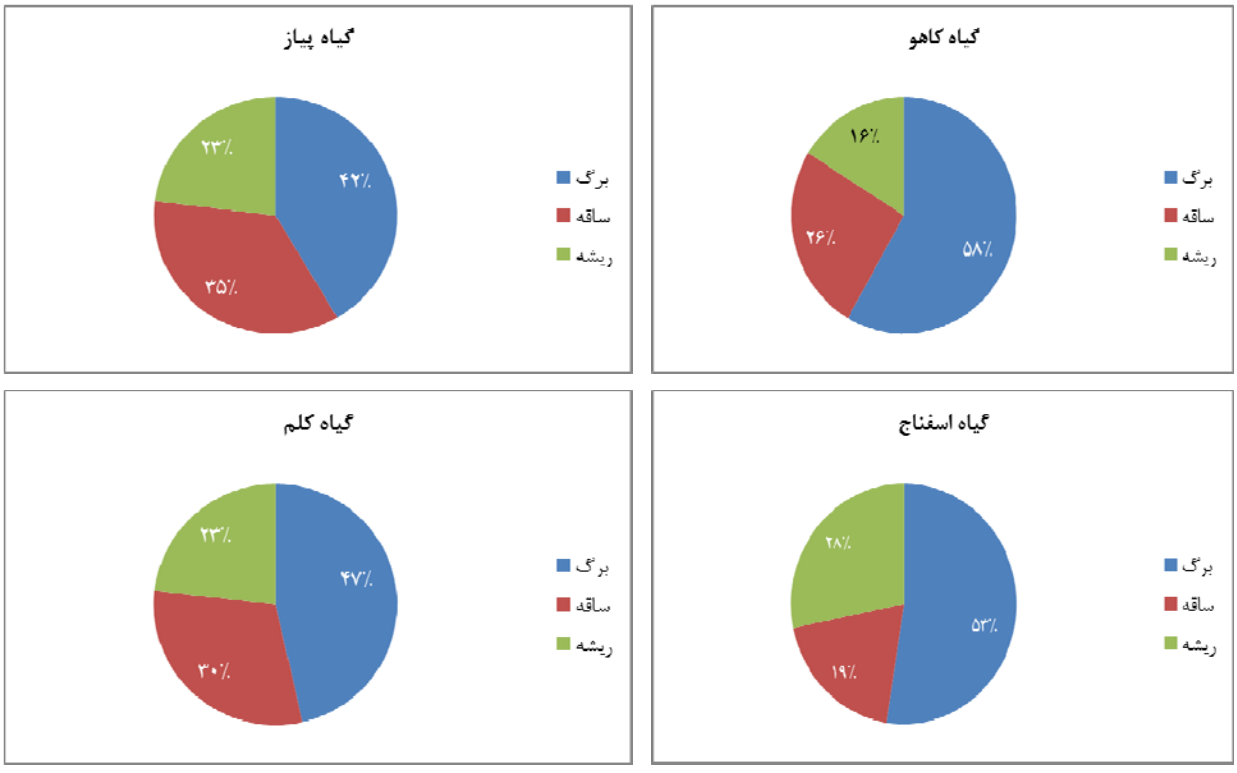

نمودار ۲- درصد فلز منگنز در بخش‌های مختلف گیاهان



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]




ادامه نمودار ۲- درصد فلز منگنز در بخش‌های مختلف گیاهان




نمودار ۳- درصد فلز آهن در بخش‌های مختلف گیاهان

نتایج مقایسه غلظت فلزات کروم، منگنز و آهن در برگ گیاهان اسفناج، کاهو، کلم و پیاز با حد استاندارد (۰/۱۵ mg/kg برای فلز کروم و ۰/۳ mg/kg برای فلزات آهن و منگنز) (۲۱) در جدول ۴ ارائه شده است. بر طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که غلظت هر ۳ فلز منگنز، آهن و کروم در برگ تمامی گیاهان مطالعه شده بیشتر از حد استاندارد آنها در سبزیجات قرار دارد.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

نتایج تجزیه واریانس جهت مقایسه غلظت فلزات کروم، منگنز و آهن در بین قسمت‌های مختلف ریشه، ساقه و برگ گیاهان کلم، کاهو، اسفناج و پیاز در جدول ۵ ارائه شده است. بر طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که میانگین غلظت هر ۳ فلز کروم، منگنز و آهن بین ریشه، برگ و ساقه دارای تفاوت معنی‌داری هستند (P<۰/۰۵).

**جدول ۴- مقایسه غلظت فلزات با حد استاندارد آنها در سبزیجات**

| نوع فلز | حد استاندارد mg/kg | گیاه | t | df | Sig. (۲-tailed) | اختلاف میانگین | فاصله اطمینان ۹۵٪ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | حد پایین | حد بالا |
| کروم | ۰/۱۵ | برگ اسفناج | ۲۶/۱۹ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۲/۲۱۳ | ۲/۰۳ | ۲/۳۹ |
| | | برگ کاهو | ۷۳/۹۱ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۳/۵۶ | ۳/۴۵۹ | ۳/۶۶۷ |
| | | برگ پیاز | ۳۷/۶۸ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۲/۴۷ | ۲/۳۳ | ۲/۶۱ |
| | | برگ کلم | ۲۸/۹۹ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۱/۴۸ | ۱/۳۷ | ۱/۵۹ |
| آهن | ۰/۳ | برگ اسفناج | ۶۸/۲۸ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۶/۱۹۵ | ۶/۰۰۱ | ۶/۳۹۰ |
| | | برگ کاهو | ۱۵/۳۳ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۱/۰۴ | ۰/۸۹۴ | ۱/۱۸۵ |
| | | برگ پیاز | ۴۱/۳۷ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۲/۳۸ | ۲/۲۵ | ۲/۵۰ |
| | | برگ کلم | ۵۰/۲۳ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۲/۳۴ | ۲/۲۴ | ۲/۴۴ |
| منگنز | ۰/۳ | برگ اسفناج | ۳۸/۳۷ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۳/۰۳۶ | ۲/۸۷ | ۳/۲۱ |
| | | برگ کاهو | ۴۵/۷۴ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۲/۴۰ | ۲/۲۸۴ | ۲/۵۰۸ |
| | | برگ پیاز | ۴۷/۸۵ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۳/۲۹ | ۳/۱۵ | ۳/۴۴ |
| | | برگ کلم | ۱۳/۷۱ | ۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۰/۵۲ | ۰/۴۴ | ۰/۶۰ |

**جدول ۵- آزمون تجزیه واریانس جهت مقایسه غلظت فلزات در بین قسمت‌های مختلف سبزیجات**

| نوع فلز | مقایسه میانگین فلزات بین گروه‌ها | مجموع مربعات | df | میانگین مربعات | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کروم | در گیاه اسفناج | ۴۴/۹۶ | ۲ | ۲۲/۴۸ | ۴۴۹/۴۲ | ۰/۰۰۰ |
| | در گیاه پیاز | ۴۴/۲۹ | ۲ | ۲۲/۱۴ | ۶۵۱/۰۷ | ۰/۰۰۰ |
| | در گیاه کلم | ۱۵/۵۱ | ۲ | ۷/۷۵ | ۳۵۰/۷۳ | ۰/۰۰۰ |
| | در گیاه کاهو | ۱۰۴/۵۳ | ۲ | ۵۲/۲۷ | ۱۰۵۰/۰۶ | ۰/۰۰۰ |
| آهن | در گیاه اسفناج | ۱۳۲/۱۱ | ۲ | ۶۶/۰۶ | ۵۸۳/۸۰ | ۰/۰۰۰ |
| | در گیاه پیاز | ۹/۹۷ | ۲ | ۴/۹۸ | ۱۰۹/۴۲ | ۰/۰۰۰ |
| | در گیاه کلم | ۱۴/۸۶ | ۲ | ۷/۴۳ | ۲۱۰/۸۰ | ۰/۰۰۰ |
| | در گیاه کاهو | ۷/۹۳ | ۲ | ۳/۹۷ | ۷۹/۳۸ | ۰/۰۰۰ |
| منگنز | در گیاه اسفناج | ۵۳/۱۰۱ | ۲ | ۲۶/۵۵ | ۳۶۰/۰۶ | ۰/۰۰۰ |
| | در گیاه پیاز | ۱۱/۹۳ | ۲ | ۵/۹۷ | ۱۱۹/۱۲ | ۰/۰۰۰ |
| | در گیاه کلم | ۱/۶۸ | ۲ | ۰/۸۴ | ۲۶/۱۸ | ۰/۰۰۰ |
| | در گیاه کاهو | ۱۴/۶۶ | ۲ | ۷/۳۳ | ۱۷۸/۵۷ | ۰/۰۰۰ |



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

فاکتور انتقال عناصر سنگین از بخش برگ گیاه به بخش‌های ساقه و ریشه در جدول ۶ ارائه شده است. بر طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که ضریب انتقال تمامی فلزات بیشتر از ۱ قرار دارد. که در این بین ضرایب انتقال تمامی فلزات از ساقه به برگ سبزیجات کلم، کاهو، اسفناج و پیاز نسبت به انتقال فلزات از ریشه به برگ این سبزیجات بیشتر هستند.

**جدول ۶- فاکتور انتقال عناصر سنگین از بخش‌های ساقه و ریشه به بخش برگ گیاه**

| نوع فلز | فاکتور انتقال فلز | ضریب انتقال عناصر به بخشهای مختلف گیاه | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | اسفناج | کاهو | کلم | پیاز |
| کروم | ضریب انتقال از ریشه به برگ | ۷/۴۹ | ۱/۱ | ۲/۱۹ | ۱/۵۵ |
| | ضریب انتقال از ساقه به برگ | ۱۳/۲۶ | ۱۱/۵۹ | ۷/۹۵ | ۱۲/۳ |
| منگنز | ضریب انتقال از ریشه به برگ | ۲/۱۱ | ۱/۵۵ | ۱/۱۸ | ۱/۳۲ |
| | ضریب انتقال از ساقه به برگ | ۴/۶ | ۱/۹۹ | ۲/۲۸ | ۱/۵۲ |
| آهن | ضریب انتقال از ریشه به برگ | ۲/۶۵ | ۲/۳۵ | ۱/۵۵ | ۱/۱۶ |
| | ضریب انتقال از ساقه به برگ | ۱/۸۵ | ۳/۶۸ | ۲/۰۹ | ۱/۷۳ |

تجمع فلزات در بخش‌های مختلف گیاه بر اساس ضریب انتقال تعریف می‌شود. فاکتور تغلیظ زیستی عناصر سنگین از خاک به اندام‌های مختلف سبزیجات در جدول ۷ ارائه شده است. بر طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که مقدار تغلیظ زیستی فلز کروم از خاک به بخش‌های مختلف سبزیجات کاهو، کلم، اسفناج و پیاز بیشتر از حد مجاز ارائه شده در جدول ۸ است.

**جدول ۷- فاکتور تغلیظ زیستی عناصر سنگین از خاک به اندام‌های مختلف گیاه**

| نوع فلز | فاکتور تغلیظ زیستی | ضریب تغلیظ زیستی عناصر از خاک به گیاه | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | اسفناج | کاهو | کلم | پیاز |
| کروم | ضریب انتقال فلز از خاک به ریشه گیاه | ۰/۰۴۴ | ۰/۰۸ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵۸ |
| | ضریب انتقال فلز از خاک به ساقه گیاه | ۰/۰۷۹ | ۰/۸۴ | ۰/۱۸۷ | ۰/۴۲۴ |
| | ضریب انتقال فلز از خاک به برگ گیاه | ۰/۵۹۱ | ۰/۹۳ | ۰/۴۱ | ۰/۶۵۷ |
| منگنز | ضریب انتقال فلز از خاک به ریشه گیاه | ۰/۰۴۱ | ۰/۰۷۵ | ۰/۰۲ | ۰/۱۳ |
| | ضریب انتقال فلز از خاک به ساقه گیاه | ۰/۰۸۹ | ۰/۰۹۷ | ۰/۰۳۹ | ۰/۱۵ |
| | ضریب انتقال فلز از خاک به برگ گیاه | ۰/۱۸۸ | ۰/۱۵ | ۰/۰۴۶ | ۰/۲ |
| آهن | ضریب انتقال فلز از خاک به ریشه گیاه | ۰/۲۹۶ | ۰/۰۳۱ | ۰/۱۱ | ۰/۱۳ |
| | ضریب انتقال فلز از خاک به ساقه گیاه | ۰/۲۱ | ۰/۰۴۸ | ۰/۱۴۳ | ۰/۱۹۵ |
| | ضریب انتقال فلز از خاک به برگ گیاه | ۰/۵۴۸ | ۰/۱۱۲ | ۰/۲۲۲ | ۰/۲۲۶ |



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

بالعکس مقدار تغلیظ زیستی فلز منگنز از خاک به بخش‌های مختلف گیاهان کاهو، کلم، اسفناج و پیاز کمتر از حد مجاز ارائه شده در جدول ۸ است. همچنین بر طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که مقدار تغلیظ زیستی فلز آهن از خاک به بخش‌های مختلف گیاهان کاهو، کلم، اسفناج و پیاز در تمامی انتقال‌ها به جزء انتقال فلز از خاک به برگ گیاه اسفناج، کمتر از حد مجاز ارائه شده در جدول ۸ است.

**جدول ۸- ضرایب انتقال مجاز فلزات سنگین از خاک به گیاه (۲۲)**

| عنصر | ضریب انتقال مجاز |
|---|---|
| آهن | ۰/۵-۰/۲ |
| منگنز | ۰/۳-۰/۲ |
| کروم | ۰/۰۰۵-۰/۰۰۱ |

## بحث

در تمامی سبزیجات اسفناج، پیاز، کلم و کاهو برداشت شده از مزارع شهر کرج، این نتیجه گرفته شد که برگ‌های گیاهان مطالعه شده از غلظت بالاتری از فلزات کروم، منگنز و آهن نسبت به ساقه و ریشه برخوردار بودند. این پدیده ناشی از انتقال بالای این فلزات بیشتر به قسمت‌های هوایی به ویژه برگ‌های گیاه است. به طوری‌که غلظت فلز کروم در ریشه گیاه اسفناج در محدوده ۰/۰۴۳-۰/۴۱۷، در ساقه گیاه در محدوده ۰/۱۵۴-۰/۵۶۷ و در برگ گیاه در محدوده mg/kg ۱/۹۸-۲/۹۸ قرار داشت. که به ترتیب ۸۳ درصد در برگ، ۱۱ درصد در ساقه و ۶ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز کروم در برگ گیاه اسفناج داشت. غلظت فلز آهن در ریشه گیاه اسفناج در محدوده ۳/۱-۳/۹۸، در ساقه گیاه در محدوده ۲-۲/۹۸ و در برگ گیاه در محدوده mg/kg ۵/۹۹-۶/۹۸ قرار داشت. که به ترتیب ۵۳ درصد در برگ، ۱۹ درصد در ساقه و ۲۸ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز آهن در برگ گیاه اسفناج داشت. غلظت فلز منگنز در ریشه گیاه اسفناج در محدوده ۰/۳۹-۰/۹۸، در ساقه گیاه در محدوده ۱-۱/۹۹ و در برگ گیاه در محدوده mg/kg ۳-۳/۸۹ قرار داشت. که به ترتیب ۵۹درصد در برگ، ۲۸ درصد در ساقه و ۱۳ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز منگنز در برگ گیاه اسفناج داشت. غلظت فلز کروم در ریشه گیاه کاهو در محدوده ۰/۱۲-۰/۶۵، در ساقه گیاه در محدوده ۳-۳/۷۸ و در برگ گیاه در محدوده mg/kg ۳/۲۷-۳/۹۸ قرار داشت. که به ترتیب ۵۰ درصد در برگ، ۰/۴۶ در ساقه و ۴ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز کروم در برگ گیاه کاهو داشت. غلظت فلز آهن در ریشه گیاه کاهو در محدوده ۰/۱۲۴-۰/۶۵۹، در ساقه گیاه در محدوده ۰/۱۷-۰/۹۸ و در برگ گیاه در محدوده mg/kg ۱/۰۱-۱/۸۹ قرار داشت. که به ترتیب ۵۸ درصد در برگ، ۲۶ درصد در ساقه و ۱۶ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز آهن در برگ گیاه کاهو داشت. غلظت فلز منگنز در ریشه گیاه کاهو در محدوده ۱-۱/۶۷، در ساقه گیاه در محدوده ۱/۳۴-۱/۸۹ و در برگ گیاه در محدوده mg/kg ۲/۳۶-۲/۹۷ قرار داشت. که به ترتیب ۴۷ درصد در برگ، ۳۰ درصد در ساقه و ۲۳ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز منگنز در برگ گیاه کاهو داشت. غلظت فلز کروم در ریشه گیاه کلم در محدوده ۱-۰/۳۲، در ساقه گیاه در محدوده ۰/۴۵-۰/۹۹ و در برگ گیاه در محدوده mg/kg ۱/۲۴-۱/۹ قرار داشت. که به ترتیب ۶۳ درصد در برگ، ۲۹ درصد در ساقه و ۸ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز کروم در برگ گیاه کلم داشت. غلظت فلز آهن در ریشه گیاه کلم در محدوده ۱/۱۲-۱/۵۵، در ساقه گیاه در محدوده ۱/۰۹-۱/۹۸ و در برگ گیاه در محدوده mg/kg ۲/۳۷-۲/۸۹ قرار داشت. که به ترتیب ۴۷ درصد در برگ، ۳۰ درصد در ساقه و ۲۳ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز آهن در برگ گیاه کلم داشت. غلظت فلز منگنز در ریشه گیاه کلم در محدوده ۰/۱۲-۰/۷۶، در ساقه گیاه در محدوده ۰/۳۴-۰/۹۸ و



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

در برگ گیاه در محدوده ۰/۵۴–۰/۹۸ mg/kg قرار داشت که به ترتیب ۴۴ درصد در برگ، ۳۷ درصد در ساقه و ۱۹ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز منگنز در برگ گیاه کلم داشت. غلظت فلز کروم در ریشه گیاه پیاز در محدوده ۰/۱۵–۰/۲۸، در ساقه گیاه در محدوده ۱/۳۵–۱/۹۹ و در برگ گیاه در محدوده ۲/۱۵–۲/۶۲ mg/kg قرار داشت. که به ترتیب ۵۷ درصد در برگ، ۳۸ درصد در ساقه و ۵ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز کروم در برگ گیاه پیاز داشت. غلظت فلز آهن در ریشه گیاه پیاز در محدوده ۱/۲۳–۱/۹، در ساقه گیاه در محدوده ۲/۱–۲/۷۸ و در برگ گیاه در محدوده ۲/۱۵–۲/۹۸ mg/kg قرار داشت. که به ترتیب ۴۲ درصد در برگ، ۳۵ درصد در ساقه و ۲۳ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز آهن در برگ گیاه پیاز داشت. غلظت فلز منگنز در ریشه گیاه پیاز در محدوده ۲/۱۲–۲/۸۹، در ساقه گیاه در محدوده ۲/۳۷–۲/۹۸ و در برگ گیاه در محدوده ۳–۳/۹۸ mg/kg قرار داشت. که به ترتیب ۴۱ درصد در برگ، ۳۱ درصد در ساقه و ۲۸ درصد فلز در ریشه گیاه قرار داشتند و نشان از تجمع بالای فلز منگنز در برگ گیاه پیاز داشت. Shahriari و همکار در مطالعه‌ای که بر روی فلزات سنگین در سبزیجات خوراکی منطقه اصفهان انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که میانگین غلظت فلز کروم در برگ گیاهان تربچه، کرفس، شاهی و تره ۵/۲ µg/g از نمونه سبزی بود که بیش از مقدار معمول است (۲۳). نتایج گرفته شده با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. Akan و همکاران نیز در مطالعه خود بر روی برخی از فلزات سنگین در نمونه‌های سبزیجات کلم، کاهو، اسفناج و پیاز از کشور نیجریه، غلظت فلز کروم را در این گیاهان بین ۰/۲۳–۳/۲۲ mg/kg، غلظت فلز آهن را بین ۰/۲۳–۳/۴۵ mg/kg و غلظت فلز منگنز را بین ۰/۲۳–۳/۴۳ mg/kg اندازه گیری کردند. همچنین آنها به این نتیجه رسیدند که غلظت فلزات منگنز، آهن و کروم در برگ‌ها بیشتر از ریشه و ساقه‌ها است. که نتایج گرفته شده با مطالعه حاضر مطابقت دارد (۱۶). Nayek و همکاران در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که فلزات آهن، منگنز، مس، روی و کروم بیشترین انتقال را به گیاه از قسمت‌های هوایی در برداشت (۲۴). Santamaria و همکاران در مطالعه خود بر روی فلزات در سبزیجات، به این نتیجه دست یافتند که مقدار فلزات در بخش‌های مختلف گیاهان متفاوت هستند. آنها گزارش کردند که میزان تجمع فلزات در اندام‌های مختلف گیاهان به صورت زیر هستند: برگ>ساقه>ریشه>تکمه>پیاز> میوه>دانه (۲۵). که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. Rafati و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای که انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که بیشترین مقدار فلزات سنگین کادمیوم، کروم و نیکل در بین اندام‌های مختلف گونه‌های گیاهی سپیدار و توت سفید در برگ‌های گیاه قرار دارند (۲۶). نتایج مقایسه میانگین غلظت فلزات در بخش‌های مختلف سبزیجات از جمله ریشه، ساقه و برگ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در بین میانگین غلظت فلزات آهن، کروم و منگنز در بخش‌های مختلف سبزیجات پیاز، کلم، اسفناج و کاهو وجود دارد ($P<0/05$). Rafati و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای که انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که میزان فلزات کادمیوم، کروم و نیکل تجمع یافته در برگ‌های توت با مقدار آنها در ریشه اختلاف معنی‌داری دارد (۲۶). در این مطالعه همچنین مشخص شد که غلظت فلزات کروم، آهن و منگنز در برگ تمامی گیاهان اسفناج، پیاز، کلم و کاهو مطالعه شده بالاتر از حد استاندارد FAO/WHO قرار دارد. Nazemi و همکار در مطالعه‌ای که بر روی فلزات در اراضی سبزیکاری منطقه شاهرود انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که میانگین غلظت فلزات موجود در سبزیجات با مقادیر استاندارد اختلاف معناداری را نشان می‌دهد. میزان غلظت سرب، کروم، کادمیوم و آرسنیک در انواع سبزیجات بالاتر از مقدار معمول آن هستند (۱۱). که نتایج گرفته شده با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. Akan و همکاران در مطالعه خود بر روی فلزات کروم، منگنز، آهن، نیکل، سرب، روی، کادمیوم و مس در نمونه‌های سبزیجات از کشور نیجریه به این نتیجه رسیدند که برگ‌های سبزیجات کلم، کاهو، پیاز و



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

اسفناج دارای غلظتی بیشـتر از حد استاندارد هستند (۱۶). که نتایج گرفته شده با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. Kocak و همکاران نیز در مطالعه خود غلظت فلزات سنگین موجود در سبزیجات بررسی شده را بالاتر از حد استاندارد گزارش کردند (۲۷). براسـاس یافته‌هـای Zacchini و همـکاران (۲۰۰۸)، گونه‌ای که دارای ضریب تجمع زیسـتی در ریشـه بزرگ‌تر از یک و فاکتور انتقال کوچک‌تر از یک است، برای تثبیت گیاهی و گونه‌ای که دارای ضریب تجمع زیسـتی در اندام‌های هوایی بزرگتر از یک اسـت، برای برداشت گیاهی مناسب است (۲۸). نتایج این قسـمت بیان می‌کنـد که تمامی سـبزیجات مطالعه شـده دارای فاکتور انتقال بیشتر از یک و ضریب تجمع زیستی ریشـه کمتر از یک بـوده، بنابراین این گونه‌هـای گیاهی برای تثبیت عناصر کروم، آهن و منگنز مناسـب نیستند. اما با داشتن فاکتور انتقال بیشـتر از یک این نتیجه بدسـت آمـد که تقریبا تمامی سبزیجات مطالعه شده پتانسیل بالایی در انتقال و انباشت فلـزات مورد مطالعه در بخش هوایی خود دارند و می‌توان آنها را در گروه گیاهـان تجمع‌دهنده قرار داد. Rafati و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعـه‌ای که انجام دادند با توجه به مقادیر ضریب تجمع زیستی و فاکتور انتقال به این نتیجه دست یافتند که گونه توت برای برداشـت فلز نیکل و سـپیدار برای برداشت فلزات کادمیـوم و نیکل از خاک مناسـب هسـتند (۲۶). از آنجایی‌که آبیاری با فاضلاب شـهری سـبب افزایش غلظت فلزات قابل جذب در گیاهان می‌شود. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که غلظت ایـن فلزات در سـبزیجات نیز در اثر کاربرد فاضلاب شـهری افزایش یابد (۲۹). Afyuni و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند که با افزایش عناصر سـنگین در خاک، غلظت این عناصر در گیاه نیـز افزایش می‌یابد (۳۰). Singh و همکار در سـال ۲۰۰۵ و Sillanppa و همکار در سال ۱۹۹۲ بیان کردند که بین افزایش غلظت این عناصر در گیاه همراه با افزایش آنها در خاک و منبع آبیـاری ارتباط مسـتقیمی وجـود دارد (۳۱، ۳۲) خاک اطراف ریشـه، اولین منبع برای ورود فلزات سـنگین به بافت گیاهان هستند (۳۳).

## نتیجه‌گیری

در تمامی سـبزیجات مطالعه شده برگ‌ها از غلظت بالاتری از فلزات کروم، منگنز و آهن نسـبت به سـاقه و ریشه برخوردار بودند. که نشان از جذب و انتقال فلزات به اندام‌های هوایی گیاه اسـت. همچنین به دلیل بالا بودن غلظت فلزات آهن، منگنز و کروم در سبزیجات برداشت شده از مزارع موجود در شهر کرج از جمله کاهو، کلم، اسفناج و پیاز، مصرف این گونه سبزیجات توسط شـهروندان، بایستی توسط سـازمان‌های نظارتی مورد توجه قرار گیرد. برای کنترل آلودگی و جلوگیری از گسـترش آن پیشـنهاد می‌شـود بررسی‌های زیسـت محیطی در خاک و سـایر محصولات کشاورزی منطقه به طور مستمر انجام گرفته و غلظت آلاینده‌های فلزی در خاک و محصولات کشاورزی به طور سالیانه تعیین گردد. همچنین نظارت دقیقی بر میزان کودها و سموم شیمیایی استفاده شده در مزارع صورت گیرد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با عنوان «بررسی امکان تجمع فلزات سنگین کروم، منگنز و آهن در بخش‌های مختلف برگ، ساقه و ریشه برخی از سبزیجات مصرفی (مطالعه موردی شهر کرج)» مصوب باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان در سـال ۱۳۹۲ با کد ۹۲۲۳۱ است که با حمایت باشگاه پژوهشگران جوان دانشـگاه آزاد اسلامی واحد همدان اجرا شده است.

## منابع

1. Shabankhani B, Azadbakht M, Shokrzadeh Lemoky M, Bahramighane Sh. Measurment of Pb and Cd in spinach and radish vegetables Sary city. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2001; 30: 27-30 (in Persian).
2. Gardea-Torresdey JL, Peralta-Videa JR, De La Rosa G, Parsons J. Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. Coordination Chemistry Reviews.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

2005;249(17):1797-810.
3. Salehipour M, Ghorbani H, Kheirabadi H, Afyuni M. Health risks from heavy metals via consumption of cereals and vegetables in Isfahan Province, Iran. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 2015;21(7):1920-35.
4. Yadav R, Goyal B, Sharma R, Dubey S, Minhas P. Post-irrigation impact of domestic sewage effluent on composition of soils, crops and ground water—a case study. Environment International. 2002;28(6):481-86.
5. Singh A, Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM. Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste water irrigated area of Varanasi, India. Tropical Ecology. 2010;51(2):375-87.
6. Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM. Heavy metal (Cu, Zn, Cd and Pb) contamination of vegetables in urban India: A case study in Varanasi. Environmental Pollution. 2008;154(2):254-63.
7. Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM. Atmospheric deposition of heavy metals (Cu, Zn, Cd and Pb) in Varanasi city, India. Environmental Monitoring and Assessment. 2008;142(1-3):269-78.
8. Asdeo A, Loonker S. A comparative analysis of trace metals in vegetables. Research Journal of Environmental Toxicology. 2011;5(2):125-32.
9. Bigdeli M, Seilsepour M. Investigation of metals accumulation in some vegetables irrigated with waste water in Shahre Rey-Iran and toxicological implications. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 2008;4(1):86-92.
10. Yanqun Z, Yuan L, Schvartz C, Langlade L, Fan L. Accumulation of Pb, Cd, Cu and Zn in plants and hyperaccumulator choice in Lanping lead–zinc mine area, China. Environment International. 2004;30(4):567-76.
11. Nazemi S, Khosravi A. A study of heavy metals in soil, water and vegetables. Knowledge and Health. 2011;5(4):27-31 (in Persian).
12. Torabian A, Mahjoori M. Effect of sewage irrigation on heavy metal uptake by leaf vegetables south of Tehran. Soil and Water Journal. 2002;16(2):188-96 (in Persian).
13. Burchett H. Increasing fruit and vegetable consumption among British primary schoolchildren: a review. Health Education. 2003;103(2):99-109.
14. 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.
15. Cheraghi M, Lorestani B, Yousefi N. Effect of waste water on heavy metal accumulation in Hamedan Province vegetables. International Journal of Botany. 2009;5(2):190-93.
16. Akan J, Kolo B, Yikala B, Ogugbuaja V. Determination of some heavy metals in vegetable samples from Biu local government area, Borno State, North Eastern Nigeria. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis. 2013;2:40-46.
17. Jafari J, Rastegar A, Farzadkia M, Rezaee Kalantary R, Rezaee Gozalabad Z. Survey of the effects of soil type on the leaching and adsorption of heavy metals (chromium, lead and cadmium) after compost application on the soils. Iranian Journal of Health and Environment. 2013;6(4):523-34 (in Persian).
18. Voutsa D, Grimanis A, Samara C. Trace elements in vegetables grown in an industrial area in relation to soil and air particulate matter. Environmental Pollution. 1996;94(3):325-35.
19. Branquinho C, Serrano HC, Pinto MJ, Martins-Loução MA. Revisiting the plant hyperaccumulation criteria to rare plants and earth abundant elements. Environmental Pollution. 2007;146(2):437-43.
20. Ma LQ, Komar KM, Tu C, Zhang W, Cai Y, Kennelley ED. A fern that hyperaccumulates arsenic. Nature. 2001;409(6820):579.
21. WHO. Evaluation of Certain Food Additives: Seventy-first Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: World Health Organization; 2010.
22. Sauerbeck D. Plant element and soil properties governing uptake and availability of heavy metals derived from sewage sludge. Water, Air, and Soil Pollution. 1991;57(1):227-37.
23. Shahriari A, Takdastian T. Investigation the amount of heavy metals in edible vegetables in Isfahan. 14th National Conference of Environmental Health; 2010; Yazd Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

24. Nayek S, Gupta S, Saha R. Metal accumulation and its effects in relation to biochemical response of vegetables irrigated with metal contaminated water and wastewater. Journal of Hazardous Materials. 2010;178(1):588-95.
25. Uwah E, Abah J, Ndahi N, Ogugbuaja V. Concentration levels of nitrate and nitrite in soils and some leafy vegetables obtained in Maiduguri, Nigeria. Journal of Applied Science in Environmental Sanitation. 2009;4(3):233-44.
26. Rafati M, Khorasani N, Moattar F, Shirvany A, Moraghebi F, Hosseinzadeh S. Phytoremediation potential of Populus alba and Morus alba for cadmium, chromuim and nickel absorption from polluted soil. International Journal of Environmental Research. 2011;5(4):961-70.
27. Kocak S, Tokusoglu O, Aycan S. Some heavy metal and trace essential element detection in canned vegetable foodstuffs by differential pulse polarography (DPP). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry. 2005;4:871-78.
28. Zacchini M, Pietrini F, Mugnozza GS, Iori V, Pietrosanti L, Massacci A. Metal tolerance, accumulation and translocation in poplar and willow clones treated with cadmium in hydroponics. Water, Air, and Soil Pollution. 2009;197(1-4):23-34.
29. Aghabarati A, Hoseini M, Esmaeili A, Marelian H. Accumulation heavy metals Pb and Zn in leaf and fruit Olea europaea L. and soil of irrigated by wastewater. Journal of environmental recognition. 2009;47:51-58 (in Persian).
30. Afyuni M, Rezaei Nezhad Y, Khayambashi B. Effect of wastewater sludge on action and adsorption heavy metals by lettuce and spinach. Journal Science of Agriculture and Natural Sources. 1999;2(1):19-30 (in Persian).
31. Singh G, Bhati M. Growth of Dalbergia sissoo in desert regions of western India using municipal effluent and the subsequent changes in soil and plant chemistry. Bioresource Technology. 2005;96(9):1019-28.
32. Sillanpää M, Jansson H. Status of Cadmium, Lead, Cobalt and Selenium in Soils and Plants of Thirty Countries. Rome: Food & Agriculture Organization; 1992.
33. Logan TJ, Chaney R. Utilization of municipal wastewater and sludge on land-metals. Proceedings of the Workshop on Utilization of Municipal Wastewater and Sludge on Land; 1983; University of California Riverside, California.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

# Investigating the Amount of Heavy Metals in Different Parts of Some Consumable Vegetables in Karaj City

N Rouniasi [1,*], H Parvizi Mosaed[2]

1. Young Researchers and Elites Club, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
2. Young Researchers and Elites Club, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

**ARTICLE INFORMATIONS:**

**Received:** 13 January 2016
**Revised:** 4 April 2016
**Accepted:** 10 April 2016
**Published:** 18 September 2016

**Key words:** Heavy metals, Vegetables, Atomic absorption, Karaj City

***Corresponding Author:**
*nassimrounasi@yahoo.com*

**ABSTRACT**

**Background and Objectives:** Heavy metals are seriously dangerous for the human body and their accumulation in the body can cause pathological changes in the organs and this can result in cardiovascular, liver and bone diseases, and even cancer. Human is exposed daily to these pollutants via consumption of food and water.

**Materials and Methods:** Considering the cumulative properties of these metals in plant organs, the amount of Cr, Mn, and Fe in soil and leaf, stem, and root tissues of cabbage, lettuce, spinach, and onions in Karaj City were investigated. For this purpose, 15 samples were randomly collected from each part of the plants, and then, the density of heavy metals was measured via atomic absorption spectrometer after cleansing, grinding, drying, and acid digestion. The data were then analyzed using SPSS software.

**Results:** It was found that leaves of spinach, cabbage, lettuce, and onion have higher concentrations of Cr, Mn, and Fe rather than their stems and roots. The roots of plants contain the least densities of metals. Moreover, concentrations of Fe, Cr, and Mn in soil were 11.87, 3.99 and 17.78 mg/kg, respectively. This was due to the high transportation of these metals to air-related parts of the plant like leaves. This research also showed that the densities of Cr, Mn, and Fe in leaves of studied spinach, onion, cabbage, and lettuce exceeded the FAO/WHO standard limitations (0.15, 0.3, and 0.3 mg/kg for Cr, Fe and Mn, respectively).

**Conclusion:** Due to the high concentrations of Cr, Mn, and Fe in studied vegetables in Karaj City, the consumption of these kinds of vegetables by citizens must be taken into consideration by regulatory agencies.

*Please cite this article as: Rouniasi N, Parvizi Mosaed H. Investigating the amount of heavy metals in different parts of some consumable vegetables in Karaj City. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(2):171-84.*

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-13 ]