# بررسی غلظت عناصر سرب، کادمیوم، کروم و نیکل در انواع کلم عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان

**سهیل سبحان اردکانی[۱]، سیدمیلاد جعفری*[۲]**

۱- استادیار گروه محیط زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.
۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.
*نویسنده مسئول مکاتبات: miladjafari2013@yahoo.com
(دریافت مقاله: ۹۲/۱۱/۳۰ پذیرش نهایی: ۹٤/۱/۱۹)

Archive of SID

## چکیده

**امروزه تجمع فلزات سنگین در سبزی‌ها به دلیل آبیاری با فاضلاب و تیمار با لجن فاضلاب به یک نگرانی فزآینده در زمینه امنیت غذایی و سلامتی مصرف‌کنندگان تبدیل شده است. لذا در این پژوهش به بررسی غلظت تجمع یافته عناصر سرب، کادمیوم، کروم و نیکل در گونه‌های کلم پیچ، کلم قرمز و کلم بروکلی عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان در سال ۱۳۹۲ اقدام گردید. بدین منظور پس از تهیه ۳۰ نمونه از هر نوع کلم و هضم اسیدی نمونه‌ها مطابق روش استاندارد، نسبت به قرائت غلظت تجمع یافته عناصر با استفاده از دستگاه نشر اتمی اقدام شد. همچنین برای پردازش آماری نتایج از آزمون آنالیز واریانس استفاده شد. نتایج نشان داد میانگین غلظت تجمع یافته عناصر سرب، کادمیوم، کروم و نیکل در نمونه‌های کلم پیچ به ترتیب برابر با ۳/٤۳±۱۵/۵۳، ۵/۳۵±۵۹/۳۳، ۱/٦۱±۲/۲۲ و ۲/۸۳±۱٤/۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم؛ میانگین غلظت این عناصر در کلم قرمز به ترتیب برابر با ۵/۸۹±۲۳/۰۳، ٤/۲۱±۳۷/۵۳، ۳/۲٤±۱۳/۳۳ و ۳/۰٤±۱۵/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و میانگین غلظت عناصر در کلم بروکلی به ترتیب برابر با ۳/٦۳±۸/۰۰، ۵/۸٦±٤۵/۹۰، ۳/۳۹±۸/۲۰ و ۳/۰۸±۱٦/۹۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. مقایسه میانگین غلظت عناصر با رهنمود FAO/WHO نیز بیانگر آن است که میانگین غلظت عناصر سرب و کادمیوم در تمام نمونه‌های کلم و میانگین غلظت عنصر کروم در نمونه‌های کلم قرمز و بروکلی بیش از حد استاندارد می‌باشد. لذا این گونه‌ها فاقد شرایط مصرف توسط شهروندان بوده و باید نسبت به مدیریت شرایط کشت آنها تدابیر لازم اتخاذ گردد.**

**واژه‌های کلیدی: کلم، فلز سنگین، امنیت غذایی، همدان**



www.SID.ir

**مقدمه**

در آسیا به خصوص در کشورهای در حال توسعه، مردم از سبزی‌ها بیش از گوشت استفاده می‌کنند، بنابراین سبزی‌ها منبع اصلی مواد مغذی محسوب می‌شوند (Huang *et al*., 2014). از سویی سبزی‌ها به لحاظ این که حاوی پروتئین، ویتامین، کربوهیدرات، آهن، کلسیم و دیگر اجزای مواد غذایی هستند، بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهند (Ivey *et al*., 2012). سبزی‌ها می‌توانند مواد مغذی ضروری و عناصر کمیاب خاص را در دوره کوتاه زمانی جذب کنند، بنابراین حفظ سلامت آنها بسیار مهم است (Zhou *et al*., 2005). امروزه مشتریان متقاضی سبزی‌ها با کیفیت در حال افزایش است. برخی خریداران سالم بودن، تیره بودن و برگ‌های بزرگ را به عنوان عامل مهم سبزی خوراکی خوب ترجیح می‌دهند. هرچند خصوصیات ظاهری سبزی‌ها نمی‌تواند ضمانتی بر ایمنی در برابر آلاینده‌ها باشد (Mapanda *et al*., 2007).

برای اکثر مردم، عامل اصلی جذب عناصر سمی از طریق زنجیر غذایی است (Roychowdhury *et al*., 2003). امروزه نگرانی‌ها در خصوص تجمع فلزات سنگین در سبزی‌ها رو به افزایش است و تجمع فلزات سنگین در سبزی‌ها و مخاطرات آن برای مردم به یک نگرانی عمومی تبدیل شده است (Li *et al*., 2006; Huang *et al*., 2014). آلودگی سبزی‌ها به فلزات سنگین می‌تواند از طرق مختلفی از قبیل آبیاری با آب آلوده و لجن فاضلاب باشد (Huang *et al*, 2014). فلزات سنگین به راحتی در اندام‌های حیاتی بدن انباشته شده و حیات انسان را تهدید می‌کنند. لذا مصرف بیش از حد منابع غذایی آلوده به فلزات سنگین می‌تواند منجر به ابتلا و بروز بیماری‌های مختلف از جمله سرطان و آسیب به سیستم عصبی شود (Song *et al*., 2009; Karalliedde and Brooke., 2012; Pan *et al*., 2013). هنگامی که فلزات سنگینی مانند سرب و کادمیوم در آب، خاک و هوا پخش می‌شوند توسط گیاهان جذب می‌شوند (Hao *et al*., 2009; Hernández-Martínez and Navarro-Blasco, 2012). جذب بیش از حد کادمیوم منجر به بروز اختلالات کلیوی شده در حالی که سرب مازاد می‌تواند بر مغز کودکان اثر گذارد (Toplan *et al*., 2004). همچنین در گیاهان، چگونگی توزیع و محل انباشتگی این عناصر در بین اندام‌های گیاهی حائز اهمیت می‌باشد، زیرا توزیع آنها در اندام‌های مختلف یکنواخت نبوده و بیشتر تجمع مربوط به بخش‌هایی است که مستقیماً مصرف می‌شوند (Bieleski and Lauchli, 1983; Jalali *et al*, 2010). بنابراین در ارزیابی مخاطره محتوای فلزات سنگین در ریشه و ساقه از اهمیت کمتری نسبت به برگ‌های خوراکی برخوردار است (Mapanda *et al*, 2007). چانی در سال ۱۹۸۲ گزارش کرد که عناصر سرب و جیوه از کمترین توان برای رسیدن به اندام‌های هوایی در سبزیجات و یونجه برخوردار می‌باشند. کاباتا- پندیاس در سال ۱۹۹۲ گزارش کرد عناصر کادمیوم و سرب به ترتیب از بیشترین و کمترین توان جابجایی پس از جذب برخوردارند. میزان تجمع سرب در اندام‌های گیاهی متفاوت است و غالباً غلظت آن در برگ بیش از سایر قسمت‌های گیاه است (Farzanegan, 2006). از این رو مصرف سبزی‌ها حاوی فلزات سنگین از توان بالایی برای به مخاطره انداختن سلامتی مصرف‌کنندگان برخوردار هستند (Pan *et al*, 2013).


www.SID.ir

لذا در این مطالعه به بررسی تجمع فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم و نیکل در گونه‌های کلم پیچ (Cabbage)، کلم قرمز (Red Cabbage) و کلم بروکلی (Broccoli) عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان پرداخته شد.

## مواد و روش‌ها

در تابستان و پاییز سال ۱۳۹۲ به طور تصادفی از ۳ نوع کلم عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان، ۳۰ عدد از هر کدام خریداری شد. نمونه‌ها در کیسه‌های پلی اتیلنی قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه پس از شستشوی نمونه‌ها با آب شرب برای رفع گل و لای، آنها را با آب مقطر شسته و از بخش خوراکی هر نمونه، یک گرم به دقت توزین و به بوته چینی منتقل شد. به نمونه‌ها ٦ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ ساخت شرکت مرک آلمان و ۲ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک افزوده و پس از ۲۰ دقیقه، نمونه‌ها را تا مرحله خشک شدن حرارت داده و سپس درون کوره Carbolite مدل ELF ساخت کشور انگلستان با دمای ٦۰۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت قرار داده شدند. پس از سرد شدن نمونه‌ها در دمای محیط، ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۵۰ درصد حجمی به آنها اضافه شد تا خاکستر باقی‌مانده را در خود حل کند. محلول باقی‌مانده را به بالن ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل کرده و با استفاده از آب مقطر حجم آن به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در نهایت غلظت تجمع یافته عناصر مد نظر در نمونه‌ها توسط دستگاه نشر اتمی Varian مدل ES–۷۱۰ ساخت کشور استرالیا بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در ۳ تکرار قرائت شد (Zhou *et al*., 2005; Rajabisorkhan and Ghaemi, 2012; Pan *et al*., 2013).

در این پژوهش برای پردازش آماری داده‌ها از ویرایش ۱۹ نرم افزار SPSS استفاده شد. به طوری که به منظور تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف، برای مقایسه میانگین غلظت عناصر بین نمونه‌ها از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (چند دامنه‌ای دانکن) و برای مقایسه میانگین غلظت تجمع یافته عناصر در نمونه‌ها با رهنمود کمیسیون کدکس FAO/WHO (Codex, 2007) از آزمون تی‌تک نمونه‌ای استفاده شد.

## یافته‌ها

بر اساس نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف داده‌های مربوط به تمام عناصر در انواع کلم از توزیع نرمال برخوردار است. نتایج آزمون تی‌تک نمونه‌ای به منظور مقایسه میانگین غلظت تجمع یافته عناصر سنگین در انواع کلم با استاندارد کمیسیون کدکس FAO/WHO در جدول ۱ ارایه شده است.

Archive of SID



www.SID.ir

جدول ۱- نتایج مقایسه آماری میانگین غلظت تجمع یافته عناصر در گونه‌های کلم با حد استاندارد

| عنصر | نوع کلم | میانگین | درجه آزادی | آماره t | کران بالا | کران پایین | حد استاندارد | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سرب | پیچ | ۱۵/۵۳ | ۲۹ | ۲٤/۳۱ | ۱٦/۵۱ | ۱۳/۹۵ | ۰/۳۰ | ۰/۰۰۰ |
| | قرمز | ۲۳/۰۳ | | ۲۱/۱۵ | ۲٤/۹۳ | ۲۰/۵٤ | | |
| | بروکلی | ۸/۰۰ | | ۱۱/٦۲ | ۹/۰٦ | ٦/۳٤ | | |
| کادمیوم | پیچ | ۵۹/۳۳ | ۲۹ | ٦۰/٦۹ | ٦۱/۳۳ | ۵۷/۳۳ | ۰/۲۰ | ۰/۰۰۰ |
| | قرمز | ۳۷/۵۳ | | ٤۸/۵۹ | ۳۸/۹۰ | ۳۵/۷٦ | | |
| | بروکلی | ٤۵/۹۰ | | ٤۲/٦۹ | ٤۷/۸۹ | ٤۳/۵۱ | | |
| کروم | پیچ | ۲/۲۲ | ۲۹ | -۰/۲۸ | ۰/۵۲ | -۰/٦۸ | ۲/۳۰ | ۰/۷۷۸ |
| | قرمز | ۱۳/۳۳ | | ۱۸/٦٤ | ۱۲/۲٤ | ۹/۸۲ | | ۰/۰۰۰ |
| | بروکلی | ۸/۲۰ | | ۹/۵۱ | ۷/۱۷ | ٤/٦۳ | | ۰/۰۰۰ |
| نیکل | پیچ | ۱٤/۹۷ | ۲۹ | -۱۰۰/۵۵ | -۵۰/۹۷ | -۵۳/۰۳ | ٦۷ | ۰/۰۰۰ |
| | قرمز | ۱۵/۰۳ | | -۹۳/٤٦ | -۵۰/۸۳ | -۵۳/۱۰ | | |
| | بروکلی | ۱٦/۹۳ | | -۸۸/۹۱ | -٤۸/۹۱ | -۵۱/۲۲ | | |

نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن به منظور انجام مقایسه میانگین غلظت تجمع یافته فلزات بین انواع گونه‌های کلم در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین غلظت عناصر سرب، کادمیوم، کروم و نیکل در نمونه‌های کلم

| کلم | میانگین غلظت عنصر | | | |
|---|---|---|---|---|
| | سرب | کادمیوم | کروم | نیکل |
| پیچ | ۱۵/۵۳$^{b}$ | ۵۹/۵۳$^{c}$ | ۲/۲۲$^{a}$ | ۱٤/۹۷$^{a}$ |
| قرمز | ۲۳/۰۳$^{c}$ | ۳۷/۵۳$^{a}$ | ۱۳/۳۳$^{c}$ | ۱۵/۰۳$^{ab}$ |
| بروکلی | ۸/۰۰$^{a}$ | ٤۵/۹۰$^{b}$ | ۸/۲۰$^{b}$ | ۱٦/۹۳$^{b}$ |

a، b و c: عدم وجود حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ($p< ۰/۰۱$) بین میانگین‌ها می‌باشد.

## بحث و نتیجه‌گیری

سرب از طریق فعالیت‌های مختلف به هوا، خاک و آب شرب وارد می‌شود. غالباً تجمع سرب در برگ بیش از سایر قسمت‌های گیاه است و افزایش تجمع سرب می‌تواند جلوی رشد ریشه و جذب مواد غذایی توسط گیاه را بگیرد. قابلیت ذخیره سرب در برگ گیاهان متفاوت است به طوری که کلم و در مقایسه با ذرت و گوجه‌فرنگی از قابلیت تجمع بالاتر این عنصر برخوردار است (Vaseghi *et al*., 2001; Erfani *et al*., 2002; Farzanegan, 2006). حداکثر غلظت مجاز سرب در گیاه برای مصرف انسان ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (Torabian and Mahjori, 2002). بر اساس نتایج این پژوهش، در تمام نمونه‌های مورد ارزیابی میانگین غلظت تجمع یافته سرب بیش از این مقدار می‌باشد. اگر غلظت سرب در گیاه ۳۰۰-۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، می‌توان آن گیاه را آلوده به عنصر سرب در نظر گرفت (Alloway, 1990; Kabata-Pendis, 1992)، که با توجه به میانگین غلظت تجمع یافته سرب در نمونه‌های کلم مورد مطالعه، آنها را نمی‌توان آلوده به حساب آورد ولی می‌بایست به اثرات مخرب مصرف بلندمدت این عنصر و به‌ویژه خاصیت تجمعی آن در


www.SID.ir

بدن که می‌تواند بسیار مخاطره‌آمیز باشند، توجه ویژه‌ای نمود.

برخی گیاهان به آسانی کادمیوم را از طریق ریشه جذب و آن را در غلظت‌های بالاتری نسبت به سایر گیاهان ذخیره می‌کنند. غلظت‌های نسبتاً زیاد کادمیوم می‌تواند در بخش‌های خوراکی گیاه تجمع یابد، بدون آنکه علامت بیماری و تاثیر مشخصی در گیاه نمایان شود (Alloway, 1990). غلظت تجمع یافته کادمیوم در گیاه برای مصرف توسط انسان نباید از ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم تجاوز کند (Givianrad *et al.*, 2011) که با توجه به میانگین غلظت تجمع یافته این عنصر در نمونه‌های کلم مورد مطالعه، در تمامی نمونه‌ها میانگین غلظت کادمیوم بیش از حد مجاز بوده است. مطابق استاندارد کمیسیون کدکس غلظت کادمیوم قابل تحمل هفتگی ۰/۰۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد. مشخص شده است که اگر دریافت روزانه کادمیوم از غذا ۱۴۰ تا ۲۶۰ میکروگرم در روز و یا معادل ۵۰ میکروگرم کادمیوم در یک مترمکعب هوا باشد، در طی ۱۰ سال کلیه‌ها را از کار می‌اندازد (Bahemuka and Mubofu, 1999). مقدار معمول کادمیوم که از طریق تغذیه به بدن انسان وارد می‌شود ۵۰-۱۰ میکروگرم در روز است (Torabian and Mahjori, 2002). بر اساس نتایج حاصل از مطالعه، در تمام نمونه‌های مورد ارزیابی میانگین غلظت تجمع یافته کادمیوم بیش از ۱۰ قسمت در میلیارد بوده است. همچنین اگر غلظت کادمیوم در گیاه ۳۰-۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، می‌توان آن گیاه را آلوده به عنصر کادمیوم در نظر گرفت (Alloway, 1990; Kabata-Pendis, 1992)، که با توجه به میانگین غلظت تجمع یافته کادمیوم در نمونه‌های کلم مورد مطالعه، می‌توان نمونه‌ها را آلوده به این عنصر در نظر گرفت.

نتایج مطالعات بیانگر آن است که بیشترین تجمع عنصر کروم در سبزیجات برگی مشاهده می‌شود (Torabian and Mahjori, 2002). با توجه به این که تجمع بیش از ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم کروم در گیاه برای مصرف توسط انسان زیان‌آور است (Torabian and Mahjori, 2002)، مطابق نتایج حاصل، در تمامی نمونه‌ها میانگین غلظت تجمع یافته کروم بیش از این حد است. همچنین در حالت معمول روزانه حدود ۶۰۰-۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کروم از طریق غذا وارد بدن انسان می‌شود (De Zuane, 1990). همچنین اگر غلظت کروم در گیاه ۳۰-۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، می‌توان آن گیاه را آلوده به عنصر کروم در نظر گرفت (Alloway, 1990; Kabata-Pendis, 1992)، که با توجه به میانگین غلظت تجمع یافته کروم در نمونه‌های کلم مورد مطالعه، می‌توان بیان نمود به غیر از نمونه‌های کلم پیچ که آلوده نیستند، سایر نمونه‌ها را نمی‌توان به شدت آلوده به این عنصر محسوب نمود.

میانگین مقادیر نیکل که روزانه از طریق تغذیه به بدن انسان وارد می‌شود ۵۰۰-۴۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم می‌باشد (De Zuane, 1990). با توجه به این که همه نمونه‌های کلم مورد مطالعه بیش از ۱۴۹۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم نیکل جذب کرده‌اند، لذا مصرف آنها می‌تواند مخاطره‌آمیز باشد. همچنین اگر غلظت نیکل در گیاه ۱۰۰-۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، می‌توان آن گیاه را آلوده به عنصر نیکل در نظر گرفت (Alloway, 1990; Kabata-Pendis, 1992). با توجه به میانگین



Archive of SID
www.SID.ir

غلظت تجمع یافته نیکل در نمونه‌های کلم مورد مطالعه، نمی‌توان آنها را به شدت آلوده در نظر گرفت.

نتایج حاصل از پژوهش با دستاورد مطالعه سمرقندی و همکاران در سال ۲۰۰۰ که طی آن به بررسی فلزات سنگین موجود در سبزیجات پرورشی با آب‌های آلوده در حومه شهر همدان پرداخته و عنوان نمودند که غلظت عنصر کادمیوم در سبزیجات مورد بررسی بسیار ناچیز و حداکثر غلظت عناصر سرب و کروم به ترتیب ۳/۸۸ و ۰/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد، با دستاورد مطالعه ترابیان و مهجوری در سال ۲۰۰۲ که به بررسی اثر آبیاری با فاضلاب بر روی جذب فلزات سنگین به وسیله سبزی‌های برگی جنوب تهران پرداخته و غلظت عناصر سرب و کروم را به ترتیب ۷/۲ و ۸٦ میلی‌گرم به ازای هر گرم سبزی گزارش کردند و با دستاورد مطالعه سینگ پاتل و همکاران در سال ۲۰۰۸ که طی آن به بررسی فعالیت‌های صنعتی بر تجمع سرب در سبزی‌های نواحی مختلف هند پرداخته و عنوان نمودند که حداکثر غلظت تجمع یافته سرب در گیاه ریحان ۱۸/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است، مطابقت ندارد (Samarghandi *et al*., 2000; Torabian *et al*., 2008 and Mahjouri, 2002; Singh Patel). همچنین اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در سبزی های خوراکی اطراف زنجان نشان داد که محتوای سرب بین ۳/۸۹ تا ۳۲/٤۹ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بوده که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت ندارد (Eslami *et al*., 2007).

مقایسه میانگین غلظت تجمع یافته عنصر سرب با حد استاندارد کمیسیون کدکس نشان داد که میانگین غلظت این عنصر در تمام نمونه‌های کلم بیش از حد استاندارد می‌باشد. این موضوع می‌تواند مبین توانایی این گونه گیاهی برای رشد در نواحی آلوده به فلز سرب، کشت این محصول در حوالی جاده‌های پر تردد و یا آبیاری مزارع با فاضلاب‌های تصفیه نشده از نظر ترکیبات سرب باشد. همچنین مقایسه میانگین غلظت تجمع یافته عناصر کادمیوم و کروم در نمونه های مورد مطالعه با حد استاندارد بیانگر آن بود که به جز در مورد غلظت تجمع یافته عنصر کروم در نمونه‌های کلم پیچ، در سایر موارد میانگین غلظت عناصر بیش از حد استاندارد می‌باشد، با دستاورد مطالعه کاظم‌زاده خویی و همکاران در سال ۲۰۱۲ که طی آن به بررسی و اندازه‌گیری فلزات سنگین نیکل، سرب، مس، منگنز، روی، کادمیوم و وانادیوم در سبزی های خوراکی جنوب پالایشگاه تهران پرداخته و نتیجه گرفتند که مقادیر اندازه گیری شده در تمامی ١٤ گونه گیاهی بیشتر از حداکثر مقدار مجاز و همچنین استانداردهای ملی کشور های مختلف برای مصرف انسان بوده، با دستاورد مطالعه گیویان راد و همکاران در سال ۲۰۱۱ که طی آن به مطالعه تعیین فلزات سنگین کادمیوم و سرب در سبزی های خوراکی کاهو، نعناع و تره کشت شده در اراضی مختلف جنوب تهران پرداخته و نتیجه گرفتند که میزان غلظت فلزات سرب و کادمیوم در سبزی خوراکی تره به ترتیب ۰/١٤ و ۰/١٥ میلی گرم بر کیلوگرم بوده و از مقدار مجاز برای مصرف انسان بر اساس اتحادیه اروپا بیشتر است، با دستاورد مطالعه ناظمی و خسروی در سال ۲۰۱۱ که طی آن به مطالعه وضعیت فلزات سنگین در خاک، آب و گیاه اراضی سبزیکاری پرداخته و نتیجه گرفتند که مقدار میانگین فلز سرب، کادمیوم و کروم به ازاء بافت گیاه به ترتیب


www.SID.ir

۲۳/۹۹، ۲/۰۹ و ۵/٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود، با دستاورد مطالعه رجبی سرخنی و قائمی در سال ۲۰۱۲ که طی آن به مطالعه بررسی اثر کاربرد پساب تصفیه شده و کودهای شیمیایی بر عملکرد کلم بروکلی پرداخته و نتیجه گرفتند که کاربرد پساب در آبیاری سبب افزایش فلزات سنگین کادمیوم، نیکل و سرب در اندام‌های هوایی (برگ و ساقه و ...) گیاه گشته، با دستاورد مطالعه بهبهانی‌نیا و همکاران در سال ۲۰۱۰ که طی آن به مطالعه اثر آبیاری با پساب تصفیه خانه‌ها بر میزان تجمع فلزات سنگین در برخی از سبزیجات منطقه رودهن پرداخته و نتیجه گرفتند که مقدار کروم و کادمیوم در این گیاهان هم برای گیاه و هم برای انسان بیشتر از مقادیر استاندارد بوده است، با دستاورد مطالعه ملکی و زراسوند در سال ۲۰۰۸ که طی آن به مطالعه فلزات سنگین در سبزیجات خوراکی و برآورد جذب روزانه آنها در سنندج پرداخته و نتیجه گرفتند که سبزیجات رشد یافته در این منطقه دارای خطر سلامتی برای مصرف انسان بوده و با دستاورد مطالعه اسلامی و همکاران در سال ۲۰۰۷ مطابقت دارد. از جمله یکی از دلایل مهم گزارش مقادیر بیشتر از حد مجاز عناصر سرب و کادمیوم در این مطالعات را می‌توان به آبیاری سبزی‌ها با آب آلوده نسبت داد. با توجه به نتایج پژوهش که بیانگر آن بود میانگین غلظت عناصر سرب و کادمیوم در تمام نمونه‌های کلم و میانگین غلظت عنصر کروم در نمونه‌های کلم قرمز و بروکلی مصرفی شهر همدان بیش از رهنمود FAO/WHO می‌باشد، لذا این گونه‌ها فاقد شرایط مصرف توسط شهروندان بوده و می‌بایست نسبت به مدیریت شرایط کشت این قبیل محصولات از جمله کاشت در خاک‌های آلوده، استفاده از فاضلاب برای آبیاری، استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، تیمار محصولات با لجن فاضلاب و ... تدابیر جدی توسط متولیان امر اندیشیده شود.

## منابع


- بهبهانی‌نیا، آزیتا؛ آزادی، امین و صادقیان، سهیلا (۱۳۸۹). اثر آبیاری با پساب تصفیه خانه‌ها بر میزان تجمع فلزات سنگین در برخی از سبزیجات منطقه رودهن. فصلنامه پژوهش‌های به‌زراعی، دوره ۲، شماره ۲، صفحات: ۱۷٤-۱٦۵.
- ترابیان، علی و مهجوری، مریم (۱۳۸۱). بررسی اثر آبیاری با فاضلاب روی جذب فلزات سنگین بوسیله سبزی‌های برگی جنوب تهران. مجله علوم خاک و آب، دوره ۱٦، شماره ۲، صفحات: ۱۹٦-۱۸۹.
- رجبی سرخنی، مصطفی و قائمی، علی اصغر (۱۳۹۱). بررسی اثر کاربرد پساب تصفیه شده و کودهای شیمیایی بر عملکرد کلم بروکلی. مدیریت آب و آبیاری، دوره ۲، شماره ۲، صفحات: ۲٤-۱۳.
- سمرقندی، محمدرضا؛ کریم‌پور، مسلم و صدری، غلامحسین (۱۳۷۹). بررسی مقدار فلزات سنگین موجود در سبزیجات پرورشی با آب‌های آلوده به این فلزات در حومه شهر همدان در سال ۱۳۷۵. مجله دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی سبزوار (اسرار)، دوره ۷، شماره ۱، صفحات: ۵۳-٤۵.




Archive of SID
www.SID.ir

- عرفانی، علی؛ حق‌نیا، غلامحسین و علیزاده، امین (۱۳۸۱). تاثیر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگی‌های خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، دوره ٦، شماره ۱، صفحات: ۹۲-۷۱.
- فرزانگان، زهره؛ ثواقبی، غلامرضا؛ میرسید حسینی، حسین و یقطین، شهرزاد (۱۳۸۵). بررسی تاثیر کلزا و سورگوم در کاهش آلودگی کادمیوم، روی و سرب خاک. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، صفحه: ٦.
- کاظم‌زاده خویی، جواد؛ سادات نوری، اعظم؛ پورنگ، نیما؛ علیزاده، محمد؛ قریشی، حسین و پاداش، امین (۱۳۹۱). بررسی و اندازه‌گیری فلزات سنگین نیکل، سرب، مس، منگنز، روی، کادمیوم و وانادیوم در سبزی‌های خوراکی جنوب پالایشگاه تهران. پژوهش‌های محیط زیست، دوره ۳، شماره ٦، صفحات: ٧٤-٦٥.
- جلالی، عباس؛ گلوی، محمد؛ قنبری، احمد؛ رمرودی، محمود و یوسف الهی، مصطفی (۱۳۸۹). اثر آبیاری با فاضلاب تصفیه شده شهری بر عملکرد و جذب فلزات سنگین در سورگوم علوفه ای (*Sorghum bicolor* L.). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، دوره ١٤، شماره ۵۲، صفحات: ۲۵-۱۵.
- گیویان راد، محمدهادی؛ صادقی، طاهره؛ لاریجانی، کامبیز و حسینی، سید ابراهیم (۱۳۹۰). تعیین فلزات سنگین کادمیوم و سرب در سبزی‌های خوراکی کاهو، نعناع و تره کشت شده در اراضی مختلف جنوب تهران. علوم غذایی و تغذیه، دوره ۸، شماره ۲، صفحات: ٤٣-٣٨.
- ناظمی، سعید و خسروی، احمد (۱۳۸۹). بررسی وضعیت فلزات سنگین در خاک، آب و گیاه ارضی سبزیکاری. فصلنامه دانش و تندرستی، دوره ۵، شماره ٤، صفحات: ۳۱-۲۷.
- واثقی، سکینه؛ شریعتمداری، حسین؛ افیونی، مجید و مبلی، مصطفی (۱۳۸۰). اثر لجن فاضلاب بر غلظت فلزات سنگین در گیاهان کاهو و اسفناج در خاک‌های با pH متفاوت. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، دوره ۲، شماره‌های ۳ و ٤، صفحات: ١٤٢-١٢۵.
- Alloway, B.J. (1990). Heavy Metal in Soils. John Wiley and Sons Inc, New York, pp. 20-27.
- Bahemuka, T.E. and Mubofu, E.B. (1999). Heavy metals in edible green vegetables grown along the sites of the Sinza and Msimbazi rivers in Dar es Salaam, Tanzania. Food Chemistry, 66(1): 63 -66.
- Bieleski, R.L. and Lauchli, A. (1983). Inorganic plant nutrition, synthesis and outlook. In: Bieleski, R.L., Lauchli, A. (Eds.), Encyclopedia of Plant Physiology. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 745–755.
- Chaney, R.L. (1982). Fate of toxic substances in sludge applied to cropland. Acta Agrophysica, 10(1): 89-102.
- Codex Alimentarius Commission (2007). Joint FAO/WHO food standards program. Codex committee on methods of analysis and sampling, twenty-eight session, Budapest, Hungary, pp. 5-9.
- Eslami, A., Jahed Khaniki, Gh.R., Nurani, M., Mehrasbi, M., Peyda, M. and Azimi, R. (2007). Heavy metals in edible green vegetables grown along the sites of the Zanjanrood River in Zanjan, Iran. Journal of Biological Sciences, 7(6): 943-948.
- Hao, X.Z., Zhou, D.M., Huang, D.Q., Cang, L., Zhang, H.L. and Wang, H. (2009). Heavy metal transfer from soil to vegetable in southern Jiangsu Province, China. Pedosphere, 19(3): 305- 311.


Archive of SID



www.SID.ir

- Hernández-Martínez, R. and Navarro-Blasco, I. (2012). Estimation of dietary intake and content of lead and cadmium in infant cereals marketed in Spain. Food Control, 26(1): 6-14.
- Huang, Z., Pan, X.D., Wu, P.G., Han, J.L. and Chen, Q. (2014). Heavy metals in vegetables and the health risk to population in Zhejiang, China. Food Control, 36(1): 248-252.
- Ivey, M.L.L., Lejeune, J.T. and Miller, S.A. (2012). Vegetable producers' perceptions of food safety hazards in the Midwestern USA. Food Control, 26(2): 453-465.
- Kabata-Pendias, A. (1992). Trace Element in Soils and Plants. CRC Press, Boca Raton Ann. Arbor. London, pp. 57.
- Karalliedde, L. and Brooke, N. (2012). Toxicity of heavy metals and trace elements. In Essentials of toxicology for health protection: A handbook for field professionals. Oxford: Oxford University Press, UK, pp. 168.
- Li, Y., Wang, Y.B., Gou, X., Su, Y.B. and Wang, G. (2006). Risk assessment of heavy metals in soils and vegetables around non-ferrous metals mining and smelting sites, Baiyin, China. Journal of Environmental Sciences, 18(6): 1124-1134.
- Maleki, A. and Zarasvand, M.A. (2008). Heavy metals in selected edible vegetables and estimation of their daily intake in Sanandaj, Iran. Southern Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 39(2): 335- 340.
- Mapanda, F., Mangwayana, E.N., Nyamangara, J. and Giller, K.E. (2007). Uptake of heavy metals by vegetables irrigated using wastewater and the subsequent risks in Harare, Zimbabwe. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 32(15-18): 1399-1405.
- Song, B., Lei, M., Chen, T., Zheng, Y., Xie, Y., Li, X., *et al*. (2009). Assessing the health risk of heavy metals in vegetables to the general population in Beijing, China. Journal of Environmental Sciences, 21(12): 1702-1709.
- Pan, X.D., Tang, J., Chen, Q., Wu, P.G. and Han, J.L. (2013). Evaluation of direct sampling method for trace elements analysis in Chinese rice wine by ICP-OES. European Food Research and Technology, 236(3): 531-535.
- Singh Patel, K., Ambade, B., Sharma, S., Sahu, D., Kumar Jaiswal, N., *et al*. (2008). Lead environmental pollution in central India. New trends in technologies, 4: 65-76.
- Roychowdhury, T., Tokunaga, H. and Ando, M. (2003). Survey of arsenic and other heavy metals in food composites and drinking water and estimation of dietary intake by the villagers from an arsenic-affected area of West Bengal, India. Science of the Total Environment, 308(1-3): 15-35.
- Toplan, S., Ozcelik, D., Gulyasar, T. and Akyolcu, M.C. (2004). Changes in hemorheological parameters due to lead exposure in female rats. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 18(2): 179-182.
- Zhou, D.M., Hao, X.Z., Wang, Y.J., Dong, Y.H. and Cang, L. (2005). Copper and Zn uptake by radish and pakchoi as affected by application of livestock and poultry manures.Chemosphere, 59(2): 167-175.
- De Zuane, J. (1990). Handbook of drinking water quality: standards and controls. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 64 -103.


Archive of SID



www.SID.ir

# Analysis of Pb, Cd, Cr and Ni concentrations in types of cabbage marketed in Hamedan City

**Sobhanardakani, S.[1], Jafari, S.M[2*]**

1- Assistant Professor, Department of the Environment, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
2- Young Researchers and Elite club, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
[*]Corresponding author email: miladjafari2013@yahoo.com
(Received: 2014/2/19 Accepted: 2015/4/8)

Archive of SID

## Abstract

Today, due to the accumulation of heavy metals in vegetables irrigated with wastewater and treated with sewage sludge has become increasing concern in the field of food safety and health of consumers. Therefore this study was conducted for analysis of Pb, Cd, Cr and Ni concentrations of 3 types of cabbage marketed in Hamedan City during 2013. For this purpose after buying 30 samples of each species of cabbage and then acid digestion of the samples according to standard methods, elements (Pb, Cd, Cr and Ni) were determined using ICP-OES (Varian, 710-ES, Australia). All statistical analyses were performed using the SPSS statistical package. The results showed that mean concentrations of Pb, Cd, Cr and Ni in Cabbage samples were 15.53±3.43, 59.33±5.35, 2.22±1.61 and 14.97±2.83 mg/kg, respectively; mean concentrations of these elements in red cabbage samples were 23.03±5.89, 37.53±4.21, 13.33±3.24 and 15.03±3.04 mg/kg, respectively; and mean concentrations of elements in broccoli samples were 8.00±3.63, 45.90±5.86, 8.20±3.39 and 16.93±3.08 mg/kg, respectively. Also comparison of the mean concentrations of evaluated metals in specimens with FAO/WHO permissible limits showed that significant difference ($p<0.05$), so that the mean concentrations of Pb and Cd in all evaluated samples and the mean concentrations of Cr in red cabbage and broccoli samples are significantly higher than permissible limits. Therefore these species is not suitable for consume by human and manage the culture conditions is recommended.

**Key words:** Cabbage, Heavy metal, Food Safety, Hamedan.



www.SID.ir