مجله علوم پزشکی زانکو/ دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ پاییز ۱۳۹۵/ ۷۲-۶۲

مقاله پژوهشی
(Original paper)

ارزیابی ریسک غذایی فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، روی و مس) ناشی از مصرف محصولات زراعی توزیع شده در شهر سنندج

هادی تحسینی[1*]، هوشیار گویلیان[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان سنندج ایران

(مولف مسئول): ایمیل: haditahsini@yahoo.com.

۲- کارشناس ارشد محیط زیست و کارشناس آزمایشگاه، گروه محیط زیست دانشگاه کردستان، سنندج ایران.

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی به فلزات سنگین یکی ازمشکلات مهم زیست محیطی و یکی از نگرانی‌های مهم بهداشت مواد غذایی است. از اینرو این مطالعه به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس در محصولات زراعی خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره توزیع شده در میدان میوه و تره بار شهرستان سنندج انجام شده است.

روش بررسی: این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی است. برای جمع آوری نمونه‌ها، ۴ بار و هر بار از سه نقطه میدان میوه و تره بار سنندج، نمونه‌ها تهیه شد. در کل در این مطالعه، تعداد ۱۲ نمونه برای هر محصول مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌ها در تابستان ۱۳۹۴ جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه با استفاده از روش هضم اسیدی، آماده سازی شدند. غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل (Phoenix986, Biotec) تعیین گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-18 و با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گردید.

یافته‌ها: میانگین غلظت سرب به ترتیب در نمونه‌های خیار ۱۰/۲، در گوجه فرنگی ۴/۸، در جعفری ۱۲/۵ و در تره ۱۳/۳ برابر بیش از حد مجاز تعیین شده سازمان بهداشت جهانی بود. میانگین غلظت کادمیوم، مس، روی و سرب در نمونه‌های خیار به ترتیب ۰/۰۵۵±۰/۰۸۸، ۰/۵۱±۳/۸۸، ۶/۱±۵۱/۴۴ و ۰/۲۶±۱/۰۲ و در نمونه‌های گوجه فرنگی به ترتیب ۰/۰۳۸±۰/۰۲۲، ۰/۱± ۰/۷۹، ۲/۳۳±۱۶/۵۵ و ۰/۶۵±۰/۴۸ و در نمونه‌های جعفری به ترتیب ۰/۶۵±۰/۱۲، ۰/۱±۶/۶۹، ۲/۸۸±۲۸/۵۵ و ۱/۹۸±۱/۲۵ و در نمونه‌های تره به ترتیب ۱/۳±۰/۱۳۱، ۰/۱۵±۵/۵۵، ۲/۱۲±۲۲/۲۱ و ۲/۲۱±۱/۳۳ بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر تعیین شد. همچنین میانگین غلظت مس و سرب در جعفری و تره بیشتر از خیار و گوجه فرنگی بود. غلظت سرب در تره بیش از سایر محصولات بود.

نتیجه‌گیری: میانگین غلظت سرب در نمونه‌های خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره خیلی بیشتر از حد مجاز است و غلظت سرب در تره بیشتر از سایر محصولات است. هم‌چنین بیشترین آلودگی به فلزات سنگین به ترتیب شامل سرب، کادمیوم، روی و مس بود.

واژه‌های کلیدی: کادمیم، سرب، ، خیار، گوجه فرنگی ، سنندج.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

مقدمه

مهم‌ترین آلاینده‌های آب و خاک شامل فلزات سنگین، بارش اسیدی و مواد آلی است، از این بین، فلزات سنگین در سال‌های اخیر به دلیل خصوصیات آلاینده‌گی شان در خاک شدیداً مورد توجه قرار گرفته‌اند (۱). گام اول در ارزیابی گسترش و شدت آلودگی فلزات سنگین در مناطق مشکوک به آلودگی، تعیین غلظت فلزات می‌باشد. از این رو برای حفظ محیط‌زیست، کنترل آلودگی و بهداشت عمومی باید اطلاع دقیقی از میزان آلودگی‌ها به خصوص فلزات سنگین و پراکنش آنها در محیط داشته باشیم (۲). معمولا منابع ورود فلزات سنگین درمحیط زیست عمدتاً، فعالیت‌های انسانی(فعالیت های صنعتی، کودهای شیمیایی، کودهای حیوانی، فاضلاب شهری، کمپوست و آفت کش‌ها) و وقایع طبیعی (از مواد مادری ناشی می‌شوند) هستند (۳). بعضی از فلزات سنگین مانند سرب، کادمیوم، نیکل و جیوه حتی در مقادیر ناچیز نیز برای انسان سمی و خطرناک هستند (۴). این عناصر، پس ازورود به بدن موجودات زنده در بدن آن‌ها انباشته میشوند ویا به سطوح تغذیه ای بالاترمنتقل و سپس دراثرفعل وانفعالات شیمیایی به مواد سمی و خطرناک تبدیل می گردند. بدین ترتیب، این مواد سبب بروزاختلالاتی درعملکرد طبیعی موجودات زنده میشوند و حتی میتواند موجب مرگ موجود گردند (۵). فلزات سنگین معمولا در بدن متابولیز نمی‌شوند. در واقع فلزات سنگین پس از ورود به بدن، دیگر از بدن دفع نشده بلکه در بافت‌های چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب می کنند که این به نوبه خود منجر به بیماری‌های متعددی می‌شود (۶).

تجمع بیش از حد فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی نه تنها منجر به آلودگی محیط‌زیست می‌شود بلکه منجر به افزایش جذب فلزات سنگین توسط گیاهان شده که در نتیجه آن کیفیت و امنیت غذایی تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۷). بنابراین، گیاهان مهم‌ترین مسیر انتقال فلزات سنگین به زنجیره غذایی انسان و چرخه‌های زیستی محسوب می شوند (۸). سبزیجات یکی از غذاهای اصلی برای اغلب افراد هستند و نقش مهمی را در رژیم غذایی انسان بازی می‌کنند (۹). سبزیجات علاوه بر دارا بودن موادی مانند آهن، کلسیم، ویتامین، پروتئین و سایر عناصر غذایی، به عنوان یک عامل بافر کننده برای مواد اسیدی که در طول فرآیندهای گوارش تولید می شوند عمل می‌کنند (۱۰). جذب و تجمع فلزات سنگین در سبزیجات، تحت تاثیر تعدادی از عوامل از جمله غلظت فلزات سنگین در خاک، ترکیب و شدت رسوبت جوی شامل نزولات و دوره رشد گیاه است (۱۱).

مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است. ترابیان و مهجوری اراضی سبزی کاری جنوب تهران را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که سبزی ریحان دارای بالاترین میانگین غلظت روی و مس است (۱۲). مطالعات محمدی نشان داد که جذب فلزات سنگین در سبزیجات برگی به مراتب بیش‌تر از سبزیجات ریشه‌ای و غده‌ای است (۱۳) و سبزیجاتی مانند جعفری دارای قابلیت بالایی در جذب فلزات سنگین مانند کادمیوم، نیکل، سرب و روی است (۱۴). ناظمی و همکاران میزان عناصر آرسنیک، کروم کادمیوم، سرب و روی را در سبزیجات پرورش یافته در حومه شهر شاهرود مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که میانگین غلظت کروم، سرب و کادمیوم در سبزیجات بیش از استاندارد ارائه شده توسط سازمان جهانی بهداشت WHO و FAO برای گیاهان است. بنابراین پساب شهری و صنعتی به عنوان علت اصلی آلودگی سبزیجات به فلزات سنگین در نظر گرفته شد

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

(۱۵). هودجی و همکاران در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که غلظت نیکل و کادمیوم در اندام های هوایی محصولات کشاورزی در حد تشیص دستگاه جذب اتمی نبود ولی غلظت منگنز در اندام هوایی برنج ۷۱۶/۶ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک بود (۱۶). ظفرزاده و رحیم زاده در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی غلظت فلزات سنگین روی، مس،سرب وکادمیوم در خیار و گوجه فرنگی توزیع شده در میدان های میوه و تره بار گنبد و گرگان میانگین غلظت کادمیوم و سرب را به ترتیب در نمونه‌های خیار بیش از ۲ و ۱۴ ،در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گنبد ۰/۶ و ۵ و در نمونه‌های گوجه‌فرنگی گرگان ۱/۶ و ۷ برابر بیش از حد مجاز تعیین شده سازمان بهداشت جهانی برآورد کردند (۱۷).

با توجه به اهمیت مصرف روزمره سبزیجات، هدف از این مطالعه تعیین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس در سبزیجات خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره توزیع شده در میدان میوه و تره بار شهر سنندج در سال۱۳۹۴ بوده است.

روش بررسی

نمونه‌برداری در تابستان از سبزی‌ها و محصولات کشاورزی آماده برای فروش در میدان میوه و تره بار شهرستان سنندج در استان کردستان به طور کاملا تصادفی صورت گرفت. نمونه‌ها شامل خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره بود. برای جمع‌آوری نمونه‌ها ، ۴ بار و هر بار از سه نقطه میدان میوه و تره بار سنندج، نمونه‌ها تهیه شد.سپس حدود یک کیلوگرم از هر یک از آن‌ها به عنوان نمونه جدا شد. نمونه‌هارا بعد از شستشو با آب مقطر یکبار تقطیر، خشک کرده و درآون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک نمودیم و وزن خشک ثبت گردید .نمونه‌های خشک شده آسیاب شد و ۲۰ گرم از آن در بوته چینی قرار داده شد و در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت قرار داده شد. سپس به ۰/۵ گرم از خاکستر هر یک از نمونه‌ها، ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد افزوده شد و در بن ماری با دمای ۷۰- ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا کاملا هضم شوند. پس از سرد شدن نمونه موردنظر توسط فیلتر واتمن شماره ۴۱ صاف شد و در بالن با آب مقطر سه بار تقطیر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسید. همه مراحل آماده سازی، هضم و آنالیز نمونه‌ها مطابق روش‌های استاندارد متد (۲۰۰۵) و انجام گردید محلول‌های استاندارد فلزات سنگین (۱۰۰۰ mg/l) شامل کادمیوم، روی، مس و سرب و اسیدهای مورد استفاده از از شرکت مرک[1] تهیه شدند. غلظت‌های مختلف هریک از فلزات سنگین با رقیق کردن محلول‌های استاندارد تهیه شد. غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، روی و مس با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل (Phoenix986, Biotec) به روش شعله تعیین گردید.

مصرف روزانه فلزات سنگین با استفاده از معادله زیر تعیین می‌شود (۱۸).

$$DIM = \frac{C_V \times C_F \times D_{FI}}{B_{AW}}$$

در اینجا، C_V، C_F، D_{FI} و B_{AW}، به ترتیب نشان دهنده غلظت فلزات سنگین در سبزی جعفری میلی‌گرم برکیلوگرم بر 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

1- Merck

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

روز است، و وزن بدن به طور متوسط برای افراد بالغ ۵۵/۹ و برای کودکان ۳۲/۷ کیلوگرم است (۱۹).

شاخص خطر و سلامت: ارزیابی خطر سلامت برای مصرف‌کنندگان 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 (۲۰). دوز مرجع جذب سبزیجات (RfD) برای فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی به ترتیب ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۳۵، ۰/۰۴۲ و ۰/۳ (میلی گرم بر کیلوگرم در روز) می‌باشد (۲۰).

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

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS-18 و آزمون‌های t-test و آنووا تحلیل شدند. و معنی‌داری داده‌ها در سطح کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات سنگین را در محصولات زراعی نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۱- میانگین غلظت کادمیوم، سرب، روی و مس در خیار بیش از گوجه فرنگی بود. همچنین میانگین غلظت مس و سرب در جعفری و تره بیش‌تر از خیار و گوجه فرنگی بود. غلظت سرب در تره بیش از سایر محصولات بود.

میانگین غلظت کادمیوم، مس، روی و سرب در نمونه‌های خیار به ترتیب ۰/۰۵۵±۰/۰۸۸، ۳/۸۸±۰/۵۱، ۵۱/۴۴±۶/۱ و ۱/۰۲±۰/۲۶ و در نمونه‌های گوجه فرنگی به ترتیب ۰/۰۳۸±۰/۰۲۲، ۰/۱ ±۰/۷۹، ۲/۳۳±۱۶/۵۵ و ۰/۶۵±۰/۴۸ و در نمونه‌های جعفری به ترتیب ۰/۶۵±۰/۱۲، ۰/۱±۶/۶۹، ۲/۸۸±۲۸/۵۵ و ۱/۹۸±۱/۲۵ و در نمونه‌های تره به ترتیب ۱/۳±۰/۱۳۱، ۰/۱۵±۵/۵۵، ۲/۱۲±۲۲/۲۱ و ۲/۲۱±۱/۳۳ بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر تعیین شد. همچنین میانگین غلظت مس و سرب در جعفری و تره بیشتر از خیار و گوجه فرنگی بود. غلظت سرب در تره بیش از سایر محصولات بود.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات سنگین در محصولات زراعی، توزیع شده در شهر سنندج

نوع محصول	نوع فلز سنگین	میانگین و انحراف معیار غلظت (mg/kg wet weight)	حداقل و حداکثر غلظت (mg/kg wet weight)	آماره آزمون	P-Value
خیار	کادمیوم	۰/۰۵۵±۰/۰۸۸	۰/۰۰۴-۰/۳۱۵	۳/۲۵	۰/۰۱۱
	مس	۰/۵۱±۳/۸۸	۰/۹۹-۹/۹۱	۳/۹۱	۰/۰۱
	روی	۶/۱±۵۱/۴۴	۱۹/۱۵-۸۸/۰۲	۴/۲۲	۰/۰۰۱
	سرب	۰/۲۶±۱/۰۲	۰/۳۸۸-۲/۲۱	۴/۰۸	۰/۰۰۱
گوجه فرنگی	کادمیوم	۰/۰۳۸±۰/۰۲۲	۰-۰/۰۷	۳/۳۲	۰/۰۵۱
	مس	۰/۱ ±۰/۷۹	۰/۳۳-۱/۹۷	۳/۸۷	۰/۰۱
	روی	۲/۳۳±۱۶/۵۵	۵/۳۳-۳۵	۴/۱۱	۰/۰۰۱
	سرب	۰/۶۵±۰/۴۸	۰/۲۲-۱/۳۳	۴/۳۳	۰/۰۰۱
جعفری	کادمیوم	۰/۶۵±۰/۱۲	۰/۰۸-/۲	۴/۷۹	۰/۰۰
	مس	۰/۱±۶/۶۹	۰/۱۱-۷/۸۷	۲/۹۹	۰/۰۱
	روی	۲/۸۸±۲۸/۵۵	۹/۸-۴۱	-۲۸/۳۳	۰/۰۴
	سرب	۱/۹۸±۱/۲۵	۰/۸۲-۲/۳۵	۲/۶۲	۰/۰۳

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

تره	کادمیوم	۱/۳±۰/۱۳۱	۰/۰۵-۰/۲۸	۵/۹۸	۰/۰۰
	مس	۵/۵۵±۰/۱۵	۰/۹۵-۸/۸۲	۲/۲۴	۰/۰۰
	روی	۲۲/۲۱±۲/۱۲	۱/۲-۳۷	-۲۵/۳۳	۰/۰۲
	سرب	۱/۳۳±۲/۲۱	۰/۹-۴/۲	۲/۶۵	۰/۰۲

سطح استاندارد WHO/FAO برای فلزات مس، سرب، کادمیوم و روی به ترتیب ۴۰ mg/kg wet weight، ۰/۱، ۰/۰۵ و ۶۰ است (۲۱،۲۲)

جدول ۲- مقایسه میانگین غلظت‌های فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی را در خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره را نسبت به استاندارد WHO/FAO نشان می‌دهد. غلظت سرب و کادمیوم در خیار به ترتیب ۱۰/۲، ۱/۷۶ برابر استاندارد WHO/FAO بود. میزان غلظت روی و مس در خیار کمتر از حداکثر مجاز بود. غلظت سرب در چهار محصول خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره بیش از مقدار استاندارد WHO/FAO است و نمونه‌های تره دارای بیشترین مقدار سرب است. غلظت کادمیوم در خیار، جعفری و تره نیز بیش از مقدار استاندارد WHO/FAO است درحالی‌که در گوجه فرنگی دارای کمترین مقدار کادمیوم است. غلظت مس و روی در ر چهار محصول خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره کمتر از استاندارد WHO/FAO است.

جدول ۲: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در محصولات زراعی توزیع شده در شهر سنندج نسبت به استاندارد WHO/FAO

	کادمیوم	مس	روی	سرب
خیار	۱/۷۶	۰/۱	۰/۸۵	۱۰/۲
گوجه فرنگی	۰/۴۴	۰/۰۲	/۲۷	۴/۸
جعفری	۲/۴	۰/۱۶	۰/۴۷	۱۲/۵
تره	۲/۶۲	۰/۱۴	۰/۳۷	۱۳/۳
WHO/FAO	۰/۰۵	۴۰	۶۰	۰/۱

میانگین غلظت روی، مس و سرب در نمونه‌های خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵)، در میانگین غلظت کادمیوم در گوجه فرنگی در سطح ۰/۰۵ دارای اختلاف معنی‌دار آماری نیست. جدول (۳) دریافت روزانه فلزات سنگین و شاخص ارزیابی سلامت را نشان می‌دهد.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

جدول ۳: دریافت روزانه فلزات سنگین و شاخص ارزیابی سلامت

نوع محصول	نوع فلز سنگین	دریافت روزانه در افراد بالغ (mg/kg.day-1)	دریافت روزانه در کودکان (mg/kg.day-1)	شاخص ارزیابی سلامت در افراد بالغ	شاخص ارزیابی سلامت در کودکان
خیار	کادمیوم	۰/۰۰۰۰۴۶	۰/۰۰۰۰۵۳	۰/۰۵	۰/۰۵
	مس	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲۳	۰/۰۵	۰/۰۶
	روی	۰/۰۰۰۵	۰/۰۳۱	۰/۰۹	۰/۱
	سرب	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۶۱	۰/۱۴	۰/۱۸
گوجه فرنگی	کادمیوم	۰/۰۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۰۱۳	۰/۰۱	۰/۰۱
	مس	۰/۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۴۷	۰/۰۱	۰/۰۱
	روی	۰/۰۰۸۷	۰/۰۹۹	۰/۰۳	۰/۰۳
	سرب	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۲۹	۰/۰۷	۰/۰۸
جعفری	کادمیوم	۰/۰۰۰۰۶۳	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۶	۰/۰۷
	مس	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۴	۰/۰۸	۰/۱
	روی	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۵	۰/۰۶
	سرب	۰/۰۰۰۶۵	۰/۰۰۰۷	۰/۱۹	۰/۲۲
تره	کادمیوم	۰/۰۰۰۰۶۹	۰/۰۰۰۷۹	۰/۰۷	۰/۰۸
	مس	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۳۳	۰/۰۷	۰/۰۸
	روی	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۴	۰/۰۴
	سرب	۰/۰۰۰۶۹	۰/۰۰۰۸	۰/۲	۰/۲۳

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این مطالعه میانگین غلظت سرب در خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره بسیار بیش‌تر از حد مجاز بوده و هم‌چنین غلظت کادمیوم به ترتیب در تره، جعفری و خیار بیش از حد مجاز است. در مطالعه‌ای در مصر (۲۳) غلظت فلزات سنگین روی، کادمیوم، سرب و مس در نمونه‌های خیار و سایر میوه‌ها و سبزیجات بیش از سایر عناصر بوده و کمتر از حداکثر مجاز WHO/FAO گزارش شده است. میانگین غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های خیار بیش از حد مجاز WHO/FAO بود که با نتایج این مطالعه هم خوانی دارد.

ظفرزاده و رحیم زاده در مطالعه ای میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در نمونه‌های خیار و گوجه فرنگی موجود در میادین میوه وتره بار شهرهای گرگان و گنبد را بیش از حد مجاز تعیین شده سازمان بهداشت جهانی برآورد کردند، که با نتایج این مطالعه هم خوانی دارد (۱۶).

در مطالعه جعفریان و آل‌هاشم (۲۴) غلظت کادمیوم، کروم و سرب در خیار و گوجه فرنگی بیش از حد مجاز WHO/FAO بود. که با نتایج این مطالعه تطابقت دارد.علل احتمالی بالا بودن غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خیار را می‌توان به مصرف بیش از حد سموم دفع آفات کشاورزی، کودهای شیمیایی و آب‌های سطحی در مزارع صیفی‌جات نسبت داد.

در مطالعه ای با عنوان مقدار فلزات سنگین سبزیجات آبیاری شده با مخلوط فاضلاب و لجن که در زیمباوه انجام شد نشان داد که سبزیجات آزمایش شده به شدت به ۴ عنصر کادمیوم، مس، سرب و روی آلوده هستند که با نتایج این مطالعه تشابهت دارد (۲۵).

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

در مطالعه دیگر که تحت عنوان مقدار فلزات سنگین در سبزیجات در ترکیه انجام شد نتایج نشان داد که غلظت کادمیوم و سرب بیش‌تر از حد مجاز است. که با نتایج این مطالعه هم خوانی دارد. هم‌چنین عنوان کردند که بالا بودن غلظت فلزات سنگین می‌تواند با بالا بودن غلظت این عناصر در خاک در ارتباط باشد (۲۶).

در پژوهشی دیگر تحت عنوان اثر فلزات سنگین از طریق آلودگی سبزیجات در معدن سرب اینجیبای نیجریه، غلظت فلزات سنگین آرسنیک، کروم، سرب، کادمیوم و روی در خاک و سبزیجات مجاور معدن سرب اینجیبای اندازه‌گیری شد. بر طبق نتایج این تحقیق غلظت فلزات سنگین آزمایش شده در تمام نمونه‌های سبزیجات بالاتر از حدود مجاز بودند که با نتایج این مطالعه هم خوانی دارد (۲۷). سمرقندی و همکاران در تحقیقی با عنوان بررسی میزان فلزات سنگین موجود در سبزیجات پرورشی با آب‌های آلوده به این فلزات در حومه شهر همدان به این نتایج رسیدند که غلظت سرب موجود در سبزیجات بیش از آستانه مجاز در مواد غذایی می‌باشد که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد (۲۸). در مطالعه دیگری که تحت عنوان وضعیت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در گلخانه‌های استان اصفهان با هدف تعیین غلظت سرب و کادمیوم در بخش خوراکی خیار وگوجه‌فرنگی به عنوان دو محصول گلخانه‌ای مهم در کشور و مقایسه آن با حدود استاندارد جهانی انجام شد. نتایج نشان داد که مقادیر سرب وکادمیوم بیشتر از حد مجاز بود به نظر می‌رسد مصرف بسیار زیاد کودهای دامی و به ویژه کودهای شیمیایی (با ناخالصی کادمیوم و سرب) در گلخانه‌های استان اصفهان سبب افزایش غلظت سرب و کادمیوم خاک و گیاه شده است که با نتایج این مطالعه تطابقت دارد (۲۹).

همبستگی مثبت و معنی‌دار (۰/۰۵) بین عناصر مس، روی و سرب در محصولات زراعی مشاهده شد، که می‌تواند نشان دهنده منبع مشترک برای ورود آنها به این محصولات باشد. پینگ و همکاران (۳۰) نشان دادند که وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین فلزات در محصولات کشاورزی نشان دهنده این است که احتمالا این فلزات از منابع یکسانی ناشی شده‌اند. هم‌چنین نتایج نشان داد که محصولات مورد تحقیق، از نظر مقدار شاخص خطر و سلامت کمتر از یک بوده و مشکلی برای سلامت مصرف کنندگان ایجاد نمی‌کند. در تحقیقی 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 نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۳۱). 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 بانتایج این مطالعه مطابقت دارد (۳۲). در مطالعه‌ای بر روی اراضی سبزیکاری اطراف شیراز، مقدار پتانسیل خطرپذیری برای کادمیوم از مصرف محصولات کشاورزی در این منطقه، بالاتر از یک به دست آمد که با نتایج این مطالعه هم خوانی ندارد (۳۳).

در محصوالت گندم و سیب زمینی استان همدان، احتمال مواجهه با بیماریهای غیر سرطانی برای هر یک از عناصر کروم، مس و سیلیسیم، کمتر از یک به دست آمد که با نتایج این مطالعه مشابهت دارد(۳۴).

در مطالعه مشابه دیگری که تحت عنوان دریافت روزانه فلزات سنگین در شهر بمبی هند انجام شد. نتایج حاصل از محاسبه شاخص ارزیابی سلامت نشان داد که غلظت عناصر روی و سرب در نمونه‌های خیار

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

جمع‌آوری شده تهدیدی برای سلامتی افراد مصرف‌کننده ایجاد نمی‌کند (۳۵) همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت سرب در نمونه های خیار، گوجه فرنگی، جعفری و تره خیلی بیشتر از حد مجاز است و غلظت سرب در تره بیشتر از سایر محصولات است. هم‌چنین بیشترین آلودگی به فلزات سنگین به ترتیب شامل سرب، کادمیوم، روی و مس بود. مقدار شاخص خطر و سلامت کم‌تر از ۱ بوده و نشان دهنده این است که محصولات مورد تحقیق برای مصرف انسان سالم است. در مطالعات بسیاری ثابت شده است که کودهای فسفاته منبع اصلی آلودگی خاک‌ها به فلزات سنگین هستند. به دلیل استفاده گسترده از این کودها، آلودگی فلزات سنگین در خاک‌ها دور از انتظار نیست. به طور کلی می‌توان بالا بودن غلظت فلزات سنگین در محصولات زراعی را به مواد شیمیایی کشاورزی مانند کودهای فسفاته، کودهای آلی، کودهای شیمیایی نیتروژنه و برخی آفت‌کش‌ها و میکروب‌کش‌ها نسبت داد. تعیین عناصر غذایی خاک و اجتناب از کاربرد کودهای اضافی حاوی میکروالمنت‌ها (عناصر غذایی کم مصرف) می‌تواند تا حد زیادی از ورود عناصر سنگین به خاک جلوگیری کند. معمولا جذب فلزات سنگین توسط گیاهان اغلب از گونه گیاهی، نوع فلز، فاکتورهای محیط زیستی، مرحله رشد و نوع خاک تاثیر می‌پذیرد. افزایش مقدار فلزات سنگین در خاک منجر به افزایش جذب آنها توسط گیاه می‌شود. منابع مهم ورود کادمیوم و مس به محصولات کشاورزی شامل آلودگی از طریق خاک آلوده، آب آبیاری، کاربرد لجن فاضلاب در کشاورزی، کاربرد کودهای آلی و آلودگی‌های اتمسفری میباشد. به طور کلی حضور فلزات سنگین در بخش خوراکی سبزیجات نشان دهنده ورود این عناصر از راه‌های مختلف به این محصولات می‌باشد. بنابراین برای جلوگیری از آلودگی محصولات کشاورزی به فلزات سنگین لازم است که غلظت عناصر غذایی در خاک به طور متناوب سنجش شده تا از این طریق از کاربرد اضافی کودهای شیمیایی که عموماً حاوی عناصر سنگین نیز هستند جلوگیری شود.

منابع

1- Yalcin MG, Battaloglu R, Ilhan S. Heavy metal sources in Sultan Marsh and its neighborhood, Kayseri, Turkey. Environ Geol. 2007; 53, 2: 399-415.
2- 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 Med Sci. 2009;11: 2630-2636.
3- Cui YJ, Zhu YG, Zhai RH, Chen DY, Huang YZ, Qiu Y, Liang JZ. Transfer of metals from soil to vegetables in an area near a smelter in Nanning, China. Environ Int. 2004; 30,6:: 785– 791.
4- Malakoutian M, Mesraghani M, Danesh pazhouh M. A Survey on Pb, Cr, Ni and Cu Concentrations in Tehran Consumed Black Tea: A Short Report. J Rafsanjan Univ Med sci, 2011; 102): 138- 139.
5- Stewart AR. Accumulation of Cd by a freshwater mussel (Pyganodon grandis) is reduced in the presence of Cu, Zn, Pb and Ni. Can J Fish Aquat Sci . 1999; 56, 3: 467-78.
6- Ahmadi B. The role of Heavy metals on human health. Water Resources Management Company in Iran. 2008;1-10.[Persian].

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

7- Muchuweti M, Birkett JW, Chinyanga E, Zvauya R, Scrimshaw MD, Lester JN. Heavy metal content of vegetables irrigated with mixtures of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe: Implications for human health. Agric. Ecosyst. Environ. 2006; 112, 1: 41–48.
8- Winsor GW. Nutrition in the U.K. Tomato manual. Grower books, London, 1973.
9- Yang J, Guo H, Ma Y, Wang L, Wei D, Hua L. Genotypic variations in the accumulation of Cd exhibited by different vegetables. J Environ Sci (China). 2010; 22, 8: 1246–1252.

10- Bahemuka TE, Mubofu EB. Heavy metals in edible green vegetables grown along the sites of the Sinza and Msimbazi rivers in Dar es Salaam, Tanzania. Food Chem. 1999; 66, 1: 63-66.
11- Radu L, Anca-Rovena L. Vegetable and fruits quality within heavy metals polluted areas in Romania. Carpath J Earth Env. 2008; 3, 2: 115-29.
12-Torabian A, Mahjouri M. Heavy metals uptake by vegetable crops irrigated with waste water in south Tehran. J of Environmental Study. 2002; 16:196-89 (Persian).
13- Mohammadi J. Cadmium Concentration in Vegetable Crops Grown in Polluted Soils Of Kempen Region(Belgium).Fourth National Conference on j Environmental Health; Yazd, Iran. 2001. P. 528-35.[Persian].
14- 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. Sci. Total Environ. 2006; 369, 1-3: 220-230.
15- Nazemi S, Asgari AR, Raei M. Survey the Amount of Heavy Metals in Cultural Vegetables in Suburbs of Shahroud. Iran J Health Environ. 2010; 3, 2: 195-202.
16- Hodji M, Jalalian A. Distribution of Nickel, Manganese Cadmium in Soil and Crops in the Mobarakeh Steel Plant Region. J of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 2014; 8, 3: 55-67.
17- Zafarzadeh A, Rahimzadeh H. Concentration of cadmium, lead, zinc and copper in the cucumber and tomatoe in Northern Iran. J Gorgan Uni Med Sci. 2015;17,1: 77-83.
18- Xue ZJ, Liu SQ, Liu YL, Yan YL. Health risk assessment of heavy metals for edible parts of vegetables grown in sewage-irrigated soils in suburbs of Baoding City China. Environ Monit Assess. 2012; 184, 6: 3503-13.
19- 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. Agr Ecosyst Environ. 2005; 109, 3-4: 310-22.
20- US-EPA. United States Environmental Protection Agency: Integrated Sisk Information System 2002.
21- Shukla SR, Pai RS. Adsorption of Cu (II), Ni (II) and Zn (II) on modified jute fibres. Bioresour Technol. 2005; 96, 13:1430-1438.
22- Fraga CG. Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health. Mol Aspects Med. 2005; 26, 4-5:235- 44.
23 Federation WE, American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC, USA: American Public Health Association (APHA); 2005.

24- Jafarian-Dehkordi A, Alehashem M. Heavy metal contamination of vegetables in Isfahan, Iran. Res Pharm Sci. 2013; 8, 1: 51-8.
25- Muchuweti, M., Birkett, J.W., Chinyanga, E., Zvauya , R., Scrimshaw, M.D. and Lester, J.N..Heavy metal content of vegetables irrigated with mixtures of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe: Implications for human health, Agriculture. Ecosystems and Environment, 2006112: 41–48.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

26- Demirezen, D, Aksoy A. Heavy metal levels in vegetables in Turkey are within safe limits for Cu, Zn, Ni and exceeded for Cd and Pb. J Food Quality. 2006; 29, 3: 252-265.
27- Oti Wilberforce JO, Nwabue FI. Heavy Metals Effect due to Contamination of Vegetables from Enyigba Lead Mine in Ebonyi State, Nigeria. J Environment and Pollution. 2013; 2, 1: 19-26.
28- Samarkand MR; Karimpour M, Sadri GhH. A Study of Hamadan' s Vegetables' Heavy Metals Irrigated with Water Polluted to These Metals in the Hamadan, Iran. J of Sabzevar Uni of Med Sci. 1996;7: 45-53.
29- Aghili F, Khoshgoftarmanesh AH, Afyuni M, Moblii M. The heavy metals lead and cadmium in greenhouse Isfahan province. Engineering Bioengineering Conference in Tehran. 1387.
30- Liu P, Zhao H, Wang L, Liu Z., Wei J, Wang Y, et al. Analysis of Heavy Metal Sources for Vegetable Soils from Shandong Province, China. Agr Sci China, 2011; 10, 1: 109-119.
31- Wang Y, Qiao M, Liu Y, Zh Y. Health risk assessment of heavy metals in soils and vegetables and potential risk for human health. J Scientia Agricola. 2010; 69: 54-60.
32- Ferré-Huguet N, Martí-Cid R, 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, 1-3: 66-79.
33- Qishlaqi A, Moore F, Forghani G. Impact of untreated wastewater irrigation on soils and crops in Shiraz suburban area, SW Iran. Environ Monit Assess. 2008; 14, 1-3: 257-73.
34- Kheirabadi H, Afyuni M, Barzin M, Soffianian A, Ayoubi S . Evaluation risk assessment. of Heavy metal in potato and wheat the consumption Hamadan Provinc. 12th Congress of soil science; 12-14 August; Tabriz, Iran. 1391.
35- Tripathi RM, Raghunath R, Krishnamoorthy TM. Dietary intake of heavy metals in Bombay city, India. Sci. Total Environ. 1997; 208, 3: 149-159.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]

Original paper

Assessment risk food of heavy metals (cadmium, lead, zinc and copper) from the consumed crops have been distributed in Santandaj

Hadi tahsini[1*], Hoshyar gavilian[2]
1-M.S Student in Natural Resources Engineering Department of Environment, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
*corresponding author; Email: haditahsini@yahoo.com.
2- M.S Student in Natural Resources Engineering Department of Environment, University of Kurdistan Iran

Abstract
Background and Aim: Heavy metal pollution is one of the major problems of environmental and food safety concerns. This study was done to determine the concentration of heavy metals such as Cadmium, Lead, Zinc and Copper in vegetables included cucumber, tomato, parsley and Persian leek
Material and Methods: This research is a descriptive study. For this purpose, samples were collected four times and each time from three parts of Sanandaj vegetable field during summer of 2015.. Overall, in this study, 12 samples were examined for each product. The samples were digested using acid digestion method. The concentration of heavy metals Cd, Pb, Zn and Cu were determined by atomic absorption Model (Phoenix986, Biotec0. Data were analyzed using SPSS software and significance level of 0.05.
Results: Mean concentration of Pb in samples of cucumber, tomato, parsley and Persian leeks were up to 10.2, 4.8, 12.5 and 13.3 times exceeded the maximum allowable limits of WHO/FAO, respectively. Mean±SE of, Cd, Cu, Zn and Pb concentration in samples of cucumber were 0.088±0.055, 3.88±0.51, 51.44±6.1 and 1.02±0.26 mg/kg wet weight, respectively and in tomato were 0.022±0.038, 0.79±0.1, 16.55±2.33 and 0.48±0.65 mg/kg wet weight, respectively and in parsley were 0.12±0.65, 6.69±0.1, 28.55±2.88 and 1.25±1.98 mg/kg wet weight, respectively and in persian leeks 0.131±1.3, 5.55±0.15, 22.21±2.12 and 1.33±2.21 mg/kg wet weight, respectively. The mean concentrations of copper and Pb in parsley and leek was more than cucumbers and tomatoes. Pb concentrations in Leek were more than other products.
Conclusion: Mean concentrations of Pb in cucumbers, tomatoes, parsley and Leek samples was exceeded the maximum allowable limits of WHO/FAO and mean concentration of Pb in Leek was higher than other products. The maximum contamination to heavy metals was observed in lead, cadmium, zinc and copper, respectively.
Key words: Cadmium, Lead, Zinc, Copper, Cucumbers, Tomatoes, Sanandaj

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-01]