



مقایسه مقدار فلزات سنگین در سری‌های مختلف خاک منطقه‌ی لنجان، اصفهان

شهربانو جورکش ورنوسفادرانی^۱، محمدحسن صالحی^۲، رضا مهاجر^۳
۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ۳- استادیار و عضو هیئت علمی، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور مرکز شهرکرد

چکیده

فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌های خاک هستند. برخی از فلزات سنگین به مقدار جزئی برای موجودات زنده لازم است اما مقدار زیاد این فلزات برای حیات موجودات زنده، خطرناک است. هدف این تحقیق بررسی وضعیت آلودگی خاک‌های ۴ سری مختلف خاک (اصفهان، خمینی‌شهر، ابریشم و زاینده‌رود) در منطقه‌ی لنجان اصفهان به عناصر کادمیم، سرب، نیکل و مس می‌باشد. در مجموع ۲۳۰ نمونه‌ی خاک از ۴ سری خاک برداشت شد. نتایج نشان داد که غلظت کادمیم در هر ۴ سری خاک بالاتر از حد مجاز است ولی این آلودگی در خاک‌های سری خمینی‌شهر بیش‌تر است. خاک‌های سری ابریشم از نظر سرب آلودگی نشان داد که احتمالاً به دلیل نزدیکی معدن سرب و روی باما به این منطقه است. آلودگی اراضی زراعی به عناصری چون کادمیم و سرب و جذب این عناصر توسط گیاهان، میتواند این عناصر را وارد زنجیره‌ی غذایی کرده و باعث بیماریهایی نظیر سرطان گردد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، سری خاک، منطقه‌ی لنجان.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های خاک، فلزات سنگین می‌باشد. فلزات سنگین عناصری هستند که جرم اتمی آن‌ها از جرم اتمی آهن (۵۵/۸ g/mol) زیاده‌تر باشد. موجودات زنده به مقدار جزئی به برخی از فلزات سنگین نیاز دارند اما مقدار زیاد این عناصر می‌تواند برای حیات موجود زنده مخرب باشد (افیونی و عرفان‌منش، ۱۳۸۷). فلزات سنگینی چون کادمیم، سرب و مس که در کلوئیدهای خاک ذخیره می‌شوند بسیار خطرناک هستند و با ورود به چرخه‌ی غذایی، زیان‌های جبران‌ناپذیری را به جای می‌گذارند. جذب و تمرکز بیش از حد کادمیم در بدن موجب تخریب کلیه‌ها، افزایش فشار خون و برونشیت می‌شود (اکبری‌شمسی‌خان، ۱۳۸۵). عوارض ناشی از سرب بر روی سلامتی انسان، اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم‌خونی، آسیب به کلیه، اختلال سیستم عصبی و کاهش قدرت یادگیری است (صالحی، ۱۳۸۹ و مهاجر و همکاران، ۲۰۱۳). مصرف بالای نیکل، شانس ابتلا به سرطان ریه، بینایی، حنجره و پروستات را افزایش می‌دهد. بدن انسان می‌تواند میزان مس زیادی را تحمل کند ولی مقدار بیش از حد آن باعث آسیب به کبد و کلیه می‌شود (پائیز و جونز، ۱۹۹۷).

خیرآبادی (۱۳۸۹) گزارش داد که از عوامل اصلی افزایش غلظت مس در اراضی کشاورزی، استفاده از آفت‌کش‌ها و سموم است. خسروی دهکردی (۱۳۸۷) بیان کرد که میانگین غلظت روی، مس و نیکل از میانگین غلظت جهانی کمتر است. وی بیان کرد که در خاک سطحی شهر اصفهان میانگین غلظت کادمیم کل و سرب کل به ترتیب ۱/۸ و ۳۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، در خاک سطحی کشاورزی ۱/۱ و ۳۳/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، در خاک سطحی منطقه صنعتی ۱/۸ و ۳۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم از میانگین غلظت جهانی بالاتر است. ناظمی و خسروی (۱۳۹۰) در تحقیقی که انجام دادند مشاهده کردند که با افزایش فاصله محل نمونه‌برداری از بزرگراه، میزان سرب در خاک کاهش یافته است در حالی که در مورد سایر فلزات، چنین نبوده است. رحمانی (۱۳۸۹) گزارش داد که غلظت کادمیم کل در بعضی از خاک‌های اراضی کشاورزی اصفهان در محدوده‌ی بحرانی قرار دارد. وی بیان کرد که افزایش درازمدت و تدریجی غلظت کادمیم در خاک‌های زراعی در اثر استفاده از کودهای فسفاته با غلظت کادمیم فراتر از حد مجاز است. کشاورزی و دامداری یکی از شغل‌های اصلی ساکنین منطقه‌ی لنجان اصفهان را تشکیل می‌دهد. فرآورده‌های مهم کشاورزی این منطقه، برنج، گندم، سیب‌زمینی، پیاز و چغندر قند می‌باشد. در این منطقه، صنایع بزرگی چون ذوب‌آهن، مجتمع فولاد مبارکه و سیمان سپاهان احداث گردیده است، همچنین در این منطقه معدن سرب و روی باما هم وجود دارد. بنابراین، این تحقیق برای بررسی آلودگی سرب‌های خاک این منطقه به برخی از فلزات سنگین صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه حدفاصل عرض‌های جغرافیایی "۳۲°۲۰'۱۳/۴۱" تا "۳۲°۳۹'۵۸/۶۶" شمالی و طول‌های جغرافیایی "۵۱°۱۷'۲۶/۲۳" تا "۵۱°۴۰'۳۵/۵۰" شرقی در جنوب غربی اصفهان قرار دارد (شکل ۱). خاک‌های غالب این منطقه، شامل سرب‌های خمینی‌شهر، اصفهان، ابریشم و زاینده‌رود می‌باشد.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

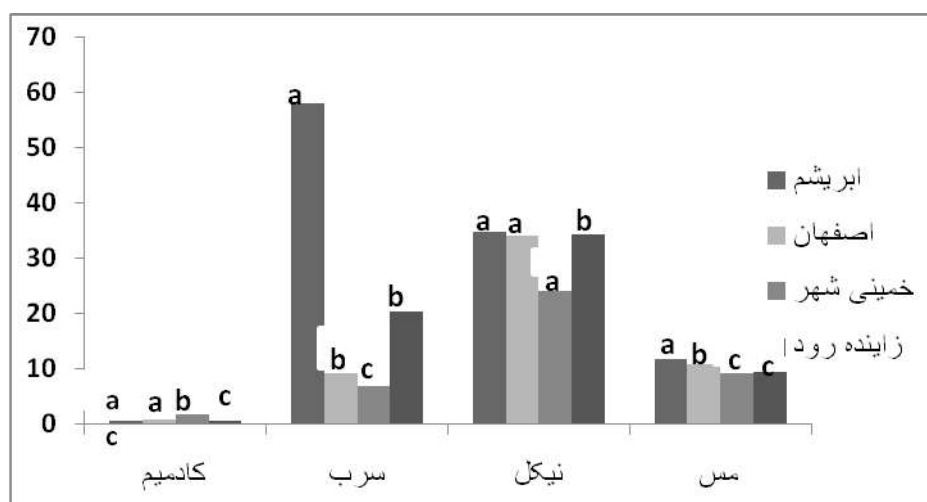


شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

نمونه‌برداری از هر یک از ۴ سری خاک، به صورت تصادفی از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری انجام گرفت و موقعیت نمونه‌ها با دستگاه GPS ثبت گردید. نمونه‌های خاک ابتدا هوا خشک شد و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. عناصر سنگین نمونه‌های خاک شامل سرب، کادمیم، نیکل و مس با اسیدنیتریک ۴ مولار عصاره‌گیری شد و مقدار آن‌ها در عصاره با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید (رودریگز مارتین و همکاران، ۲۰۰۶). توصیف آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Statistica صورت گرفت.

نتایج و بحث

شکل ۲ نمودار میانگین غلظت عناصر کادمیم، سرب، نیکل و مس را در افق سطحی چهار سری خاک نشان می‌دهد.



شکل ۲- نمودار غلظت کادمیم، سرب، نیکل و مس در سری‌های خاک ابریشم، اصفهان، خیمینی شهر و زاینده‌رود (حروف متفاوت، بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد برای هر عنصر می‌باشند).



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

میانگین غلظت مس در سری ابریشم از سایر سری‌ها بالاتر است. همچنین میانگین غلظت نیکل در سه سری اصفهان، خمینی‌شهر و ابریشم تقریباً برابر می‌باشد و در سری زاینده‌رود از سه سری دیگر پایین‌تر است. میانگین کادمیم در سری خمینی‌شهر با سه سری دیگر و نیز بین سری زاینده‌رود و سری اصفهان، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. منشاء این عنصر در خاک‌های سری خمینی‌شهر می‌تواند کودهای شیمیایی مورد استفاده در اراضی کشاورزی باشد و همچنین منشاء این عنصر در خاک‌های دو سری اصفهان و ابریشم می‌تواند وجود معدن سرب و روی باما در نزدیکی این دو سری خاک باشد. بین میانگین هر ۴ سری برای عنصر سرب اختلاف معنی‌دار وجود دارد. منشاء این عنصر در سری ابریشم می‌تواند وجود معدن باما در نزدیکی این سری باشد. میانگین سری زاینده‌رود با ۳ سری دیگر اختلاف معنی‌داری برای نیکل وجود دارد. میانگین مس بجز میانگین سری خمینی‌شهر با سری زاینده‌رود در سایر سری‌ها اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد.

در سری اصفهان ۲۶/۷ درصد نمونه‌ها غلظت کادمیم بالاتر از حداکثر غلظت قابل قبول کشور سوئیس (۰/۸ mg/kg) داشتند. در سری خمینی‌شهر ۹۶/۲۵ درصد نمونه‌ها غلظت کادمیم بالاتر از حداکثر غلظت قابل قبول مشخص شده در کشور سوئیس (۰/۸ mg/kg) دارند. در سری زاینده‌رود ۲ درصد نمونه‌ها غلظت کادمیم بالاتر از حداکثر غلظت قابل قبول مشخص شده در کشور سوئیس (۰/۸ mg/kg) دارند. در سری ابریشم ۲۴ درصد نمونه‌ها غلظت کادمیم و همچنین ۲۵ درصد نمونه‌ها غلظت سرب بالاتر از حداکثر غلظت قابل قبول مشخص شده این دو عنصر در کشور سوئیس به ترتیب (۰/۸ mg/kg) و (۵۰ mg/kg) دارند.

با توجه به نتایج، هر چهار سری از نظر کادمیم آلوده هستند ولی خاک‌های سری خمینی‌شهر آلودگی شدیدتری را نشان می‌دهد. با توجه به بالا بودن میزان عناصر در غبارات اتمسفری (جورکش و همکاران، ۱۳۹۰؛ نمازی و صالحی، ۱۳۹۱)، ته‌نشست غبارات اتمسفری این منطقه می‌تواند یکی از عوامل افزایش غلظت کادمیم در خاک‌های منطقه باشد.

نتایج نشان می‌دهد که سری خاک‌های سری ابریشم از نظر سرب نیز آلوده هستند. با توجه به نزدیکی خاک‌های این سری به معدن سرب و روی باما این آلودگی می‌تواند مربوط به این معدن باشد. رسوب ذرات معلق ناشی از این معدن و دیگر کارخانجات موجود در این منطقه می‌تواند از علل آلودگی این خاک‌ها به عنصر سرب باشد. جورکش و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند که غلظت کادمیم و سرب در غبارهای اتمسفری از نمونه‌های خاک این منطقه و همچنین نسبت به غلظت این دو عنصر در برخی از مطالعات دیگر در نقاط مختلف جهان بالاتر است. دنکوب (۱۳۸۹) بیان کرد که غلظت سرب در خاک‌های اصفهان می‌تواند تحت‌تاثیر زمین‌شناسی منطقه و منابع انسانی آن مانند انتشارات اتمسفری (دود حاصل از آگروز وسایل نقلیه و انتشارات صنعتی) باشد.

دو عنصر مس و نیکل در هیچ کدام از خاک‌های ۴ سری، آلودگی نشان ندادند. البته غلظت نیکل با توجه به نتایج (سری اصفهان: ۳۴/۰۹ mg/kg، سری خمینی‌شهر: ۳۴/۲۶ mg/kg، سری زاینده‌رود: ۲۴/۱۵ mg/kg و سری ابریشم: ۳۴/۷۹ mg/kg) بالا و نزدیک به حداکثر قابل قبول مشخص شده در کشور سوئیس (۵۰/۰۰ mg/kg) می‌باشد. دنکوب (۱۳۸۹) گزارش داد که در منطقه‌ی مطالعاتی خود در اصفهان بیش‌ترین غلظت نیکل در اراضی با کاربری کشاورزی است که احتمالاً مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از لجن فاضلاب می‌تواند از علل افزایش این عنصر در این اراضی باشد.

آلودگی اراضی زراعی به عناصری چون کادمیم و سرب و جذب این عناصر توسط گیاهان، این عناصر را وارد زنجیره‌ی غذایی کرده و باعث افزایش بیماری‌های مختلف از جمله سرطان می‌شود (مهاجر و همکاران، ۲۰۱۳). مطالعه غلظت عناصر در گیاهان و نیز غبارات اتمسفری در جهات مختلف باد این منطقه، می‌تواند دیدگاه بهتری از منشاء این عناصر در اختیار دهد.

میانگین‌های عناصر در سری‌های مختلف تفاوت‌های معنی‌داری نشان می‌دهد (جدول ۱). بدین صورت که میانگین کادمیم در سری خمینی‌شهر با سه سری دیگر اختلاف معنی‌داری دارد، همچنین بین سری زاینده‌رود و سری اصفهان هم اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بین میانگین سری زاینده‌رود با ۳ سری دیگر اختلاف معنی‌داری برای نیکل وجود دارد. میانگین مس بجز میانگین سری خمینی‌شهر با سری زاینده‌رود در سایر سری‌ها اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد.

جدول ۱ - مقایسه میانگین مقدار فلزات سنگین بین چهار سری خاک^۱

سری	کادمیم	سرب	نیکل	مس
سری ابریشم با سری اصفهان	۰۶/۰	۰۰/۰	۴۲/۰	۰۲/۰
سری ابریشم با سری خمینی‌شهر	۰/۰	۰/۰	۰/۵۴	۰/۰
سری ابریشم با سری زاینده‌رود	۰/۸۹	۰/۰	۰/۰	۰/۰
سری اصفهان با سری خمینی‌شهر	۰/۰	۰/۰	۰/۷۷	۰/۰
سری اصفهان با سری زاینده‌رود	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰	۰/۰
سری خمینی‌شهر با سری زاینده‌رود	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۷۶



منابع

- اکبری شمس‌ی خان، م. ۱۳۸۵. زمین‌شناسی پزشکی منطقه باغ برج جیرفت. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود. افیونی، م. عرفان‌منش، م. ۱۳۸۷. آلودگی محیط زیست (آب، خاک و هوا). انتشارات ارکان دانش. جورکش، ش. صالحی، م. ح. اسفندیارپور بروجنی، ع. ۱۳۹۱. بررسی غلظت برخی از فلزات سنگین در غبارهای اتمسفری منطقه‌ی لنجان اصفهان. همایش ملی سنجش و مدلسازی محیط، دانشگاه تهران، تهران.
- خسروی دهرکردی، ا. ۱۳۸۷. توزیع فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی، شهری و صنعتی اصفهان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- خیرآبادی، ح. ۱۳۸۹. بررسی منشاء عناصر سنگین در خاک و تعیین خطر آنها بر سلامت انسان در خاک‌های سطحی استان همدان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- دنکوب، ز. ۱۳۸۹. ارتباط مکانی پذیرفتاری مغناطیسی با غلظت کل برخی فلزات سنگین در خاک‌های سطحی منطقه اصفهان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- رحمانی، ح. ر. ۱۳۸۹. کودهای فسفره و آلودگی کادمیم حاصل از آن در اراضی کشاورزی. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود. صالحي، ب. ۱۳۸۹. عوامل آلودگی خاک. www.roostanews.ir
- ناظمی، س. خسروی، ا. ۱۳۸۹. بررسی وضعیت فلزات سنگین در خاک، آب و گیاه اراضی سبزیکاری. فصلنامه دانش و تندرستی، شماره ۴، صفحات ۳۱-۲۷.
- نمازی، ن. صالحی، م. ح. ۱۳۹۱. توزیع برخی از عناصر سنگین موجود در غبارات اتمسفری، منطقه لنجان اصفهان در دو فصل پاییز و زمستان. سومین کنگره‌ی سراسری عناصر کمیاب ایران، دانشگاه علوم پزشکی کاشان.
- FOEFL (Swiss Federal Office of Environment, Forest and Landscape). ۱۹۹۸. Commentary on the ordinance relating to pollutants in soils (VBBo of July ۱, ۱۹۹۸).
- Mohajer R. Salehi M.H. Mohammadi J. Emami M.H and Azarm T. ۲۰۱۳. The status of lead and cadmium in soils of high prevalence of gastrointestinal cancer region of Isfahan. *Journal of Research in Medical Sciences* ۱۸ (۱۲): ۲۱۰-۲۱۴.
- Pais I. and Jones J.B. ۱۹۹۷. *The Handbook of Trace Elements*. St. Lucie Press. Boca Raton, Florida, pp. ۱-۲۲۳.
- Rodriguez Martin J.A., Lopez Arias M. and Grau Corbi J.M. ۲۰۰۶. Heavy metals contents in agricultural topsoils in the Ebro basin (Spain). Application of the multivariate geo-statistical methods to study spatial variations. *Journal of Environmental Pollution*, ۱۴: ۱۰۰۱-۱۰۱۲.

Abstract

Heavy metals are major pollutants in soil. Some of heavy metals are essential for life, but excessive amount of these metals are harmful for organisms. The aim of this study was to evaluate heavy metals content in ۴ dominant soil series (Isfahan, Khomeynishahr, Abrishamand Zayanderood) in Lenjanat area, Isfahan. ۲۳۰ topsoil samples were collected from soil series. The results showed that the concentration of cadmium in all soil series is above the threshold value. Pollution in Khomeynishahr series is higher than the others. Abrisham series has also lead contamination probably due to the vicinity of these soils to lead mine. Contamination of the soils to cadmium and lead and their entrance to food chain via the absorption of these elements by plants increase the risk of cancers in human.