محور مقاله: تنش آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی

بررسی تأثیر عوامل زمین‌زاد و انسان‌زاد بر توزیع عناصر سنگین در خاک‌های تشکیل شده بر دامنه افیولیتی جنوب سبزوار

آرزو قاسم زاده[۱]، علیرضا کریمی[۲*]، عاطفه ضیایی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۳] دانش آموخته دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر عوامل زمین‌زاد و انسان‌زاد بر توزیع عناصر سنگین سرب، کادمیم و نیکل در خاک‌های تشکیل شده بر روی رسوبات منشأ گرفته از سنگ‌های فوق‌بازی جنوب سبزوار بود. بدین منظور، تعداد ۹ نمونه از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک برداشت شد. غلظت عناصر در عصاره‌ی تیزاب سلطانی به وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. دامنه غلظت سرب ۷/۷ تا ۵۰/۳ و کادمیم ۱/۶۰ تا ۱/۸۸ میلی گرم بر کیلوگرم بود. غلظت زیاد سرب احتمالاً به دلیل مجاورت جاده و مراکز صنعتی است. همچنین ممکن است منشأ آلودگی کادمیم، مصرف کودهای فسفره در زمین‌های کشاورزی باشد. میزان نیکل به دلیل نوع مواد مادری فوق‌بازی، زیاد بود و دامنه غلظت آن از ۱۷۱/۸ تا ۲۸۶/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بود. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ذرات رس و غلظت کادمیم، نشان دهنده جذب و تجمع این عنصر در بخش رس است؛ در حالی‌که همبستگی مثبت بین شن و غلظت نیکل، نشان دهنده تجمع این عنصر در بخش شن است که از هوادیدگی سنگ‌های فوق بازی بود. به طور کلی، غلظت عناصر مورد مطالعه بیشتر از متوسط غلظت این عناصر برای اراضی کشاورزی بود.

کلمات کلیدی: آلودگی خاک، عناصر سنگین، منشأ انسان‌زاد، سنگ‌های فوق‌بازی

مقدمه

در سال‌های گذشته تحقیقات زیادی برای شناسایی فلزات سنگین و درک رفتار آن‌ها در خاک انجام شده است (اوکدی و همکاران، ۲۰۱۴). فلزات سنگین پس از ورود به خاک وارد گیاه می‌شوند و در زنجیره غذایی تجمع پیدا می‌کند. این عناصر در غلظت‌های بالا برای انسان خطرناک هستند (هو و همکاران، ۲۰۱۴).

عناصر سنگین از دو منبع زمین‌زاد و انسان‌زاد و از طریق فعالیت‌های شیمیایی و فیزیکی مختلف مانند هوادیدگی و ترسیب فصلی وارد خاک می شوند. منابع اصلی زمین‌زاد عناصر سنگین مواد مادری هستند که از طریق هوادیدگی غلظت آن‌ها در خاک افزایش پیدا می‌کند. مواد مادری بسته به شرایط تشکیل و جنس، حاوی مقادیر متفاوتی از عناصر سنگین هستند. مجموعه افیولیتی ایران به موازات چین های زاگرس در شرق و شمال شرقی ایران گسترش می‌یابد (سلمان پور و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از این ویژگی‌های مهم افیولیت‌ها و خاک‌های حاصل از آن‌ها؛ غلظت زیاد عناصری مانند نیکل، کروم و کبالت در آن‌ها است (بیانچینی و همکاران، ۲۰۱۳)

جنوب سبزوار به دلیل قرار گرفتن در دامنه‌ی مجموعه افیولیتی، احتمالا دارای آلودگی نیکل در زمین‌های کشاورزی حاشیه شهر شده‌است. همچنین بسیاری از اراضی کشاورزی این منطقه در امتداد جاده پرتردد مشهد - سبزوار قرار دارد و امکان اضافه شدن سرب و کادمیم به این خاک‌ها وجود دارد که این امر می تواند منجربه آلودگی محصولات کشاورزی تولید شده در این منطقه شود. هدف از این مطالعه بررسی غلظت عناصر نیکل، سرب و کادمیم در خاک سطحی اراضی کشاورزی جنوب سبزوار بود.

* ایمیل نویسنده مسئول: karimi-a@um.ac.ir

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه در جنوب شهر سبزوار و در حاشیه جاده پر تردد تهران- مشهد قرار گرفته است (شکل ۱). محدوده‌ای به مساحت ۲ کیلومتر و در طول جغرافیایی ″۴۵′۴۲°۵۷ تا ″۲۷′۴۴°۵۷ عرض جغرافیایی ″۵۶′۱۱°۳۶ تا ″۴۳′۱۲°۳۶ قرار گرفته‌است. این منطقه در بخش زون افیولیتی سبزوار می‌باشد. تعداد ۹ نمونه سطحی به صورت منظم از عمق صفر تا ۱۰ سانتی متری سطح خاک از اراضی کشت شده در اواخر فروردین برداشت شد.

شکل ۱. موقعیت نقاط نمونه برداری در جنوب شهرستان سبزوار

نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه و هوا خشک نمودن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. بافت به روش هیدرومتری، pH در عصاره ۱:۱ و کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون مورد آنالیز قرار گرفتند. برای عصاره‌گیری از خاک جهت اندازه‌گیری فلزات سنگین از روش تیزاب سلطانی استفاده شده‌است. به این منظور، ابتدا به ۲ گرم خاک الک شده، ۱۵ میلی لیتر HCl غلیظ به آرامی اضافه شد. در عصاره‌های تهیه شده غلظت عناصر سرب، کادمیم، نیکل با استفاده از دستگاه جذب اتمی با مدلShimadzu ; AA-67OG اندازه‌گیری شده‌است.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و عناصر مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده‌است. نتایج آمار توصیفی نشان می‌دهد که مقادیر میانگین،حداقل و حداکثر غلظت کادمیم در خاک به ترتیب ۱/۷۲، ۱/۶ و ۱/۸۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. متوسط غلظت این عنصر در خاک ۰/۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (آگرووال، ۲۰۰۹) که می توان گفت که خاک منطقه نسبت به کادمیم دچار سمیت است که احتمالا غلظت بالای این عنصر به دلیل مجاورت با جاده، فعالیت‌های صنعتی و همچنین استفاده از کودهای شیمیایی مانند کودهای فسفره بوده است.

جدول ۱. نتایج آماری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه مورد مطالعه

	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
سرب ($mg\ kg^{-1}$)	۲۱/۰۲	۱۴/۲۰	۷/۷۰	۵۰/۳۰
کادمیم ($mg\ kg^{-1}$)	۱/۷۲	۰/۱۰	۱/۶۰	۱/۸۸
نیکل ($mg\ kg^{-1}$)	۲۳۶/۴۹	۳۵/۴۳	۱۷۱/۷۵	۲۸۶/۲۱
درصد کربنات کلسیم	۲۷	۳/۵۸	۲۰/۳۱	۳۱
درصد شن	۵۵/۱۲	۷/۶۱	۴۵/۱۲	۶۷/۱۲
درصد سیلت	۲۳/۷۱	۵/۳۸	۱۵/۳۸	۳۰/۳۸
درصد رس	۲۱/۱۶	۳/۶۷	۱۵/۵	۲۵/۵
pH	۸/۲۷	۰/۳۲	۷/۹۵	۵/۹۸

میانگین، حداقل و حداکثر غلظت سرب در منطقه ۲۱/۰۲، ۷/۷و ۵۰/۳ میلی گرم بر کیلوگرم بود. متوسط سرب در خاک، حدود ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (آگروال، ۲۰۰۹). غلظت بالای سرب در منطقه احتمالا به دلیل فعالیت صنایع و مجاورت با جاده است. لو و همکاران (۲۰۰۹) نیز اشاره کرده‌اند که صنایع و ترافیک جاده‌ای مقدار زیادی سرب آزاد می‌کند. جورکش و همکاران (۲۰۱۲) نیز غلظت سرب و کادمیم را در خاک‌های کشاورزی اصفهان به ترتیب ۱۵ و ۱/۳۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری کردند.

میانگین غلظت نیکل در خاک، ۲۳۶/۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم و دامنه تغییرات ۱۷۱/۷۵ تا ۲۸۶/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است. با توجه به متوسط نیکل در خاک که ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (آگروال، ۲۰۰۹)، میزان نیکل در خاک‌های جنوب سبزوار حدود ۶ برابر بیشتر از حد متوسط این عنصر در خاک است که می‌تواند مشکلاتی روی سلامت محصولات کشاورزی منطقه ایجاد کند. علاوه بر این، غلظت بالای نیکل در منطقه مورد مطالعه به احتمال زیاد به زون افیولیتی که شامل کانی‌های فرومنیزیمی با غلظت زیاد نیکل، کروم آهن و منگنز است، مربوط می‌شود (کریمی و همکاران، ۲۰۱۷، سلمان پور و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین هو و همکاران (۲۰۱۵) نیز غلظت بالای نیکل (در حدود ۱۶۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را با وجود سنگ های فوق بازی در منطقه مرتبط دانستند. غلظت نیکل در نمونه‌های غبار اتمسفری سبزوار نیز به میزان قابل توجهی بیشتر از سایر مناطق گزارش شده‌است (ضیایی و همکاران،۱۳۹۷).

جدول ۲. میانگین غلظت عناصر سنگین در نمونه ها و مقایسه با برخی مطالعات انجام شده در ایران و جهان ($mg\ kg^{-1}$)

منبع	Ni	Cd	Pb	منطقه مورد مطالعه
مطالعه حاضر	۲۳۶/۴۹	۱/۷۲	۲۱/۰۲	سبزوار (ایران)
کرباسی و همکاران (۱۳۸۸)	۶۲	---	۱۷۳	تهران (ایران)
کریمی و همکاران (۲۰۱۷)	۶۹/۱	---	۳۵/۵	مشهد (ایران)
نوروزی و همکاران (۱۳۹۴)	۳۶/۷۵	۰/۴۶	۱۹/۵	اصفهان (ایران)
میرزایی و همکاران (۱۳۹۴)	۳۴/۸۸	۰/۱۲	۱۵/۴۲	گلستان (ایران)
مارتن و همکاران(۲۰۰۹)	۳۹/۸	---	۱۴۰/۵	مکزیکوسیتی (مکزیک)
ویلک و همکاران (۱۹۹۸)	۲۴/۸	۰/۲۹	۴۷/۸	بانکوک (تایلند)

غلظت عناصر خاک در مطالعه حاضر در مقایسه با مطالعات سایر نقاط در جدول۲ نشان می‌دهد غلظت نیکل در خاک‌های مطالعه شده سبزوار از مقدار آن در مطالعات فوق بیشتر است. در مطالعه سلمان پور و همکاران(۱۳۹۶) غلظت نیکل در نیریز ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شده‌است که از غلظت نیکل در شهر سبزوار بیشتر است. در یافته‌های کرباسی و همکاران (۱۳۸۸) در کلان شهر تهران، غلظت سرب احتمالا به دلیل وجود ترافیک و مراکز صنعتی، نسبت به سایر نقاط ایران افزایش چشمگیری داشته‌است. غلظت کادمیم در سایر نقاط ایران و جهان کمتر از مقدار آن در خاک‌های کشاورزی سبزوار است، که احتمالا دلیل این افزایش می تواند به آلودگی کادمیم که ناشی از تأثیر کاربرد کودهای فسفره در اراضی کشاورزی است، مرتبط باشد.

همچنین، با استفاده از آزمون آماری تأثیر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک بر انباشت عناصر سرب، نیکل و کادمیم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از بین خصوصیات فیزیکی خاک، بافت خاک تأثیری در انباشت عنصر سرب نداشته و وجود سرب در اندازه ذرات مختلف خاک می‌تواند مربوط به اثر توأم عوامل لیتوژنیک (زمین‌زاد) و آنتروپوژنیک (انسان‌زاد) در انباشت این عناصر در خاک باشد همبستگی مثبت و معنی دار($P < ۰/۰۵$) بین ذرات رس و غلظت عنصر کادمیم می‌تواند نشان دهنده جذب سطحی این عنصر در بخش رسی باشد. در حالی که غلظت نیکل همبستگی مثبت با مقدار شن دارد (جدول ۳).

جدول ۳. ماتریس همبستگی پیرسون بین ویژگی های خاک و غلظت فلزات سنگین در خاک

عنصر	کادمیم	سرب	نیکل	کربنات کلسیم	شن	سیلت	رس	pH
کادمیم	۱							
سرب	۰/۰۱	۱						
نیکل	۰/۱۳	-۰/۵۹*	۱					
کربنات کلسیم	۰/۵۰	۰/۰۴	-۰/۱۸	۱				
شن	-۰/۳۴	-۰/۴۰	-۰/۵۹*	-۰/۶۲*	۱			
سیلت	۰/۱۷	۰/۳۹	-۰/۵۲	۰/۲۸	-۰/۸۹**	۱		
رس	۰/۵۸**	۰/۲۶	-۰/۴۶	۰/۸۷**	-۰/۷۶**	۰/۲۹	۱	
pH	-۰/۰۱	۰/۲۰	-۰/۶۶*	۰/۰۵	-۰/۶۳**	۰/۶۰*	۰/۴۲	۱

از بین خصوصیات شیمیایی خاک، کربنات کلسیم همبستگی منفی با انباشت عنصر نیکل در خاک داشته که حاکی از رقیق شدن غلظت این عنصر با افزایش کربنات‌ها می باشد، که همسو با تغییرات افزایش pH با غلظت عنصر نیکل می‌باشد

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که در نمونه خاک‌های مورد بررسی، غلظت فلزات نیکل، کادمیم و سرب نسبت به استاندارد خاک‌های غیر آلوده دارای غلظت بالاتری بوده است. از این رو، خاک منطقه نسبت به فلزات آلوده است. به طور کلی فلز سرب، به عنوان مهمترین عناصر انتشار یافته از جاده و مراکز صنعتی اطراف شناخته شده است و نمونه های نزدیک به مراکز صنعتی، بالاترین غلظت این فلز را داشتند. دلیل بالا بودن کادمیم می‌تواند ناشی از تأثیر کاربرد کودهای فسفره در اراضی کشاورزی باشد. همچنین، بررسی‌ها حاکی از آن است که غلظت نیکل در منطقه به دلیل منشأ افیولیتی سنگ مادری به شدت بالا بوده است و میزان نیکل همبستگی معناداری با شن دارد.

منابع

سلمان پور ،آ، صالحی،م.ح، محمدی،ج ،۱۳۹۶. بررسی وضعیت آلودگی به عناصر کروم، نیکل و کبالت در خاک‌های متاثر از سازندهای افیولیتی در منطقه نی‌ریز استان فارس.آب و خاک، ۳۱(۳)، ۷۷۲ تا ۷۸۴.

ضیایی، ع.، ۱۳۹۷. توزیع زمانی و مکانی ویژگی‌های ژئوشیمیایی و کانی‌شناسی غبار اتمسفری در استان خراسان رضوی، پایان‌نامه دکتری، دانشکده مهندسی علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد.

کرباسی، ع.ر، نبی بیدهندی، غ.ر، معطر، ف، برزگری، ز، ۱۳۸۸. بررسی منشا و دسترسی بیولوژیکی عناصر سنگین در خاک ارتفاعات شمال غرب تهران، ۳ (۱۱)، ۲۹ تا ۴۱.

میرزایی، ر، قربانی، ه ، حافظی، م ،۱۳۹۴. الگوی پراکنش برخی از فلزات سنگین در خاک سطحی استان گلستان. علوم خاک و آب, ۲۹ (۱)، ۹۴تا ۱۰۳.

نوروزی، س، ۱۳۹۴. تغییرات مکانی و زمانی خصوصیات گرد و غبار در منطقه اصفهان و امکانسنجی استفاده از برگ چنار در پایش زیستی آلودگی اتمسفری، پایان‌نامه دکتری، مهندسی علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Agarwal, S.K. 2009. Heavy Metal Pollution. APH publishing.

Bianchini, G., Di Giuseppe, D., Natali, C., Beccaluva, L. 2013. Ophiolite inheritance in the Po plain sediments: insights on heavy metals distribution and risk assessment. OFIOLITI, 1-14.

Hu, W., Huang, B., Weindorf, D. C., Chen, Y. 2014. Metals analysis of agricultural soils via portable X-ray fluorescence spectrometry. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 92,420-426.

Jorkesh, Sh. 2012. The relationship between magnetic susceptibility and the concentration of heavy metals in contaminated soils and dust atmosphere Lenjanat, Isfahan. Soil Science MA thesis. Faculty of Agriculture, Shahrourd University, 114- 125.

Karimi, A., Haghnia, G. H., Ayoubi, Sh., Safari, T. 2017. Impacts of geology and land use on magnetic susceptibility and selected heavy metals in surface soils of Mashhad plain, northeastern Iran. Applied Geophysics, 138, 127-134.

Luo, L., Ma, Y., Zhang, S., Wei, D, Zhu, Y. G. 2009. An inventory of trace element inputs to agricultural soils in China. Journal of Environmental Management, 90, 2524-2530.

Morton-Bermea, O., Hernández-Álvarez, E., González-Hernández, G., Romero, F., Lozano, R. and Beramendi-Orosco, L.E., 2009. Assessment of heavy metal pollution in urban topsoils from the metropolitan area of Mexico City. Journal of Geochemical Exploration, 101, 218-224.

Okedeyi, O. O., Dube, S., Awofolu, O. R., Nindi, M. M. 2014. Assessing the enrichment of heavy metals in surface soil and plant (Digitaria eriantha) around coal-fired power plants in South Africa. Environmental Science and Pollution Research, 21, 4686-4696.

Pan, Y. P., Wang, Y. S.2015. Atmospheric wet and dry deposition of trace elements at 10 sites in Northern China. Atmospheric Chemistry and Physics, 15, 951-972.

Wilcke,W., Müller,S., Kanchanakool, N., Zech, W. 1998. heavy metal and aluminium partitioning in topsoils. Geoderma. Urban soil contamination in Bangkok, 86, 211-228.

Topic for submission: Soil and Water Pollution and Crop Health

Investigation the effects of lithogenic and anthropogenic factors on the variations of heavy metals in soils developed on ophiolitic rocks, Sothern Sabzevar

Ghasemzade[1], A., Karimi*[2], A.R., Ziyaee, A.[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[2] Associate Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[3] PhD, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of lithogenic and anthropogenic factors on the variations of Pb, Cd and Ni in soils formed on ultramafic rocks, Southern Sabzevar. For this purpose, 9 soil samples were collected from depths of 0 to 10 cm. The concentrations of the elements were measured in aquaregia extract by atomic absorption spectrometry. The concentrations of Pb and Cd varied from 7.70 to 50.30 and 1.60 to 1.88 mg kg^{-1}, respectively. Higher concentration of Pb are probably due to the proximity of roads and industrial units. Contamination of cadmium may also be due to the use of phosphorus fertilizers in agricultural land. The higher amount of Ni was due to the type of parent material, and its concentration ranges from 171.75 to 216.2 mg kg^{-1}. The positive and significant correlations between clay particles and Cd concentration indicated the adsorption and accumulation of this element on clay fraction, while the positive correlation between sand and Ni concentration indicates the accumulation of this element on the sand particles, which is formed during ultramafic rocks weathering. In general, the concentrations of the studied elements were more than the average concentration of these elements for agricultural lands.

Keywords: Soil contamination, Heavy metals, Anthropogenic source, Ultramafic Rocks

* Corresponding author, Email: karimi-a@um.ac.ir