



بررسی افزودن باطله‌های معدن فیروزه نیشابور بر غلظت سرب و کادمیوم خاکهای مختلف

- نسترن صابریان¹، فردین صادقراده^{2*}، بهی جلیلی²، محمدعلی بهمنیار³
1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع
طبیعی ساری
2- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی
ساری
3- استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*نویسنده مسئول: nastaran.saberian74@gmail.com

چکیده

فیروزه کانی زینتی با رنگ آبی روشن تا سبز است و از معادن فیروزه که به تعداد محدودی در دنیا وجود دارد استخراج میشود. باطله‌های معدن حاوی عناصر بسیاری هستند اما با توجه به نحوی استخراج که با مواد منفجره صورت می‌گیرد ممکن است این باطله‌ها باعث آلودگی خاکهای اطراف معدن شود ولی تاکنون مطالعه‌ای جهت بررسی غلظت عناصر مذکور انجام نشده است. لذا هدف از این مطالعه بررسی افزودن باطله‌های فیروزه به خاکهای مختلف و اثر آن بر غلظت عناصر سرب و کادمیوم میباشد تا خاک معدن مذکور به خوبی مورد بهره‌برداری قرارگیرد. در این مطالعه از چاه زاک معدن فیروزه نیشابور و زمینهای زراعی اطراف و جنگل دارابکلا ساری نمونه‌برداری انجام شد و بعد از دوره 60 روزه انکباسیون با روش DTPA عناصر سرب و کادمیوم اندازه‌گیری شد و مشخص گردید که غلظت عناصر سنگین در خاک معدن فیروزه و خاک زراعی اطراف معدن و همچنین خاک جنگل از حد مجاز تجاوز نکرده است.

کلمات کلیدی: فیروزه، ضایعات، نیشابور، عناصر سنگین، معدنکاری

مقدمه

فیروزه یکی از کانی‌های گرانبه است که می‌توان آن را ارزشمندترین کانی غیرشفاف در دنیای تجارت جواهرات به شمار آورد. (غفاری و همکاران، 1386) فیروزه یک ماده معدنی، آبی مایل به سبز (فسفات هیدراته مس و آلومینیم) با فرمول شیمیایی $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ است (منصوری گندمانی، 1395). که معمولاً در نواحی خشک و حفره‌ها و شکستگیهای سنگهای آتشفشانی با عمق کمتر از 20 متر که دارای اکسیدهای آهن است، تشکیل میشود (جان انتونی و همکاران، 2000).

فعالتهای معدنکاری سالانه باعث تولید میلیونها تن باطله‌های معدنی در سطح جهان می‌شود. معدنکاری امکان استفاده از منابع موجود در محیط‌های روستایی را فراهم می‌سازد و با تأمین شغل و درآمد، نقش مهمی در پیشرفت منطقه ایفا می‌کند. با وجود آثار مثبتی



که معدنکاری دارد، توسعه معادن میتواند به محیط زیست آسیب برساند. عملکردهای معدن به طور ماندگاری برای محیط زیست ضرر رسان هستند و ضایعات بسیاری را تولید می کنند (نصیری، 1395) علاوه بر این فعالیت های معدنکاری با ایجاد باطله و تولید گرد و غبار و تخریب خاک باعث از بین رفتن زمین های بارور و چشم اندازهای طبیعی، سست شدن زمین و رانش زمین شده و همچنین منجر به آلودگی صوتی، مشکلات کیفیت آب، مشکلات رفت و آمد و تحمیل هزینه های زیاد میشود (نوروزی و همکاران، 1397، بوزرجمهری و مظفری، 1396).

باطله های معدنی اغلب حاوی میزان بالایی از برخی فلزات کمیاب چون کادمیوم، آرسنیک، مس، منگنز، سرب و روی است. (برتی و کانینگوم، 2000). آلودگی خاک با فلزات سنگین ناشی از معادن سبب کاهش کیفیت و سلامت خاک میشود که این امر برای سلامت گیاه و به دنبال آن انسان مضر است. (جارب 2003)

نوع و غلظت عناصر جزئی در خاک محیط های معدنی، تابع عوامل مختلف از جمله تیپ و ژنز کانسار، اقلیم و شرایط توپوگرافی، پوشش گیاهی منطقه، ویژگی های فیزیکی- شیمیایی خاک، نحوه فراوری ماده معدنی می باشد. (علی و همکاران 2017) وجود فلزات در خاک امری طبیعی محسوب میشود، اما مقادیر بیشتر از حد طبیعی به دلیل جذب توسط گیاهان، ورود به زنجیره غذایی به عنوان منابع آلوده کننده محیط زیست محسوب میشوند (اطلس 2009) محمدی و همکارانش 2007 نتیجه گرفتند که آلودگی خاک با عناصری مانند نیکل، سرب، روی و مس به دلیل فعالیت های معدنی مایه نابودی گیاهان حساس میگردد.

از مهم ترین و شناخته شده ترین آلاینده ها که ورودشان به محیط زیست باعث بروز بیماری های مختلف در انسان می شود، فلزات سنگین هستند که به دلیل ماندگاری بسیار بالا در محیط و عدم تجزیه توسط زیست جانداران خاک و امکان ورود به چرخه غذایی انسان از اهمیت ویژه ای برخوردارند (پاپا و همکاران، 2010)

در نزدیکی منطقه معدنکاری روستای لاطلا، کانی زایی چند فلزی شامل مس، مولیبدن، طلا، نقره، نیکل و سرب) در شمال شرقی حفره اصلی معدن مس میدوک، خاک دارای آلودگی به نقره، مس، سرب، آرسنیک، کادمیم، سلنیم و روی است. در اطراف سد رسوب گیر در شمال منطقه نیز آلودگی عناصر آرسنیک و مس دیده می شود (مر و همکاران، 1393) همچنین باقریفام، 1393 بیان کرد آلودگی خاکها و آب به آرسنیک به دلیل کاربردهای صنعتی و فعالیت های معدنکاری در منطقه معدن مس میدوک منجر به نگرانی های جدی زیست محیطی شده است. (مر و همکاران، 1393) کوین و همکاران، 2012 غلظت عناصر سنگین مورد بررسی شامل مس، سرب، روی و نیکل در نمونه های خاک منطقه معدنی متروکه، بیشتر از غلظت آن ها در نمونه های سنگ است در نتیجه، بالاترین غلظت عناصر مس، سرب، روی و منگنز در خاک منطقه معدنی متروکه مشاهده میشود که این امر تأثیرگذاری کانسار مس و سنگ های آتشفشانی حاوی مس را بر توزیع این عناصر در خاک منطقه نشان میدهد.

استخراج از معدن فیروزه نیشابور سالهاست انجام میشود و باطله های آن در اطراف ریخته میشود ولی درمورد آلودگی ناشی از این باطله ها مطالعاتی صورت نگرفته است لذا هدف از انجام این پژوهش بررسی افزودن باطله ها به خاک و بررسی آلودگی حاصل از آن است.



مواد و روشها

معدن فیروزه نیشابور در منطقه قله کوهی علیمرسای در نزدیکی مشهد شمالغربی نیشابور قرار دارد (برمان و فروندل، 1951، کریم پور و همکاران، 1390؛ بوزرجمهری و مظفری، 1396).

نمونه برداری و آماده سازی نمونه خاک معدن

برای انجام این مطالعه بطور تصادفی از چاه زاک در معدن فیروزه نیشابور نمونه برداری شد و نمونه ها در کیسههای پلاستیکی نگهداری و جهت آماده سازی به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شد و بعد از هوا خشک کردن از الک 2 مش عبور داده شد.

نمونه برداری و آماده سازی نمونه خاکهای شاهد

از زمینهای زراعی اطراف معدن فیروزه در دو روستای معدن و معتمدیه و خاک جنگل دارابکلا در ساری بطور تصادفی نمونه برداری انجام شد و نمونه ها در کیسههای پلاستیکی نگهداری و جهت آماده سازی به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شد و بعد از هوا خشک کردن از الک 2 مش عبور داده شد.

روش انجام پژوهش

خاک معدن فیروزه با درصدهای 1، 3 و 6 درصد به نمونه خاکهای شاهد اضافه شد و به مدت 60 روز با حفظ رطوبت زراعی انکباسیون انجام شد که بعد از 60 روز نمونه برداری انجام و بعد از آماده شدن نمونه ها به روش DTPA با دستگاه جذب اتمی آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری مقدار عناصر مذکور مطالعه شد.

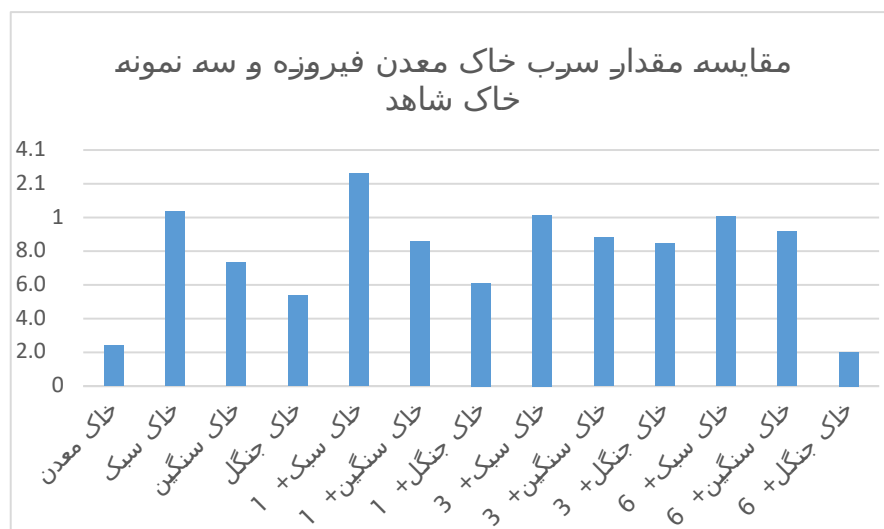
نتایج و بحث

شکل 1 بیانگر مقدار سرب موجود در خاک بعد از 60 روز انکباسیون است و همچنین شکل 2 که مقدار کادمیوم را نشان میدهد.

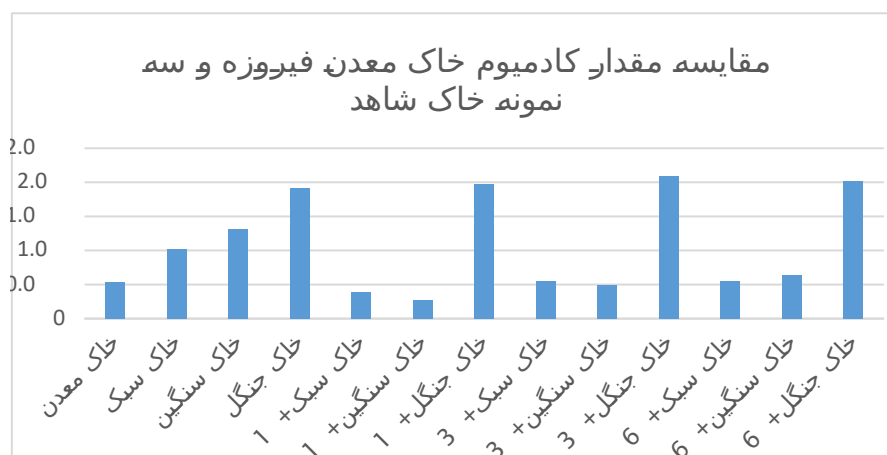
باتوجه به نمودار ها مقدار سرب در تمامی تیمارها مقدار بیشتری دارد و همچنین مقدار سرب و کادمیوم در خاک جنگلی از خاکهای زراعی با بافت های مختلف بیشتر است اما از مقدار استاندارد بیان شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (USEPA) که برای سرب مقدار 800 و برای کادمیوم 98 ppm معرفی شده اس، کمتر است و از حد مجاز تجاوز نکرده است که این نتیجه با نتایج میرپاریزی و همکاران (1397) که نتیجه گرفتند سرباره مس باعث آلودگی خاک به عناصر سنگین نمیشود، همچنین کریم پور و همکاران 1390 بیان کردند، در ناحیه معدنکاری، ناهنجاری از اورانیوم وجود دارد اما ارزیابی آب آشامیدنی و کشاورزی نشان میدهد که اورانیوم در حد مجاز است؛ همچنین طی ارزیابی های ژئوشیمیایی زیست محیطی انجام شده توسط فهیم و مطلومی بجستانی عناصر پرتوزای ^{222}Rn ^{232}Th ^{238}U در منطقه وجود دارد همسو بوده اما با نتایج بدست آمده از پژوهش مر و همکاران (1393) که بیان کردند در اطراف معدن مس



میدوک غلظت عناصر سنگین بالا بوده است. به علاوه کوبین و همکاران (2012) دریافتند معدن مس متروکه در شرق چین باعث آلودگی توسط غلظت عناصر سنگین در منطقه شده است، همچنین دهرآزما و همکاران (1394) از وجود غلظت بالای سرب و منگنز در اندامهای هوایی گیاه اسپند نتیجه گرفتند کانسار مس سنگهای آتشفشانی بر غلظت عناصر سنگین منطقه موثر بوده است، به علاوه استرکمن و همکاران، 2002، با ارزیابی آلودگی خاک های اراضی کشاورزی با 8 عنصر سنگین در پیرامون دو صنعت ذوب فلزات در شمال فرانسه، گزارش کردند که غبار اتمسفری ناشی از فعالیت دو کارخانه تولید سرب و روی منجر به آلودگی خاکهای پیرامون با سرب، روی، کادمیوم، مس، جیوه، ایندیوم و نقره شده است که این نتایج با نتایج این پژوهش مغایرت داشته است.



شکل 1- مقایسه مقدار سرب در خاک معدن فیروزه و سه نوع خاک شاهد



شکل 2- مقایسه مقدار کادمیوم در خاک معدن فیروزه و سه نوع خاک شاهد



نتیجه‌گیری

معدن فیروزه نیشابور یکی از معادن فعال کشور است که اطراف آن مقدار زیادی خاک فیروزه تجمع یافته‌است. طبق آنالیزهای اولیه مشخص شد باوجود اینکه غلظت کادمیوم در زمین‌های زراعی اطراف معدن بیشتر از مقدار کادمیوم چاه‌های معدن است که ممکن است به دلیل انباشته شدن این باطله‌ها در این زمین‌ها در طولانی مدت باشد، اما غلظت آلاینده‌هایی مانند کادمیوم و سرب در این خاک پایینتر از حد آلودگی و سمیت بوده‌است. در نتیجه خاک زمینهای کشاورزی اطراف معدن فیروزه نیشابور درگیر آلودگی با عناصر سنگین نیست.

منابع

1. باقری‌فام، س. لکزیان، ا. فتوت، ا. خراسانی، ر. 1393. تثبیت شیمیایی آرسنیک و آنتیموان در خاک به کمک اکسیدهای منگنز، آهن، آلومینیوم و ژئولایت اصلاح شده و تثبیت گیاهی در حضور قارچهای میکوریزا، رساله دکتری/ دانشگاه فردوسی مشهد
2. بوزرجمهری، خ. مظفری، ز. 1396. تغییر روشهای بهره برداری بومی و پیامدهای آن بر محیط زیست بیرونی (مطالعه موردی: معدن فیروزه نیشابور در روستاهای معدن علیا و سفلی). اولین همایش فیروزه: صنعت و هنر. دانشگاه نیشابور
3. دهرآزما، ب. رحمتی، ش. اصغری، ح. ر. صادقیان، م. 1394. ارزیابی تاثیر معدن متروکه مس چغندر سر بر غلظت عناصر سنگین در خاک و گیاهان بومی منطقه. (جنوب غرب عباس آباد). نشریه علمی- پژوهشی مهندسی معدن، دوره دهم، شماره 27، صفحه 81-94
4. غفاری، ا. فقیه‌نایی، م. ع. میرحبیبی، ع. ر. 1386. فراوری فیروزه از باطله سنگ های فیروزه ایران. ششمین کنگره سرامیک ایران
5. فهیم، ا. بجستانی مظلومی، ع. ر. 1395. ارزیابی منابع مختلف پرتوزایی در منطقه معدن نیشابور و اثرات زیست محیطی آن. سی و پنجمین گردهمایی علوم زمین
6. کریمپور، م. ح. ملکزاده شافارودی، آ. اسفندیاریور، ا. محمدنژاد، ح. (گروه پژوهشی اکتشاف ذخایر معدنی شرق ایران. دانشگاه فردوسی، 1390). معدن فیروزه نیشابور: نخستین کانیه سازی مس، طلا، اورانیم و عنصر نادر خاکی سبک نوع IOCG در ایران. مجله زمین شناسی اقتصادی، (شماره 2)، جلد 3، صفحه 193 تا 216
7. مر، ف. دهقانی، ش. کشاورزی، ب. 1393. تعیین غلظت عناصر کمیاب در خاک و گیاهان اطراف معدن مس میدوک. مجله زمین شناسی اقتصادی، جلد 6، شماره 2، صفحه 305-314
8. منصوری گندمانی، ا. رشیدنژاد، ن. ا. امامجمعه، ا. 1395. بررسی محلولهای جامد خانواده فیروزه در معادن نیشابور و میدوک براساس دادههای EPMA، سومین همایش ملی گوه‌شناسی و بلورشناسی انجمن بلورشناسی و کانی شناسی ایران، دانشگاه شهید بهشتی
9. میرپاریزی، ا. بارانی مطلق، م. موحدی نائینی، ع. ر. قربانی نصرآبادی، ر. بختیاری، س. 1397. اثر کاربرد خاکی سرباره مس و ترکیبات آلی بر فراهمی آهن و رشد گیاه سورگوم. مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی)، جلد 41، شماره 2
10. نصیری، ا. توکلی، ج. 1395. ارزیابی نقش استخراج معدن بر پایداری سکونتگاه های روستایی (مطالعه موردی: روستاهای پیرامون معادن طلای ساریگونی و پوکه قزلجه کند شهرستان قروه. پیشنهاد کارشناسی ارشد



11. نوروزی، پ.، فرقانی تهرانی، گ.، قدیمی، س. 1397. تعیین منشأ و ارزیابی عناصر جزئی در خاکهای محدوده معدن روی- سرب انگوران زنجان. اولین همایش ملی راهبردهای مدیریت منابع آب و چالشهای زیست محیطی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

12. Ali, F., Peng, Q., Wang, D., Cui, Z., Huang, J., Fu, D., and Liang, D. 2017. Effects of selenite and selenate application on distribution and transformation of selenium fractions in soil and its bioavailability for wheat.(*Triticum aestivum* L.) *Environmental Science and Pollution Research*. 24(9): 8315-8325.
13. Alloway, B. J. (1995). *Heavy metals in soils*, 2nd (ed.), Blackie Academic and professional. London, England. (pp. 38-303).
14. Altaş L. Inhibitory effect of heavy metals on methane-producing anaerobic granular sludge. *J Hazard Mater* 2009;162: 1551-6.
15. Anthony, John W ; Bideaux, Richard A ; Bladh, Kenneth W ; Nichols, Monte C , eds. . (2000) "Turquoise". *Handbook of Mineralogy* .(PDF) IV. Chantilly, VA: Mineralogical Society of America. ISBN 0962209732. Archived .(PDF) from the original on 2012-02-11
16. Berman, H ; Frondel, C. .(1951) *Dana's System of Mineralogy*. II .(7th ed.) Wiley. pp. 946-951
17. Berti, W. R. and Cunningham, S.D;2000; "Phytostabilization of metals.in: Raskin I, Ensley BD(Eds) *Phytoremediation of toxic metals using plant to clean up the environment*". John Wiley & Sons, Inc., New York, p. 71-88.
18. Jarup, I;2003; "Hazards of heavy metal contamination", *British Medical Bulletin*, Vol. 68: p.167-182.
19. Mohammadi M, Fotovat A, Haghniya G. Efficiency of sand - soil - organic matter filter, the removal of heavy metals copper, nickel, zinc and chromium from industrial wastewater. *J Soil Water* 2009;23: 262-51 [in Persian].
20. Papa, S., Bartoli, G., Pellegrino, A., & Fioretto, A. (2010). Microbial activities and trace element contents in an urban soil. *Environmental monitoring and assessment*, 165(1-4), 193-203.
21. Qin, C., Luo, C., Chen, Y., Shen, Z.;2012, "Spatial-Based Assessment of Metal Contamination in Agricultural Soils Near an Abandoned Copper Mine of Eastern China". *Bull Environ Contam Toxicol*, Vol. 89: p. 113-118.
22. Sterckeman T, Douay F, Proix N, Fourrier H, Perdrix E. Assessment of the contamination of cultivated soils by eighteen trace elements around smelters in the North of France. *Water Air Soil Pollut* 2002;135(1-4): 173-94.