جذب نیکل به وسیله کانی‌های زئولیت، بنتونیت و سپیولیت طبیعی ایران

* عاطفه فیض بخشیان[1]، حسین شریعتمداری[2]، حسین خادمی[2].

1- دانشجوی کارشناسی ارشد و 2- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی – دانشگاه صنعتی اصفهان
*نویسنده مسئول email : a.feizbakhshian@ag.iut.ac.ir

چکیده

با توجه به مشکلات زیست محیطی فلزات سنگین، یافتن راهی مناسب برای حذف و یا جلوگیری از ورود آن ها به چرخه غذایی، ضروری به نظر می رسد. استفاده از تثبیت شیمیایی این فلزات با بکارگیری برخی مواد طبیعی یکی از بهترین روش‌های شناخته شده در این زمینه است. در این رابطه رس‌ها از مهم‌ترین جاذب‌های طبیعی بوده وشناخت رفتار جذبی آن‌هادر مدیریت تثبیت ایتن فلزات در خاک بسیار مهم است. در این پژوهش همدماهای جذب عنصر نیکل به وسیله‌ی سه کانی طبیعی از معادن ایران، شامل زئولیت، بنتونیت و سپیولیت بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اولیه نیکل در محلول مقدار جذب این عنصر توسط کانی افزایش می یابد. با توجه به ضرایب تبیین به دست آمده مدل فروندلیخ برازش بهتری نسبت به مدل لانگمیر برای تعریف جذب هر سه کانی نشان داد.

کلمات کلیدی:**تثبیت شیمیایی، فلزات سنگین، رس، لانگمیر، فروندلیخ، همدمای جذب**.

مقدمه

آلودگی فلزات سنگین در خاک یکی از مهم‌ترین مسائل زیست محیطی جهان است. به طوری که استفاده بی‌رویه از فاضلاب‌ها، انتشار شیرابه‌های حاوی فلزات سنگین، استخراج معادن و پیشرفت سریع صنایع باعث تجمع فلزات سنگین در خاک شده است (وانگ و پنگ 2010). یکی از موثرترین راه‌هایی که برای حذف یا تثبیت فلزات سنگین شناخته شده است، تثبیت شیمیایی با افزایش برخی مواد غیرسمی به خاک است (سینگر1989). در این مورد افزاینده‌های مختلفی نظیر آهک، زئولیت، کانی‌های رسی، کمپوست، پیت، خاکسترآتشفشانی، کانی‌های فسفاته، اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و بقایای گیاهی استفاده شده است (سینگر 1989). به علت سطح ویژه زیاد، ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد، قیمت ارزان و سهولت دسترسی، زئولیت و بنتونیت (حمیدپور و همکاران2010 و سینگر 1989) و سپیولیت (دونات 2009) به عنوان مؤثرترین مواد برای برهمکنش با فلزات سنگین در خاک‌ها و آب‌های آلوده شناخته شده‌اند. زئولیت‌ها گروهی از آلومینوسیلیکات‌های هیدراته متبلور با خلل و فرج‌های ریز هستند که دارای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مناسب از قبیل تبادل کاتیونی، غربال‌گری مولکولی، کاتالیز و جذب می‌باشند (وانگ و همکاران 2010). حمیدپور و همکاران (2010) میزان جذب کادمیوم و سرب از زئولیت و بنتونیت را در آزمون‌های آزمایشگاهی وگلدانی بررسی کردند. فاکتورهای انتقال فلز از خاک به گیاه به نوع یون فلزی، جاذب و میزان یون فلزی جذب شده بستگی دارد. این مطالعه نشان داد که Cd و Pb جذب شده توسط زئولیت تحرک و قابلیت دسترسی کمتری نسبت به بنتونیت دارد. آزادسازی Cd و Pb از زئولیت فرآیند بسیار کندی است، بنابراین زئولیت پتانسیل زیادی برای تثبیت Cd و Pb از محیط‌های آلوده دارد. رس‌های اسمکتیت از نوع بنتونیت، از رس‌هایی است که برای برداشت فلزات سنگین بیش از همه توصیه می‌شود. رس‌های بنتونیت دارای ویژگی‌های جذبی خوبی بوده و به عنوان یکی از مواد معمول در حذف فلزات سنگین به کار می‌روند (ویرا و همکاران 2010). سپیولیت از جمله کانی‌های منحصر به فرد خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک جهان به شمار می‌رود که معمولاً همراه با گچ یا کانی‌های کربناتی مانند

کلسیت یافت می‌شود. این کانی که به رس ویژه معروف است، دارای کاربردهای مختلف صنعتی و زیست محیطی نیز می‌باشد (شیا و همکاران 2009). در طول دهه‌های گذشته نیکل را به عنوان فلزی که ذاتاً سمی است می‌شناختند، زیرا غلظت آن در بسیاری از مواد غذایی بسیار بیشتر از آنچه که برای بدن موجودات زنده ضروری است بوده و در نتیجه ایجاد مسمومیت می‌نمود. اخیراً نیکل به عنوان عنصر ضروری برای گیاه شناخته شده است (آلووی 1997). فعالیت‌های بشر باعث افزایش غلظت نیکل در محیط شده است. آهکی بودن یکی از شرایطی است که از قابل دسترس بودن نیکل می‌کاهد (پیس و جونز 1997). اطلاعاتی در رابطه با جذب و آزادسازی فلزات سنگین از نمونه‌های زئولیت، بنتونیت و سپیولیت در خارج از ایران وجود دارد. همچنین انتقال این عناصر از خاک به گیاه وکاربرد این کانی‌ها به عنوان پالاینده‌ی خاک تا حدودی بررسی شده است. هدف این مقاله بررسی واکنش جذب نیکل بر سه کانی زئولیت، بنتونیت و سپیولیت طبیعی ایران است.

مواد و روشها

جذب‌کننده‌ها

نمونه‌های کانی زئولیت مورد استفاده در این تحقیق از معدن سمنان و بنتونیت و سپیولیت از معادن یزد تهیه شد. نمونه‌های کانی به صورت پودر درآمده و از الک با مش 270 (0/05mm) عبور داده شد. نمونه‌های کانی پس از آهک زدایی و اشباع با محلول کلسیم 0/5 نرمال در آون خشک و مجدداً از الک 270 عبور داده شد. همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) کانی‌ها به روش استات سدیم اندازه‌گیری شد.

همدماهای جذب

مقادیر 0/3 گرم از کانی‌های زئولیت، بنتونیت و سپیولیت به ظروف پلی اتیلن حاوی30 میلی لیتر الکترولیت زمینه نیترات کلسیم0/01 مولار و مقادیر متفاوت نیکل (5، 10، 15، 45، 80، 120، 180 و 250 میلی گرم در لیتر) اضافه شد. نمونه‌های سوسپانسیون در دمای آزمایشگاه به مدت 24 ساعت تکان داده شد. بعد از اتمام این زمان، به وسیله سانتریفوژ(با شتاب 10000 g در مدت 10 دقیقه) بخش محلول تعادلی از بخش جامد جدا و غلظت نیکل آن‌ها با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری و میزان جذب این فلز تعیین گردید. مدل های لانگمیر و فروندلیخ جهت تعریف همدمای جذب استفاده شدند.

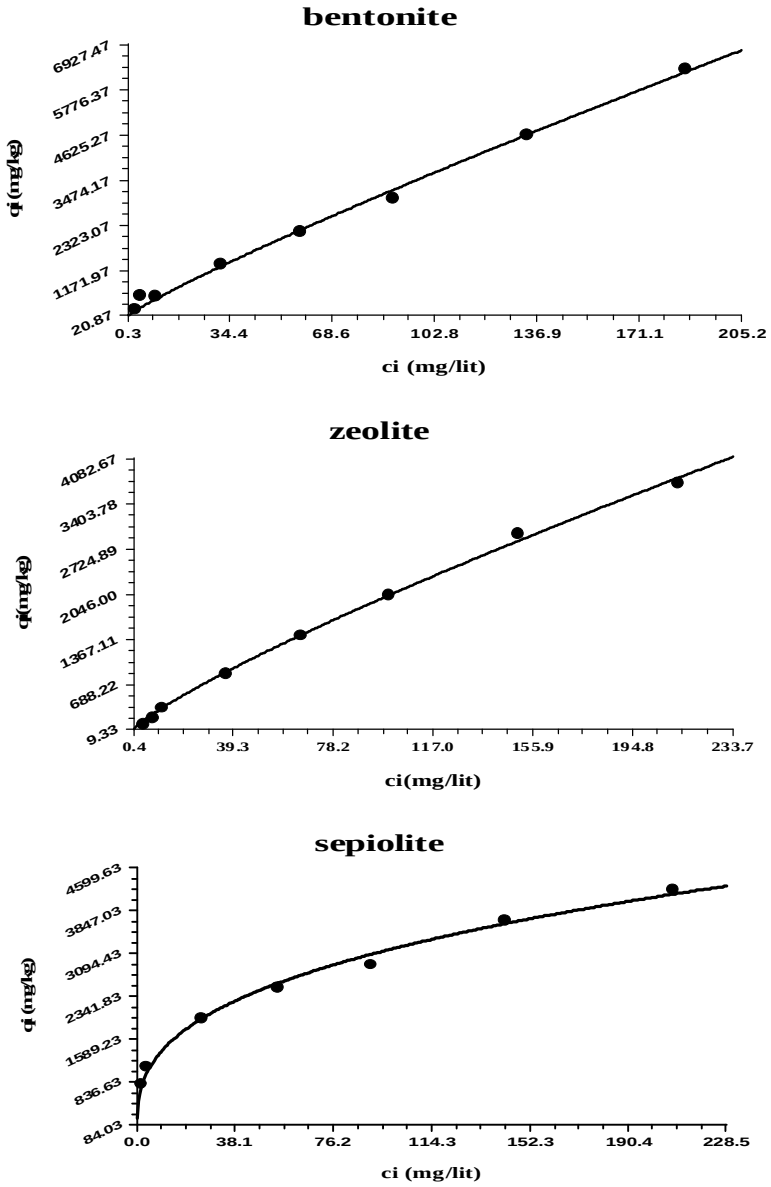
نتایج و بحث

ظرفیت تبادل کاتیونی کانی های مورد استفاده در آزمایش در جدول 1 آمده است.

جدول 1- ظرفیت تبادل کاتیونی کانی‌ها

کانی	ظرفیت تبادل کاتیونی ($Cmol(+)kg^{-1}$)
زئولیت سمنان	112/3
بنتونیت یزد	47/8
سپیولیت یزد	3/7

همدماهای جذب نیکل توسط سه کانی مختلف که با مدل فروندلیخ برازش یافته است، نیز در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1- جذب نیکل توسط کانی های سپیولیت، زئولیت و بنتونیت

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اولیه نیکل در محلول مقدار جذب این عنصر توسط کانی افزایش می یابد. رفتار جذب برای کانی های مختلف تفاوت نشان داد، به طوری که شیب افزایش جذب برای بنتونیت بیش از دو کانی دیگر بود.

جدول 2 برازش مدل‌های لانگمیر و فروندلیخ را بر همدماهای جذب نیکل توسط سه کانی مورد آزمایش نشان می‌دهد. در مجموع با توجه به ضرایب تبیین به دست آمده مدل فروندلیخ برازش بهتری برای همدماهای جذب هر سه کانی نشان داد. در مطالعه ویرا و همکاران حذف نیکل توسط رس بنتونیت حرارت دیده در یک بستر متخلخل بررسی شد. رس بنتونیت حرارت‌دیده، نیکل را با حداکثر ظرفیت جذب سطحی 1/91 میلی‌گرم فلز برگرم رس حذف کرد. مدل لانگمیر بهترین تبیین را برای همدماهای جذب ارائه کرد (ویرا و همکاران 2010).

جدول 2- مقایسه برازش مدل‌های لانگمیر و فروندلیخ بر داده‌های جذب نیکل توسط کانی‌های سپیولیت، زئولیت و بنتونیت

کانی	مدل لانگمیر			مدل فروندلیخ		
	K_L	q_{max}	R^2	K_F	N	R^2
سپیولیت	0/0325	4407/69	0/904	623/97	0/354	0/995
زئولیت	0/0019	12638	0/999	45/07	0/827	0/997
بنتونیت	0/0008	46718	0/992	59/89	0/888	0/994

همچنین شیروانی ویژگی‌های جذبی کانی‌های پالیگورسکیت، سپیولیت و کلسیت برای عنصرکادمیوم را بر اساس همدماهای جذب بررسی و مشاهده کرد که مدل‌های لانگمیر و فروندلیخ همدماهای جذب کادمیوم به وسیله سه کانی مذکور را به خوبی توصیف نمودند. مدل لانگمیر در سیستم‌های پالیگورسکیت و کلسیت و مدل فروندلیخ در سیستم سپیولیت برازش بهتری داشتند (شیروانی 1385).

با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد رس های طبیعی به ویژه کانی زئولیت دارای ظرفیت زیادی برای جذب فلزات سنگین از محلول باشند و در رفع آلودگی‌های زیست محیطی به کار روند.

منابع

1- شیروانی، م. 1385. برهم‌کنش کادمیوم با کانی‌های پالیگورسکایت، سپیولیت وکلسیت. رساله دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

2- Alloway, W. H. 1977. Food chain aspects of the use of organic residues. PP. 283-298. In: Elliott, L. F. and F. J. Stevenson(Eds.), Soils for Management of organic Wastes and Waste Water. ASA. CSSA. SSSA. Madison, Wisconsin USA.

3- Donat, R. 2009. The removal of uranium (VI) from aqueous solutions onto natural sepiolite. J. Chem. Thermodynamics 41 :829–835.

4- Hamidpour, M., M. Afyuni., M. Kalbasi., A. H.Khoshgoftarmanesh and V. J. Inglezakis. 2010. Mobility and plant-availability of Cd(II) and Pb(II) adsorbed on zeolite and bentonite, Applied Clay Science doi: 10.1016/j.clay.2010.01.004.

5- Pais, I. and J. B. Jones. 1997. The Handbook of Trace Elements. St. Lucie Press. Boca Raton, Florida.

6- Singer, A. 1989. Palygorskite and sepiolite group minerals. PP. 829-872. In J. B. Dixon, S. B. Weed(Eds.) Minerals in Soil Environments. 2nd ed. SSSA Book Ser. 1. SSSA, Madison, WI.

7- Shia, W., H. Shaoa., H. Li., M. Shaoa and Sh. Dua. 2009. Progress in the remediation of hazardous heavy metal-polluted soils by natural zeolite. Journal of Hazardous Materials 170: 1–6.

8- Vieira, M.G.A., A.F. Almeida Neto., M.L. Gimenes and M.G.C. da Silva. 2010. Sorption kinetics and equilibrium for the removal of nickel ions from aqueous phase on calcined Bofe bentonite clay. Journal of Hazardous Materials 177: 362–371.

9- Wang, SH. and Y. Peng. 2010. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. Chemical Engineering Journal 156 :11–24.