مطالعه برخی از عوامل مؤثر بر جذب سطحی کادمیوم در یک خاک آهکی

وحیده محمودزاده[1]، احمد گلچین[2]، عیلرضا واعظی[3]، فاطمه بابائی[4]

1- کارشناس ارشد خاکشناسی دانشگاه زنجان

2- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان

3- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان

4- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه زنجان

v.mahmoodzade@yahoo.com

چکیده

جذب یک فلز توسط خاک به ویژگی‌های فلز، خاک و شرایط محیط نظیر نسبت فاز جامد به محلول و زمان تعادل بستگی دارد. به منظور بررسی تأثیر نسبت فاز جامد به محلول و زمان تعادل بر میزان جذب کادمیوم توسط یک خاک آهکی یک آزمایش جذب سطحی به روش عصاره‌گیری ناپیوسته یک‌مرحله‌ای به مرحله اجرا در آمد. نتایج نشان داد با افزایش نسبت فاز جامد به محلول و در مدت زمان 24 ساعت میزان غلظت تعادلی کادمیم کاهش می‌یابد. با افزایش زمان تعادل، غلظت کادمیوم در محلول تعادلی کاهش یافت تا به حد ثابتی رسید. همچنین مدل فروندلیچ و لنگمویر به داده‌های جذبی برازش داده شد. مدل فروندلیچ بهترین برازش را با داده‌های آزمایشگاهی داشت.

کلمات کلیدی: جذب کادمیوم، خاک‌های آهکی، زمان تعادل، نسبت فاز جامد به محلول.

مقدمه

کارخانه سرب و روی زنجان که در 12 کیلومتری شهر زنجان و در قسمت شرقی این شهر واقع شده است به دلیل قرار داشتن بر روی آبخوان تأمین‌کننده آب شرب شهر و مجاورت با مناطق روستایی و کشاورزی به عنوان یک منبع آلوده کننده محیط زیست مطرح است (محمدیان و همکاران، 1387). به علت رابطه ژئوشیمیایی میان روی و کادمیوم این دو عنصر اغلب با هم یافت می‌شوند، بدین ترتیب تمام صنایع مرتبط با روی به نوعی در آزادسازی کادمیوم در محیط دخیل هستند (خانبلوکی، 1384). از بین یون‌های تهدید کننده محیط زیست این یون بطور ضعیفی با ذرات خاک پیوند ایجاد می‌کند و بعلت جایگزین شدن با کاتیون‌های رقیب نظیر یون Ca^{2+} اغلب مستعد آبشویی بوده و در نتیجه بیشتر قابل دسترس می‌باشد. بنابراین فلز مذکور نسبت به فلزاتی که با ذرات خاک پیوندهای قوی تشکیل می‌دهند، بیشتر محیط زیست را تهدید می‌کند (هارتر و نای‌دو، 2001). بنابراین کادمیوم می‌تواند در خاک به فرم متحرک و بالقوه سمی وجود داشته باشد که برای سلامت انسان و حیوانات خطرناک است. به هنگام ارزیابی پایایی و تحرک کادمیوم در خاک برخی پارامترها نظیر جذب و ضریب توزیع K_d بایستی در نظر گرفته شود. یکی از ساده‌ترین روشها برای ارزیابی جذب فلزات سنگین روش عصاره‌گیری ناپیوسته یک‌مرحله‌ای می‌باشد (دو و همکاران، 2004). جذب یک فلز توسط خاک تابع خصوصیات خاک، فلز و محیط نظیر نسبت فاز جامد به محلول، زمان تعادل بین خاک و محلول و ... می‌باشد (جلالی و محرمی، 2007). بدیهی است که در نظر نگرفتن این فاکتورها منجر به ایجاد شرایط مغایر با شرایط طبیعی و تخمین غیرواقعی میزان جذب فلز توسط خاک خواهد شد. هدف این تحقیق ارزیابی رفتار جذب سطحی کادمیوم با تغییر نسبت فاز جامد به محلول و زمان تعادل می‌باشد.

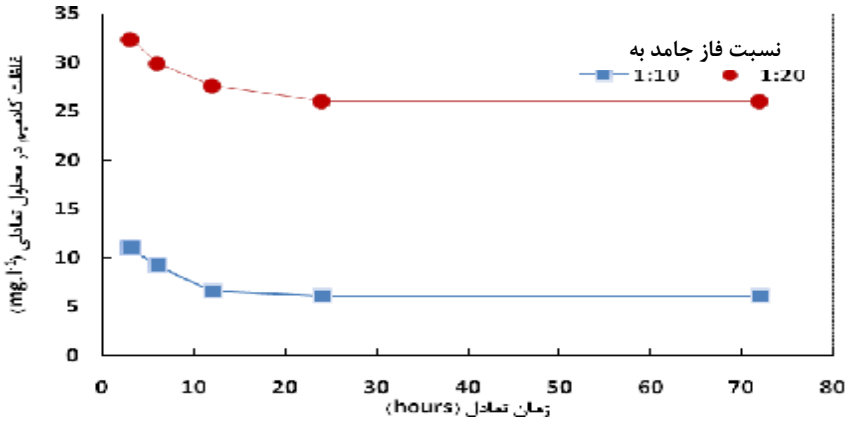
مواد و روشها

خاک مورد استفاده در آزمایش از عمق صفر-30 سانتیمتری یک خاک زراعی واقع در استان زنجان نمونه‌برداری گردید. به منظور انجام مطالعات آزمایشگاهی ابتدا نمونه‌ها هواخشک و سپس از الک 2 میلی‌متری عبور داده شدند. خاک نمونه‌برداری شده دارای بافت لوم شنی با pH 7/48 و ظرفیت تبادل کاتیونی 14/67 میلی‌اکی‌والان بر 100 گرم خاک بود. به منظور تعیین زمان تعادل مناسب در ابتدا آزمایش سینتیک صورت گرفت. این آزمایش در دو نسبت فاز جامد به محلول (1:10 و 1:20) صورت گرفت. مقدار 4 و 2 گرم خاک هوا خشک و کوچکتر از 2 میلی‌متر با 40 میلی-لیتر از محلول 200 میلی‌گرم بر لیتر نیتراتکادمیوم، در لوله‌های سانتریفوژ 50 میلی‌لیتری ریخته شد و این سوسپانسیون‌ها به مدت 2 ساعت در دمای اتاق (25درجهٔ سانتیگراد) با دستگاه شیکر (سرعت 100 دور در دقیقه) تکان داده شدند و در دوره‌های زمانی مختلف شامل 3، 6، 12، 24 و 72 ساعت در دمای 25 درجهٔ سانتیگراد نگهداری شدند تا به تعادل برسند. بعد از سپری شدن زمان تعادل، سوسپانسیون‌ها به مدت 10 دقیقه با دور 2000 در دقیقه سانتریفوژ شدند و در نهایت غلظت کادمیوم در عصارهٔ زلال رویی، توسط دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. به منظور بررسی اثر نسبت‌های مختلف فاز جامد به محلول (1:10 و 1:20) بر جذب کادمیوم از محلول‌هایی با غلظت‌های 10، 25، 50، 100 و 200 میلی‌گرم در لیتر کادمیوم، اندازه‌گیری غلظت کادمیوم در محلول تعادلی مطابق با روش فوق صورت گرفت و مقدار کادمیوم جذب سطحی شده محاسبه گردید. مدل‌های هم‌دمای جذب خطی لنگمویر و فروندلیچ توسط نرم‌افزار MATLAB بر روی داده‌های آزمایشی برازش داده شدند. آزمایشات در سه تکرار به انجام رسیدند.

نتایج و بحث

اثر زمان تعادل

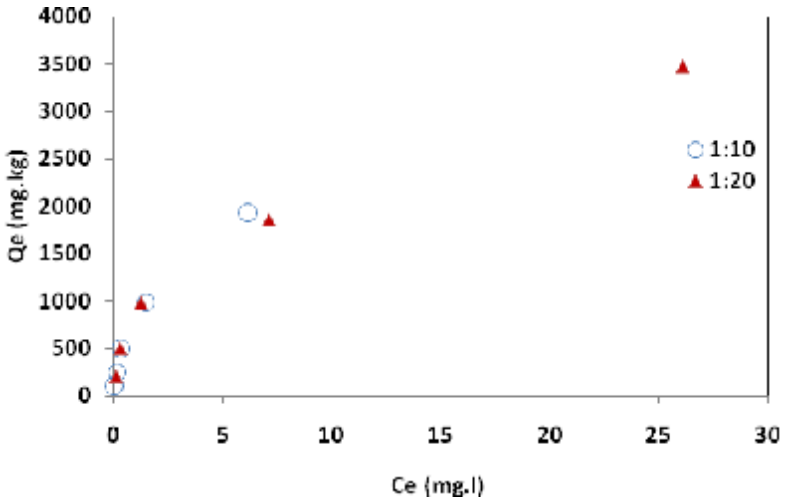
نتایج حاصل از تأثیر زمان تعادل بر غلظت کادمیوم در محلول تعادلی در غلظت اولیه 200 میلی‌گرم بر لیتر و با نسبتهای مختلف فاز جامد به محلول نشان داد که در این غلظت، جذب کادمیوم تا 24 ساعت سریع بوده و بعد از آن ثابت می‌شود در نتیجه 24 ساعت زمان برای رسیدن به تعادل کافی است (شکل 1). کاهش غلظت کادمیوم محلول با زمان بیانگر وابستگی جذب به زمان است که با نتایج سوانتجنز و همکاران (2001)، دو و همکاران (2004) و سوآگ و همکاران (2009) مطابقت دارد.



شکل 1- تغییرات زمانی غلظت کادمیوم محلول در غلظت اولیه 200 میلی‌گرم در لیتر کادمیوم در نسبت‌های 1:10 و 1:20 فاز جامد به محلول

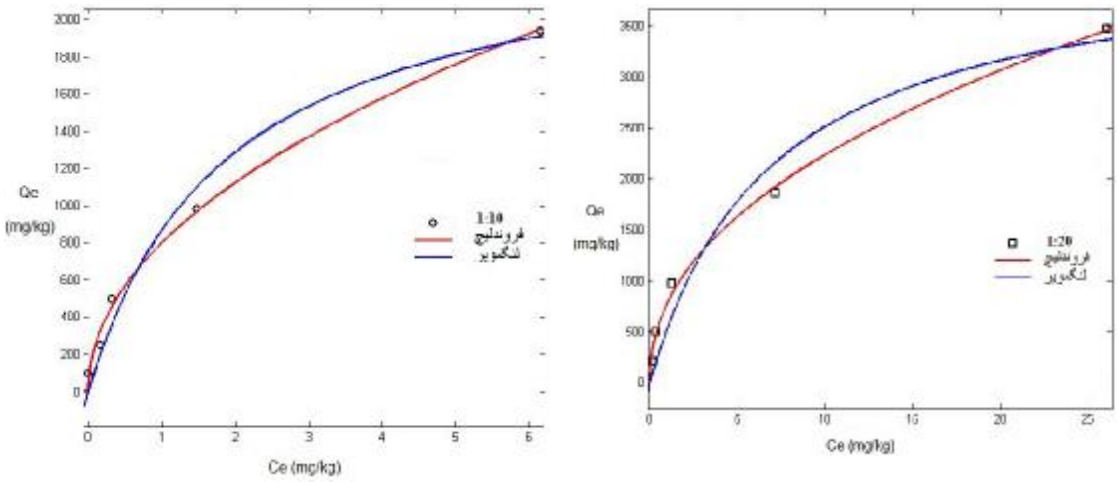
اثر نسبت فاز جامد به محلول

اثر نسبت فاز جامد به محلول بر جذب کادمیوم در شکل (2) نشان داده شده است. منحنی‌های هم‌دمای جذب نشان می‌دهند که غلظت تعادلی کادمیوم در فاز محلول با افزایش نسبت فاز جامد به محلول، کاهش می‌یابد (شکل 2) که با یافته‌های هارتر و نای‌دو (2001) و دو و همکاران (2004) در مورد سایر عناصر مطابقت داشت.



شکل 2- اثر نسبت فاز جامد به محلول بر غلظت کادمیوم در محلول تعادلی (Ce) و میزان کادمیوم جذب شده در فاز تبادلی (Qe) در نسبتهای 1:10 و 1:20

نتایج حاصل از برازش مدل‌های فروندلیچ و لانگمویر یک‌سطحی بر روی داده‌های آزمایشگاهی نشان داد که در دو نسبت فاز جامد به محلول مدل فروندلیچ برازش بهتری بر روی داده‌های آزمایشگاهی دارد (شکل 3) و ضریب تبیین (r^2) این مدل در هر دو نسبت فاز جامد به محلول برابر 0/99 بود. با کاهش نسبت فاز جامد به محلول از 1:10 به 1:20 ضریب K_d معادله فروندلیچ کاهش و ضریب n افزایش یافت (جدول 1) که با نتایج فیلیپی و همکاران (2007) مطابقت دارد. متفاوت بودن مقادیر K_d در دو نسبت مختلف فاز جامد به محلول، بیانگر وابستگی آن به نسبت فاز جامد به محلول در آزمایشات عصاره‌گیری ناپیوستهٔ یک مرحله‌ای می‌باشد. در مقادیر ضریب توزیع پایین ضریب توزیع فلزات به صورت ضعیف پیوند یافته‌اند و اکثر فلزات موجود در سیستم خاک، در محلول خاک باقیمانده و برای فرایندهای شیمیایی، انتقال و جذب توسط گیاه قابل‌دسترس می‌باشند. در حالیکه مقادیر بالاتر K_d بیانگر تحرک کمتر و نگهداشت بالای فلزات در خاک می‌باشد در این مقادیر انرژی پیوند بیشتر بوده و فلزات به صورت اختصاصی جذب سطح شده‌اند (جلالی و محرمی، 2007).



شکل3- برازش مدل‌های‌لنگمویر و فروندلیچ غیرخطی به داده‌های جذبی در نسبتهای 1:10 و 1:20 فاز جامد به محلول

جدول 1- ضرایب تبیین برازش و پارامترهای مدل فروندلیچ و لنگمویر برای کادمیم در نسبتهای 1:10 و 1:20 فاز جامد به محلول

نسبت فاز جامد به محلول	پارامتر های مدل فروندلیچ			پارامترهای مدل لانگمویر		
	kd	n	r	k	b	r
1:10	799/5	2/041	0/9887	0/5348	2489	0/9724
1:20	782/8	2/193	0/9946	0/1431	4269	0/9398

منابع

خانبلوکی گ، 1384. تأثیر عصاره کود مرغی بر حرکت عناصر روی، سرب و کادمیوم با استفاده از ستون‌های آبشویی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه همدان.

محمدیان م.، ج نوری، ن افشاری، ج نصیری و م نورانی. 1387. بررسی غلظت فلزات سنگین در چاه‌های آب مجاور کارخانه سرب و روی زنجان. مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره اول، شماره اول. صفحات 56-51.

Du YJ, Hayashi S and Xu YF, 2004. Some factors controlling the adsorption of potassium ions on clayey soils. Applied Clay Science 27: 209-213.

Harter RD and Naidu R, 2001. An assessment of environmental and solution parameter impact on trace metal sorption by soils. Soil Science Society American Journal 65(3):597-612.

Jalali M and Moharrami S, 2007. Competitive adsorption of trace elements in calcareous soils of western Iran. Geoderma 140:156-163.

Phillippi JM, Loganathan VA, Mclndoe MJ, Barnett MO, Clement TP and Roden EE, 2007. Theoretical solid/solution ratio effect on adsorption and transport: uranium (VI) and carbonate. Soil Science Society American Journal 71:329-335.

Seuntjens P, Tirez K, Simunek J, Van Genuchten MTH, Cornelis C and Geuzens P, 2001. Aging effects on cadmium transport in undisturbed contaminated sandy soil column. J. Environ. Qual 30: 1040-1050.

Souag R, Touaibia D, Benayada B and Boucenna A, 2009. Adsorption of heavy metals (Cd, Zn and pb) from water using keratin powder prepared from algerien sheep hoofs. European Journal of Scientific research 35(3):416-425.