جذب کادمیم در لایه‌های مختلف یک خاک آهکی

احمدمرادی، محمدعلی حاج‌عباسی، حسین‌شریعتمداری و مجیدافیونی
به‌ترتیب : دانشجوی‌کارشناسی‌ارشد، دانشیار، استادیار و دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

خاک پذیرنده نهایی بسیاری از ترکیبات زاید حاصل از فعالیت‌های بشر است. آلاینده‌هایی که وارد خاک می‌شوند ممکن است تحت فرایندهای جذب بوسیله گیاهان، تجمع در خاک، تجزیه بیولوژیکی و شیمیایی و آبشویی قرار گیرند. رفتار کادمیم در خاک تا حدود زیادی با فعل وانفعالاتی که با بخش جامد خاک دارد شناخته می‌شود زیرا این واکنش‌ها تعیین‌کننده مقدار کادمیم قابل دسترس برای جذب توسط گیاه و نیز آبشویی می باشند(۱).مطالعات قبلی نشان داده‌اند که کادمیوم و دیگر عناصر سنگین در دامنه وسیعی از خاک‌ها به شدت جذب ذرات جامد خاک می‌شوند(۴). همچنین جذب وحرکت عناصر سنگین در دامنه وسیعی از خاک‌ها با همدما- های جذب فرندلیچ و لانگمویر به خوبی توصیف شده‌اند(۲). اگرچه بیش از ۸۵ سال از معرفی همدما های جذب فروندلیچ ولانگمویر می‌گذرد اما هنوز از معمول‌ترین معادلات برای توصیف جذب عناصر در خاک به شمار میروند. بی‌شک این موفقیت را می‌توان به سادگی کاربرد و توانایی توصیف در دامنه وسیعی از خاک‌ها و داده‌های جذب مربوط دانست(۳).

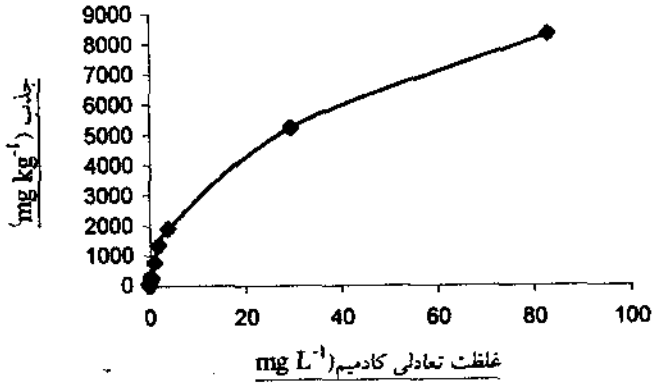
هدف از این تحقیق بررسی جذب کادمیم در عمق‌های مختلف یک خاک آهکی و برازش مدل‌های مختلف بر داده‌های جذب می‌باشد. همچنین سعی می‌شود به ارتباط بین پارامترهای جذب وخصوصیات خاک پرداخته شود.

مواد و روشها

این تحقیق در منطقه خاتون‌آباد در۲۰ کیلومتری شمال شرق اصفهان واقع در طول جغرافیایی۵۱۴۵شرقی و عرض جغرافیایی۴۰و۳۲ شمالی اجرا گردید. خاک‌های این منطقه بر اساس تاکسونومی خاک(۱۹۹۸) در حد فامیل به صورت کرومیک، هاپلوتورتز، فاین، کربناتیک، ترمیک رده‌بندی می‌شوند. افق‌های مشخصه این خاک‌ها به ترتیب (۲۰- ۰) Ap، (۵۰- ۲۰)Bw و (+۵۰)Bwss سانتیمتر می باشد که افق شخم دارای بافت رسی (۴۰٪ رس) و ماده آلی نسبتا" خوب(۱/۹۶٪) و افقBwss دارای رس زیاد(۵۳٪) می باشد. برای انجام آزمایش جذب از هر سه لایه خاک نمونه‌برداری شده و نمونه‌های خاک پس از هواخشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. آزمایش جذب برای خاک عمق‌های مختلف جداگانه انجام شد. بدین منظور ۲ گرم خاک با ۴۰ میلی لیتر از محلول‌های با غلظت‌های مختلف ۰، ۰۵/ ۰، ۱/ ۰، ۵/ ۰، ۱، ۳، ۷، ۱۵، ۴۰، ۷۰، ۱۰۰، ۲۵۰ و۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیم مخلوط شد. قدرت یونی سوسپانسیون‌ها بوسیله محلول ۱مولار کلرید کلسیم به قدرت یونی بالاترین تیمار رسانیده شد. نمونه‌ها به مدت۱۶ ساعت توسط دستگاه تکان دهنده برقی به هم زده شده پس از آن عصاره‌گیری و بوسیله دستگاه جذب اتمیک پرکین المر مدل۳۰۳۰ غلظت تعادلی کادمیوم اندازه گیری گردید. اختلاف غلظت اولیه و غلظت تعادلی کادمیم میزان جذب توسط خاک را نشان می دهد. این مراحل برای خاک‌های عمق‌های مختلف هر کدام درسه تکرار انجام شده ومدلهای جذب لانگمویر، فروندلیچ و خطی برداده‌های حاصل از جذب برازش داده شد.

نتایج و بحث

مقادیر جذب در مقابل غلظت‌های تعادلی برای خاک سطحی در شکل (۱) نشان داده شده است. منحنی جذب را می توان به دو ناحیه با شیب متفاوت تقسیم کرد، ناحیه اول با شیب زیاد و نزدیک به حالت خطی و ناحیه دوم با شیب کمتر و با انحنای بیشتر بدنبال ناحیه اول قرار دارد. این موضوع را می‌توان به سطوح متفاوت جذب یا مکانیزم‌های مختلف جذب کادمیوم نسبت داد. در قسمت اول سطوح با تمایل شدید به جذب کادمیم و نیز جایگزینی این کاتیون دو ظرفیتی با سایر کاتیون‌های



شکل ۱- جذب کادمیوم در خاک سطحی

تک ظرفیتی و به سادگی قابل تبادل باعث جذب شدید Cd از محلول خاک شده‌اند. ناحیه دوم جذب ممکن است مربوط به ترکیبی از سطوح اختصاصی و سطوح غیر اختصاصی جذب کادمیوم باشند. همچنین احتمال رسوب کادمیم در غلظت‌های بالا وجود دارد. این موضوع با نتایج سایر محققان نیز هماهنگی دارد (۵). در حد فاصل دو ناحیه منحنی جذب حدود ۱۹٪ و در پایان ناحیه دوم ۸۰٪ از کل CEC خاک را کاتیون‌های کادمیم اشغال کرده‌اند. با تقسیم منحنی جذب به دو ناحیه غلظت‌های کم (تا غلظت اولیه ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیم) و کل دامنه غلظت‌ها مدل‌های مختلف بر داده‌های جذب برازش داده شد که نتایج در جدول (۱) آورده شده اند. در تمام عمق‌ها همدمای جذب فروندلیچ برازش بهتری نسبت به لانگمویر نشان داد. همچنین قسمت اول منحنی جذب به خوبی با مدل خطی قابل بیان است. ضرایب جذب کادمیم در عمق دوم کاهش محسوسی نسبت به خاک سطحی داشت. این موضوع را می توان به ماده آلی بیشتر خاک سطحی و کاهش شدید آن در لایه دوم نسبت داد. همچنین در لایه سوم علیرغم ماده آلی کم افزایش ۱۳٪ رس را می توان عامل بالا بودن ضریب جذب در این لایه حتی به میزان بیشتر از لایه خاک سطحی دانست.

جدول ۱- خصوصیات و معادلات جذب مختلف برازش داده شده بر خاک مورد آزمایش

عمق‌نمونه‌برداری(Cm)	همدمای جذب	معادله	ضریب تبیین
۰ - ۲۰	فروندلیچ (کل‌غلظت‌ها)*	$S=448.126C^{0.7635}$***	/۹۷۴۳
۰ - ۲۰	فروندلیچ	$S=737.225C^{0.8913}$	/۹۸۳۹
۰ - ۲۰	لانگمویر (غلظت‌های‌کم)	$S=714.285C/(1+0.064C)$	/۹۳۶۶
۰ - ۲۰	خطی (غلظت‌های‌کم)	$S=-1.88+768.85C$	/۹۸۴۶
۲۰ - ۵۰	فروندلیچ (کل‌غلظت‌ها)	$S=343.08C^{0.7763}$	/۹۸۰۳
۲۰ - ۵۰	فروندلیچ (غلظت‌های‌کم)	$S=473.69C^{0.8702}$	/۹۸۴۵
۲۰ - ۵۰	لانگمویر (غلظت‌های‌کم)	$S=526.316C/(1+0.0474C)$	/۹۱۷۵
۲۰ - ۵۰	خطی (غلظت‌های‌کم)	$S=-0.587+19.36C$	/۹۹۸۹
۵۰ - ۷۰	فروندلیچ (کل‌غلظت‌ها)	$S=465.37C^{0.7668}$	/۹۷۱۴
۵۰ - ۷۰	فروندلیچ (غلظت‌های‌کم)	$S=819.03C^{0.9114}$	/۹۸۱۱
۵۰ - ۷۰	لانگمویر (غلظت‌های‌کم)	$S=796.23C/(1+0.0692C)$	/۹۴۳۵
۵۰ - ۷۰	خطی (غلظت‌های‌کم)	$S=0.468+858.84C$	/۹۹۲۴

* کل دامنه غلظت‌های اعمال شده ، ** تا غلظت اولیه $100 mg l^{-1}$، *** $S(mg kg)$ مقدار جذب و $C (mg l^{-1})$ غلظت تعادلی محلول را نشان می‌دهد

منابع مورد استفاده

1- Boekhold, A. E. and S. E. A. T. M. Van Der Zee,1992. A scaled sorption model validated at the column scale to predict cadmium content in a spatially variable field soil. Soil Science,154(2):105-112.
2- Hinz, C, and H. M. Selim,1994.Transport of Zinc and Cadmium in soil : Experimental evidence and modeling approaches. Soil Sci. Soc. Am. J., 58:1316-1327.
3- Kinniburgh, D. G, J. A. Baker, and M. Whitfield, 1983. A comparison of some simple adsorption isotherms for describing divalent cation adsorption by ferrihydrite. J. Colloid Interface Sci.,95(2):370-384.
4- Naidu, R. ,R. S. Kookana, M. E. Sumner, R. D. Harter, and K. G. Tiller, 1990. Cadmium sorption and transport in variable charge soils: A review. J. Environ. Qual., 26:602-617.
5- O'connor,G. A., C. O'connor, and G. R. Cline,1984. Sorption of Cadmium by calcareous soils: Influence of solution composition. Soil Sci. Soc. Am. J., 48:1244-1274.