

بررسی سینتیک واجذب کادمیوم از خاکهای استان گیلان

مریم اسفندیار^۱، ابراهیم ادهمی^۲ و مهران رضایی رشتی^۳

^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ^۲ استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج.

مقدمه

شناخت سرنوشت عناصر در خاک و رسوبات به منظور حفظ سلامت انسان و محیط از آلاینده‌ها دارای اهمیت زیادی است و آلودگی ناشی از کاربرد بیش از اندازه فلزات در کشاورزی و تولیدات کودی می‌تواند برای محیط زیست و جوامع بشری بسیار خطرناک باشد [۵]. جذب و آزادسازی فلزات سنگین یکی از مهمترین فرآیندهای تأثیرگذار بر چگونگی رفتار و سرنوشت آن فلزات در خاک است. بنابراین، قابلیت دسترسی و پتانسیل سمیت آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱]. مطالعات سینتیکی از نظر ارزیابی وضعیت عناصر در خاک مورد توجه قرار می‌گیرند. در این روشها، سرعت جذب و آزادشدن عناصر در خاک تحت زمان مورد بررسی قرار می‌گیرد [۳]. در بین فلزات سنگین، کادمیوم یکی از مهمترین فلزات سمی است و بیشتر از سایر عناصر سنگین، مستعد حرکت به سمت لایه‌های پایین‌تر خاک و یا واردشدن به آبهای زیرزمینی است [۶]. اطلاعات کمی در مورد واجذب عناصر سنگین بخصوص عنصر کادمیوم در خاکهای استان گیلان در دسترس وجود دارد. با توجه به اهمیت واکنشهای واجذبی کادمیوم در خاک و نظر به اینکه تاکنون چنین مطالعه‌ای در خاکهای استان گیلان انجام نشده است، مطالعه حاضر جهت بررسی ۱- مقایسه پنج مدل سینتیکی در پیش‌بینی روند واجذبی کادمیوم افزوده شده در خاکهای زراعی؛ و ۲- تعیین همبستگی ضرایب معادلات و برخی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاکها صورت گرفت.

مواد و روشها

در این تحقیق از ۱۵ نمونه خاک دارای ویژگیهای فیزیکوشیمیایی متفاوت از نقاط مختلف استان گیلان استفاده گردید. محدوده خصوصیات مختلف این خاکها در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل با ۱ نمونه خاک و دو سطح کادمیوم (۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع کلرید کادمیوم) در دو تکرار انجام شد. به ۲۰۰ گرم از هر خاک سطوح مورد نظر کادمیوم افزوده شد و بمدت ۶ هفته در دمای 25 ± 2 درجه سانتیگراد در انکوباتور و رطوبت ۲۰ درصد وزنی نمونه‌ها خوابانیده شدند. سینتیک واجذب کادمیوم در زمانهای سه و شش هفته پس از شروع خوابانیدن بررسی گردید. مقدار ۱۰ گرم از هر نمونه خاک توسط ۲۰ میلی‌لیتر عصاره گیر DTPA در زمانهای ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۴۸۰ و ۹۶۰ دقیقه در دمای 25 ± 2 درجه عصاره‌گیری شد. غلظت کادمیوم واجذبی به وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین شد. مقادیر واجذب کادمیوم با معادلات سینتیکی مرتبه صفر، مرتبه اول، پخشیدگی پارابولیک، دو ثابتی و الوویج ساده برازش داده شدند. انتخاب بهترین معادلات جهت توضیح واجذب کادمیوم بر اساس ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد (SE) صورت گرفت، ضرایب معدلاتی که بهترین انطباق را با داده‌های واجذب کادمیوم داشتند توسط نرم‌افزار Excel محاسبه گردید و ارتباط این ضرایب با خصوصیات خاک به وسیله نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

	Clay (%)	OM (%)	Fe _o (mg kg ⁻¹)	CCE (%)	pH (1:2.5) (CaCl ₂)	CEC (cmol _(c) kg ⁻¹)
کمینه	۸	۱/۵۳	۵۸۲	۱/۵۹	۴/۲۱	۱۴/۱۸
میانگین	۳۲	۹/۷۷	۴۸۳۳	۷/۷۸	۶/۶۵	۳۵/۰۰
بیشینه	۵۰	۴/۹۱	۹۳۴۸	۱۶/۵۱	۷/۶۱	۵۱/۹۴

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌های آماری نشان داد که در تمامی تیمارهای اعمال شده، مقادیر واجذب کادمیوم دارای برازش بالایی با معادله‌های پخشیدگی پارابولیکی ($R^2_{\text{mean}}=0/81$)، دو ثابتی ($R^2_{\text{mean}}=0/88$) و الویج ساده ($R^2_{\text{mean}}=0/93$) بودند. محدوده تغییرات ضرایب این معادلات در جدول ۲ آمده است. ضرایب مربوط به معادله‌های سینتیکی فوق نیز دارای همبستگی معنی‌داری با یکدیگر هستند. مقادیر k_p از معادله پخشیدگی پارابولیکی که نشان‌دهنده میزان پخشیدگی کادمیوم می‌باشد، با ضریب β_s از معادله الویج ساده که دلالت بر میزان واجذب کادمیوم دارد، دارای رابطه منفی معنی‌داری است. بنابراین طبق یافته‌های پاولاتو و پلی-زوپولوس [۴] می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش پخشیدگی کادمیوم، مقادیر β_s و یا واجذب کادمیوم کاهش می‌یابد. بین ضرایب a و b از معادله سینتیکی دو ثابتی همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد، یعنی با افزایش ضریب a ، ضریب b کاهش پیدا می‌کند. دانگ و همکاران [۲] گزارش کردند که افزایش ضریب a و کاهش ضریب b نشان‌دهنده افزایش مقادیر واجذب از خاک می‌باشد. بررسی معادله‌های رگرسیونی چند متغیره بین ضرایب معادلات و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک نشان می‌دهد که pH و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) مهمترین ویژگی‌های خاکهای این استان در پیش‌بینی ضرایب معادله‌های سینتیکی می‌باشند.

جدول ۲- محدوده تغییرات ضرایب معادلات

	پخشیدگی پارابولیکی $K_p \times 10^3$ ($\text{mg Cd kg}^{-1} \text{s}^{-0.5}$)	دو ثابتی		الویج ساده	
		a ($\text{mg Cd kg}^{-1} \text{s}^{-1}$) ^b	b (mg Cd kg^{-1}) ⁻¹	$\alpha_s \times 10^3$ ($\text{mg Cd kg}^{-1} \text{s}^{-1}$)	β_s (mg Cd kg^{-1}) ⁻¹
کمینه	۱۰/۸۵	۰/۰۵۳	۰/۰۶۶	۱/۳۳	۰/۲۵
میانگین	۳۱/۱۰	۲/۱۸۷	۰/۲۲۵	۲۲۶/۹۰	۰/۶۷
بیشینه	۶۴/۹۲	۸/۵۰۵	۰/۴۱۳	۱۱۵۷/۴۰	۱/۴۸

منابع

- [1] Breslin, V.T., 1999. Retention of metals in agricultural soils after amending with MSW and MSW biosolids compost. *Water Air Soil Pollut.* 109: 163-178.
- [2] Dang, Y.P., D.G. Dalal, D.G. Edwards and K.G. Tiller, 1994. Kinetics of zinc desorption from vertisols. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 1392-1399.
- [3] Lindsay, W. L. 1979. *Chemical equilibria in soils*. p. 163-202. John Wiley & Sons, New York.
- [4] Pavalatou, A. and N.A. Polyzopoulos, 1988. The role of diffusion in the kinetics of phosphate desorption: The relevance of the Elovich equation. *J. Soil Sci.* 39: 425-436.
- [5] Strawn, D. G. and D. L. Sparks. 1998. Sorption kinetics of trace elements in soils and soil materials. p. 1-28. *In* H. M. Selim and I. Iskandar (eds.). *Fate and transport of heavy metals in the Vadose Zone*. Lewis publishers, Chelsea, MI.
- [6] Zhang, P.C. and D.L. Sparks, 1989. Kinetics and mechanisms of Molybdate adsorption/desorption at the goethite/water interface using pressure-jump relaxation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 1028-1034.