



سینتیک واجذب روی به وسیله اجزاء شن، سیلت و رس در خاک‌های آهکی جنوب ایران

مهروز رضایی¹، عبدالمجید ثامنی²، مجید باقرنژاد³، مهدی نجفی قیری⁴

1، 2، 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، دانشیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

4- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز.

mahrooz.rezaei@gmail.com

چکیده

فعالیت‌های صنعتی و افزودن لجن فاضلاب به خاک‌ها بدون توجه به ظرفیت آنها در نگهداری عناصر سنگین می‌تواند عواقب زیست‌محیطی خطرناکی به دنبال داشته باشد. بدین منظور آزمایش واجذب روی از طریق افزودن 8000 میلی‌گرم برکیلوگرم روی به ذرات شن، سیلت و رس و 8 بار عصاره‌گیری با 20 میلی‌لیتر محلول 0/01 مولار NaNO_3 و تکان دادن نمونه‌ها برای مدت 24 ساعت صورت گرفت. نتایج نشان دادند که مقدار واجذب روی در ذرات شن بیشتر از سیلت و رس می‌باشد و این با مقدار CaCO_3 ، CEC و اسمکتیت رابطه مثبت دارد. همچنین معادلات پخشیدگی پارابولیک و سرعت دو ثابتی به خوبی سینتیک واجذب روی را توصیف می‌کنند.

کلمات کلیدی: اجزاء خاک، خاک آهکی، اسمکتیت، واجذب روی.

مقدمه

روی یکی از عناصر مهم در تغذیه گیاه محسوب می‌گردد. بر طبق گزارش‌های محققین اکثر خاک‌های آهکی ایران برای رشد بهینه گیاهان نیاز به افزودن کود روی دارند (مفتون و کریمیان، 1989). امروزه به علت فعالیت‌های صنعتی و افزودن لجن فاضلاب به خاک‌ها، مشکل سمیت این عنصر در برخی خاک‌های کشور گزارش شده است. تحرک، فراهمی و سمیت فلزات سنگین در خاک توسط ویژگی‌هایی از خاک نظیر ویژگی‌های واجذبی آن کنترل می‌شود. فرآیند واجذبی یکی از عوامل اصلی کنترل‌کننده قابلیت استفاده و تحرک عنصر در خاک است و به خصوصیات از خاک مانند پهاش، پتانسیل اکسایش و کاهش، کانی‌های رسی، مواد آلی خاک، اکسیدهای آهن و منگنز و درصد کربنات کلسیم بستگی دارد (مکلین و بلدسو، 1992). با وجود افزایش خطر آبشویی روی از خاک و ورود آن به آب زیرزمینی و یا جذب توسط گیاهان در خاک‌های آلوده تاکنون پژوهشی جامع در راستای تعیین سهم هر یک از اجزاء اندازه‌ای خاک در واجذب روی انجام نشده است. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی واجذب روی توسط ذرات شن، سیلت و رس 6 نمونه خاک آهکی استان فارس و یافتن بهترین معادله جهت توصیف سینتیک واجذبی روی از این ذرات است.



مواد و روش‌ها

جهت انجام این پژوهش، تعداد 6 نمونه خاک سطحی شاهد از مناطق مختلف اقلیمی در استان فارس جمع‌آوری شد. پس از هوا خشک شدن، نمونه‌ها از الک 2 میلی‌متری عبور داده شدند. آزمایشات مختلف فیزیکی و شیمیایی نظیر اندازه‌گیری بافت خاک، کربنات کلسیم معادل، کربن آلی، پهاش، قابلیت هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل الکتریکی و مطالعات کانی‌شناسی به روش پراش پرتو ایکس روی نمونه‌های خاک صورت گرفت. تفکیک ذرات شن از سیلت و رس پس از پراکندگی ذرات با استفاده از اولتراسونیک به روش الک تر و جدا کردن ذرات سیلت از رس با روش ته‌نشینی ذرات صورت گرفت. کربنات کلسیم معادل و ظرفیت تبادل کاتیونی اجزاء نیز اندازه‌گیری گردید. آزمایش واجذب روی از طریق افزودن 8000 میلی‌گرم بر کیلوگرم روی به ذرات شن، سیلت و رس و سپس هشت بار عصاره‌گیری با 20 میلی‌لیتر محلول 0/01 مولار NaNO_3 و تکان دادن نمونه‌ها به مدت 24 ساعت صورت گرفت. سپس غلظت روی در محلول‌های صاف شده توسط دستگاه جذب اتمی مدل Shimadzu AA670 اندازه‌گیری شد. در این آزمایش سه تکرار برای نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. سرانجام از 7 مدل مختلف آماری شامل مدل‌های الوویچ، سرعت دوئالتی، پخشیدگی پارابولیک، مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم و مرتبه سوم جهت بررسی سینتیک واجذب روی از ذرات مختلف استفاده شد. مقادیر بدست آمده برای واجذب روی توسط نمونه‌ها با مدل‌های مختلف برازش داده شد و بهترین مدل از نظر بیشترین مقدار ضریب همبستگی و کمترین خطای معیار برآورد انتخاب گردید.

نتایج و بحث

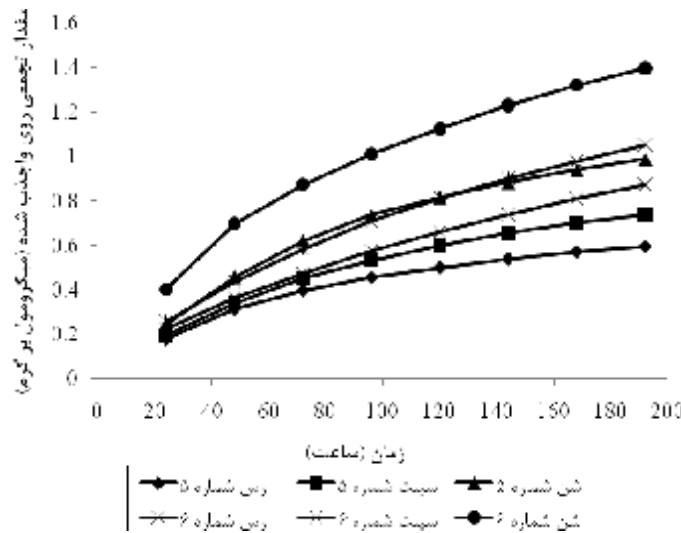
برخی از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول 1 نشان داده شده است. خاک‌ها به راسته‌های انتی‌سولز، آلفی‌سولز، ورتی‌سولز و اینسپتی‌سولز تعلق داشتند. همه خاک‌ها شدیداً آهکی بوده و مقدار کربنات کلسیم در آنها از 42 درصد تا 56 درصد تغییر می‌کرد. از طرف دیگر مقدار ماده آلی در این خاک‌ها بسیار کم بود (میانگین کمتر از 2 درصد). اندازه‌گیری‌های مربوط به مقدار کربنات کلسیم در ذرات شن، سیلت و رس خاک‌ها نشان داد که مقدار این جزء به طور میانگین در ذرات شن، سیلت و رس به ترتیب 64، 57 و 27 درصد می‌باشد.

جدول 1 - بعضی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	طبقه‌بندی (USDA)	توزیع اندازه ذرات (%)			پهاش کربنات کلسیم کربن آلی معادل (%)	EC (dS m^{-1})	CEC ($\text{cmol(c kg}^{-1})$)
		شن	سیلت	رس			
1	Typic Xerofluvents	43	42	15	7/5	46	8
2	Typic Ustorthents	33	42	25	7/8	53	11
3	Aridic Ustorthents	17	54	29	7/6	56	13
4	Calcic Haploxeralfs	22	45	33	7/6	42	15
5	Aridic Haploxererts	37	38	25	7/5	43	11
6	Typic Calcixerpts	33	46	21	7/5	55	10



مطالعات واجذب روی از اجزا خاک نشان داد که در تمامی اجزاء، آزادسازی روی در ابتدا سریع بوده و با گذشت زمان با آهنگ کندتری دنبال می‌شود (شکل 1). اما این دو بخش از یکدیگر قابل تمایز نبودند. همانطور که کو و میکلسن (1980) برای 6 خاک کالیفرنیا، ریحانی تبار و گیلکز (2010) و زاهدی فر و همکاران (2010) برای خاک‌های آهکی ایران و دنگ و همکاران (1994) برای برخی از خاک‌های ورتی‌سولز روند مشابهی را گزارش کرده‌اند. این آزادسازی سریع برای مدت 96 ساعت ادامه یافت. چنین الگوی منحنی - خطی نشان می‌دهد که در مراحل ابتدایی هنوز واکنش به حالت تعادل نرسیده است.



شکل 1 - مقادیر تجمعی روی واجذب شده از ذرات شن، سیلت و رس به وسیله عصاره‌گیری دنباله‌ای با محلول 0/01 مولار نیترات سدیم

مقدار تجمعی روی واجذب شده در محلول 0/01 مولار نیترات سدیم در مدت 192 ساعت به طور میانگین برای بخش رس 46/9، برای بخش سیلت 58/6 و برای بخش شن 69/7 میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. بیشترین مقادیر واجذب شده روی از اجزاء شن، سیلت و رس مربوط به خاک Typic Calcixerepts بود. به طور کلی، میانگین درصد روی جذب شده که از اجزاء شن، سیلت و رس واجذب گردید به ترتیب برابر با 1/6، 0/9 و 0/6 درصد بود. زاهدی فر و همکاران (2010) برای برخی از خاک‌های آهکی جنوب ایران نشان دادند که بیش از 70 درصد روی اضافه شده به خاک با عصاره‌گیر DTPA در مدت 960 دقیقه واجذب شدند. مقدار روی واجذب شده از ذرات مختلف شن، سیلت و رس خاک بطور معنی‌داری با مقدار کربنات کلسیم ($n = 18, r = 0.68^{**}$)، ظرفیت تبادل کاتیونی ($n = 18, r = 0.88^{**}$) و مقدار اسمکتیت در بخش رس ($n = 6, r = 0.88^{**}$) ارتباط داشت.

نتایج برازش داده‌ها با مدل‌های مختلف آماری نشان داد که با افزایش مرتبه واکنش از صفر به سه، ضریب همبستگی برای تمامی اجزاء خاک کاهش می‌یابد که این موضوع با نتایج دنگ و همکاران (1994) برای برخی از خاک‌های ورتی-سولز و ریحانی تبار و گیلکز (2010) و زاهدی فر و همکاران (2010) برای خاک‌های آهکی مطابقت دارد. به طور کلی معادلات پخشیدگی پارابولیک، سرعت دوتابته، ایلوویج و مرتبه صفر سینتیک واجذب روی از ذرات مختلف را نسبتاً خوب توصیف کردند که این نتیجه‌گیری از طریق اندازه‌گیری بالاترین ضریب همبستگی و کمترین میزان خطای معیار



برآورد مشهود بود. ذکر این نکته الزامی است که معادلات پخشیدگی پارابولیک و سرعت دوثابتی دارای تناسب بیشتری نسبت به دو مدل دیگر بودند.

مقایسه ضرایب معادله ایلووویچ در ذرات مختلف نشان داد که با افزایش در اندازه ذرات خاک، میزان ثابت αs معادله افزایش و βs کاهش می‌یابد که این امر حاکی از آن است که آهنگ واجذب روی در ذرات شن بیشتر از سیلت و رس می‌باشد. اگر چه تفاوت معنی‌داری در مقدار ثابت b در معادله دوثابتی برای اجزاء شن، سیلت و رس خاک وجود ندارد، اما ثابت a در این معادله برای بخش شن بیشتر از سایر اجزاء بود. ثابت k_p معادله پخشیدگی پارابولیک به طور میانگین برای بخش رس $4/0$ ، سیلت $5/2$ و شن $6/0$ بدست آمد. همین روند برای ثابت K معادله مرتبه صفر نیز مشاهده شد. ثابت k_p به صورت معنی‌داری با مقدار کربنات کلسیم ($n = 18, r = 0.65^{**}$) ارتباط داشت. برای بخش رس نیز ارتباط معنی‌داری بین ثابت k_p و ظرفیت تبادل کاتیونی ($n = 6, r = 0.90^{**}$) و مقدار اسمکتیت ($n = 6, r = 0.95^{**}$) بدست آمد. اندازه‌گیری‌های مربوط به سهم نسبی اجزای شن، سیلت و رس در واجذب روی جذب شده نشان داد که با توجه به مقدار بالای سیلت در خاک‌های مورد مطالعه (میانگین 46 درصد) تقریباً نیمی از روی واجذب شده از خاک‌ها مربوط به این ذرات است. از طرف دیگر، سهم ذرات رس در واجذب روی (24 درصد) کمتر از بخش شن (30 درصد) می‌باشد.

منابع

- Dang YP, Dalal RC, Edwards DG and Tiller KG, 1994. Kinetics of zinc desorption from Vertisols. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:1392-1399.
- Kuo S and Mikkelsen DS, 1980. Kinetics of zinc desorption from soils. *Plant Soil* 56:355-364.
- Maftoun M and Karimian NA, 1989. Relative efficiency of two zinc sources for maiz (Zeamaysh.) in two calcareous soils from an arid area of Iran. *Agronomie.* 9: 771-775.
- McLean JE and Bledsoe BE, 1992. Behaviour of metal in soils. *EPA Ground Water Issue.* EPA 540- 5-92-018: 25pp.
- Reyhanitabar A and Gilkes RJ, 2010. Kinetics of DTPA extraction of zinc from calcareous soils. *Geoderma* 154: 289-293.
- Zahedifar M, Karimian N and Yasrebi J, 2010. Zinc desorption of calcareous soils as influenced by applied zinc and phosphorus and described by eight kinetic models. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 41: 897-907.