شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: شیمی خاک

مطالعه سینتیک آزادسازی پتاسیم از برخی خاک‌های آهکی با استفاده از عصاره‌گیر تترافنیل بوران سدیم

رویا مولوی[۱*]، مجید باقرنژاد[۲]، رضا قاسمی[۳] و مهدی زارعی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[۳] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

این مطالعه به منظور ارزیابی سینتیک آزادسازی پتاسیم قابل استفاده با عصاره‌گیر تترافنیل بوران سدیم و توانایی آن در ارزیابی جذب پتاسیم در طی شش کشت متوالی رای‌گراس در ۹ نمونه خاک آهکی در شرایط گلخانه انجام شد. آزادسازی پتاسیم با تترافنیل بوران سدیم و ۰/۵ گرم خاک در بازه زمانی ۰/۲ تا ۱۴۴ ساعت در سه تکرار انجام شد. معادلات مرتبه اول، تابع توانی، ایلوویچ و پخشیدگی سهوی برای برازش داده‌ها استفاده شدند. کشت رای‌گراس در گلخانه در ۶ دوره متوالی انجام شد. آزادسازی پتاسیم قابل استفاده گیاه در زمان‌های اولیه سریع و بتدریج از سرعت آن کاسته شد. معادلات پخشیدگی پارابولیک و توانی بالاترین ضریب تبیین را داشتند. محدوده عملکرد و جذب کل پتاسیم طی شش کشت متوالی رای گراس ۲۴/۲۶ –۱۶/۳۹ گرم در گلدان، ۹۹۶/۹۷-۵۵۹/۴۱ میلی‌گرم در گلدان بود. همبستگی معنی‌دارای بین جذب کل پتاسیم گیاه و پتاسیم تجمعی آزاد شده در زمان ۰/۲ تا ۹۶ ساعت و ضرایب a,b تابع توانی دیده شد.

کلمات کلیدی: سینتیک، خاک آهکی، پتاسیم قابل استفاده گیاهان

مقدمه

سینتیک آزادسازی پتاسیم خاک توسط بسیاری از محققین و با استفاده از عصاره‌گیرهای مختلف بررسی شده است (Carey & Metherell, 2003; Jalali, 2006; Darunsontaya et al., 2010) این روش‌های شیمیایی شامل استخراج پتاسیم با محلول‌های نمکی متنوعی مانند کلرید کلسیم، سیترات استرانسیوم و کلرید باریم و نیز اسیدهای رقیق یا غلیظ می‌باشد (Jalali & Khanlari, 2014). روش استات آمونیوم یک مولار خنثی (NH4OAC 1M, PH=7) بصورت بسیار متداول برای ارزیابی وضعیت پتاسیم قابل استفاده گیاه در خاک استفاده می‌شود. طبق تحقیقات انجام شده این روش چندان قادر به آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی نیست و عمدتاً تخمینی از شکل‌های محلول و تبادلی پتاسیم خاک می‌باشد (Cox et al,. 1999). برای تعیین مقدار پتاسیم در خاک که برای گیاهان در دسترس است، ظرفیت آزاد سازی پتاسیم اغلب با استفاده از عصاره‌گیر تترا فنیل بوران سدیم تعیین می شود. تترا فنیل بوران سدیم با تخلیه پتاسیم محلول و تشکیل رسوب $KBph_4$ سبب رهاسازی پتاسیم تبادلی و غیر تبادلی می‌گردد و از این نظر می‌تواند عمل ریشه گیاه را شبیه‌سازی نماید (Cox et al., 1999; Vetterlein et al., 2013; Li et al., 2015). کشت‌های متوالی با رای‌گراس در گلدان‌ها اغلب برای ارزیابی فراهمی زیستی پتاسیم در خاک یا کانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. معادلات سینتیکی با مشخص کردن مکانیسم‌ها و سرعت آزاد شدن در تخمین دقیق‌تر پتاسیم قابل دسترس گیاه مفید خواهند بود. هدف از این تحقیق بررسی ظرفیت آزادسازی پتاسیم قابل دسترس گیاهان و ارتباط آن با شاخص‌های گیاه بود. برای این منظور عصاره‌گیر تترا فنیل بوران سدیم جهت بررسی قابلیت استفاده پتاسیم برای گیاه رای‌گراس در ۹ نمونه از خاک های آهکی جنوب ایران مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر با ۹ نمونه خاک سطحی (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری) متفاوت انجام شد. نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۱۰ میلی‌متری برای کشت گلدانی و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری برای آزمون‌های مختلف استفاده شدند. آزادسازی پتاسیم خاک با تترافنیل بوران سدیم ارزیابی شد. ۰/۵ گرم خاک در سه تکرار در لوله‌های سانتریفیوژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و ۳ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار NaTPB اضافه شد. بعد از تکان دادن (۲۰۰ rpm) ۲۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۵ مولار NH_4Cl + ۱۴ مولار $CuCl_2$ به آن‌ها برای توقف عصاره‌گیری پتاسیم اضافه شد در نهایت برای تسریع حل شدن رسوب پتاسیم، لوله‌ها یک ساعت در حمام بخار (دمای ۸۰°C) قرار داده شدند. پس از هضم، ۵۰ میلی‌لیتر آب

* ایمیل نویسنده مسئول: r_molavi2003@yahoo.com

مقطر به نمونه‌ها اضافه و کاملاً مخلوط شد تا نمونه‌ها رقیق گردند. در ادامه نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در حالت سکون قرار داده شدند تا ذرات جامد آن (خاک‌ها) ته نشین شود. در ادامه ۲۰ میلی‌لیتر از محلول رویی به لوله‌های ۵۰ میلی‌لیتری منتقل شد و پس از اضافه کردن سه قطره اسید کلریدریک ۶ مولار در دور ۵۰۰۰ و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و صاف شد. پتاسیم عصاره‌ها با فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد. زمان‌های استفاده شده برای ارزیابی رهاسازی پتاسیم ۰/۲ تا ۱۴۴ ساعت بود. برازش داده‌های رهاسازی پتاسیم با معادلات سینتیکی شبه مرتبه اول، تابع توانی، ایلوویچ و پخشیدگی سهوی انجام شد. ویژگی‌های خاک شامل پ‌هاش، ظرفیت تبادل کاتیونی (Jackson, 1958)، ماده آلی (Nelson & Sommers, 1996) و بافت (Bouyoucos, 1962) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). کشت در گلدان‌های ۲۰ × ۲۰ (قطر و عمق) حاوی ۵ کیلوگرم خاک هوا خشک در گلخانه انجام شد. طرح آزمایشی بصورت کاملا تصادفی با نه نمونه خاک در سه تکرار بود. قسمت‌های هوایی گیاهان ۳۰ روز بعد از جوانه زنی برداشت و توزین شدند سپس پتاسیم آنها با روش خشک سوزانی اندازه‌گیری شد. کشت در ۶ دوره تکرار شد.

نتایج و بحث

جهت بررسی سرعت رهاسازی پتاسیم قابل استفاده از خاک‌های مورد مطالعه، چهار مدل سینتیکی شامل معادله شبه مرتبه اول، پخشیدگی پارابولیکی، ایلوویچ و توانی مورد برازش قرار گرفتند. مقایسه مقادیر ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد برآورد (SE) نشان داد که معادلات پارابولیک و توانی با بیشترین ضریب تبیین (R^2) ۰/۹۵۷-۰/۵۵۷ و ۰/۹۸۳-۰/۸۳۷ و کمترین خطای استاندارد تخمین‌ها (SE) ۰/۰۸۹-۰/۰۳۶ و ۰/۱۳۷-۰/۰۳۶گرم بر کیلوگرم (به ترتیب) می‌توانند آزادسازی پتاسیم در خاک‌های مورد مطالعه را بخوبی توضیح دهند. علاوه بر این دو معادله، معادله مرتبه اول نیز آزادسازی پتاسیم را به‌خوبی توصیف کرد در حالی که معادله ایلوویچ برازش کمتری با داده‌های سینتیکی رهاسازی پتاسیم نشان داد (جدول۲). در این بین معادله تابع توانی به دلیل دارا بودن بیشترین ضریب تبیین و کمترین خطای معیار به نظر می رسد که مناسب ترین معادله برای توصیف رهاسازی پتاسیم باشد. مطابق سایر مطالعات آزادسازی پتاسیم قابل استفاده گیاه در خاک‌ها در زمان‌های اولیه سریع است و بتدریج از سرعت آن کاسته می‌شود که به ترتیب مربوط به آزادسازی پتاسیم بیرونی و شبکه‌ای کانی‌ها است(Ghosh & Mukhopadhyay,1996). در معادلات تابع توانی و پارابولیک ضریب b در همه خاک‌ها کوچک‌تر از یک است که نشان می‌دهد سرعت آزادسازی پتاسیم با زمان کاهش می‌یابد. پارامتر a در معادلات، شاخص آزادسازی اولیه پتاسیم می‌باشد که می تواند شاخص خوبی از قدرت عرضه پتاسیم در کانی‌های فیلوسیلیکات باشد.

جدول ۱- محدوده برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

بافت خاک‌ها	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	پ.هاش	ظرفیت تبادل کاتیونی me/100g	ماده آلی (درصد)
رسی - سیلتی رسی لوم	۱۰/۵۶-۴۲/۵۶	۲۵/۲۹-۵۸/۵۶	۲۷/۴۴-۵۳/۴۴	۷/۳۶-۷/۸۹	۱۱/۴-۳۷	۰/۶۸-۳/۱۸

جدول۲- محدوده ضرایب تبیین (r^2) و خطای استاندارد برآورد (SE) معادلات سینیتکی به کاربرده شده در خاک‌های مورد مطالعه

		ایلویچ		تابع توانی		مرتبه اول		پخشیدگی پارابولیک	
خاک		r^2	SE	r^2	SE	r^2	SE	r^2	SE
۹-۱	بیشینه	۰/۹۷۳	۲۵/۶۲۲	۰/۹۸۳	۰/۱۳۷	۰/۹۶۸	۰/۴۶۱	۰/۹۵۷	۰/۰۸۹
	کمینه	۰/۷۴۶	۱۶۲/۲۵۱	۰/۸۳۷	۰/۰۳۶	۰/۴۲۱	۰/۰۸۷	۰/۵۵۷	۰/۰۳۶
	میانگین	۰/۸۸۱	۵۹/۱۱۹	۰/۸۹۵	۰/۰۸۱	۰/۸۵۹	۰/۲۷۱	۰/۸۳۳	۰/۰۶۲

جدول۳- محدوده ضرایب معادلات سینیتکی به کاربرده شده در خاک‌های مورد مطالعه

خاک		ایلویچ		تابع توانی		مرتبه اول		پخشیدگی پارابولیک	
		b	a	b	a	b	a	b	a
۱-۹	بیشینه	۵۳/۴۱۵	۶۱۵/۱۲۰	۰/۱۵۰	۶/۹۴۸	-۰/۰۰۹	۶/۶۲۰	۰/۰۳۴	۰/۶۲۱
	کمینه	۶۸/۳۲۵	۵۱۳/۵۹۵	۰/۰۷۴	۵/۶۸۵	-۰/۰۵۲	۵/۰۸۷	۰/۰۵۱	۰/۵۵۲
	میانگین	۶۵/۴۴۳	۵۲۴/۰۲۴	۰/۱۰۵	۶/۱۷۸	-۰/۰۲۳	۵/۸۲۹	۰/۰۴۱	۰/۳۲۹

محدوده عملکرد و جذب پتاسیم طی شش کشت متوالی رای‌گراس در نه خاک مورد مطالعه به ترتیب ۲۴/۲۶ –۱۶/۳۹ گرم در گلدان، ۹۹۶/۹۷-۵۵۹/۴۱ میلی‌گرم در گلدان بود (جدول ۴). در ارتباط با همبستگی جذب پتاسیم با پتاسیم کل آزاد شده پارامترهای مناسب خطی استفاده می‌شود. در تحقیق حاضر همبستگی معنی‌دارای بین جذب کل پتاسیم گیاه و پتاسیم تجمعی آزاد شده در زمان ۰/۲ تا ۹۶ ساعت در سطح ۵ درصد دیده شد ولی در زمان ۱۴۴ ساعت این همبستگی معنی‌دار نبود. کاکس و همکاران (Cox & Joern, 1997) گزارش کردند که آزادسازی پتاسیم از بین لایه‌های فیلوسیلیکات‌ها در همه خاک‌ها تقریبا بعد از ۹۶ ساعت با عصاره‌گیر تترا فنیل بوران سدیم کامل می‌شود. بعلاوه بین جذب پتاسیم توسط گیاه و ضرایب a, b تابع توانی همبستگی معنی‌داری (R=۰/۶۴*) b، (R=۰/۷۱*) a دیده شد.

جدول ۴- محدوده میانگین شاخص‌های رشد گیاه رای‌گراس بعد از شش کشت متوالی

خاک	وزن خشک تجمعی (گرم در گلدان)	غلظت پتاسیم (گرم بر کیلوگرم)	جذب تجمعی پتاسیم (میلی گرم بر گلدان)
۱-۹	۲۴/۲۶ –۱۶/۳۹	۳۱/۸۳-۲۰/۳۴	۹۹۶/۹۷-۵۵۹/۴۱

نتیجه‌گیری

برازش چهار مدل سینتیکی شامل معادل مرتبه اول، پخشیدگی پارابولیکی، ایلوویچ و توانی نشان داد که رهاسازی پتاسیم از معادله ایلوویچ پیروی نمی‌کند ولی سه معادله دیگر برای توصیف آزادسازی پتاسیم مناسب می‌باشند که در این بین معادله توانی به عنوان بهترین مدل ارزیابی شد. تطبیق نتایج این تحقیق با معادلات مرتبه اول، پخشیدگی پارابولیکی و توانی نشان می‌دهد که فرآیند پخشیدگی کنترل‌کننده رهاسازی پتاسیم در خاک‌های مورد مطالعه است. بین پارامتر b در معادله تابع توانی و پتاسیم خارج شده توسط گیاه رای‌گراس ارتباط وجود دارد. پارامتر b می‌تواند شاخص واقعی‌تری برای پتاسیم قابل استفاده گیاه باشد. مطالعه سرعت آزادسازی پتاسیم قابل استفاده گیاه در جهت مدیریت و استفاده صحیح از منابع خاکی و همچنین در فراهمی و قدرت تامین پتاسیم به ویژه در خاک‌های حاوی کانی‌های پتاسیم‌دار از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است.

منابع

Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Agronomy Journal, 54, 464–465.

Carey, P. L., & Metherell, A. K. 2003. Rates of release of nonexchangeable potassium in New Zealand soils measured by a modified sodium tetraphenyl boron method. New Zealand Journal of Agricultural Research, 46, 185–197.

Cox, A. E. & Joern, B. C. 1997. Release kinetics of nonexchangeable potassium in soils using sodium tetraphenylboron. Soil Sci. 162, 588–598.

Cox, A. E., Joern, B. C., Brouder, S. M., & Gao, D. 1999. Plant-available potassium assessment with a modified sodium tetraphenylboron method. Soil Science Society of America Journal, 63, 902–911.

Darunsontaya, T., Suddhiprakarn, A., Kheoruenromne, I., & Gilkes, R. J. 2010. The kinetics of potassium release to sodium tetraphenylboron solution from the clay fraction of highly weathered soils. Applied Clay Science, 50, 376–385.

Ghosh, B. N. & Mukhopadhyay, A. K. 1996. Potassium release characteristics of some soils of West Bengal and their relationships with forms of soil K. Journal of Potassium Research 12, 330–336.

Jackson, M. L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ.

Jalali M., Zarabi M. 2006. Kinetics of nonexchangeable-potassi-um release and plant response in some calcareous soils. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 169, 196–204.

Jalali, M., & Khanlari, Z. V. 2014. Kinetics of potassium release from calcareous soils under different land use. Arid Land Research and Management 28:1–13.

Li, T., Wang, H., Wang, J., Zhou, Z., & Zhou, J. 2015. Exploring the potential of phyllosilicate minerals as potassium fertilizers using sodium tetraphenylboron and intensive cropping with perennial ryegrass. Scientific Reports, 5, 9249.

Nelson, D. W., & Sommers, L. E. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: Sparks, D.L., et al., Eds, Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, pp. 961-1010. Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronamy,Inc.

Vetterlein, D., Kühn,T., Kaiser, K., & Jahn, R. 2013. Illite transformation and potassium release upon changes in composition of the rhizophere soil solution. Plant and Soil, 371, 267–279.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Chemistry

Study of kinetic release of potassium from some calcareous soils using sodium tetrahydrofuran extract

Molavi*[1], R., Baghernejad[2], M., Ghasemi, R.[3] Zarei, M. [3]

[1] P. hd. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

[2] Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

Abstract

The present study was conducted to evaluate the kinetics of available potassium release by sodium tetraphenylboron extract and its ability to evaluate potassium uptake of six successive crop rotations in 9 calcareous soil samples in greenhouse conditions. Potassium release was evaluated by sodium tetraphenylboron with 0.5 g of soil in a period of 0.02 to 144 hours in three replications. First order equations, power function, Elovich and parabolic diffusion were used to describe K release versus time. Ryegrass was planted in greenhouse in 6 consecutive period. Plant available potassium release was initially fast and decreased gradually afterward. Parabolic and power function equations showed the highest r^2. The range of yield and total potassium uptake in the six successive cultures was 16.94 to -24.26 g pot^{-1}, 559.4 to 997.0 mg pot^{-1}, respectively. There was significant correlation K total uptake of ryegrass and K release by 0.2 to 96 h, and the a, b coefficients of power function.

Keywords: Kinetics, calcareous soil, potassium available plants

* Corresponding author, Email: r_molavi2003@yahoo.com