

سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در برخی خاک‌های تحت کشت

پسته شهرستان رفسنجان

صمد عبدی^{۱*}، احمد تاج آبادی پور^۲، حسین شیرانی^۳

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۱۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۰

چکیده

پتاسیم غیرتبادلی نقش مهمی در تغذیه گیاهان زراعی دارد، بنابراین مطالعه سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در خاک‌های زراعی ضروری است. اطلاعات مربوط به سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در خاک‌های استان کرمان محدود است. لذا در این تحقیق ۱۵ نمونه خاک از اراضی تحت کشت پسته رفسنجان جمع‌آوری شد و ضمن مطالعه کانی‌شناسی منطقه، سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی با استفاده از عصاره‌گیری متوالی با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور تعیین همبستگی ثابت سرعت معادلات سینتیکی با غلظت پتاسیم در برگ پسته، همزمان با نمونه‌برداری خاک نمونه‌های برگ هم از محل تهیه شد. نتایج نشان داد که رس‌های مونت موریلونیت، ایلیت و کلریت در خاک‌های منطقه حضور

دارند و از بین معادلات سینتیکی مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم، مرتبه سوم، پخشیدگی سهموی، توانی (سرعت دو ثابتی) و الوویج با توجه به مقادیر R^2 و SEE، مدل توانی قادر به توصیف رضایت‌بخش سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی است. مقادیر ثابت سرعت برای این معادله بین $۵۷/۸۳-۱۰۷/۸۶$ متغیر بود. ثابت سرعت معادلات مورد مطالعه با غلظت پتاسیم برگ همبستگی معنی‌دار نشان نداد. توصیه می‌شود سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی با روش‌ها و عصاره‌گیرهای دیگر نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: رفسنجان، سرعت آزادسازی،

مدل‌های سینتیکی

مقدمه

^۱ استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران
*نویسنده مسئول: sabdi1100@yahoo.com

^۲ دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج)، رفسنجان

^۳ استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج)، رفسنجان

پتاسیم در چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی وجود دارد که از نظر قابلیت استفاده برای گیاه متفاوت هستند و انتقال پتاسیم بین آن‌ها به صورت برگشت‌پذیر انجام می‌شود (Syers, 2003). میزان پتاسیم محلول بسیار پایین بوده و حدود ۵ درصد از کل نیاز گیاه را در طی فصل رشد گیاه تامین می‌کند. پتاسیم غیرتبادلی از مکان‌های گوه‌ای و بین لایه‌ای میکاها که یون پتاسیم را تثبیت می‌کنند آزاد می‌شود (Mengel & Kirkby, 2001). پتاسیم محلول و تبادلی به‌عنوان شکل‌های به آسانی قابل استفاده برای گیاه در نظر گرفته می‌شوند، ولی مطالعات زیادی نشان داده‌اند که آزادسازی پتاسیم از شکل‌های ساختمانی و غیرتبادلی هم نقش زیادی در تغذیه گیاه دارد (Wang *et al.*, 2000). روش‌های عصاره‌گیری که به‌طور گسترده به‌عنوان اساس توصیه کودی پتاسیم برای گیاهان به‌کار برده می‌شوند، پتاسیم تبادلی و قسمتی از پتاسیم غیرتبادلی را عصاره‌گیری می‌کنند. این روش‌ها برای خاک‌هایی که دارای رس ۲:۱ نیستند، کاملاً موفق هستند (Mengel & Kirkby, 2001). ولی هنگامی که سهم پتاسیم غیرتبادلی در خاک به‌واسطه وجود سیلیکات‌های لایه‌ای ۲:۱ که توانایی نگه‌داشت پتاسیم را دارند افزایش پیدا می‌کند، قدرت پیش‌بینی روش‌های عصاره‌گیری پتاسیم تبادلی خاک هم کاهش می‌یابد (Hinsinger, 2002). کمی‌سازی دینامیک پتاسیم بین لایه‌ای در فهم چرخه پتاسیم خاک و برای مدل‌سازی جذب پتاسیم گیاه در خاک‌های حاوی کانی‌های رسی ۲:۱ بسیار ضروری است (Oborn, *et al.*, 2005). مدل‌های مختلفی برای توصیف سینتیک آزادسازی پتاسیم در کانی‌های رسی و خاک‌ها به‌کار گرفته شده است. این مدل‌ها، شامل مدل‌های مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم، مرتبه سوم، تابع توانی، الویچ و پخشیدگی سهموی هستند (Sparks & Jardine, 1984). محققان زیادی آزادسازی پتاسیم از خاک‌های مختلف را مورد مطالعه قرار داده‌اند. Martin & Sparks (۱۹۸۳) سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در خاک‌های دلوار را با به‌کار بردن رزین تبادل کاتیونی اشباع از هیدروژن بررسی کردند. حسین‌پور و کاووسی (۱۳۸۳) سینتیک آزادسازی پتاسیم در خاک‌های گیلان را با استفاده از اسید سیتریک ۱۰ میلی‌مولار مورد بررسی قرار دادند. برخی مطالعات مربوط به سینتیک رهاسازی پتاسیم، با استفاده از محلول کلرید کلسیم انجام شده‌اند (بحرینی طوحان و همکاران، ۱۳۸۹). فرشادی‌راد و همکاران (۱۳۹۲) سینتیک آزادسازی پتاسیم در برخی خاک‌های استان گلستان را با استفاده از محلول کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار بررسی کردند و توابع الویچ، تابع توانی و پخشیدگی سهموی را به‌عنوان مناسب‌ترین معادلات توصیف‌کننده سرعت آزادسازی پتاسیم در این خاک‌ها معرفی کردند. تاکنون در رابطه با آزادسازی پتاسیم در مناطق تحت کشت پسته شهرستان رفسنجان تحقیقی صورت نگرفته لذا

این پژوهش به منظور بررسی وضعیت سرعت آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی منطقه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

الف- محل اجرای طرح

شهرستان رفسنجان در جنوب غرب استان کرمان از بزرگ‌ترین مناطق تولیدکننده پسته در کشور است. میانگین بارندگی سالانه این منطقه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر و تبخیر و تعرق آن بیشتر از ۳۰۰۰ میلی‌متر است. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های این منطقه به ترتیب اریدیک و ترمیک هستند (Hosseinifard et al., 2010).

ب- نمونه‌برداری خاک و گیاه و تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

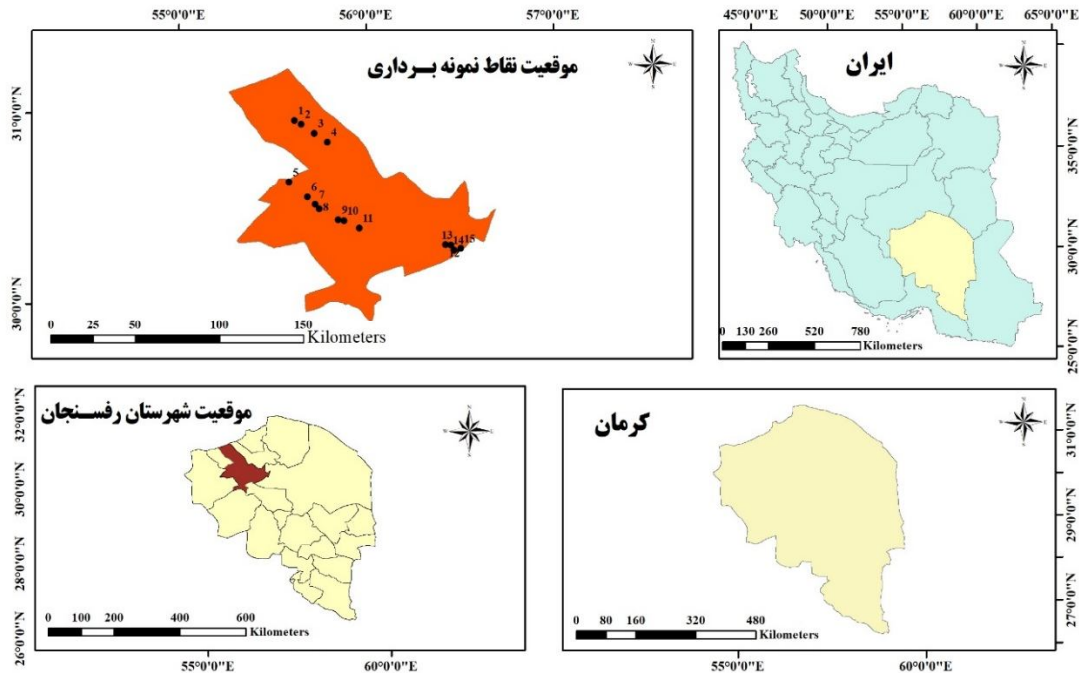
برای انجام این پژوهش، ابتدا به صورت تصادفی از باغ‌های پسته دشت رفسنجان واقع در انار، رفسنجان و نوق تعداد ۱۵ نمونه از عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری و ۴۰-۸۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد و مکان جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری ثبت شد (شکل ۱). بعد از هواخشک کردن نمونه‌های خاک و نرم کردن آن‌ها و عبور از الک ۲ میلی‌متری، با استفاده از روش‌های استاندارد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. همزمان نمونه‌های برگ هم از نقاط جمع‌آوری و در آزمایشگاه غلظت پتاسیم آن‌ها تعیین شد. نمونه‌های برگ از درختان سالم بدون کمبود در اواخر تیرماه و از

وسط شاخه از برگ‌های بالغ (برگ‌هایی که نه خیلی جوان و نه پیر باشند) گرفته شد با توجه به اینکه نتایج به‌دست آمده برای دو عمق یکسان بود در این مقاله فقط نتایج عمق ۸۰-۴۰ سانتی‌متری آورده شده است.

ج- سینتیک آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی

برای بررسی سینتیک سرعت آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی از کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار استفاده شد. قبل از انجام عصاره‌گیری، برای خارج نمودن پتاسیم تبادلی، نمونه‌ها با استفاده از کلرید کلسیم یک مولار با کلسیم اشباع شد و برای خارج کردن کلرید کلسیم اضافی نمونه‌ها با الک‌ل شسته شد و برای اطمینان از خروج کامل کلرید کلسیم از تست کلر استفاده شد. بعد از خشک کردن نمونه‌ها، با استفاده از نسبت ۱:۱۰ خاک به عصاره‌گیر، فرایند آزادسازی بررسی شد. برای این کار، ۳ گرم از خاک خشک اشباع با کلسیم در لوله سانتریفیوژ ریخته و ۳۰ میلی‌لیتر از کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار به آن‌ها اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه با شیکر تکان داده شد و به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید و عصاره رویی برای قرائت پتاسیم جمع‌آوری شد. دوباره به همان نمونه خاک، ۳۰ میلی‌لیتر دیگر عصاره‌گیر اضافه شد و همان مراحل تکرار گردید. این کار به‌طور مداوم ادامه داده شد تا زمانی که مقدار پتاسیم ره‌اشده ثابت گردید. با داشتن زمان و مقدار پتاسیم ره‌اشده به‌صورت تجمعی، معادلات سینتیکی برای توصیف سرعت آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی مورد ارزیابی قرار

گرفت. شکل خطی این معادلات در جدول ۱ آمده است
 که در این معادلات: q_t = مقدار پتاسیم
 غیرتبدالی آزاد شده (میلی گرم در کیلوگرم) بعد از t
 دقیقه عصاره‌گیری q_0 = پتاسیم عصاره‌گیری شده در
 (Pineiro & Garcia Navarro., 1997).



شکل ۱- محل نقاط نمونه‌برداری در دشت رفسنجان.

جدول ۱- معادلات سینتیکی قابل استفاده برای توصیف آزادسازی پتاسیم غیر تبدالی.

مدل	معادله	ردیف
مرتبه صفر	$(q_t - q_0) = q_0 - bt$	۱
مرتبه اول	$\ln(q_0 - q_t) = \ln q_0 - bt$	۲
مرتبه دوم	$1/q_t = a - bt$	۳
مرتبه سوم	$1/q_t^2 = a - bt$	۴
پخشیدگی سهموی	$q_t = a + b t^{0.5}$	۵
سرعت دو ثابتی	$\ln q_t = \ln a + b \ln t$	۶
الووچ	$q_t = a + b \ln t$	۷

الف- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد

مطالعه

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، دامنه pH بین ۹/۳۸ - ۸/۲۵، قابلیت هدایت الکتریکی بین ۳/۹ - ۰/۲۸ دسی‌زیمنس بر متر، ماده آلی بین ۱/۶ - ۰/۲۶ درصد، کربنات کلسیم معادل بین ۳۱ - ۱۲/۵ درصد، شن بین ۸۱/۴ - ۱۹/۴ درصد، سیلت بین ۴۸ - ۱۲ درصد، رس بین ۵۰/۶ - ۴/۶ درصد و ظرفیت تبادل کاتیونی بین ۲۰/۷۰ - ۴/۹۲ سانتی مول بر کیلوگرم متغیر و میزان پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیم مولار خنثی ۱۲۳ - ۷۰/۸۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است. همان‌طور که مشاهده می‌شود خاک‌های شماره ۲ و ۴ زیر حد بحرانی (۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) قرار دارد که با توجه به شنی بودن این خاک‌ها این نتایج دور از انتظار نیست. لازم است در این دو خاک کودهای پتاسیمی و کودهای آلی مصرف شود. البته لازم به ذکر است که در خاک‌های شنی که میزان پتاسیم قابل دسترس پایینی دارند ممکن است میزان پتاسیم غیرتبادلی بالایی داشته باشند و بتوانند در طی فصل رشد گیاه با آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی نیاز گیاه را برطرف کنند. عدم پاسخ گیاهی به اعمال کود پتاسیمی در این خاک‌ها غیرعادی است زیرا خاک‌های شنی سطوح پایینی از پتاسیم محلول، تبادلی و غیرقابل تبادل دارند در صورتی که این خاک‌ها ممکن حاوی

آخرین مرحله عصاره‌گیری به‌صورت تجمعی یا پتاسیم ثابت‌های معادلات که a مقدار اولیه پتاسیم موجود و b ثابت سرعت معادلات می‌باشد و سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی را نشان می‌دهد. برای تعیین بهترین معادله توصیف‌کننده سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی، مقادیر ضریب تبیین (R^2) و خطای معیار (SEE) معادلات به‌دست آورده می‌شوند و هر معادله‌ای که بالاترین R^2 و کوچک‌ترین SEE را داشته باشد به‌عنوان بهترین معادله توصیف‌کننده سرعت آزادسازی معرفی می‌شود فرمول محاسبه SEE در زیر آورده شده است.

$$SEE = \frac{(q - q^*)^2}{n - 2}$$

که در این معادله q و q^* به ترتیب پتاسیم غیرتبادلی اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده هستند و n تعداد نقاط آزمایشی است.

د- بررسی کانی‌شناسی منطقه

برای به‌دست آوردن یک دید کلی از وضعیت کانی‌شناسی منطقه و تعیین وجود یا عدم وجود رس‌های ۲:۱، از سه ناحیه انار، رفسنجان، نوق تعداد سه نمونه مرکب تهیه شد و با استفاده از روش پراش پرتو ایکس، کانی‌های آن‌ها شناسایی شد. به منظور خالص‌سازی رس از روش کیتریک و هپ (Kittrick & Hope, 1963) استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در عمق ۸۰-۴۰ سانتی‌متری.

رديف	واکنش (۱:۵)	قابلیت هدایت الکتریکی (dSm ⁻¹) (۱:۵)	ماده کربنات کلسیم معادل	کربنات	شن	رس	سیلت	ظرفیت تبادل کاتیونی	پتاسیم
								Cmol(+)/kg ⁻¹	آمونیم مولار خنثی
					درصد				
					mg kg ⁻¹				
۱	۹/۲۴	۰/۴۲	۰/۸۵	۳۰/۵۰	۷۱	۱۱	۱۸	۸/۹۸	۳۷۴/۵
۲	۸/۲۸	۲/۳۸	۰/۶۳	۳۱	۸۱	۷	۱۲	۶/۸۴	۱۲۳/۰۳
۳	۹/۱۸	۱/۱۹	۰/۸۹	۲۹	۴۱	۲۳	۴۶	۱۰/۷۵	۵۵۳/۰۶
۴	۸/۸۶	۱/۲۱	۰/۳۵	۲۳	۸۰	۷	۱۳	۴/۹۳	۱۶۵/۷۷
۵	۹/۳۱	۰/۶۵	۰/۷۵	۲۰/۵	۶۴	۵	۳۱	۱۴/۶۶	۳۰۲/۷۹
۶	۸/۲۵	۲/۹۴	۰/۴۲	۱۵	۳۹	۱۳	۴۸	۱۳/۹۷	۶۶۲/۴۹
۷	۹/۳۸	۰/۲۹	۰/۲۶	۱۷/۵	۷۵	۷	۱۸	۱۰/۱۴	۵۰۱/۵۳
۸	۹/۳۰	۰/۳۲	۰/۹۸	۱۷/۵	۵۹	۷	۳۴	۱۰/۱۴	۵۷۰/۷۱
۹	۸/۲۹	۰/۳۰	۰/۲۸	۱۸	۷۳	۱۵	۱۸	۱۱/۹۹	۲۶۲/۵۹
۱۰	۸/۵۱	۲/۲۴	۱/۶۰	۱۶	۴۵	۲۳	۳۲	۲۰/۷۰	۵۱۸/۴۷
۱۱	۸/۳۷	۰/۸۶	۱/۲۶	۱۵/۵	۶۳	۱۳	۲۴	۱۸/۳۳	۷۰۰/۸۵
۱۲	۸/۳۷	۲/۲۲	۰/۳۳	۱۵	۴۹	۳۷	۱۴	۱۶/۰۹	۷۰۰/۸۰
۱۳	۸/۳۷	۱/۷۲	۰/۶۷	۱۵/۵	۵۰	۳۵	۱۵	۱۳/۳۰	۳۰۲/۷۹
۱۴	۸/۲۷	۳/۹۳	۰/۵۰	۲۱	۱۹	۵۱	۳۱	۱۳/۹۷	۲۲۴/۵۱
۱۵	۸/۳۹	۱/۳۵	۰/۸۲	۱۲/۵	۵۷	۲۵	۱۸	۱۱/۹۹	۴۵۲/۱۳

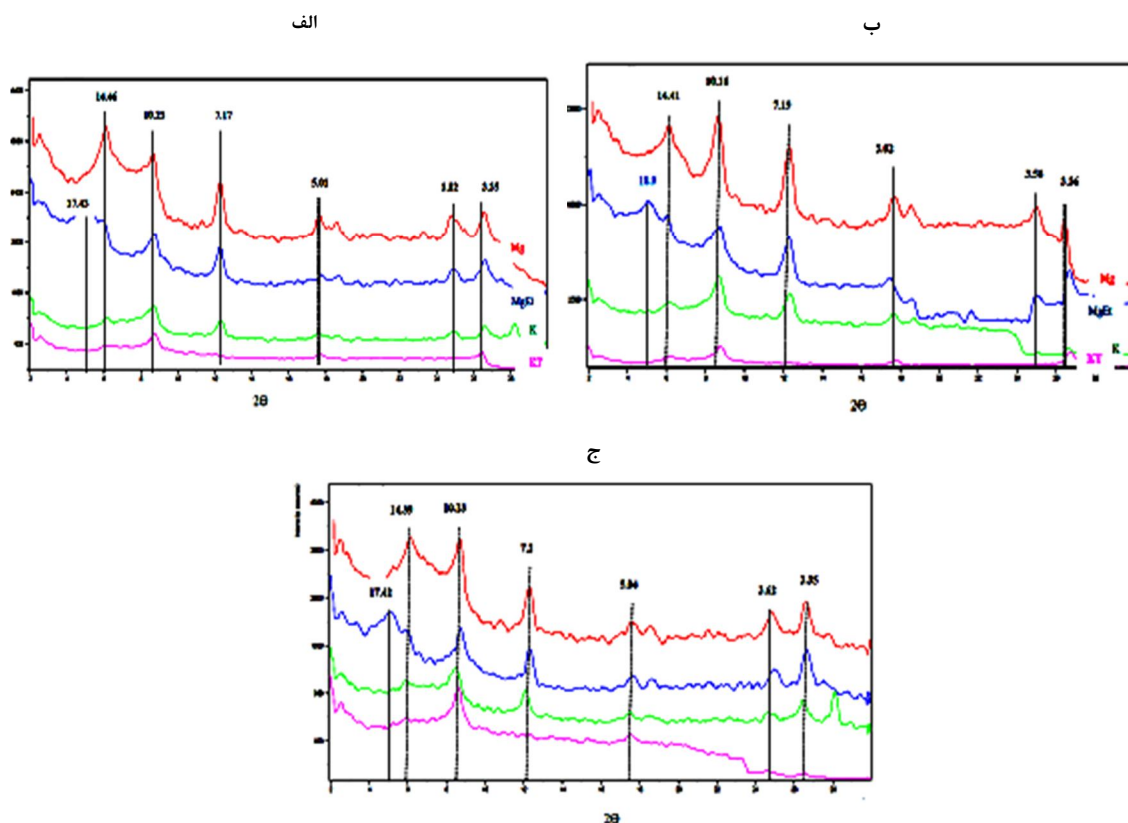
مقادیر زیادی از پتاسیم ساختمانی باشند که عمدتاً به صورت فلدسپارها می‌باشد (Parker et al., 1989).

Sadusky et al. (۱۹۸۷) نشان دادند که ۸۷ و

۷۴ درصد پتاسیم کل به ترتیب در افق‌های Ap و Bt2 در یک خاک شنی لومی در جزء شن موجود است.

قسمت زیادی از این پتاسیم کل در جزء شن می‌تواند به‌طور مستقیم به مقادیر زیاد فلدسپارهای پتاسیم‌دار نسبت داده شود. برای ارزیابی سرعت آزادسازی پتاسیم از خاک‌های شنی و بخصوص تعیین سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی از فلدسپارها این محققان یک مطالعه را در چند نمونه خاک انجام دادند. در این مطالعه از

رزین اشباع شده با هیدروژن و اگزالیک اسید برای بررسی آزادسازی پتاسیم استفاده شد. بعد از یک دوره ۳۰ روزه مقادیر زیادی از پتاسیم از این خاک‌ها آزاد شد. در ابتدا آزادسازی پتاسیم به سرعت افزایش یافت و سپس به یک سطح ثابت رسید. برای توصیف سازوکار آزادسازی پتاسیم از جزء شن این محققان مطالعه با میکروسکوپ الکترونی را روی ذرات فلدسپار از جزء شن ریز خاک را قبل و بعد از استخراج پتاسیم با رزین اشباع با هیدروژن انجام دادند. سطوح فلدسپار حفرات لبه‌ای منشوری بزرگ‌تر و بیضی شکل را نشان داد. چنین حفرات لبه‌ای نشان دهنده طبیعت هوادیده فلدسپار بود



شکل ۲- دیفراکتوگرام پراش پرتو ایکس کانی‌های منطقه مورد مطالعه الف) رفسنجان ب) انار ج) نوق.

که نشان داد سینتیک کنترل شده سطحی مکانیسم آزادسازی پتاسیم است.

ب- کانی‌شناسی منطقه مطالعاتی

در شکل ۲ دیفراکتوگرام پراش اشعه ایکس برای نمونه‌های مرکب سطحی مناطق رفسنجان، انار و نوق آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، همه نمونه‌های مورد بررسی، روند کاملاً یکسانی نشان داده‌اند و منطقه مورد مطالعه از لحاظ کانی‌شناسی تفاوت زیادی ندارد و کانی‌ها در منطقه مورد مطالعه کاملاً یکسان هستند. وجود پیک حدود ۱۸ آنگستروم در تیمار منیزیم اتیلن گلیکول نشان‌دهنده وجود کانی

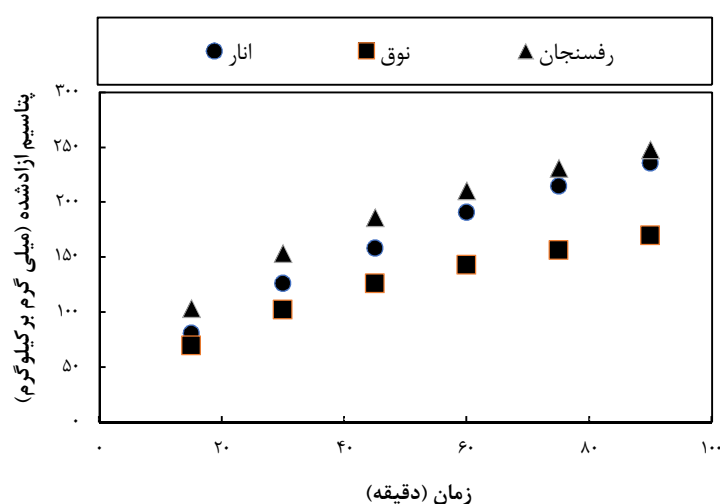
مونت‌موریلونیت است. با توجه به اینکه پیک ۱۴ آنگسترومی در هر چهار تیمار وجود دارد، نشان‌دهنده وجود کانی کلریت می‌باشد. وجود پیک ۱۰ آنگسترومی در همه تیمارهای چهارگانه و پیک رده دوم ۵ آنگسترومی و رده سوم ۳/۳۶ آنگسترومی وجود کانی ایلیت را تایید می‌کند. ضمن این که پیک حدود ۳/۸۵ در انتهای دیفراکتوگرام نشان‌دهنده وجود کوارتز در نمونه‌های خاک است.

ج- سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی

روند آزادسازی پتاسیم به‌وسیله عصاره‌گیری متوالی با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار در سه نمونه از

روند تا ۹۰ دقیقه در آزمایش دنبال شده است. مشخصه دو فازی بودن آزادسازی پتاسیم نشان‌دهنده یک فرایند کنترل پخشیدگی است و قبلا برای پتاسیم مشاهده شده است (Martin & Sparks, 1983). قسمت اول منحنی نشان‌دهنده آزادسازی پتاسیم از مکان‌های سطحی است و قسمت دوم منحنی مربوط به آزادسازی پتاسیم از مکان‌های بین لایه‌ای است (Tu et al., 2007). با توجه به اینکه اکثر خاک‌های مورد مطالعه دارای سطح بالایی از پتاسیم محلول و تبادلی هستند (پتاسیم قابل عصاره‌گیری با استات آمونیم مولار خنثی جدول ۲) تا زمانی که این پتاسیم تخلیه نشود، آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی شروع نخواهد شد. در دو خاک شماره ۲ و ۴ علی‌رغم پایین بودن پتاسیم قابل عصاره‌گیری با استات آمونیم مولار خنثی اما سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در این خاک‌ها (ثابت

خاک‌های مورد مطالعه در شکل ۳ آورده شده است. برای دیگر خاک‌های مورد مطالعه نیز روند مشابهی مشاهده شد. همان‌طور که نشان داده شده است آزادسازی پتاسیم در ابتدا سریع بوده (شیب تندتر) و سپس با یک سرعت کندتر (شیب کمتر) ادامه می‌یابد. سرعت آزادسازی بیشتر در ابتدای نمودار می‌تواند به علت تبادل یون پتاسیم با یون کلسیم در مکان‌های سطحی کانی‌های رس باشد. هنگامی که کل پتاسیم در این مکان‌ها تبادل می‌شود، تبادل بیشتر پتاسیم توسط کلسیم به علت شعاع هیدراته بزرگتر کلسیم (۴/۳ آنگستروم) نسبت به شعاع هیدراته پتاسیم (۳/۳ آنگستروم) در مکان‌های غیرتبادلی کاهش می‌یابد (Jalali, 2006). همان‌طور که مشاهده می‌شود، در زمان حدود ۴۵ دقیقه منحنی آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی شکسته می‌شود و با شیب ثابت ادامه پیدا می‌کند و این



شکل ۳- روند آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در برخی خاک‌های مورد مطالعه.

مسکویت، پس از گذشت ۵۰ ساعت از عصاره‌گیری هم‌چنان روند یکنواخت اولیه را نشان دادند، اما کانی‌های بیوتیت و فلوگوپیت ابتدا روند افزایشی شدید و سپس روند یکنواختی را داشتند. در صورتی که بیشترین مقدار پتاسیم آزاد شده در قسمت اول منحنی قرار بگیرد نشان‌دهنده این موضوع است که قسمت عمده‌ای از پتاسیم قابل استفاده در مکان‌های لبه‌ای قرار دارد و این خاک‌ها ممکن است حاوی رس‌هایی مانند ایلیت و ورمی‌کولیت باشند (Hosseinpur *et al.*, 2012).

د- تعیین مناسب‌ترین مدل سینتیکی برای توصیف سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی

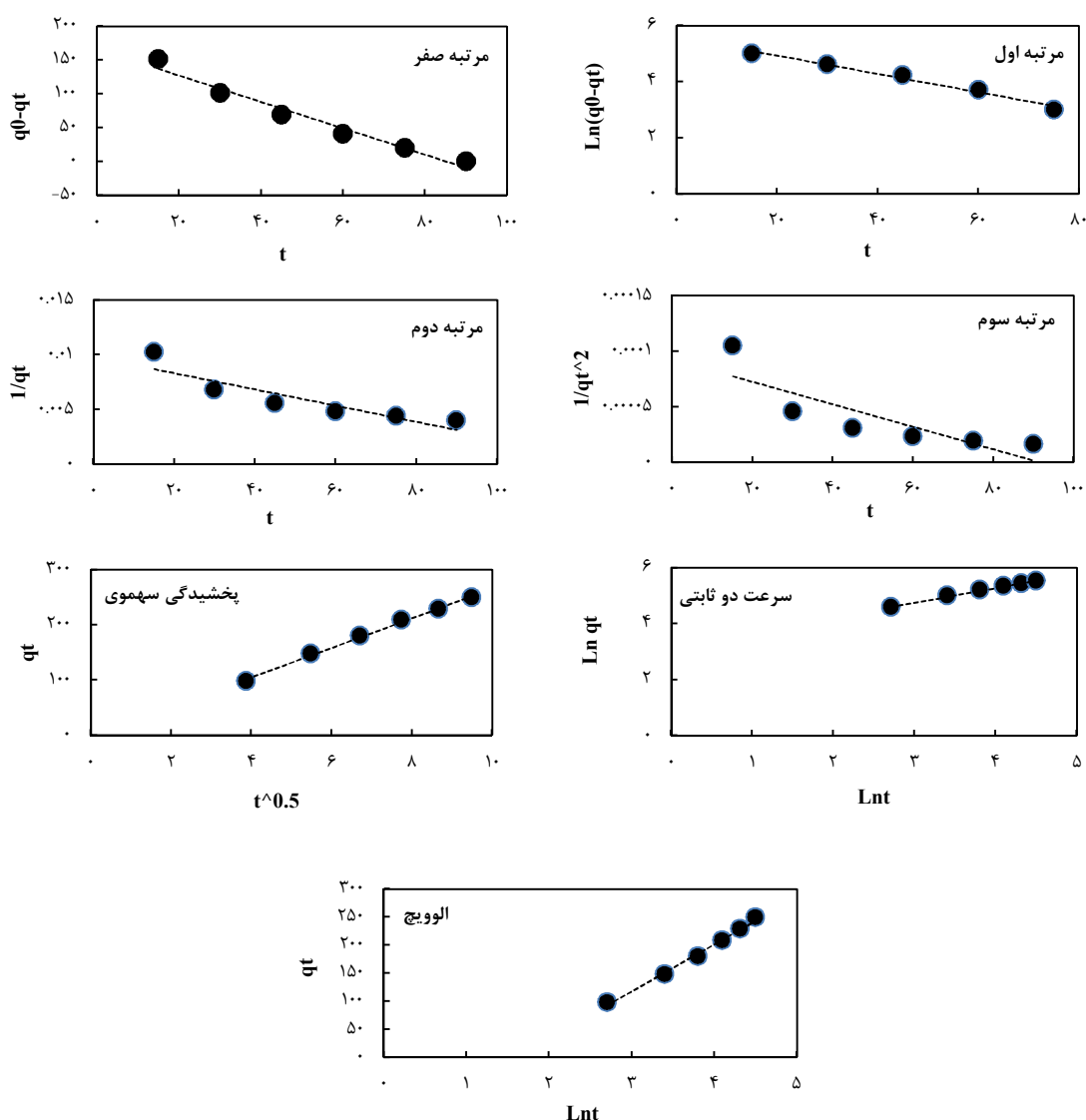
مقادیر پتاسیم غیرتبادلی آزاد شده اندازه‌گیری شده در مقابل داده‌های پیش‌بینی شده توسط مدل‌های سینتیکی مختلف برای یک نمونه از خاک‌های مورد مطالعه (خاک رفسنجان) در شکل ۴ آورده شده است. این روند برای دیگر خاک‌های مورد مطالعه نیز مشاهده شد.

معادلاتی که ضرایب تبیین (R^2) بالا و خطای استاندارد (SEE) کم داشته باشند به‌عنوان معادلاتی که روند آزاد شدن پتاسیم را بهتر توصیف می‌کنند انتخاب می‌شوند. با توجه به مقادیر ضرایب تبیین و خطای استاندارد مدل‌های سینتیکی مختلف (جدول ۳)، مشاهده می‌شود که مدل سرعت دو ثابتی کمترین SEE و بالاترین R^2 را دارد و می‌تواند به‌عنوان بهترین مدل

سرعت b معادلات) که در ادامه می‌آید قابل توجه بوده و می‌تواند تا حدود زیادی نیاز گیاه را در دراز مدت تامین کند. در تمام نمونه‌های برگ برداشت شده از مناطق علائم کمبود پتاسیم در درختان پسته مشاهده نشد.

Rajashekhar Rao (۲۰۱۵) اعتقاد دارد در صورتی که قسمت عمده‌ای از پتاسیم آزاد شده در قسمت اول منحنی آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی قرار بگیرد، احتمال حضور کانی‌هایی مانند ایلیت و ورمیکولیت در خاک زیاد است.

Ziadi *et al.* (۲۰۰۱) آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی با روش الکترواولترافیلتر را در تعدادی از خاک‌های کانادا انجام دادند و روند رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی را به مدت ۵۸ دقیقه دنبال کردند و شکستگی منحنی‌های آزادسازی در خاک‌های آن‌ها حدوداً در ۱۸ دقیقه از شروع آزمایش اتفاق افتاد. کانی‌های رسی دارای موقعیت‌های مختلفی برای نگهداری پتاسیم می‌باشند که شامل سطح، لبه‌ها و لایه‌های داخلی می‌باشند که قدرت رهاسازی از هر کدام از این موقعیت‌ها با توجه به نوع عصاره‌گیر متفاوت است. پتاسیم موجود در روی سطوح با عمل تبادل به راحتی خارج می‌شود، در حالی که پتاسیم موجود در روی لبه‌ها و لایه‌های داخلی کانی‌ها به انرژی بیشتری برای خارج شدن نیاز دارند (Mengel & Rahmatullah, 1994). در مطالعه Tu *et al.* (۲۰۰۷) دو کانی میکروکلین و



شکل ۴- برازش آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی بر معادلات سینتیکی مختلف در یک نمونه از خاک‌های مورد مطالعه.

توصیف‌کننده سرعت واجذبی پتاسیم در خاک‌های لبنان پیشنهاد کردند. حسین‌پور و کلباسی (۱۳۸۳) هم به ترتیب معادلات مرتبه اول، پخشیدگی سهموی، الوویچ و معادله سرعت دو ثابتی را در مطالعه خود به عنوان بهترین معادلات توصیف‌کننده سرعت واجذبی پتاسیم معرفی کردند. Martin & Sparks (۱۹۸۳)

برای توصیف سرعت آزادسازی پتاسیم در خاک‌های مورد مطالعه به کار رود. ثابت b معادلات (جدول ۴) می‌تواند به عنوان سرعت آزادسازی در نظر گرفته شود. Al-Zubaidi *et al.* (۲۰۰۸) معادلات مرتبه اول، پخشیدگی سهموی، الوویچ و معادله سرعت دو ثابتی را به ترتیب به‌عنوان بهترین معادلات

جدول ۳- مقادیر R^2 و SEE معادلات سینتیکی مختلف در خاک‌های مورد مطالعه.

ردیف	مرتبه یک		مرتبه دو		پخشیدگی سهموی		سرعت دو ثابتی		الویج	
	SEE	R^2	SEE	R^2	SEE	R^2	SEE	R^2	SEE	R^2
۱	۰/۹۸	۰/۱۱	۰/۸۲	۰/۰۰۲	۰/۹۹	۱/۹۱	۰/۹۹	۰/۰۲	۰/۹۹	۳/۲۸
۲	۰/۹۶	۰/۱۷	۰/۸۴	۰/۰۰۲	۰/۹۹	۱/۰۶	۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۹۹	۳/۳۲
۳	۰/۹۸	۰/۱۱	۰/۸۱	۰/۰۰۲	۰/۹۹	۱/۹۱	۰/۹۹	۰/۰۲	۰/۹۹	۳/۲۸
۴	۰/۹۷	۰/۱۶	۰/۸۲	۰/۰۰۲	۰/۹۹	۲/۲۲	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۹۹	۲/۴۵
۵	۰/۹۷	۰/۱۴	۰/۸۰	۰/۰۰۰۸	۰/۹۹	۱/۳۵	۰/۹۹	۰/۰۰۷	۰/۹۷	۶/۷۵
۶	۰/۹۹	۰/۰۹	۰/۸۳	۰/۰۰۱	۰/۹۹	۷/۱۴	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۹۹	۲/۵۶
۷	۰/۹۸	۰/۱۳	۰/۸۰	۰/۰۰۱	۰/۹۹	۴/۱۱	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۹۹	۳/۵۳
۸	۰/۹۸	۰/۱۲	۰/۸۱	۰/۰۰۱	۰/۹۹	۳/۴۸	۰/۹۹	۰/۰۲	۰/۹۹	۴/۹۱
۹	۰/۹۸	۰/۱۱	۰/۸۲	۰/۰۰۰۸	۰/۹۹	۴/۱۷	۰/۹۹	۰/۰۲	۰/۹۹	۵/۸۳
۱۰	۰/۹۸	۰/۱۳	۰/۸۱	۰/۰۰۰۹	۰/۹۹	۴/۶۲	۰/۹۹	۰/۰۲	۰/۹۹	۹/۷۲
۱۱	۰/۹۸	۰/۱۳	۰/۸۰	۰/۰۰۰۵	۰/۹۹	۶/۱۲	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۹۹	۵/۴۵
۱۲	۰/۹۸	۰/۱۴	۰/۷۵	۰/۰۰۰۷	۰/۹۸	۱۳/۶۶	۰/۹۸	۰/۰۳	۰/۹۹	۳/۸۳
۱۳	۰/۹۷	۰/۱۴	۰/۷۸	۰/۰۰۰۴	۰/۹۹	۵/۵۴	۰/۹۹	۰/۰۵	۰/۹۹	۵/۹۵
۱۴	۰/۹۷	۰/۱۴	۰/۸۴	۰/۰۰۰۹	۰/۹۹	۳/۹۷	۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۹۹	۵/۸۹
۱۵	۰/۹۸	۰/۱۳	۰/۷۴	۰/۰۰۰۹	۰/۹۹	۸/۷۵	۰/۹۹	۰/۰۴	۰/۹۹	۴/۶۱

معادله مرتبه اول را به‌عنوان معادله مناسب در دو خاک ساحلی در ایالات متحده پیشنهاد کردند. ضرایب a و b معادلات سینتیکی مختلف در جدول ۴ آمده است. ثابت b نشان‌دهنده شیب معادلات است و می‌تواند به‌عنوان شاخصی از سرعت آزادسازی پتاسیم به‌کار برده شود. تفاوت بین مقادیر b نشان می‌دهد که قدرت تامین پتاسیم خاک‌های مختلف، متفاوت است. در معادله تابع توانی، ضریب b در همه خاک‌ها کوچکتر از یک است که نشان می‌دهد سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی با زمان کاهش می‌یابد (Jalali, 2006).

هرچقدر ثابت سرعت آزادسازی پتاسیم کمتر باشد خاک‌ها بیشتر مستعد کمبود پتاسیم هستند و نیاز به کود پتاسیمی، کود دامی و دوره‌های آیش دارند (Rajashkhar Rao, 2015). یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای مقایسه معادلات توصیف‌کننده آزادسازی پتاسیم، مقایسه همبستگی ثابت سرعت آن‌ها با شاخص‌های گیاهی و ویژگی‌های خاک است (Hosseinpur et al., 2012). همبستگی ثابت سرعت معادلات سینتیکی مورد مطالعه با غلظت پتاسیم در برگ درختان پسته و ویژگی‌های خاک در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۴- مقادیر ضرایب a و b معادلات سینتیکی مختلف در خاک‌های مورد مطالعه.

ردیف	مرتبه یک		مرتبه دو		پخشیدگی سهموی		سرعت دو ثابتی		الووچ	
	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a
۱	۵/۰۱	-۰/۰۳	۳۴/۱۲	-۰/۰۰۰۱	۱۵/۵۳	۱/۵۹	۲/۷۵	۰/۵	۴۸/۶۶	-۷۴/۹۸
۲	۴/۹۶	-۰/۰۳	۳۰/۷۷	-۰/۰۰۰۱	۱۳/۷۸	۲/۵۹	۲/۶۸	۰/۴۹	۴۳/۱	-۶۵/۰۲
۳	۵/۰۱	-۰/۰۳	۲۶/۸۲	-۰/۰۰۰۱	۱۵/۵۳	-۳/۳	۲/۵۹	۰/۵۳	۴۸/۶۶	-۷۹/۸۸
۴	۵	-۰/۰۳	۲۱/۳۳	-۰/۰۰۰۱	۱۴/۳۵	-۲/۸۵	۲/۵	۰/۵۳	۴۵/۰۷	-۷۴
۵	۵/۱۸	-۰/۰۳	۲۵/۴۹	-۰/۰۰۰۲	۱۸/۲۵	۲/۰۵۲	۲/۲۴	۰/۶۲	۵۶/۶۵	-۱۰۹/۶
۶	۵/۷۳	-۰/۰۳	۳۶/۶۳	-۰/۰۰۰۰۵	۳۰/۰۳	-۲/۰۱	۳/۶۲	۰/۴۷	۹۴/۸	-۱۳۰/۱۸
۷	۵/۵	-۰/۰۳	۲۲/۱۹	-۰/۰۰۰۰۸	۲۳/۹۶	-۲/۰۱	۳/۰۷	۰/۵۲	۷۵/۳۴	-۱۲۱/۱۴
۸	۵/۵۹	-۰/۰۳	۱۹/۰۲	-۰/۰۰۰۰۷	۲۶/۸۱	۷/۷۷	۳/۲	۰/۵۲	۸۴/۱۲	-۱۳۴/۵۹
۹	۵/۴۳	-۰/۰۳	۲۱/۳۳	-۰/۰۰۰۰۸	۱/۷۳	-۲۳/۳۳	۳/۲	۰/۴۹	۷۳/۶۲	-۱۱۱/۷
۱۰	۶/۱۲	-۰/۰۳	۱۸/۳۴	-۰/۰۰۰۰۵	۴۵/۸۹	-۹/۱۳	۳/۵۲	۰/۵۶	۱۴۳/۷۵	-۲۴۹/۳۵
۱۱	۵/۹	-۰/۰۳	۲۷/۷۱	-۰/۰۰۰۰۷	۳۵/۵۶	۶۰/۶۴	۳/۳۷	۰/۵۴	۱۱۱/۸۲	-۱۵۸/۸۹
۱۲	۶/۱۳	-۰/۰۳	۲۲/۰۵	-۰/۰۰۰۰۲	۳۹/۹۴	۴۳/۶۹	۴/۱۴	۰/۴۳	۱۳۹/۲۸	-۱۸۵/۸۶
۱۳	۵/۸۵	-۰/۰۳	۳۱/۶۹	-۰/۰۰۰۰۳	۳۰/۱	۷۰/۷۳	۳/۸۹	۰/۴۲	۱۰۴/۲۳	-۱۳۹/۰۸
۱۴	۵/۵۱	-۰/۰۳	۲۸/۰۲	-۰/۰۰۰۰۳	۷۰/۷۰	-۰/۰۰۰۰۳	۴/۰۴	۰/۳۴	۷۵/۸۵	-۶۱/۶۷
۱۵	۵/۸۵	-۰/۰۳	۲۳/۲۵	-۰/۰۰۰۰۴	۱۶/۲۷	-۰/۰۰۰۰۴	۳/۵۴	۰/۴۹	۱۰۶/۸۹	-۱۷۲/۰۵

جدول ۵- ضریب همبستگی بین ثابت سرعت معادلات مورد بررسی و غلظت پتاسیم برگ.

مرتبه صفر	مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	پخشیدگی سهموی	تابع توانی	الووچ
-۰/۱۱	۰/۱۹	-۰/۰۰۳	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۰۳۹	-۰/۰۰۴
۰/۱۲	-۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۶	-۰/۰۶	۰/۱۳
۰/۱۲	-۰/۱۴	-۰/۱۶	۰/۰۴	-۰/۲۵**	۰/۰۹	-۰/۲۹**
۰/۱۸	۰/۰۰۸	-۰/۲۰*	-۰/۵۹*	-۰/۴۷**	-۰/۰۵	-۰/۴۵**
-۰/۵۱*	۰/۲۵*	۰/۳۸**	۰/۵۷*	۰/۵۴**	-۰/۱۸	۰/۵۸**
-۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۳۸**	۰/۱۲	۰/۶۰**	-۰/۱۶	۰/۶۴**

همبستگی معنی داری با ویژگی های خاک و جذب پتاسیم گیاه ذرت دارند. علیرغم اینکه ثابت سرعت معادله توانی همبستگی خوبی با غلظت پتاسیم برگ و ویژگی های خاک نشان نداده است اما سایر معادلات با درصد رس همبستگی معنی دار نشان داده اند. با توجه

همان طور که مشاهده می شود ثابت سرعت معادلات با غلظت پتاسیم برگ همبستگی معنی دار نشان نداده است. عبدی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در خاک های استان فارس نشان دادند معادلات الووچ و پخشیدگی سهموی

مطالعه سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی با سایر روش‌ها و عصاره‌گیرها در این خاک‌ها صورت گیرد.

منابع

- ۱- بحرینی طوحان، م، دردی‌پور، ا، و موحدی نائینی، ع. (۱۳۸۹). سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی با استفاده از اسید سیتریک و کلرید کلسیم رقیق در خاک‌های زراعی سری‌های غالب استان گلستان. *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک*، ۱۴ (۵۳): ۱۲۶-۱۱۳.
- ۲- حسین‌پور، ع، و کاووسی، م. (۱۳۸۳). سرعت آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی و پاسخ گیاه در تعدادی از خاک‌های گیلان. *مجله علوم کشاورزی ایران*، ۳۵ (۲): ۳۴۷-۳۵۵.
- ۳- عبدی، ص، قاسمی فسایی، ر، کریمیان، ن، و فیضیان، م. (۱۳۹۳). قابلیت استفاده و سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی در برخی خاک‌های آهکی استان فارس. *نشریه آب و خاک*، ۲۸ (۴): ۷۷۷-۷۶۶.
- ۴- فرشادی راد، ا، دردی‌پور، ا، و خرمالی، ف. (۱۳۹۲). سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی با استفاده از کلرید کلسیم در خاک‌ها و اجزای آن. *مجله مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۳ (۱): ۱۲۹-۱۱۳.
- ۵- مهدوی، ش. (۱۳۸۰). مطالعه سینتیک آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی و همبستگی آن با جذب گیاه

به اینکه جذب عناصر در درختان با گیاهان زراعی متفاوت است. لذا عدم همبستگی مشاهده شده می‌تواند به این دلیل باشد که میزان پتاسیم آزاد شده فقط قسمتی از نیاز درخت را تامین می‌کند و بقیه نیاز درخت از ذخیره تنه و شکل‌های دیگر پتاسیم تامین می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

گیاهان پتاسیم مورد نیاز خود را نه تنها از پتاسیم تبادلی بلکه از پتاسیم بین لایه ای کانی‌های رسی ۲:۱ هم کسب می‌کنند. بنابراین مطالعه سرعت آزادسازی پتاسیم غیر تبادلی در خاک‌های زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نتایج این تحقیق نشان داد که کانی‌های رسی ۲:۱ مونت موریلونیت و ایلیت در خاک‌های منطقه مورد مطالعه حضور دارند و پتاسیم بین لایه‌ای آن‌ها می‌تواند نقش بسزایی در تغذیه گیاه داشته باشد. نتایج نشان داد که معادله تابع توانی (سرعت دو ثابتی) قادر است سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی را به طور رضایت بخش در خاک‌های این منطقه توصیف کند. داده های آزادسازی پتاسیم می‌توانند در برآورد نیاز کودی گیاهان مورد استفاده قرار گیرند چرا که عصاره‌گیرهایی مانند استات‌آمونیم که در اکثر مناطق ایران استفاده می‌شود میزان پتاسیم خاک را بدون در نظر گرفتن سرعت آزادسازی پتاسیم غیرتبادلی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. پیشنهاد می‌شود

- 13- Jalali, M. (2005). Release kinetics of nonexchangeable potassium in calcareous soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36, 1903-1917.
- 14- Jalali, M. (2006). Kinetics of nonexchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of Western Iran. *Geoderma*, 135, 63-71
- 15- Jalali, M, & Zarabi, M. (2006). Kinetics of nonexchangeable potassium release and plant response in some calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169, 196-204.
- 16- Kittrick, JA, & Hope, EW. (1963). A procedure for the particle size separation of soils for X-Ray diffraction analysis. *Soil Science*, 96, 312-325.
- 17- Lopez-Pineiro, A, & Garcia Navarro, A. (1997). Potassium release kinetics and availability in unfertilized Vertisol of Southwestern Spain. *Soil Science*, 162, 912-918.
- 18- Martin, HW, & Sparks, DL. (1983). Kinetics of non- exchangeable potassium release from two coastal plain soils. *Soil Science Society America Journal*, 47, 883-887.
- 19- Mengel, K, & Kirkby, EA. (2001). Principles of Plant Nutrition, 5th ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p 849.
- 20- Mengel, K, & Rahmatullah, M. (1994). Exploiaion of potassium by various crop species from primary minerals in soil rich in mica. *Biology and Fertility of Soils*, 17, 75-79.
- 21- Öborn, I, Andrist-Rangel, Y, Askegaard, M, Grant, CA, Watson, CA, & Edwards, AC. (2005). Critical aspects of potassium management in agricultural systems. *Soil Use and Management*, 21, 102-112.
- در سری‌های خاک غالب استان همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- 6- Al-Zubaidi, A, Yanni, S, & Bashour, I. (2008). Potassium status in some Lebanese soils. *Lebanese Science Journal*, 9(1), 81-97.
- 7- Fanning, DS, Keramidase, VZ, & El-Desoky, MA. (1989). Mica. pp. 551-634, In: Dixon, JB, and Weed, SB. (eds.), Mineral in Soil Environment, SSSA. Madison, WI.
- 8- Farpoor, MH, Khademi, H, & Eghbal, MK. (2002). Genesis and distribution of palygorskite and associated clay minerals in Rafsanjan soils on different geomorphic surfaces. *Iranian Agricultural Research*, 21, 39-60.
- 9- Hinsinger, P. (2002). Potassium. In: Lal, R. (ed.) Encyclopedia of soil science. Marcel Dekker Inc., New York.
- 10- Hosseinfard, SJ, Khademi, H, & Kalbasi, M. (2010). Different forms of soil potassium as affected by the age of pistachio (*Pistacia vera L.*) trees in Rafsanjan, Iran. *Geoderma*, 155, 289-297.
- 11- Hosseinpur, AR, & Kalbasi, M. (2002). Kinetics of nonexchangeable potassium from soils and separates in some central region soils of Iran. 17th World Congress of Soil Science, 14-21 Agust, Bangkok, Thailand.
- 12- Hosseinpur, AR, Motaghian, HR, & Salehi, MH. (2012). Potassium release kinetics and its correlation with pinto bean (*Phaseolous vulgaris*) plant indices. *Plant and Soil Environment*, 58, 328-333.

- Australian Journal of Soil Research*, 37, 317-328.
- 28- Steffen, D, & Sparks, DL. (1997). Kinetics of nonexchangeable ammonium release from soils. *Soil Science society of America Journal*, 61, 455-462.
- 29- Syers, JK. (2003). Potassium in soils: current concepts. pp. 301-310. In: Johnston A.E (ed.) Proceedings of the IPI Golden Jubilee Congress 1952–2002 held at Basel Switzerland 8–10 Oct 2002. Feed the soil to feed the people. The role of potash in sustainable agriculture. International Potash Institute, Basel.
- 30- Tu, SX, Guo, ZF, & Sun, JH. (2007). Effect of oxalic acid on potassium release from typical Chinese soils and minerals. *Pedosphere*, 17, 1-10.
- 31- Wang, JG, Zhang, FS, Cao, YP, & Zhang XL. (2000). Effect of plant types on release of mineral potassium from gneiss. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 56, 37-44
- 32- Ziadi, N, Simard, RR, & Tran TS. (2001). Models for potassium release kinetics of four Humic Gleysols high in clay by electro-ultrafiltration. *Canadian Journal of Soil Science*, 81(5), 603-611.
- 22- Parker, DR, Sparks, DL, Hendricks, GJ, & Sadusky, MC. (1989). Potassium in Atlantic Coastal Plain soils: I. Soil characterization and distribution of potassium. *Soil Science Society of America Journal*, 53, 392-396.
- 23- Rajashekhar Rao, BK. (2015). Kinetics of potassium release in sweet potato cropped soils: a case study in the highlands of Papua New Guinea. *Solid Earth*, 6, 217–225.
- 24- Rich, CI, & Black, WR. (1964). Potassium exchange as affected by cation size, pH, and mineral structure. *Soil Science*, 47, 384-390.
- 25- Sadusky, MC, Sparks, DL, Noll, MR, & Hendricks, GJ. (1987). Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy soils. *Soil Science Society of America Journal*, 51, 1460-1465.
- 26- Sparks, DL, & Jardine, PM. (1984). Comparison of kinetic equations to describe K-Ca exchange in pure and in mixed systems. *Soil Science*, 138, 115-122.
- 27- Srinivasarao, C, Swarup, A, Subba Rao, A, & Raja Gopal, V. (1999). Kinetics of nonexchangeable potassium release from a Tropaeuets as influenced by long-term cropping. *Fertilization and Manuring*.

Release Kinetics of Nonexchangeable Potassium in Some Soils under Pistachio of Rafsanjan Region

Abstract

Nonexchangeable potassium has a critical role in crops nutrition, therefore the study of nonexchangeable release rate in cultivated lands is necessary. Information about release kinetics of nonexchangeable potassium in Kerman province soils is limited. In this research 15 soil samples were collected from Rafsanjan lands under pistachio trees and mineralogical properties and release kinetics of nonexchangeable potassium using successive extraction with 0.01 M CaCl₂ were determined. In order to determine correlation coefficient between the constant rate of kinetics equation and potassium concentration in pistachio leaf, leaf samples were collected from studied sites. Results indicated that montmorillonite, illite and

chlorite clays are present in studied region and between kinetics equations including zero order, first order, second order, parabolic diffusion, power function (two constant rate) and elovich, according to R² and SE values, power function model is able to describe nonexchangeable release rate satisfactorily. Constant rate values for this model varied between 57.83- 107.86. Constant rate of studied equations have not significant correlation with the potassium concentration of pistachio trees. It is recommended that release rate of nonexchangeable potassium be studied with other methods and extractants.

Keywords: Kinetics models, Rafsanjan, Release rate