مجله علوم كشاورزي ايران
جلد ۳۷، شماره ۳، سال ۱۳۸۵ (۴۷۹-۴۷۱)

منحني كميت ـ شدت پتاسيم (Q/I) و همبستگي پارامترهاي آن با خصوصيات تعدادي از خاكهاي زير كشت نيشكر خوزستان

عبدالامير بستاني[1] و غلامرضا ثواقبي فيروزآبادي[2]
۱، ۲، دانشجوي دكتري و استاديار پرديس كشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران
تاريخ پذيرش مقاله ۸۴/۶/۲۳

خلاصه

عنصر پتاسيم مانند ساير عناصر غذايی اصلی در تغذيه گياه نيشكر ، كميت و كيفيت محصول، عنصر غذايي بسيار مهمي است. براي ارزيابي قابليت استفاده پتاسيم خاك و مديريت مصرف كود منحني‌هاي كميت ـ شدت (Q/I) مفيد مي‌باشند. اين بررسي به منظور بدست آوردن پارامترهاي منحني Q/I پتاسيم مانند پتاسيم به سهولت قابل تبادل (ΔK°) ، پتاسيم به سختي قابل تبادل (K_x)، نسبت فعاليت پتاسيم (AR^K) و ظرفيت بافري بالقوه پتاسيم (PBC_K) و ضرايب همبستگي بين اين پارامترها و خصوصيات فيزيكو شيميايي نمونه هاي خاك ۳۰-۰ سانتي متر تحت كشت نيشكر استان خوزستان اجراء شد. نتايج نشان داد كه ΔK° از ۰/۰۳۵۳ تا ۰/۲۲۵۷ با ميانگين ۰/۰۸۳۵ ميلي اكي والان درصد گرم ، K_x از ۱/۰۶۳ تا ۴/۱۴۳ با ميانگين ۲/۳۲۵ ميلي اكي والان درصد گرم ، AR° از ۰/۰۱۲۵ تا ۰/۰۹۴۱ با ميانگين ۰/۰۴۰ ميلي مول در ليتر و PBC_K از ۱/۲۰۳۴ تا ۳/۰۶۵۱ با ميانگين $\frac{(mmolL^{-1})0.5}{(meq100^{-1}g)}$ ۲/۲۳۲ متغير بود. منحني‌هاي Q/I شكل معمول مشاهده شده در منابع را داشت اما در خاكهاي مختلف متفاوت بودند. ضريب همبستگي بين PBC_K و درصد رس (r=۰/۸۳**)،CEC (r=۰/۸۱**)، پتاسيم قابل تبادل (r=۰/۵۹*) و درصد ماده آلي (r=۰/۶۲*) معني‌دار ولي با سابقه كشت، پتاسيم محلول و pH غير معني‌دار بود. نتايج نشان داد كه كشت و كار طولانی مدت بدون اضافه كردن كود پتاسه سبب كاهش ميزان پتاسيم بسهولت قابل دسترس (محلول و تبادلی) شده است ولی تأثيری بر پتاسيم غير قابل تبادل و ساختاری نداشته است.

واژه‌هاي كليدي: منحني كميت ـ شدت، ظرفيت بافري پتاسيم

مقدمه

گياه نيشكر براي رشد و توليد محصول با كيفيت مطلوب به پتاسيم زيادي نياز دارد. با كشت مداوم اين گياه و عدم مصرف كودهاي پتاسيمي، تخليه پتاسيم در بخش عمده‌ای از خاكهاي زيركشت نيشكر خوزستان و كاهش ميزان پتاسيم قابل استفاده به كمتر از حد بحراني گزارش گرديده است (۱).

پتاسيم در خاك به شكل‌هاي محلول، تبادلي، تثبيت شده و ساختاري وجود دارد و واكنش‌هاي تعادلي و سينتيكي موجود بين آنها سطح پتاسيم محلول و قابل دسترس گياه را تحت تأثير قرار مي‌دهد (۱۳، ۱۸). روش معمول در ارزيابي پتاسيم قابل استفاده گياه و تعيين نياز كود پتاسيمي عصاره‌گيري به روش استات آمونيوم نرمال است ولي در بعضي از خاكها بويژه خاكهاي غني از كانيهاي ميكا به علت وجود مواضع اختصاصي جذب پتاسيم و نگهداري مقدار زيادي پتاسيم با انرژي بالا و استخراج بخشي از اين پتاسيم‌ها با عصاره‌گير استات آمونيوم، همبستگي ضعيفي بين پتاسيم استخراج شده با استات آمونيوم و پاسخ

مكاتبه كننده: عبدالامير بستاني E-mail:Bostani_am@yahoo.com

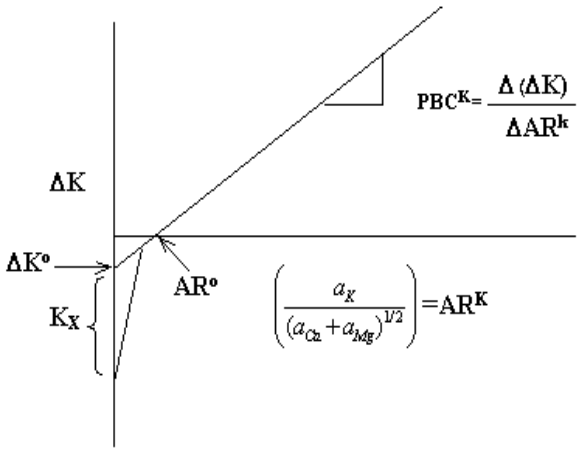
گياه به كوددهي پتاسيمي گزارش شده است(١٦).

در سالهاي اخير تلاش‌هايي براي معرفي روشهاي مناسب ديگر براي ارزيابي وضعيت پتاسيم قابل استفاده خاك و نياز گياه به كود پتاسيمي انجام شده است كه از جمله مي توان به روش استفاده از روابط تعادل پتاسيم با كلسيم + منيزيم اشاره كرد. اين روابط نشان مي‌دهد كه جذب پتاسيم بوسيله ذرات خاك در نتيجه افزايش فعاليت كلسيم و منيزيم در محلول خاك كاهش مي‌يابد. در نتيجه قابليت جذب پتاسيم را براساس مقدار نسبي اين عنصر نسبت به مجموع كلسيم و منيزيم بدست مي آورند. بنابراين نسبت فعاليت پتاسيم كه اولين بار توسط اسكوفيلد (١٩٤٧) ارائه شد عبارت از نسبت فعاليت پتاسيم به جذر مجموع كلسيم و منيزيم است (قانون نسبت). دراين رابطه AR^K عامل شدت يا نسبت فعاليت پتاسيم و a_k ، a_{Ca} و a_{Mg} به ترتيب فعاليت پتاسيم، كلسيم و منيزيم در محلول تعادلي خاك است.

$$AR^K = \left(\frac{a_K}{(a_{Ca} + a_{Mg})^{1/2}} \right)$$

بكت (١٩٦٤) اظهار داشت كه شدت پتاسيم در يك خاك در حال تعادل با محلول خاك به بهترين وجهي با استفاده از نسبت فعاليت پتاسيم قابل تعريف است. به نظر بكت (١٩٦٤ و ١٩٧٢) خاكهاي مختلف كه داراي نسبت فعاليت پتاسيم يكساني هستند ممكن است با جذب پتاسيم توسط ريشه گياه توانايي حفظ نسبت مذكور را به يك ميزان نداشته باشند بنابراين تنها اندازه‌گيري شدت پتاسيم كافي نبوده بلكه روش Q/I يا روشي كه در آن رابطه پتاسيم محلول و لابيل مشخص شود مناسب‌تر مي‌باشد. پژوهشگران متعددي روابط كميت ـ شدت را در توصيف وضعيت پتاسيم قابل استفاده خاك به كار برده‌اند (٢، ٤، ٦، ٨، ٩، ١٠، ١٢، ١٨). منحني كلاسيك Q/I در شكل ١ آورده شده است.

دراين منحني AR^K نسبت فعاليت پتاسيم يا عامل شدت (I) و ΔK عامل كميت (Q) نشانگر تغيير در پتاسيم تبادلي، ΔK^0 نمايه مقدار پتاسيم تبادلي يا نشان‌دار يا به آساني قابل قبول، AR^0 نسبت فعاليت پتاسيم در حال تعادل، K_X نمايه مقدار پتاسيم سخت قابل تبادل يا جذب شده در محل‌هاي اختصاصي و PBC^K كه شيب بخش خطي نمودار Q/I است ظرفيت بافري بالقوه پتاسيم خاك را نشان مي‌دهد (١٧). PBC^K توانايي بالقوه خاك را براي ثابت نگه داشتن شدت مناسبي از پتاسيم در محلول خاك و تأمين پتاسيم مورد نياز نشان مي‌دهد. اين نمودار از دو بخش خطي و غير خطي تشكيل شده است. بخش خطي نشانگر جذب الكترواستاتيك پتاسيم در جايگاه‌هاي غيراختصاصي در سطوح خارجي كاني است و در مقادير زياد نسبت فعاليت پتاسيم بوجود مي‌آيد (٦). بخش غيرخطي در مقادير كم نسبت فعاليت پتاسيم بوجود مي‌آيد كه نشانگر تمايل زياد جايگاه‌هاي اختصاصي در لبه‌هاي سطوح داخلي كريستالهاي رس و لبه‌هاي هوادیده كاني ميكا براي جذب و يا رهاسازي پتاسيم است. منگل و كركبي (١٩٨٠) سه عامل شدت پتاسيم در محلول خاك، ظرفيت بافري بالقوه پتاسيم خاك و ضريب انتشار مؤثر (D_e) پتاسيم در خاك را به عنوان عوامل اصلي كنترل كننده سرعت فراهمي پتاسيم براي جذب توسط ريشه گياه مي‌دانند كه عوامل شدت (I) و ظرفيت بافري را مي‌توان از منحني Q/I بدست آورد.



شكل ١ـ منحني كلاسيك كميت ـ شدت (Q/I) پتاسيم

نظر به اينكه صحت اندازه گيري پتاسيم قابل دسترس به روش استات آمونيوم بخصوص در مناطق خشك و نيمه خشك همراه با شك و ترديد مي باشد (١٤،١٦) ، اين بررسي جهت تعيين رابطه كميت ـ شدت پتاسيم Q/I و همبستگي اجزاء آن با خصوصيات خاك به منظور ارزيابي دقيق تر وضعيت پتاسيم،

در تعدادي از خاكهاي زير كشت نيشكر خوزستان به مرحله اجراء در آمد.

مواد و روش‌ها

براي انجام اين پژوهش سيزده نمونه خاك سطحي (عمق صفر تا ٣٠ سانتي‌متر) از خاكهاي زيركشت نيشكر از مزارع سه شركت كشت و صنعت هفت تپه با حداكثر ٤١ سال سابقه كشت، كارون با حداكثر ٢٦ سال سابقه كشت و طرح توسعه نيشكر با حداكثر ٨ سال سابقه كشت به گونه اي انتخاب شد كه مزارع انتخابي هيچگونه كود پتاسيمي دريافت نكرده باشند، مزارع داراي پراكنش مناسبي بوده و از نظر بافت، پتاسيم قابل دسترس و سابقه كشت داراي گستره وسيعي باشند. نمونه‌ها پس از خشك كردن در هوا و عبور از الك دو ميليمتري براي اندازه گيري خصوصيات فيزيكي و شيميايي و بدست آوردن منحني Q/I پتاسيم آماده شدند. در اين نمونه‌ها، پ هاش در گل اشباع، قابليت هدايت الكتريكي در عصاره گل اشباع (١٥)، بافت خاك به روش هيدرومتري (١٥) ماده آلي به روش اكسايش تر (١٥) ظرفيت تبادل كاتيوني به روش باور (١٥) پتاسيم قابل تبادل به روش استات آمونيوم يك مولار و پتاسيم غير قابل تبادل به روش اسيد نيتريك مولار جوشان (١٥) تعيين شد.

پارامترهاي لازم براي رسم منحني‌هاي Q/I پتاسيم براي هر نمونه خاك بدين صورت بدست آمد كه ٢٥ ميلي‌ليتر محلول ٠/٠٠٢ مولار كلسيم از نمك كلريدكلسيم كه غلظت پتاسيم در آنها از نمك كلريدپتاسيم به ترتيب صفر، ٠/١، ٠/٢، ٠/٤، ٠/٨، ١/٤، ٢/٤ و ٣/٢ ميلي مولار بود به نمونه‌هاي ٢ گرمي هر خاك در دو تكرار اضافه و به مدت دو ساعت در دماي ١ ± ٢٥ درجه سانتي‌گراد تكان داده شد. بعد از سانتريفيوژ كردن در دور ٣٠٠٠ در دقيقه به مدت ٥ دقيقه قابليت هدايت الكتريكي (EC) عصاره خاك با دستگاه هدايت سنج و غلظت كلسيم به روش كمپلكسومتري و تيتراسيون با EDTA و غلظت پتاسيم با دستگاه فليم فتومتر اندازه گيري شد. ΔK يا تغيير در پتاسيم تبادلي از تفاوت غلظت پتاسيم در محلول اوليه و محلول تعادلي بدست آمد. براي محاسبه AR^K يا نسبت فعاليت پتاسيم ابتدا قدرت يوني محلول‌ها (I) با استفاده از EC اندازه‌گيري شده و رابطه تجربي I = ٠/٠١٣EC محاسبه شد (١٩). سپس ضرايب فعاليت يون (γ_i) با استفاده از معادله ديويس محاسبه شد و سپس با استفاده از فرمول $a_i=\gamma_i \times c_i$ ، فعاليت يونهاي پتاسيم، كلسيم و منيزيم بدست آمد و نسبت فعاليت پتاسيم از رابطه

$$AR^K = \frac{a_k}{(a_{Ca} + a_{Mg})^{\frac{1}{2}}}$$

محاسبه شد و درنهايت با رسم Δk در مقابل AR^K پارامترهاي Q/I بدست آمد.

نتايج و بحث

نتايج تعدادي از خصوصيات فيزيكي و شيميايي خاكهاي مورد بررسي در جدول ١ آورده شده است. نتايج نشان مي‌دهد كه خاكها از نظر خصوصيات مورد نظر از گستره خوبي برخوردار مي‌باشند بطوريكه گستره تغييرات از نظر قدمت كشت ٤١-٧ سال، رس ٥٠-١٦ درصد، ظرفيت تبادل كاتيوني، ٢٠/٥٥ – ٧/٢٤ سانتي‌مول بار بر كيلوگرم، ماده آلي ٢/٠٦-٠/٤٢ درصد، هدايت الكتريكي ٠/٦١-٤/٥٧ دسي‌زيمنس بر متر، پتاسيم محلول ١٣/٦٧-١/٨٨ ميلي‌گرم در ليتر، پتاسيم تبادلي ١٦٨/٢٤ -٤٤/٢٦ ميلي گرم در كيلوگرم ، پتاسيم قابل دسترس به روش استات آمونيوم مولار ١٧٢/٥٥-٤٥/٣٦ ميلي گرم در كيلوگرم و پتاسيم غيرتبادلي١٦٢/٣٦-٤٥/٧٩ ميلي‌گرم‌دركيلوگرم مي‌باشد.

شكل ٢، نمودار Q/I را براي خاكهاي مورد آزمايش نشان مي‌دهد. همانگونه كه مشخص شده است روند كلي نمودارها شبيه منحني كلاسيك مي باشد اگرچه تفاوتهايي وجود دارد. در اين نمودارها نيز در مقادير كم AR^K رابطه ΔK و AR^K به صورت منحنی و در مقادير بالاي AR^K ، اين رابطه خطي است.

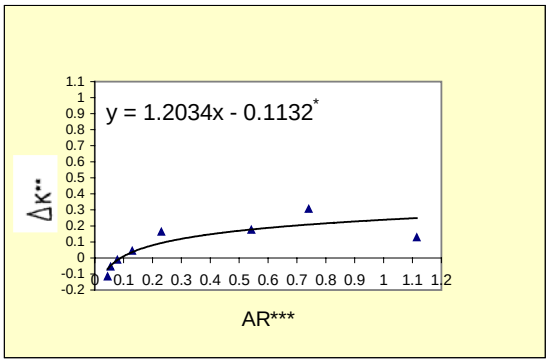
جدول ٢ مقادير پارامترهاي نمودار كميت ـ شدت (Q/I) را در خاكهاي مختلف نشان مي‌دهد. مقادير در خاكهاي مختلف متفاوت است و اين تفاوت نشانگر متفاوت بودن وضعيت پتاسيم دراين خاكها است. دراين بررسي ΔK° داراي گستره تغييرات ٠/٢٢٥٧-٠/٠٣٥٣ ميلي اكي والان درصدگرم، K_x داراي گستره تغييرات ٤/١٤٣-١/٠٦٣ ميلي اكي والان درصد گرم بود و AR^0 يا نسبت فعاليت پتاسيم درحال تعادل يا شدت پتاسيم نشان دار درخاك داراي گستره ٠/٠٩٤١- ٠/٠١٢٥ $(mmol\ L^{-1})^{0.5}$ بود.

جدول ١- برخی از خصوصيات فيزيكوشيميائي نمونه‌هاي خاک انتخاب شده براي ترسيم نمودار Q/I

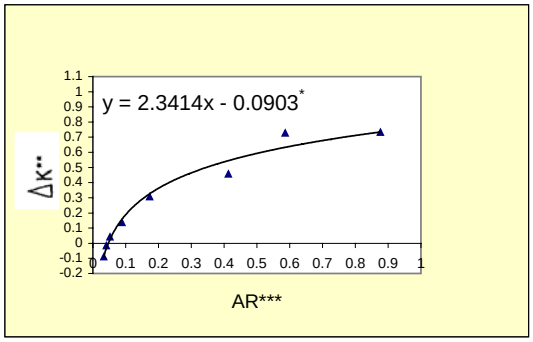
شماره خاك	قدمت كشت	رس	سيلت	شن	بافت خاك	ظرفيت تبادل كاتيوني	آهك	درصد اشباع (SP)	ماده آلي	پ هاش	هدايت الكتريكي	پتاسيم محلول	پتاسيم قابل دسترس	پتاسيم غيرتبادلي
	(سال)	(%)	(%)	(%)		meq. $100g^{-1}$	(%)		(%)		dS.m^{-1}	mg.L^{-1}	mg.kg^{-1}	mg.kg^{-1}
١	٧	١٧/٢	٢٣/٢	٥٩/٦	S.L	٧/٢٤	٤٠/١٣	٤١/٠٦	/٤٢	٧/٦	٤/٥٧	١٣/٦٧	٧٣/٩٥	١٤٨/٠٤
٢	٧	٣٧/٦	٥٣/٦	٨/٨	SI.C.L	١٧/٠١	٣٦/٢٧	٥٤/٠٦	١/٣٣	٨	٤/٦٠	٥/٧٤	٩٠/٧١	١١٩/٣
٣	٨	٤٧/٦	٤٧/٦	٤/٨	SI.C	٢٠/٧١	٣٤/٥٥	٦٢/٤٠	١/٧٢	٨/٣	٣/١٧	١٠/٤٦	١٤٣/٩٦	٤٧/٥٤
٤	١٧	١٦	٦٠/٨	٢٣/٢	SI.L	٩/٩٥	٤٢/٢٧	٣٨/٣٥	/٦٣	٨/٢	/٨٥	٢/٨٥	٤٥/٣٦	٨٦/١٥
٥	٢٠	٣٩/٦	٤٤/٨	١٥/٦	SI.C	١٦/٠٣	٣٤/٩٨	٥٢/٥٦	/٩٠	٨/٥	١/٠٠	٣/٩٦	١٥٣/٨٢	٩٤/١٩
٦	١٧	٥٠	٤٤/٨	٥/٢	SI.C	٢٠/٥٥	٤٠/٩٩	٥٩/٧٤	٢/٠٦	٨/٣	/٨٣	٧/٢٢	١٧٢/٥٥	١٠٤/٣٦
٧	٢٥	٢٨	٥٤/٨	١٧/٢	SI.C.L	١١/٥٧	٤٤/٤٢	٥٦/٧٥	/٨٧	٨/٢	/٨٧	٢/٤٤	٧٤/٩٤	٤٨/٠٥
٨	٢٦	٣٥/٦	٥٥/٢	٩/٢	SI.C.L	١٦/٢٥	٣٦/٧	٥٤/٨٠	١/٣٤	٨/١	١/٤٨	٢/٣٩	٩٣/٦٧	١٠٤/٣٣
٩	٢٦	٤٦	٤٦/٨	٧/٢	SI.C	١٦/٠٧	٣٦/٢٧	٥٨/٨٤	١/٣٩	٨/٥	/٧٧	١/٨٨	١٢٢/٢٦	١٣٣/٢٢
١٠	٤١	٢٠/٤	٥٥	٢٤/٦	SI.L	١١/٧٥	٣٧/٦٨	٤٧/٠٨	/٩٠	٧/٨	١/١٨	١/٨٨	٥٦/٢٠	٤٥/٧٩
١١	٢٩	٢٤/٨	٣٥/٦	٣٩/٦	L	١٠/٧٦	٣١/٥٥	٤٠/٥٢	/٦٦	٧/٧	/٧٥	٣/٧٠	٥٦/٢٠	١١٠/٢٩
١٢	٤١	٣٢/٤	٥٣	١٤/٦	SI.C.L	١٥/٥٠	٣٤/٤٧	٤٦/٦٦	١/٠٧	٨	١/٠٠	٢/٨١	٧٢/٩٦	١١٠/٠٢
١٣	٣٠	٤٠/٨	٤٧/٦	١١/٦	SI.C	١٧/٤٤	٣٣/١٦	٥٠/٥٩	١/٠٧	٧/٩	/٦١	١/٨٨	٩٥/٦٤	١٦٢/٣٦
دامنه	٤١-٧	٥٠-١٦	٦٠/٨-٢٣/٢	٥٩/٦-٨/٨	-	٢٠/٧١-٧/٢٤	٤٤/٤-٣١/٥	٦٢/٤-٣٨/٣	٢/٠٦-٠/٤٢	٨/٥-٧/٦	٤/٦٠-٠/٦١	١٣/٦٧-١/٨٨	١٧٢/٥-٤٥/٤	١٦٢/٣-٤٥/٧

بيشترين مقدار AR^0 درخاك شماره يك با ٧ سال قدمت كشت و كمترين آن در خاك شماره(هشت) با ٢٦ سال قدمت كشت بدست آمد. اسپاركس و ليبهارت (١٧) عنوان كردند اگر AR^0 خاكي كمتر از $(mmol\ L^{-1})^{0.5}$ ٠/٠٣١ باشد پتاسيم عمدتاً در لبه كانيهاي رسي و اگر بيشتر از $(mmol\ L^{-1})^{0.5}$ ٣/١ باشد جذب سطوح كانيهاي رسي مي شود.

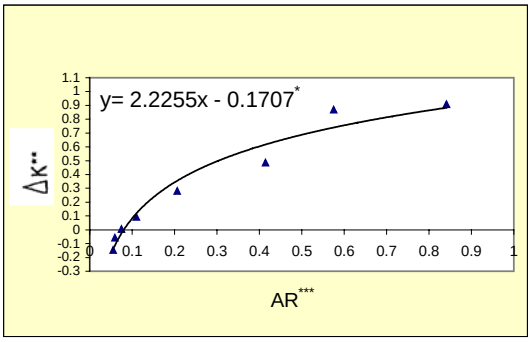
ظرفيت بافري بالقوه پتاسيم از $\frac{(mmolL^{-1})^{0.5}}{(meq/100g)}$ ٣/٠٦٥١ -١/٢٠٣٤ متغير بود. بيشترين ميزان ظرفيت بافري درخاك شماره ١٣ كه داراي درصد رس (٤٠/٨ درصد) و مواد آلي (١/٠٧ درصد) و كمترين آن در خاك شماره يك با ١٧/٢ درصد رس و ٠/٤٢ درصد ماده آلي بدست آمد كه طبيعي به نظر مي‌رسد. اما انتظار مي‌رفت كه خاك شماره ٣ با ٤٧/٦ درصد رس و ١/٧٢ درصد ماده آلي بيشترين ظرفيت بافري را نشان دهد. درحاليكه ظرفيت بافري بالقوه آن $\frac{(mmolL^{-1})^{0.5}}{(meq/100g)}$ ٢/٦٧٣ بدست آمد. احتمالاً ساير خصوصيات فيزيكي و شيميايي بر آن مؤثر بوده است. در جدول سه همبستگي پارامترهاي منحني Q/I و بعضي از خصوصيات خاك آورده شده است.



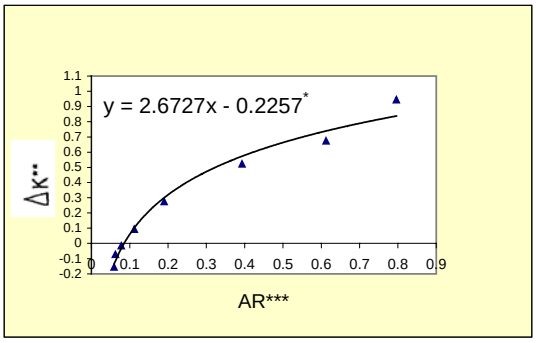
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ١



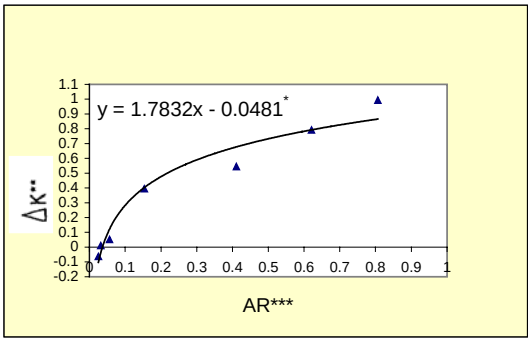
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ٢



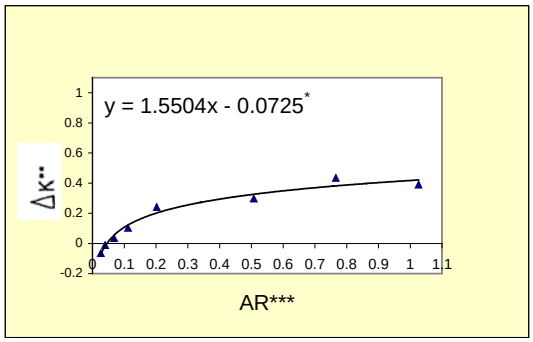
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ٦



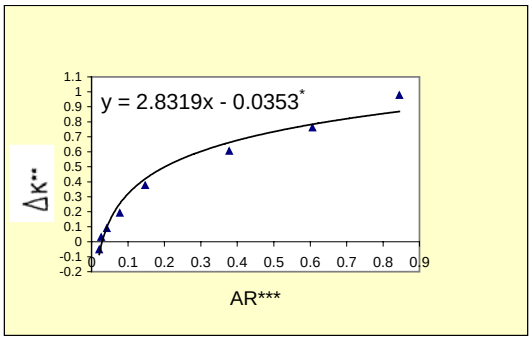
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ٣



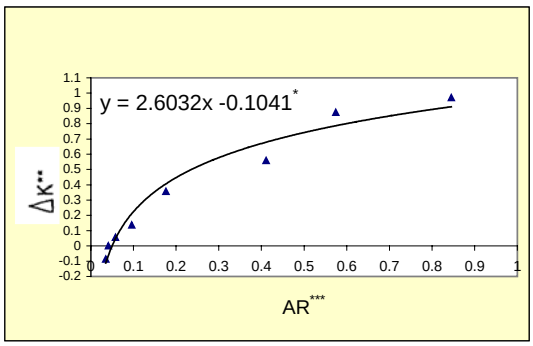
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ٧



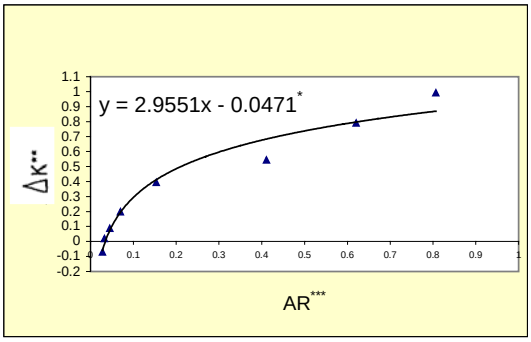
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ٤



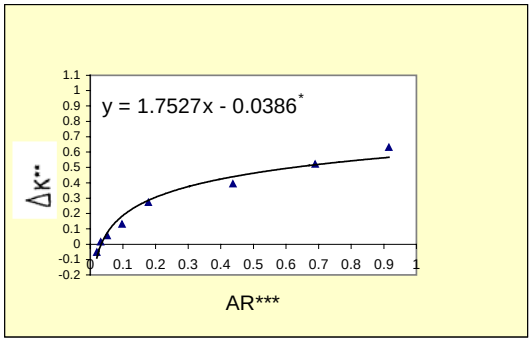
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ٨



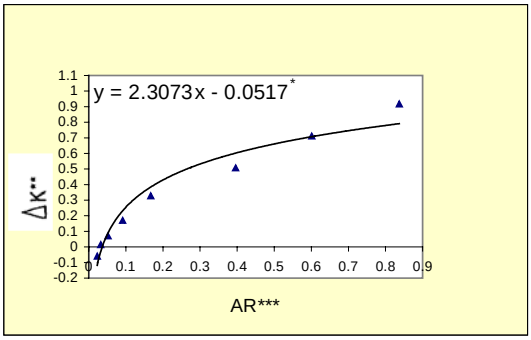
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ٥



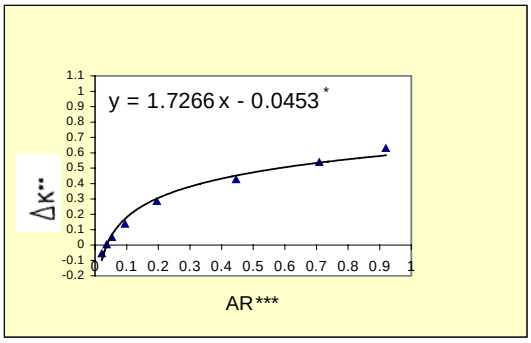
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ٩



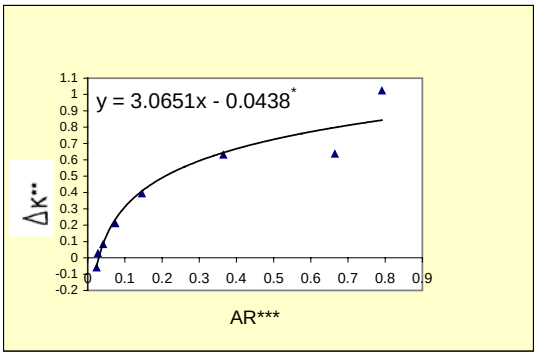
شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ١٠



شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ١٢



شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ١١



شماي كلي از نمودار Q/I خاك شماره ١٣

* : معادله بخش خطي نمودار Q/I ** :عامل كميت (Q) و نشان‌دهنده تغيير در پتاسيم تبادلي با تغيير عامل شدت است $(meq100g^{-1})$

*** : نسبت فعاليت پتاسيم $(mmol\ l^{-1})^{-0/5}$

جدول ٢- برخی از ويژگيهاي شيميائي و پارامترهاي Q/I خاكهاي منتخب

شماره خاك	قدمت كشت (سال)	درصد پتاسيم تبادلي	طرفيت تبادل كاتيوني	پتاسيم محلول	پتاسيم تبادلي	پتاسيم غير تبادلي	Δk^O	K_X	AR^O	PBC^K
			..... Meq. $100g^{-1}$						*	**
١	٧	٢٤/٢	٧/٢٤	/١٤٤	١/٧٥٢	٣/٧٩٦	/١١٣٢	١/٦٣٩	/٠٩٤١	١/٢٠٣٤
٢	٧	١٣/٢٠	١٧/٠١	/٠٨	٢/٢٤٦	٣/٠٥٩	/٠٩٠٣	٢/١٥٦	/٠٣٨٦	٢/٣٤١٤
٣	٨	١٧/٠٢	٢٠/٧١	/١٦٧	٣/٥٢٤	١/٢١٩	/٢٢٥٧	٣/٢٩٨	/٠٨٤٤	٢/٦٧٢٧
٤	١٧	١١/٤١	٩/٩٥	/٠٢٨	١/١٣٥	٢/٢٠٩	/٠٧٢٥	١/٠٦٣	/٠٤٦٨	١/٥٥٠٤
٥	٢٠	٢٤/٢٨	١٦/٠٣	/٠٥٣	٣/٨٩١	٢/٤١٥	/١٠٤١	٣/٧٨٧	/٠٤٠	٢/٦٠٣٢
٦	١٧	٢٠/٩٩	٢٠/٥٥	/١١١	٤/٣١٤	٢/٦٧٦	/١٧٠٧	٤/١٤٣	/٠٧٦٧	٢/٢٢٥٥
٧	٢٥	١٦/٣٠	١١/٥٧	/٠٣٥	١/٨٨٦	١/٢٣٢	/٠٤٨١	١/٨٣٨	/٠٢٧	١/٧٨٣٢
٨	٢٦	١٤/٠٧	١٦/٢٥	/٠٣٤	٢/٣٦٨	٢/٦٧٥	/٠٣٥٣	٢/٣٣٣	/٠١٢٥	٢/٨٣١٩
٩	٢٦	١٩/٣٣	١٦/٠٧	/٠٢٨	٣/١٠٧	٣/٤١٦	/٠٤٧١	٣/٠٦٠	/٠١٦	٢/٩٥٥١
١٠	٤١	١٢/٠٧	١١/٧٥	/٠٢٣	١/٤١٨	١/١٧٤	/٠٣٨٦	١/٣٧٩	/٠٢٢٠	١/٧٥٢٧
١١	٢٩	١٣/٠٤	١٠/٧٦	/٠٣٨	١/٤٠٣	٢/٨٢٨	/٠٤٥٣	١/٣٥٨	/٠٢٦٢	١/٧٢٦٦
١٢	٤١	١١/٨٥	١٥/٥٠	/٠٣٤	١/٨٣٧	٢/٨٢١	/٠٥١٧	١/٧٨٥	/٠٢٢٤	٢/٣٠٧٣
١٣	٣٠	١٣/٩٢	١٧/٤٤	/٠٢٤	٢/٤٢٨	٤/١٦٣	/٠٤٣٨	٢/٣٨٤	/٠١٤٣	٣/٠٦٥١
دامنه	٧	١١/٤١	٧/٢٤	/٠٢٣	١/١٣٥	١/١٧٤	/٠٣٥٣	١/٠٦٣	/٠١٢٥	١/٢٠٣٤
	٤١	٢٤/٢٨	٢٠/٧١	/١٦٧	٤/٣١٤	٤/١٦٣	/٢٢٥٧	٤/١٤٣	/٠٩٤١	٣/٠٦٥١
ميانگين		١٦/٢٨	١٤/٦٨	/٠٦١	٢/٤١	٢/٥٩١	/٠٨٣٥٧	٢/٣٢٥	/٠٤٠	٢/٢٣٢

$*\ (mmolL^{-1})^{0/5}$ $**\ \frac{(mmolL^{-1})^{0/5}}{(meq.100g^{-1})}$

نتايج همبستگي بدست آمده در جدول ٣ نشان مي دهد كه همبستگي بين PBC^K و درصد رس، ظرفيت تبادل كاتيوني پتاسيم تبادلي و درصد ماده آلي معني دار است ولي اين پارامتر با قدمت كشت همبستگي معني داري نشان نداد. با توجه به اينكه ظرفيت بافري پتاسيم خاك اساساً تابعي از پتاسيم موجود در محلول خاك و مكانهاي تبادلي بوده و تحت تأثير پتاسيم موجود در سطح غير تبادلي و ساختماني نيست لذا در صورتيكه سابقه كشت به مفهوم تخلية پتاسيم تلقي شود نبايد انتظارتغيير در PBC^K با تغيير در سابقه كشت را داشت (مشروط بر اينكه سابقه كشت و در نتيجه تخليه پتاسيم سبب افزايش ظرفيت تبادل كاتيوني نشود.) نتيجة بدست آمده با نتايج بكت و ندافي مطابقت دارد (٥) با توجه به اينكه تأثير بخش رس خاك در افزايش PBC^K از ماده آلي بيشتر مي باشد لذا ممكن است گاهي همبستگي بين CEC و PBC^K معني دار نباشد به عنوان مثال ايوانگلو و همكاران (١٩٨٦) گزارش دادند كه ماده آلي موجب افزايش CEC شد ولي PBC^K افزايش معني داري نشان نداد ولي در يك بررسي در خاكهاي آهكي اسپانيا همبستگي بالايي بين PBC^K و CEC مشاهده شد (١١). در حاليكه گزارشهايي نيز دال بر عدم ارتباط وجود دارد (٣). همبستگي منفي و معني داري ($r=-٠/٧٤^{**}$) بين AR^0 و سابقه كشت بدست آمد نظر به اينكه خصوصياتي همچون ظرفيت تبادل كاتيوني و درصد رس روي AR^0 تأثير دارند، لذا با گرفتن همبستگي جزء و كنترل اين دو خصوصيت ميزان اين همبستگي به ($r=-٠/٧٦^{**}$) افزايش يافت. منفي بودن همبستگي بين سابقه كشت و AR^0 از يكسو و وجود همبستگي بالا بين پتاسيم محلول و AR^0 از سوي ديگر بيانگر اين واقعيت است كه كشت و كار سبب كاهش ميزان پتاسيم محلول خاك شده است. نتايج بدست آمده با نتايج بكت و ندافي مطابقت دارد (٥). همبستگي منفي بين ΔK^0 (پتاسيم به سهولت قابل دسترس) و سابقه كشت نشانگر تأثير سابقه كشت بر كاهش اين نوع پتاسيم مي باشد. همبستگي مثبت و معني دار بين پتاسيم محلول و ΔK^0 ($r=٠/٩٢^{**}$) بيانگر اين واقعيت است كه پتاسيم موجود در فاز محلول در حال تعادل با پتاسيم‌هاي موجود در مكانهاي جذب غير اختصاصي است و تغيير در هريك موجب تغيير ديگري مي‌شود. ΔK^0 با پتاسيم قابل دسترس نيز همبستگي معني‌داري نشان داد ($r=٠/٧١^{**}$).

K_x برآوردي از پتاسيم نگهداري شده در مكانهاي جذب اختصاصي است اين مكانها براي جذب و نگهداري پتاسيم تمايل زيادي از خود نشان مي‌دهند و در مقايسه با سطوح تبادلي، پتاسيم را با قدرت بيشتري نگهداري مي‌كنند. هيچگونه همبستگي بين سابقه كشت و K_x مشاهده نشد . به نظر مي‌رسد عدم وجود همبستگي بين اين دو بيانگر عدم تأثير سابقه كشت بر پتاسيمي كه در مكانهاي اختصاصي قرار گرفته است باشد لذا مي توان نتيجه گرفت كه اگر چه سابقه كشت موجب كاهش پتاسيم به سهولت قابل دسترس (Δk^0) شده است ولي تأثير آن در حدي نيست كه كاهش پتاسيم موجود در مكانهاي جذب اختصاصي را باعث شود.

در اين بررسي همبستگي بسيار بالايي بين K_x و پتاسيم قابل دسترس استخراج شده با استات آمونيوم بدست آمد ($r=٠/٩٩^{**}$) و بيانگر اين واقعيت است كه بخش قابل ملاحظه پتاسيمي كه توسط استات آمونيوم استخراج شده در مكانهاي اختصاصي يعني محلهاي لبه اي كانيهاي رسي و مكانهاي گوه‌اي ميكاي هوا ديده قرار گرفته است. هيچ گونه همبستگي بين K_x و پتاسيم محلول بدست نيامد. عدم وجود همبستگي بين اين دو اين نكته را تاييد مي‌كند كه پتاسيم محلول بيشتر در حال تعادل با پتاسيم موجود در مكانهاي غيراختصاصي يعني پتاسيم به سهولت قابل تبادل است تا پتاسيم موجود در محلهاي اختصاصي جذب.

جدول٣ - همبستگي بين تعدادي از خصوصيات فيزيكوشيميائي با پارامترهاي Q/I.

	pH	درصد ماده آلي	درصد اشباع	پتاسيم تبادلي	پتاسيم محلول	ظرفيت تبادل كاتيوني	قدمت‌كشت (سال)	درصد رس
PBC^K	ns	./٦٢**	./٦٧*	./٥١*	ns	./٨١**	ns	./٨٣**
AR^O	ns	ns	ns	ns	./٩١**	ns	-./٧٦**	ns
ΔK^O	ns	./٦٢*	ns	./٦٨*	./٩٢**	./٦٤*	-./٧٩**	ns
K_X	./٧**	./٧٥**	./٧٨**	١**	ns	./٨٣**	ns	./٩**

** ، * و ns به ترتيب معني‌دار در سطح يك و پنج درصد و غير معني‌دار.

جدول ٤- همبستگي پارامترهاي Q/I با يكديگر.

	PBC^K	ΔK^O	AR^O	K_X
PBC^K		ns	ns	/٦١*
ΔK^O	ns		/٩٣**	/٦٥*
AR^O	ns	/٩٣**		ns
K_X	/٦١*	/٦٥*	ns	

** ، * و ns به ترتيب معني‌دار در سطح يك و پنج درصد و غير معني‌دار.

نتايج همبستگي پارامترهاي Q/I با يكديگر در جدول چهار آورده شده است. عدم وجود همبستگي بين PBC^K و ΔK^0 و وجود همبستگي مثبت بين PBC^K و K_x دليلي بر وجود قسمت اعظم پتاسيم قابل تبادل در مكانهاي اختصاصي است. همچنين عدم وجود همبستگي بين AR^0 و K_x بيانگر اين واقعيت است كه پتاسيم موجود در فاز محلول بيشتر در حال تعادل با بخشي از پتاسيم تبادلي است كه در محلهاي غير اختصاصي (ΔK^O) نگهداري مي شود تا مكانهاي اختصاصي (K_x). وجود همبستگي بينAR^0 وΔK^0 توسط ديگر پژوهشگران نيز گزارش شده است (١٨).

نظر به صرف وقت و هزينه نسبتاً بالا جهت انجام آزمايشات Q/I، مي‌توان بجاي تعيين مستقيم PBC^K خاكها ، با استفاده از خصوصيات فيزيكوشيمياي خاكها برآورد مناسبي از PBC^K داشت. از اين رو بر اساس همبستگيهايي كه بين PBC^K و خصوصيات مذكور وجود دارد با استفاده از روش رگرسيون چند متغيره ، دو مدل جهت برآورد PBC^K بدست آمد.

PBC^K=٠/٨٢+٤/٢١٢×١٠$^{-٢}$ (رس%) R^2=٠/٦٨

همچنين رابطه بين PBC^K و درصد رس ، پتاسيم محلول و آهك به شكل زير بود .

PBC^K= ٢/٦٨٤+٣/٩٩٦×١٠$^{-٢}$ (رس%) - log (پتاسيم محلول)

-٣/٦٩×١٠$^{-٢}$ (درصد آهك)

R^2=٠/٨٨

در نتيجه گيري كلي نظر به وجود همبستگي بسيار بالا بين پتاسيم قابل دسترس (استخراج شده با استات آمونيم) و K_X ، (r=٠/٩٩**) مي توان گفت كه بخش قابل توجهي از پتاسيمي كه توسط استات آمونيوم استخراج شده است در مكانهاي اختصاصي يعني مكانهاي لبه‌اي كانيهاي رسي و مكانهاي ميكاي هوادیده قرار گرفته است كه اين بخش به سادگي براي گياه قابل دسترس نمي‌باشد. لذا به تمامي پتاسيمي كه توسط استات آمونيوم مستخرج شده است نمي‌توان پتاسيم قابل دسترس ناميد. در ضمن نظر به وجود همبستگي منفي و معني دار بين AR^0و سابقه كشت و نيز همبستگي منفي و معني دار بين سابقه كشت و ΔK^0 از يكطرف و نيز عدم وجود همبستگي بين K_X و سابقه كشت مي توان گفت كه اگر چه كشت و كار طولاني مدت بدون اضافه نمودن كود پتاسه موجب كاهش پتاسيم به سهولت قابل دسترس شده است ولي تأثير آن در حدي نيست كه كاهش پتاسيم موجود در مكانهاي جذب اختصاصي را باعث شود.

انجام بررسيهاي بيشتر دراين زمينه براي بدست آوردن رابطه بين پارامترهاي Q/I با جذب پتاسيم توسط گياه لازم و ضروري است.

سپاسگزاري

هزينه انجام اين پژوهش توسط معاونت محترم پژوهشي دانشگاه تهران تأمين گرديده است. بدينوسيله تشكر و قدرداني مي نمايد. همچنين از كليه عزيزاني كه به هر نحو درانجام اين تحقيق همكاري نموده‌اند سپاسگزاري مي‌شود.

منابع مورد استفاده

REFERENCES

١. بستاني، ع . ا. ١٣٨١. تأثير كود پتاسيمي بر قابليت جذب و تثبيت پتاسيم در خاكهاي زير كشت نيشكر خوزستان. پايان‌نامه كارشناسي ارشد خاكشناسي دانشگاه تهران.

2. Afifi, A. M. 1996. Potassium potential and potential buffering capacity of a Torripssameny in the United Arab Emirates. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 27: 27-36.

3. Al- Kanani, T., N. Bartakar, & A. Hussien.1991. Evaluation of Potassium quantity- intensity relationships in calcareous soils . Soil Sci .151: 167-173.

4. Bansal. S.K. & M. Sing. 1993. K-availability as affected by Q/I relationship Regional Symposium on K-availability of Soils in West Asia and North Africa, Tehran-Iran.
5. Becket, P.H.T. & M.H. Nafady. 1966. Effect of K-release and fixation on the Ion-exchange properties of illite. Soil Sci. 103:410-416.
6. Becket, P.H.T. 1964a. Studies on soil potassium. II: The Immediate Q/I relation of labile potassium in the soil. J. Soil Sci. 15: 9-23.
7. Beckett, P.H.T. 1972. Critical activity ratios. Adv. Agron.24: 376-412.
8. Bijar Singh., K.N. Sharma & D.S.Rana. 1978. The quantity-intensity relation of potassium in soils from plots having nine fixed crop relation for six years. Plant and Soil. 50:363-370.
9. Deshmukh. V.N. & M.S. Khera. 1993. Q/I parameters of potassium as influenced by K depletion in an ustochrepts. J. Potassium Res.(9)1: 1-7.
10. Evangelou, V.P. 1986. The influence of anions on potassium quantity-intensity relationships. Soil Sci. Soc. Am. J. 50: 1182-1188.
11. Lowell, A.D. 1989 . Vermicullits .p. 635-674 . IN: J.B. Dixon and S.B. Weed (ed.). Minerals in soil environments. SSSA.
12. Lumbaranja, J. & V.P. Evangelou.1992. Potassium quantity-intensity relationships in the presence and absence of NH_4 for three Kentucky Soils. Soil Sci. 154:366-376.
13. Martin, H.W. & D.L. Sparks. 1985. On the behavior of nonexchangeable potassium in soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 16:133-162.
14. Mengel, K. & E.A. Kirkby. 1980. Potassium in crop production. Adv. Agron. 35: 59-110
15. Page, A. and D. Keeney. 1982. Methods of Soil Analysis . Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy Society of America. Soil Science Society of America.
16. Schofield, R.K. 1947. A ratio law governing the equilibrium of cations in the soil solution. Proc. Int. Cong. Pure. Appl. Chem. 11: 257-261
17. Sparks, D.L. & P.M. Huang. 1985. Physical chemistry of soil potassium. In: R.D. Munson (ed.). potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America & Soil Science Society of America, Madison, WI. PP. 201-276.
18. Sparks, D.L. & W.C Libhardt. 1981. Effect of long-term lime and potassium application on quantity-intensity (Q/I) relationships in sandy soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 786-790.
19. Timenez, C. & M. Parra. 1991. Potassium quantity-intensity relationships in calcareous vertisols and inceptisol of southwestern spain. Soil Sci. Soc. Am. J. 55: 985-989.