حركيات البوتاسيوم المضاف من مصدرين مختلفين تحت نظامي الري بالتنقيط والمروز

احمد حيدر الزبيدي* إيمان صاحب سلمان**

الملخص

بهدف التحري عن حالة وسلوكية البوتاسيوم الأصلي والمضاف تحت أنظمة ري مختلفة وتقويم ذلك من خلال استعمال المعايير الحركية الخاصة بالبوتاسيوم فقد اجريت تجربة حقلية في ناحية اليوسفية في تربة ذات نسجة مزيجة طينية غرينية (SiCL)، اذ تم زراعة محصول الذرة الصفراء بتاريخ 30-7-2004 وباستعمال نظام الري بالتنقيط ونظام الري بالمروز للمقارنة. وقد تم استعمال مصدرين للسماد البوتاسي وهما: كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم وبثلاثة مستويات 0، 100 و200 كغمk.هـ$^{-1}$ لتسميد محصول الذرة الصفراء. جزئت الاسمدة البوتاسية المضافة الى 12 دفعة وعلى طول موسم النمو وبطريقة الـ Fertigation. اما في الري بالمروز فتمت الاضافة نثراً على الارض للمستويات ذاتها، فضلاً عن اضافة الأسمدة النتروجينية والفوسفاتية وحسب حاجة المحصول . تم استخلاص البوتاسيوم من التربة بعد الزراعة والتسميد استخلاصاً متعاقباً باستعمال حامض الستريك المخفف (5 x 10^{-4} مولار) ولـ 12 استخلاصاً متتالياً وذلك لوصف سرعة تحرر البوتاسيوم حسب معادلات الحركيات (الرتبة صفر والرتبة الاولى والانتشار وايلوفج ودالة القوة). حسبت كمية وسرعة تحرر البوتاسيوم من مايكا التربة حسب معادلة الانتشار، وقد وجد ان الكمية المتحررة التجميعية من البوتاسيوم تحت نظام الري بالتنقيط اعلى من نظام الري بالمروز واعطت المعاملة المسمدة بالمستوى الثاني من سماد كلوريد البوتاسيوم اعلى القيم. كما اعطت معادلات دالة القوة والانتشار وايلوفج وصفاً جيداً لعملية تحرر البوتاسيوم قبل وبعد الزراعة الا ان معاملة دالة القوة تفوقت على باقي المعادلات الرياضية.

المقدمة

من الطرائق الحديثة التي انتشر استعمالها في دول العالم ومن ضمنها العراق في مجال ترشيد استهلاك المياه وزيادة كفاءة استعمالها Water use efficiency (W.U.E) وقلة الايدي العاملة هي طريقة الري بالتنقيط Drip irrigation. وقد ادى استعمال هذه الأنظمة الى زيادة كفاءة الاسمدة الكيميائية من خلال اتباع طريقة حقن الأسمدة الكيميائية مع المياه خلال منظومة الري التي تعرف بالـ Fertigation والتي تؤدي الى تنظيم اضافة المغذيات وتوزيعها بصورة متساوية في منطقة الجذور والسيطرة على حركة الايونات ومن ثم زيادة امتصاصها وتحقق زيادة في الإنتاج تقدر بـ 10-15%(4،16).

اجريت دراسات عديدة في العراق حول البوتاسيوم وأوضحت ان الترب العراقية تتصف بخزين عال نسبياً من البوتاسيوم كما هو الحال بالنسبة لمعظم ترب المناطق الجافة وشبه الجافة (1،2، 5، 6، 10). الا ان سرعة تحرره واطئة نسبياً ولا تكفي لتلبية حاجة العديد من المحاصيل ذات المتطلبات العالية لهذا الايون ، وبالرغم من وجود خزين جيد من البوتاسيوم في التربة الأنه توجد استجابة للاسمدة البوتاسية المضافة (29، 45،46). يوجد البوتاسيوم في التربة بصيغ متعددة وتخضع الى عمليات تبادل ديناميكية، وقد قسم Krauss وJohnston (28) البوتاسيوم الموجود في التربة الى البوتاسيوم الموجود في محلول التربة واطلق عليه البوتاسيوم الذائب

جزء من اطروحة دكتوراه للباحث الثاني.

*كلية الزراعة –جامعة بغداد–بغداد، العراق.

**وزارة الزراعة–بغداد، العراق.

K-soluble (Ks)، البوتاسيوم المتبادل K-exchangeable (Kex)، البوتاسيوم غير المتبادل أو المثبت K-fixed (Kf)، البوتاسيوم الموجود في البناء البلوري للمعادن الأولية K-lattic (KL)، ان صيغ البوتاسيوم المذكورة تكون في حالة توازن ديناميكي في حين يتجه هذا الاتزان باتجاه تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل نتيجة استمرار النبات باستهلاكه وبسبب عملية غسل البوتاسيوم.

بين Simard وجماعته (36) ان الترب تختلف في سعة تحررها للبوتاسيوم اعتماداً على عدة عوامل منها نوع المستخلص وتقنيات الاستخلاص و سرعة الاستخلاص ومدة تماس محلول الاستخلاص مع التربة، و نوع وكمية المعادن السائدة ودرجة الحرارة. ان تطبيق مدخل الحركيات الكيميائية يمكن ان يقدم وصفاً جيداً لتحرر البوتاسيوم من خلال ادخال عامل الزمن مع الكمية المتحررة ووصفها كمياً بمعادلات رياضية (43،44)، اذ يعبر عن مدى تحرر العناصر الغذائية بمعامل سرعة التحرر Rate coefficient وهو قيمة حركية تصف لنا سرعة تحرر العناصر من خلال استعمال عدد من المعادلات الرياضية الحركية، وهذه المعادلات اما تكون ذات طابع تجريبي ومنها معادلتا ايلوفج والدالة الاسية (دالة القوة) او معادلات رياضية تستند على اسس الكيمياء الحركية الصرفة وتتضمن معادلات الرتبة صفر، والرتبة الاولى ومعادلة الانتشار (30). يمكن تحديد افضل المعادلات في الوصف الرياضي لعملية التحرر بالاعتماد على قيم اعلى معامل ارتباط (r) واقل خطأ قياسي (SE). استعملت العديد من الدراسات مدخل الحركيات في دراسة البوتاسيوم في الترب العراقية وحققت نجاحاً كبيراً في هذا المجال. فقد بين العبيدي (10) في دراسة حركيات البوتاسيوم لبعض الترب العراقية ان جميع المعادلات الرياضية اعطت وصفاً جيداً لعملية تحرر البوتاسيوم الا ان معادلة دالة القوة تفوقت على باقي المعادلات وارتبط معامل سرعة التحرر ارتباطاً معنوياً موجباً مع الطين والسعة التبادلية للايونات الموجبة والمادة العضوية والايصالية الكهربائية والبوتاسيوم المتبادل وارتباطاً سالباً مع الرمل ومعادن الكاربونات . كما كشفت مسارات التفاعل المرافقة لعملية التحرر حسب معادلة الانتشار وجود سرعتين مختلفتين أي وجود طورين رئيسين هما الطور المتبادل وغير المتبادل. كما وجدت السامرائي (5) ان معادلة الانتشار وصفت تحرر البوتاسيوم في الترب الجبسية وتميزت بسرعة وسعة تحرر واطئة. بينت نتائج الربيعي والقيسي (3) في دراسة تحرر البوتاسيوم لبعض الترب المزروعة بالرز ان معادلة الرتبة الاولى وصفت حركيات التحرر وبينا وجود سرعة تحرر عالية للبوتاسيوم في المرحلة الاولى للاستخلاص وسرعة تحرر ابطأ عند تقدم فترات الاستخلاص.

بين Reetz وجماعته (33) ان صور وحالات البوتاسيوم في تغير مستمر في التربة، لذا فان طرائق القياس التقليدية للبوتاسيوم في التربة تعد مقياساً غير دقيق للكشف عن جاهزيته وامكانية التنبؤ عن قوة تجهيز البوتاسيوم في التربة مما حدا بالباحثين الى اعتماد السرعة التي يتحرر بها البوتاسيوم باتجاه جذور النبات (23)، لذا يتطلب الأمر التحول باتجاه القياسات الحركية وبالنظر لعدم توفر معلومات وافية لسلوكية البوتاسيوم تحت انظمة ري مختلفة ولمصدرين سمادين مختلفين، فأن استعمال المعايير الحركيه للبوتاسيوم سيكون لها تطبيقات عملية في تقويم سلوكية البوتاسيوم لايجاد افضل ادارة من تسميد وري، لذا كان هدف البحث دراسة حالة وسلوكية البوتاسيوم المضاف الى التربة من سمادي كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم باستعمال المعايير الحركية للتوصل الى افضل سماد بوتاسي وافضل طريقة لاضافته من خلال المقارنة بين التسميد الارضي والسائل عبر منظومة الري بالتنقيط.

المواد وطرائق البحث

اجريت تجربة حقلية في ناحية اليوسفية (34كم جنوب–غرب بغداد) في احد الحقول الزراعية العائدة الى شركة المقدادية للمواد الزراعية مصنفة الى مستوى تحت المجموعات Typic-Torrifluvents حسب التصنيف الامريكي الحديث (39) ومصنفة الى مستوى السلسلة (MM4) حسب (Al-Agidi) (12) ذات نسجة مزيجة طينية غرينية

(Silty Clay Loam (SiCL كانت مزروعة بمحصول الطماطة. تمت زراعة محصول الذرة الصفراء للعروة الخريفية (من نهاية شهر تموز الى نهاية شهر تشرين الثاني) من عام 2004 ونفذت في قطعة ارض بأبعاد 50×55م وباستعمال الري بالتنقيط Drip irrigation والري السيحي (بالمروز) Furrow irrigation للمقارنة. استعملت انابيب تغذية شريطية خاصة بمحصول الذرة الصفراء من انتاج الشركة العربية لصناعة انابيب الري بالتنقيط /عمان–الاردن (حسب توصيات مشروع تقانات الري الحديثة في وزارة الزراعة) مزودة بمنقطات ذات تصريف 1.3 لتر.ساعة$^{-1}$ والمسافة بين منقط واخر 20 سم. جرى التأكد من معدل تصريف المنقطات قبل البدء بالتجربة من خلال قياس تجانس التوزيع للربع الاقل لكامل المنظومة، اذ بلغ معدل تصريف المنقطات 1.27 لتر.ساعة$^{-1}$ وبكفاءة تجانس توزيع 98.60%. تم البذار يدوياً ببذور الذرة الصفراء *Zea mays* L. صنف بحوث 106 بعد ان تم تعفيرها بتاريخ 30–7–2004 وبمسافة 20 سم بين جورة واخرى (وضعت 3 بذور في الجورة الواحدة ثم خفت بعد الانبات الى نبات واحد) و80 سم بين خط واخر اي بكثافة نباتية مقدارها 62500 نبات. هـ$^{-1}$ (7). اذ تمت اذابة كمية السماد مع كمية معينة من الماء (50 لتر) ووضعت في خزان الهولدر المستعمل في المكافحة وربط الانبوب الخاص بالهولدر بكل واحد من انابيب التغذية الحامل للمنقطات الذي يغذي كل معاملة وتمت الاضافة بعد اعطاء نصف رية لتلافي غسل المغذيات (40). اما بالنسبة للري السيحي فاضيفت كل دفعة ولكل معاملة على حدة نثراً على المرز قبل الري، صممت تجربة عامليه factorial experiment ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD بخمسة مكررات وثلاثة مستويات لكل من سمادي كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم وكالاتي:

K_0 (المقارنة) بدون اضافة، KS_1، KC_1 (المستوى الاول من سمادي كبريتيات وكلوريد البوتاسيوم على التتابع) 100كغم K. هـ$^{-1}$، KS_2 , KC_2 (المستوى الثاني من كلا السمادين) 200كغم K. هـ$^{-1}$.

قسمت اضافة الاسمدة البوتاسية الى 12 دفعة الاضافة على اساس غم / نبات وعلى طول موسم النمو وحسب حاجة النبات اذ تمت الاضافة على اساس غم / نبات . أضيف سماد السوبر فوسفات قبل الزراعة بواقع 50 كغم P. هـ$^{-1}$). وقسم سماد اليوريا (148 كغم N. هـ $^{-1}$) على 3 دفعات مع مياه الري (دفعتين عند النمو الخضري ودفعة عند التزهير). تم اخذ عينات تربة قبل زراعة المحصول وللعمقين (0–30) سم و(30–60) سم. جدول (1) يوضح بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة والتي قدرت حسب Black (15) و Page جماعته (32).

اجريت تجربة الحركيات لعينات التربة قبل وبعد الزراعة لحساب تحرر البوتاسيوم باستعمال الاستخلاص المتعاقب بـ 5 x 10^{-4} M Citric acid وحسب الاسلوب المتبع من قبل Simard وجماعته (37) وذلك باستخلاص التربة استخلاصاً متعاقباً ولـ (12) مدة استخلاصية مدة الواحدة منها 12 ساعة وبنسبة استخلاص 1: 10 (تربة:حامض) ثم الفصل بجهاز الطرد المركزي وبسرعة 2000 دورة.دقيقة$^{-1}$. تم اختبار بعض الموديلات الرياضية لوصف تحرر البوتاسيوم وحساب معامل سرعة التحرر للبوتاسيوم:

معادلة الرتبة صفر $C_o - C_t = C_o - Kt$ ..... (1).

معادلة الرتبة الاولى $Ln(C_o - C_t) = LnC_o - Kt$ ..... (2).

معادلة الانتشار $Ct = C_o + Kt^{1/2}$ .....(3).

معادلة ايلوفج $Ct = C_o + KLnt$ .....(4).

المعادلة الاسية $LnCt = LnC_o + KLnt$ ....(5).

اذ ان:

C_t=كمية البوتاسيوم المتحررة عند الزمن t (ملغم. كغم$^{-1}$).

C_o=كمية البوتاسيوم القابل للتحررعند الزمن صفر، قاطع الخط المستقيم (ملغم.كغم$^{-1}$).

K=معامل سرعة تحرر البوتاسيوم ويمثل ميل الخط المستقيم.

t=الزمن (ساعة).

ولتحديد افضل معادلة رياضية لوصف عملية تحرر البوتاسيوم، فقد حسب معامل الارتباط (r) وقيمة الخطأ القياسي Standard Error (SE) حسب المعادلة الاتية: $SE = [\Sigma (C_* - C_t)^2 / n-2]^{1/2}$

اذ ان :C_* تركيز البوتاسيوم المقاس عند الزمن t ، Ct تركيز البوتاسيوم المحسوب عند الزمن t، n = عدد مرات القياس

تم تحديد افضل معادلة رياضية على اساس اعلى قيمة ارتباط واوطأ قيمة للخطأ القياسي (SE) حسب Sparks وJardine (42).

جدول1: بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة

الصفة	العمق (سم)	
	30-0	60-30
الايصالية الكهربائية (ديسي سيمنز.م$^{-1}$) 1:1	5.40	3.76
درجة الاس الهيدروجيني pH	7.74	7.73
السعة التبادلية للايونات الموجبة (سنتي مول.كغم$^{-1}$)	20.03	18.50
معادن الكاربونات (غم.كغم$^{-1}$)	170.00	210.00
المادة العضوية (غم.كغم$^{-1}$)	7.45	4.40
الايونات الذائبة(سنتي مول شحنة.كغم-1)		
الصوديوم	3.21	1.56
الكالسيوم	1.65	1.40
المغنيسيوم	1.07	0.80
الكبريتات	2.60	1.90
الكلورايد	3.00	1.64
البيكاربونات	0.30	0.26
الكاربونات	-	-
المحتوى الجاهز (غم.كغم$^{-1}$)		
النتروجين	102.50	95.50
الفسفور	28.0	21.65
صيغ البوياسيوم المختلفة (سنتي مول.كغم$^{-1}$)		
الذائب	0.09	0.05
المتبادل	0.57	0.33
غير المتبادل	1.26	0.95
مفصولات التربة (غم.كغم-1)		
الرمل	138.0	169.0
الغرين	580.7	531.0
الطين	281.3	300.0
النسجة	SiCL	SiCL
للرطوبة عند 33 كيلو باسكال %	30.59	
الكثافة الظاهرية (ميكا غم.م_3)	1.51	

النتائج والمناقشة

استعمال معايير الحركيات الكيميائية لتقويم البوتاسيوم في التربة

استعمال معايير الحركيات الكيميائية لتقويم البوتاسيوم في التربة قبل الزراعة

لغرض التعبير عن طبيعة تحرر بوتاسيوم التربة وللعمقين قبل الزراعة، تم اعتماد التركيز التجميعي للبوتاسيوم المتحرر كدالة للزمن بهدف الكشف عن امكانية وصف عملية تحررها رياضياً من خلال اختبار عدد من المعادلات الحركية وهي الرتبة صفر والرتبة الاولى والانتشار وايلوفج ودالة القوة وكذلك التعرف على ميكانيكة التحرر (41) ونعرض في جدول (2) قيم معامل الارتباط الخطي البسيط (r) وقيم الخطأ القياسي (SE)، اذ يلاحظ منه عند الاعتماد على قيم معامل الارتباط (r) ان معادلتي ايلوفج والانتشار اعطت اعلى القيم تلتها معادلة دالة القوة ، اما معادلتي الرتبة صفر والاولى فلم تعط وصفاً للعلاقة بين البوتاسيوم المتحرر من العمقين والزمن.

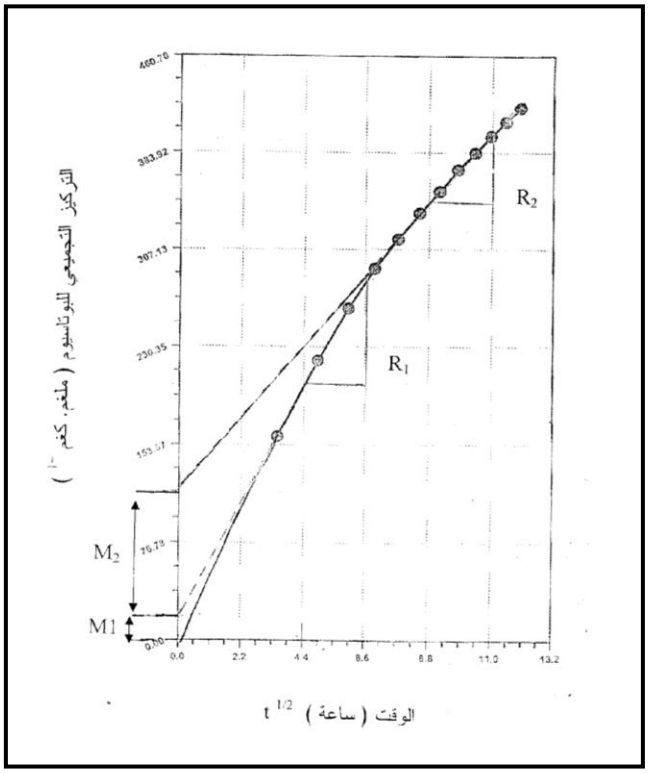
جدول: 2 قيم معامل الارتباط البسيط (r) والخطأ القياسي (SE) لمعادلات الحركيات المستخدمة قبل زراعة محصول الذرة الصفراء للعمقين 0–30 و30–60 سم

المعادلات الحركية	العمق (سم)			
	30-0		60-30	
	r	SE	r	SE
الرتبة صفر	0.43	68.88	0.40	37.44
الرتبة الاولى	0.35	1.45	37.44	0.35
الانتشار	0.99	13.21	0.97	11.76
ايلوفج	0.99	14.68	0.99	5.18
دالة القوة	0.94	0.58	0.93	0.54

وعند تدقيق قيم SE يتضح أن معادلة دالة القوة اظهرت تفوقاً على جميع المعادلات باعطائها اقل قيمة للخطأ القياسي وهذا يعني ان هذه المعادلة تعد اكثر المعادلات صلاحاً في وصف حركيات تحرر البوتاسيوم ولعمقي التربة المستخدمة في الدراسة وهذا يتفق مع ما حصل عليه كل من العبيدي (10)، Havlin وWestfall (24)، Reetz (33) الذين أشاروا إلى أفضلية معادلة دالة القوة في وصف حركيات تحرر البوتاسيوم في التربة مقارنة بعدد من المعادلات الرياضية . وقد تراوحت قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم لتربة الدراسة قبل الزراعة وللعمقين المدروسين 1.05 و 0.95 ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة$^{-1}$ وهذه القيم اقل من القيم التي حصل عليها العبيدي (10).

بالرغم من ان التحليل الاحصائي كشف لنا افضلية معادلة دالة القوة في وصف حركيات تحرر البوتاسيوم الا ان هذه المعادلة تعد معادلة تجريبية ليس لها اساس كيميائي لانها لا تكشف عن ميكانيكية ومسار التفاعلات التي تحدث في اثناء عملية التحرر، لذلك تم اعتماد معادلة الانتشار التي لاتختلف معنوياً (احصائياً) عن معادلة دالة القوة في تحديد مسار التفاعلات التي تبرز خلال عملية التفاعل، هذا من ناحية ومن ناحية اخرى تستند في فرضيتها على اسس الانتشار لقانون Ficks Law وتفترض ان عملية الانتشار هي العملية المسؤولة عن انتشار ايونات البوتاسيوم من الاسطح الخارجية والداخلية للمعادن الى المحلول. واذا ما تم رسم العلاقة بين الكمية المتحررة خلال وحدة الزمن كدالة للجذر التربيعي لزمن الاستخلاص فيتم الحصول على علاقة بيانية تكشف لنا ان مسار التفاعل لعملية التحرر يتكون من عدة مسارات ذات سرع مختلفة والمتمثلة بعدد من المستقيمات المختلفة في ميولها تعبر عن صيغ البوتاسيوم المتحرر من الطورين المتبادل وغير المتبادل (شكل 1) وهذا يتفق مع Goulding (19،20) واستناداً الى هذه المعادلة امكن تحديد قيمة

سعة تحرر البوتاسيوم من الطورين المتبادل (M_1) وغير المتبادل (M_2) من قيمة قاطع الخط المستقيم **Intercept** لمسار التفاعل الخاص به وقيم سعة تحرر البوتاسيوم من المايكا والمعبر عنها بمجموع البوتاسيوم المتحرر من الطورين المتبادل وغير المتبادل ($M = M_1 + M_2$) وحساب سرعة خزين التربة القابل للتحرر بطوريه المتبادل R_1 وغير المتبادل R_2 من ميل الخط المستقيم للتفاعل الخاص به وسرعة تحرر البوتاسيوم من المايكا من معدل سرعة تحرر البوتاسيوم من الطورين المتبادل وغير المتبادل ($(R_1+R_2)/2$) وهو ما موضح في جدول (**3**). وبالاعتماد على ما حصل عليه **Goulding** و **Loveland**(**22**) فانها تعد تربة ذات خزين قابل للتحرر، وسرعة تحرر منخفضة ويعزى هذا الى الظروف البيئية المحيطة بعملية التحرر لارتفاع نسبة معادن الكاربونات الذي يعمل اغلفة تحيط بالمعادن الطينية ويقلل من المساحة المتعرضة للتحرر فضلاً عن رفع درجة تفاعل التربة التي تؤدي الى خفض فعالية الهيدروجين التي تؤدي دوراً في عملية التحرر (**21**، **34**). وهذا ما اكده العبيدي (**10**) اذ وجد علاقة ارتباط سالبة معنوية ما بين معامل سرعة تحرر البوتاسيوم من مايكا التربة وكل من معادن الكاربونات والاس الهيدروجيني للترب العراقية اذ بلغت **– 0.98** **
و**– 0.80** ** بالتتابع.



شكل**1**: شكل توضيحي للعلاقة البيانية بين التركيز التجميعي المتحرر(ملغم.كغم**–1**) والجذرالتربيعي للزمن $t^{½}$ حسب معادلة الانتشار لتحديد قيمة سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم من الطورين المتبادل وغير المتبادل.

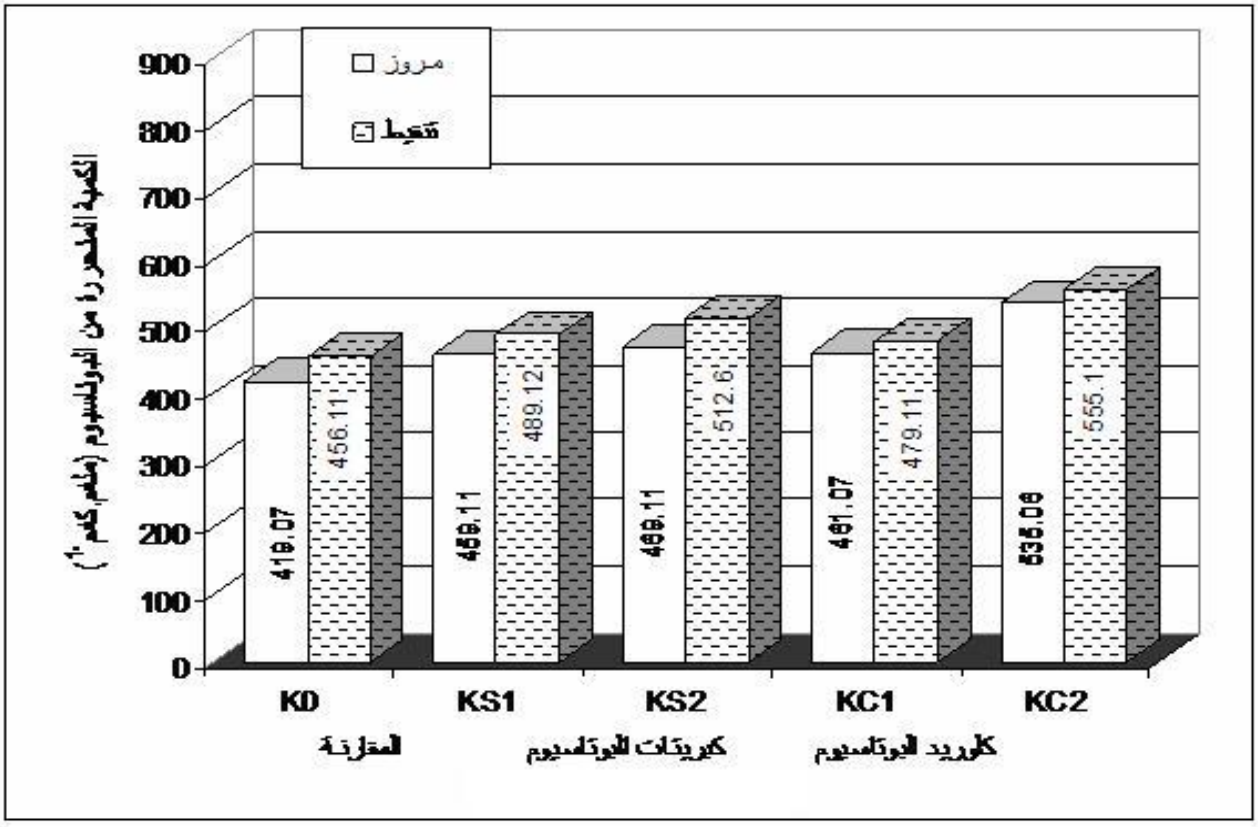
استعمال معايير الحركيات لتقويم حالة وسلوكية البوتاسيوم في التربة بعد الزراعة والتسميد

يبين الشكل (**2**) الكمية التجميعية بعد **12** استخلاص متتالٍ بحامض الستريك **5 x 10^{-4}** مولار وتحت نظام الري بالتنقيط والمروز بعد زراعة محصول الذرة الصفراء، اذ يلاحظ من معطيات القيم ان الكمية المتحررة من البوتاسيوم اختلفت باختلاف نظام الري ونوع ومستوى السمادالمضاف وقد كانت الكمية المتحررة من البوتاسيوم تحت نظام الري بالتنقيط اعلى من الكمية المتحررة من البوتاسيوم تحت نظام الري بالمروز وسجلت اعلى كمية متحررة من البوتاسيوم

المعاملة المسمدة بالمستوى الثاني من سماد كلوريد البوتاسيوم تحت الري بالتنقيط (555.100 ملغم.كغم$^{-1}$) في حين سجلت المعاملة المسمدة بالمستوى الاول من سماد كبريتات البوتاسيوم وتحت نظام الري بالمروز اقل كمية متحررة (459.110 ملغم.كغم$^{-1}$)، ويلاحظ ان معاملة عدم التسميد (المقارنة) سجلت وسجل سماد كلوريد البوتاسيوم وبكلا مستوييه الاول والثاني كمية بوتاسيوم متحرر اعلى من سماد كبريتات البوتاسيوم.

جدول 3: سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم قبل الزراعة وللعمقين 0–30 و30–60 سم حسب معادلة الانتشار

العمق (سم)	سعة التحرر (ملغم.كغم$^{-1}$)			سرعة التحرر (ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة$^{-1}$)		
	الطور المتبادل M_1	الطور غير المتبادل M_2	مايكاالتربة $M=M_1+M_2$	الطور المتبادل R1	الطورغير المتبادل R2	مايكا التربة $R=(R_1+R_2)/2$
30-0	27.69	80.33	108.02	35.73	7.22	21.48
60-30	9.53	63.52	73.05	24.23	5.74	19.99



شكل2: الكمية المتحررة التجميعية للبوتاسيوم بعد زراعة محصول الذرة الصفراء للمستويات المسمدة بسمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم لنظامي الري بالتنقيط والمروز.

تم وصف نتائج تحرر البوتاسيوم من التربة بعد الزراعة وللمعاملات السمادية المختلفة بهدف كشف مدى صلاح المعادلات الرياضية المعتمدة على اسس الحركيات الكيميائية (الرتبة صفر والرتبة الاولى والانتشار وايلوفج ودالة القوة) وذلك باعتماد كمية البوتاسيوم المتحررة كدالة للزمن، واكدت نتائج التحليل الاحصائي البسيط وكما مبين في جدول (4) وجود علاقة ارتباط احصائية بين تحرر البوتاسيوم وزمن الاستخلاص. وان ارتفاع قيمة (r) لكل من معادلة دالة القوة والانتشار وايلوفج يقود الى الاستنتاج بامكانية استعمال أي من هذه المعادلات في وصف تحرر البوتاسيوم وهذا يتفق مع

ما توصل اليه كل من Havlin وWestfall (24)، Sparks وJardine (42). في حين فشلت كل من معادلة الرتبة صفر ومعادلة الرتبة الاولى في اعطاء وصف مقبول لعملية التحرر. ولغرض كشف افضل المعادلات المطبقة في وصف عملية تحرر البوتاسيوم فقد اعتمد تحليل Least Square Analysis باخذ اعلى معامل ارتباط (r) واقل خطأ قياسي (SE) (43،44)، ومن معطيات القيم في جدول (4) وبناء على هذين المعيارين فقد كان ترتيب المعادلات من ناحية افضليتها في وصف عملية تحرر البوتاسيوم كالاتي:

دالة القوة > الانتشار > ايلوفج > الرتبة صفر > الرتبة الاولى

وهذا الاستنتاج يتفق مع ما حصل عليه عدد من الباحثين Al-Tamimi (13)، Havlin وWestfall (24)، Havlin وWestfall (25)، Schubert (35) الذين اشاروا الى افضلية معادلة دالة القوة في وصف حركيات تحرر البوتاسيوم في التربة مقارنة بعدد من المعادلات الرياضية كما يتفق مع ما وجده عدد من الباحثين باستعمال حامض الستريك (5×10^{-4} مولار) كمحلول استخلاص. فقد بين Hosseinpour وKalbasi (26) ان دالة القوة والرتبة الاولى كانت الافضل في وصف عملية التحرر. كما تتفق النتائج مع ماوجده العايدي (9) من تفوق معادلة دالة القوة والرتبة الاولى في وصف تحرر البوتاسيوم 10 ترب مختلفة النسجة من محافظة نينوى شمالي العراق. كما توصلت الشيخلي (8) الى الاستنتاج نفسه عند استعمال تربتين مختلفتين بالنسجة وزراعتها بمحصولي زهرة الشمس تعقبه الذرة الصفراء بعد التسميد بكل من سمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم.

جدول4: معدل قيم معامل الارتباط البسيط (r) والخطأ القياسي (SE) للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من التربة المعاملة بسمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم وتحت نظامي الري بالتنقيط والمروز بعد الزراعة

طريقة الري	نوع السماد البوتاسي	دالة القوة		الانتشار		ايلوفج		الرتبة صفر		الرتبة الاولى	
		r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE
تنقيط	مقارنة	1.00	0.03	0.99	14.29	0.96	36.08	0.34	120.67	0.28	1.59
	كبريتات	0.95	0.57	1.00	14.47	0.97	38.13	0.36	132.73	0.28	1.62
	كلوريد	0.94	0.59	1.00	14.05	0.97	30.92	0.37	116.54	0.28	1.59
مروز	مقارنة	0.99	0.04	1.00	7.75	0.98	22.67	0.42	109.77	0.24	1.58
	كبريتات	0.93	0.64	1.00	11.71	0.98	29.30	0.40	112.12	0.26	1.58
	كلوريد	0.91	0.72	0.99	18.48	0.99	26.87	0.43	112.62	0.24	1.59
	–	0.95	0.54	0.99	17.73	0.98	34.65	0.38	135.79	0.28	1.62

معامل سرعة تحرر البوتاسيوم المضاف في المعاملات المختلفة حسب معادلة دالة القوة

لقد تم اعتماد معامل سرعة تحرر البوتاسيوم المحسوبة حسب دالة القوة لغرض التقويم وذلك لافضليتها في وصف تحرر البوتاسيوم من التربة التي تنص على ان الكمية المتحررة او الممتزة تتناسب طردياً مع الزمن مرفوعاً لاس معين. بصورة عامة يلاحظ من جدول (5) ان التسميد البوتاسي سواء بسماد كبريتات او كلوريد البوتاسيوم ادى الى زيادة معنوية في قيم معامل سرعة التحرر ولكل من نظامي الري بالتنقيط والمروز بعد زراعة محصول الذرة الصفراء، فقد ازداد معامل سرعة التحرر من 0.49 و0.42 في معاملة المقارنة الى 1.12 ملغم.كغم$^{-1}$. ساعة $^{-1}$ عند المستوى الاول من سماد كبريتات البوتاسيوم وبنسبة زيادة مئوية قدرها 129 و167% لكل من نظامي الري بالتنقيط والمروز بالتتابع. اما المستوى الثاني من السماد نفسه فقد ازداد الى 1.15 و1.13 ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة $^{-1}$ وبزيادة مقدارها 135 و169% ولنظامي الري

بالتنقيط والمروز بالتتابع. وازدادت قيم معامل سرعة التحرر في كل من المستوى الاول والثاني من سماد كلوريد البوتاسيوم الى 1.12 و1.13 ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة $^{-1}$ وبزيادة مقدارها 129 و131% بالتتابع تحت نظام الري بالتنقيط والى 1.10 و1.13 ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة $^{-1}$ وبزيادة قدرها 162 و169% بالتتابع تحت نظام الري بالمروز وللمستوى الاول والثاني من السماد بالتتابع. وبصورة عامة تشير النتائج الموضحة في جدول (5) الى ان معامل سرعة تحرر البوتاسيوم سجل زيادة في المعاملات المسمدة بكلا السمادين، وهذا يعني ارتباط البوتاسيوم بعد ذوبانه من المصدر السمادي مع اسطح التبادل للطور الصلب مما يجعله سهل التحرر لضعف قوة ربطه بالسطح مع بقية المواقع المسؤولة عن الامتزاز والتثبيت (10،31). وقد وجد تشابه نسبي لمعامل سرعة تحرر البوتاسيوم في المعاملتين بعد حصاد محصول الذرة الصفراء.

جدول 5: معامل سرعة تحرر البوتاسيوم (ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة $^{-1}$) حسب معادلة دالة القوة في التربة المعاملة بمستويات من سمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم وتحت نظامي الري بالتنقيط والمروز بعد الزراعة

نوع السماد البوتاسي	مستوى الاضافة (كغمK .هـ$^{-1}$)	معامل سرعة تحرر البوتاسيوم (ملغم.كغم$^{-1}$. ساعة $^{-1}$)	
		تنقيط	مروز
بدون تسميد		0.49	0.42
كبريتات البوتاسيوم	100	1.12	1.12
	200	1.15	1.13
المعدل		1.14	1.13
كلوريد البوتاسيوم	100	1.12	1.10
	200	1.13	1.13
المعدل		1.13	1.11

تحديد مسار التفاعلات الكيميائية لعملية تحرر البوتاسيوم المضاف

بالرغم من ان التحليل الاحصائي كشف لنا افضلية معادلة دالة القوة في وصف حركيات تحرر البوتاسيوم في المعاملات المتضمنة اضافة سمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم، الا ان هذه المعادلة تعد معادلة تجريبية ليس لها اساس كيميائي لانها لا تكشف عن ميكانيكية ومسار التفاعلات التي تحدث في اثناء عملية التحرر، لذلك تم الاعتماد على معادلة الانتشار التي اعطت قيم معامل ارتباط عالية وخطأ قياسي منخفض وكما بينه جدول (4) ويمكن استعمالها لوصف تحرر البوتاسيوم من التربة، وتستند في فرضيتها على اسس الكيمياء الحركية لقانون Ficks law وتفترض ان عملية الانتشار هي العملية المسؤولة عن انتشار ايونات البوتاسيوم من الاسطح الخارجية والداخلية للمعادن الى المحلول، وحسب ما جاء به Barrow (14) فان علاقة التركيز المتحرر من الايون بالجذر التربيعي للزمن تصف حركيات الانتشار بشرط بقاء مصدر التركيز ثابتاً وان تحرر البوتاسيوم كان محددا بالتبادل (18). واذا ما تم رسم العلاقة بين الكمية المتحررة خلال وحدة الزمن كدالة للجذر التربيعي لزمن الاستخلاص فيمكن الحصول على علاقة بيانية تكشف لنا مسار التفاعل لعملية التحرر يتكون من عدة مسارات ذات سرع مختلفة والمتمثلة بعدد من المستقيمات المختلفة في ميلها تعبر عن صيغ البوتاسيوم المتحرر من الطورين المتبادل وغيرالمتبادل. ان ما تم الحصول عليه من نتائج يتفق مع ما حصل عليه كل من Singh وجماعته (38)، Goulding وLoveland (22)، Srinivasa وجماعته (45)، السامرائي (5)، العبيدي (10)، العبيدي وحسين (11). بالرجوع الى الشكل البياني التوضيحي (1) لمعادلة الانتشار يظهر ان عملية التحرر يجب ان توصف بمعادلتين: المعادلة الاولى تصف التفاعل الاول الذي يمتاز بسرعة عالية (تحرر البوتاسيوم المتبادل) والمعادلة الثانية تصف التفاعل الثاني الذي يمثل البوتاسيوم غير المتبادل البطيء التحرر. وكل من هذين التفاعلين له معامل سرعة مختلفة والاختلاف بين معاملي السرعة للتفاعلين يمكن ان يوضح ان مدة التفاعل الاولى تكون قصيرة بسبب سرعتها

العالية يعقبها تفاعل بطيء يستمر لمدد زمنية اطول وان وجود اكثر من سرعة واحدة تعبر عن الاختلاف في التركيبة المعدنية للجزء الطيني (27). كما حدد Galadima وSilvertooth (17) مدة التفاعل الاول بـ 35 ساعة الذي يمثل تحرر البوتاسيوم السريع من المايكا وفعل كتلة التبادل من السطح المحتوي للطين، اما مدة التفاعل الثانية لحد 1000 ساعة ليمثل الجزء المتحرر لسد النقص في البوتاسيوم المتحرك وكان معدل تحرر البوتاسيوم في المدة الاولى اعلى من معدل تحرره في المدة الثانية، اذ ان حوالي 55% من البوتاسيوم الكلي المتحرر يحدث خلال 35 ساعة الاولى.

تحرر البوتاسيوم من الطورين – المتبادل وغير المتبادل في المعاملات المختلفة

استناداً الى معادلة الانتشار التي تم توضيحها في شكل (1) امكن تحديد قيمة سعة تحرر البوتاسيوم من الطورين المتبادل (M_1) وغير المتبادل (M_2) وجدول (6) يوضح قيم سعة تحرر البوتاسيوم ويتضح من الجدول ان اعلى قيمة لسعة تحرر البوتاسيوم من الطور المتبادل كان عند المستوى الثاني من سمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم ولكلا النظامين اذ كانت 59.72 و 63.56 ملغم.كغم $^{-1}$ تحت نظام الري بالتنقيط و39.72 و53.56ملغم.كغم$^{-1}$ تحت نظام الري بالمروز بالتتابع. وعلى العموم فان الكمية المتحررة من الطور المتبادل للمعاملات المسمدة كانت اعلى من معاملة المقارنة (بدون تسميد) وكلما زاد مستوى التسميد زادت الكمية المتحررة، كما كانت الكميات المتحررة تحت نظام الري بالتنقيط اعلى من مثيلاتها تحت الري بالمروز.

ان الكمية المتحررة من الطور غير المتبادل كانت اعلى من الكمية المتحررة من الطور المتبادل تحت نظامي الري بالتنقيط والمروز وبعد حصاد محصول الذرة الصفراء اذ اعطى المستوى الثاني من سمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم اعلى القيم كانت 86.45 و93.87 ملغم.كغم $^{-1}$ تحت نظام الري بالتنقيط 82.25 و78.85 ملغم.كغم$^{-1}$ تحت نظام الري بالمروز. من ذلك يلاحظ تفوق معاملة اضافة سماد كلوريد البوتاسيوم على معاملة اضافة سماد كبريتات البوتاسيوم بالنسبة لسعة تحرر البوتاسيوم ومن طوريه المتبادل وغير المتبادل لكلا المحصولين تحت نظام الري بالتنقيط، اما تحت نظام الري بالمروز فقد تفوق السماد ذاته لسعة التحرر من الطور المتبادل ، بينما تقارب السمادان في سعة تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل وهذا عكس ما توصلت اليه الشيخلي (8) التي بينت تفوق سماد كبريتات البوتاسيوم على سماد كلوريد البوتاسيوم. كما ان القيم التي تم التوصل اليها بالنسبة لسعة التحرر من الطور المتبادل كانت ضمن مدى القيم الدنيا التي توصل اليها العبيدي (10) الذي تراوح من 23–3511 ملغم.كغم$^{-1}$ لسعة تحرر البوتاسيوم من الطور المتبادل ومن 172–2115 ملغم.كغم$^{-1}$ لسعة تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل. ومقاربة للقيم التي توصلت اليها الشيخلي (8) التي تراوحت 25.31–96.30 ملغم.كغم$^{-1}$ ومن 9.97– 34.47 ملغم.كغم$^{-1}$ لسعة تحرر البوتاسيوم من الطور المتبادل وغير المتبادل بالتتابع بعد زراعة محصول زهرة الشمس والذرة الصفراء. الا انها اقل من مدى القيم التي توصلت اليها السامرائي (6) لسعة تحرر البوتاسيوم المتبادل التي تراوحت من 406 – 642 ملغم.كغم$^{-1}$ ومقاربة للقيم التي حصلت عليها لسعة تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل (61 – 124 ملغم.كغم$^{-1}$) بعد زراعة محصولي الطماطة والباذنجان.

كما تم حساب سرعة تحرر البوتاسيوم بطوريه المتبادل R_1 وغير المتبادل R_2 من ميل الخط المستقيم للتفاعل الخاص به حسب معادلة الانتشار وحسبما موضح في جدول (4)، اذ تشير معطيات القيم الى تفوق سرعة تحرر البوتاسيوم المتبادل على سرعة تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل، اذ بلغت أقل القيم في معاملة المقارنة (بدون تسميد) وكانت 31.43 و35.20 ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة$^{-1}$ بعد حصاد محصول الذرة الصفراء ولنظامي الري بالتنقيط والمروز بالتتابع وزادت القيم بزيادة مستويات التسميد اذ اعطى المستوى الثاني من سمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم اقصى القيم وتفوق سماد كلوريد البوتاسيوم على الكبرتيات وكانتى (40.59 ، 37.93) و(38.32 ، 39.42) ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة$^{-1}$

لمحصول الذرة الصفراء ولكلا النظامين بالتتابع. اما سرعة خزين التربة القابل للتحرر من الطور غير المتبادل فقد سلك سلوكاً مشابهاً لسرعة خزين التربة القابل للتحرر من الطور المتبادل، اذ حققت معاملة المستوى الثاني من كلا السمادين اعلى القيم مع تفوق كلوريد البوتاسيوم على الكبريتات وكانت القيم (38.73 و35.42) ، (34.14 و37.15) ملغم.كغم $^{-1}$.ساعة$^{-1}$ للمستوى الثاني ولكلا السمادين ولكل من نظام الري بالتنقيط والمروز بالتتابع.

من خلال ما تقدم يلاحظ وبصورة عامة تفوق معاملة سماد كلوريد البوتاسيوم على معاملة كبريتات البوتاسيوم في سرعة تحرر البوتاسيوم من طوريه المتبادل وغير المتبادل، اذ كانت القيم ضمن مدى القيم الدنيا التي توصل اليها العبيدي (10) ومقاربة للقيم التي توصلت اليها الشيخلي (8) واقل من القيم التي توصلت اليها السامرائي (6).

جدول 6: سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم من الطورين المتبادل وغير المتبادل من معادلة الانتشار لكل من نظامي الري بالتنقيط والمروز بعد الزراعة

نظام الري	نوع ومستوى السماد البوتاسي كغمK .هـ$^{-1}$	سعة التحرر (ملغم . كغم $^{-1}$)			سرعة التحرر (ملغم.كغم $^{-1}$.ساعة$^{-1}$)		
		الطور المتبادل M_1	الطور غير المتبادل M_2	مايكا التربة M	الطور المتبادل R_1	الطور غير المتبادل R_2	مايكا التربة R
تنقيط	مقارنة (بدون سماد)	22.08	67.24	89.32	31.43	26.20	28.82
	كبريتات 100	32.60	81.70	114.30	35.48	28.45	31.97
	كبريتات 200	59.72	86.43	146.15	40.59	38.73	39.66
	كلوريد 100	34.84	78.51	113.35	32.94	27.36	30.15
	كلوريد 200	63.56	93.87	157.43	37.93	35.42	36.68
مروز	مقارنة (بدون سماد)	11.08	61.18	72.26	35.20	28.69	31.95
	كبريتات 100	22.60	72.25	94.85	37.15	31.10	34.13
	كبريتات 200	39.72	82.25	121.97	38.32	34.14	36.23
	كلوريد 100	24.84	77.10	101.94	38.25	33.41	35.83
	كلوريد 200	53.56	78.85	132.41	39.42	37.15	38.29

مما تقدم يتبين أن للتسميد البوتاسي دورٌ في زيادة الكمية المتحررة من البوتاسيوم، اذ زادت بزيادة التسميد لكلا السمادين قيد الدراسة. كما ساهم استعمال منظومات الري الحديثة (تنقيط) وبشكل فاعلٍ في زيادة قيم المعايير الحركية، اذ تفوقت عند مقارنتها بانظمة الري التقليدية (مروز). وحققت اضافة السماد البوتاسي مع ماء الري وبطريقة مشابهة للـ Fertigation تحت نظام الري بالتنقيط تأثيراً ايجابياً انعكس ايجابياً على سلوكية وديناميكية البوتاسيوم في التربة، وتفوق هذا النظام على طريقة اضافة السماد نثراً على الارض تحت انظمة الري التقليدية (مروز واحواض)، وذلك للتجانس الرطوبي المتحقق في المنطقة الجذرية وهذا يعني ان محلول التربة يكون في حالة شبه اتزان ديناميكي عكس ماهو عليه في الري بالمروز، فضلاً عن كفاءة استعمال المياه.

المصادر

1- الربيعي، بهاء الدين مكي (1998). حالة وسلوكية البوتاسيوم في الترب المستغلة بزراعة الرز. اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

2- الربيعي، شذى ماجد (1995). تقويم جاهزية البوتاسيوم في الترب العراقية باستخدام معايير ثرموديناميكية. رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

3- الربيعي، محمد عبد؛ وشفيق جلاب القيسي (2000). تقييم سعة تثبيت البوتاسيوم وحركيات تحرره في بعض ترب زراعة الرز في العراق. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 31 (3):11-19.

4- السامرائي، عبد العزيز محمود وعبد المهدي صالح الانصاري (2001). اضافة الاسمدة الكيميائية باستخدام منظومة الري بالتنقيط. مجلة الزراعة العراقية، (1):14-18.

5- السامرائي، عروبة عبدالله (1996). حالة وسلوكية البوتاسيوم في بعض الترب الجبسية في منطقة الدور. رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

6- السامرائي، عروبة عبدالله (2005). حالة وسلوكية البوتاسيوم في ترب الزراعة المحمية. اطروحة دكتوراه– كلية الزراعة–جامعة بغداد، العراق.

7- الساهوكي، مدحت مجي (1990). الذرة الصفراء انتاجها وتحسينها. جامعة بغداد، العراق.

8- الشيخلي، روعة عبداللطيف عبد الجبار (2006). مقارنة حالة وسلوك البوتاسيوم المضاف على شكل سمادي كبريتات البوتاسيوم وكلوريده لتربتين مختلفتي النسجة. اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

9- العايدي، مهدي وسمي صحيب (2004). مقارنة طرائق استخلاص مختلفة للبوتاسيوم في بعض الترب الكلسية في محافظة نينوى. اطروحة دكتوراه– كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل، العراق.

10- العبيدي، محمد علي جمال (1996). حركيات البوتاسيوم في بعض الترب العراقية. اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

11- العبيدي، محمد علي جمال وعباس جاسم حسين (1998). وصف القدرة الامدادية للبوتاسيوم في ترب ربيعة الديمية باستخدام المدخل الحركي: سرعة تحرر البوتاسيوم. مجلة زراعة الرافدين، 30(4):30-33.

12- **Al-Agidi, W. K. (1976). Proposed soil classification at the series level for Iraqi soils. I. Alluvial Soil. BaghdadUniversity CollegeofAgricTech. Bull. (2).**

13- **Al-Tamimi, H. J. and K. M. Awad (1993). Non exchangeable potassium release kinetics K unfertilized calcareous soils. Mesopotamia. J. Agric., 25(2):37-42.**

14- **Barrow, N. J. (1983). A discussion of the method for measuring the rate of reaction between soil and phosphate. Fert. Res., 0:51-59.**

15- **Black, C. A. (1965). Method of Soil Analysis. Part(1). Physical properties. Am. Soc. Agron. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.**

16- **Bryan, H. H. and R. B. Duggins (1977). Chemical injection through drip irrigation on row crops. Compatibility, crop response and effect on flow. Proceeding of International Agricultural Plastic Congress and University of California. April, 11-16.**

17- **Galadima, A. and J. C. Silvertooth (1998). Mathematical models of potassium release kinetics for sonoran desert soils of Arizona. A college of Agriculture report, The University of Arizona, Tucson, Arizona.**

18- Gopal, V. R.; A. S. Rao; A. Swarup and C. S. Rao (1999). Kinetics of non exchangeable potassium release from a Tropaquept as influenced by long term cropping, fertilization, and maturing. Aust. J. of soil Res., 37(2):317-328.

19- Goulding, K. W. T. (1981). Potassium retention and release in rothamsted and saxmanoitham soils. J. Sci. Food and Agric., 32:667-670.

20- Goulding, K. W. T. (1984). The availability of potassium in soils to crops as measured by its release to calcium-saturate cation exchange resin. J. Agric. Sci. Camb. 103:265-275.

21- Goulding, K. W. T. (1987). Potassium fixation and release. In Methodology in soil research. Proc. 20th Colloge Int. potash Inst. pp:125-142.

22- Goulding, K. W. T. and P. J. Loveland (1986). The classification and mapping of potassium reserve in soils of England and Wales. J. Soil Sci., 37:555-565.

23- Hartz, T. K. and G. Miyao (2000). Processing Tomato Production in California. Vegetable research and information Center. University of California. Division of Agriculture and Natures Resources.

24- Havlin, J. L. and D. G. Westfall (1984). The Kinetics of K release in arid soil. Potash Review (12) Sub 4.

25- Havlin, J. L. and D. G. Westfall (1985). Potassium release kinetics and plant response in calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 49:366-370.

26- Hosseinpour, A., and M. Kalbasi (2002). Kinetics of non exchangeable potassium release from soils and soil separates in some central region soils of Iran. 7th WCSS, 14-21 August, Thailand symposium (54).

27- Hundal, L. S. and N. S. Pasricha (1993). Non exchangeable potassium release, Kinetics in illitic soil profile. Soil Sci., 156:34-41.

28- Krauss, A., and A. E. Johnston (2002). Assesing soil potassium, can we do better? International Potash Institute. IPI. 9th International Congress of soil science. Faisalabad, Pakistan, 18-20 March.

29- Mallarino, A. (2000). Corn and soybean response to deep band phosphorous and potassium. Integrated Crop Management.

30- Martin, H. W.; D. L. Sparks (1983). Kinetics of non exchangeable potassium release from two coastal plain soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 47:883-887.

31- Mengel, K. and K. Uhlenbecker (1993). determination of available interlayer potassium and its uptake by ryegrass. Soil Sci. Soc. Am. J., 57:761-766.

32- Page, A. L.; R. H. Miller and D. R. Kenney (1982). Methods of Soil Analysis Part (2). 2nd ed. Agronomy 9 Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.

33- Reetz, H. F.; R. C. Schroeder and R. K. Stewart (2005). Potassium management training Kit/ Illinois Fertilizer Conference Proceeding. Jan., 24-26.

34- Robert, M. (1986). Some general aspects of K dynamics and new trends in soil mineralogy. Int. Cong. Soil Sci.

35- Schubert, S.; R. Paul and K. Uhlenbecker (1990). Charakterr sierung des nachsie febare. Kalium aus der nicht a anstanschocren fraction veraacht bodon mittels. Einer Austausemethds and EUF VDLUFA Schrifttenr 30: 329-334. C.F. Mengel and Uhlenbecker, 1993.

36- Simard, R. R.; G. R. Oekipe and J. Zizer (1989). The kinetics of non exchangeable potassium and magnesium release from Quebec soils. Can. J. Soil Sci., 69:663-675.

37- Simard, R. R.; C. R. De Kimpe and J. Zizka (1992). Release of potassium and Magnesium from soil fractions and its kinetics. Soil Sci. Soc. Am. J., 56:1421-1428.

38- Singh, K. D.; K. W. T. Goulding and A. H. Sinelair (1983). Assessment of potassium in soils. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 14:1014-1033.

39- Soil Survey Staff (1951). Soil Survey manual. Handbook (18). USDA. Washington, D. C. USA.

40- South Australian Research and development Institute (SARDI) (2001). Nutrition. Application Methods. South Australia .

41- Sparks, D. L. (1988). Kinetic of Soil Chemical Processes. Academic Press, Inc. New York. P:12-13.

42- Sparks, D. L. and P. M. Jardine (1984). Comparison of kinetics equations to describe potassium-calcium exchange in pure and in mixed system. Soil Sci., 138:115-122.

43- Sparks, D. L.; L. W. Zelazny and D. C. Martens (1980a.) Kinetics of potassium exchange in a paleudult from the coastal plain of Virginia. Soil Sci. Soc. Am. J., 44:37-40.

44- Sparks, D. L.; L. W. Zelanzy and D. C. Martens (1980b). Kinetics of potassium desorption in soil using miscible displacement. Soil Sci. Soc. Am. J., 44:1205-1208.

45- Srinivasa, R. C.; R. A. Subba and T. R. Rupa (2000). Plant mobilization of soil reseve potassium from fifteen smectitic soils in relation to soil test potassium and mineralogy. Soil Sci., 165(7):578-586.

46- Wada, K and Y. Kakuto (1993). Non exchangeable potassium in a 1:4 nanometer mineral, and mica in Korean ultisol. Soil Sci. Soc. Am. J., 57:552-555.

Iraqi J. Agric. (Special Issue) Vol.14 No.2 /2009

KINETICS OF POTASSIUM ADDED FROM TWO SOURCES UNDER DRIP AND FURROW IRRIGATION SYSTEMS

A. H. Al-Zubaidi* **I. S. Salman***

ABSTRACT

Field experiment was conducted at Al Yousfia region in Silt clay loam soil. Corn crop was planted. using drip and furrow (control) irrigation systems. Two sources of potassium fertilizer (Sulfate and chloride) were used with three levels 0, 100, and 200 Kg K.ha^{-1}. Potassium fertilizer was splited into 12 segments added by means of fertigation for drip irrigation, and broadcasted for furrow irrigation system. In addition, nitrogen and phosphorous fertilizers were added as plant required. Sequential Botassium extraction from soil after planting and fertilization was done using citric acid 5 x 10^{-4} *M* (12 times) to evaluate potassium release according to kinetics equations. (zero order, first order, diffusion, Elovich and power equations). Accumulative Botassium released under drip irrigatin was higher than that under furrow irrigation. Similar trend was found for both types of fertilizer, and the 2nd level of KCl gave higher values of potassium release. Power function, parabolic and Elovich equations well described potassium release process among other equations, but power function is the best according to correlation and standred error .

Part of Ph.D thesis of the second author.

*** College of Agric- Baghdad Univ- Baghdad, Iraq.**

****Ministry of Agric. – Baghdad, Iraq.**