حركيات البوتاسيوم المضاف مع السمادين النتروجيني والعضوي خلال موسم نمو محصول البطاطا

قحطان جمال عبد الرسول كامل سعيد جواد حسن يوسف الدليمي

الملخص

نفذت تجربة مختبرية وفق المعايير الحركية على عينات تجربة حقلية في تربة رسوبية **Typic Torrifluvent** مزيجة غرينية**Silt loam** لمعرفة كفاءة المعايير الحركية في التنبؤ لاستجابة البطاطا للتسميد البوتاسي. أجريت الدراسة باستخلاص التربة باستعمال حامض الستريك **$C(OH)(COOH)(CH_2COOH)_2.H_2O$** بتركيز **0.0005*N*** استخلاصا متعاقبا ولعشر مدد استخلاصية زمن الواحدة منها **12** ساعة وبنسبة استخلاص **1:10**وفق نظام الاتزان المستقر**Batch Successive Equilibrium Technique** في ثلاث مراحل من نمو النبات وتم اعتماد الموديلات الرياضية الآتية لوصف تحرر البوتاسيوم وحساب معامل سرعة تحرره (الرتبة صفر ، الرتبة الأولى، الانتشار ، أيلوفج ، دالة القوة). أظهرت النتائج بأن معادلة دالة القوة هي أفضل المعادلات الرياضية في وصف سلوك ومعامل سرعة تحرر البوتاسيوم من التربة. أذ كان معامل سرعة تحرره من التربة **0.413** ملغم كغم$^{-1}$ ساعة$^{-1}$في تربة الدراسة قبل الزراعة وبقي في المستوى نفسه في معاملة المقارنة بعد الجني وتعد هذه القيمة عالية وفوق الحدود الحرجة التي حددها المختصون . كما أظهرت الدراسة ارتفاع معامل سرعة تحرر البوتاسيوم في مرحلة التزهير بما يدل على تجاوب التربة مع النقص الحاصل في البوتاسيوم في هذه المرحلة من نمو النبات جراء الاستنزاف النباتي. كان للسماد العضوي تأثيرا" عالي المعنوية في زيادة معامل سرعة تحرر البوتاسيوم وللسماد البوتاسي تأثيراً عالي المعنوية في خفض معامل سرعة تحرره فيما كانت الفروق بين مستويات السماد النتروجيني غير معنوية.

المقدمة

أستعمل مفهوم الحركيات في تفاعلات الأيونات الغذائية في التربة لأجل فهم التفاعل المستمر للأيونات في محلول التربة مع الزمن وكذلك لمعرفة سرعة التفاعلات و مصيرها الذي ستؤول إليه (**1**). أوضح **Sparks**(**25**) أن نظام التربة والنبات هو نظام حركي وأهم تفاعلات حركيات البوتاسيوم السائدة في التربة هي التجوية والإذابة والأمتزاز والتحرر. أشار **Mengel** و **Uhlenbeacker** (**13**) إلى أن ليس من الضروري حساب الكمية التقليدية وتقويمها وإنما السرعة التي يتحرر بها البوتاسيوم باتجاه جذور النباتات من أجل الوصول إلى تقويم شامل ودقيق لحالة ومقدرة تجهيز البوتاسيوم من التربة مما يتطلب التحول باتجاه القياسات الحركية.بيّن **Sparks** (**25**) أن تطبيق مدخل الحركيات الكيميائية يمكن أن يقدم وصفاً جيداً لتحرر البوتاسيوم من خلال إدخال عامل الزمن مع الكمية المتحررة ووصفها وصفاً كمياً بمعادلات رياضية.

جرت محاولات عديدة لتطبيق الموديلات الرياضية من قبل العديد من الباحثين وعلى العموم فأن المعادلات الرياضية المستعملة في وصف سرعة تحرر البوتاسيوم على نوعين، النوع الأول يستند الى أساس الكيمياء الحركية البحتة وان ثوابتها استعملت في تفسير تحرر البوتاسيوم من التربة وتشمل معادلة الرتبة صفر والرتبة الأول (**25**) ومعادلة الانتشار المشتقة من قانون الأنتشارالتي طبقت من قبل **Sivasubramania** و **Talibudeen** (**23**)، أما النوع الثاني فهي المعادلات التجريبية وهما معادلتا أيلوفج ودالة القوة (**12**). أشار **Robert etal** (**20**) إلى وجود ثلاث عمليات يمكن من خلالها أن يتحرر البوتاسيوم هي:-

---

جزء من اطروحة الدكتوراه للباحث الاول.

كلية الزراعة – جامعة بغداد– بغداد، العراق.

1–عملية التحلل المائيHydrolysis في هذه العملية تتحطم جميع المعادن السليكاتية وينتج عنها تحرر كل من البوتاسيوم والسليكون وتعتمد هذه العملية على شدة الغسل التي ينتج عنها معادن ثانوية(معادن أطيان2:1,1:1).

2–عملية التبادل الكاتيوني Cation exchange وتكون هذه العملية ضمن التركيب البنائي للمعدن مما يتسبب عنها تحولات معدنية وأنها تحدث للمايكا ولا تحدث للفلدسبارات.

3– فعالية أيون الهيدروجينHydrogen activity وأن هذه العملية مرتبطة بالفعالية الحيوية للأحياء الدقيقة في التربة، جذور النباتات وتحلل المواد العضوية أذ أن عملية التحرر تزداد بزيادة تركيز أيونات الهيدروجين.

تختلف الترب في سعة وقابلية إطلاقها البوتاسيوم اعتماداً على نوع المستخلص وتركيزه وتقنيات الاستخلاص وسرعة الاستخلاص وزمن الاستخلاص وكمية ونوع المعادن السائدة في التربة والظروف البيئية المحيطة وفي مقدمتها درجة الحرارة (26، 21) .أشار Song و Huang (24) إلى وجود نوعين من العوامل المؤثرة في سرعة تحرر البوتاسيوم هما:–

1– عوامل الطور الصلب(نسجة وتركيب التربة ومعادن التربة والمادة العضوية ومعادن الكاربونات).

2– العوامل البيئية المحيطة بالطور الصلب(درجة تفاعل التربة والحرارة والرطوبة والأيونات الموجبة في المحلول والفعالية الأيونية لمحلول التربة وجهد الأكسدة والاختزال والنشاط البايولوجي في التربة). لما ورد أعلاه ولأهمية المعايير الحركية في تفسير نتائج الدراسات الحقلية كانت هذه الدراسة لمعرفة كفاءة المعايير الحركية في التنبؤ لاستجابة البطاطا للتسميد البوتاسي.

المواد وطرائق البحث

أجريت هذه التجربة المختبرية على عينات تجربة حقلية نفذت في تربة رسوبية Typic Torrifluvent مزيجة غرينيةSilt loam لمعرفة تأثير التسميد العضوي والمعدني(KوN) في حالة وتحرر وامتصاص البوتاسيوم وإنتاج درنات البطاطا يبين جدول (1) بعض صفات تربة الدراسة.استعملت في التجربة الحقلية ثلاثة مستويات من السماد العضوي الحيواني المتحلل هيM_0: Zero %3:M_2,%1.5:M_1 أضيفت مزجاً مع التربة قبل الزراعة وثلاثة مستويات من السماد النتروجيني(يوريا) هي N_0:Zero، N_1:120كغمN. هـ$^{-1}$، N_2:240 كغم N. هـ$^{-1}$ أضيفت بدفعتين 1/3قبل الزراعة مزجاً مع التربة والسماد العضوي و2/3 بعد 40 يوماً من الزراعة وثلاثة مستويات من السماد البوتاسي (كبريتات البوتاسيوم) هي K_0: Zero، K_1: 160 كغمK. هـ$^{-1}$، K_2 : 320كغمK. هـ$^{-1}$ أضيفت بثلاثة دفعات 1/3قبل الزراعة مزجا" مع السمادين أعلاه و1/3بعد 40 يوماً على الزراعة و1/3 الأخير في مرحلة التزهير. ومستوى واحد من السماد الفوسفاتي(سوبر فوسفات ثلاثي) هو 80 كغم Pهـ$^{-1}$.أخذت عينات من تربة الحقل والنباتات في ثلاث مراحل مختلفة من نمو النبات وهي مرحلة النمو الخضري بعد 50 يوماً من الزراعة والتزهير والجني لاستكمال فصول الدراسة.ولما كانت استجابة النباتات للتسميد البوتاسي ضعيفة جداً والتفسيرات لنتائج الدراسة وفقاً للمعايير التقليدية (صور البوتاسيوم) غير قاطعة أو جازمة لاسيما وأن المحصول المستعمل في الدراسة هو محصول البطاطا المعروف بشراهته للبوتاسيوم من هنا جاءت الفكرة لإدخال المعايير الحركية في تفسير عدم استجابة النباتات للتسميد البوتاسي. تم اعتماد الطريقة المقترحة من قبل Simard (22) وقد أجريت الدراسة للمراحل الثلاث المذكورة وذلك باستخلاص التربة باستعمال حامض الستريك $C(OH)(COOH)(CH_2COOH)_2.H_2O$ بتركيز 0.0005*N* استخلاصا متعاقبا ولعشر مدد استخلاصية زمن الواحدة منها 12 ساعة وبنسبة استخلاص 1:10وفق نظام الاتزان المستقر Batch Successive Equilibrium Technique وتم اعتماد الموديلات الرياضية الآتية لوصف تحرر البوتاسيوم في هذه الدراسة الحركية وحساب معامل سرعة تحرره :–

1– معادلة الرتبة صفر	$C_0 - C_t = C_0 - Kt$
2– معادلة الرتبة الأولى	$\ln (C_0 - C_t) = \ln C_0 - Kt$

3- معادلة الانتشار	$C_t = C_0 + Kt^{1/2}$
4- معادلة أيلوفج	$C_t = C_0 + K \ln t$
5- المعادلة الآسية أو دالة القوة	$\ln C_t = \ln C_0 + K \ln t$

أذ أن :-

C_t = الكمية المتحررة من البوتاسيوم ملغم. كغم$^{-1}$عند الزمن t ؛ C_0 = قاطع الخط المستقيم (كمية البوتاسيوم الممكن تحررها عند الزمن صفر) ؛ K= ميل المستقيم والذي يعبر عن معامل سرعة تحرر البوتاسيوم ملغم. كغم$^{-1}$. ساعة$^{-1}$ ؛ t= الزمن بالساعة

ولغرض كشف أفضل المعادلات في وصف عملية التحرر فقد تم الاعتماد على أعلى قيمة لمعامل الارتباط(r) وأقل قيمة للخطأ القياسي المقدر (SE). حسبت الخطأ القياسي من المعادلة الآتية :-

$$SE=[\sum (C_t-C_t^*)^2/n-2]^{1/2}$$

أذ أن:-

ct= التركيز المقاس في المختبر عند الزمن t ملغم.كغم$^{-1}$ ؛ C_t^*=التركيز المحسوب عند الزمن t ملغم. كغم$^{-1}$ ؛ n= عدد القياسات

جدول 1: بعض الصفات الكيميائية و الفيزيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة

الصفة	القيمة	الوحدة	المصدر
درجة التفاعل (pH_s)	7.76		18
الأيصالية الكهربائية (EC_e)	4.20	دسيسيمنز. م$^{-1}$	18
سعة تبادل الأيونات الموجبة (CEC)	14.0	سنتيمول+ .كغم $^{-1}$	14
المادة العضوية (OM)	18.0	غم .كغم $^{-1}$	14
معادن الكاربونات	420.0		
الجبس	0.44		
الأيونات الذائبة (1:1)			
CO_3	0.00	سنتي مول. كغم $^{-1}$	18
HCO_3	1.80		
SO_4	1.00		
Cl	0.40		
Ca	1.42		
Mg	0.33		
Na	0.57		
صور البوتاسيوم:Potassium Forms			
الذائب:Soluble	0.10	سنتي مول. كغم $^{-1}$	18
المتبادل:Exchangeable	0.45	سنتي مول. كغم $^{-1}$	15
غير المتبادل:Non exch.	0.29	سنتي مول. كغم $^{-1}$	14
المعدني:Mineral	103.16	سنتي مول. كغم $^{-1}$	12
الكلي:Total	104.00	سنتي مول. كغم $^{-1}$	14
النتروجين الجاهز(NO_3+NH_4)	45.0	ملغم .كغم $^{-1}$	14
الفسفور الجاهز	6.0		
مفصولات تربة			
الرمل	150	غم. كغم $^{-1}$	7
الغرين	600		
الطين	250		
النسجة	مزيجه غرينية Silty loam		
نسبة الإشباع	52%		18
الكثافة الظاهرية	1.4	ميكا غرام. م$^{-3}$	7

النتائج والمناقشة

تبين الجداول (2، 3، 4) البوتاسيوم المستخلص من التربة خلال مراحل الاستخلاص المتعاقب(ملغم. كغم$^{-1}$) في مراحل النمو الثلاث إذ يلاحظ من الجداول أن كمية البوتاسيوم المستخلصة كانت الأعلى في الاستخلاص الأول

(الساعات الـ 12 الأولى) ثم أخذت بالانخفاض في الاستخلاصات المتعاقبة الأخرى لتصل إلى حالة الاستقرار تقريباً في الاستخلاص السابع. أن هذا الاتجاه لوحظ في الكثير من البحوث(19,16,2)ويلاحظ أيضاً أن كمية البوتاسيوم المستخلصة بعد الاستخلاص السادس أو السابع تأخذ بالتذبذب في بعض المعاملات صعوداً ونزولاً وهذا الشيء قد يعود إلى تأثير العوامل الداخلة في المعاملة على ذلك ويعد أمرا" طبيعيا" كما بينه Richards وBates (19).

جدول2:البوتاسيوم المستخلص خلال مراحل الاستخلاص المتعاقب ملغم.كغم$^{-1}$في مرحلةالنموالخضري

مدة الاستخلاص(ساعة)											المعاملات		
المجموع	120	108	96	84	72	60	48	36	24	12	N	M	K
261.9	8.70	9.20	10.5	10.5	14.7	15.1	19.4	31.5	47.3	95.0	N_0		
342.2	12.6	15.0	25.2	21.0	37.8	18.9	27.2	42.0	52.5	90.0	N_1		
263.3	10.4	7.60	8.40	8.40	10.5	18.9	15.5	26.3	47.3	110.0	N_2		
28.9	10.6	10.6	14.7	13.3	21.0	17.6	20.7	33.3	49.0	98.3	المعدل	M_0	
341.0	12.6	11.0	12.6	14.7	16.8	20.8	27.2	42.0	68.3	115.0	N_0		
355.4	53.0	28.9	21.0	18.9	12.6	17.0	19.4	36.8	57.8	90.0	N_1		
289.2	8.70	11.0	10.5	14.7	14.7	17.0	23.3	36.8	52.5	100.0	N_2		
32.9	24.8	17.0	14.7	16.1	14.7	18.3	23.3	38.5	59.5	101.7	المعدل	M_1	
404.0	45.0	22.5	39.9	46.2	14.7	20.8	31.1	36.3	52.5	95.0	N_0		
296.8	10.4	12.6	10.5	12.6	14.7	18.9	23.3	36.3	52.5	105.0	N_1		
252.7	7.60	9.20	10.5	12.6	12.6	17.0	19.4	31.5	47.3	85.0	N_2		K_0
31.8	21.0	14.8	20.3	23.8	14.0	18.9	24.6	34.7	50.8	95.0	المعدل	M_2	
31.2	18.8	14.1	16.6	17.7	16.6	18.3	22.9	35.5	53.1	98.3	معدل القطاع		
354.7	11.6	14.5	23.1	21.0	18.9	18.9	27.2	42.0	52.5	125.0	N_0		
380.7	11.6	11.0	10.5	16.8	14.7	18.9	27.2	42.0	63.0	165.0	N_1		
300.4	16.7	8.10	8.40	10.5	12.6	17.0	23.3	31.5	47.3	125.0	N_2		
34.5	13.3	11.2	14.0	16.1	15.4	18.3	25.9	38.5	54.3	138.3	المعدل	M_0	
364.8	8.70	11.6	12.6	12.6	16.8	20.8	31.1	47.3	68.3	135.0	N_0		
345.1	8.70	10.4	10.5	12.6	14.7	28.4	35.0	42.0	57.8	125.0	N_1		
419.3	8.10	10.4	10.5	12.6	21.0	30.2	35.0	52.5	84.0	155.0	N_2		
37.6	8.5	10.8	11.2	12.6	17.5	26.5	33.7	47.3	70.0	138.3	المعدل	M_1	
405.9	9.90	10.4	11.5	14.7	23.1	30.2	35.0	47.3	78.8	145.0	N_0		
474.5	8.70	11.0	12.6	12.6	21.0	30.2	31.1	57.8	94.5	195.0	N_1		
532.4	11.6	11.0	12.6	12.6	18.9	30.2	42.7	63.0	99.8	230.0	N_2		
47.1	10.1	10.8	12.2	13.3	21.0	30.2	36.3	56.0	91.0	190.0	المعدل	M_2	K_1
39.7	10.6	10.9	12.5	14.0	18.0	25.0	32.0	47.3	71.8	155.5	معدل القطاع		
542.1	11.6	12.1	12.6	16.8	18.9	28.4	38.9	63.0	99.8	240.0	N_0		
478.7	9.20	12.6	12.6	16.8	18.9	26.5	35.0	57.8	89.3	200.0	N_1		
688.0	28.3	19.6	23.1	37.8	39.9	41.6	38.9	68.3	115.5	275.0	N_2		
57.0	16.4	14.8	16.1	23.8	25.9	32.2	37.6	63.0	101.5	238.3	المعدل	M_0	
557.7	11.0	12.6	13.6	21.0	23.1	30.2	42.7	73.5	105.0	225.0	N_0		
496.6	11.6	11.6	27.3	27.3	35.7	26.5	35.0	57.8	78.8	185.0	N_1		
583.3	15.6	14.5	16.8	21.0	27.3	32.1	42.7	68.3	105.0	240.0	N_2		
54.6	12.7	12.9	19.2	23.1	28.7	29.6	40.1	66.5	96.3	216.7	المعدل	M_1	
754.8	31.2	42.2	52.5	23.1	23.1	32.1	50.5	78.8	131.3	290.0	N_0		
613.5	13.3	17.3	21.0	23.1	25.2	34.0	50.5	78.8	110.3	240.0	N_1		
449.3	17.3	9.20	13.6	14.7	18.9	24.6	38.9	57.8	89.3	165.0	N_2		
60.6	20.6	22.9	29.0	20.3	22.4	30.2	46.6	71.8	110.3	231.6	المعدل	M_2	K_2
57.4	16.6	16.9	21.4	22.4	25.7	30.7	41.4	67.1	102.7	228.9	معدل القطاع		
328.2	10.4	10.4	10.5	10.5	21.0	17.0	23.3	36.8	68.3	120	قبل الزراعة		

تراوحت كميات البوتاسيوم التجميعية المستخلصة من التربة في المراحل الثلاث بين (252.7-754.8) وبمتوسط مقداره 503.8 ملغم. كغم$^{-1}$ في مرحلة النمو الخضري وبين (240.2-747.1) وبمتوسط مقداره 493.7 ملغم. كغم$^{-1}$في مرحلة التزهير وبين (217.9-656.4) وبمتوسط مقداره437.2 ملغم. كغم$^{-1}$ في مرحلة الجني وهذا التباين

يعود إلى الاستنزاف البايولوجي للبوتاسيوم حسب مراحل نمو النبات. ويلاحظ أيضاً أن ما يزيد على 50% من البوتاسيوم المستخلص قد تم في الاستخلاصين الأوليين (24) ساعة الأولى. يمكن القول أن كميات البوتاسيوم الكبيرة المتحررة في المراحل الأولى من الاستخلاص فتعود إلى الجزء السهل التحرر (البوتاسيوم المتبادل) أما البوتاسيوم المستخلص في المراحل المتأخرة يعود إلى البوتاسيوم صعب التحرر(البوتاسيوم غير المتبادل) والمرتبط بقوى أكبر من قوى ربط الجزء الأول .كانت كميات البوتاسيوم المستخلصة من التربة في نهاية مدد الاستخلاصات العشرة المتعاقبة في مراحل النمو الثلاث بالشكل الآتي:– مرحلة النمو الخضري> مرحلة التزهير> مرحلة الجني.

جدول3: البوتاسيوم المستخلص خلال مراحل الاستخلاص المتعاقب(ملغم. كغم$^{-1}$)في مرحلة التزهير

المعاملات			مدة الاستخلاص(ساعة)									
K	M	N	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	المجموع
K_0	M_0	N_0		52.5	36.3	23.3	43.5	16.8	12.6	8.40	8.30	9.90	306.6
		N_1	80.0	42.0	26.3	27.2	24.6	21.0	14.7	13.6	15.0	12.6	277.0
		N_2	75.0	47.3	31.5	19.4	17.0	14.7	10.5	8.40	8.30	8.10	240.2
		المعدل	83.3	47.3	31.4	23.3	28.4	17.5	12.6	10.1	10.5	10.2	27.5
	M_1	N_0	100.0	57.8	42.0	31.1	24.6	21.0	14.7	13.6	14.5	10.4	329.7
		N_1	80.0	47.3	36.3	23.3	22.7	18.9	12.6	11.5	14.5	8.70	275.8
		N_2	95.0	52.5	36.3	31.1	49.1	29.4	27.3	21.9	14.5	8.90	366.0
		المعدل	91.7	52.5	38.2	28.5	32.1	23.1	18.2	15.7	14.5	9.30	32.4
	M_2	N_0	80.0	47.3	36.3	23.3	18.9	21.0	10.0	10.5	9.20	8.70	265.7
		N_1	100.0	57.8	36.3	27.2	34.0	27.3	16.8	27.3	30.0	42.7	399.4
		N_2	90.0	52.5	42.0	23.3	20.8	14.7	10.5	10.5	9.90	7.60	281.8
		المعدل	90.0	52.5	38.2	24.6	24.6	21.0	12.4	16.1	16.4	19.7	31.6
	معدل القطاع		88.3	50.8	35.9	25.5	28.4	20.5	14.4	14.0	13.8	13.1	30.5
K_1	M_0	N_0	135.5	63.0	42.0	27.2	20.8	14.7	18.9	31.5	35.8	23.1	412.0
		N_1	120.0	57.8	42.0	27.2	20.8	14.7	12.6	16.8	13.3	11.0	336.2
		N_2	105.0	52.5	36.3	23.3	20.8	14.7	12.6	10.5	11.6	9.90	297.2
		المعدل	120.2	57.8	40.1	25.9	20.8	14.7	14.7	19.6	20.2	14.7	34.8
	M_1	N_0	120.0	73.5	52.5	35.0	28.4	18.9	16.8	14.7	15.0	11.6	386.4
		N_1	110.0	68.3	52.5	35.0	24.6	21.0	23.1	14.7	20.2	12.7	382.1
		N_2	145.0	84.0	63.0	46.6	28.4	27.3	14.7	14.7	10.4	10.4	444.5
		المعدل	125.0	75.3	56.0	38.9	27.1	22.4	18.2	14.7	15.2	11.6	40.4
	M_2	N_0	270.0	136.5	78.8	42.7	35.9	33.6	21.0	14.7	20.8	14.5	668.5
		N_1	200.0	105.0	68.3	42.7	43.5	37.8	21.0	18.9	18.0	11.0	566.2
		N_2	170.0	99.8	68.3	42.7	28.4	21.0	12.6	12.6	17.3	11.6	484.3
		المعدل	213.3	113.8	71.8	42.7	35.9	30.8	18.2	15.4	18.7	12.4	57.3
	معدل القطاع		152.8	82.3	56.0	35.8	27.9	22.6	17.0	16.6	18.0	12.9	44.2
K_2	M_0	N_0	335.0	162.8	84.0	46.6	30.2	35.7	16.8	8.40	15.0	12.6	747.1
		N_1	140.0	63.0	47.3	27.2	18.9	14.7	10.5	6.30	10.4	7.60	345.9
		N_2	155.0	68.3	47.3	31.1	18.9	18.9	12.6	8.40	10.4	9.90	380.8
		المعدل	210.0	98.0	59.5	35.0	22.7	23.1	13.3	7.70	11.9	10.0	49.1
	M_1	N_0	195.0	110.3	68.3	38.9	28.4	27.3	14.7	10.5	12.6	11.6	517.6
		N_1	130.0	84.0	52.5	31.1	22.7	18.9	12.6	8.40	10.4	11.6	382.2
		N_2	160.0	94.5	52.5	38.9	24.6	21.0	16.8	10.5	13.3	11.6	443.7
		المعدل	161.7	96.3	57.8	36.3	25.2	22.4	14.7	9.80	12.1	10.6	44.8
	M_2	N_0	175.0	105.0	63.0	42.7	26.5	21.0	14.7	11.5	13.3	10.4	483.1
		N_1	150.0	94.5	57.8	35.0	24.6	21.0	18.9	14.7	13.3	17.3	447.1
		N_2	125.0	73.5	42.0	27.2	22.7	18.9	23.1	12.6	15.6	26.3	386.9
		المعدل	150.0	91.0	54.3	35.0	24.6	20.3	18.9	12.9	14.1	18.0	43.9
	معدل القطاع		173.9	95.1	57.2	35.4	24.2	21.9	15.6	10.1	12.7	13.2	45.9

جدول4: البوتاسيوم المستخلص خلال مراحل الاستخلاص المتعاقب(ملغم. كغم$^{-1}$)في مرحلة الجني

المعاملات			مدة الاستخلاص(ساعة)									
K	M	N	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	المجموع
		N_0	90.0	42.0	26.3	19.4	15.1	12.6	10.5	8.40	8.10	7.60	240.0
		N_1	105.0	47.3	31.5	19.4	13.2	12.6	10.5	35.7	8.10	6.40	289.7
		N_2	80.0	47.3	36.3	19.4	13.2	12.6	10.5	8.40	7.60	5.80	241.1
	M_0	المعدل	91.7	45.5	31.4	19.4	13.8	12.6	10.5	17.5	7.90	6.60	25.7
		N_0	105.0	73.5	36.3	27.2	20.8	18.9	12.6	12.6	11.0	8.10	326.0
		N_1	65.0	47.3	26.3	19.4	13.2	10.5	10.5	8.40	9.20	8.10	217.9
		N_2	80.0	52.5	36.3	23.3	18.9	14.7	12.6	11.5	16.2	7.60	273.6
	M_1	المعدل	83.3	57.8	33.0	23.3	17.6	14.7	11.9	10.8	12.1	7.90	27.3
		N_0	85.0	52.5	36.3	23.3	17.0	14.7	10.5	10.5	37.3	14.5	301.6
		N_1	75.0	47.3	31.5	23.3	15.1	14.7	10.5	8.40	8.10	6.90	240.8
		N_2	85.0	52.5	31.5	19.4	13.2	12.6	8.40	8.40	8.10	6.40	245.5
K_0	M_2	المعدل	81.7	50.8	33.1	22.0	15.1	14.0	9.80	9.10	17.8	9.30	26.3
	معدل القطاع		85.6	51.4	32.5	21.6	15.5	13.8	10.7	12.5	12.6	7.90	26.4
		N_0	130.0	78.8	42.0	31.1	18.9	18.9	13.6	11.5	10.4	8.10	363.3
		N_1	220.0	126.0	63.0	42.7	24.6	21.0	15.7	9.40	12.7	11.6	546.7
		N_2	115.0	63.0	36.3	27.2	17.0	16.8	10.5	10.5	9.90	8.10	314.3
	M_0	المعدل	155.0	89.3	47.1	33.7	20.2	18.9	13.3	31.4	11.0	9.30	40.8
		N_0	115.0	68.3	36.3	27.2	17.0	14.7	12.6	10.5	10.4	8.70	320.7
		N_1	135.0	94.5	52.5	35.0	20.8	18.9	16.8	10.5	9.90	10.4	404.3
		N_2	140.0	89.3	52.5	35.0	20.8	18.9	13.6	12.6	11.0	8.70	402.4
	M_1	المعدل	130.0	84.0	47.1	32.4	19.5	17.5	14.3	11.2	10.4	9.30	37.6
		N_0	185.0	110.3	57.8	38.9	28.4	25.2	18.9	15.7	14.5	14.5	509.2
		N_1	150.0	94.5	52.5	35.0	22.7	21.0	16.8	11.5	13.3	10.4	427.7
		N_2	180.0	110.3	68.3	38.9	28.4	25.2	18.9	16.8	14.5	10.4	511.7
K_1	M_2	المعدل	171.7	105.0	59.5	37.6	26.5	23.8	18.2	14.7	14.1	11.8	48.3
	معدل القطاع		152.2	92.8	51.2	34.6	22.1	20.1	15.3	19.1	11.8	10.1	42.2
		N_0	250.0	147.0	73.5	42.7	30.2	21.0	16.8	12.6	12.7	9.20	615.7
		N_1	165.0	89.3	47.3	27.2	18.9	16.8	14.7	10.5	12.7	10.4	412.8
		N_2	135.0	78.8	47.3	31.1	22.7	16.8	12.6	8.40	9.90	8.70	371.3
	M_0	المعدل	183.3	105.0	56.0	33.7	23.9	18.2	14.7	10.5	11.8	9.40	46.7
		N_0	270.0	141.8	78.8	46.6	34.0	27.3	18.9	14.7	13.3	11.0	656.4
		N_1	130.0	84.0	47.3	31.1	20.8	18.9	14.7	10.5	10.4	9.20	376.9
		N_2	200.0	120.8	63.0	38.9	30.2	21.0	16.8	12.6	11.6	11.0	525.9
	M_1	المعدل	200.0	115.5	63.0	38.9	28.3	22.4	16.8	12.6	11.8	10.4	52.0
		N_0	220.0	131.3	73.5	46.6	28.4	23.1	18.9	14.7	13.7	11.6	581.8
		N_1	180.0	105.0	57.8	38.9	24.6	21.0	16.8	16.8	12.6	10.4	483.9
		N_2	162.8	99.8	57.8	38.9	26.5	21.0	17.8	13.6	12.6	9.90	460.7
K_2	M_2	المعدل	187.6	112.0	63.0	41.5	26.5	21.7	17.8	15.0	13.0	10.6	50.9
	معدل القطاع		190.3	110.8	60.6	38.0	26.2	20.8	16.4	12.7	12.2	10.1	49.9

تم وصف نتائج تحرر البوتاسيوم من تربة الدراسة بوجود الأسمدة الثلاثة وتداخلاتها باستعمال خمس معادلات رياضية هي:- الرتبة صفر والرتبة الأولى ومعادلة الانتشار وهي معادلات تستند الى أسس الكيمياء الحركية البحتة وأن ثوابتها تستعمل في تفسير تحرر البوتاسيوم من التربة ، أما المعادلتان الأخريان هما معادلتا أيلوفج ودالة القوة وهما تجريبيتان. تم الاعتماد على أعلى قيمة لمعامل الارتباط الخطي(r) بين قيم البوتاسيوم المتحرر وزمن التحرر مع أقل خطأ قياسي(SE) حسب Spark (25) لتحديد أفضل معادلة رياضية. ولتحقيق هذا الهدف تم الاعتماد على معدل قيمتي الـ r وSE لمعاملات البحث الـ 27 في مراحل النمو الثلاث وجدول (5) يوضح ذلك. من خلال هذا الجدول يلاحظ أن

ترتيب المعادلات من حيث الأفضلية في وصف تحرر البوتاسيوم من التربة وفق قيمتي الr و SEكان بالشكل الآتي. دالة القوة> الرتبة الأولى>أيلوفج> الانتشار> الرتبة صفر وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه العبيدي (2) و Al-Tamimiو Awad (6) و Havlin و Westfall (9) والذين أشاروا إلى أفضلية معادلة

جدول5: معامل الارتباط والخطأ القياسي للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم

مراحل النمو	المعادلات الرياضية									
	الرتبة صفر		الرتبة الأولى		الانتشار		أيلوفج		دالة القوة	
	معامل الارتباط (r)	الخطأ القياسي (SE)	معامل الارتباط (r)	الخطأ القياسي (SE)	معامل الارتباط (r)	الخطأ القياسي (SE)	معامل الارتباط (r)	الخطأ القياسي (SE)	معامل الارتباط (r)	الخطأ القياسي (SE)
قبل الزراعة	0.943	22.96	0.990	0.063	0.981	13.38	0.999	2.58	0.983	0.058
الخضري	0.950	27.21	0.985	0.079	0.983	15.46	0.994	7.46	0.988	0.047
التزهير	0.947	27.98	0.984	0.074	0.982	16.37	0.994	7.75	0.985	0.055
الجني	0.933	30.69	0.980	0.082	0.974	19.25	0.995	6.80	0.978	0.068

معامل سرعة تحرر البوتاسيوم

لأفضلية معادلة دالة القوة في وصف تحرر البوتاسيوم من التربة تم الاعتماد على قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم المحسوبة بوساطة هذه المعادلة. كان معامل سرعة تحرر البوتاسيوم من تربة الدراسة قبل الزراعة**0.413** ملغم. كغم$^{-1}$. ساعة$^{-1}$ في حين تراوح مدى معامل سرعة التحرر للبوتاسيوم في مرحلة النمو الخضري لمختلف المعاملات بين**(0.600-0.34)** وبمتوسط مقداره **0.420** ملغم. كغم$^{-1}$. ساعة$^{-1}$. وبمدى تراوح بين**(0.604-0.326)** في مرحلة التزهير وبمتوسط مقداره **0.462** ملغم. كغم$^{-1}$. ساعة$^{-1}$. في حين تراوح المدى بين**(0.513-0.364)** في مرحلة الجني وبمتوسط مقداره **0.429** ملغم. كغم$^{-1}$.ساعة$^{-1}$. من هذه البيانات نلاحظ أن ترتيب معامل سرعة تحرر البوتاسيوم كان بالشكل الآتي:-

مرحلة التزهير> مرحلة الجني> مرحلة النمو الخضري

امتازت مرحلة التزهير بأعلى معامل سرعة تحرر للبوتاسيوم، اذ يعتقد أن لهذا الشيء علاقة بحاجة النبات القصوى للبوتاسيوم في هذه المرحلة من نمو النبات وتبين حدوث أعلى تركيز للبوتاسيوم في الأوراق في مرحلة التزهير ويقابل ذلك انخفاض في صور البوتاسيوم المختلفة في التربة إلى أدنى مستوياتها في هذه المرحلة وفق المعيار التقليدي (3) وما يؤكد صحة ذلك أن سرعة التحرر تعتمد على تركيز البوتاسيوم في محلول التربة وهذا ما ظهر جليا" في هذه المرحلة (3) .ولمعرفة تأثير الأسمدة الثلاثة في معامل سرعة تحرر البوتاسيوم في مراحل النمو المختلفة نلاحظ الجدول (6) أذ يظهر من خلال الجدول ومن بيانات التحليل الإحصائي الحقائق الآتية:-

جدول 6: معامل سرعة تحرر البوتاسيوم من التربة خلال مراحل النمو المختلفة(ملغم. كغم$^{-1}$. ساعة$^{-1}$) والمحسوب بموجب معادلة دالة القوة

المعاملات			مراحل النمو		
K	M	N	الخضري	التزهير	الجني
K_0	M_0	N_0	0.425	0.511	0.414
		N_1	0.577	0.538	0.427
		N_2	0.362	0.486	0.461
		المعدل	0.455	0.512	0.434
	M_1	N_0	0.440	0.508	0.466
		N_1	0.528	0.528	0.494
		N_2	0.447	0.604	0.513
		المعدل	0.472	0.547	0.491
	M_2	N_0	0.600	0.512	0.513
		N_1	0.436	0.571	0.490
		N_2	0.457	0.481	0.436
		المعدل	0.498	0.521	0.480
	معدل القطاع		0.475	0.526	0.468
K_1	M_0	N_0	0.447	0.455	0.424
		N_1	0.351	0.433	0.368
		N_2	0.366	0.439	0.418
		المعدل	0.388	0.442	0.403
	M_1	N_0	0.410	0.491	0.421
		N_1	0.438	0.525	0.447
		N_2	0.419	0.477	0.434
		المعدل	0.422	0.498	0.434
	M_2	N_0	0.435	0.374	0.415
		N_1	0.370	0.444	0.430
		N_2	0.352	0.433	0.431
		المعدل	0.386	0.417	0.425
	معدل القطاع		0.399	0.452	0.421
K_2	M_0	N_0	0.340	0.326	0.364
		N_1	0.366	0.380	0.372
		N_2	0.386	0.378	0.419
		المعدل	0.364	0.361	0.385
	M_1	N_0	0.381	0.403	0.365
		N_1	0.426	0.442	0.437
		N_2	0.373	0.421	0.394
		المعدل	0.393	0.422	0.399
	M_2	N_0	0.387	0.418	0.397
		N_1	0.396	0.446	0.406
		N_2	0.414	0.459	0.430
		المعدل	0.399	0.441	0.411
	معدل القطاع		0.385	0.408	0.398

المعاملات	LSD
N	N.S
M	0.024**
K	0.05**
N*M	N.S
N*K	N.S
M*K	N.S
N*M*K	N.S

1- كان تأثير السماد النتروجيني بالصورة الآتية $N_1>N_2>N_0$ الاّ أن الفروق لم تكن معنوية بين المستويات الثلاثة قد يعود السبب إلى سرعة تحولات النتروجين في التربة أذ حصل تاج الدين (4) على نتائج مشابهه.

2- كان تأثير السماد العضوي بالصورة الآتية$M_1>M_2>M_0$ وأن الفروق بين المستويين M_1,M_2 لم تكن معنوية فيما كانت الفروق بين هذين المستويين والمستوىM_0 معنوية. يستخلص من هذه البيانات أن للسماد العضوي دوراً كبيراً في تحرر البوتاسيوم من التربة (3، 23)

3- كان تأثير السماد البوتاسي بالصورة الآتية$K_0>K_1>K_2$ وكانت الفروق معنوية بين المستويات الثلاثة أذ تبين الأثر السلبي التثبيطي لمستويات السماد البوتاسي في معامل سرعة تحرر البوتاسيوم إذ يلاحظ أنه كلما زادت مستويات السماد البوتاسي قلت فاعلية تحرر البوتاسيوم من التربة وهذه النتيجة تتفق مع ما تم الحصول عليه عند تقويم التربة وفق المعايير التقليدية (4)، هذا الأمر يمكن تفسيره أنه كلما زاد محتوى التربة من البوتاسيوم الذائب قلت قابلية التربة على تحرير البوتاسيوم وكما لوحظ أن مستويات البوتاسيوم الذائب في التربة في المعاملة $M_0N_0K_2$ عند الجني وصلت إلى 0.231 سنتيمول. كغم$^{-1}$ أي90 ملغم. كغم$^{-1}$ تقريباً وهوما يعادل2.3مليمول. لتر$^{-1}$وهذه القيمة فوق القيمة الحرجة التي حددها Jackso و During (11) لانطلاق البوتاسيوم من الصورة غير المتبادلة والمحصورة بين (2-0.1) مليمول. لتر$^{-1}$كما وجد Rausell- Colom etal. (17) أن تحرر البوتاسيوم من المايكا الثلاثية الاوكتا هيدرا قد ثبط عند وصول تركيز الـ KCl في المحلول إلى أكثر من 1.0مليمول. لتر$^{-1}$.أن عدم استجابة محصول البطاطا للسماد البوتاسي إلى حد ما كما لوحظ ذلك عند مناقشة الحاصل يعود بشكل كبير إلى محتوى التربة العالي نوعا ما من صورتي البوتاسيوم الذائب والمتبادل كما تأكد ذلك من خلال مناقشة المعايير التقليدية (3) الاّ أن هذه القيم قد تكون كافية للمحاصيل غير الشرهة للبوتاسيوم أما مع البطاطا فأن الأمور تختلف أذ أن هذا المحصول يستنزف ما مقداره 150كغم K هـ$^{-1}$ (10) .من خلال تقويم البوتاسيوم وفق المعايير الحركية فأن معامل سرعة تحرره من التربة في معاملة المقارنة كان0.413 ملغم. كغم$^{-1}$.ساعة$^{-1}$ (9.129 ملغم كغم$^{-1}$ يوم$^{-1}$) ويعد هذا الرقم عاليا" وفق ما جاء به Boruah وجماعته (8) أذ كروا أن الترب التي تمتلك قيمة معامل سرعة تحرر أكبر من 0.7>ملغم. 100غم$^{-1}$. يوم$^{-1}$(7.0 ملغم كغم$^{-1}$ يوم$^{-1}$) تعد تربأ غنية بالبوتاسيوم وأن محصول الرز الذي كان مزروعاً في هذه الترب لم يستجب للسماد البوتاسي الذي وصلت معدلات أضافته للتربة إلى 80 ملغم. كغم$^{-1}$أي 320 كغم. هـ$^{-1}$ وأضافوا أن مثل هذه الترب لا تستجيب للتسميد البوتاسي الاّ بعد استنفاد جزء كبير من بوتاسيوم التربة الأصلي. كما أوضح Al-Kanani etal. (5) أن استجابة المحاصيل للأسمدة البوتاسية في ترب مقاطعة Quebec الكندية انخفضت بشكل كبير مع زيادة محتوى الترب من الطين والبوتاسيوم القابل للاستخلاص.لذا واعتماداً على هذه الحقائق فأن لقابلية التربة وسرعتها العالية في تحرير البوتاسيوم كانت السبب في عدم استجابة محصول البطاطا للتسميد البوتاسي.

المصادر

1- الزبيدي، احمد حيدر و محمد علي جمال العبيدي (2001) . الوصف الرياضي لحركيات البوتاسيوم في بعض الترب العراقية. المجلة العراقية لعلوم التربة، المجلد الأول، العدد الثاني،ص:282-290 .

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

3- عبد الرسول، قحطان جمال (2007). تقييم تأثير التسميد العضوي والمعدني (NوK) في حالة وتحرر وامتصاص البوتاسيوم وإنتاج درنات البطاطا . أطروحة دكتوراه– كلية الزراعة– جامعة بغداد. العراق.

4- تاج الدين، منذر ماجد(2007). تأثير اليوريا واليوريا المغلفة بالكبريت في تحرر البوتاسيوم وجاهزية الفسفور ونمو محصول الحنطة. أطروحة دكتوراه– كلية الزراعة– جامعة بغداد، العراق.

5- **Al-Kanani, T.; A. F. Mackenzie. and G. J. Ross (1984). Potassium status of some Quebec soils: K released by nitric acid and sodium tetra phenyl boron as related to particle size and mineralogy. Can.J.S.S.64.:99-106.**

6- **Al-Tamimi, H. J. and K. M. Awad (1993). Non exchangeable potassium release kinetics of unfertilized calcareous soils. Mesopotamia J. Agric., 25(2):37-46.**

7- **Black, C. A. (1965). Methods of Soil Analysis Part1. Physical& Mineralogical Properties. Madison, Wisconsin,USA.**

8- **Boruah, H. C.; T. C. Baruah and A. K. Nath (1993). Response of rice to potassium in relation to its kinetics of release .J. of Potassium research,9(2):113-121.**

9- **Havlin, J. L. and D. G. Westfall (1985). Potassium release kinetics & plant response in calcareous soils S.S.S.Am.J.49:366-370.**

10- **Havlin, J. L.; J. D. Beaton; S. L. Tisdale and W. L. Nelson (2005). Soil Fertility and Fertilizers: 7th Ed. An Introduction to Nutrient Management. Upper Saddle River, New Jersey.515P.**

11- **Jackson, B. L. J. and C. During (1979). Plantand Soil 51: 197-204.**

12- **Martin, H. W. and D. L. Sparks (1983). Kinetics of non-exchangeable potassium release from two coastal plain soils. S.S.S.Am.J., 47: 883-887.**

13- **Mengel, K. and K. Uhlenbecker (1993). Determination of available interlayer potassium and its uptake by ryegrass .S.S.S.Am.J.57:761-766.**

14- **Page, A. L.; R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds.) (1982). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. Chemical and Microbiologicalproperties.Am.Soc.ofAgr.,S.S.S.Am.Inc.,Madison, Wisconsin, USA.732p**

15- **Pratt, P. F. (1965). Potassium. In C.A.Black etal.(eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9:1023-1031. Am.Soc. of Agron. Madison,Wis.**

16- **Quemener, J. (1979). The measurement of soil potassium , Research topics No.,4 ,p:5-7.IPI,Bern,Switzerland .**

17- **Rausell-Colom, J. A.; T. R. Sweetman; L. B. Wells and K. Norrish (1965). Studies in the artificial weathering of micas .p:40-70.In E.G.Hallsworth and D.V.Crawford (Eds). Experimental pedology. Butterworths,London.**

18- **Richards, L. A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. USDA Hand book60. USDA,Washington DC.**

19- **Richards, J. E. and T. E. Bates (1988). Studies on the potassium supplying capacities of southern Ontario soils.11.Nitric acid extraction of non exchangeable K and its availability to crops.Can.J.S.S.,68:199-208.**

20- **Robert, M.; J. Guyot and M. Hervio (1990).Soil mineralogy and potassium dynamic . Potash Review .No.1,sub.,5.**

21- **Simard, R. R.; C. R. Dekimpe and J. Zizka (1989).The kinetics of non exchangeable potassium & magnesium release from Quebec soils. Can. J.S.Sci., 69:663-675.**

22- **Simard, R. R.; C. R. Dekimpe and J. Zizka (1992). Release of potassium and magnesium from soil fractions and its kinetics. S.S.S.Am.J.vol.,56:1421-1428.**

23- Sivasubramanian, S. and O. Talibudeen (1972). Potassium aluminum exchange in acid soil. 1-Kinetics. J. soil Sci., 23:163-176.
24- Song, S. K. and P. M. Huang (1988).Dynamics of Potassium release from potassium- bearing minerals as influenced by oxalic and citric acids. S.S.S.Am.J.52:383-390.
25- Sparks, D. L. (1989).Kinetics of Soil Chemical Processes .Academic press, Inc., San Diego, CA.
26- Sparks, D. L. (1992). Kinetics of Soil Chemical Processes .Academic press Inc. London.

KINETICS OF ADDED POTASSIUMIN WITH NITROGEN AND ORGANIC FERTILIZERS DURING POTATO PLANTS GROWTH SEASON

K. J. Abdulrasol **K. S. Jawad** **H. Y. Aldolayme**

ABSTRACT

Laboratory experiment was conducted according to kinetics criteria on samples of field experiment on silt loam soil(Alluvium) to investigate the efficiency of kinetics criteria in predication of plants response to potash fertilization by utilization potato plants as biological indicator . The study was conducted by soil extraction with 0.0005N citric acid successive extraction for ten times. The period of each extraction was twelve hour and the ratio of extraction was 1:10 according to batch successive equilibrium technique at three periods of plant growth. Five kinetic models were used to describe potassium release. These models include, zero order, first order ,diffusion, Elovich, and power function.

The results indicated that Power function was the best equation to describe potassium status and its rate coefficient . The rate coefficient of potassium release was 0.413 mg. kg^{-1} .h^{-1} in the soil before planting & was the asame after harvesting in the control treatment. This value was counting high & above the critical limits which defined by technicians. The high value of potassium release at flowering stage indicated that the soil had good ability to supply the plant with potassium during this stage which have high potassium uptake. Organic fertilizer increased rate coefficient of potassium release significantly while potassium fertilizer decreased it significantly. As nitrogen fertilizer had no effect.

Part of Ph.D. Theses of the first author.
College of Agric. -Baghdad Univ.- Baghdad, Iraq.