

Application of Parabolic Diffusion Equation ... to Determine the Rate and Capacity of Potassium Release in Soil

تطبيق معادلة الانتشار Parabolic diffusion ... لتقدير سرعة و سعة

تحرر البوتاسيوم في التربة

أ.م.د. بهاء الدين مكي الربيعي

قسم العلوم الأساسية / كلية التربية الأساسية / الجامعة المستنصرية

المستخلص :

يهدف البحث إلى دراسة إمكانية تطبيق معادلة الانتشار في حساب سعة تحرر البوتاسيوم وسرعة تحرره في التربة ، إذ أثبتت الدراسات نجاح هذه المعادلة في وصف عملية تحرر العديد من العناصر الغذائية المعدنية في الترب العراقية . ولأجل تحقيق هذه الأهداف ، تم اختيار خمسة عشر موقعاً تختلف في صفاتها الكيميائية والفيزيائية والمعدنية ، أجريت سلسلة من التجارب المختبرية تضمنت تقدير صيغ البوتاسيوم المختلفة ، كما تم استخلاص البوتاسيوم من الترب استخلاصاً متعاقباً باستخدام حامض النتريك المغلي ولعشرة استخلاصات متتالية ، إذ تم رسم العلاقة بين كمية البوتاسيوم المتحررة تجميعياً مقابل زمن الاستخلاص، ومقابل الجذر التربيعي لزمن الاستخلاص كذلك حسب معادلة الانتشار لتحديد مسار عملية تحرر البوتاسيوم ، وتم حساب سعة تحرر البوتاسيوم وسرعة تحرره من الأشكال الخاصة بمسار التفاعل إذ تمثل قيمة القاطع للخط المستقيم لمسار التفاعل مع المحور الصادي قيمة سعة تحرر البوتاسيوم الخزين ، وتمثل قيمة ميل الخط المستقيم أو قيمة أجزاء سرعة تحرر البوتاسيوم . وقد أشارت النتائج إلى إن اغلب ترب الدراسة تصنف ضمن الترب ذات السعة الواطنة وكذلك سرعة التحرر .

Abstract

The Objective of this study is to identify the application of mathematical models to describe the chemical behavior of potassium release in some Iraqi Soils and to justify the applicability of these equations to the kinetics of release in soil.

To achieve this purpose, the soil samples from (12) sites were collected and they differ in their chemical, physical and mineralogical properties. In order to describe the potassium status in these soils, the total potassium content and its' fraction, rate of k release and some kinetics parameters were determined.

The potassium release in the studied soils has been mathematically described, using some kinetics models and equations. The parabolic diffusion equation was used to describe the potassium release process in all soils involved in the experiment and it was found that it is the best kinetics equations in this study.

المقدمة :

إن جاهزية البوتاسيوم في التربة تعني مدى توافر البوتاسيوم بصيغة قابلة للامتصاص من قبل النبات ، وإن معرفة جاهزية خزين البوتاسيوم مهمة لقياس خصوبة التربة على المدى البعيد إذ تتأثر جاهزية البوتاسيوم وحركته بمحتوى الطين وبمكوناته المعدنية وعوامل المناخ ودرجة التفاعل والتداخل بين الأيونات الأخرى وطبيعة المادة الإلام وتأثير العوامل الوراثية فضلاً عن البوتاسيوم الكلي [1] . أشار الكثير من الباحثين إن أفضل وسيلة لوصف امتزاز أو تحرر البوتاسيوم في التربة هو استخدام مدخل الحركيات الكيميائية إذ استخدم الكثير من الموديلات والمعادلات لوصف التفاعلات الحركية لعدد غير قليل من الأيونات [2,3,4] . أشار احد الباحثين إلى إن المدخل النظري لدراسة تحرر البوتاسيوم في التربة يتم من خلال تطبيق قوانين السرعة (Differential rate law) [5] كما بين اخر إن جميع المعادلات الرياضية المستخدمة في حساب سرعة تحرر البوتاسيوم تستند إلى قوانين السرعة باعتماد عامل الزمن (Time dependent) إذ تستهدف قوانين السرعة التنبؤ بسرعة التفاعل ولا سيما لكشف كيفية وصول التفاعلات السريعة إلى حالة الاتزان (Equilibrium state) وشبه الاتزان (Quas equilibrium) والتنبؤ بميكانيكية التفاعل [6] . كما بين بعض الباحثين [7] ، ان الهدف من تطبيق قوانين السرعة هو حساب معامل سرعة التحرر (kd) وحساب نصف الزمن اللازم للتفاعل ($t^{0.5}$) وهما صفتان مهمتان للتفاعلات الحاصلة بالتربة . ثم بين آخرين [8] ، إن القوة الدافعة لعملية الانتشار تنشأ من الفرق بين تركيز البوتاسيوم أنيا وتركيزه في المحلول الخارجي ، وأن معادلة الانتشار استخدمت لتحديد فيما إذا كانت مظاهر عملية الانتشار تخضع لقانون السرعة (Rate limiting step) وقد اشتقت [5] بالأساس بالاعتماد على مبدأ الانتشار الأسطواني حيث يبقى تركيز الأيون على سطح الأسطوانة ثابتاً ، ففي البداية فإن تركيز الأيون خلال الأسطوانة متجانس ، كما نفترض بأن انتشار الأيون خلال الأوجه العلوية والسفلية للأسطوانة

مهمل وقليل جداً وحسب ما جاء في [8] ، وعلى افتراض أن r تعبر عن نصف القطر الدائري للانتشار (C_t) هي كمية المادة المنتشرة والتي تغادر الأسطوانة عند الزمن (t) وان (C_o) تعبر عن كمية المادة المنتشرة عند الزمن غير المحدد فأن المعادلة تصبح كالآتي :

$$\frac{C_t}{C_o} = \frac{4}{\pi^{\frac{1}{2}}} (kt \div r^2)^{\frac{1}{2}} - kt \div r^2 - \frac{1}{3\pi^2} (kt \div r^2)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (1)$$

ولما كانت معظم التجارب تمتاز بوقت قصير نسبياً عندها يمكن إهمال الحد الثالث للمعادلة لتصبح كالآتي :

$$\frac{C_t}{C_o} = \frac{4}{\pi^{\frac{1}{2}}} (kt \div r^2)^{\frac{1}{2}} - kt \div r^2 \dots\dots\dots (2)$$

إذ إن C_t : كمية البوتاسيوم المتحررة والمنتشرة عند الزمن t .

C_o : كمية البوتاسيوم المتحررة والمنتشرة عند الاتزان .

K : معامل سرعة الانتشار .

r : نصف القطر الدائري الذي يحصل خلاله انتشار البوتاسيوم .

وبالقسمة على (t) وعند رسم العلاقة بين $[(1/t) (C_t/C_o)]$ ومقلوب جذر الزمن نحصل على خط مستقيم يمكن من خلاله حساب كل من انحدار الخط المستقيم الذي يساوي والذي من خلاله يمكن معرفة نصف قطر الانتشار .

$$\left(\frac{4}{\pi^{\frac{1}{2}}} \right) \left(\frac{kt}{r} \right)^{\frac{1}{2}}$$

إن المعادلة رقم (2) تصلح لوصف انتشار البوتاسيوم في محاليل المعادن النقية إلا إن ظروف التربة مختلف كلياً عن أنظمة

المحاليل النقية وذلك بسبب الألتوائية (Tortuosity) في التربة وتباين إجمام وأقطار مسامات التربة التي يحدث فيها الانتشار لذا

فان المعادلة الأخيرة تبسط الى الصيغة الآتية [9] :

$$C_t - C_o = C_o - Kt^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3)$$

إذ إن K يعبر عن معامل الانتشار الكلي .

وقد استنتج من خلال تطبيق معادلة الانتشار إن انتشار البوتاسيوم بين طبقات المعادن يعد العامل المحدد للتفاعل [10] .

المواد وطرائق العمل :

تم أخذ خمسة عشر نموذجاً من مواقع مختلفة في العراق تختلف في خواصها الكيميائية والفيزيائية والمعدنية .. أخذت العينات من الأفاق العلوية (A-horizons) لغرض دراسة صيغ البوتاسيوم وسعة تحرر البوتاسيوم وسرعة تحرره بحسب معادلة الانتشار ، حيث طحنت النماذج بواسطة مطرقة خشبية ثم نخلت بمنخل قطر كل من فتحاته (2) ملم وحفظت في أوعية بلاستيكية لغرض التحليل .

تم تقدير ال pH وال EC والأيونات الموجبة والسالبة الذائبة في مستخلص (1 : 1) تربة : ماء [11] ، كما قدر البوتاسيوم المتبادل [12] ، إذ تمت إزاحته من معقد التبادل بواسطة كلوريد الأمونيوم . كما ان وقدر الكلس بطريقة NaOH – HCl والمادة العضوية بالهضم الرطب [13] . واستخلص البوتاسيوم غير المتبادل بحامض النتريك المغلي (1N) ثم تم حسابه من الفرق بين الكمية المستخلصة بالحامض والكمية المستخلصة بكلوريد الأمونيوم (1N) ، وقدر البوتاسيوم الكلي في محلول الهضم لعينات التربة المعاملة بخليط مكون من حامض الهيدروفلوريك 48% وحامض الكبريتيك 97% وحامض البيروكلوريك 62% ، وتم حساب البوتاسيوم المعدني [14] . تم إجراء التحليل المعدني [15] ، واستخدمت طريقة ال (pipit) لتقدير نسبة مفسولات التربة من الطين والغرين والرمل . ولمعرفة قابلية الترب على تحرر البوتاسيوم ، تم اعتماد طريقة استخلاص التربة باستخدام حامض النتريك المغلي (1N) استخلاصاً متعاقباً عشر مرات استخلاصية مدة كل منها 15 دقيقة وبنسبة (1 : 10) تربة : حامض ، [16] ، ثم رسم العلاقة بين البوتاسيوم المتحرر تجميعياً (Σk) مقابل زمن الاستخلاص ، ومقابل الجذر التربيعي لزمن الاستخلاص حسب معادلة الانتشار [17] ، لتحديد مسار عملية تحرر البوتاسيوم (Path way)

reaction) . و لحساب خزين البوتاسيوم القابل للتححر (Co) [18] ، وذلك بأخذ قيم مقلوب كمية البوتاسيوم المتحررة عند أية مدة بوصفها دالة خطية لمقلوب الزمن وحسب المعادلة الآتية :

$$\frac{1}{Ct} = \frac{1}{Co} + b \cdot \frac{1}{t}$$

إذ إن Ct : كمية البوتاسيوم المتحررة عند الزمن t .

Co : كمية البوتاسيوم التي يمكن أن تتحرر عند الزمن صفر او عند حالة الاتزان ويعبر عن خزين البوتاسيوم القابل للتححر وتحسب من مقلوب تقاطع الخط المستقيم للعلاقة أعلاه مع المحور الصادي .

b : انحدار الخط المستقيم .

تم تحديد مساهمة كل من طور البوتاسيوم المتبادل و طور البوتاسيوم غير المتبادل في عملية التححر [19] ، بأخذ قيمة القاطع (Intercept) لكل جزء مستقيم من العلاقة الخطية التي تصف العلاقة بين الكمية التجميعية للبوتاسيوم المتحرر والزمن ليعبر عن كمية الطور الذي يمكن أن يتحرر من البوتاسيوم عند الزمن صفر ، إما انحدار الخط المستقيم فيعبر عن سرعة تححر البوتاسيوم من ذلك الطور ، وتبين الجداول (1 ، 2) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية والمعدنية للترب المدروسة . إذ تم استخدام الرموز الآتية للتعبير عن مؤشرات التححر وبالشكل الآتي :

M 1 : كمية البوتاسيوم المتحرر من الطور المتبادل .

M 2 : كمية البوتاسيوم المتحرر من الطور غير المتبادل .

M 1 + M 2 : كمية البوتاسيوم المتحررة من الطورين المتبادل وغير المتبادل (تعبّر حسب Goulding عن كمية البوتاسيوم المتحررة من مايقا التربة)

R 1 : سرعة تححر البوتاسيوم من الطور المتبادل .

R 2 : سرعة تححر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل .

(R 2 + R 1) / 2 : معدل سرعة تححر البوتاسيوم من الطورين المتبادل وغير المتبادل والتي تعبر عن سرعة تححر البوتاسيوم من مايقا التربة .

جدول (1) : يبين بعض الصفات الكيميائية للترب تحت الدراسة .

O. M	Lime	CEC	Sol. ions Cmol. Kg ⁻¹							pH	EC	Location	No
			Cmol. Kg ⁻¹	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	Mg ⁺⁺				
24.9	85.5	46.2	Nil	0.31	0.21	0.15	0.04	0.34	0.32	7.1	0.73	سرسنك (دهوك)	1
22.4	201	43.3	=	0.29	0.23	0.14	0.05	0.37	0.35	7.5	0.67	ديانا (اربيل)	2
23.2	245	44.5	=	0.42	0.11	0.18	0.04	0.31	0.33	7.9	0.68	حرير (اربيل)	3
16.5	230	28.2	=	0.39	0.21	0.13	0.06	0.34	0.41	8.1	0.55	حمام العليل (نينوى)	4
16.0	220	27.3	=	0.32	0.35	0.48	0.13	0.19	0.40	8.1	0.57	تلعفر (نينوى)	5
23.0	230	38.2	=	0.32	0.18	0.62	0.06	0.21	0.32	7.9	0.55	دوكان (سلیمانیه)	6
11.5	240	19.5	=	0.28	0.17	0.94	0.17	0.25	0.62	8.1	0.36	ناحية العلم (صلاح الدين)	7
19.5	175	24.5	=	0.19	0.42	0.16	0.15	0.32	0.71	8.1	0.58	الصقلاوية (الأنبار)	8
17.5	330	34.1	=	0.49	0.27	0.22	0.34	0.18	0.26	8.1	1.01	العظيم (ديالى)	9
12.5	230	28.5	=	0.30	0.40	0.37	0.12	0.34	1.12	8.2	2.80	الفضيلية (بغداد)	10
15.5	235	23.5	=	0.36	0.41	0.78	0.23	0.41	1.25	8.1	2.90	العزيزية (واسط)	11
17.7	220	35.5	=	0.23	0.57	0.92	0.52	0.41	0.64	7.7	2.19	السياحي (بابل)	12
14.0	180	32.2	=	0.25	3.91	2.44	2.77	2.50	2.30	7.8	3.11	الكوفة (النجف)	13
20.2	345	15.2	=	0.32	3.91	2.44	2.89	3.10	2.90	7.8	4.02	القرنة (البصرة)	14
8.2	150	8.50	=	0.15	0.75	2.31	0.73	0.48	1.71	7.9	3.46	ام قصر (البصرة)	15

جدول (2) بعض الصفات الفيزيائية والمعدنية للترب المدروسة .

Clay minerals %				Text	Soil Separates gm. Kg ⁻¹			Location	No
Chlorite	Kaolinite	Illite	Smectite		Sand	Silt	Clay		
13.7	19.2	11.5	45.3	C	145	275	580	ديانا	2
5.5	24.2	35.5	31.5	C	135	290	575	حرير	3
9.6	10.2	38.2	24.2	CL	320	360	320	حمام العليل	4
6.2	17.5	23.1	55.1	SiCL	155	460	385	تلعفر	5
5.9	12.1	18.2	60.1	C	70	350	580	دوكان	6
4.2	8.9	48.2	34.5	SL	820	120	60	ناحية العلم	7
6.3	10.8	42.3	30.5	L	170	490	340	الصقلاوية	8
5.8	8.9	25.2	52.1	SiC	40	440	520	العظيم	9
6.6	9.5	23.9	45.2	SiCL	180	500	320	الفضيلية	10
4.5	10.7	25.2	49.5	SiCL	90	580	330	العزيفية	11
7.7	11.2	23.7	50.2	CL	240	400	360	السيحي	12
4.5	15.1	20.8	52.5	SL	545	345	110	الكوفة	13
5.6	14.9	23.1	50.2	CL	85	465	450	القرنة	14
6.2	13.3	25.9	45.5	SL	730	170	100	ام قصر	15

النتائج والمناقشة :

صيغ البوتاسيوم المختلفة :

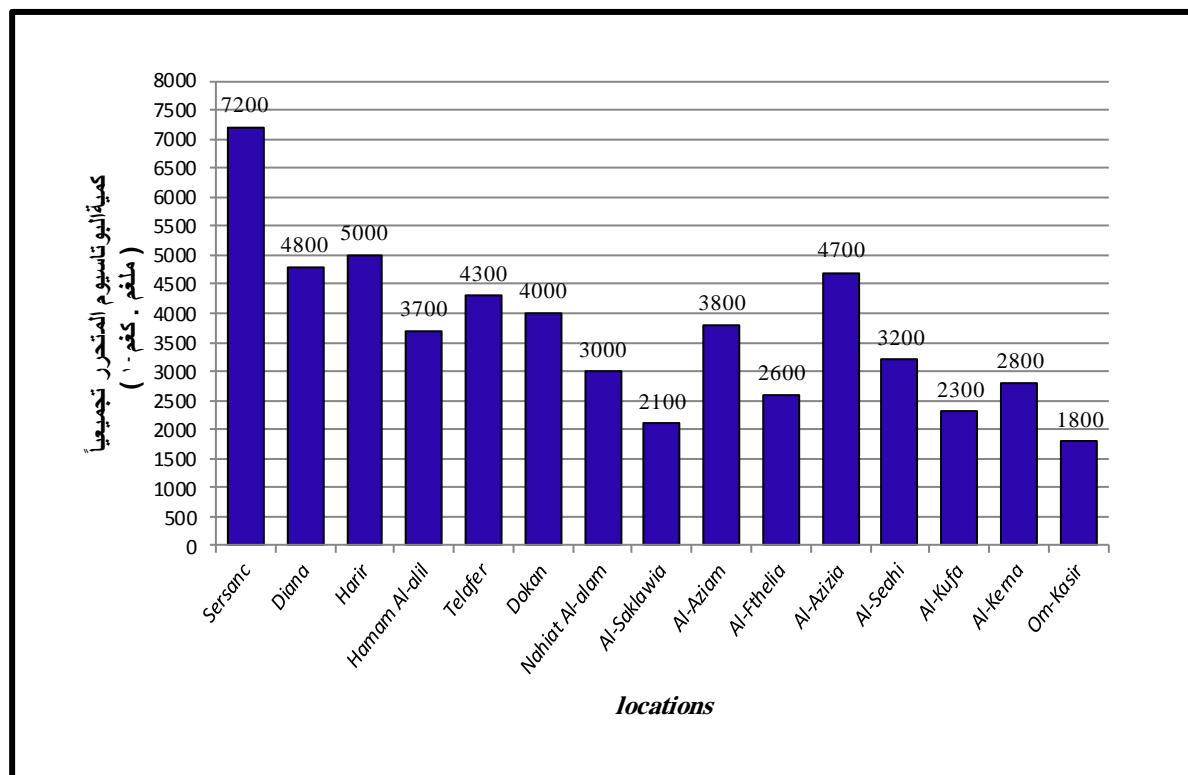
يبين الجدول (3) قيم البوتاسيوم الذائب في ترب الدراسة .. وان ارتفاع بعض هذه القيم قد يكون بسبب ارتفاع قيم التوصيل الكهربائي [20] ، إذ وجدت علاقة ارتباط معنوية بين ملوحة التربة وكمية البوتاسيوم الذائب ، وان هذه القيم تعد دون التركيز الحرج له في محلول التربة.. كما يظهر ان البوتاسيوم المتبادل و بالمقارنة مع الحد الحرج (0.626) سنتي مول . كغم⁻¹ [21] ، نجد ان الكثير من العينات تصنف ضمن الترب ذات التجهيز الجيد. ويعد البوتاسيوم غير المتبادل معياراً لخزين البوتاسيوم ومدى مساهمته كأحتياطياً ، وإذا اعتمدت قيمة الحد الحرج للبوتاسيوم غير المتبادل [1] ، البالغة (1) سنتي مول . كغم⁻¹ ، فإن الكثير من ترب الدراسة تتصف بخزين جيد نسبياً من الطور غير المتبادل.. وتتميز الترب باحتوائها على مستوى عالي من البوتاسيوم المعدني الأمر الذي يشير إلى إن المادة الأم لهذه الترب تعد المصدر الرئيسي لها وتختلف قيم البوتاسيوم المعدني باختلاف الترب لاختلاف محتواها من المعادن الأولية والثانوية ودرجة تجويتها [22] . وقد جاءت هذه النتائج موافقة لما حصل عليها [1,5] ، و الذي يظهر ان معظم هذه الترب تحتوي على احتياطي كبير من البوتاسيوم بالصيغة المعدنية وان المتبسر للنبات كان على مستوى واطئ في ظروف الزراعة وخاصة الزراعة الكثيفة .

جدول (3) صيغ البوتاسيوم في الترب المدروسة .

KSP %	K- forms					Location	No
	Cmol. kg ⁻¹						
	Tot. K	Min. K	Non - Exch. K	Exch. K	Sol. K		
2.49	34.9	32.8	0.92	1.15	0.012	سرسنك	1
2.70	39.7	37.4	1.15	1.17	0.018	ديانا	2
2.67	43.2	40.3	1.51	1.19	0.016	حريير	3
2.91	26.5	23.9	1.77	0.82	0.032	حمام العليل	4
3.37	30.1	28.4	0.79	0.92	0.031	تلعفر	5
2.23	29.5	27.9	0.72	0.85	0.030	دوكان	6
4.26	26.5	23.9	1.75	0.83	0.017	ناحية العلم	7
3.35	32.1	29.7	1.55	0.82	0.011	الصقلاوية	8
2.49	27.8	25.8	1.11	0.85	0.049	العظيم	9
1.82	26.2	24.8	0.77	0.52	0.091	الفضيلية	10
5.65	32.1	29.2	1.56	1.33	0.039	العامرة	11
2.76	29.5	27.6	0.88	0.98	0.041	السياحي	12
1.06	29.2	28.0	0.81	0.34	0.040	الكوفة	13
5.35	37.1	32.3	0.93	0.81	0.075	القرنة	14
2.82	25.1	24.6	0.23	0.24	0.035	ام قصر	15

الكمية التجميعية للبوتاسيوم :

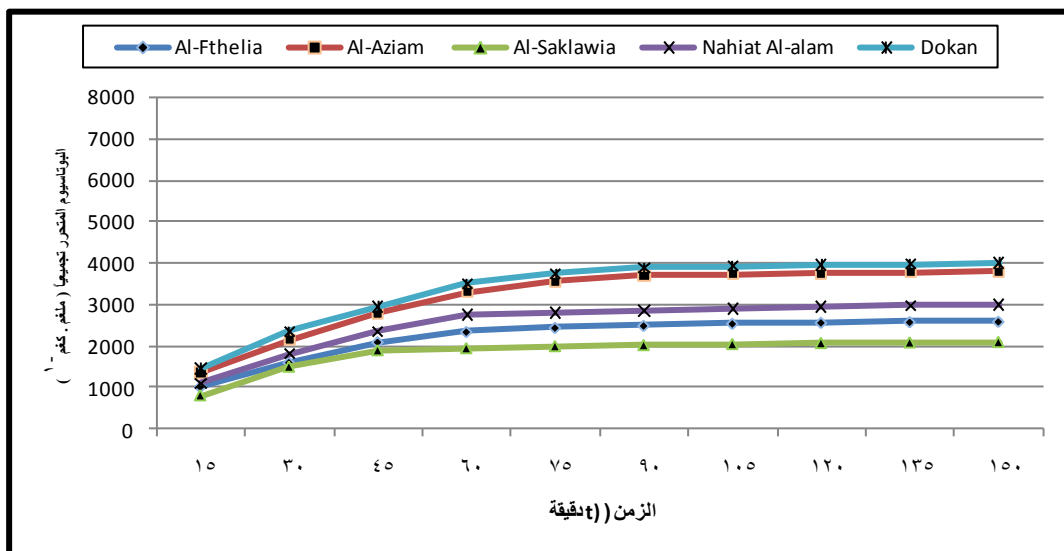
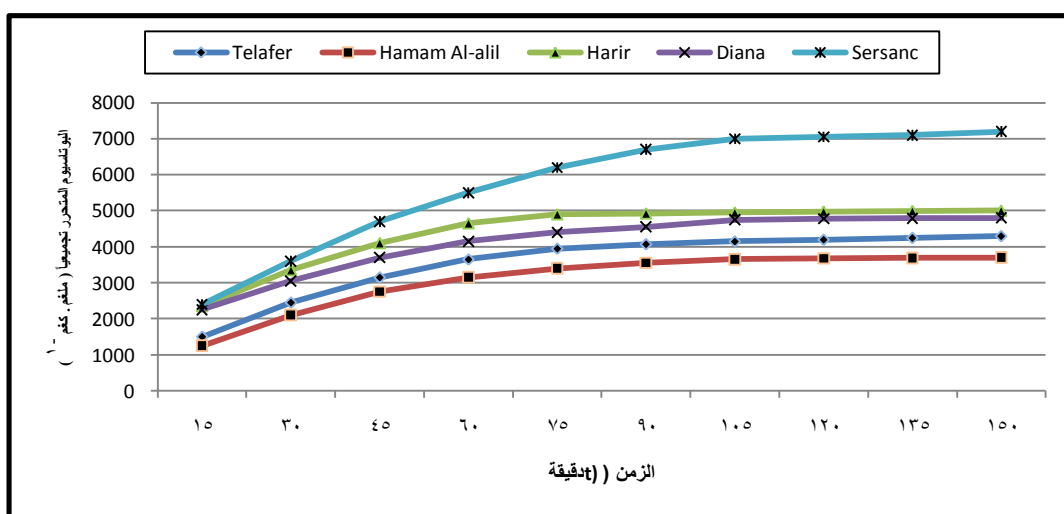
يبين الشكل (1) الكمية التجميعية للبوتاسيوم بعد عشر استخلاصات متتالية للترب، إذ يلاحظ إن الكمية المتحررة قد اختلفت باختلاف الترب وهذا يعكس اختلافها في صفاتها الكيميائية والفيزيائية والمعدنية وبصيغ البوتاسيوم (الجدول 3,2,1) وقد وجدت علاقة معنوية موجبة بين كمية البوتاسيوم المتحررة وكل من CEC ($r = 0.566^*$) والمادة العضوية ($r = 0.575^*$) والبوتاسيوم المتبادل ($r = 0.659^{**}$) والبوتاسيوم غير المتبادل ($r = 0.582^*$) في حين كان للرمل دور سلبي معنوي في خفض كمية البوتاسيوم المتحررة ($r = - 0.593^*$).

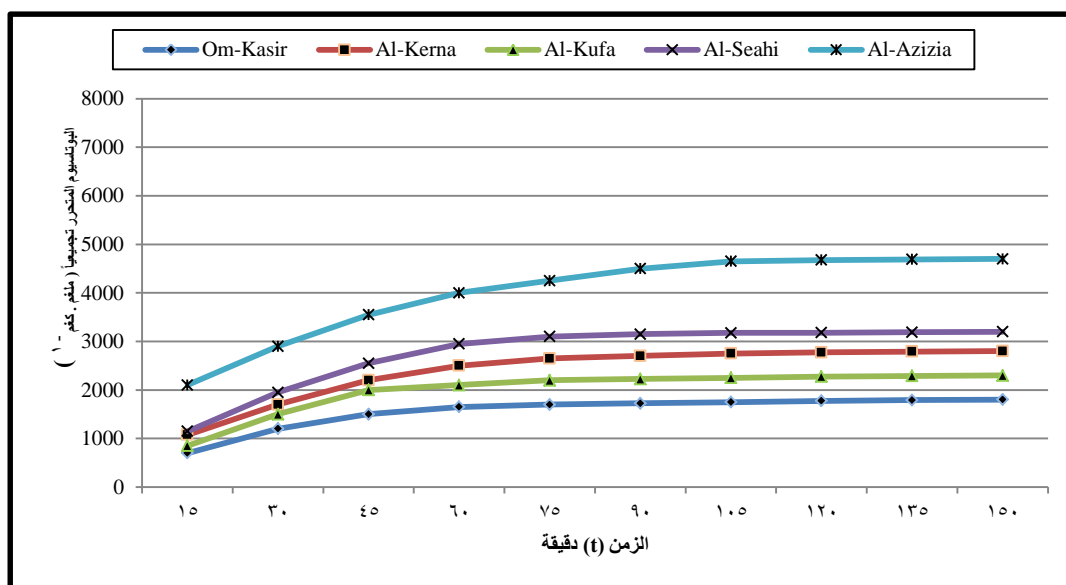


الشكل (1) : كمية البوتاسيوم المتحررة تجميعيا من عينات ترب الدراسة

منحنيات تحرر البوتاسيوم :

يبين الشكل (2) العلاقة بين الكمية التجميعية للبوتاسيوم المتحررة مع الزمن، فقد ظهرت العلاقات بشكل منحنيات يطلق عليها منحنيات تحرر البوتاسيوم [5] ، ويظهر من سلوكيتها زيادة كمية البوتاسيوم المتحررة مع زيادة زمن الاستخلاص لكن هذه الزيادة تأخذ بالتناقص بمرور الزمن ولا سيما في المراحل الأخيرة من التحرر ، وقد حصل عدد من الباحثين على مثل هذه العلاقة والاستنتاج في ترب أخرى [2,4.5] ، وعند متابعة مسار عملية التحرر وسلوكيتها من شكل المنحنيات أمكن بشكل عام تمييز مرحلتين كما في أم قصر والكوفة أو أكثر كما في سرسك وديانا أثناء عملية التحرر المرحلة الأولى تتصف بالانحدار الشديد لمنحنى التحرر خلال مدة قصيرة وهي تمثل تحرر البوتاسيوم السهل الاستخلاص نسبياً أو ما يعبر عنه بالبوتاسيوم المتبادل ، وان المرحلتين الثانية والثالثة تبدأ عندما تتناقص قيم انحدار المنحنيات لتأخذ العلاقة شكل الخط المستقيم وهما تمثلان تحرر البوتاسيوم الصعب لاستخلاص البيئي التحرر الذي يكون مرتبطاً بالمواقع الخاصة (Specifie sites) أي المثبت وقد يكون جزء من بوتاسيوم الشبكات المعدنية (Mineral lattice. k) ولا سيما عند مراحل الاستخلاص الأخيرة [10, 26] .

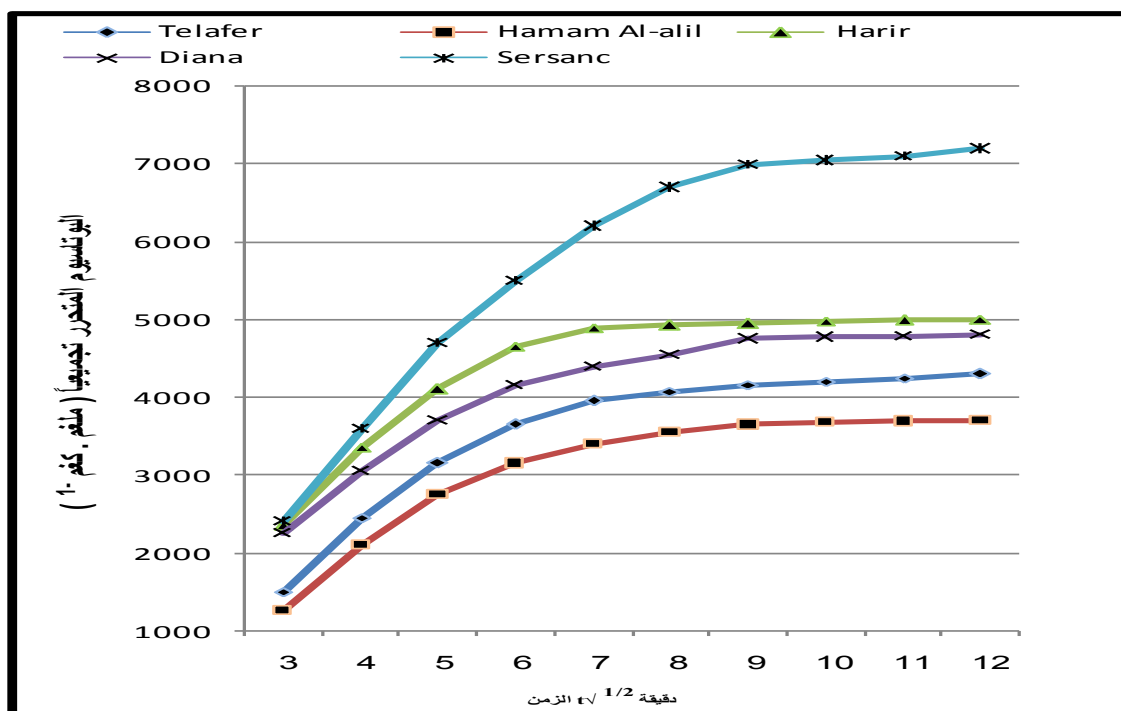




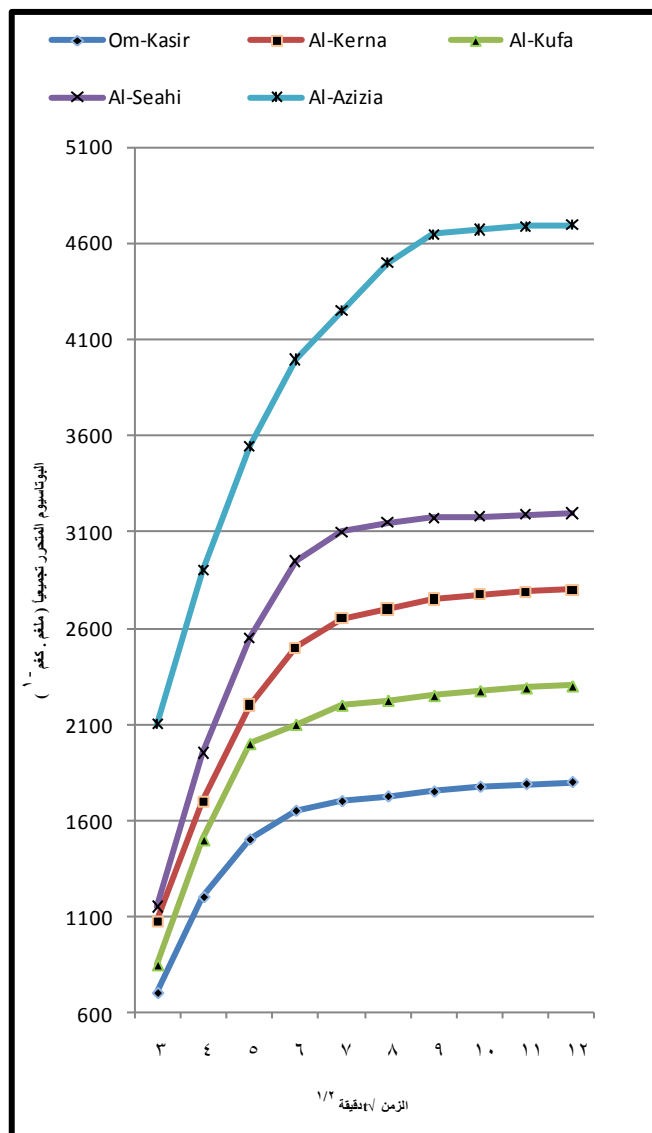
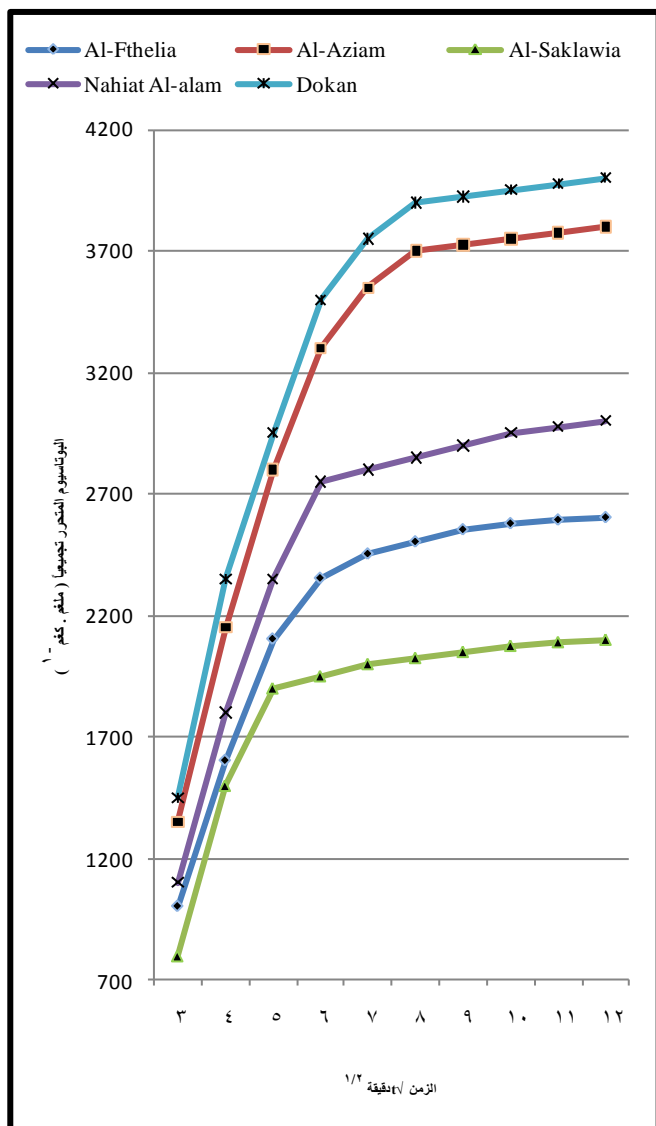
الشكل (2) : منحنيات تحرر البوتاسيوم كدالة لزمان التحرر حسب طريقة الاستخلاص المتعاقب

آلية تفاعلات تحرر البوتاسيوم :

يمكن كشف ميكانيكية تفاعلات تحرر البوتاسيوم من خلال متابعة مسار تفاعل التحرر للبوتاسيوم ، وقد اعتمد على معادلة الانتشار . و إن علاقة التركيز المتحرر من الأيون بالجذر التربيعي للزمن تصف حركيات الانتشار وعند تطبيق هذه المعادلة على كمية البوتاسيوم المتحرر بالاستخلاص المتعاقب [27] ، فقد بينت كما في الشكل (3) ان عملية التحرر تتكون من عدة مسارات ذات سرع مختلفة ويتمثل بعدد من الخطوط المستقيمة المختلفة في ميلها والذي يعبر عن صيغ البوتاسيوم المتحرر من الطورين المتبادل وغير المتبادل ، ولقد جاءت هذه النتائج موافقة لما حصل عليها [28] . ويظهر من الشكل (3) إن عملية تحرر البوتاسيوم توصف بمعادلتين المعادلة الأولى تصف التفاعل الأول الذي يمتاز بسرعة تحرر عالية (البوتاسيوم المتبادل) والمعادلة الثانية تصف التفاعل الثاني البوتاسيوم غير المتبادل البطيء التحرر وان لكل من هذين التفاعلين معامل سرعة مختلفة يوضح إن مدة التفاعل الأول تكون قصيرة بسبب سرعتها العالية يعقبها تفاعل بطيء يستمر لمدة أطول وان وجود أكثر من سرعة واحدة تعبر عن الاختلافات في التركيبة المعدنية للجزء الطيني [29] .



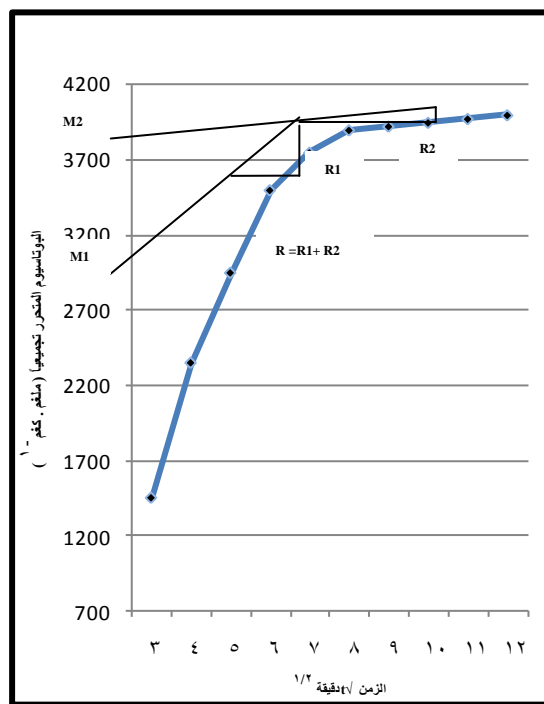
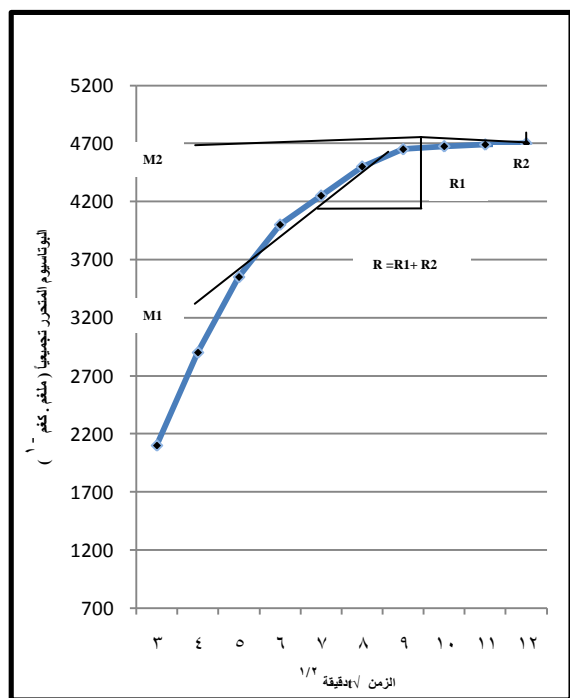
شكل (3a) : منحنيات العلاقة بين مؤشر كمية البوتاسيوم المتحررة والزمن لتحديد مسار التفاعل الكيميائي لعملية التحرر



شكل (3) : منحنيات العلاقة بين مؤشر كمية البوتاسيوم المتحررة والزمن لتحديد مسار التفاعل الكيميائي لعملية التحرر

سعة تحرر البوتاسيوم وسرعة تحرره :

لقد تم حساب سعة تحرر البوتاسيوم وسرعة تحرره ، إذ تم حساب سعة تحرر البوتاسيوم المتبادل (M1) وسعة تحرر البوتاسيوم غير المتبادل (M2) من الأشكال الخاصة بمسار التفاعل ونعرض في الشكل (4) مسارات التفاعل حسب لترب دوكان والعزيرية كأتمثلة توضيحية في كيفية حساب هذه المعايير إذ تمثل قيمة القاطع (Intercept) للخط المستقيم لمسار التفاعل الخاص مع المحور الصادي (Y – axis) قيمة سعة أو تحرر البوتاسيوم (الخزين) ويرمز لها (M) وتمثل قيمة ميل الخط المستقيم أو قيمة أجزاءه سرعة تحرر البوتاسيوم للطورين المتبادل وغير المتبادل ويرمز لهما (R2 , RI) .



شكل (4) : سرعة وسعة تحرر البوتاسيوم لترب دوكان والعزيرية
شكل (B4) : لتربة العزيرية

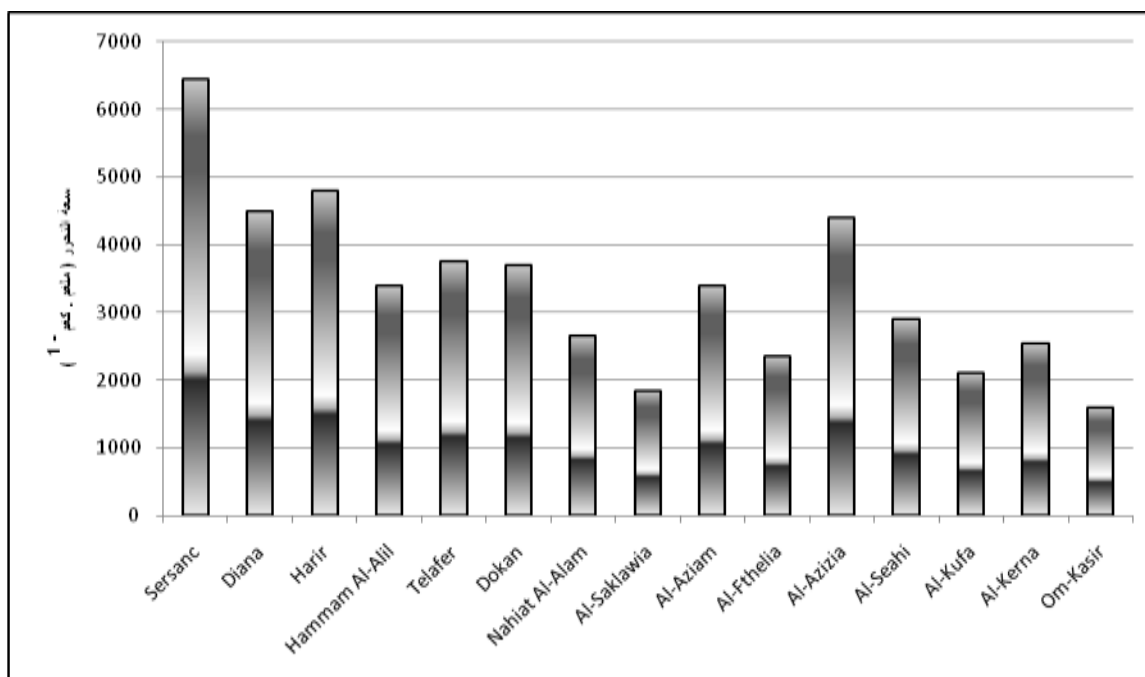
الجدول (4) يبين قيم سعة تحرر البوتاسيوم وسرعة تحرره من الترب وبناء على التصنيف الذي اقترحه Goulding and Loveland , ووزع فيه الترب حسب سعة تحرر البوتاسيوم فيها على الشكل الآتي :
عالية السعة أكثر من 4000 ملغم بوتاسيوم. كغم⁻¹ تربة .
متوسطة السعة 4000-2000 = = = =
واطنة السعة اقل من 2000 = = = =
نجد إن اغلب ترب الدراسة تصنف ضمن الترب ذات السعة الوطنية ونعرض في الشكل (5) توزيع ترب الدراسة استناداً إلى هذا التصنيف .

والشكل (6) يعطى تصنيف الترب حسب سرعة تحرر البوتاسيوم من التربة واستناداً إلى التصنيف المقترح من قبل Goulding and Loveland , وبحسب التوزيع الآتي :
سرعة تحرر عالية أكثر من 1000 ملغم بوتاسيوم كغم⁻¹ تربة دقيقة⁻¹ .
سرعة تحرر متوسطة 1000-500 = = = =
سرعة تحرر واطئة اقل من 500 = = = =

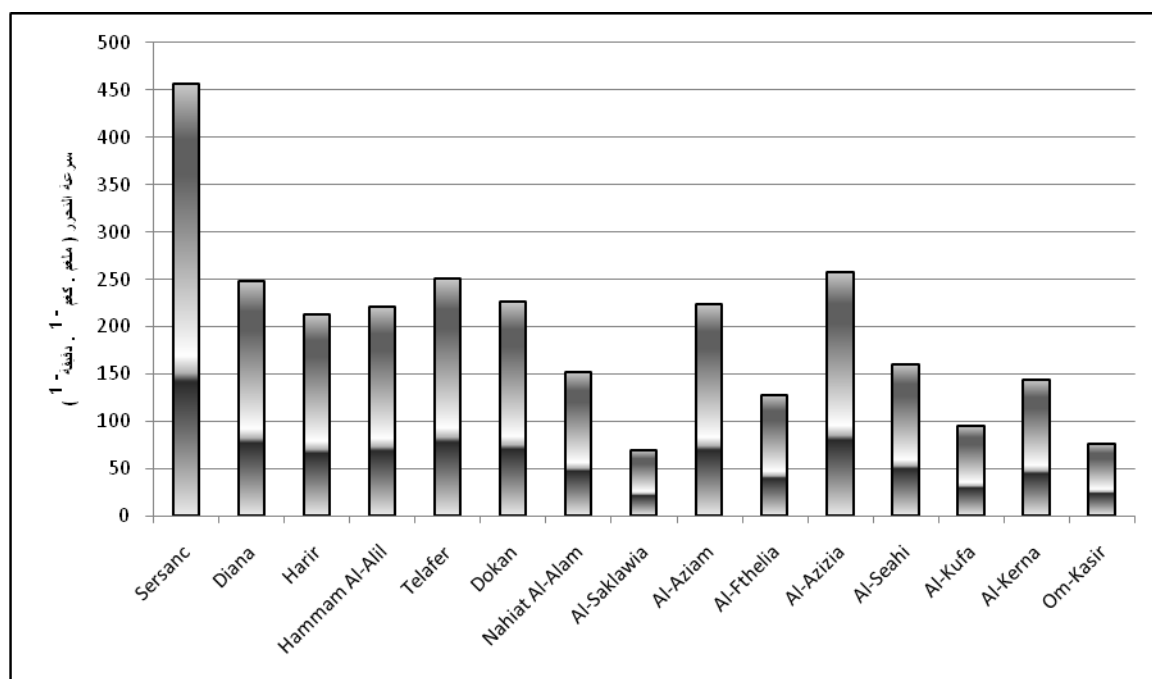
نجد إن سرعة تحرر البوتاسيوم في جميع ترب الدراسة تقع ضمن سرعة التحرر الوطنية ، إن سعة التحرر الوطنية للبوتاسيوم وانخفاض سرعة تحرره يعود إلى الظروف البيئية المحيطة بعملية التحرر ومن أهمها ارتفاع نسبة الكلس (الجدول 1) الذي يعمل أغلفة تحيط بالمعادن الطينية ويقلل المساحة السطحية المعرضة للتحرر فضلاً على انه يعمل على رفع درجة تفاعل التربة فيؤدي إلى خفض فعالية الهيدروجين الذي له أهمية كبيرة في عملية التحرر كما وضح كل من Goulding & Robert . وبذلك يتضح في حالة دراسة عنصر البوتاسيوم يجب الأخذ بنظر الاعتبار المؤشرات الحركية من اجل التنبؤ بشكل دقيق بقوة تجهيز البوتاسيوم في التربة .

جدول (4) سعة تحرر البوتاسيوم وسرعة تحرره في ترب الدراسة.

R	R2	R1	M	M2	MI	Location	No
ملغم. كغم ⁻¹ . دقيقة ⁻¹			ملغم . كغم ⁻¹				
457	161	801	6458	2206	4252	سرسنك	1
248	80	460	4511	1309	3202	ديانا	2
213	28	456	4808	1704	3104	حرير	3
221	50	457	3412	1302	2110	حمام العليل	4
251	80	520	3751	1230	2521	تلعفر	5
227	36	490	3713	1018	2695	دوكان	6
152	55	373	2652	999	1653	ناحية العلم	7
69	28	251	1852	137	1715	الصفلاوية	8
224	36	472	3407	1002	2405	العظيم	9
128	35	314	2351	734	1617	الفضيلة	10
258	65	460	4407	1355	3052	العزيزية	11
160	17	420	2911	1360	1551	السياحي	12
95	28	287	2103	498	1605	الكوفة	13
144	35	338	2552	947	1605	القرنة	14
76	28	212	1595	644	951	ام قصر	15



شكل (5) : سعة تحرر البوتاسيوم في ترب الدراسة



شكل (6) : سرعة تحرر البوتاسيوم في ترب الدراسة

المصادر :

- 1- Al-Zubaidi , A. H., and H. pagel. 1979 , Content of different potassium forms in some Iraqi soils. Iraqi J. Agric Sci., 14 : 214 – 240 .
- 2- Barrow , N. J.. 1983. A discussion of the methods for measuring the rate of reaction between soil and phosphate. Fert. Res. 40 : 51 – 59. D. L.
- 3- Bunnett,J.F.1986.Kinitics in solution pp:171-250. InC.F.Beransani (ed) Investigation of rate and mechanisms of reaction . John wiliy , New York
- 4- Crank, J. 1976, The mathematics of diffusion . Clarendon Press , New York .
- 5-Datta , A. C., and T. G. Sastry. 1988. Detrmination of threshold level for potassium release in three soils. J. Indian Soc. Soil. Sci. 36 : 676 – 681 .
- 6- Datta , A. C., and T. G. Sastry. 1989. K – Threshold levels in relation to k reserve , release and specificity. J. Indian Soc. Soil. Sci. Vol , 37 : 268 – 275 , 1989 .
- 7- Dhillon , S. K., and K. S. Dhillon. 1992. Kinetics of release of potassium by sodium tetrapheyl boron from some top soil samples of Red (Alfisols), Black (Vertisols) and Alluvial (Inceptisols and Entisols) soils of India. Fertilizer Research , 32 , 135 – 138 , 1992 .
- 8- Dhillon , S. K., P. S. Sidhu , and R. C. Bansal. 1989. Release of potassium from some benchmark soil of India. Journal of Soil Science, 1989 , 40 , 783 – 797 .
- 9- Goulding , K. W. T. 1984. The availability of Potassium in soils to crop as measured by its release to calcium saturated cation exchange resin. J. Agric. Sci Camb 103 : 262 – 275 .
- 10- Goulding , K. W. T. 1987. Potassium Fixation and release In Methodology in soil research. Proc. 20th. Collog. Int. Potash Inst , pp : 125 – 142 .
- 11- Goulding , K. W. T., and P. J. Loveland , 1986. The classification and mapping of Potassium research in soils of England and Wales. J. Soil Sci., 37. 555 – 565 .
- 12- Havlin , J. T., D. G. Westfall , and S. R. Oisen. 1985. Mathematical models for Potassium release Kinetics in Calcareous soils. Soil Sci. Soc Am. J., 49 : 371 – 376 .
- 13- Hundal , I. S., and N. S. Pasricha. 1993. Non – exchangeable Potassium release kinetics in illitic soil profiles. Soil Science , Vol. 156 , No. 1, 1993 .
- 14- Jackson , M. L. 1958. Soil Chemical analysis. Prentice – Hall Inc. Englwood , Cliffs , N. J.

- 15- Jackson , M. L. 1979. Soil Chemical analysis. Advanced course , 2nd Ed. 11th printing , published by the author , Madison , Wis. 53705 .
- 16- Martin, H. W., and D. L. Sparks. 1983. Kinetics of Non – exchange Potassium release from two coastal plain soils. Soil. Sci., Soc. Am. J., 47 : 883 – 887 .
- 17- Mengel , K., and E. A. and Uhlenbecter. 1993. Determination of available interlayer potassium and its uptake by ryegrass. Soil Sci. Soc. Am. J., 57 : 761 – 766 .
- 18- Mengel , K., and Wiechens. 1979, The effect of non exchangeable soil k on the yield of ryegrass. Buwtehof. Abstr . Buntehof Agric. Res. Sta., Germany.
- 19- Nelson , W. I. 1982 . Interaction of Potassium with moisture and temperature. Potash Review, Subject 16, 87th suite , No. 1/ 1982 .
- 20- Pagel, H., and C.O. Fundora Herrera. 1981. Characteristic Value of the potassium status of various soils in Cuba. Soil and Fertilizers. 1981. Vol. 44, No.12.
- 21- Qurich,J.P,and J.H. chute . 1968. Potassium release from mica-like clay minerals, Trans.Int.Cong.Soil.Sci.9th (Australia),3:671-681.
- 22-Ramadan , H.A., A.Y. Lashin, and A.T.Al. maeni. 1981.(C.F. Hussein, A.J. 1982. Studies on some parameters, Quantity / Intensity (Q/ I) , and selectivity coefficients of Potassium in some soils of Ninevah Governor ate. M. SC. Thes,s, Mosul Univ,) .
- 23- Richards , L. D. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Salinity lab. Staff. Agriculture Handbook No. 60 .
- 24-Robert , M.1986. Some general aspects of dynamics and new trends in soil mineralogy. Int. Cong. Soil Sci. 13 th (Hamburg) P. 1122 .
- 25- Sharpley , A. N. 1987. The Kinetics of soil potassium desorption. Soil Sci Soc. Am. J., 51 : 912 – 917 .
- 26- Sing , K. D., K. W. T. Goulding , and A. H. Sinclair. 1983 Assessment of potassium in soils , Comm. Soil Sci. Plant And. 14 (11) 1015 – 1033 (1983) .
- 27- Singh , B.P., P.V. Kurnarad , and M. Singh. 1984. Relation of Potassium content with soil separates of Iodula fine loam soil series of Itaryang . J. Indian Soc. Soil Sci, 32 : 493 – 495 .
- 28- Sivasubramaniam,S.,and O.Talibudeen .1972, Potassium-aluminum exchange in acid soils.1.kinetics.J.soil Sci.23:163-176
- 29- Skopp. J., and D.L. Sparks . 1986. Chemical Kinetics from athim disc flow system . Theory. Soil Sc: Am . J/, 50 : 617 – 623 .
- 30- Smmiei, A., and D.S. Chanal . 1986. Potassium Release in Alluvial Soils . Indian Soc. Soil Sci., Vol. 34, 757 – 761 , 1986 .
- 31- Sparks , D. L. 1987. Kinetics of soil chemical processes. Past. Progress and future need. Soil Sci. Am. Madison , WI .
- 32- Sparks , D. L. 1992. Kinetics of soil chemical processes. Academic press Inc., (England) .
- 33- Yang , J. E., and E. O. Skogley. 1992. Diffusion Kinetics of multinutrient accumulation by mixed – bed ion exchange resin. Soil Sci. Soc. Am. J., 56 : 408 – 414 .