

حركات تحرر الفسفور من الصخر الفوسفاتي المضاف مع بعض الاسمدة العضوية في تربة كلسية.

كاظم مكي ناصر

استاذ مساعد

Kmn_2006@yahoo.com

قسم علوم التربة والموارد المائية – كلية الزراعة – جامعة بغداد

المستخلص

نفذت تجربة مختبرية باستعمال تربة ذات نسجة مزيجة طينية (SiCl) أخذت من احد حقول كلية الزراعة في أبو غريب لدراسة تحرر الفسفور من الصخر الفوسفاتي (10.22% P) في التربة المعاملة بثلاثة أنواع من الاسمدة العضوية هي البتموس و مخلفات الأغنام و مخلفات الدواجن مع عينة مقارنة (تربة فقط). إذ خلطت 10 غم تربة جافة مع 100 ملغم من الصخر الفوسفاتي المطحون وأضيفت الاسمدة العضوية بنسبة 2.5% وزناً (w:w) وحضنت التربة عند درجة حرارة المختبر (298 كلفن) بعد إيصال الرطوبة فيها الى ثلثي السعة الحقلية لمدة 40 و 90 و 120 و 150 و 180 يوم. قدر الفسفور المستخلص بحامض الستريك بعد نهاية كل مدة حضن واستعملت ست من المعادلات الحركية لكشف قابليتها على وصف تحرر الفسفور. أظهرت معاملة إضافة مخلفات الدواجن اعلى القيم للفسفور الذائب ثم تلتها معاملة مخلفات الأغنام والبتموس والصخر الفوسفاتي والمقارنة إذ بلغت مستويات الفسفور المستخلص 4.2 و 3.8 و 3.3 و 3.1 و 2.5 ملغم P كغم⁻¹ تربة على التعاقب، كما بينت النتائج تفوق معادلة الرتبة الاولى في وصف تحرر الفسفور من الصخر الفوسفاتي من بين المعادلات الحركية المستعملة وبلغت قيم معامل سرعة التحرر 3.801 و 3.865 و 4.328 و 4.366 ملغم P كغم⁻¹ تربة ساعة⁻¹ للمعاملات: التربة والصخر الفوسفاتي فقط والبتموس ومخلفات الأغنام ومخلفات الدواجن على التعاقب.

الكلمات المفتاحية: تحرر الفسفور، الصخر الفوسفاتي، الاسمدة العضوية، المعادلات الحركية.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 47(5):1305-1311, 2016

Naser

KINETICS OF PHOSPHORUS RELEASE FROM ADDED ROCK PHOSPHATE WITH SOME ORGANIC FERTILIZERS ON CALCAREOUS SOIL.

K.M.Naser

Assist Prof.

Kmn_2006@yahoo.com

Dept. of Soil Sci. and Water Resources. Coll. Of Agric. – Univ. of Baghdad.

ABSTRACT

Laboratory experiment was conducted using silty clay loam soil collected from Agriculture fields in Abu Ghraib to study the release of phosphorus from rock phosphate (10.22 P%) on a soil treated with three types of organic fertilizers namely; peat moss , sheep manure , poultry manure and control treatment (soil only). Ten grams of air dried soil mixed with 100 mg of ground rock phosphate and organic fertilizers added at 2.5% level (w:w) were incubated at a laboratory temperature (298 K) after adding water up to two-thirds of the field capacity for 40, 90, 120, 150 and 180 days. Citric acide soluble available phosphorous was estimated after each incubation periods and kinetic equations used to test its release from treated samples. The additions of chicken manure was the highest in the amount of dissolved phosphorus values followed by sheep manure, peat moss, rock phosphate and control treatment, reaching levels of citric acide extractable phosphorus to 4.2 , 3.8, 3.3, 3.1 and 2.5 mg P kg⁻¹ soil, respectively. The results also showed superiority of first order equation in the description of phosphorus release from rock phosphate with release rate coefficient of 3.801 , 3.865 , 4.328 and 4.366 mg P kg⁻¹ soil h⁻¹ for the treatments: soil and rock phosphate only , peat moss, sheep waste and chicken manure, respectively.

Keywords: Phosphorous release, Phosphate rock, Organic fertilizers , Kinetics equations.

المقدمة

تأتي أهمية دراسة جاهزية الفسفور (العنصر الضروري المهم لنمو النبات والذي يحتاجه بكميات كبيرة) في الترب العراقية لكونها تحتوي على كميات كبيرة من معادن الكربونات، إذ يتعرض الفسفور المضاف للترب الكلسية الى سلسلة من التفاعلات مع معادن الكربونات وايونات الكالسيوم الذائبة في محلول التربة او المتبادل منها على اسطح معادن الطين مكونا مركبات فوسفاتية مختلفة من حيث درجة ذوبانها وتبلورها (13). تعمل المواد العضوية المضافة للتربة على تقليل تعرض الفسفور للعوامل التي تساعد على ترسيبه وحجزه، اضافة الى انها تحتوي على الفسفور الذي يتحرر بتحللها في التربة من احياء التربة المجهريه فضلا عن تكوينها للحوامض العضوية وانطلاق غاز ثنائي اوكسيد الكربون الذي يذوب في الماء مكونا حامض الكربونيك، هذه الحوامض تخفض درجة تفاعل التربة وتزيد من ذائبية مركبات الفسفور قليلة الذوبان في التربة وبذلك تزيد من تحرر الفسفور الى محلول التربة (8)، كما ان الدبال الناتج من تحلل المواد العضوية يعمل على تغليف معادن كل من الطين والكربونات في التربة وبذلك يقلل من امتزاز الفسفور عليهما (17). وتعد نسبة الكربون الى النتروجين (C/N) من العوامل المهمة المؤثرة في سرعة تحلل الاسمدة العضوية في التربة، اذ بين Yousif و Abdalla (24) ان سرعة التحلل تزداد بانخفاض نسبة C/N، اما Hama (6) فقد بين ان لمدد الحضانة تأثيرا معنويا في تحلل المادة العضوية وجاهزية المغذيات في التربة. يستعمل الصخر الفوسفاتي (10.0-12.19 P%) في بعض الدول مصدرا للفسفور بديلا عن الاسمدة الفوسفاتية الكيميائية الباهظة الثمن الا ان ذائبته قليلة جدا لذلك لا بد من استعمال مصدر للحموضة يزيد من ذائبته في الترب الكلسية مثل المواد العضوية (16). اوضح Sparks (22) ان استعمال مفهوم الحركيات ضروري جدا في معرفة سلوك التفاعل المستمر بين الايونات في محلول الترب والجزء الصلب خلال الزمن، وان استعمال المفاهيم الترموديناميكية والحركية تكون قادرة على اعطاء صورة واضحة وشاملة لعملية تحرر الفسفور في التربة، وعليه فان دراسة تحرر الفسفور من المركبات الفوسفاتية المضافة للتربة وحركيات هذا التحرر تعد ذات

اهمية في دراسة مقدرة التربة في تجهيز الفسفور (5). وجد Sikora وآخرون (19) ان معادلة الرتبة الاولى هي من بين المعادلات الحركية التي اثبتت نجاحها في وصف تحرر الفسفور في التربة. لذا كان الهدف من البحث دراسة تحرر الفسفور في الترب الكلسية المعاملة بالصخر الفوسفاتي بوجود مصادر مختلفة من المخلفات العضوية ومعرفة اي المخلفات اكثر تأثيرا في عملية التحرر.

المواد والطرائق

اخدت 10غم تربة جافة مطحونة ومنخولة بمنخل قطر فتحاته 2مم من العمق 2-10 سم من حقل المحاصيل /كلية الزراعة / ابي غريب والجدول 1 يبين بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة والتي تم تقديرها بالطرائق الواردة في (2). خلطت مع 100 ملغم من الصخر الفوسفاتي $(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$ المطحون والمنخول بمنخل قطر فتحاته 0.5 مم. اضيفت ثلاثة مصادر من المخلفات العضوية هي البتموس ومخلفات الاغنام ومخلفات الدواجن بمعدل 2.5% وزنا والجدول 2 يبين بعض الصفات الكيميائية لها وبذلك بلغ عدد المعاملات التجريبية خمس هي معاملة المقارنة (تربة فقط) رمز لها بالرمز a1 ومعاملة الصخر الفوسفاتي مع التربة عرفت بالرمز a2 ومعاملة التربة والصخر الفوسفاتي والبتموس عرفت بالرمز a3 ومعاملة التربة والصخر الفوسفاتي ومخلفات الاغنام عرفت بالرمز a4 اما المعاملة الاخيرة والتي عرفت بالرمز a5 فكانت اضافة مخلفات الدواجن للتربة والصخر الفوسفاتي. رتببت المعاملات التجريبية وفق تصميم تام التعشبية (CRD) بثلاثة مكررات، جرى تحليل البيانات احصائيا وفق نظام التصميم باستعمال اقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمالية 0.05 للمقارنة بين المتوسطات الحسابية للمعاملات التجريبية. وضعت التربة ومحتوياتها في قناني بلاستيكية سعة 100مل واضيف لها الماء المقطر لايصال الرطوبة الى ثلثي السعة الحقلية وثبت الوزن لكل قنينة، تم تهوية العينات مرتين في الاسبوع وتم تعويض الفقد بالماء بالطريقة الوزنية للابقاء على المستوى الرطوبي نفسه طيلة مدة الحضانة. حضنت النماذج للمدد الزمنية 40 و 90 و 120 و 150 و 180 يوم اي مايعادل 960 و 2160 و 2880 و 3600 و 4320 ساعة على درجة حرارة المختبر

Kd : معامل سرعة التحرر (ثابت سرعة التحرر) (ملغم / كغم⁻¹ ساعة⁻¹) . تم الحصول على تركيز الاتزان عند الزمن صفر

(Co) باستخدام المعادلة المقترحة من قبل Smmiei و Chalal (18) وذلك باخذ مقلوب التركيز التجميحي للفسفور المتحرر كدالة خطية لمقلوب الزمن

$$(1/Ct = 1/Co = 1/t(b))$$

اذ تعبر b عن الميل وتحسب Co من نقطة تقاطع الخط المستقيم مع المحور العمودي . تم اعتماد قيم معامل التحديد (r²) وقيم الخطأ القياسي المقدر

(SE_e) لتحديد افضل معادلة رياضية من المعادلات السابقة

تصف عملية تحرر الفسفور (12) وتم تحديد الخطأ القياسي حسب المعادلة الاتية (21):

$$SE_e = [\sum (c^* - ct)^2 / (n - 2)]^{0.5}$$

حيث ان: ct: تركيز الفسفور المقاس التجريبي عند الزمن t.*
c: تركيز الفسفور المحسوب من العلاقة الخطية للمعادلة الحركية عند الزمن t (المقدر).

n : عدد مرات القياس.

298 كلفن). قدر الفسفور الذائب بحامض الستريك (5 M Olsen و *10⁻⁴) بعد انتهاء كل مدة حضان بطريقتة Olsen و Sommers(15). تمت دراسة حركيات الفسفور الذائب لجميع مدد الحضان المختلفة ولجميع المعاملات المستعملة في الدراسة باستعمال المعادلات الحركية الاتية التي اشتملت ثلاثة معادلات تستند على اسس الكيمياء الحركية هي الرتبة صفر والرتبة الاولى والرتبة الثانية وثلاثة معادلات ذات اسس تجريبية هي الدالة الاسية والانتشار وابلوفج:

$$1- \text{الرتبة صفر} \quad (Co - Ct) = Co - Kdt$$

$$2- \text{الرتبة الاولى} \quad (Co - Ct) = \ln Co - Kdt \ln$$

$$3- \text{الرتبة الثانية} \quad 1/Ct = 1/Co + Kt$$

$$4- \text{الدالة الاسية} \quad \ln Ct = \ln Co + Kd \ln t$$

$$5- \text{الانتشار} \quad Ct/Co = Co - Kdt^{0.5}$$

$$6- \text{ابلوفج} \quad Ct = Co + Kd \ln t$$

Ct :كمية الفسفور المنطلق عند الزمن t (زمن الاستخلاص (ملغم /كغم⁻¹)

Co: تركيز الفسفور عند الزمن صفر (ملغم /كغم⁻¹).

جدول 1 . بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة

الوحدة	القيمة	الصفة
-----	7.61	درجة تفاعل التربة pH 1:1
ديسي سيميترم ⁻¹	3.26	الاصلية الكهربائية EC 1:1
سنتي مول شحنة/كغم ⁻¹	23.20	السعة التبادلية للايونات الموجبة (CEC)
غم/كغم ⁻¹	11.80	المادة العضوية
غم/كغم ⁻¹	272.00	معادن الكربونات
غم/كغم ⁻¹	0.29	الجبس
	12.25	الايونات الكالسيوم
	7.34	الموجبة المغنيسيوم
	23.61	الذائبة الصوديوم
	0.68	البوتاسيوم
	Nil	الايونات الكربونات
مليمول/لتر ⁻¹	0.82	السالبة البيكاربونات
	26.91	الذائبة الكلوريدات
	13.40	الكبريتات
	36.54	النتروجين الجاهز
ملغم /كغم ⁻¹ تربة	13.22	الفسفور الجاهز
	174.31	البوتاسيوم الجاهز
	123.00	الرمل
	491.00	الغرين
غم /كغم ⁻¹ تربة	386.00	الطين
		المنسجة
-----		النسجة
	مزيجة طينية غرينية (SiCL)	
ميكاغرام.م ⁻³	1.35	الكثافة الظاهرية

جدول 2. بعض الصفات الكيميائية للمخلفات العضوية

نوع المخلفات العضوية			الوحدة	الصفة
البتموس	الاغنام	الدواجن		
3.42	12.81	5.30	ديسي سيمينز.م ⁻¹	EC 1:1 الايصالية الكهربائية
6.82	6.21	6.41	-----	pH 1:5 درجة التفاعل
389.33	369.31	294.00	غم.كغم ⁻¹	O.C الكاربون العضوي
14.81	17.30	22.34	غم.كغم ⁻¹	النتروجين الكلي
3.51	5.91	11.87	غم.كغم ⁻¹	الفسفور الكلي
2.31	17.58	30.22	غم.كغم ⁻¹	البوتاسيوم الكلي
26.84	21.35	13.16	-----	C/N نسبة الكاربون الى النتروجين

جدول 3. الكمية التجميعية للفسفور المتحرر ملغم. كغم⁻¹ تربة للمدد الزمنية المختلفة وللمعاملات كافة

ت	المعاملة a	المدة الزمنية (يوم) b						
		180 b5	150 b4	120 b3	90 b2	40 b1		
1	a1	6.21	9.16	8.05	6.55	4.81	2.50	تربة فقط (مقارنة)
2	a2	8.10	12.47	10.57	8.45	5.93	3.06	تربة + صخر فوسفاتي
3	a3	8.55	13.22	11.13	8.88	6.25	3.30	تربة + صخر فوسفاتي + بتموس
4	a4	10.31	16.14	13.67	10.64	7.31	3.79	تربة + صخر فوسفاتي + مخلفات اغنام
5	a5	11.18	17.51	14.75	11.48	7.99	4.20	تربة + صخر فوسفاتي + مخلفات دواجن
		8.87	13.70	11.63	9.20	6.45	3.37	المتوسط

LSD_{0.05} = 2.26 (a)

LSD_{0.05} = 2.26 (b)

LSD_{0.05} = 5.07 (a * b)

النتائج التي ان اعلى كمية متحررة كانت عند اضافة مخلفات الدواجن مع الصخر الفوسفاتي في التربة (المعاملة a5) اذ بلغت الكمية 11.20 ملغم P.كغم⁻¹ تربة، وقد يعود ذلك الى احتواء هذه المخلفات على اعلى كمية من الفسفور الكلي وذات نسبة نتروجين الى الكاربون (C/N) منخفضة الامر الذي يشير الى كونها اسمدة متحللة في التربة وتأثيراتها المباشرة في زيادة ذائبية الصخر الفوسفاتي وتحرر الفسفور الى محلول التربة، اذ ان نسبة C/N الواطئة تشجع الاحياء المجهرية على القيام بعملها بشكل كفوء ونشط ومن ثم يزداد دورها في اذابة الفسفور (24)، علما ان جميع المخلفات العضوية المضافة كان لها تأثير معنوي في زيادة كمية الفسفور الذائب التجميعي كالاتي: $a_4 < a_3 < a_2$ و قد يعزى ذلك الى دور المخلفات العضوية المضافة في زيادة ذائبية الصخر الفوسفاتي نتيجة تحللها وانطلاق الحوامض العضوية منها فضلا عن خفضها لدرجة تفاعل التربة (6)، الامر الذي يؤدي الى اذابة بعض المركبات الحاوية على الفسفور مثل فوسفات الكالسيوم (TCP و OCP و DCP و DCPC) في ظروف التربة الكلسية العراقية التالي

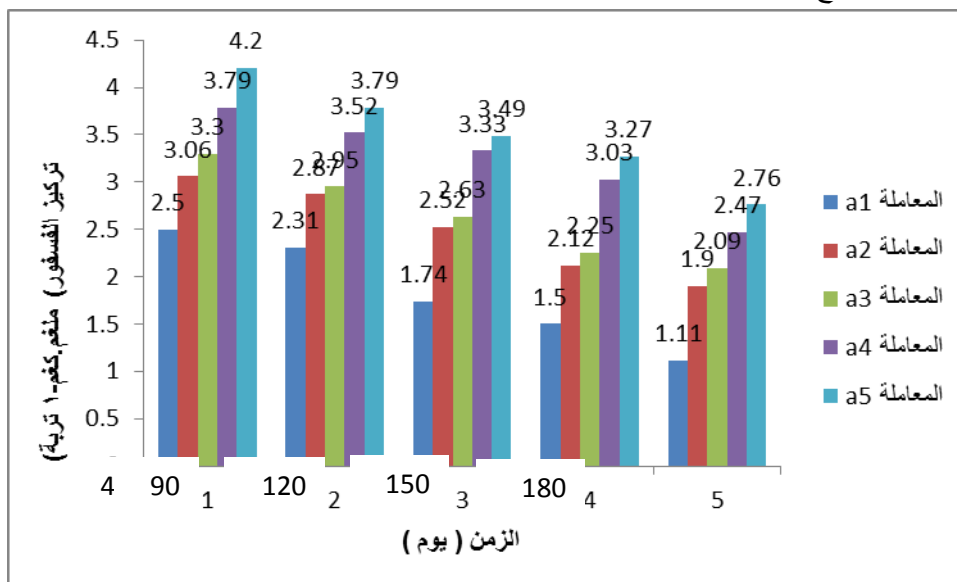
النتائج والمناقشة

تبين النتائج في الجدول 3 كمية الفسفور المتحرر تجميعيا بحامض الستريك ($5 \times 10^{-4} M$) في التربة نتيجة اضافة المخلفات العضوية والصخر الفوسفاتي خلال المدة - 180 40 يوم، والتي تبين اختلاف الكمية المتحررة تجميعيا في (التربة حسب نوعية المخلفات العضوية المضافة خلال مدد الحضانة المختلفة، كما يلاحظ زيادة كمية الفسفور المتحرر تجميعيا بزيادة مدة الحضانة ولكافة المعاملات وتتطابق هذه النتائج مع ما اشار اليه الباحثين Chein و Clayton (3) و Jabir (11) الذين بينوا زيادة طفيفة لم تصل الى المعنوية في كمية الفسفور المتحرر تجميعيا مع زمن التحضين للصخر الفوسفاتي المضافة مصدرا للفسفور في التربة، كما يلاحظ زيادة كمية الفسفور المتحرر تجميعيا نتيجة اضافة الصخر الفوسفاتي مع التربة (المعاملة a2) بلغ معدلها 8.10 ملغم P.كغم⁻¹ تربة مقارنة بمعاملة المقارنة التي بلغت 6.21 ملغم P.كغم⁻¹ تربة بسبب قلة ذائبية الصخر الفوسفاتي ويتفق هذا مع ما اشارت اليه دراسة Munaf (14) التي بينت قلة ذائبية الصخر الفوسفاتي في التربة غير المعاملة بالمواد العضوية وقلة ما يتحرر منه من فسفور ذائب. كما اشارت

الا ان جميع المخلفات العضوية تتفق في ان اكبر كمية دائبة كانت عند المدة 40 يوم من الحضان ثم تبدأ الكمية بالانخفاض التدريجي حتى نهاية مدة الحضان مقارنة بمعاملة المقارنة التي كانت الكمية الدائبة من الفسفور فيها قليلة جدا في المراحل الاخيرة من الحضان وهذا يعود الى الوصول الى حالة الاتزان.

زيادة تحرروجاهزية الفسفورويتفق هذا مع ماتوصل اليه Jabir (11).

تأثير مدد الحضان في كمية الفسفور الدائبة: يشير الشكل 1 الى تأثير مدد الحضان في قيم الفسفور الدائب للمعاملات المختلفة في محلول التربة، اذ يتبين الاختلاف الواضح في كمية الفسفور الدائب حسب نوع المخلفات العضوية المضافة



شكل 1. الفسفور الدائب (ملغم .كغم⁻¹تربة) في محلول التربة عند كل مدة حضان مختلفة للمعاملات المضافة.

وتعرض الفسفور الى الامتزاز والترسيب على غرويات التربة ومعادن الكلورونات. وقد كانت اكبر كمية دائبة من الفسفور في المعاملة a5 عند مدة الحضان 40 يوم تلتها المعاملات a4 ثم a3 ثم a2 اذ بلغت القيم 4.20 و 3.79 و 3.30 و 3.06 ملغم P.كغم⁻¹ تربة ، وهذا قد يعود الى انخفاض نسبة C/N فيها وزيادة محتواها من الفسفور ويتطابق هذا مع ما اشار اليه Irshed وآخرون (10) الذين بينوا ان معاملة اضافة مخلفات الدواجن اعطت اكبر كمية متحررة من الفسفور من الصخر الفوسفاتي في التربة مقارنة باضافة مخلفات الابقار والماعز. ان استمرار تحرر الفسفور طيلة مدد الحضان بالنسبة لمعاملات اضافة المخلفات العضوية قد يعود الى تأثير هذه المخلفات بصورة عامة في خفض درجة تفاعل التربة نتيجة اطلاقها للحوامض العضوية اوتكوينها لحامض الكاربونيك الناتج من اذابة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون المتحرر من تحلل هذه المخلفات في الماء وبذلك تزداد جاهزية الفسفور في التربة (7) ويتطابق هذا مع ما بينه

الذي بين ان كمية الفسفور الجاهز تتناسب طرديا مع كمية المادة العضوية في التربة. وصف تحرر الفسفور لاجل تحديد افضل المعادلات وصفا لعملية تحرر الفسفور من الصخر الفوسفاتي في التربة وللمعاملات كافة تم اجراء التحليل الاحصائي الذي اعتمد قيم معامل التحديد (r^2) وقيم الخطأ القياسي المقدر (SE_e) لكل معادلة من المعادلات المستعملة . يبين الجدول 4 متوسط قيم كل من معامل التحديد (r^2) و الخطأ القياسي المقدر (SE_e) للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف حركيات تحرر الفسفور. تمت المقارنة بين المعادلات المستعملة بالاعتماد على قيم معامل التحديد (r^2) و الخطأ القياسي المقدر (SE_e) (اعلى قيمة لمعامل التحديد واوطأ قيمة للخطأ القياسي) وقد تدرجت المعادلات الحركية في وصفها لهذه العلاقة على النحو الاتي: الرتبة الاولى < الدالة الاسية < الانتشار < ايلوفج < الرتبة الثانية < الرتبة صفر .

جدول 4 . قيم معامل التحديد (r^2) و الخطأ القياسي المقدر (SE_e) لمختلف معادلات حركيات تحرر الفسفور من الصخر

الفوسفاتي للمعاملات المختلفة

ت	المعاملة	الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الرتبة الثانية		الانتشار		الدالة الاسية		ايولوج	
		SE_e	r^2	SE_e	r^2	SE_e	r^2	SE_e	r^2	SE_e	r^2	SE_e	r^2
1	a 1	15.796	0.996	0.045	0.993	0.053	0.854	0.011	0.984	0.027	0.945	0.267	0.840
2	a 2	22.240	0.996	0.012	0.992	0.405	0.880	0.015	0.976	0.035	0.905	0.226	0.819
3	a 3	0.427	0.993	0.010	0.984	0.306	0.865	0.041	0.968	0.028	0.895	0.273	0.780
4	a 4	0.289	0.995	0.020	0.987	0.354	0.878	0.144	0.974	0.039	0.904	0.161	0.919
5	a5	0.668	0.999	0.008	0.998	0.054	0.871	0.015	0.964	0.024	0.928	0.208	0.887
	المعدل	7.884	0.995	0.019	0.990	0.234	0.869	0.045	0.973	0.030	0.915	0.227	0.849

المستخدم للنصف من قيمة الانتشار b التي تمثل معامل سرعة التحرر K (ملغم P.كغم⁻¹ تربة.ساعة⁻¹) وحسب العلاقة الآتية: $t^{1/2} = 0.693 / K$. وان وحدات $t^{1/2}$ هي ساعة⁻¹ (21)، ومن قيم $t^{1/2}$ وحسب المعادلة المتوقعة في وصف التحرر (الرتبة الاولى) والتي بلغت 353 و 383 و 417 و 495 ساعة للمعاملات a2 و a3 و a4 و a5 على التتابع يتضح ان المعاملة a5 هي الافضل، اذ يبقى تجهيز الفسفور من الصخر الفوسفاتي لاطول مدة (495 ساعة) وهذه من الايجابيات، اذ ان مدة تجهيز الفسفور الذائب في محلول التربة له اهمية من ناحية تغذية النبات. اما قيم معامل سرعة التفاعل (التحرر K_d) من معادلة الرتبة الاولى المتوقعة فكانت 3.470 و 3.801 و 3.865 و 4.328 و 4.366 ملغم P.كغم⁻¹ تربة.ساعة⁻¹ للمعاملات a1 و a2 و a3

ان تفوق معادلة الرتبة الاولى يتطابق مع ما حصل عليه Evans و Jurinak (4) و Sparks (21) و Sikora و آخرون (19) الذين بينوا ان معادلة الرتبة الاولى اثبتت نجاحها في وصف التفاعلات الكيميائية للفسفور (تحرر وامتزاز وترسيب) بشكل خاص في التربة، والتي تنص على ان كمية الفسفور المتحرر تتناسب مع كمية الفسفور المتبقي في التربة (21).

معامل سرعة التحرر (K_d)

ان الغرض من تطبيق المعادلات الحركية التفاعلات الكيميائية هو معرفة معامل سرعة التحرر للعنصر (K_d) وحساب نصف العمر اللازم للتفاعل ($t^{1/2}$) (جدولي 5 و 6)، لمعرفة مصير الاسمدة المختلفة المضافة للتربة وكمية السماد المتبقية مع الزمن (20)، وقد تم حساب نصف العمر الذي يمثل الزمن اللازم لانخفاض تركيز الفسفور الذائب

جدول 5. معامل سرعة تحرر الفسفور (K_d) (ملغم P.كغم⁻¹ تربة. ساعة⁻¹) من الصخر الفوسفاتي للمعاملات المختلفة

ت	المعاملة	الرتبة صفر	الرتبة الاولى	الرتبة الثانية	الانتشار	الدالة الاسية	ايولوج
1	a 1	32.004	3.470	0.402	0.123	4.024	5.960
2	a 2	44.507	3.801	0.336	0.133	4.348	6.037
3	a 3	42.735	3.865	0.299	0.146	4.361	6.367
4	a 4	83.503	4.328	0.262	0.098	4.787	6.724
5	a5	78.409	4.366	0.243	0.108	4.801	7.492

و a4 و a5 على التتابع (جدول 5)، و يلاحظ من القيم اعلاه ان اعلى قيمة لمعامل سرعة التحرر كانت في معاملة اضافة مخلفات الدواجن وتلتها المعاملات مخلفات الاغنام والبتمس

جدول 6. نصف العمر اللازم للتفاعل ($t^{1/2}$) (ساعة) من الصخر الفوسفاتي للمعاملات المختلفة

ت	المعاملة	الرتبة صفر	الرتبة الاولى	الرتبة الثانية	الانتشار	الدالة الاسية	ايولوج
1	a 1	7.27	314.00	207.50	23.41	4.20	0.77
2	a 2	7.65	353.00	219.00	25.90	4.80	0.90
3	a 3	9.59	383.00	233.012	28.06	5.83	0.93
4	a 4	10.10	417.00	277.00	32.68	6.37	0.95
5	a5	14.23	495.00	289.50	39.36	7.88	0.99

REFERENCES

1. AL-Hussainy, A.K.A. 2010. Genetics and development of Elluvial Horizons in Soils of North of Iraq .ph.D. Dissertation, Dept. Soil Sci. and Water Resources Coll. Of Agric., Univ. of Baghdad.
2. Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis ,Part 2 .Am.Soc. Agric.Inc.Pub., Madison , Wis.USA.
3. Chien ,S.H. and W. R. Clayton .1980. Application of Elovich equation to the kinetics phosphate release and sorption in soils. Soil . Sci.Soc.Amr. J. 44:265-268.
4. Evans, R.L., and J. J. Jurinak, 1976. Kinetics of phosphate release from a desert soil. Soil Sci. 121 : 205-211.
5. Griffin, R.A. and J. J. Jurinak, 1973. The interaction of phosphat with calcite .Soil Sci. Soc. Am. Proc. 37:847-850.
6. Hama, K.H.K. 2007. Dynamics of Organic Matter Decomposition and its Effect on some Micronutrient Availability in Some Sulaimani soils governorate. PhD. dissertation Department. Of Soil College of Agriculture. University of Sulaimani.
7. Hassan, N.A., H.Y. Al-Dulaimy and L.S. Al-Ethawy. 1990. Soil fertility and fertilizers. Ministry of Higher Education and Scientific Research (MHESR) Dar Al-Hikma for printing and publishing company. pp.332.
8. Hashim, S. Marwat , K.B. , Saeed , M., Haroon, M., Waqas ,M. and Shah, F. 2013. Developing a sustainable and Eco-Friendly weed management system using organic and inorganic mulching techniques. Pakistan Journal of Botany. 45: 483-486.
9. Hundel, L.S. and N.S. Pasricha. 1993. Non exchangeable potassium release , Kinetics in illitic soil profiles. Soil Sci. 156:34-41.
10. Irshed , M.A., E Hussain and Z., Ashraf .2013. Chemical characterization of fresh and composted livestock manures. J. Soil. Sci. Plant Nutri. 13(1):115-120.
11. Jabir, A.S. 2002. Us of chemical kinetics in decreasing of release and availability of phosphorus from phosphogypsum in calcareous soil. J. of Agric. Sci. 33(3): 9-16.
12. Martin, H.W. and D.L. Sparks. 1983. Kinetics of nonexchangeable Potassium release from two coastal plain soils. Soil Sci. Soc. Amr.J., 47: 883-887.
13. Mikkelsen. R.L., and A.B. , Leytem. 2005. The nature of phosphorus in calcareous soils. Better Crops. 89.2: 11-13.
14. Munaf, D.F. 2014. Effect of applying Compost and Different Soluble Phosphate Sources on Phosphorus Kinetics and Growth of Wheat. M.Sc. Thesis . Dept. Of Soil Sci. and Water Resources. Coll. Of Agric. Univ. of Baghdad. pp.123.
15. Olsen , S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus , P. 403-430. in Page , A.L.(ed). Methods of soil analysis. Part 2, Agron. Monoger , Madison. Vasconson.
16. Reddy ,M.S., S. Kumer and B. Khosia. 2002. Biosolubilization of poorly soluble rock phosphates by *Aspergillus tubingensis* and *Aspergillus niger*. Biores. Technol. 84:187-189.
17. Schnitzer , M. and S.U. Khan . 1972. Humic substance in the environment .Mareel Dekker ,Inc. N Y. P 363.
18. Semmie, A. and D.S. Chahal. 1986. Potassium release in alluvial soil. J. Indian Soc. Soil Sci., 34:757-761.
19. Sikora, F.J.; J.P. Copelands ; G.L. Mullins and J.M. Bartos. 1991. Phosphorus dissolution kinetics and bioavailability of water insoluble fractions from (MAP) fertilizers .Soil Sci. Soc. Am.J. 55(2):362-368.
20. Sparks, D.L. 1985. Kinetics of ionic reactions in Clay Minerals and Soils. In N.C. Brady (ed.) Advances in Agronomy , Academic Press, New York. P 231-266.
21. Sparks, D.L. 1986. Potassium Release from Sandy Soils. In. Nutrien Balance and the Need for Potassium, International Potash institute (IPI). Bern, p 93-107.
22. Sparks, D.L. 1989 . Kinetics of Soil Processes. Academic press, Inc., San Diego, C.A. pp.266.
23. Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Procedures- of Statistics. McGraw Hill book Company New Yoork. Pp:481.
24. Yousif ,A.M and M.A. Abdalla. 2009. Variation in nitrogen mineralization from different manures in semi-arid tropic of Sudan with reference to salt – affected soils. International Journal of Agriculture Biology, 11. pp:515-520.