تأثير زبل الأغنام في الحد من تثبيت الفُسفور في ترب متفاوتة في محتواها من كربونات الكلسيوم، وتحديد ثوابت لانغموير وفروندليش

د. أكرم محمد البلخي*

الملخص

نفذت هذه الدراسة بهدف تحديد تأثير زبل الأغنام في الحد من تثبيت الفُسفور في ترب متفاوتة المحتوى من كربونات الكلسيوم. اختيرت أربعة أنواع من الترب (غير كلسية I، خفيفة الكلس II، متوسطة الكلس III، وعالية الكلسIV)، عوملت الترب بزبل الأغنام بمعدلين 25 و50 طن/هـ. نفذت تجربتان الأولى تجربة تحضين للترب حيث أضيف زبل الأغنام والفُسفور في أصص واستمرت ثلاثة أشهر، والثانية تجربة ادمصاص للفوسفات. قدّر الفُسفور المتاح خلال زمن التحضين، وكذلك الفُسفات المدمصة وثوابت لانغموير (bm سعة الادمصاص العظمى) وفروندليش (a عدد مواقع الادمصاص). بينت النتائج ما يلي:

انخفاض تركيز الفُسفور المتاح(زيادة الفُسفات المثبتة) في التربة IV (عالية المحتوى من كربونات الكلسيوم) من 18.2مغ/كغ في الزمن صفر إلى 19.4مغ/كغ بعد شهر من التحضين إلى 9.2مغ/كغ في نهاية التحضين. لم يحدث تثبيت للفُسفور في التربة I (غير الكلسية). بلغ أعلى تركيز فُسفور متاح في معاملة التربة غير الكلسية I_{50} المضاف إليها زبل الأغنام بالمعدل(50طن/هـ) 56.4 مغ/كغ. أظهرت المعاملة IV أعلى سعة ادمصاص (تثبيت) عظمى bm بلغت 1250مغ/كغ وعدد مواقع ادمصاصa بلغت 19، بينما كانت أخفض سعة ادمصاص في المعاملة I_{50} 416 مغ/كغ وبلغت قيمة a فيها 3.5.

الكلمات المفتاحية: زبل الأغنام، تثبيت الفُسفور، تربة، كربونات كلسيوم، لانغموير، فروندليش.

* أستاذ مساعد قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

Effect of sheep manure on decreasing of phosphorus fixation in soils different in the content of calcium carbonate, and determination of Langmuir and Freundlich constants

Dr. Akram Mohammad al-Balkhi*

Abstract

This study was carried out in order to determine the effect of sheep manure on decreasing of phosphorus fixation insoils different in the content of calcium carbonate. Four types of soils were selected (non-calcareous I, a light lime II, medium lime III, and high lime IV). Soils were treated with sheep manure with two reates 25 and 50 ton/ha. Two experiments were carried out, the first one was an incubation of soils and sheep manure and phosphorus in pots (1 kg) and lasted three months, and the second one was phosphate adsorption. Available phosphorus was estimated during the incubation well asa dsorbed phosphate and Langmuir constants (great adsorption capacity (bm), and Freundlich constants (number of adsorption sites (a). The results showed the following:

Decreasing of available phosphorus values (increasing of fixed phosphate) in the soil IV (high content of calcium carbonate) from 18.2 mg/kg at time zero to 19.4 mg/kg after a one month of incubation to 9.2 mg/kg at the end of the incubation time. Phosphorus fixationin of the soil I(non-calcareous) did not happen. The highest available phosphorus concentration was in I_{50}treatment sheep manure (56.4) mg/kg. The IV treatment showed the highest great adsorption (fixation) capacity (bm)was to 1250 mg/kg and (a)was 19. While the lowest (bm) was in treatment I_{50} (416) mg/kg and the(a) was 3.5.time, as

Keywords: Sheep manure, phosphorus fixation, Soil, Calcium carbonate, Langmuir, Freundlich.

*Dept. Of Soil Sciences. Faculaty of Agriculture. Damascus University, Syria.

المقدمة

تتباين الترب في احتوائها على الكربونات الكلية، حيث توجد على عدة أشكال كربونات كلسيوم وكربونات مغنزيوم وكربونات صوديوم، لكن الصورة السائدة هي كربونات كلسيوم وتختلف نسبتها في التربة من منطقة لأخرى، ويعد العامل المطري والصخر الأم الأساس في وجودها في التربة. ويمكن أن تكون نسبة كربونات الكلسيوم في التربة منخفضة أي أقل من 5 % ويمكن أن تكون مرتفعة تزيد عن 25%، وتتميز الترب الكلسية بارتفاع الـ pHعن 7، حيث يمكن أن يصل إلى 8.3 في حالة النسب العالية من كربونات الكلسيوم وبالتالى يمكن أن تظهر أعراض نقص العديد من العناصر الغذائية على النباتات النامية فى هذه الترب وخاصة أعراض نقص الفُسفور. كما تتصف بتطاير الأمونيا فيها، وكذلك بتثبيت الفُسفات حيث تتحول فوسفات الكلسيوم الأحادية الذائبة المضافة إلى فوسفات كلسيوم ثنائية ضعيفة الذوبان وفي مرحلة لاحقة إلى فوسفات كلسيوم ثلاثية غير ذائبة نتيجة تفاعلها مع الكلسيوم (Peter وزملاؤه، 2000). ومن المعروف أن الأسمدة العضوية ومن ضمنها زبل الأغنام، عند إضافتها للترب الزراعية تؤدي إلى زيادة خصوبة تلك الترب سواءً كان ذلك نتيجة لما تحويه من عناصر خصوبية، أو بطريقة غير مباشرة عن طريق زيادة النشاط الحيوي الميكروبي وبالتالي يؤدى ذلك إلى تراكم الأحماض العضوية حول أماكن نشاط الميكروبات والمحيط الجذري وبالتالي إذابة العديد من العناصر المعدنية غير الذائبة، ويرفع نسبتها فى محلول التربة ويزيد من تيسرها للنبات، ويعمل على خفض الـ pH ولو فى المواقع القريبة من جذور النبات حتى يمكن الاستفادة من الأسمدة الفُسفاتية المضافة. أشار Porter وزملاؤه (1980) إلى أن إضافة الأسمدة العضوية من شأنه خفض pH التربة في أماكن إضافتها نتيجة انطلاق غاز CO_2 خلال عملية تحلل وأكسدة المادة العضوية وأيضا نتيجة للنشاط الميكروبي المصاحب لوجود المادة العضوية وتشكل حمض الكربون، إضافة للهيدروجين المتحرر من تأين المجموعات الوظيفية مما يزيد من ذوبان المركبات الفُسفاتية. وبين Tan(1998) أنه يمكن للحموض الهيومية الناتجة من تحلل المخلفات العضوية تحسين امتصاص الفُسفور من التربة والحد من تثبيته في الترب الكلسية وذلك عن طريق تمخلبها للكلسيوم ومنع شوارد الفُسفات من التفاعل مع الكلسيوم لتكوين فوسفات كلسيوم، وكذلك أشار أيضاً إلى مساهمة الحموض الأمينية في الحد من تثبيت الفُسفات وذلك نتيجة سلوكها المذبذب في ظروف pH متعادل أو خفيف القلوية، (ثنائية القطب: NH_3^+ وCOO^-)، حيث تتفاعل مجموعتها الكربوكسيلية (COO^-) مع الكلسيوم السائد وتحد من ارتباطه بالفُسفات. ويكمن الفعل الإيجابي للحموض الهيومية (الدبالية) أيضاً في تشكيل معقدات دبالية مع الفُسفات، وهذه المركبات يمكن أن يستفيد منها النبات بسهولة (الشاطر والقصيبي، 1997؛Spark، 1999؛Laboski و Lamb، 2003).أشار Ognar (1980) إلى مقدرة المواد العضوية على تحرير الفُسفات المرتبطة بالكلسيوم وذلك عن طريق تعقيدها للكلسيوم.

وحديثاً أشار Tan (1998) إلى إمكانية تفاعل الحموض الهيومية مباشرة مع الفُسفات دون وجود جسور كاتيونية إذ تتفاعل الفُسفات مع مجموعات هيدروكسيل فينول المواد الهيومية. وبين الحمداني (2008) في دراسة حول تأثير إضافة مخلفات الأغنام إلى تربة كلسية، زيادة الفُسفور المتاح في التربة، وانعكس ذلك إيجاباً على الفُسفور الممتص في نباتات الذرة الصفراء. وأشار Ahmad (2012) في تجربة تحضين سماد بلدي مع ترب كلسية إلى زيادة تيسر الفُسفور خلال فترة التحضين حيث انخفضت نسبة الفُسفات ثنائية الكلسيوم ضعيفة الذوبان. وتوصف عملية ادمصاص الفُسفات بواسطة معادلات خاصة تبين علاقة التوازن بين الفُسفور المدمص على السطوح والفُسفور الذائب في محلول التربة. حيث بين Helford وزملاؤه (1974) أن معادلة لانغمويز Langmuir والتي وضعت خصيصاً لوصف ادمصاص الغازات على السطوح الصلبة، تعد صالحة لدراسة ادمصاص الأيونات على معقد ادمصاص التربة، وأيضاً توصف بأنها أفضل المعادلات الرياضية لوصف ادمصاص الفُسفور في الترب الكلسية. وقدأشار Barrow (1978) إلى أن دراسة حركية الفُسفات من خلال دراسة الادمصاص وتحديد ثوابت المعادلات من شأنه أن يدعم الطرائق التقليدية في تحديد جاهزية الفسفور.

مسوغات البحث

نظراً لأهمية عنصر الفُسفور في تغذية النبات من جهة، وظروف تثبيته في الترب الكلسية من جهة أخرى، حيث تشير الدراسات أن كفاءة امتصاص النبات للفُسفور تشكل حوالي 20–30% من كمية السماد الفُسفاتي المضاف والتي تمتص من قبل النبات خلال المراحل الأولى من إضافتها إلى التربة، أما الكمية المتبقية فيمكن اعتبارها صوراً غير ميسرة في أغلب الأحوال (Fathi و Rami،1971). لذا فإن دراسة سلوك هذا العنصر في الترب الكلسية، والتي تعاني النباتات المزروعة فيها من نقصه، وذلك عبر دراسة سعة ادمصاص هذه الترب للفوسفات إضافة لتأثير زبل الأغنام في الحد من تثبيته وترسيبه فيها، مما سيساعد على تفهم وزيادة المعرفة حول رفع كفاءة التسميد الفُسفاتي وإلقاء الضوء على المؤشرات والمدلولات الاقتصادية لعملية التسميد من الوجهة الزراعية.

هدف البحث

يهدف البحث إلى دراسة تأثير زبل الأغنام في الحد من تثبيت الفُسفور في ترب متفاوتة الاحتواء من كربونات الكلسيوم، وتحديد ثوابت لانغمويز وفروندليش.

مواد البحث وطرائقه

موادا البحث:

1 . التربة: اختيرت أربع ترب ذات احتواء متفاوت من كربونات الكلسيوم. الأولى غير كلسية من منطقة ظهر الجبل بمحافظة السويداء ورمّزت بـ I، الثانية خفيفة الكلس من منطقة الثعلة في محافظة السويداء ورمّزت بـ II، بينما الثالثة متوسطة الكلس من منطقة بصرى الشام بمحافظة درعا ورمّزت بـ III والرابعة عالية الكلس جنوب مدينة درعا ورمّزت بـ IV. ويبين الجدول (1) الصفات الفيزياكيميائية لهذه الترب. وتبين من هذا الجدول أن القوام كان طينياً في الترب المدروسة كافة، كما يشير الجدول السابق إلى أن التربة I ذات حموضة خفيفة (pH=6.7) وغير مالحة وغير كلسية، بينما كان الـ pH في ترب المواقع الثلاثة الأخرى مائلاً إلى القلوية بحدود (8) تقريباً، وبلغت كربونات الكلسيوم في كل من الترب I،II،III و IV(0– 9.39– 19.98– 50.21) %على التوالي.

2– زبل أغنام: أخذ من منطقة الكسوة بمحافظة ريف دمشق وجرى تخميره هوائياً مدة ثلاثة أشهر، وجرى إضافته بمعدلين: 25 طن/هكتار و 50 طن/هكتار. ويبين الجدول (2) الصفات الكيميائية والخصوبية لزبل الأغنام، ويتضح من هذا الجدول أن الـ pH كان مائلاً للقلوية بحدود 8.2، والـ EC 4.6 ديسيسمنس/م، وكانت نسبة المادة العضوية 66.9 % وبلغت نسبة N، P و K (1.5، 1.12و 1.8)% على التوالي. ونسبة الـC/N بحدود 21.

3– سوبر فوسفات ثلاثي P_2O_5 46%.

4– أصص بلاستيكية تتسع لـ 1 كغ تربة.

الجدول (1) الصفات الفيزيا-كيميائية للترب المدروسة

التربة	التحليل الحبيبي (%)			pH	EC	كربونات كلية	مادة عضوية	CEC	الكاتيونات المتبادلة (م.م/100 غ تربة)			
	طين	سلت	رمل	(2.5 :1)	dS/m	%	%	م.م/100 غ تربة	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}
I غير كلسية (ظهر الجبل)	40.12	31.23	28.65	6.70	0.10	0.00	1.52	31.71	21.81	7.24	1.10	0.41
II خفيفة الكلس (الثعلة)	46.00	28.00	26.00	7.90	0.22	9.39	0.95	38.50	25	7.4	0.93	1.18
III متوسطة الكلس (بصرى الشام)	55.46	18.00	26.54	8.15	0.15	19.98	0.75	42.07	31.71	9.12	1.01	1.22
IV عالية الكلس (جنوب درعا)	45.16	23.30	31.54	8.20	0.15	50.21	0.55	35.07	27.61	6.12	0.81	1.02

الجدول (2) الصفات الكيميائية والخصوبية لسماد زبل الأغنام

C/N	K	P	N	C	مادة عضوية	EC مستخلص (10:1) dS/m	pH معلق (10:1)
	%						
21	1.82	1.12	1.50	32.12	66.90	4.60	8.20

طرائق البحث

1- توصيف فيزياكيميائي وخصوبي للترب وزبل الأغنام:

نفذت مجموعة من التحاليل الفيزياكيميائية والخصوبية في مخابر كلية الزراعة بجامعة دمشق وذلك حسب Jones (2001). وشملت أولاً للترب: التركيب الميكانيكي، الكثافة الظاهرية، الكثافة الحقيقية، الـpH، الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة، المادة العضوية بطريقة الأكسدة بديكرومات البوتاسيوم، كربونات الكلسيوم الكلية بجهاز الكالسميتر، السعة التبادلية CEC بطريقة أسيتات الصوديوم، الكاتيونات المتبادلة Ca^{+2}+ Mg^{+2}+ K^{+} + Na^{+} بطريقة كلوريد الأمونيوم والفُسفور المتاح حسب أولسن، أما بالنسبة لزبل الأغنام فقدر الـpH والـ EC في مستخلص10:1، المادة العضوية بالترميد، الكربون

العضوي بالأكسدة بديكرومات البوتاسيوم، الآزوت الكلي بطريقة كلداهل والفُسفور الكلي بالترميد ثم القياس بجهاز الامتصاص الضوئي و البوتاسيوم الكلي بالترميد ثم القياس بجهاز التحليل باللهب.

2 – تجربة تحضين:

وضع 1 كغ تربة في كل أصيص ثم أضيف لكل تربة كمية من سوبر فوسفات ثلاثي 46% للوصول إلى تركيز فُسفور أكثر من 15ppm، ثم مزج زبل الأغنام مع التربة ورطبت الأصص ووزنت بعد الوصول إلى السعة الحقلية، وتركت الأصص في جو المختبر مدة ثلاثة أشهر، وجرى ترطيبها مرة كل أسبوع بإضافة الماء بما يعادل الوزن المفقود. قدر الفُسفور المتاح Available خلال فترات التحضين بطريقة أولسن. وكانت المعاملات على النحو التالي:

1– تربة غير كلسية (0% كربونات كلسيوم) ورمزت بـ I.

2– تربة خفيفة الكلس (بحدود 10% كربونات كلسيوم)، ورمزت بـ II.

3– تربة متوسطة الكلس (بحدود 20% كربونات كلسيوم)، ورمزت بـ III.

4– تربة عالية الكلس (بحدود 50% كربونات كلسيوم)، ورمزت بـ IV.

5– تربة غير كلسية + زبل أغنام (25 طناً/هكتاراً) ورمزت بـ I_{25}.

6– تربة خفيفةالكلس+زبل أغنام (25 طناً/هكتاراً) ورمزت بـ II_{25}.

7– تربة متوسطة الكلس+ زبل أغنام (25 طناً/هكتاراً) ورمزت بـ III_{25}.

8– تربة عالية الكلس+ زبل أغنام (25 طناً/هكتاراً) ورمزت بـ IV_{25}.

9– تربة غيركلسية+ زبل أغنام (50 طناً/هكتاراً) ورمزت بـ I_{50}.

10– تربة خفيفة الكلس+ زبل أغنام (50 طناً/هكتاراً) ورمزت بـ II_{50}.

11– تربة متوسطة الكلس+ زبل أغنام (50 طناً/هكتاراً) ورمزت بـ III_{50}.

12– تربة عالية الكلس+ زبل أغنام (50 طناً/هكتاراً) ورمزت بـ IV_{50}.

3– تجربة ادمصاص الفُسفات وتحديد ثوابت لانغمور و فروندليش: (Violante و Pigna، 2002):

أخذت 3 غرام تربة من كل معاملة (بعد نهاية التحضين) ووضعت في زجاجة سعة 100 مل وأضيف لكل عينة حجماً من محلول KH_2PO_4 للحصول على التراكيز التالية:

0-1-10-30-50-100-300-500 مغ/لتر وهي تعادل (0- 16.5- 165- 500- 833-1666- 5000- 8333 مغ/كغ). ثم أضيف لكل زجاجة 30 مل KCl (0.05 مول) ثم أكمل الحجم بالماء المقطر حتى حجم 50 مل، وجرى تحريك الدوارق لمدة 24 ساعة في درجة حرارة المخبر، وتركت مدة 72 ساعة حتى الاتزان ثم رشحت العينات وتم قياس الفُسفور بالرشاحة بالطريقة اللونية، وهو يعبر عن التركيز التوازني (ميكروغرام P/1 مل رشاحة أو مغ/لتر). ثم قيست الكمية المدمصة انطلاقاً من أنها تساوي الفرق بين الكمية المضافة والتركيز التوازني في المحلول (الرشاحة)، وحسبت كمية الفُسفات المدمصة بالعلاقة التالية: فُسفور مدمص (مغP/غ تربة) = (Ceq – C0)\Q. حيث إن:P: كمية الفُسفات المدمصة (مغP/ غ مادة مدمصة).V: الحجم النهائي للمعلق الفُسفاتي في الزجاجة (50 مل) بعد إضافة التراكيز المتزايدة من الفُسفات.C0: تركيز الفُسفات المضاف (ميكروغرام P/ مل).Ceq: التركيز التوازني (في الرشاحة مقدراً بـ ميكروغرام P/مل رشاحة).Q: وزن العينة (مغ).

أولاً: معادلة لانغمويز: bm\ Ceq +K .1/bm = Ceq /X

حيث إن :x: الكمية المدمصة من العنصر مغ/كغ تربة. Ceq: التركيز التوازني (مغ/لتر). bm: طاقة الادمصاص العظمى (مغ/كغ)، k : ثابت. الميلbm/1= ، القاطع= k . bm/1= 1/ الميل، k = الميل/القاطع.

ثانياً: معادلة فرندليشx=aCeq 1/nأو log X = log a + 1/n log Ceq

حيث إن : x: الكمية المدمصة من العنصر مغ/كغ تربة. Ceq: التركيز التوازني (مغ/لتر). a: ثابت فرندليش، n: ثابت. 1/n: الميل: يعبر عن شدة الادمصاص. log a= القاطع: يعبر عن سعة الادمصاص (عدد مواقع الادمصاص).

التصميم الإحصائي: قطاعات عشوائية كاملة.

النتائج والمناقشة

أولاً: دور زبل الأغنام في الحد من تثبيت الفُسفات:

يبن الجدول (3) –قيم الفُسفور المتاح في التربة خلال فترة التحضين والتي استمرت ثلاثة أشهر، ويلاحظ من الجدول انخفاض قيم الفُسفور المتاح (زيادة الفُسفات المثبتة) مع الزمن عموماً مع ارتفاع نسبة كربونات الكلسيوم في التربة، وكانت الفروقات معنوية بين المعاملات كافة وبدأ تثبيت الفُسفات بعد شهر من زمن التحضين حيث ازداد تركيز الفُسفور المتاح في التربة IV (عالية المحتوى من كربونات الكلسيوم) من 18.2ppm في الزمن صفر إلى 19.4ppm بعد شهر من التحضين لينخفض بعد ذلك ويصل إلى 9.2 ppm

في نهاية التحضين أي بعد ثلاثة أشهر وتعد هذه القيمة الأخفض في قيم الفُسفور المتاح بين المعاملات الأخرى، بينما لم يحدث تثبيت للفوسفات في التربة I (غير الكلسية) حيث بلغ تركيز الفُسفور المتاح في نهاية التحضين 26 ppm. ويمكن ترتيب الترب المدروسة بدءاً من الأقل تثبيتاً إلى الأكثر تثبيتاً حسب التالي: I،II، III و IV. ويلاحظ أن تثبيت الفُسفات يزداد طرداً بزيادة نسبة كربونات الكلسيوم في التربة. وربما يعود ذلك إلى تفاعل كربونات الكلسيوم مع الفُسفات المضافة والتي غالباً ما تكون أحادية وذائبة وبالتالي تتحول إلى فوسفات ثنائية أقل ذوباناً وفي مرحلة لاحقة إلى فوسفات ثلاثية غير ذائبة. كما يلاحظ أن انخفاض الـ pH في التربة I (غير الكلسية) ساهم في سيادة أنيون الفُسفات الأحادية الذائبة على حساب الفُسفات الثنائية والثلاثية، مقارنة بالترب الثلاث الأخرى والتي كانت ذات pH مائل للقلوية بحدود 8. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده الحمداني (2008)؛الحافظ وزملاؤه (2013). ولا بد من الإشارة إلى زيادة قيم الفُسفور المتاح في الأسبوعين الأول والثاني من زمن التحضين مقارنة بالزمن صفر في معاملات الشاهد للترب الأربع المدروسة والتي لم يضيف لها سماد عضوي (زبل أغنام). وربما يعود ذلك إلى زيادة نشاط الأحياء الدقيقة وتمعدن مركبات الفُسفور العضوية نتيجة ترطيب التربة.

أما بالنسبة لتأثير سماد زبل الأغنام في الحد من تثبيت الفُسفات في التربة، وذلك بالمعدل (25 طن/هـ)، بين الجدول(3) أن إضافة زبل الأغنام زاد من الفُسفور المتاح في الترب الأربع المدروسة وقد أخر التثبيت إلى ما بعد الشهرين من الإضافة واستقر بعد ثلاثة أشهر، وكان أعلى تركيز للفُسفور المتاح في التربة I_{25} (غير الكلسية) وبلغ هذا التركيز بعد شهرين من التحضين (45.6، 40.2، 37.6 و32.6) في كل من المعاملات I_{25}،II_{25}، III $_{25}$ وIV_{25} على التوالي. وربما يعود ذلك إلى أن زيادة معدل زبل الأغنام المضاف قد ساهم في حجز الكلسيوم عن طريق ارتباطه بالمجموعات الوظيفية للمركبات العضوية ومنع تفاعله مع الفُسفات مما زاد من إتاحته في التربة، إضافة للدور المهم للسماد العضوي في خفض الـ pH. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده Porter و زملاؤه (1980) والرحيلي (2007) .أما بالنسبة لتأثير زبل الأغنام المضاف بالمعدل (50طن/هـ)، فقد أظهر الجدول السابق سلوكاً في الفُسفور المتاح مشابهاً للترب التي أضيف إليها زبل الأغنام بالمعدل (25طن/هـ)، إلا أن تركيز الفُسفور المتاح زاد وبشكل معنوي في المعاملات ذات المعدل (50طن/هـ) مقارنة بالمعاملات ذاتها التي أضيف إليها زبل الأغنام بالمعدل (25طن/هـ)وبلغ هذا التركيز في الشهرين بعد التحضين في كل من المعاملات I_{50}،II_{50}،III_{50} و IV_{50} (56.4، 50.1، 41.4 و 36.6) على التوالي. وربما يعود ذلك إلى إضافة كمية مضاعفة من زبل الأغنام (50طن/هـ) مما انعكس على كمية الفُسفور في التربة. كما يظهر الجدول السابق تفوقاً معنوياً للمعاملة I_{50} (غير الكلسية والمضاف إليها زبل الأغنام50طن/هـ) تفوقاً معنويا مقارنة بالمعاملات الأخرى وكذلك أعلى قيمة للفُسفور المتاح، وبالتالي أقل تثبيتاً مقارنة بالمعاملات

الأخرى ذات المحتوى الأعلى من كربونات الكلسيوم وقد تم الإشارة سابقاً إلى دور كربونات الكلسيوم في تثبيت الفُسفات. وتتفق هذه النتائج مع ما ذكره Peter وزملاؤه (2000).

الجدول (3)– قيم الفوسفور المتاح(مغ/كغ) في التربة خلال زمن التحضين

الزمن / المعاملة	صفر (بعد إضافة الفوسفور)	اسبوع	اسبوعين	شهر	شهر ونصف	شهرين	ثلاثة أشهر
I	18.6 h	27.2f	27.5h	26.2 i	26.4 i	26.2 g	26.0 h
II	18.5 h	25.4g	26.3 i	24.6 g	16.5 j	14.4 h	14.2 i
III	18.2h	21.2h	24.6 j	22.2 k	12.2 k	10.6 i	9.8 j
IV	18.2h	20.6h	23.2 k	19.4 L	10.6 L	9.6 j	9.2 k
I_{25}	28.5d	32.4d	34.6 d	38.0d	44.2 c	45.6 c	44.4 c
II_{25}	26.5e	31.8d	32.8 e	35.0 f	41.6 e	40.2 d	39.5 d
III_{25}	25.8f	29.2e	31.4f	32.0g	38.9 f	37.6 e	37.2 e
IV_{25}	25.1g	27.2f	29.6 g	30.0h	34.5 h	32.6 f	32.2 g
I_{50}	36.3 a	39.2 a	44.8 a	50.2 a	58.6 a	56.4 a	55.8 a
II_{50}	34.9 b	37.4 b	41.8 b	46.2 b	51.4 b	50.1 b	49.5 b
III_{50}	33.2 c	34.8 c	37.2 c	41.4 c	43.1 d	41.4 d	40.6 d
IV_{50}	33.2 c	32.5 d	34.4 d	36.6 e	38.1 g	36.6 e	34.8 f
LSD %5	0.51	1.3	0.35	0.53	0.55	1.25	1.11

ثانياً: ادمصاص الفُسفات وتحديد ثوابت لانغمور وفروندليش:

1– ادمصاص الفُسفات:

يعبّر ادمصاص الفُسفات في الترب الكلسية بالفُسفات المحتجزة (المثبتة) والتي تقدر بالفرق بين الفُسفات المضافة والفُسفات الذائبة في محلول التربة (الرشاحة).

ويلاحظ من الشكل (1)أن أعلى قيمة للفوسفات المدمصة (المثبتة) كانت في المعاملة IV (تربة عالية الكلس دون إضافة زبل أغنام) وبلغت كمية الفُسفات المدمصة فيها 6120 مغ/كغ، بينما بلغت أقل قيمة للفوسفات المدمصة 5360 مغ/كغ في المعاملة I_{50} (تربة غير كلسية مضاف لها زبل أغنام 50 طن/هـ). ويمكن أن يعود ارتفاع كمية الفُسفات المدمصة في التربة IV إلى غناها بكربونات الكلسيوم حيث يرتبط الكلسيوم بالفُسفات وتتحول إلى فوسفات كلسيوم ثنائية ضعيفة الذوبان وفي مرحلة لاحقة إلى فوسفات كلسيوم ثلاثية غير ذائبة، وهذا ما أشار إليه Peter وزملاؤه(2000). ويمكن ترتيب المعاملات المختلفة حسب كيمة الفُسفات المدمصة بدءاً بالمعاملة الأكثر ادمصاصاً كالتالي:(عالية الكلسIV) > (متوسطة الكلسIII)>(عالية الكلس مع زبل أغنام25 طن/هـ IV_{25})> (متوسطة الكلس مع

زبل أغنام25طن/هـ .III_{25}) > (عالية الكلس مع زبل أغنام50 طن/هـ .IV_{50})>(خفيفة الكلسII) > (غير كلسيةI) > (متوسطة الكلس مع زبل أغنام50 طن/هـIII_{50}) > (خفيفة الكلس مع زبل أغنام25 طن/هـ .II_{25}) >(غير كلسية مع زبل أغنام25 طن/هـ .I_{25}) > (خفيفة الكلس مع زبل أغنام50 طن/هـII_{50}) > (غير كلسية مع زبل أغنام50طن/هـ I_{50}).وربما يعود انخفاض كمية الفُسفات المدمصة عموماً في معاملات الترب المضاف إليها زبل الأغنام إلى ارتباط الكلسيوم بالمجموعات الوظيفية للحموض الهيومية ومنعه من التفاعل مع الفُسفور الأمر الذي زاد من كمية الفُسفات الذائبة في الرشاحة (التركيز التوازني) وبالتالي أصبح الفرق بين الفُسفات المضاف والفُسفات التوازني أقل (أي كمية مدمصة أقل) وهذا ما يعطي الدور المهم للمواد الهيومية في تيسر الفُسفور ومنعه من الترسب في الترب الكلسية. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده كل من Porter و زملائه (1980)؛ Tan(1998).

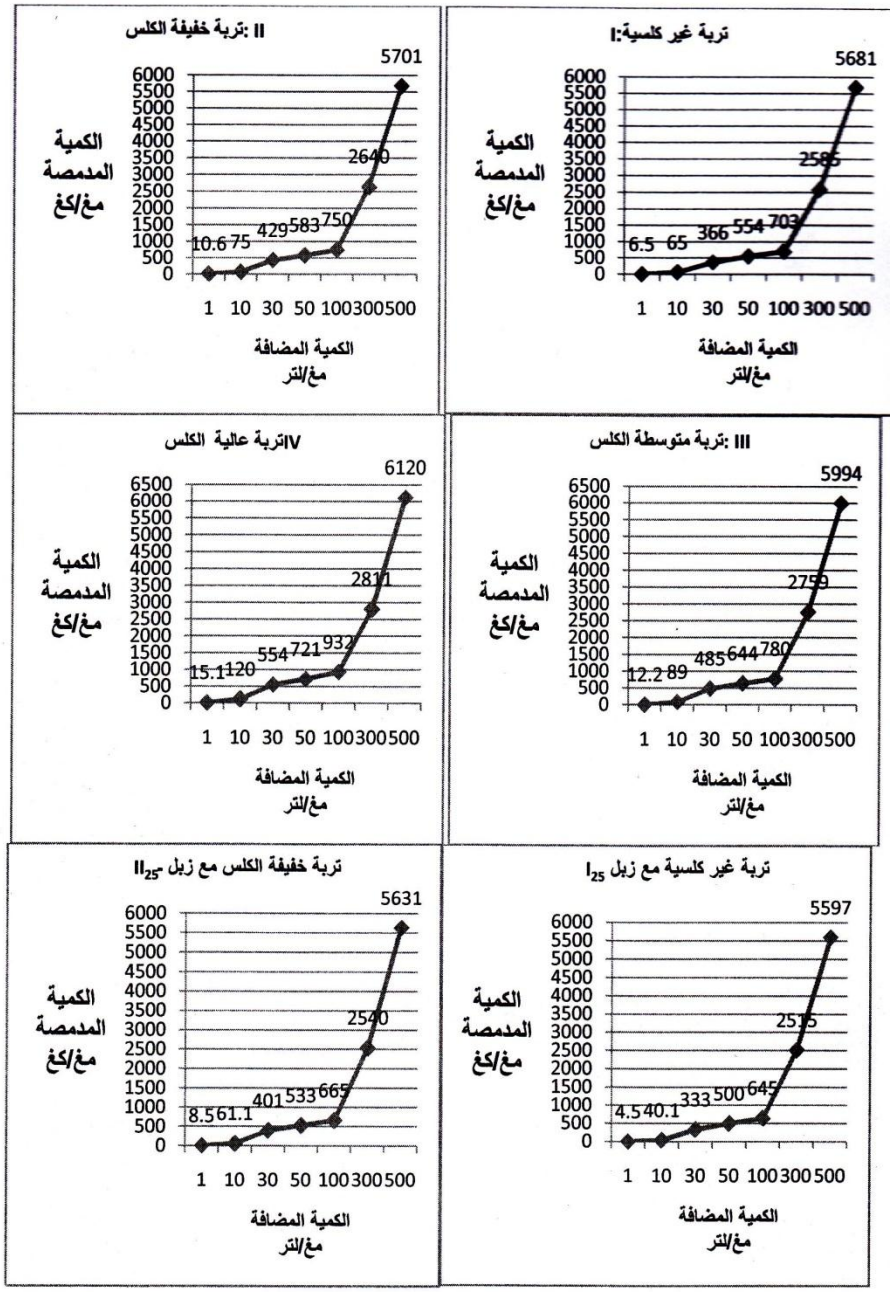
2- تحديد ثوابت لانغمور وفروندليش:

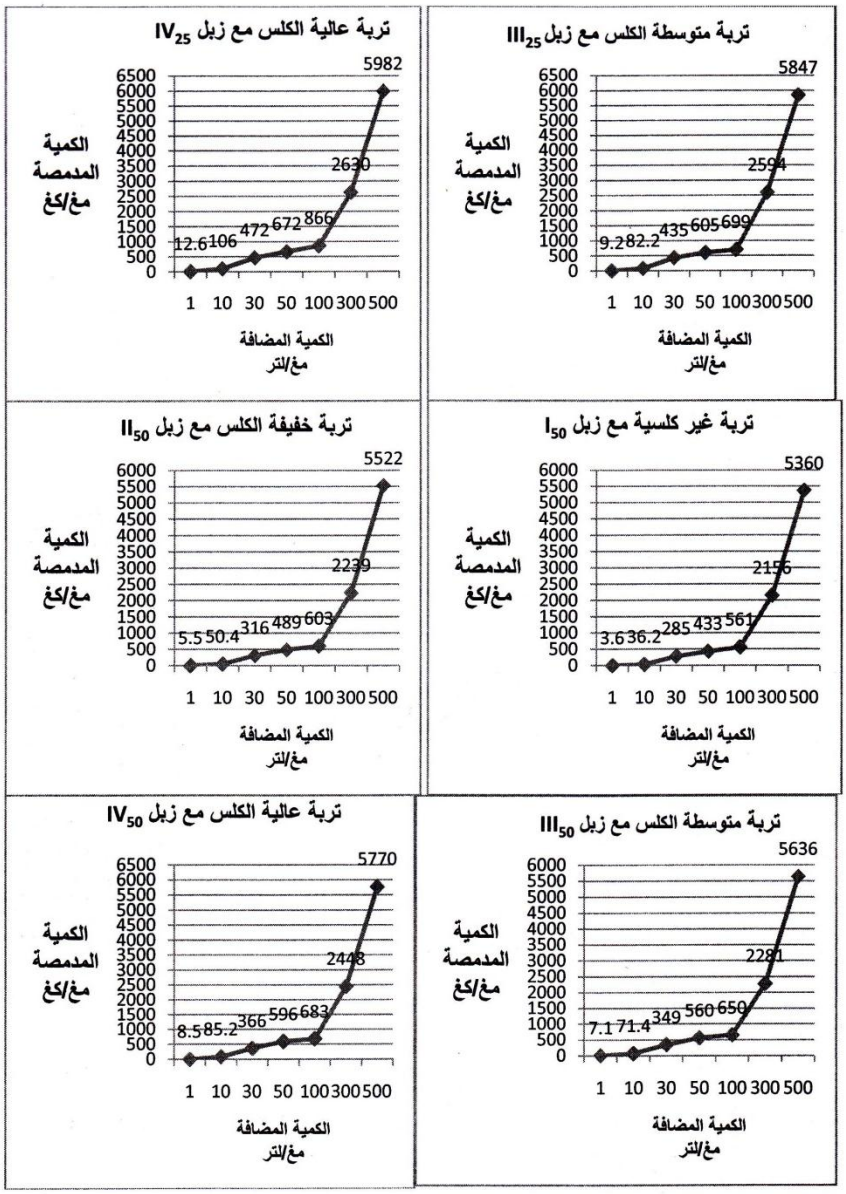
أ- ثوابت لانغمور:

يبين الجدول (4) قيم ثوابت لانغمور لادمصاص الفُسفات في المعاملات المختلفة، ويلاحظ من الجدول السابق تفوق معاملة التربة IV (عالية الكلس) معنوياً في ادمصاص (حجز) الفُسفات حيث أعطت أعلى سعة ادمصاص عظمى bm بلغت 1250مغ/كغ بينما كانت أخفض سعة ادمصاص في التربة I (غير الكلسية) (666) مغ/كغ. وربما يعود ذلك إلى ارتفاع نسبة كربونات الكلسيوم في المعاملة IV مقارنة بالمعاملات الثلاث الأخرى ودور كربونات الكلسيوم في ادمصاص الفُسفات وحجزه (تثبيته). وتتفق هذه النتائج مع ما أورده الحديدي (2009). كما يلاحظ من الجدول السابق زيادة قيم سعة الادمصاص العظمى bm في معاملات التربة التي لم يضيف إليها زبل الأغنام ابتداءً من التربة غير الكلسية باتجاه التربة ذات المحتوى الأعلى من الكلس. وكانت قيم K (طاقة ربط السطح) متناسبة عكسياً مع سعة الادمصاص العظمى وبلغت في كل من المعاملات I،II،III وIV(0.07، 0.05، 0.03 و0.02) لتر/كغ على التوالي، وتتفق هذه النتائج مع ما أورده العبيدي وقبع (2005).

أما بالنسبة للمعاملات التي أضيف إليها سماد زبل الأغنام بمعدل 25 طن/هـ، أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (4) انخفاضاً في سعة الادمصاص العظمىbm في المعاملات المضاف لها سماد زبل الأغنام مقارنة بمعاملات الترب التي لم يضيف لها سماد زبل الأغنام وبلغت في كل من المعاملات I_{25}، II_{25}، III_{25} و IV_{25} (450، 541، 625 و 714) مغ/كغ على التوالي وكانت قيم K متناسبة عكسياً مع سعة الادمصاص العظمى وبلغت في كل من I_{25}، II_{25}، III_{25} وIV_{25}(0.8، 0.2، 0.08 و 0.05) لتر/كغ وبالترتيب السابق ذاته، وربما يعود انخفاض سعة الادمصاص العظمىbm في المعاملات

المضاف لها زبل الأغنام إلى دوره في الحد من تثبيت وحجز الفُسفات عبر خفض الـpH نتيجة تحلله وتحرر CO_2 وتشكل حمض الكربون، إضافة لدور المجموعات الوظيفية كالكربوكسيل والهيدروكسيل في ربط الكلسيوم ومنعه من تفاعله مع الفُسفات مما يقلل من ادمصاصه وتثبيته (Tan، 1998).


I: تربة غير كلسية
5681
2585
703
554
366
65
6.5
II: تربة خفيفة الكلس
5701
2640
750
583
429
75
10.6
III: تربة متوسطة الكلس
5994
2759
780
644
485
89
12.2
IV تربة عالية الكلس
6120
2811
932
721
554
120
15.1
تربة غير كلسية مع زبل I25
5597
2515
645
500
333
40.1
4.5
تربة خفيفة الكلس مع زبل II25
5631
2540
665
533
401
61.1
8.5
الكمية المدمصة مغ/كغ
الكمية المضافة مغ/لتر
1 10 30 50 100 300 500



الشكل (1)– منحنيات ادمصاص الفوسفور في المعاملات المختلفة

أما بالنسبة للمعاملات التي أضيف إليها سماد زبل الأغنام بمعدل 50 طن/هـ، أظهرت النتائج انخفاضاً في سعة الادمصاص العظمى فيها مقارنة بمعاملات الترب غير المضاف إليها سماد زبل الأغنام وكذلك مقارنة بالمعاملات المضاف إليها 25 طن/هـ زبل أغنام، وبلغت في كل من المعاملات I_{50}، II_{50}، III_{50} وIV_{50} (416، 500،560 و 625) مغ/كغ على التوالي. وربما يعود ذلك إلى أن إضافة المعدل الثاني من زبل الأغنام قد ساهم في زيادة نسبة المواد الهيومية ومجموعاتها الوظيفية مما زاد من ربطها للكلسيوم وقلل من تفاعل الكلسيوم مع الفُسفات وبالتالي قلل من تثبيته. كما يظهر الجدول السابق قيم الـK للمعاملات المضاف إليها زبل الأغنام بمعدل 50 طن/هـ حيث بلغت في كل من المعاملاتI_{50}، II_{50}،III_{50} وIV_{50} (1، 0.3، 0.14 و0.08) لتر/كغ على التوالي. وقد تم الإشارة إلى دور السماد العضوي في الحد من ادمصاص الفُسفات وتثبيته في التربة من خلالCO_2 المنطلق وتشكل حمض الكربون نتيجة تحلله وكذلك لما يحتويه من مجموعات وظيفية (Porter وزملاؤه، 1980).

الجدول (4)– قيم ثوابت لانغمويروفروندليش لادمصاص الفُسفات في المعاملات المختلفة

ثوابت فروندليش		ثوابت لانغمويير		المعاملة
n (معامل التصحيح)	a (عدد مواقع الادمصاص)	K (طاقة ربط السطح) لتر/كغ	bm (سعة الادمصاص العظمى) مغ/كغ	
0.7d	5g	0.07ef	666cd	**I**
0.8bc	7f	0.05ef	800c	**II**
0.85b	10d	0.03ef	1000b	**III**
1a	19a	0.02 f	1250a	**IV**
0.5 f	3h	0.8b	450ef	**I_{25}**
0.6e	5g	0.2d	541de	**II_{25}**
0.7d	8 e	0.08e	625cd	**III_{25}**
0.8bc	15b	0.05ef	714c	**IV_{25}**
0.4g	3.5h	1a	416 fg	**I_{50}**
0.5f	5g	0.3c	500 ef	**II_{50}**
0.7d	7f	0.14d	560de	**III_{50}**
0.75cd	12c	0.08e	625 cd	**IV_{50}**
0.067	0.92	0.06	129	%5LSD

ب- ثوابت فروندليش:

يبين الجدول (4) قيم ثوابت فروندلش لادمصاص الفُسفات في المعاملات المختلفة، ويلاحظ من هذا الجدول زيادة عدد مواقع الادمصاص (التثبيت) والتي يعبر عنها بالثابت a في الترب الكلسية مقارنة بالترب غير الكلسية حيث بلغت أعلى قيمة لهذا الثابت في المعاملة IV (عالية الكلس) والتي تفوقت معنوياً على المعاملات الأخرى وبلغت قيمة الثابت a فيها 19 وأخفض قيمة كانت في معاملة التربة غير الكلسيةIوالتي بلغت 5، بينما كانت قيم الثابت n (معامل التصحيح) أقل من الواحد في المعاملات كافة، وبلغت (0.7، 0.8، 0.85 و 1) في كل من المعاملات I،II،IIIو IVوبالترتيب السابق. ويلاحظ أن العلاقة طردية بين a و n.وقد تم الإشارة إلى دور كربونات الكلسيوم في ادمصاص وحجز الفُسفات وتثبيته(الحديدي، 2009).فيما بلغت قيمة a في المعاملات التالية المضاف إليها زبل الأغنام بمعدل (25طن/هـ):I_{25}، II_{25}، III_{25} و IV_{25} (3، 5، 8 و 15)على التوالي، كما بلغت n في كل من المعاملات السابقة (0.5، 0.6، 0.7 و 0.8) وبالترتيب السابق ذاته. ويلاحظ دور سماد زبل الأغنام في خفض مواقع ادمصاص (حجز) الفُسفات مقارنة بالمعاملات السابقة للتربة التي لم يُضف لها هذا السماد، حيث يؤدي دوراً مهماً في تيسر الفُسفور في التربة مما يزيد من تركيزه في محلول التربة وبالتالي يخفض معدل تثبيته أو ترسيبه (Ognar، (1980).

أما بالنسبة للمعاملات المضاف إليها زبل الأغنام بمعدل (50طن/هـ) فقد كانت قيم a في كل من المعاملات التالية:I_{50}، II_{50}، III_{50} و IV_{50} (3.5، 5 ، 7 و12) على التوالي. كما بلغت قيم n في المعاملات السابقة (0.4، 0.5 ، 0.7 و0.75) وبالترتيب السابق. ويلاحظ انخفاض هذه القيم مقارنة بمعاملات الترب التي لم يُضف لها زبل الأغنام خاصة في معاملة IV (عالية الكلس) حيث أعطت أعلى عدداً في مواقع الادمصاص. وهنا يبرز دور سماد زبل الأغنام في زيادة تركيز الفُسفور المتاح وهذا ما تم ملاحظته من خلال زيادة تركيزه في المحلول (الرشاحة) وانخفاض المدمص في المعاملات التي أضيف إليها هذا السماد. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده كل من الحديدي (2009)؛ العبيدي وقبع (2005) و Wandruszka (2006).

الاستنتاج

مما تقدم يمكن الاستنتاج أن هناك قدرة لزبل الأغنام على إتاحة الفُسفور في التربة والحد من تثبيته خاصة في الترب عالية الكلس، وظهر ذلك جلياً من خلال زيادة الفُسفور المتاح في معاملات الترب المضاف إليها هذا السماد مقارنة بمثيلاتها التي لم يضيف لها زبل الأغنام. ونظراً لتثبيت الفُسفات في الترب المدروسة خاصة بعد شهر من الإضافة، يمكن إضافة جزء من الاحتياج السمادي للترب الكلسية في منتصف موسم المحصول وهذا بدوره يساعد في رفع كفاءة التسميد الفُسفاتي مما يجعل لهذه الحالة مؤشرات ومدلولات اقتصادية من الوجهة الزراعية.

المراجع

- الحافظ، منال و حسن حبيب و أكرم البلخي. 2013. تأثير زمن إضافة الفُسفور وعمقه في إتاحته في تربة كلسية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 29(2):169-180.
- الرحيلي، خالد. 2007. تأثير إضافة الأسمدة العضوية على تيسر الفُسفور في الترب الجيرية، رسالة ماجستير، قسم علوم التربة، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود. المملكة العربية السعودية.
- الشاطر، محمد سعيدو عبد الله القصيبي. 1997. فعالية امتصاص البرسيم للفُسفور المضاف بصورة سوبر فوسفات ثلاثي أو فرشة الأغنام، مجله باسل الاسد لعلوم الهندسة الزراعية، 3: 37-48.
- الحديدي، عبد القادر. 2009. امتزاز الفُسفور في ترب كلسية مختلفة الصفات. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. المجلد 9(2): 1-8.
- الحمداني، رائدة اسماعيل. 2008. استخدام الراتنجات في دراسة جاهزية الفُسفور لمحصول الذرة الصفراء في

  تربة كلسية من شمال العراق، مجلة زراعة الرافدين، المجلد 36(2): 33-43.
- العبيدي، محمد علي وعامرة قبع.2005 . امتزاز الفُسفات في بعض الترب العراقية. المجلة العراقية، المجلد 1(1):11-21.

- Ahmad, S. S. 2012. Effect of some natural amendments on fertility status and phosphorus
- forms in Newly reclaimed soils. Master Thesis. Faculty of Agriculture. Ain Shams. Eygpt.
- Barrow, N.J. 1978. The description of phosphate adsorption curves. Soil Sci., 29: 447-462.
- Fathi. A, and A. Rami. 1971. On the possibility of charectrizing calcium phosphate in
- calcareous soils by isotopic exchange. Journal of soil Sci.. 22 (2): 267-274 .

- Holford, I. C. R., R. W. M. Weddeburn and G.E.G. Mattingly. 1974. Langmuir tow-
- surface equation as model for phosphate adsorption by Soil. J. Soil. Sci. 25 : 245-255.
- Jones, J. Benton. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis .
- CRC Press Boca Raton. London.
- Laboski, A.M.., and J.A.Lamb.2003. Changes in soil test phosphorus concentration
- after application of manure or fertilizeer . SSSA.J.67(2):544-554.
- Ogner, A. 1980. Interaction of phosphate with humic acids and other organic acids.
- In: Principles of soil chemistry. Third edition,Marcel Dekker. Inc. New York. PP: 346-349.
- Peter, J. O., B. Hesterman., S. R. Waddington and R. R. Harwood. 2000. Rely intercropping
- of sunnhemp and cowpea into a small holder maiz system in Zimbabwe.
- Agron. J., 92: 239-244.-133.
- Porter, W. M., W. I., Cox, and I. Wilson. 1980. Soil acidity...is it aproblem in
- western Australia? West Aust. J. Agric., 21: 126-137.
- Sparks. LD. 1999. Soil physical chemistry. Second edition. University of Delaware, New York.
- Violante. A, and M. Pigna. 2002. Competitve sorption of arsenate and phosphate on

- different clay minerals and soils. SSSA. J., 66: 1788-1796. Tan, K. H. 1998. Principles of soil chemistry. Third edition, Marcel Dekker, Inc. New York.
- Wan druszka. R. 2006. Phosphorus retention in calcareous soils and the effect of organic
- matter on its mobility. Geochem Trans. 7: 6 doi:10.1186/1467-4866-.

Received	**2015/06/14**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2015/09/15**	**قبول البحث للنشر**