

## تأثير زيل الأغنام في الحد من تثبيت الفسفور في ترب متفاوتة في محتواها من كربونات الكالسيوم، وتحديد ثوابت لانغموير وفروندليش

د. أكرم محمد البلخي\*

### الملخص

نفذت هذه الدراسة بهدف تحديد تأثير زيل الأغنام في الحد من تثبيت الفسفور في ترب متفاوتة المحتوى من كربونات الكالسيوم. اختبرت أربعة أنواع من الترب (غير كلسية I، خفيفة الكلس II، متوسطة الكلس III، وعالية الكلس IV)، عوملت الترب بزيل الأغنام بمعدلين 25 و 50 طن/هـ. نفذت تجربتان الأولى تجربة تحضين للترب حيث أضيف زيل الأغنام والفسفور في أصص واستمرت ثلاثة أشهر، والثانية تجربة ادمصاص للفوسفات. قُدر الفسفور المتاح خلال زمن التحضين، وكذلك الفسفات المدمصة وثوابت لانغموير (bm) سعة ادمصاص العظمى) وفروندليش (a عدد مواقع ادمصاص). بينت النتائج ما يلي:

انخفاض تركيز الفسفور المتاح (زيادة الفسفات المثبتة) في التربة IV (عالية المحتوى من كربونات الكالسيوم) من 18.2 مغ/كغ في الزمن صفر إلى 19.4 مغ/كغ بعد شهر من التحضين إلى 9.2 مغ/كغ في نهاية التحضين. لم يحدث تثبيت للفسفور في التربة I (غير الكلسية). بلغ أعلى تركيز فوسفور متاح في معاملة التربة غير الكلسية I<sub>50</sub> المضاف إليها زيل الأغنام بالمعدل (50 طن/هـ) 56.4 مغ/كغ. أظهرت المعاملة IV أعلى سعة ادمصاص (تثبيت) عظمى bm بلغت 1250 مغ/كغ وعدد مواقع ادمصاص a بلغت 19، بينما كانت أخفض سعة ادمصاص في المعاملة I<sub>50</sub> 416 مغ/كغ وبلغت قيمة a فيها 3.5.

**الكلمات المفتاحية:** زيل الأغنام، تثبيت الفسفور، تربة، كربونات كالسيوم، 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 in soils 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 rates 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 as adsorbed phosphate and Langmuir constants (great adsorption capacity (b<sub>m</sub>), 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 fixation in the soil I (non-calcareous) did not happen. The highest available phosphorus concentration was in I<sub>50</sub> treatment sheep manure (56.4) mg/kg. The IV treatment showed the highest great adsorption (fixation) capacity (b<sub>m</sub>) was to 1250 mg/kg and (a) was 19. While the lowest (b<sub>m</sub>) was in treatment I<sub>50</sub> (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. Faculty of Agriculture. Damascus University, Syria.

## المقدمة

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

وحدثاً أشار Tan (1998) إلى إمكانية تفاعل الحموض الهيومية مباشرة مع الفسفات دون وجود جسور كاتيونية إذ تتفاعل الفسفات مع مجموعات هيدروكسيل فينول المواد الهيومية. وبين الحداني (2008) في دراسة حول تأثير إضافة مخلفات الأغنام إلى تربة كلسية، زيادة الفسفور المتاح في التربة، وانعكس ذلك إيجاباً على الفسفور الممتص في نباتات الذرة الصفراء. وأشار Ahmad (2012) في تجربة تحضين سماد بلدي مع ترب كلسية إلى زيادة تيسر الفسفور خلال فترة التحضين حيث انخفضت نسبة الفسفات ثنائية الكالسيوم ضعيفة الذوبان. وتوصف عملية ادمصاص الفسفات بواسطة معادلات خاصة تبين علاقة التوازن بين الفسفور المدمص على السطوح والفسفور الذائب في محلول التربة. حيث بين Helford وزملاؤه (1974) أن معادلة لانغموير 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 الفسفور في الترب الكلسية. وقد أشار Barrow (1978) إلى أن دراسة حركية الفسفات من خلال دراسة الامصاص وتحديد ثوابت المعادلات من شأنه أن يدعم الطرائق التقليدية في تحديد جاهزية الفسفور.

### مسوغات البحث

نظراً لأهمية عنصر الفسفور في تغذية النبات من جهة، وظروف تثبيته في الترب الكلسية من جهة أخرى، حيث تشير الدراسات أن كفاءة امتصاص النبات للفسفور تشكل حوالي 20-30% من كمية السماد الفسفاتي المضاف والتي تمتص من قبل النبات خلال المراحل الأولى من إضافتها إلى التربة، أما الكمية المتبقية فيمكن اعتبارها صورياً 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 للفسفات إضافة لتأثير زيل الأغنام في الحد من تثبيته وترسيبه فيها، مما سيساعد على تفهم وزيادة المعرفة حول رفع كفاءة التسميد الفسفاتي وإلقاء الضوء على المؤشرات والمدلولات الاقتصادية لعملية التسميد من الوجهة الزراعية.

### هدف البحث

يهدف البحث إلى دراسة تأثير زيل الأغنام في الحد من تثبيت الفسفور في ترب متفاوتة الاحتواء من كربونات الكالسيوم، وتحديد ثوابت لانغموير وفرونديش.

## مواد البحث وطرائقه

### مواد البحث:

1. التربة: اختيرت أربع ترب ذات احتواء متفاوت من كربونات الكالسيوم. 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 الفيزيوكيميائية 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 الكالسيوم في كل من الترب I، II، III و IV ( $-9.39$  -  $0$ ) على التوالي.

2- زيل 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 ديسيمنس/م، وكانت نسبة المادة العضوية 66.9 % وبلغت نسبة P، N و K (1.5، 1.12 و 1.8) على التوالي. ونسبة الـ C/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	سنت	رمل						K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>
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 لسماذ زيل 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 فيزيوكيميائي وخصوبي للترب وزيل 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 الكالسيوم الكلية بجهاز الكالسميتر، السعة التبادلية CEC بطريقة أسيتات الصوديوم، الكاتيونات المتبادلة  $Ca^{+2}$   $Na^{+} + K^{+} + Mg^{+2}$  بطريقة كلوريد الأمونيوم والفسفور المتاح حسب أولسن، أما بالنسبة لزيل الأغنام فقدّر الـpH والـEC في مستخلص 10:1، المادة العضوية بالترميد، الكربون

العضوي بالأكسدة بديكرومات البوتاسيوم، الأزوت الكلي بطريقة كلداهل والفسفور الكلي بالترميز ثم القياس بجهاز الامتصاص الضوئي و البوتاسيوم الكلي بالترميز 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 فوسفور أكثر من 15ppm، ثم مزج زيل 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 الفسفور المتاح Available خلال فترات التحضين بطريقة أولسن. وكانت المعاملات على النحو التالي:

- 1- تربة غير كلسية (0% كربونات كالسيوم) ورمزت بـ I.
  - 2- تربة خفيفة الكلس ( بحدود 10% كربونات كالسيوم)، ورمزت بـ II.
  - 3- تربة متوسطة الكلس (بحدود 20% كربونات كالسيوم)، ورمزت بـ III.
  - 4- تربة عالية الكلس (بحدود 50% كربونات كالسيوم)، ورمزت بـ IV.
  - 5- تربة غير كلسية + زيل أغنام (25 طن/هكتاراً) ورمزت بـ I<sub>25</sub>.
  - 6- تربة خفيفة الكلس+زيل أغنام (25 طن/هكتاراً) ورمزت بـ II<sub>25</sub>.
  - 7- تربة متوسطة الكلس+ زيل أغنام (25 طن/هكتاراً) ورمزت بـ III<sub>25</sub>.
  - 8- تربة عالية الكلس+ زيل أغنام (25 طن/هكتاراً) ورمزت بـ IV<sub>25</sub>.
  - 9- تربة غيركلسية+ زيل أغنام (50 طن/هكتاراً) ورمزت بـ I<sub>50</sub>.
  - 10- تربة خفيفة الكلس+ زيل أغنام (50 طن/هكتاراً) ورمزت بـ II<sub>50</sub>.
  - 11- تربة متوسطة الكلس+ زيل أغنام (50 طن/هكتاراً) ورمزت بـ III<sub>50</sub>.
  - 12- تربة عالية الكلس+ زيل أغنام (50 طن/هكتاراً) ورمزت بـ IV<sub>50</sub>.
- 3- تجربة ادمصاص الفسفات وتحديد ثوابت لانغموير و فرونيليش: (Pigna و Violante، 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 الفسفور بالرشاحة بالطريقة اللونية، وهو يعبر عن التركيز التوازني (ميكروغرام 1/P مل رشاحة أو مغ/لتر). ثم قيست الكمية المدمصة انطلاقاً من أنها تساوي الفرق بين الكمية المضافة والتركيز التوازني في المحلول (الرشاحة)، وحسبت كمية الفسفات المدمصة بالعلاقة التالية: فوسفور مدمص (مغ/P غ تربة) =  $(Q \setminus (Ceq - C0))$ . حيث إن P: كمية الفسفات المدمصة (مغ/P غ مادة مدمصة). V: الحجم النهائي للمعلق الفسفاتي في الزجاجة (50 مل) بعد إضافة التراكيز المتزايدة من الفسفات. C0: تركيز الفسفات المضاف (ميكروغرام /P مل). Ceq: التركيز التوازني (في الرشاحة مقدراً ب ميكروغرام /P مل رشاحة). Q: وزن العينة (مغ).

أولاً: معادلة لانغموير:  $bm \setminus Ceq + K . 1/bm = Ceq /X$

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

ثانياً: معادلة فرنديش  $x=aCeq^{1/n}$  أو  $\log X = \log a + 1/n \log Ceq$

حيث إن X: الكمية المدمصة من العنصر مغ/كغ تربة. Ceq: التركيز التوازني (مغ/لتر). a: ثابت فرنديش، 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 زيل الأغنام في الحد من تثبيت الفسفات:

بين الجدول (3) -قيم الفسفور المتاح في التربة خلال فترة التحضين والتي استمرت ثلاثة أشهر، ويلاحظ من الجدول انخفاض قيم الفسفور المتاح (زيادة الفسفات المثبتة) مع الزمن عموماً مع ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في التربة، وكانت الفروقات معنوية بين المعاملات كافة وبدأ تثبيت الفسفات بعد شهر من زمن التحضين حيث ازداد تركيز الفسفور المتاح في التربة IV (عالية المحتوى من كربونات الكالسيوم) من 18.2 ppm في الزمن صفر إلى 19.4 ppm 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 الفسفور المتاح بين المعاملات الأخرى، بينما لم يحدث تثبيت للفوسفات في التربة I (غير الكلسية) حيث بلغ تركيز الفسفور المتاح في نهاية التحضين 26 ppm. ويمكن ترتيب الترب المدروسة بدءاً من الأقل تثبيناً إلى الأكثر تثبيناً حسب التالي: I، II، III و IV. ويلاحظ أن تثبيت الفوسفات يزداد طردياً بزيادة نسبة كربونات الكالسيوم في التربة. وربما يعود ذلك إلى تفاعل كربونات الكالسيوم مع الفوسفات 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 الفوسفات الأحادية الذائبة على حساب الفوسفات الثنائية والثلاثية، مقارنة بالترب الثالث 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 الفسفور المتاح في الأسبوعين الأول والثاني من زمن التحضين مقارنة بالزمن صفر في معاملات الشاهد للترب الأربع المدروسة والتي لم يضيف لها سماد عضوي (زيل أغنام). وربما يعود ذلك إلى زيادة نشاط الأحياء الدقيقة وتمعدن مركبات الفسفور العضوية نتيجة ترطيب التربة.

أما بالنسبة لتأثير سماد زيل الأغنام في الحد من تثبيت الفوسفات في التربة، وذلك بالمعدل (25 طن/هـ)، بين الجدول (3) أن إضافة زيل الأغنام زاد من الفسفور المتاح في الترب الأربع المدروسة وقد أحر التثبيت إلى ما بعد الشهرين من الإضافة واستقر بعد ثلاثة أشهر، وكان أعلى تركيز للفسفور المتاح في التربة I<sub>25</sub> (غير الكلسية) وبلغ هذا التركيز بعد شهرين من التحضين (45.6، 40.2، 37.6 و 32.6) في كل من المعاملات I<sub>25</sub>، II<sub>25</sub>، III<sub>25</sub> و IV<sub>25</sub> على التوالي. وربما يعود ذلك إلى أن زيادة معدل زيل الأغنام المضاف قد ساهم في حجز الكالسيوم عن طريق ارتباطه بالمجموعات الوظيفية للمركبات العضوية ومنع تفاعله مع الفوسفات مما زاد من إتاحتها في التربة، إضافة للدور المهم للسماد العضوي في خفض الـ pH. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده Porter و زملاؤه (1980) والرجيلي (2007). أما بالنسبة لتأثير زيل الأغنام المضاف بالمعدل (50 طن/هـ)، فقد أظهر الجدول السابق سلوكاً في الفسفور المتاح مشابهاً للترب التي أضيف إليها زيل الأغنام بالمعدل (25 طن/هـ)، إلا أن تركيز الفسفور المتاح زاد وبشكل معنوي في المعاملات ذات المعدل (50 طن/هـ) مقارنة بالمعاملات ذاتها التي أضيف إليها زيل الأغنام بالمعدل (25 طن/هـ) وبلغ هذا التركيز في الشهرين بعد التحضين في كل من المعاملات I<sub>50</sub>، II<sub>50</sub>، III<sub>50</sub> و IV<sub>50</sub> (56.4، 50.1، 41.4 و 36.6) على التوالي. وربما يعود ذلك إلى إضافة كمية مضاعفة من زيل الأغنام (50 طن/هـ) مما انعكس على كمية الفسفور في التربة. كما يظهر الجدول السابق تفوقاً معنوياً للمعاملة I<sub>50</sub> (غير الكلسية) والمضاف إليها زيل الأغنام (50 طن/هـ) تفوقاً معنوياً مقارنة بالمعاملات الأخرى وكذلك أعلى قيمة للفسفور المتاح، وبالتالي أقل تثبيناً مقارنة بالمعاملات

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

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

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

ثانياً: ادمصاص الفسفات وتثبيت ثوابت لانغموير وفروندليش:

#### 1- ادمصاص الفسفات:

يغير ادمصاص الفسفات في الترب الكلسية بالفسفات المحتجزة (المثبتة) والتي تقدر بالفرق بين الفسفات المضافة والفسفات الذائبة في محلول التربة (الرشاحة).

ويلاحظ من الشكل (1) أن أعلى قيمة للفوسفات المدمصة (المثبتة) كانت في المعاملة IV (تربة عالية الكلس دون إضافة زيل أغنام) وبلغت كمية الفسفات المدمصة فيها 6120 مغ/كغ، بينما بلغت أقل قيمة للفوسفات المدمصة 5360 مغ/كغ في المعاملة I<sub>50</sub> (تربة غير كلسية مضاف لها زيل أغنام 50 طن/هـ). ويمكن أن يعود ارتفاع كمية الفسفات المدمصة في التربة IV إلى غناها بكربونات الكالسيوم حيث يرتبط الكالسيوم بالفسفات وتتحول إلى فوسفات كالسيوم ثنائية ضعيفة الذوبان وفي مرحلة لاحقة إلى فوسفات كالسيوم ثلاثية غير ذائبة، وهذا ما أشار إليه Peter وزملاؤه (2000). ويمكن ترتيب المعاملات المختلفة حسب كمية الفسفات المدمصة بدءاً بالمعاملة الأكثر ادمصاصاً كالتالي: (عالية الكلس IV) < (متوسطة الكلس III) < (عالية الكلس مع زيل أغنام 25 طن/هـ IV<sub>25</sub>) < (متوسطة الكلس مع

زيل أغنام 25 طن/هـ. III < (عالية الكلس مع زيل أغنام 50 طن/هـ. IV<sub>50</sub>) < (خفيفة الكلس II) < (غير كلسية I) < (متوسطة الكلس مع زيل أغنام 50 طن/هـ. III<sub>50</sub>) < (خفيفة الكلس مع زيل أغنام 25 طن/هـ. II<sub>25</sub>) < (غير كلسية مع زيل أغنام 25 طن/هـ. I<sub>25</sub>) < (خفيفة الكلس مع زيل أغنام 50 طن/هـ. II<sub>50</sub>) < (غير كلسية مع زيل أغنام 50 طن/هـ. I<sub>50</sub>). وربما يعود انخفاض كمية الفسفات المدمصة عموماً في معاملات الترب المضاف إليها زيل الأغنام إلى ارتباط الكالسيوم بالمجموعات الوظيفية للحموض الهيومية ومنعه من التفاعل مع الفسفور الأمر الذي زاد من كمية الفسفات الذائبة في الرشاحة (التركيز التوازني) وبالتالي أصبح الفرق بين الفسفات المضاف والفسفات التوازني أقل (أي كمية مدمصة أقل) وهذا ما يعطي الدور المهم للمواد الهيومية في تيسر الفسفور ومنعه من الترسيب في الترب الكلسية. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده كل من Porter و زملائه (1980)؛ Tan (1998).

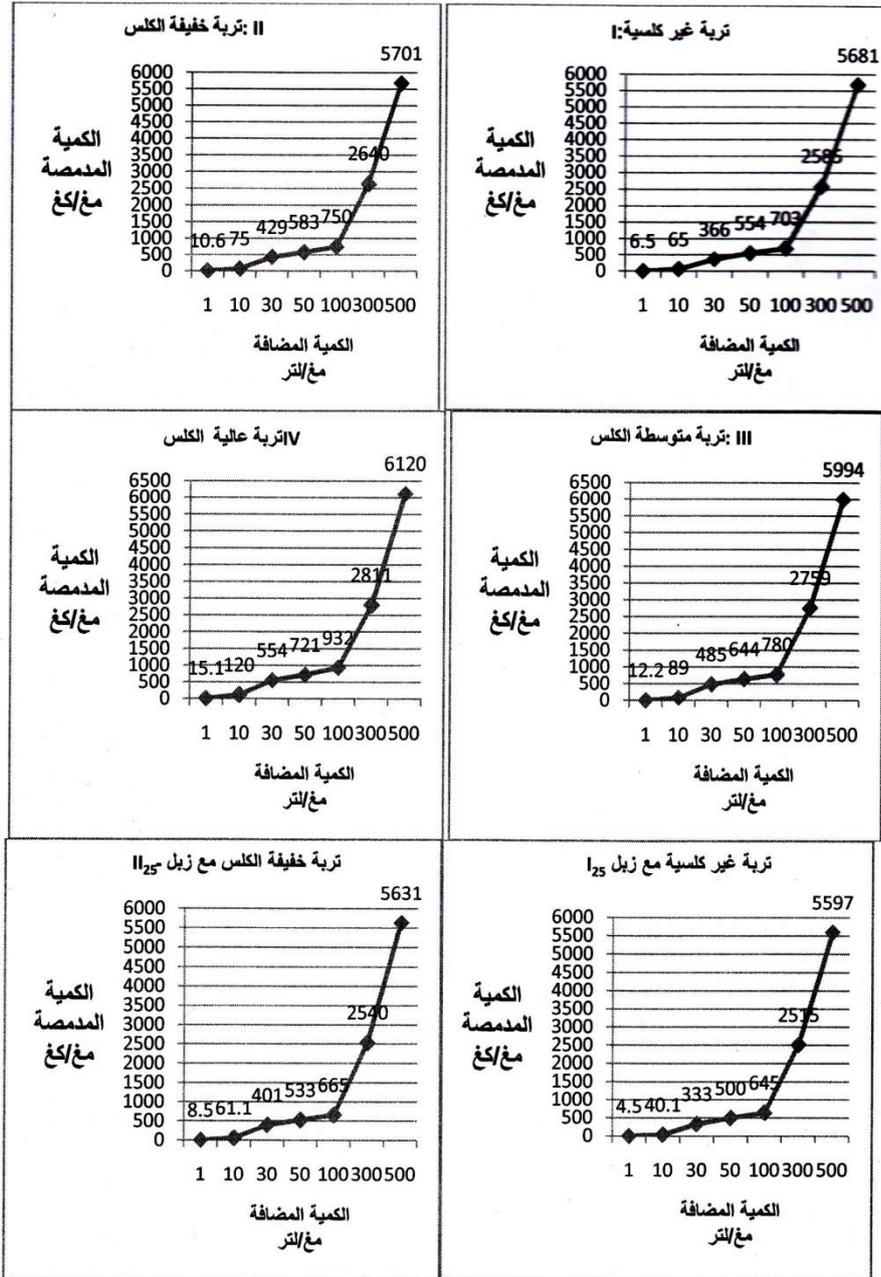
## 2- تحديد ثوابت لانغموير وفروندليش:

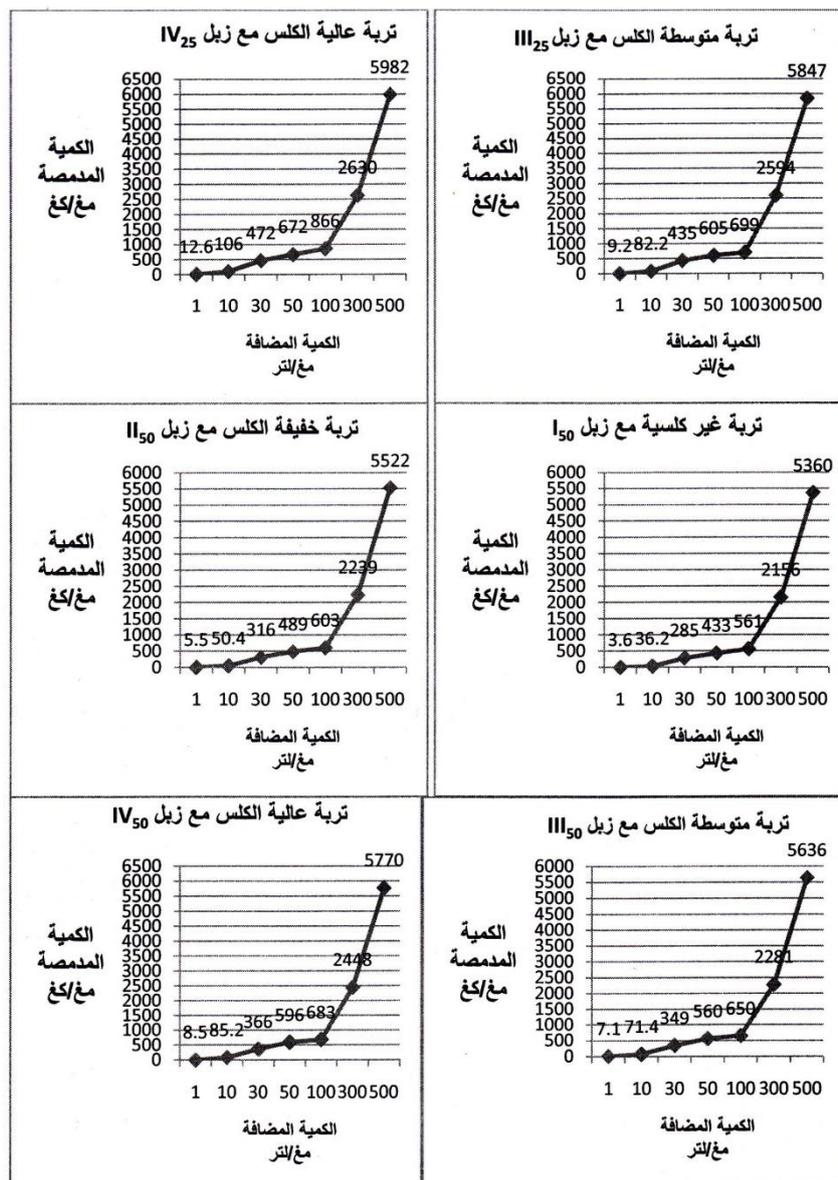
### أ- ثوابت لانغموير:

يبين الجدول (4) قيم ثوابت لانغموير لادمصاص الفسفات في المعاملات المختلفة، ويلاحظ من الجدول السابق تفوق معاملة التربة IV (عالية الكلس) معنوياً في ادمصاص (حجز) الفسفات حيث أعطت أعلى سعة ادمصاص عظمى  $bm$  بلغت 1250 مغ/كغ بينما كانت أخفض سعة ادمصاص في التربة I (غير الكلسية) (666) مغ/كغ. وربما يعود ذلك إلى ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في المعاملة IV مقارنة بالمعاملات الثلاث الأخرى ودور كربونات الكالسيوم في ادمصاص الفسفات وحجزه (تثبيته). وتتفق هذه النتائج مع ما أورده الحديدي (2009). كما يلاحظ من الجدول السابق زيادة قيم سعة ادمصاص العظمى  $bm$  في معاملات التربة التي لم يضيف إليها زيل الأغنام ابتداءً من التربة غير الكلسية باتجاه التربة ذات المحتوى الأعلى من الكلس. وكانت قيم  $K$  (طاقة ربط السطح) متناسبة عكسياً مع سعة ادمصاص العظمى وبلغت في كل من المعاملات I، II، III، و IV (0.07، 0.05، 0.03 و 0.02) لتر/كغ على التوالي، وتتفق هذه النتائج مع ما أورده العبيدي و قيع (2005).

أما بالنسبة للمعاملات التي أضيف إليها سماد زيل الأغنام بمعدل 25 طن/هـ، أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (4) انخفاضاً في سعة ادمصاص العظمى  $bm$  في المعاملات المضاف لها سماد زيل الأغنام مقارنة بمعاملات الترب التي لم يضيف لها سماد زيل الأغنام وبلغت في كل من المعاملات I<sub>25</sub>، II<sub>25</sub>، III<sub>25</sub> و IV<sub>25</sub> (450، 541، 625 و 714) مغ/كغ على التوالي وكانت قيم  $K$  متناسبة عكسياً مع سعة ادمصاص العظمى وبلغت في كل من I<sub>25</sub>، II<sub>25</sub>، III<sub>25</sub> و IV<sub>25</sub> (0.8، 0.2، 0.08 و 0.05) لتر/كغ وبالترتيب السابق ذاته، وربما يعود انخفاض سعة ادمصاص العظمى  $bm$  في المعاملات

المضاف لها زيل الأغانام إلى دوره في الحد من تثبيت وحجز الفوسفات عبر خفض الـpH نتيجة تحلله وتحرر CO<sub>2</sub> وتشكل حمض الكربون، إضافة لدور المجموعات الوظيفية كالكربوكسيل والهيدروكسيل في ربط الكالسيوم ومنعه من تفاعله مع الفوسفات مما يقلل من ادمصاصه وتثبيتته (Tan، 1998).





الشكل (1) - منحنيات ادمصاص الفوسفور في المعاملات المختلفة

أما بالنسبة للمعاملات التي أضيف إليها سماد زيل الأغنام بمعدل 50 طن/هـ، أظهرت النتائج انخفاضاً في سعة الامتصاص العظمى فيها مقارنة بمعاملات الترب غير المضاف إليها سماد زيل الأغنام وكذلك مقارنة بالمعاملات المضاف إليها 25 طن/هـ زيل أغنام، وبلغت في كل من المعاملات I<sub>50</sub>، II<sub>50</sub>، III<sub>50</sub> وIV<sub>50</sub> (416، 500، 560 و 625) مغ/كغ على التوالي. وربما يعود ذلك إلى أن إضافة المعدل الثاني من زيل الأغنام قد ساهم في زيادة نسبة المواد الهيومية ومجموعاتها الوظيفية مما زاد من ربطها للكالسيوم وقلل من تفاعل الكالسيوم مع الفسفات وبالتالي قلل من تثبيته. كما يظهر الجدول السابق قيم الـK للمعاملات المضاف إليها زيل الأغنام بمعدل 50 طن/هـ حيث بلغت في كل من المعاملات I<sub>50</sub>، II<sub>50</sub>، III<sub>50</sub> وIV<sub>50</sub> (1، 0.3، 0.14 و 0.08) لتر/كغ على التوالي. وقد تم الإشارة إلى دور السماد العضوي في الحد من امتصاص الفسفات وتثبيته في التربة من خلال CO<sub>2</sub> المنطلق وتشكل حمض الكربون نتيجة تحلله وكذلك لما يحتويه من مجموعات وظيفية (Porter وزملاؤه، 1980).

الجدول (4) - قيم ثوابت لانغميوروفرونديش لامتصاص الفسفات في المعاملات المختلفة

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

## ب- ثوابت فروندلش:

يبين الجدول (4) قيم ثوابت فروندلش لادمصاص الفسفات في المعاملات المختلفة، ويلاحظ من هذا الجدول زيادة عدد مواقع الامصاص (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 الكلسية والتي 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، III و IV وبالترتيب السابق. ويلاحظ أن العلاقة طردية بين  $a$  و  $n$ . وقد تم الإشارة إلى دور كربونات الكسيوم في ادمصاص وحجز الفسفات وتثبيتته (الحديدي، 2009)، فيما بلغت قيمة  $a$  في المعاملات التالية المضاف إليها زيل 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 زيل الأغنام في خفض مواقع ادمصاص (حجز) الفسفات مقارنة بالمعاملات السابقة للتربة التي لم يُضف لها هذا السماد، حيث يؤدي دوراً مهماً في تيسر الفسفور في التربة مما يزيد من تركيزه في محلول التربة وبالتالي يخفض معدل تثبيته أو ترسيبه (Ognar، 1980).

أما بالنسبة للمعاملات المضاف إليها زيل 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 و 12) على التوالي. كما بلغت قيم  $n$  في المعاملات السابقة (0.4، 0.5، 0.7 و 0.75) وبالترتيب السابق. ويلاحظ انخفاض هذه القيم مقارنة بمعاملات الترب التي لم يُضف لها زيل الأغنام خاصة في معاملة IV (عالية الكلس) حيث أعطت أعلى عدداً في مواقع الامصاص. وهنا يبرز دور سماد زيل الأغنام في زيادة تركيز الفسفور المتاح وهذا ما تم ملاحظته من خلال زيادة تركيزه في المحلول (الرشاحة) وانخفاض المدمص في المعاملات التي أُضيف 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 لزيل الأغنام على إتاحة الفسفور في التربة والحد من تثبيته خاصة في الترب عالية الكلس، وظهر ذلك جلياً من خلال زيادة الفسفور المتاح في معاملات الترب المضاف إليها هذا السماد مقارنة بمثيلاتها التي لم يضيف لها زيل الأغنام. ونظراً لتثبيت الفسفات 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 الفسفاتي مما يجعل لهذه الحالة مؤشرات ومدلولات اقتصادية من الوجهة الزراعية.

## المراجع

- الحافظ، منال و حسن حبيب و أكرم البلخي. 2013. تأثير زمن إضافة الفسفور وعمقه في إتاحتته في تربة كلسية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 29(2):169-180.
- الرحيلي، خالد. 2007. تأثير إضافة الأسمدة العضوية على تيسر الفسفور في الترب الحبيرية، 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 للفسفور المضاف بصورة سوبر فوسفات ثلاثي أو فرشة الأغنام، مجله باسل الاسد لعلوم الهندسة الزراعية، 3: 37-48.
- الحديدي، عبد القادر. 2009. امتزاز الفسفور في ترب كلسية مختلفة الصفات. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. المجلد 9(2): 1-8.
- الحمداني، رائدة اسماعيل. 2008. استخدام الراتنجات في دراسة جاهزية الفسفور لمحصول الذرة الصفراء في تربة كلسية من شمال العراق، مجلة زراعة الرافدين، المجلد 36(2): 33-43.
- العبيدي، محمد علي وعامرة قبع. 2005. امتزاز الفوسفات 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. Egypt.
- 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 characterizing 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 druzka. 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