# سلوك الفوسفات في التربة بإضافة مستويات من $K_2HPO_4$

**محمد رضا عبد الأمير عبود**

كلية الزراعة– جامعة بابل

## الخلاصة

تم إجراء تجربة مختبرية لدراسة تأثير أضافة مستويات من الفسفور على هيئة $K_2HPO_4$(60,45,30,0)مايكروغرام –غم$^{-1}$ تربة في تربة ضمن تحت رتبة(psamnent)على قابلية ذوبان الفسفور وتحوله الى صيغ اخرى بعد تحضين التربة لفترة3و6 أسابيع على درجة حرارة 25°م ورطوبة عند السعة الحقلية.

أشارت النتائج ان فترة التحضين غير كافية لتحول الفسفور المضاف إلى مركبات متدنية الذوبان كالـ (HA)حتى عند الإضافات المنخفضة من الفسفور وان الطور السائد عند إضافة الفسفور على هيئة $K_2HPO_4$هو (TCP)عند نهاية فترة التحضين.

## Abstract

Laboratory experiment was carried out to study the effect of $K_2HPO_4$ application levels (0,30,45,60) $\mu g^{-1}$ p $g^{-1}$soil in psamnent suborder soil on solubility and transformation of phosphorus after 3 and 6 weeks incubatation at 25ºC and F.C.moisture.

The results indicated that soil incubation periods were not enough to transfer the phosphorus to lowest soluble compounds such as (HA)even at low level application. The TCP phase was the predominant product at the end of the incubation period when phosphorus added as $KH_2PO_4$.

## المقدمة

للفسفور أهمية خاصة لكونه من العناصر الرئيسية الثلاثة للنبات (K,P,N)وقلة جاهزيته في الترب الكلسية خصوصا، بسبب ميكانيكيتي الامتزاز والترسيب(Wiklander.(1964);علي(1997)).تعتبر تفاعلات الترسيب من أهم التفاعلات المسؤولة عن حجز الفوسفات في التربة كما أشار الى ذلك السلفاني(1993).

يتعرض الفسفور الى سلسلة من التفاعلات مؤديا الى تكوين مركبات غير ذائبة ابتداءا بالـ Ortho –phosphate (OP) منتهية بالـ Hydroxy apatite (HA)(عواد 1968).لقد أوضح Lindsay and Tayler(1960)ان المحلول الحاوي على الفوسفات يتفاعل مع دقائق التربة الملامسة له ويرافقها ترسب مركبات فوسفاتية متنوعة تعتمد على تركيب السماد والتربة.بصورة عامة تعد النواتج المترسبة بسرعة أكثر جاهزية للنبات كالـDCP($CaHPO_4.2H_2O$)وتحدث تحولات متعاقبة لهذه المركبات يكون أكثر ثباتية في بيئة التربة وينطلق فوسفورها بصورة بطيئة جدا ومثالها الـ HA($Ca_{10}(PO_4)_8(OH)_2$) والFA($Ca_{10}(Po_4)_6F$) وان هذه التحولات هي التي تحدد كفاءة الأسمدة و جاهزيتها.

لقد أهتم العديد من الباحثين في ذوبانية المركبات الفوسفاتية,حيث أوضحت نتائج دراسة Awad(1985)في تربتين أحدهما رسوبية والاخرى صحراوية بأن زيادة مستوى الفوسفات المضافة أدت الى زيادة طور الDCP كأحد الاطوار المتحكمة بذوبانية الفوسفات في تربتي الدراسة ثم تحولت الى طور OCP ($Ca_5H_2(Po_4)_6.5H_2O$)كما ان احتمال تكون طور الـ HA ضعيف تحت ظروف التجربة.أشار القيسي وسليم (1989)بأن زيادة نسبة الكالسيوم الى المغنسيوم في محلول التربة تسرع من تحول الفوسفات المضافة الى طور الOCP وتقلل من جاهزية الفسفور في التربة,في حين بينت نتائج دراسة Al_Khateeb, *et al* (1986) ان حوالي 45% من الفسفور المضاف للتربة الكلسية يثبت بعد حوالي نصف ساعة من إضافته أما Awad(1978) فقد بين بأن قيم الفسفور الذائب انخفضت الى حوالي النصف خلال مدة حضن 60 ساعة باستخدام مدخل الحركيات الكيميائية .

يتأثر ذوبان الفسفور ومركباته وتحولاته بعدة عوامل منها الرطوبة حيث ان انخفاض الرطوبة يزيد من تثبيت الفسفور ( Indiatietal 2002) وان سلوك الفسفور في التربة يتأثر بشكل كبير بالمادة العضوية كما أشار لذلك Saleque, *et al*(2004) وان هنالك علاقة عكسية معنوية بين ذوبان المركبات الفوسفاتية و ph كما وجدها (Ae, *et al* 1991) في حين أشار Yosef, *et al* (1988) الى انخفاض الذوبانية للفوسفات بزيادة الملوحة والكالسيوم .

يهدف البحث الحالي دراسة تحولات السماد الفوسفاتي $K_2HPO_4$ بمستويات مختلفة وفي مستوى رطوبي عند السعة الحقلية باستعمال مخططات الإذابة للتعرف على الأطوار السائدة والمتحكمة بذوبانية الفسفور في هذه التربة .

## المواد وطرائق العمل

أجريت تجربة حضن مختبرية باستعمال أربع مستويات من سماد $K_2HPO_4$ (0,30, 45,60) مايكروغرامp غم$^{-1}$ تربة ونسجة التربة رملية مزيجية وذات سعة تبادل للايونات الموجبة 2 سنتيمول كغم$^{-1}$.

تم تحضين 250 غم تربة مع مستويات الأسمدة أعلاه وبثلاثة مكررات في حاويات زجاجية مغطاة بأغطية مثقبة للسماح بتبادل الهواء ووضعت في حاضنة عند درجة 25°م وتم المحافظة على رطوبتها عند السعة الحقلية (18% وزنا) ولفترتي التحضين 3و6 اسابيع . بعد انتهاء فترة الحضن تم حساب ذوبانية الفسفور في معلق 10:1 من 0.01 مولار $CaCl_2$ حسب طريقة Asyling (1954) حيث قدر الفسفور بجهاز المطياف الضوئي باستخدام مولبيدات الفناديوم وحامض الهيدروكلوريك حسب ما جاء في راهي وآخرون (1991) وعلى طول موجي 470 نانوميتر . قيس التوصيل الكهربائي ودرجة التفاعل بجهاز من نوع ELE، وقدر الكالسيوم والمغنيسيوم بالتسحيح مع الفرسنيت حسب Hesse (1972) والكبريتات الذائبة بالترسيب باستخدام كلوريد الباريوم (راهي وآخرون 1991)

تم رسم مخططات الاذابة للمركبات الفوسفاتية التي تربط العلاقة بين جهد الفسفور ( $_2PO_4^+$1/2PCa H) وجهد الكلس (pH-1/2PCa) بالاستعانة بالمعادلات التالية Lindsay (1979) (1968 )NBCوذلك لتحديد الصيغ المختلفة للفسفور وتحولاته في التربة:

(pH-1/2PCa)- (p$H_2PO_4$+1/2PCa ) =0.66 ……1

5(pH-1/2PCa)-3(p$H_2PO_4$+1/2PCa)=11.76……2

4(pH-1/2PCa)-2(p$H_2PO_4$+1/2PCa)=10.18……..3

7(pH-1/2PCa)-3(p$H_2PO_4$+1/2PCa)=14.46…….....4

استخدمت فعاليه ايونات Caو$H_2PO_4$ لحساب جهد الفسفور وجهد الكلس بتحويل التراكيز الى فعاليه . تم حساب معامل الفعالين (fi) حسب معادله ديباي هيكل (log fi=0.509 Z 2 √I /(1+0.329ai√I) والقوة الأيونية(I) حسب معادلة Griffin and Jurinak (1973) , (I = 0.013 EC) واستخدم البرنامج الوارد من قبلAdams (1971) للتصحيح للأيون المزدوج .اما الفسفور الكلي (PT)ومجموع ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم($MT^{+2}$) والكبريتات الكلية ($SO_4T$) فحسبت من المعادلات التالية:

$PT=[H2PO_4]+[HPO_4]+(CaH_2PO_4)+(CaHPO_4^\circ)$

$MT^{+2}=[M^{+2}]+[MSO_4^\circ]+(MHPO_4^\circ)+(MH2PO_4)$

$SO_4T=[SO_4^{-2}]+ [MSO_4^\circ] + \ldots\ldots$

ولتحديد المركبات المتحكمة بذوبانية الفسفور تم إسقاط القيم المتحصل عليها من الدراسة على مخططات الذوبانية أعلاه.

## النتائج والمناقشة

تشير النتائج في جدول (1) أن هنالك زيادة في تركيز الفسفور بنسبة 254.8% في المستوى 60 مقارنة بالمستوى 0 مايكروغرام Pغم$^{-1}$تربة بعد مرور ثلاثة أسابيع من التحضين بينما لم نلاحظ أي زيادة تذكر ولكافة المستويات من السماد في تركيز الفسفور بعد 6 أسابيع من التحضين مما يدل على حصول ترسيب عالي للفسفور بمرور الزمن (جدول 2) . وهذا يتفق مع الجنابي (2004).

أن قيم التوصيل الكهربائي هي عالية نسبيا(>3 ديسيسيمز م$^{-1}$) مما يعكس تأثير تركيز محلول الاستخلاص(0.01مولار $CaCl_2$) . أما قيم درجة التفاعل للفترة المذكورة آعلاه فهي قريبة من التعادل بتأثير محلول الاستخلاص المتعادل مما يقلل من تأثير الـ pH على ذوبانية الفسفور اذ أشار Ae, *et al* (1991)إلى زيادة ذوبان الفسفور بأنخفاض الـ pH.

**جدول (1)**

**تأثير مستويات الفسفور على قيم التوصيل الكهربائي ودرجة تفاعل التربة وتراكيز الايونات الموجبة والسالبة في مستخلص التربة 1 : 10 ( 0.01 مولر $CaCl_2$ ) وبعد مرور ثلاثة اسابيع من التحضين.**

| المعاملة الفوسفاتية جزء المليون | التوصيل الكهربائي | درجة التفاعل | التركيز | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | مول / لتر * $10^{-3}$ | | | | | مول / لتر $10^{-6}$ |
| | | | $Ca^{+2}$ | $Mg^{+2}$ | $HCO_3$ | $CL^-$ | $SO_4^{2-}$ | P |
| P | ds/m | التربة | | | | | | |
| 0 | 3.01 | 7.25 | 10.70 | 3.00 | 0.25 | 18 | 4.5 | 12.70 |
| 30 | 3.25 | 7.00 | 7.75 | 8.45 | 0.32 | 18 | 4.3 | 21.70 |
| 45 | 3.22 | 7.10 | 8.85 | 5.75 | 0.30 | 18 | 4.1 | 35.08 |
| 60 | 3.01 | 7.05 | 13.50 | 6.95 | 0.28 | 17 | 4.3 | 45.06 |

جدول ( 2 )

تأثير مستويات الفسفور على قيم التوصيل الكهربائي ودرجة تفاعل التربة وتراكيز الايونات الموجبة والسالبة في مستخلص التربة 1 : 10 ( 0.01 مولر $CaCl_2$ ) وبعد مرور ستة اسابيع من التحضين.

| المعاملة الفوسفاتية جزء المليون | التوصيل الكهربائي | درجة التفاعل | التركيز | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | مول / لتر * $10^{-3}$ | | | | مول / لتر $10^{-6}$ | |
| P | ds/m | التربة | $Ca^{+2}$ | $Mg^{+2}$ | $HCO_3$ | $CL^-$ | $SO_4^{2-}$ | P |
| 0 | 3.26 | 7.25 | 2.475 | 0.680 | 0.175 | 21 | 5.225 | 11.2 |
| 30 | 3.16 | 7.20 | 1.875 | 0.650 | 0.175 | 21 | 7.475 | 11.2 |
| 45 | 3.19 | 7.25 | 1.750 | 0.525 | 0.125 | 21 | 3.350 | 11.2 |
| 60 | 3.21 | 7.25 | 1.875 | 0.525 | 0.200 | 21 | 3.200 | 11.1 |

تم حساب قيم الجهد الكلسي والجهد الفوسفاتي (جدول4,3)من تحويل قيم تراكيز الـ $H_2PO_4$,$SO_4$,Ca, في الجدولين 2,1 الى قيم فعالية , تم إسقاط هذه القيم على مخططات الإذابة للمعاملات المختلفة بعد مرور 3و6أسابيع كما موضح في الشكلين 1و2على التوالي .

يتضح من الشكل (1) أن المستويات الواطئة من الفسفور المضاف (0-30مايكروغرامPغم$^{-1}$تربة) عكست قيم ذوبانية هي دون الإشباع من مركب TCP مما يشير الى احتمال تواجد مركب فوسفاتي ذو ذوبانية مقاربة لل TCP ليكون هو المتحكم بفعالية الفسفور في محلول التربة عند هذه التراكيز .أما موقع الإذابة للإضافات العالية من الفسفور (45-60 مايكروغرام Pغم$^{-1}$ تربة) فهو أقرب للـ OCP مما يؤكد ثبات هذا الطور عند إضافة الفسفور بتراكيز عالية وأدى الى تأخر تحوله إلى TCP. ويكون OCP حالة طورية متحولة عند عدم توفر الفوسفات بكميات مناسبة وهذا ما أشار إليه Brown, et al (1962) .بعد ستة أسابيع من التحضين وكما يلاحظ من الشكل (2) فان موقع القيم ولكافة المستويات هي قريبة من طور الTCP مما يدل على ان الفوسفات المضافة بشكل $K_2HPO_4$ تحول الى مركبات فوسفاتية أقل ذوبانية بغض النظر عن مستوى الاضافة بعد هذه الفترة .

يستنتج مما تقدم ان المعدل الزمني لتحول الفوسفات المضافة بصيغة $K_2HPO_4$ الى فوسفات اقل ذوبانية (TCP) كان أسرع نسبيا عند الإضافات الفوسفاتية الواطئة مقارنة بالإضافات العالية وأن طور الـOCP هو حالة متحولة لا يلبث ان ينتقل الى طور TCP بمرور الزمن وهذا يتفق مع Larsen and (1970) Widdowsenحيث أشار الى ان طور الـ TCPهو الطور الناتج من إضافة الأسمدة الفوسفاتية في الترب الكلسية ولم يحدث تحول الى الـHAوهذا ما أكدته دراسة الجنابي(2004) في الترب العراقية وكما هو الحال في الدراسة الحالية.

جدول ( 3 )

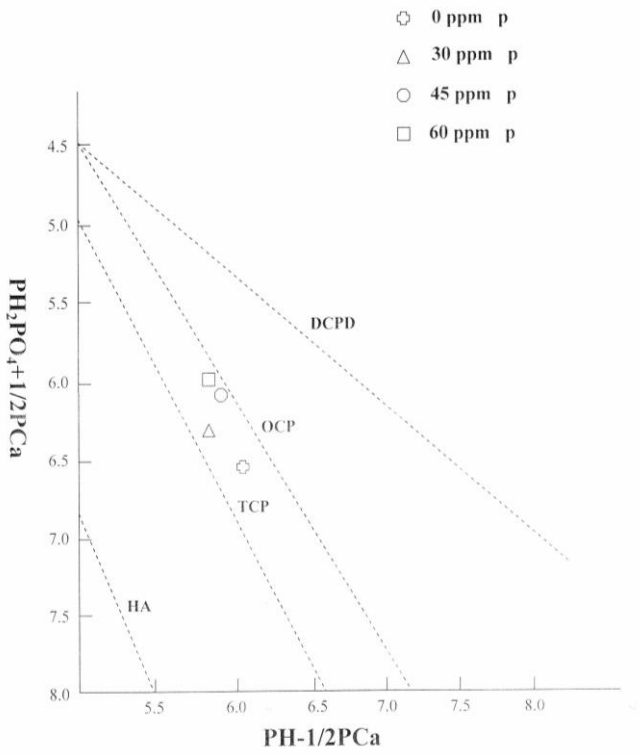
تأثير مستويات الفسفور المضاف على قيم الفعالية لايونات $SO_4^{-2}$ ، $H_2PO_4^-$ ، $Ca^{+2}$ ، وقيم جهد الكلس والفوسفات بعد مرور ثلاثة اسابيع من التحضير .

| المعاملة الفوسفاتية | الفعالية | | | جهد الكلس | جهد الفوسفات |
|---|---|---|---|---|---|
| | مول / لتر $10^{-3}$ | | مول / لتر $10^{-6}$ | | |
| جزء بالمليون | $Ca^{+2}$ | $SO_4^{-2}$ | $H_2PO_4^-$ | PH-1/2pCa | $PH_2PO_4$+1/2pCa |
| 0 | 4.48 | 1.34 | 3.63 | 6.09 | 6.59 |
| 30 | 3.54 | 1.25 | 8.55 | 5.77 | 6.29 |
| 45 | 3.93 | 1.25 | 12.20 | 5.89 | 6.12 |
| 60 | 3.35 | 1.31 | 17.06 | 5.80 | 6.01 |

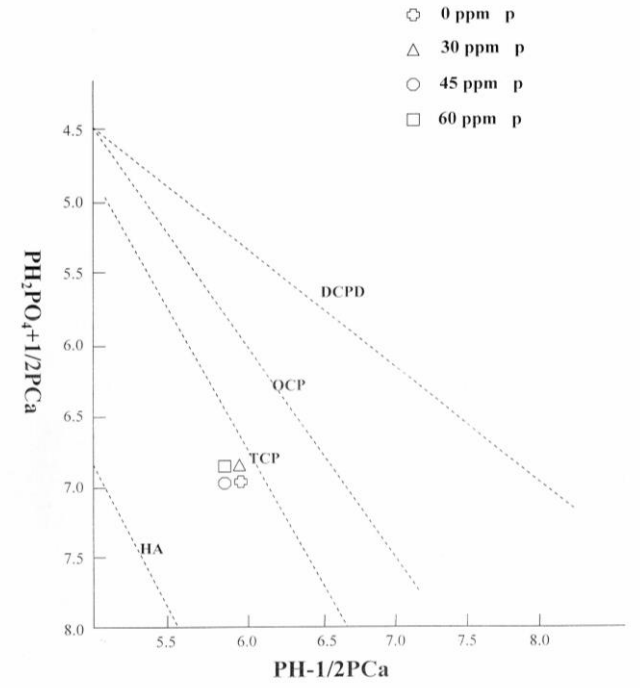
جدول ( 4 )

تأثير مستويات الفسفور المضاف على قيم الفعالية لايونات $SO_4^{-2}$ ، $H_2PO_4^-$ ، $Ca^{+2}$ ، وقيم جهد الكلس والفوسفات بعد مرور ستة اسابيع من التحضير .

| المعاملة الفوسفاتية | الفعالية | | | جهد الكلس | جهد الفوسفات |
|---|---|---|---|---|---|
| | مول / لتر $10^{-3}$ | | مول / لتر $10^{-6}$ | | |
| جزء بالمليون | $Ca^{+2}$ | $SO_4^{-2}$ | $H_2PO_4^-$ | PH-1/2pCa | $PH_2PO_4$+1/2pCa |
| 0 | 4.48 | 1.34 | 3.63 | 6.09 | 6.59 |
| 30 | 3.54 | 1.25 | 8.55 | 5.77 | 6.29 |
| 45 | 3.93 | 1.25 | 12.20 | 5.89 | 6.12 |
| 60 | 3.35 | 1.31 | 17.06 | 5.80 | 6.01 |




شكل (1) موقع قيم الاذابة للمستويات المختلفة من الفسفور بعد 3 اسابيع من التحضين




شكل (2) موقع قيم الاذابة للمستويات المختلفة من الفسفور بعد 6 اسابيع من التحضين

## المصادر


الجنابي, ايمان عبدا لمهدي؛الزبيدي. احمد حيدر و موفق سعيد نعوم.2004 . دراسة حجز الفوسفات من مصادر سمادية مختلفة في تربة كلسية. مجلة العلوم الزراعية العراقية –35 (3):7-12.

السليفاني، سعيد اسماعيل.1993.دراسة السلوك الفيزوكيميائي لسمادي الاورثو فوسفات والبايروفوسفات. أطروحة دكتوراه– كلية الزراعة–جامعة بغداد .

القيسي, شفيق جلاب و سليم, هاني بهنام. 1989. تأثير تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم في محلول التربة على تحولات و جاهزية الفسفور في التربة.مجلة العلوم الزراعية–كلية الزراعة–جامعة بغداد.

راهي, حمدالله سليمان .خضير , اسماعيل ابراهيم والعبيدي, محمد علي جمال.1991. التحليل الكيميائي للتربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي – جامعة صلاح الدين . مطابع دار الحكمة .

علي, نور الدين شوقي.1997. العلاقات المتداخلة بين حركيات الفسفور في التربة والفسفور الممتص من قبل النبات. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة– جامعة بغداد.

عواد, كاظم مشحوت.1986.الأسمدة وخصوبة التربة . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي – مطبعة جامعة البصرة.

Adams,F.1971.Ionic concentration and activities in soil solution- Soil Sci.Soc. Am. Proc. 1:23

Ae, N;J. Arihavq and R.Okad.1991.phosphorus response of chickpea and evaluation of phosphorus availability in Indian alfisols and vertisol-ICRISAT-Patancheru,A-502324,India.

Al- Khateeb, I.K.; M.J. Raihan and S.R Asker.1986. Phase equilibria and kinetics of orthophosphate in some Iraqi soil. Soil Sci.Soc Am.J.141:31-34-

Aslyng ,H .C . 1954 .The lime and phosphate potential in soil . Royal veterinary and agricultural college , Denmark , Year book .

Awad,K.M.1978 Diamonium phosphate imobolization in calcareous soils as compared to mono calcium phosphate. Msc-Thesis, Unv. Of Alexandrea.

Awad.K.M.1985.Reaction of applied concentration superphosphate fertilizer in calcareous soils-J.AWRR.4(1):39-52.

Black, C.A (ed.).1982.Methods of soil analysis .part.2.Amer.Soc.Agric.Inc.Pub- Madision, Wisconson, USA.

Brown,W-E,J-P-Smith; J-R-lehr and A.M. Erazier.1962.Crystallo graphic and chemical relations between OCP and HA.Nature.96:1050-1055.

Griffin,R.A. and J.Jurinak ,1973,Estimation of activity coefficient from the electrical conductivity of natural aquatic systems and soil extracts. Soil Sci.Vol.116,No.11.

Hesse,P.R.1972. Atext book of soil chemical analysis. Chemical Pub. Co. Inc. New York.

Indiati,R.; U. Neri; M. Magyer and P.Csatho.2002.Effect of time, fertilizer phosphorus sources and fertilization systems on phosphorus extractability of two soils from Hungary. Taylor and Francis.33:545-560.

Larsen,S.and A.E.Widdowsen.1970.Evidence of DCP precipitation in calcareous Soil.J.Soil Sci-21:364-367.

Lindsay, W.L.1979.Chemical equilibrea in Soil.Soil Sci.Soc.Am. proc.22:29-32

Lindsay, W.L. and A.W Taylor.1960. phosphate reaction products in soil and their avalialility to plants.int.Congr.soil Sci. Trans.7th 3:580-586.

NBC/Nationa Buerau of standards. 1968.D.D.Wagman(ed.).selected values of chemical thermodynamic properties.

Saleque, M.A.;U-A-Naher; A-Islam;A.B.pathon; A.T.Hossain and C.AMeisuer.2004. inorganic and organic phosphorus fertilizer effect on the phosphorus fractionation in wetland rice soils. Soil Sci.Soc.Am.J.68:1635-1644-

Wiklander,L.1964 Cation and anion exchange phenomena.In. chemistry of the soil–F-E-Bear(ed.).Reinhold.NewYork,ch.4.

Yosef,B.K.U.;R.Rosenbery and S.Spsito.1988. Phosphorous adsorption by Kaolinite and montmorillonite.I.Effect of time ionic strength and pH. Soil Sci.Soc.Am.J.52:1580-1582.