

## طبيعة الفوسفور الأصلي ومصير الفوسفور المضاف في تربتين تختلفان في محتوى الطين وكربونات الكالسيوم

يوسف حمد عبدالله، يوسف القرشي الماحي، فوزي محمد الدومي(\*)

### الملخص

تمت دراسة معملية لطبيعة الفوسفور الأصلي ومصير الفوسفور المضاف في تربتين تختلفان في محتوى الطين وكربونات الكالسيوم وتقعان بمنطقة الخضراء على بعد 30 كليومتراً جنوب شرق مدينة بنغازي. ولقد تمت دراسة مصير أسمدة فوسفات أحادي الكالسيوم وفوسفات أحادي الأمونيوم وفوسفات ثنائي الأمونيوم المضافة بمعدلات 30 و 90 و 200 ميكروجرام (P) / جرام للتربتين بعد تحضينهما لفترات مختلفة استمرت يوماً. ولقد اتضح من نتائج ذوبانية الفوسفور أن الفوسفور الأصلي والمضاف يختزان أساساً بالتربتين في صورة فوسفات الكالسيوم وأن كفاءة الأسمدة الفوسفاتية كانت متقاربة ولكن سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم كان عموماً أفضلها من حيث تيسر الفوسفور. كما أوضحت الدراسة ارتباط الفوسفور الميسر بمحتوى كربونات الكالسيوم وعدم ارتباطه بمحتوى الطين وأكاسيد الحديد بالتربتين. والجدير بالذكر أن قدرأ لا يستهان به من الفوسفور المضاف تم اختزانه في صورة فوسفور عضوي أثناء التحضين.

### المقدمة:

تتأثر تفاعلات الفوسفور في التربة بعوامل عديدة من بينها محتواها من كربونات الكالسيوم (Holford and Mattingly, 1975) والطين (El-Mahi and

(\*) محاضر مساعد، وأستاذان مشاركان، على التوالي، جامعة عمر المختار، البيضاء.

(Mustafa, 1980). كما اتضح أن أكاسيد الحديد كانت أكثر أهمية في تثبيت الفوسفور مقارنة بكاربونات الكالسيوم في بعض ترب حوض البحر الأبيض المتوسط (Borrero et al., 1988; Rayan et al., 1985; Amer et al., 1991).

ولقد عرفت فوسفات الأمونيوم وفوسفات الكالسيوم، اللتان يستعملهما المزارعون بالجماهيرية الليبية كمصادر للفوسفور، بالتفاعل السريع في الترب القاعدية والجيرية، وبالترسب في صورة مركبات ذات ذوبانية منخفضة (Lindsay et al., 1972). كما لاحظ (Hingston et al., 1974) أن أيونات الفوسفات يتم ربطها بقوة في صورة غير عكوسة عند مستويات الإضافة المنخفضة وبصورة عكوسة عند المعدلات العالية.

وعليه سوف تتم في هذا البحث دراسة طبيعة الفوسفور الأصلي وتفاعلات الفوسفور المضاف في تربتين تمثلان ترب منطقة الخضراء بجنوب غرب مدينة بنغازي وذلك لإلقاء الضوء على نوع السماد الفوسفاتي وكميته التي يلزم إضافتها لهذه الترب عند استغلالها مستقبلاً بمياه النهر الصناعي العظيم لتحقيق إنتاجية مثلى. ومما يجدر ذكره أن هذه الترب في حاجة إلى التسميد بالفوسفات حسب ما ورد في تقرير مسحها وتصنيفها (إدارة استثمار المياه، مشروع النهر الصناعي العظيم، 1989). وربما يكون التباين الكبير في مقدار الفوسفور الميسر بها الوارد في ذلك التقرير مرتبطاً بتفاوت محتوياتها من الطين وكربونات الكالسيوم، وعليه عنيت هذه الدراسة بربط تيسر الفوسفور في التربة ببعض صفاتها الهامة.

#### المواد وطرق البحث:

تقع منطقة الخضراء بين خطي  $20^{\circ}16'$  و  $20^{\circ}26'$  شرقاً وخطي عرض  $31^{\circ}40'$  و  $31^{\circ}56'$  شمالاً، وهي ضمن الأراضي المرشحة لاستثمار مياه النهر الصناعي العظيم. ولقد تم اختيار موقعين في تلك المنطقة، صنفت التربة في الموقع الأول (تربة 1) على

مستوى المجموعة الكبرى بترب المناطق الجافة وشبه الجافة - ذات الأفق الطيني - قديمة التكوين (Paleargids)، بينما صنفت التربة في الموقع الثاني (تربة 2) على مستوى المجموعة الكبرى بترب المناطق الجافة وشبه الجافة ذات الأفق الطيني السوداني (Natrargids). ويشكل الحجر الدولوميتي والحجر الجيري البطروخي وطبقات قليلة من المارل مادة الأصل لهاتين الترتبتين (تقرير إدارة استثمار المياه، مشروع النهر الصناعي العظيم، 1989).

ولتحقيق أهداف البحث أخذت عدة عينات تربة من الطبقة السطحية 0 - 30 سم لقطاعات التربة الممثلة لكل من الترتبتين، حيث جمعت العينات من كل تربة في عينة مركبة واحدة، جففت ونخلت في منخل 2 مم قبل إجراء التحاليل عليها. ولقد تم تحديد القوام بطريقة الهيدرومتر. كما حددت النسبة المئوية للرطوبة، والسعة الحقلية، والرقم الهيدروجيني، وكربونات الكالسيوم، والمادة العضوية، والسعة التبادلية الكاتيونية والتوصيل الكهربائي، والأيونات الذائبة حسب الطرق التي أوردتها (Black et al., 1965). أما أكاسيد الحديد الحرة والفوسفور الكلي والعضوي فقد تم تقديرهما حسب طريقة (Hesse, 1971)، والفوسفور الميسر حسب طريقة (Olsen et al., 1954)، والذائب حسب طريقة (Watanabe and Olsen, 1965). ويبين الجدول 1 بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهاتين الترتبتين.

تمت دراسة تفاعلات الأسمدة في الترتبتين بوضع 70 جراماً من التربة الجافة هوائياً في علب بلاستيك وذلك بعد إضافة صور كيميائية نقية لأسمدة فوسفات أحادي الأمونيوم (MAP)، وفوسفات ثنائي الأمونيوم (DAP)، وفوسفات أحادي الكالسيوم (MCP) على انفراد وبمعدلات 30، 90 و 200 ميكروجرام (P) / جرام تربة في صورة مسحوق خلط جيداً مع التربة، وكررت كل معاملة 3 مرات. وتم بعد ذلك مباشرة إرواء التربة بالماء لتصل رطوبتها إلى السعة الحقلية، ثم حضنت العينات عند درجة حرارة

$30 \pm 1^\circ$  م لفترات مختلفة استمرت 65 يوماً. وفي تلك الأثناء تم التجفيف والترطيب وتقدير بعض الخصائص في العينات المحضنة بعد كل 7، 21، 36، 51 و 65 يوماً من التحضين. ولقد تم تقدير الفوسفور العضوي وتجزئة الفوسفور غير العضوي إلى فوسفور سهل الاستخلاص (Saloid)، وفوسفات الأمونيوم. وفوسفات الحديد، والفوسفات المغلفة، وفوسفات الكالسيوم، وذلك حسب طريقة شانق وجاكسون المعدلة التي فصلها (Hesse, 1971).

### النتائج والمناقشة:

يبين الشكل 1 والشكل 2 التغير الذي حدث في ذوبانية مركبات الفوسفور بعد 7 أيام و 65 يوماً من الإضافة (الدورة الأولى والتاسعة، على التوالي). ولرسم هذين الشكلين قدر معامل النشاط لأيوني الكالسيوم والفوسفات باستخدام معادلة دافيز (Davis) كما حضرت منحنيات الذوبانية باستخدام العلاقات الرياضية التي استنبطها (Lindsay and Velk, 1977) لوصف تفاعلات التآين وثوابت الاتزان لكل من فوسفات الكالسيوم المحتوية على جزيئي ماء (DCPD) ومركبات فوسفات ثماني الكالسيوم (OCP) وفوسفات ثلاثي الكالسيوم (TCP) والأباتيت الهيدروكسي (HA). ويتضح من النتائج (شكل 1 وشكل 2) أن إضافة أي واحد من الأسمدة الثلاثة وخاصة في التركيزين المنخفضين (30 و 90 ميكروجرام P/جرام تربة) نتج عنه ترسب الفوسفور عند نهاية الدورة التاسعة إلى مركبات تقل ذوبانيتها عن (OCP) وتزيد عن ذوبانية (TCP). وهذه النتائج تتفق مع ما وجدته (Weir and Soper, 1963) بترسب جيرية. ومما يجدر ذكره، أن ذوبانية الفوسفور الأصلي بالتربتين كانت محكمة بمركب تقل ذوبانيته عن (TCP) وتزيد عن ذوبانية (HA) كما هو موضح في الشكلين 1 و 2. كما يتضح من الجدول (2) أن حوالي 70 - 90% من الفوسفور المعدني الأصلي كان موجوداً في صورة فوسفات الكالسيوم مما يعزز القول بأهمية فوسفات

الكالسيوم في التحكم في كيمياء الفوسفور الأصلي بهاتين الترتبتين. كما أن قدرأ لا يستهان به من الفوسفور الأصلي وجد في الصورة العضوية (جدول 2) على الرغم من انخفاض محتوى المادة العضوية (جدول 1).

وبما أن مستوى الفوسفور المعدني الكلي للتربتين لا يزيد كثيراً عن 100 جزء في المليون فإن ذلك يعتبر مخزوناً قليلاً نسبياً ويمكن استنزافه سريعاً بوساطة محاصيل مروية عالية الغلة. كما أن الفوسفور الميسر بالتربتين كان قليلاً (جدول 1) ومن هنا كانت أهمية دراسة التسميد الفوسفاتي لهذه الترب. ويتضح من الجدول 3 أن حوالي 60 - 80 و 80 - 90% من الفوسفور المضاف قد تم مسكه في صورة فوسفات الكالسيوم في التربة 1 والتربة 2، على التوالي، مما يعزز النتائج الموضحة في الشكلين 1 و 2 والتي تشير إلى أهمية فوسفات الكالسيوم في التحكم في ذوبانية المركبات الفوسفاتية بتلك الترب. بينما يبدو أن أكاسيد الحديد والألومنيوم كانت قليلة الأهمية فيما يختص باختزان الفوسفور المضاف (جدول 3). ويحتمل أن ترتبط زيادة المخزون من الفوسفور في صورة فوسفات الكالسيوم في التربة 2 بارتفاع محتوى كربونات الكالسيوم في هذه التربة. كما قد ترتبط الزيادة الواضحة في فوسفات الكالسيوم بالتربتين عند إضافة سماد (MCP) (جدول 3) بتوافر أيونات الكالسيوم الذائبة من ذلك السماد التي قد تساعد في ترسيب الفوسفات المضاف.

ويشير الجدول 4 أن حوالي 20% من الفوسفور الممسوك من أسمدة (DAP و MAP) كان في صورة فوسفور عضوي وأن حوالي 25% كان في هذه الصورة عند إضافة سماد (MCP) وذلك بعد 9 دورات من الترطيب والتجفيف استمرت 65 يوماً. ونظراً لارتفاع الفوسفور الممسوك من سماد (MCP) مقارنة بأسمدة (MAP و DAP) فإن الزيادة الكلية في الفوسفور العضوي معبراً عنها بالجزء بالمليون كانت أعلى بكثير في السماد الأول مقارنة بالسمادين الآخرين. وربما يرجع ذلك للارتفاع

النسبي للكالسيوم بسماذ (MCP) والذي ربما يساعد على زيادة نشاط الكائنات الدقيقة المسؤولة عن تكوين الفوسفور العضوي، (Alexander, 1982). ويتضح من ناحية أخرى أن أقل زيادة كلية في محتوى الفوسفور العضوي (جدول 4) قد سجلت عند استخدام سماذ (DAP) الذي قد يوفر تركيزات عالية من الأمونيا تحت ظروف التربة القلوية ( $0.1 \pm 7.9 = \text{pH}$ ) أثناء التحضين نظراً لاحتوائه على أكبر قدر من الأمونيوم بين الأسمدة الثلاثة. وقد تؤثر الأمونيا تأثيراً ساماً على الكائنات الدقيقة بالتربة، إما بطريقة مباشرة، أو بتأثيرها السام على بكتيريا النيتروباكتريا التي تؤكسد النتريت إلى نترات مما يؤدي إلى تراكم النتريت السام، أو بالطريقتين معاً (Alexander, 1982). هذا، ويشير جدول 4 إلى أن الزيادة في الفوسفور العضوي قد بلغت أكثر من 100% مقارنة بالفوسفور العضوي الأصلي عند إضافة (MCP) وهي أكثر بكثير مقارنة بنسبة الزيادة عند إضافة (MAP و DAP).

ويبدو أن تأثير أنواع وكميات الأسمدة المضافة على تركيزات الفوسفور الذائب والميسر في التربة هو جدير بالاهتمام. وبما أن سلوك الترتين كان متشابهاً فقد عرضت النتائج في هذا الصدد للتربة 1 فقط (جدول 5). ويتضح من جدول 5 أن تركيز الفوسفور الذائب بالتربة 1 فقد تناقص في المتوسط مرتين إلى ثلاث مرات بانتهاء دورات الترطيب والتجفيف بينما كان تناقص الفوسفور الميسر أقل من ذلك. كذلك يبدو أن الفوسفور الذائب يميل عموماً لأن يكون ثابتاً عند إضافة 30 ميكروجرام (P)/جرام بغض النظر عن نوع السماذ بينما تناقص عند الإضافات الأعلى باتجاه MCP إلى MAP إلى DAP. وخلافاً للفوسفور الذائب، تزايد الفوسفور الميسر في الاتجاه من MCP إلى MAP إلى DAP عند الإضافة الأصغر، بينما مال للثبات عند الإضافة المتوسطة، وللتناقص في نفس الاتجاه عند الإضافة الأعلى. وهذه النتائج يمكن تفسيرها بالنظر إلى آلية مسك الفوسفور في التربة التي طرحها (Bache, 1964) إذ يسود مسك (P) عند إضافات قليلة منه على الأسطح المختلفة على مستويات طاقة

عالية (مسك فيزيوكيميائي)، بينما يتم مسك (P) في المرحلة التي تعقبها بالترسيب، ثم عند التراكيز العالية في المحلول باستمرار الترسيب وكذلك بالادمصاص بطاقة فيزيائية ضعيفة. ويبدو أن ثبات تراكيز الفوسفور الذائب في حالة الإضافة الأدنى كانت مرتبطة بسيادة المسك بالشد الكيميائي بطاقة عالية لكل الأسمدة بينما يرتبط اختلاف تركيز الفوسفور الذائب عند الإضافتين الأعلى باختلاف ذوبانية أملاح الفوسفور المترسبة عند هاتين الإضافتين (الشكلان 1 و 2). أما في ما يتعلق بالفوسفور الميسر فيبدو أنه مرتبط بكمية و/أو بطبيعة فوسفات الفوسفور المترسبة، حيث يسود ترسيب أكثر لفوسفات الكالسيوم بما فيها (OCP) عند إضافة سماد MCP مقارنة بالسمادين الآخرين (جدول 3 والشكلان 1 و 2). ولقد أشار (Fixen et al, 1983) أن ملح OCP المترسب بتسميد الترب الجيرية بأسمدة فوسفاتية كان عالي الذوبانية في بيكربونات الصوديوم (أي P الميسر) نظراً لوجوده في صورة أغلفة رقيقة لبعض المعادن بالتربة. وربما يفسر هذا ارتفاع تركيز الفوسفور الميسر عند الإضافة بمعدل 200 ميكروجرام (P)/ جرام. أما عند معدلي الإضافة الأولين، فسوف يتداخل المسك بالشد الكيميائي مع الترسيب، وربما يعتمد تركيز الفوسفور الميسر عند إضافة أي سماد فوسفاتي معين على المحصلة الناتجة عن تأثير هذين العاملين.

ويتضح من الجدول 5 أن تركيز الفوسفور الميسر في التربة (1) كان كافياً لمعظم المحاصيل عند إضافة 30 ميكروجرام (P)/ جرام (Black et al, 1965). وأن هذا التركيز لم يرتفع بنسبة تماثل الزيادة في الإضافة 3 مرات (30 إلى 90 ميكروجرام (P)/ جرام)، ربما بسبب الترسيب في الحالة الثانية في أغلفة أكثر سمكاً وأقل ذوبانية رغم زيادة الترسيب المرتبطة بزيادة التركيز في الحالة الثانية (انظر تقارب الذوبانية في شكل 1 وشكل 2). وعليه يوصي بأن تكون الإضافات في حدود 30 ميكروجرام (P)/ جرام أو 90 ميكروجرام (P)/ جرام حسب متطلبات المحاصيل

المختلفة. ويتضح من الجدول (6) أن هذا ينسحب على التربتين، ولكن تركيز الفوسفور الميسر كان أقل في التربة 2 عالية الجيرية مقارنة بالتربة 1 منخفضة الجيرية عند إضافة 30 ميكروجرام (P)/جرام. ولكن الفرق بين التربتين قد تضاعف عند إضافة 90 ميكروجرام (P)/جرام. وقد كان DAP عموماً أفضل الأسمدة من حيث تيسر الفوسفور.

#### الخلاصة:

يستخلص من هذه الدراسة أن الفوسفور الأصلي والمضاف يختزنان أساساً في تربة منطقة الخضراء في صورة فوسفات الكالسيوم، وأن كفاءة الأسمدة الفوسفاتية المختلفة كانت متقاربة، وقد أعطت إضافة 30 ميكروجرام (P)/جرام فوسفوراً ميسراً كافياً لمعظم المحاصيل. كما أن نتائج هذه الدراسة قد أظهرت أن الفوسفور الميسر قد تناقص بزيادة محتوى كربونات الكالسيوم ولكن تركيزه لم يرتبط بمحتوى الطين وأكاسيد الحديد في هذه التربة.

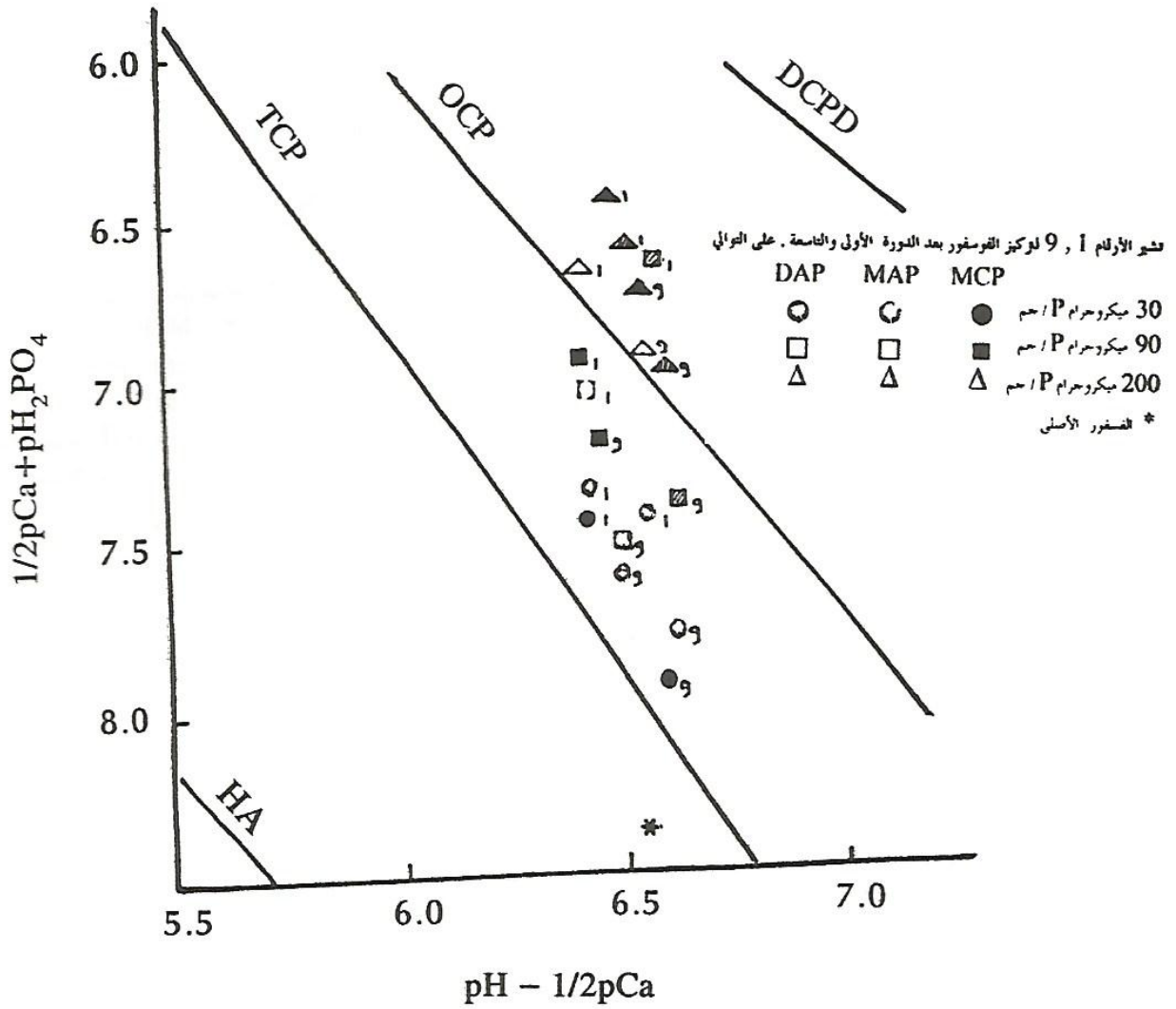


## The nature of the native and the fate applied P in Two soils differing in calcium carbonate and clay contents

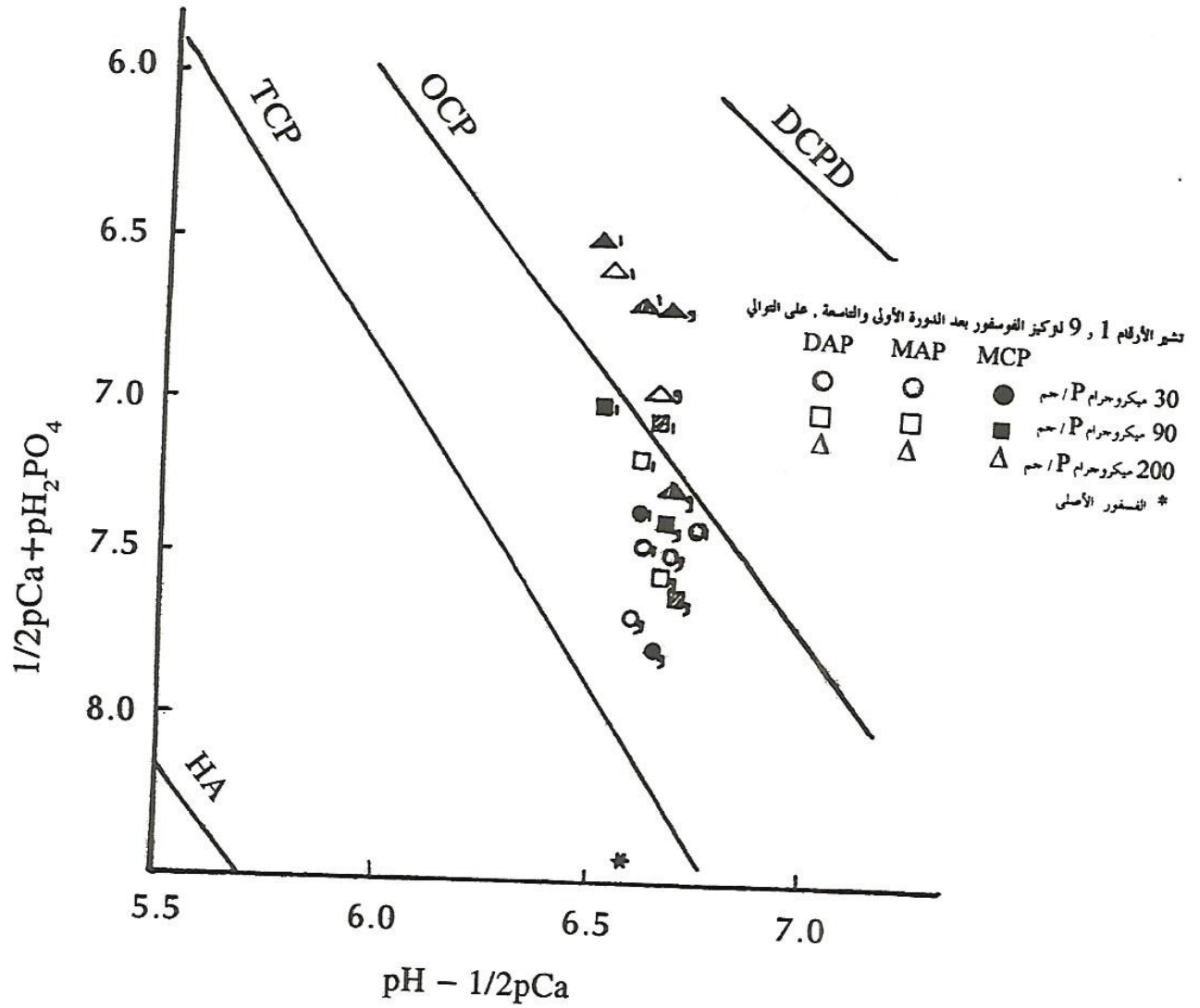
Hamad, Y.A; El Mahi, Y. G; Eldoumi, F.M

### Abstract

This laboratory study was conducted to examine the nature of the native and the fate of applied P in two semi-arid soils differing in clay and calcium carbonate contents. The soils were located about 30 Km south east of Benghazi City, Libya. Monoammonium phosphates (MAP), diamonium phosphates (DAP) and monocalcium phosphates (MCP) were applied to the two soils at the rates 30, 90 and 200 Mg P/g/ and their fates were studied after incubation at  $30 \pm 1^\circ$  C and a weakly wetting and drying cycles. Solubility studies showed that both native and applied P were mainly stored as Calcium phosphates, and that the efficiency of fertilizers was comparable, except that diamonoammonium phosphate was superior regarding available P. Available P was generally associated with  $\text{CaCO}_3$  contents but not with clay or iron oxide contents. Significant amounts of added P were stored as organic P during incubation.



الشكل (1) منحنى ذوبانية الفوسفات يظهر تأثير إضافة الأسمدة المستخدمة لدورات الترتيب والتجفيف المختلفة على التربة (1)



الشكل (2) منحنى ذوبانية الفوسفات يظهر تأثير إضافة الأسمدة المستخدمة لدورات الترتيب والتجفيف المختلفة على التربة (2)

جدول 1. بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربتين من منطقة الخضراء

الخاصية	تربة 1	تربة 2
الرقم الهيدروجيني (CaCl <sub>2</sub> 1:1)	7.9	8.1
التوصيل الكهربائي (1:1) ملسيمن/سم	3.3	2.2
المادة العضوية (%)	0.93	0.77
كربونات الكالسيوم (بالكاسمتر) (%)	5.03	17.46
السعة التبادلية الكاتيونية (مليمكافىء / 100 جرام تربة)	19	18
الأيونات الذائبة (مليمكافىء/لتر):		
كالسيوم	8.10	3.39
مغنيسيوم	5.22	2.67
صوديوم	15.80	5.00
كلوريد	22.00	27.50
أكاسيد الحديد (%)	1.08	0.71
الفوسفور الميسر ميكروجرام (P)/جرام	7.0	4.70
التوزيع الحجمي لحبيبات التربة:		
الطين (%)	36.56	26.56
السلت (%)	45.00	50.36
الرمل (%)	18.44	23.08
القوام	طمي طيني سلتي	طمي طيني
السعة الحقلية %	32	30

جدول 2. صور الفوسفور المعدني ومحتوى الفوسفور العضوي في الترتين قبل إضافة الأسمدة الكيماوية

التربة	Saloid - P (سهل الاستخلاص)	Al-P ميكروجرام % جرام / P	Fe-P ميكروجرام % جرام / P	Occluded-P (مغلف) ميكروجرام % جرام / P	Ca-P ميكروجرام % جرام / P	الفوسفور العضوي ميكروجرام % جرام / P
تربة 1	4.52 5.92	3.62 4.74	18.12 23.69	3.32 4.34	70.38 91.98	28.80 52.91
تربة 2	1.23 1.18	1.47 1.42	4.91 4.74	3.43 3.12	88.95 85.90	35.10 52.18

جدول 3. صور الفوسفور المعدني في الترتين بالميكروجرام / P جرام بعد إضافة الأسمدة الكيميائية بمعدل 200 ميكروجرام / P جرام وتسع دورات تربيب وتجفيف

الفوسفور المسوك الكلي	Ca - P		Occluded - P (مغلف)		Fe-P		Al-P		Saloid - P (سهل الاستخلاص)		السماذ	
	تربة 1	تربة 2	تربة 1	تربة 2	تربة 1	تربة 2	تربة 1	تربة 2	تربة 1	تربة 2		
372.5	342.84	331.75	267.48	4.74	26.65	7.11	23.69	0.47	1.42	28.43	23.60	MCP
264.34	319.81	225.00	194.02	4.74	24.64	5.22	50.77	0.95	10.1	28.43	40.28	MAP
285.61	305.98	224.00	224.00	4.74	24.17	8.53	29.38	0.95	4.74	47.39	23.69	DAP

جدول 4. تأثير إضافة الأسمدة الكيماوية على محتوى الفوسفور العضوي في الترتين بالميكروجرام P/جرام تربة بعد إضافة 200 ميكروجرام P/جرام تربة وتوسع دورات ترطيب وتجفيف.

نسبة زيادة P العضوي بالتربة (%)	الزيادة نتيجة للمعاملة ميكروجرام (P)/جم		نسبة (P) العضوي من (P) الممسوك الكلي (%)		محتوى P العضوي بعد المعاملة ميكروجرام (P)/جم		نوع السماد	
	تربة 2	تربة 1	تربة 2	تربة 1	تربة 2	تربة 1		
136	133	71.99	70.3	25.00	26.43	124.17	123.21	MCP
82	43	42.64	22.92	19.08	18.75	94.78	73.83	MAP
45	34	23.65	13.44	20.97	17.80	75.83	66.35	DAP

جدول 5. تأثير إضافة الأسمدة الفوسفاتية أحادية الكالسيوم (MCP)، وأحادية الأمونيوم (MAP) وثنائية الأمونيوم (DAP) على الفوسفور الذائب والميسر عند دورات التجفيف والترطيب المختلفة للتربة (1).

الدورة	الفوسفور المضاف ميكروجم (P)/جم تربة	الفوسفور الذائب ميكروجم (P)/مل			الفوسفور الذائب ميكروجم (P)/جم تربة		
		DAP	MAP	MCP	DAP	MAP	MCP
الثالثة	30	0.09	0.11	0.13	27.40	23.70	19.43
	90	0.14	0.24	0.65	26.69	28.43	27.9
	200	0.69	0.95	1.54	42.65	65.30	71.46
الخامسة	30	0.08	0.08	0.10	24.40	22.51	18.34
	90	0.11	0.19	0.42	25.59	27.30	24.64
	200	0.47	0.55	1.18	35.54	58.05	69.90
السابعة	30	0.07	0.06	0.09	21.80	22.20	17.10
	90	0.09	0.16	0.24	24.60	26.50	23.50
	200	0.31	0.49	0.87	32.40	54.50	68.80
التاسعة	30	0.07	0.05	0.08	21.20	21.09	15.80
	90	0.08	0.10	0.20	24.20	24.20	22.10
	200	0.28	0.30	0.66	31.20	54.20	66.20



جدول 6. تأثير إضافة الأسمدة الفوسفاتية أحادية الكالسيوم (MCP)، وأحادية الأمونيوم (MAP) وثنائية الأمونيوم (DAP) على متوسط الفوسفور الذائب والميسر خلال دورات الترتيب من الثالثة إلى التاسعة في الترتيبين.

التربة	الفوسفور المضاف ميكروجم (P)/جم تربة	الفوسفور الذائب ميكروجم (P)/مل (°)			الفوسفور الذائب ميكروجم (P)/جم تربة (°)		
		DAP	MCP	MCP	DAP	MCP	MCP
تربة 1	30	22.38	17.60	17.60	0.08	0.08	0.10
تربة 1	90	26.61	24.54	24.54	0.12	0.11	0.21
تربة 2	30	15.43	15.41	15.41	0.08	0.08	0.08
تربة 2	90	23.80	23.80	23.80	0.12	0.11	0.21

(\* كل قيمة تمثل متوسطاً لتركيز الفوسفور في اثني عشر تكراراً).

## المراجع

- Alexander, M. 1982. Introduction to Soil Microbiology. 2nd. Ed. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Amer F., Saleh, M.E and Mostafa, H.E. 1991. Phosphate behavior in submerged soils.
- Bache, B.M. 1964. Aluminum and iron phosphate studies in relation to soils: II. Reactions between phosphate and hydrous oxides. J. Soil Sci. 15:110-116.
- Black, C.A.; Evans, D.D.; White, J.L; Ensminger, L.E and Clark, F.E. 1965. Methods of Soil Analysis. II. Chemical and Microbiological properties, the American Soc. Agronm Inc. New York.
- Borrero, C.; Pena, F. and Torrent, J. 1988. Phosphate sorption by calcium carbonate in some soils of the Mediterranean part of Spain, Geoderma 42: 261-269.
- El Mahi, Y.E and Mustafa, M.A. 1980. The effects of electrolyte concentration and sodium adsorption ratio on phosphate sorption by arid-zone soils. Soil sci. 130 (6): 321-325.
- Fixen. P.E; Ludwick, A.E. and Olsen, S.R. 1983. Phosphorus and potassium fertilization of irrigated alfalfa on calcareous soils: II. Soil phosphorus solubility relationships. soils Sci Soc. Am. J. 47:12-17.
- Hesse, P.R. 1971. A texbook of Soil Chemical Analysis, William Clowes and Sons Limited, London.
- Hingston, F.J; Posner, A.M. and Quirk, J.P. 1974. Anion absorption by goethite and gibbsite: II Desorption of anions from hydrous oxide surfaces. J. Soil Sci. 25:16-26.
- Holford, I.C.R and Mottingly, G.E.G. 1975. Phosphate sorption by Jurassic oolitic Lime-Stone. Geoderma 13:257-264.
- Lindsay, W.L.; Frazier, A.W. and Stephenson, H.F. 1962. Identification of reaction products from phosphate fertilizers in soils, Soil Sci. Soc. An. Proc. 26: 446-452.
- Lindsay, W.L. and Velk, P.L.G. 1977. Phosphate minerals, in Minerals xin

- Soil Environment, J.B. Dixon and S.B. Weed (eds.) pp 639-672, Soil Sci Soc. Am. Inc., Madison.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in Soils by extraction With Sodium bicarbonate. USDA Cir. 939: 1-19.
- Ryan, J. Hasan, H.M.; Baasiri, M. and Tabbara, H.S. 1985. Availability and transformation of applied phosphorus in calcareous Libanese soils. Soil Sci. Soc. Am.J. 49: 1215 - 1220.
- Watanabe, F.S. and Olsenn S.R. 1965. test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and Sodium bicarbonate extracts from soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 29: 677-678.
- Weir, C.C. and Soper, R.J. 1963. Solubility studies of phosphorus in some calcareous Manitoba soils. J.Soil Sci. 14: 256-261.

### المراجع العربية

- إدارة استثمار المياه، مشروع النهر الصناعي العظيم، 1989. تقرير عن مسح وتصنيف ترب منطقة الخضراء، جنوبي شرقي بنغازي.