فوسفات التربة

وتثبيت الفوسفات المضافة إليها ، وعامل التخفيف وعلاقة ذلك بالمذيبات المختلفة

للدكتور حسن رجائى ، والمهندس الزراعى أحمد فؤاد الخولى

الاخصائيين بفرع أبحاث تغذية النبات بقسم الكيمياء فى وزارة الزراعة

مقـــدمة :

عنصر الفوسفور هو أحد العناصر الرئيسية ، اللازمة لتغذية النبات ، فإنه يلعب دوراً هاماً فى تكوين الخلية النباتية خصوصاً ما يتعلق منها بالنواة .

وأكثر الأراضى المصرية ، وإن كانت غنية فى مكوناتها من الفوسفات الكلية ، إلا أن أغلبها فقير فى الجزء الصالح لتغذية النبات Available لوقوعها فى المحيط القلوى ووفرة أيونات الكالسيوم بها . ولذا وجبت إضافة الفوسفات الذائبة لأكثر المحاصيل المزروعة بتلك الأراضى إذا أريد للنبـــات نمو سليم وإنتاج وفير .

وتستهلك البلاد نحو ١٠٠,٠٠٠ طن من الأسمدة الفوسفاتية سنوياً ، وينتظر أن تزيد هذه الكمية إذا عملنا على كفاية حاجة المحاصيل من هذا العنصر، وراعينا التوسع الزراعى المنتظر فى الأيام المقبلة .

ولما كانت إضافة الفوسفات الذائبة إلى مثل هذه الأراضى سرعان ما تتحول إلى الحالة غير الذائبة بمجرد ملامستها لحبيبات التربة فتقل الإفادة منها ،وهذا ما يعبر عنه بظاهرة تثبيت الفوسفات Phosphate fixation فقد استهدفنا فى هذا البحث دراسة بعض العوامل التى تؤثر فى زيادة الإفادة من الفوسفات الأرضية والمضافة وأهمها :

(١) عامل التخفيف لعلاقته بمياه الرى وكميتها وتأثير ذلك فى إذابة الفوسفات.

(ب) الأملاح المختلفة ويدخل ضمنها بعض الأملاح السمادية والمصلحات الزراعية وأثرها فى إذابة الفوسفات أو تثبيتها بالتربة .

لمحة تاريخية :

أجريت أبحاث عديدة فى مصر وفى الخارج لتلقى ضوءاً على مشكلة الفوسفات الأرضية والمضافة ومدى إفادة النبات منها ، وعلاقة ذلك بالعوامل المختلفة التى قد تؤثر فيها ، وكلما تقدم البحث ظهرت بعض الثغرات وبرزت بعض الأسئلة التى لا تزال فى حاجة إلى الجواب .

ففى سنة ١٩٣١ وجد Me George & Breazeale (١١) أن كمية الأملاح ذات القاعدة الأحادية التكافؤ monovalent تقلل من إذابة الفوسفات فى الأراضى ، كما تقلل من إفادة النبات منـــه ، وعللا ذلك بأنها تزيد من انسياب الكالسيوم .

كما أبدى Hibbard (٦) أن كمية الفوسفات الذائبة من التربة تزيد بزيادة نسبة المذيب فى حالة استخدام حامض الكلوريدريك المخفف ، إلا أنها تظل ثابتة فى حالة استخدام الماء كمذيب حتى إذا بلغت نسبة الماء إلى التربة كنسبة ١٠٠ : ١ .

بينما قرر Hugh Dukes (٨) فى سنة ١٩٣٥ أن كمية الفوسفات الذائبة من التربة تزيد إلى حد معين بزيادة نسبة الماء إلى التربة ، وهذا الحد يتوقف على نوع التربة ثم يقل تدريجاً .

ومن ناحية أخرى ذكر Hibbard (٧) أن الأراضى الطينية المبتلة تكون أسرع فى تثبيت الفوسفات من الجافة .

وفى سنة ١٩٤٦ بين Reitemier etal (١٢) أن إذابة بعض الايونات تتناسب تناسبا طرديا مع زيادة الرطوبة كما وجد أن بعضها الآخر يتناسب عكسيا ، ولكنه أكد أن مجموع الأملاح الذائبة فى المستخلص تتناسبا تناسب طرديا مع زيادة الرطوبة .

وفى سنة ١٩٤٩ وجد Mattson et al (٩) عند دراسته لتأثير بعض الأملاح على مكونات البسلة Klostar Peas أن الأملاح ذات الكاتيونات

الثنائية التكافؤ Divalent (ماعدا نترات الكالسيوم) تساعد على زيادة امتصاص النبات للفوسفات أكثر مما تفعل الأملاح ذات الكاتيون الأحادى التكافؤ Monovalent بينما لم يظهر فرق واضح بين أنيون الكلور والنترات .

كما استخلصوا فى سنة ١٩٥٠ (١٠) أن للتخفيف تأثيراً موجباً على إذابة فوسفات التربة ، إلا أن إضافة بعض الأملاح قد تحد من إذابتها واعتمدوا فى تفسير ذلك على نظريه Donnan للتوزيع الأيونى .

وقد أيد Fuller & Mc George (٥) ماسبق أن قرره Hugh Dukes (٨) من أن زيادة نسبة الماء إلى التربة تزيد فى إذابة الفوسفات ، ولكنها تتفاوت بتفاوت أنواع التربة. ففى التربة الصفراء الطينيه الغنية فى الفوسفات تزيد الفوسفات الذائبة حوالى ٢٠ مرة فى حالة تخفيف التربة بالماء بنسبة ١ : ٢٠ عنها فى حالة التخفيف بنسبة ١:١ كما قررا أنة فى الأراضى الجيرية ذات النسبة الاقل فى الفوسفات الذائبة بلغت الفوسفات الذائبة حدها الإقصى عند تخفيف التربة بنسبة ١:١ تقريباً بينما الأراضى الفقيرة فى الفوسفات الذائبة كأراضى موهاما الصفراء الرملية لم يؤثر التخفيف كثيراً فى الحصول على نسبة عالية من الفوسفات الذائبة ولهذا أعتبرا إمكان استخدام هذه الظاهرة كدليل لتمييز الأرض الغنية من الفقيرة فى الفوسفات .

ومما استرعى النظر أن كمية الفوسفات الذائبة فى الماء لم تستنفذ إطلاقا فى الاستخلاص الأول ولكنها تظهر فى تناقص مع تكرار الاستخلاص بالماء Leaching .

وفى سنة ١٩٥٣ أشار أنور وبلبع (٢) إلى سعة التربة لتثبيت الفوسفات تتزايد تدريجاً تبعاً للزيادة التدريجية لتركيز الكالسيوم الذائب ، بينما تقف عند تركيز معين من المغنسيوم .

كما بين عيد وعبد السميع (٣) فى سنة ١٩٥٤ أن درجة تثبيت التربة للفوسفات ترتفع بإضافة كل من كبريتات وكربونات الكالسيوم إلى حد معين ثم تنخفض تدريجاً فى حالة الكبريتات أو تفقد أثرها كما فى حالة الكربونات ، كما وجدا أنه كلما إزداد تركيز المحلول الفوسفاتى زاد تثبيت الفوسفات فى التربة .

بينما فى سنة ١٩٥٥ لم يجد علام والخولى (٤) أى تأثير يذكر للجير أو الجبس على الفوسفات الصالحة بالتربة أو على كمية الفوسفات الكلية الممتصة بواسطة النبات رغم تكرار إضافتها للحقل بمعدل ١,٥ طن للفدان فى مدى ٢٠ سنة تقريبا .

وفى سنة ١٩٥٦ عند استخدام عبد البر (١) للرمل الناعم الأبيض كوسط نقى لحدوث التفاعل الترسيبى بين أيونات الفوسفات وبين أيونات كل من الكالسيوم والمغنسيوم وجد أن سعة الرمل لتثبيت الفوسفات تزيد تدريجا بزيادة كل من أيونات الكالسيوم أو المغنسيوم ، كما أشار إلى أن فعل الماء متساو فى اذابة الفوسفات المثبتة بواسطة الكالسيوم أو المغنسيوم بينما يختلف ذلك فى حالة استعمال محلول Egner .

وفى ضوء ما سبق يتضح أن هناك عوامل كثيرة متداخلة تؤثر فى صلاحية فوسفات التربة أو الفوسفات المضافة للامتصاص النباتى . ويتوقف هذا التأثير على نوع التربة ، ولهذا رأينا أن نقوم بدراسة عامل التخفيف بالماء وبمحاليل بعض الأملاح المختلفة المتداولة وأثره فى إذابة فوسفات التربة المصرية وتثبيت الفوسفات المضافة إليها .

العمل التجريبى :

استخدم طمى النيل فى هذه الدراسة لأهميته كمصدر فعال لإمداد التربة بالعناصر الغذائية ، كما أنه أساس تكوين الأراضى المصرية . ومن الوسائل الهامة فى تخصيب الأراضى الرملية .

وقد أحضرت كمية متجانسة من طمى النيل وأجريت عليها التحليلات الكيماوية الآتية :

١ — رجت عينات من هذا الطمى مع الماء المقطر ساعة بجهاز الرج ثم تركت يوما ثم قدرت درجة التركيز الايدروجينى فى المعلق رقم PH ، ثم رشحت وقدرت فيها الفوسفات الذائبة بطريقة اللون باستخدام كلورور القصديروز Troug & Meyers (١٣) وكانت نسبة التربة إلى الماء كنسبة ٢٠ : ١٠٠ و ١٠ : ١٠٠ و ٥ : ١٠٠ و ٢ : ١٠٠ و ١ : ١٠٠

٢ — رجت عينات أخرى من الطمى مع الماء المقطر بنسب التخفيف الخمس السابقة مع إضافة فوسفات ذائبة على هيئة ملح فوسفات البوتاسيوم الأحادية بو يد٢ فو أ٤ بمعدل ٢٠ مليجرام فو٢أ٥ لكل ١٠٠ جم تربة (المستوى الاول للفوسفات المضافة) وكرر ذلك بإضافة بو يد٢ فو أ٤ بمعدل ٦٠ مليجرام فو٢أ٥ لكل ١٠٠ جم تربة (المستوى الثانى للفوسفات المضافة) وقدرت الفوسفات الذائبة باتباع نفس الخطوات السابقة ، ومنها أمكن تقدير كمية الفوسفات المثبتة بواسطة التربة .

٣ — كررت العمليات (١) و (٢) مع محلول كل من كلورور البوتاسيوم وكبريتات البوتاسيوم وكلورور الامونيوم ونترات الامونيوم ونترات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم وكلورور المغنسيوم وكبريتات المغنسيوم (مغ كب أ٤ ٧٠ يد٢أ) وكانت قوة هذه المحاليل $\frac{M}{10}$ أى ١٫٠ من الوزن الجزيئى فى اللتر .

٤ — ونظرا لاطراد الزيادة التدريجية فى اذابة الماء المقطر لفوسفات التربة حتى نهاية التخفيفات الخمسة المستعملة رئى استكمالا للبحث استخدام تخفيفات أكثر اتساعا فكانت نسبة التربة إلى الماء كنسبة ١ : ٢٠٠ و ١ : ٣٠٠ و ١ : ٤٠٠ و ١ : ٥٠٠ و ١ : ٦٠٠ و ١ : ٧٠٠ و ١ : ٨٠٠ و ١ : ٩٠٠ و ١ : ١٠٠٠ واتبعت نفس الخطوات السابقة لتقدير الفوسفات الذائبة فى الماء .

وقد رئى تأجيل تطبيق هذه التخفيفات الأخيرة على المذيبات الأخرى المستعملة وقتاً آخر .

النتائج ومناقشتها :

يتضح من الجدول (١) أن الفوسفات الذائبة فى الماء تتناسب تناسبا طرديا مع زيادة نسبة الماء إلى التربة ، وتصل إلى حدها الأقصى عند تخفيف التربة بالماء بنسبة ١ : ٩٠٠ حيث كان تركيز الفوسفات الذائبة ٣٥٫١ جزء فو فى المليون ، ويكاد يكون نفس التركيز عند التخفيف ١ : ١٠٠٠ حيث كان ٣٥ أجزاء فو فى المليون ، بينما كان تركيز الفوسفات الذائبة فى الماء ٤ أجزاء فو فى المليون عند التخفيف ١ : ١٠٠ ، ٠٫٤٣ جزء فو فى المليون عند التخفيف ٢٠ : ١٠٠ .

الجدول رقم ١ — فوسفات التربة الذائبة فى الماء

جزء فو فى المليون

التخفيف التربة : الماء	١٠٠:٢٠	١٠٠:١٠	١٠٠:٥	١٠٠:٢	١٠٠:١	٢٠٠:١	٣٠٠:١
الفوسفات الذائبة	٠,٤٣	٠,٨٠	١,٤٠	٢,٥	٤,٠	٨,٤	١١,٧
التخفيف التربة : الماء	٤٠٠:١	٥٠٠:١	٦٠٠:١	٧٠٠:١	٨٠٠:١	٩٠٠:١	١٠٠٠:١
الفوسفات الذائبة	١٤,٨	٢٠,٥	٢٣,٤	٢٨,٧	٣٤,٤	٣٥,١	٣٥

وكذلك تسير فوسفات التربة فى نفس الاتجاه عند معاملتها بالمذيبات المختلفة المستعملة ، أى اطراد زيادة ذوبانها بزيادة التخفيف ، كما هو موضح بالجدول رقم (٢) إلا أن كمية الفوسفات الذائبة قد تختلف كما قد يتفاوت أثر التخفيف بين مذيب وآخر .

وإذا نظرنا إلى متوسطات الفوسفات الذائبة لجميع المذيبات المستعملة لكل تخفيف على حدة نجد أن متوسط تركيز الفوسفات الذائبة للتخفيفات ١٠٠:٢٠ و١٠٠:١٠ و١٠٠:٥ و١٠٠:٢ و١٠٠:١ هى على التوالى ٠,٢٥ و٠,٥١ و١,٣٩ و٢,٥٨ و٤,٦٤ أجزاء فو فى المليون ، وهذا مما يؤكد العلاقة الموجبة بين عامل التخفيف وبين درجة ذوبان فوسفات التربة بغض النظر عن نوع المذيب وعن مدى قدرته على الإذابة .

وعند دراسة مدى تأثير التخفيف على الفوسفات المضافة التى تثبتها التربة اتضح من الجدول رقم (٣ أ و ب) أن نسبة الفوسفات المثبتة بواسطة التربة تتناسب تناسبا طرديا مع زيادة نسبة التخفيف سواء أكان هذا التخفيف بالماء المقطر أم بأحد محاليل الأملاح المستعملة ، ويستمر هذا الاتجاه صحيحا عند إضافة الفوسفات بمعدل ٢٠ ملليجرام فو$_2$أ$_5$ لكل ١٠٠ جم تربة ، المستوى الأول للفوسفات المضافة (كما فى الجدول رقم ١٣) وكذلك عند إضافتها بمعدل ٦٠ ملليجرام فو$_2$أ$_5$ لكل ١٠٠ جرام تربة ، المستوى الثانى للفوسفات

المضافة (كما فى الجدول رقم ٣ ب) ، فحين كان مثلا متوسط نسبة الفوسفات المثبتة عند المستوى الأول للفوسفات المضـــافة للتخفيفات ٢٠ : ١٠٠ و ١٠ : ١٠٠ و ٥ : ١٠٠ و ٢ : ١٠٠ و ١ : ١٠٠ هى على التوالى ٢٤٧ و٢٣٧ و ٢٩٧ و ٢٩٤ و٣٢١ جزء فو فى مليون جزء تربة ، كان عند المستوى الثانى للفوسفات المضافة على التوالى هو ٧٠٧ و ٦٤٦ و ٧٥٤ و ١٠٥٧ و ١٣٦٦ جزء فو للمليون جزء تربة .

ونستخلص من ذلك أن قدرة التربة على تثبيت الفوسفات المضافة تزيد بزيادة تخفيفها وربما يعلل ذلك بزيادة ملامسة الفوسفات لسطح أكبر من حبيبات التربة فى حالة التخفيف العالى كما يظهر بوضوح من الجدولين رقم ٣ أ و ب أيضاً زيادة تثبيت التربة للفوسفات كلما زادت كمية الفوسفات المضافة إليها .

وبمقارنة الأملاح المستعملة وأثرها على تثبيت التربة للفوسفات المضـافة نجد أن أملاح الكالسيوم بصفة عامة وكبريتات الكالسيوم بصفة خاصة أكثرها قدرة على زيادة تثبيت الفوسفات المضافة للتربة سواء فى ذلك المستوى الاول والثانى .

وإذا أجريت المقارنة من جهة أخرى بين محاليل هذه الاملاح كمذيبات لفوسفات التربة كما هو موضح بالجدول رقم (٢) اتضح أن محلول كبريتات المغنسيوم أكثر المحاليل استخلاصاً لها ، فقد كان تركيز الفوسفات الذائبة فيه عـــند التخفيف ١ : ١٠٠ هو ١٩,٢ جزء فو فى المليون ، وعند التخفيف ٢٠ : ١٠٠ كان ٠,٤٦ جزء فو فى المليون كما كان المتوسط للتخفيفات الخمسة هو ٦,٩٤ جزء فو فى المليون ويليه فى ذلك محلول كبريتات الصوديوم حيث كان تركيز الفوسفات الذائبة فيه عند التخفيف ٥,٢٣ جزء فو فى المليون ، ويمكن اعتبار محلول نترات الصوديوم فى المرتبة الثالثة من حيث قدرته على استخلاص فوسفات التربة .

بينما نجد أن أملاح الكالسيوم بصفة عامة، سواء فى ذلك السريع الذوبان وقليله منها ، أقل الاملاح المستعملة قدرة على استخلاص الفوسفات من التربة ، بل يكاد يكون تأثيرها منعدما .

الجدول رقم (٢) فوسفات التربة الذائبة

جزء فو فى مليون جزء تربة

المذيب	التخفيف (نسبة التربة إلى المذيب)					المجموع	النسبة المئوية
	١٠٠:٢٠	١٠٠:١٠	١٠٠:٥	١٠٠:٢	١٠٠:١		
ماء مقطر	٠,٤٣	٠,٨٠	١,٤٠	٢,٥٠	٤,٠٠	٩,١٣	١,٨٣
محلول :							
كلورور البوتاسيوم	٠,١١	٠,٢٢	٠,٥٢	١,٤٠	٣,٤٠	٥,٦٥	١,١٣
كبريتات البوتاسيوم	٠,٢٠	٠,٤٠	١,١٢	٢,٦٠	٤,٠٠	٨,٣٢	١,٦٦
كلورور الأمونيوم	٠,١٧	٠,٣٨	٠,٥٦	١,٤٠	٢,٢٠	٤,٦١	٠,٩٢
كبريتات «	٠,٣١	٠,٥٨	١,٣٢	٢,٦٠	٤,٤٠	٩,٢١	١,٨٤
نترات «	٠,١١	٠,٢٠	٠,٥٢	١,١٠	١,٦٠	٣,٥٣	٠,٧١
كلورور الصوديوم	٠,٢٠	٠,٤٨	١,٢٨	٢,٨٠	٣,٦٠	٨,٣٦	١,٦٧
نترات «	٠,٣٩	٠,٧٨	١,٦٨	٣,٩٠	٦,٤٠	١٣,١٥	٢,٦٣
كبريتات «	٠,٦٦	١,٥٤	٣,٣٦	٧,٤٠	١٣,٢٠	٢٦,١٦	٥,٢٣
كلورور المغنسيوم	٠,٢٨	٠,٥٦	١,٢٤	١,١٠	٢,٠٠	٥,١٨	١,٠٤
كبريتات «	٠,٤٦	٠,٩٦	٥,٩٠	٨,٢٠	١٩,٢٠	٣٤,٧٢	٦,٩٤
كلورور الكالسيوم	٠,٠٨	٠,١٦	٠,٤٠	٠,٤٠	٠,٢٠	١,٢٤	٠,٢٥
كبريتات «	٠,٠١	٠,٠٨	٠,٠٤	٠,٤٠	٠,٦٠	١,١٣	٠,٢٣
نترات «	٠,٠٦	٠,١٢	٠,١٦	٠,٣٠	٠,٢٠	٠,٨٤	٠,١٨
المجموع	٣,٤٧	٧,١٦	١٩,٥٠	٣٦,١٠	٦٥,٠٠	—	—
المتوسط	٠,٢٥	٠,٥١	١,٣٩	٢,٥٨	٤,٦٤	—	—

الجدول رقم ٣ أ — الفوسفات المثبتة بواسطة التربة

جزء فو فى المليون جزء تربة

وسط التخفيف	المستوى الأول للفوسفات المضافة (٢٠ مليجرام فو ٢ أ ٥ لكل ١٠٠ جم تربة)					المجموع	المتوسط
	التخفيف (التربة : المحلول)						
	٢٠ : ١٠٠	١٠ : ١٠٠	٥ : ١٠٠	٢ : ١٠٠	١ : ١٠٠		
ماء مقطر	٢٠٥	١٨٠	٢٤٤	٢٧٠	٣٦٠	١٢٥٩	٢٥٢
محلول :							
كلورور البوتاسيوم	٢٤٨	٢٣٢	٢٨٠	٢٨٠	٣٢٠	١٣٣٠	٢٦٦
كبريتات «	٢١٦	٢٢٠	٢٧٢	٢٦٠	٣٠٠	١٢٦٨	٢٥٤
كلورور الأمونيوم	٢٤٨	٢٢٠	٢٨٨	٢٨٠	٣٦٠	١٣٩٦	٢٧٩
كبريتات «	٢٢٢	٢٠٨	٢٨٨	٢٧٠	٣٠٠	١٢٨٨	٢٥٨
نترات «	٢٣٨	٢٢٦	٢٨٨	٢٨٠	٣٢٠	١٣٥٢	٢٧٠
كلورور الصوديوم	٢١٨	٢٠٤	٢٦٠	٣١٠	٢٢٠	١٢١٢	٢٤٢
نترات «	١٩٦	٢٠٤	٢٤٨	٢٤٠	١٤٠	٩٢٨	١٨٢
كبريتات «	١٦٤	١٤٤	١٨٤	١٤٠	١٤٠	٧٧٢	١٥٤
كلورور المغنسيوم	٢١٠	٢٠٤	٢٥٦	٢٨٠	٣٠٠	١٢٥٠	٢٥٠
كبريتات «	٢١٨	٢٢٤	٢٨٠	٢٧٠	٣٦٠	١٣٥٢	٢٧٠
كلورور الكالسيوم	٣٧٢	٢٨٨	٣١٢	٢٩٠	٣٧٠	١٦٣٢	٣٢٦
كبريتات «	٣٤٦	٥٠٠	٦٣٢	٦٥٠	٦٨٠	٢٨٠٨	٥٦٢
نترات «	٣٥٤	٢٦٤	٣٢٠	٣٠٠	٣٢٠	١٥٥٨	٣١٢
المجموع . .	٣٤٥٥	٣٣١٨	٤١٥٢	٤١٢٠	٤٤٩٠	—	—
المتوسط . .	٢٤٧	٢٣٧	٢٩٧	٢٩٤	٣٢١	—	—

الجدول رقم ٣ ب — الفوسفات المثبتة بواسطة التربة

جزء فو فى المليون جزء تربة

وسط التخفيف	المستوى الثانى للفوسفات المضافة (٦٠ مليجم فو ٢ أ ٥ لكل ١٠٠ جم تربة) التخفيف (التربة : المحلول)				المجموع	المتوسط
	١٠٠ : ٢٠	١٠٠ : ١٠	١٠٠ : ٥	١٠٠ : ٢	١٠٠ : ١		
ماء مقطر	٦٥٦	٦٠٠	٧٠٤	٨٤٠	١٢٠٠	٤٠٠٠	٨٠٠
محلول :							
كلورور البوتاسيوم	٦٧٢	٦٢٤	٧٠٤	١٠٠٠	١٠٤٠	٤٠٤٠	٨٠٨
كبريتات «	٦٢٤	٦٠٠	٧٠٤	١٠٨٠	١٢٨٠	٤٢٨٨	٨٥٨
كلورور الأمونيوم	٧٢٨	٦٢٤	٧٣٦	١٠٠٠	١٢٨٠	٤٣٦٨	٨٧٤
كبريتات «	٥٤٤	٦٠٠	٦٧٢	١٠٨٠	١٤٤٠	٤٣٣٦	٨٦٧
نترات «	٥١٢	٦٤٨	٧٠٤	١٠٨٠	١٤٤٠	٤٣٨٤	٨٧٧
كلورور الصوديوم	٦٩٢	٥٩٢	٦٤٠	٩٢٠	٨٨٠	٣٧٢٤	٧٤٥
نترات «	٦٠٨	٥٤٤	٦٤٠	٧٦٠	١٣٦٠	٣٩١٢	٧٨٢
كبريتات «	٥٢٨	٤٧٢	٥٤٤	٦٨٠	١٢٠٠	٣٤٢٤	٦٨٥
كلورور المغنسيوم	٧٠٦	٦٤٨	٧٠٤	١٠٨٠	١٢٨٠	٤٤١٨	٨٨٤
كبريتات «	٤٩٦	٤٣٢	٥١٢	٣٤٠	١١٢٠	٣٤٠٠	٦٨٠
كلورور الكالسيوم	١١٣٦	٩٢٠	٨٦٤	١٠٨٠	١٤٤٠	٥٤٤٠	١٠٨٨
كبريتات «	٨٠٠	٨٠٠	١٥٣٦	٢٢٨٠	٢٤٨٠	٧٨٩٦	١٥٧٩
نترات الكالسيوم	١٢٠٠	٩٣٦	٨٩٦	١٠٨٠	١٦٨٠	٥٧٩٢	١١٥٨
المجموع . .	٩٩٠٢	٩٠٤٠	١٠٥٦٠	١٤٨٠٠	١٩١٢٠	—	—
المتوسط . .	٧٠٧	٦٤٦	٧٥٤	١٠٥٧	١٣٦٦	—	—

الاستنتاج :

يمكن تلخيص نتائج هذا البحث فيما يلى :

١ — تزداد إذابة فوسفات التربة بزيادة نسبة تخفيف التربة بالمذيب .

٢ — تزداد قدرة التربة على تثبيت الفوسفات المضافة بزيادة تخفيف هذه التربة بالماء المقطر أو بأحد محاليل الأملاح المستعملة .

٣ — تزيد نسبة تثبيت التربة للفوسفات بزيادة كمية الفوسفات المضافة إليها .

٤ — كبريتات المغنسيوم أكثر محاليل الأملاح المستعملة قدرة على استخلاص فوسفات التربة ، ويليها فى ذلك محلول كبريتات الصوديوم .

٥ — محاليل أملاح الكالسيوم أقل محاليل الأملاح المستعملة قدرة على استخلاص فوسفات التربة ، بل تكاد تكون معدومة الأثر .

٦ — أملاح الكالسيوم بصفة عامة وكبريتات الكالسيوم بصفة خاصة أكثر الأملاح المستعملة أثرا فى زيادة تثبيت التربة للفوسفات المضافة إليها .

المراجع

١ — أمين عبد البر : حدود تأثير أيونات الكالسيوم والمغنسيوم فى تثبيت الفوسفات بالأراضى :
مجلة الفلاحة : عدد يناير ـ فبراير سنة ١٩٥٦

٢ — رفقى أنور ، وعبد المنعم بلبع : تثبيت الفوسفور فى الأراضى المصرية ومدى نفاذه منها :
نشرة لجنة البحوث الزراعية بوزارة الزراعة : أكتوبر ـ نوفمبر سنة ١٩٥٣

٣ — محمد طه عيد ، ومصطفى عبد السميع : بعض العوامل التى تؤثر فى تحويل الفوسفات بالأراضى المصرية :
النشرة الفنية رقم ٢٧٢ لوزارة الزراعة سنة ١٩٥٤

4 — Allam, F. and El Kholi, A. F.
The status of available phosphorus and calcium in clover - sick soil and in Berseem produced from this soil under different fertilizers treatments.
M. Sc. Thesis, Agric., College, Cairo Univ., 1955.

5 — Fuller, W. H. and Mc. George, W.T.
Phosphate in calcareous Arizona soils. I. Solubilities of Native phosphorus and Fixation of added phosphates.
Sail Sci., Vol. 70; 441-460, 1950.

6 — Hibbard, P. L.
Chemical methods for estimating the availability of soil phosphates.
Soil Sci., 13 : 437 - 466, 1931.

7 — Hibbard, P. L.
Factors influencing phosphate fixation in soils.
Soil Sci, 39 : 337 - 358, 1935.

8 — Hugh Dukes
The effect of dilution on the solubility of soil phosphorus.
Jour. Amer. Soc. Agrom. 27 : 706 — 763, 1935.

9 — Mattson S., Eriksson, E., Vahtras, K. and Williams, E. G.
Phosphate relation ships of soil and plant. I. Membrane Equilibria and phosphate uptake.
Reprinted from the Annals of the Royal Agri., College Sweden Vol. 16 : 457 - 484, 1949.

10 — Mattson S., Williams, E. G., Eriksson E., and Vahtras K.
Phosphate relationships of soil and plant II. Soil - soil solution Equilibria and phosphate solubility.
Reprinted from the Annals of Royal Agri., College Sweden Vol. 17 : 64 - 91, 1950.

11 — Mc. George W. T. and Breazeale J. F.
The relation of phosphate availability soil permeability and carbon dioxide to the fertility of calcareous soils.
Univ., Ariz., College Agri., Expt.,Sta., Bull. 36,1931

12 — Reitemeier, R. F.
Effect of moisture content on the dissolved and Exchangeable ions of soils of Arid Regions.
Soil Sci., 61 : 195 - 214, 1946.

13 — Troug, E. and Meyers A., H.
Improvements in the Denigees colorimetric method for phosphorus and arsenic.
Ind. Eng. Chem., Anal Ed. i : 136 - 139, 1939.