بعض استخدامات الفوسفور المشع
فى الزراعة

للدكتور يحيى براده ■

أوضحت الدراسة العامة لموضوع التسميد الفوسفاتى أن معامل الاستفادة من الأسمدة الفوسفاتية عادة نحو ١٠ ٪ ، وهى نسبة منخفضة معناها أن المحاصيل تنتفع فقط بنحو عشر كمية السماد الفوسفاتى الذى تستخدمه ، لذلك يبذل المشتغلون بالزراعة قصارى جهدهم للارتفاع بمعامل الاستفادة من الأسمدة ، ولا يتأتى ذلك إلا بالعمل على إيجاد أنواع أفضل من الأسمدة إلى جانب تحسين طرق استخدامها . ولا يخفى أن استخدام النظير المشع فو ٣٢ ييسر الحصول على معلومات تؤدى إلى تحسين طرق استخدام الأسمدة الفوسفاتية .

مثال لاستخدام الفوسفور المشع (فو ٣٢) فى تجربة أصص

إذا فرضنا أننا سنسمد الفدان الواحد بمقدار ٢٥ كيلو جراماً من فو ٣ ١٥ فإن معنى ذلك هو إضافة تلك الكمية إلى مليون كيلو جرام من الأرض على اعتبار أنها تمثل وزن الطبقة السطحية للفدان إلى عمق الحرث ، وبذلك يخص الأصيص الواحد الذى يحوى ٤ كيلو جرامات من عينة الأرض :

$$\frac{٢٥ \times ٤ \times ١٠٠٠}{١٫٠٠٠٫٠٠٠} = ٠٫١ \text{ جرام فو}_{٣}\text{ ١}_{٥}$$

أو بعبارة أخرى $\frac{٠٫١ \times ١٠٠}{٢٠} = ٠٫٥$ جرام من سماد سوبر فوسفات يحتوى على ٢٠ ٪ فو ٣ ١٥

وإذا أشرنا أو رقمنا Labelled السماد بواقع ١٠ ميكروكورى من فو ٣٢ لكل جرام فو ٣ ١٥ فإن معنى ذلك أن كل أصيص (يحتوى على ٠٫١ جرام

■ الدكتور يحيى براده : أستاذ مساعد بكلية الزراعة فى جامعة القاهرة .

فو$_{٣٢}$ ا$_{٥}$) سيحتوى على ميكروكورى واحد ، وهذا يعطى ٣,٧ × ١٠^{٤} تحلل فى الثانية أو بعبارة أخرى :

٣,٧ × ١٠^{٥} تحلل / الثانية . جرام فو$_{٣٢}$ ا$_{٥}$

وباعتبار أن كفاية القياس بجهاز العدّ المستخدم فى المعمل ٥ ٪ فقط .

أى أن الجهاز يسجل ٥ ٪ فقط من مجموع الانحلال الإشعاعى الحاصل فإن النشاط الإشعاعى الظاهرى =

$$\frac{٣,٧ \times ١٠^{٥} \times ٥}{١٠٠} = ١٨,٥ \times ١٠^{٣} \text{ عدة / ثانية . جرام فو}_{٣٢}\text{ ا}_{٥}$$

وحيث أن الأصيص الواحد يحوى ٠,١ جرام فو$_{٣٢}$ ا$_{٥}$ ، فإن النشاط الكلى الذى يحتويه الأصيص الواحد عند بدء التجربة يصبح

$$\frac{١٨,٥ \times ١٠^{٣}}{١٠} = ١٨,٥ \times ١٠^{٢} \text{ عدة / ثانية .}$$

فيخلط السماد جيداً بعينة الأرض ثم يزرع فى الأصيص نبات معين يترك لينمو مدة تتراوح بين ٤ و ٨ أسابيع .

وإذا فرضنا أن التجربة أسفرت عن النتائج الآتية :

متوسط وزن النباتات الجافة فى كل أصيص = ١٠ جرامات

متوسط نسبة فو$_{٣٢}$ ا$_{٥}$ الكلية فى النبات كله = ٠,٤ ٪

وبتقدير العدد الناتج عن انحلال النظير المشع بعداد جيجر ميلر اتضح أنه :

١,٨٥ × ١٠ عدة / ثانية لكل جرام من المادة النباتية

ومن هذه النتائج يمكن استخلاص ما يأتى :

(١) الفوسفور الكلى فى كل أصيص = $\frac{٠,٤ \times ١٠}{١٠٠}$ = ٠,٠٤ جرام فو$_{٣٢}$ ا$_{٥}$

= ٤٠ ملليجرام فو$_{٣٢}$ ا$_{٥}$

ويكون العدد الناتج عن فو ٣٢ = ١,٨٥ × ١٠ × ١٠

= ١٨٥ × ١٠^{٣} عدة / ثانية لكل أصيص

ويلاحظ عند قياس العدد الناتج عن انحلال النظير المشع أخذ فى الاعتبار حساب الزمن وما يصاحبه من انحلال .

(٢) معامل الاستفادة من السماد $= \frac{١٠٠ \times ^{٢}١٠ \times ١,٨٥}{^{٢}١٠ \times ١٨,٥} = ١٠ \%$

(٣) وحيث إن كمية السماد المضافة لكل أصيص كانت ١٠٠ جرام فو$_{٢}$ ا$_{٥}$ فإن هذه النتيجة معناها أن نباتات كل أصيص قد امتصت $\frac{١٠ \times ١٠٠}{١٠٠}$

$= ٠١$ جرام $= ١٠$ مجم فو$_{٢}$ ا$_{٥}$ من السماد المضاف علاوة على ٣٠ مجم فو$_{٢}$ ا$_{٥}$ امتصتها النباتات من الفوسفور الموجود أصلا فى الأرض ، أو بعبارة أخرى أن النباتات قد امتصت ٢٥ ٪ ($\frac{١٠ \times ١٠٠}{٤٠}$) من الفوسفور الكلى الذى تحتوى عليه من السماد الذى أضيف للأصيص ، وهذه النتيجة يمكن الحصول عليها بطريقة أخرى هى :

النشاط الإشعاعى النوعى الظاهرى للنبات $= \frac{\text{العدد / ثانية (الناتج عن نباتات أصيص)}}{\text{فو}_{٢}\text{ ا}_{٥}\text{ الكلى (الموجود فى نباتات أصيص)}}$

$= \frac{^{٢}١٠ \times ١,٨٥}{٠٤,} = ٤,٦٢٥ \times ^{٣}١٠$ عدة / ثانية جرام فو$_{٢}$ ا$_{٥}$

النسبة المئوية للفوسفور الممتص من السماد $=$

$\frac{\text{النشاط النوعى الظاهرى للنبات}}{\text{النشاط النوعى الظاهرى للسماد}} = \frac{١٠٠ \times ^{٣}١٠ \times ٤,٦٢٥}{^{٣}١٠ \times ١٨,٥} = ٢٥ \%$

والجدول التالى يبين نسبة الفوسفور الممتص من السماد إلى الفوسفور الكلى فى أجزاء نبات القطن المختلفة بعد فترات مختلفة من الزراعة :

أجزاء النبات	١٥ يوماً من الزراعة	٣٠ يوماً من الزراعة	٤٣ يوماً من الزراعة
الأوراق	٦٥٪	٤٠٪	٣١٪
السيقان	٦٣٪	٣٩٪	٣٣٪
القمم النامية	٥٨٪	٤٠٪	٣٢٪
الفلقات	٤٨٪	—	—

ففيما عدا النسبة الخاصة بالفلقات تكاد النتائج الواردة بالجدول بالنسبة لكل عمر تكون ثابتة فى أجزاء النبات المختلفة ، والفروق الصغيرة بينها ليست مؤكدة إحصائياً ، ويرجع ذلك إلى أن الفوسفور الممتص يتوزع فى أجزاء النبات المختلفة بسرعة ، وعلى ذلك يمكن الاكتفاء بتحليل جزء من النبات لتقدير نسبة الفوسفور الممتص من السماد إلى الفوسفور الكلى الموجود فى النبات .

تجارب الحقل

لإجراء تجارب حقلية يستخدم فيها سماد السوبر فوسفات المؤشر يجب أن تتوافر فى السماد الشروط الآتية :

١ — أن تكون جميع ذرات فو ٣٢ فى صورة أيونات فو ٤

٢ — أن يكون تأشير السماد متجانساً بمعنى أن يكون توزيع ذرات فو ٣٢ بين ذرات فو ٣١ منتظماً أى أن نسبة فو ٣٢ : فو ٣١ فى أى كمية من السماد تكون ثابتة بدرجة كافية .

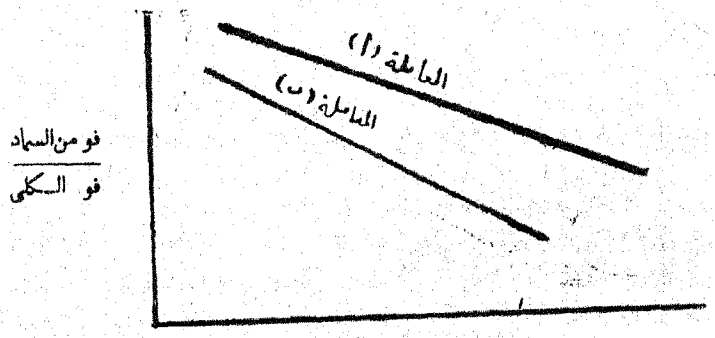
٣ — أن يكون السماد نقياً من الناحية الكيميائية .

ولا يتأتى ذلك إلا بتحضير السماد المؤشر صناعياً من صخر الفوسفات وحامض الكبريتيك المضافة إليه كمية بسيطة من حمض الفوسفوريك المؤشر بـ فو٣٢ وقد وصف Susumu Nishigaki et al طريقة تحضير السوبر فوسفات المؤشر فى المؤتمر الثانى لاستخدام الطاقة الذرية للسلام الذى عقدته هيئة الأمم المتحدة عام ١٩٥٨ .

هذا وتقوم الولايات المتحدة الأمريكية وانجلترا بإنتـــاج وبيع سماد السوبر فوسفات المؤشر بالفوسفور المشع (فو ٣٢) وعادة تلزم للتجارب الزراعية كميات صغيرة نسبياً من السماد المؤشر ، وعلى سبيل المثال نذكر أن الولايات المتحدة الأمريكية أجرت سنة ١٩٥٨ ستين تجربة حقلية فى سبع عشرة ولاية واستخدمت فى كل تلك التجارب ٤٠ كورى من فو ٣٢ (على صورة سماد سوبر فوسفات) .

وحيث أن عملية تحضير السماد المؤشر ذات تكاليف عالية وليست بسيطة ، وأن الكميات اللازمة صغيرة ، فقد يكون من الأفضل شراء ما يلزم لأبحاث الجمهورية العربية المتحدة من السماد المؤشر بدلا من تحضيره . هذا ويمكن أحياناً الاستعاضة عن السوبر فوسفات فى تجارب الحقل بأسمدة فوسفاتية مؤشرة أخرى يسهل تحضيرها فى المعمل مثل فوسفات الأمونيوم التى يمكن تحضيرها على صورة بلورات نقيـــة متجانسة التأشير بإضافة أيدروكسيد الأمونيوم إلى حمض الأرثوفوسفوريك المؤشر بـ فو٣٢ ، كذلك يمكن استخدام فوسفات البوتاسيوم الثنائية أو فوسفات الكالسيوم الأحادية المؤشرة بـ فو ٣٢ .

وقبل الشروع فى إجراء تجربة حقلية تجب دراسة الموضوع بعناية وحرص شديدين والتأكد من أن التجربة ضرورية ، وأنها ستعطينا نتائج تزيد من معلوماتنا الأساسية . ولتوضيح ذلك نسوق المثال التالى لتجربة حقلية الغرض منها دراسة تغير نسبة الفوسفور الممتص من السماد إلى الفوسفور الكلى الممتص بتغير الزمن وكذلك باختلاف النبات (المعاملة « ا » تمثل نباتا معينا والمعاملة « ب » تمثل نباتاً آخر) . وقد أسفرت التجربة عن النتيجة الموضحة بالرسم البيانى التالى :



شكل (١)

ومثل هذه التجربة يمكن توقع نتائجها مقدما ، وعلى ذلك لايكون هناك داع لإجرائها ، لأنه من البديهى أن يقل اعتماد النبات على السماد بازدياد عمره ، نظراً لنمو المجموع الجذرى ، وازدياد فرص الاستفادة من الفوسفور الموجود أصلا فى الأرض تبعاً لذلك ، فضلا عن أن الفوسفور المضاف كسماد يثبت فى الطبقة السطحية التى أضيف إليها . أما اختلاف ميل المنحنى باختلاف المحصول المستخدم فى التجربة فأمره معروف ، إذ تختلف النباتات فى قدرتها على امتصاص الفوسفور من الأرض ، وفى تكوين مجموعها الجذرى ، ومن المتوقع أيضاً أن تزيد نسبة الفوسفور الممتصة من السماد بازدياد كمية السماد المضافة ، ولهذا لا يكون هناك داع لإجراء تجربة لدراسة هذا الموضوع .

أما تصميم تجربة مثلا لدراسة أنسب ميعاد لإضافة السماد ، أو أنسب طريقة لإضافته (نثراً أو تكبيشاً أو على عمق معين) بالنسبة لمحصول معين أو استجابة الأرض للتسميد الفوسفاتى ، فإنها لا شك تعطى نتائج نافعة .

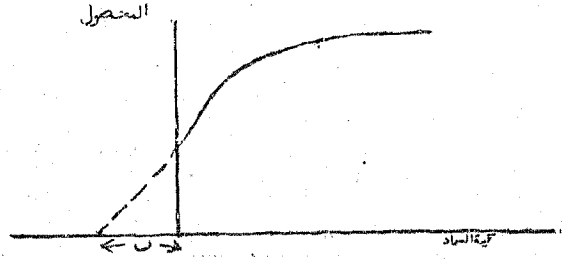
وفى جميع الأحوال لا تختلف التقديرات وطريقة الحساب كثيراً عما أوضحته فى المثال البسيط السابق الذكر .

الفوسفور الميسر

من المفيد جداً أن نتمكن باختبار بسيط من تقدير كمية الفوسفور الميسرة فى الأرض تمهيداً لمعرفة درجة استجابة أرض معينـــة للتسميد الفوسفاتى . وقد اقترح Dyer سنة ١٨٩٨ استخدام محلول ١ ٪ من حمض الستريك لتقدير الفوسفات الميسرة للنبات ، كما استعملت طرق كيماوية عديدة تعتمد على استخلاص جزء من الفوسفور الموجود فى الأرض بواسطة محاليل مختلفة ، بعضها متعادل وبعضها قلوى ، أو حامضى التأثير لنفس الغرض ، وكان نجاح هذه الطرق متفاوتاً تبعاً لاختلاف الظروف ، وعيب عليها جميعها أنها تعتمد على التقدير الكيماوى ولا تدخل النبات فى الاعتبار ، بينما النبات وحده هو الذى يستطيع دون شك أن يدلنا على ما إذا كانت قطعة أرض ما تحتوى على كمية من الفوسفور الميسر تفى باحتياجاته ، أم أنه يلزم تسميده للوفاء بتلك الاحتياجات ، وقد بنيت طريقة نيوباور وكذلك طريقة ميتشرليش على أساس الاستعانة بالنبات كدليل .

والرسم البيانى التالى يمثل ازدياد المحصول بازدياد كمية السماد المضافة كما يوضح

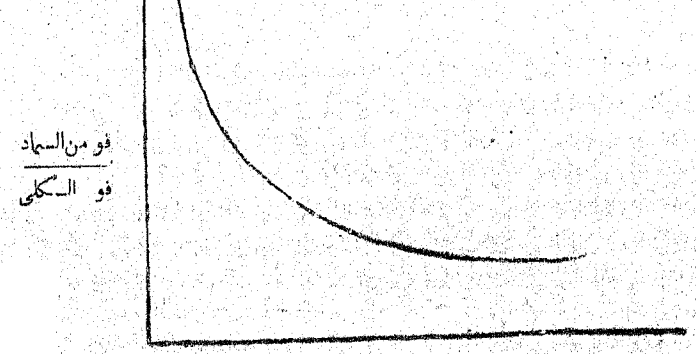
كيفية حساب فى الاتجاه السالب : الأرض بطريقة ميتشرليش ، وذلك بمد الخط البيانى كمية الفوسفور الميسرة فى



(ب) = كمية الفوسفور الميسرة فى الأرض التى لها نفس صلاحية الفوسفور فى السماد المضاف
شكل (٢)

ويؤخذ على طريقة ميتشرليش وجوب توافر الخط البيانى ، وهذا يستلزم وجود عدة معاملات ، فضلا عن صعوبة مد المنحنى على وجه دقيق ، لأنه يكون عادة على شكل الحرف « S » (سيجمويد) فضلا عن وجوب تزايد المحصول بازدياد كمية السماد المضافة حتى يمكن تقدير القيمة ب .

وللوصول إلى نفس النتيجة بطريقة أيسر من طريقة ميتشرليش ، استعان Fried & Dean بالنظائر المشعة ، وافترضا أن الأرض تحتوى على مصدرين للعنصر الغذائى وهو الفوسفور : (أ) الفوسفور الموجود أصلا فى الأرض و (ب) السماد المضاف ، وعلى ذلك يمتص النبات الفوسفور من الأرض حسب نسبة الجزء الميسر منه (الصالح لامتصاص النبات) محسوباً على أساس السماد المضاف ، وكلما ازدادت خصوبة الأرض، كلما قلت نسبة الفوسفور الممتص من السماد إلى الفوسفور الكلى ، كما يتضح ذلك من الرسم البيانى التالى :



شكل (٣)

أى أن النبات سيمتص الفوسفور من المصدرين (ا) ، (ب) بشكل متناسب مع الكمية الصالحة للامتصاص من كل منهما ، ومعنى ذلك أن :

$$\frac{\text{ا (الأرض)}}{\text{ب (الأرض)}} = \frac{\text{ا (النبات)}}{\text{ب (النبات)}} = \frac{\text{كمية الفوسفور التى امتصها النبات من الأرض}}{\text{كمية الفوسفور الممتص من السماد}}$$

$$\text{أى أن } \frac{\text{ا}}{\text{ب}} = \frac{\dfrac{\text{كمية الفوسفور الممتص من الأرض}}{\text{الفوسفور الكلى الممتص}}}{\dfrac{\text{كمية الفوسفور الممتص من السماد}}{\text{الفوسفور الكلى الممتص}}}$$

$$= \frac{\dfrac{\text{الفوسفور الكلى الممتص} - \text{الفوسفور الممتص من السماد}}{\text{الفوسفور الكلى الممتص}}}{\dfrac{\text{كمية الفوسفور الممتص من السماد}}{\text{الفوسفور الكلى الممتص}}}$$

$$\text{وبفرض أن م} = \frac{\text{كمية الفوسفور الممتص من السماد}}{\text{الفوسفور الكلى الممتص}} \text{ فإن :}$$

$$\frac{\text{ا}}{\text{ب}} = \frac{\text{ا} - \text{م}}{\text{م}} \text{ أى أن}$$

$$\text{ا} = \frac{\text{ب (ا} - \text{م)}}{\text{م}}$$

أى أن (ا) تمثل كمية الفوسفور الموجودة فى الأرض التى لها نفس صلاحية السماد المضاف (للنبات) محسوبة على صورة السماد المضاف ، وعلى ذلك تكون هى فى الواقع نفس القيمة (ب) التى قدرها ميتشرليش

وقد حصل Larsen على نفس النتيجة التى اهتدى إليها Fried & Dean بطريقة أخرى (فى الحساب) تعتمد على قانون تخفيف النظائر المشعة ، وتمتاز القيمة (ا) عن القيمة (ب) بسهولة تقديرها وعدم وجوب استجابة المحصول للسماد .

ويمكن الحصول على القيمة المناظرة للقيمة (أ) بالنسبة لعناصر غذائية أخرى غير الفوسفور بنفس الطريقة .

وقد اتخذ Fried & Dean أيضاً من الفوسفور القابل للتبادل فى الأرض مقياسا للفوسفور الميسر فيها ، وذلك على أساس المعادلة التالية :

فو ا$_{1}$ + ا يد ⟵⟶ فو ا$_{1}$ + ا يد

(المحلول) (سطح حبيبات الأرض) (سطح) (المحلول)

على اعتبـــار أن أنيون الفوسفات على سطوح حبيبات التربة سيتبادل مع أنيون الهيدروكسيل فى المحلول الأرضى وبالعكس ، ويحصل هذا التفاعل أيضا بين الفوسفات وبعضها بعضا بحيث يكون :

$$\frac{\text{فو ٣٢ ا}_{1}\ (\text{سطح})}{\text{فو ٣٢ ا}_{1}\ (\text{المحلول})} = \frac{\text{فو ٣١ ا}_{1}\ (\text{السطح})}{\text{فو ٣١ ا}_{1}\ (\text{المحلول})}$$

ومن هذه المعادلة يمكن حساب فو ٣١ الموجود على سطوح الحبيبـــات (القابل للتبادل) ويمكن أن يتخذ منه مقيـــاس لمدى فقر أو خصوبة الأرض بالنسبة للفوسفور ، على اعتبار أنه المصدر الذى يعوض منه النقص فى تركيز المحلول الأرضى الناتج عن امتصاص النبات للفوسفور ، وتحسب نتيجة التقدير كما يتضح من الرسم البيانى التالى :

شكل (٤)

ويجرى التقدير عن طريق رج كمية معينة من عينة الأرض مع محلول فوسفاتى مؤشر بـ فو ٣٢ مدة معينة من الزمن ثم حساب نسبة الفوسفور على سطوح الحبيبات إلى نسبة الفوسفور فى المحلول لكل زمن معين ، ومن ذلك يمكن استنتاج كمية فو ٣١ الموجودة على السطوح عند الزمن صفر بالاستعانة بالمعادلة التالية :

$$\frac{\text{فو ٣٢ (السطح)}}{\text{فو ٣٢ (المحلول)}} = \frac{\text{فو ٣١ (السطح)}}{\text{فو ٣١ (المحلول)}}$$

لأن فو ٣٢ وفو ٣١ فى المحلول يمكن تقديرهما ، أما فو ٣٢ على السطح فهو الفرق بين فو ٣٢ الموجود فى المحلول عند بدء التجربة و فو ٣٢ الذى قدر فى المحلول عند زمن معين ، وعلى ذلك يسهل من المعادلة حساب فو ٣١ الموجود على سطح الحبيبات والقابل للتبادل عند زمن معين ، وبتكرار التجربة لأزمنة متعددة يمكن استنتاج الفوسفور القابل للتبادل عند الزمن صفر .

ويمكن إجراء ذلك التقدير بنفس الطريقة بالنسبة لأى عنصر غذائى آخر له نظير مشع مناسب .

وقد دلت مقارنة نتائج تقدير القيمة (ا) والقيم الناتجة عن تقدير الفوسفور القابل للتبادل الأنيونى على أن كلا التقديرين يسفر عن نتائج متقاربة ، وأن كلاهما يمكن استعماله بنجاح فى تقدير الفوسفور الميسر فى الأرض ، وبالتالى فى تقدير ما إذا كانت الارض تحتاج إلى التسميد الفوسفاتى أم لا .

هذا ويستخدم الفوسفور المشع فى دراسة نمو المجموع الجذرى للنباتات وذلك بوضع السماد الفوسفاتى المؤشر على عمق أو بعد معين من النبات ، وحيث إن حركة الفوسفور فى أغلب الأراضى تكاد تكون معدومة فيمكن اعتبار امتصاص النبات للفوسفور المشع دليلا على امتداد جذوره إلى مكان وضع السماد المؤشر .

كما أنه يستخدم فى مزارع الرمل النقى والمزارع المائية ، لأن الفوسفات المؤشرة تكون هى المصدر الوحيد للفوسفات فى النبات كوسيلة لتقدير الفوسفات التى امتصها النبات ، وتمتاز هذه الوسيلة بسهولة إجرائها ، ثم إن دقة التقدير بها (خصوصا فى حالة الأوزان الصغيرة) تمتاز عن الطرق الكيميائية الاخرى بشكل واضح . إذ يمكن بواسطتها بسهولة تقدير الفوسفور عند ما يبلغ تركيزه نحو ١٠ — ١٠ بينما يصعب تقدير الفوسفور بالطرق الكيمائية العادية عندما يقل تركيزه عن ١٠ — ٧ .

المراجع

(1) Fried, Muarice, and L. A. Dean
1952. A concept concerning the measurement of available soil nutrients.
Soil Sci., 73 : 263-271.

(2) Hendricks, Sterling B.
1953. Radioisotopes in fertilizer usage, soil fertility and plant nutrition, *IN* «Use of Isotopes in Plant and Animal Research»
(Conference sponsored by Kansas State College, Argonne National Laboratory and Isotopes Division, U. S. Atomic Energy Commission), TID - 5098.

(3) Larsen, S.
1952. The use of P32 in studies on the uptake of phosphorus by plants.
Plant and Soil, 4 : 1-10

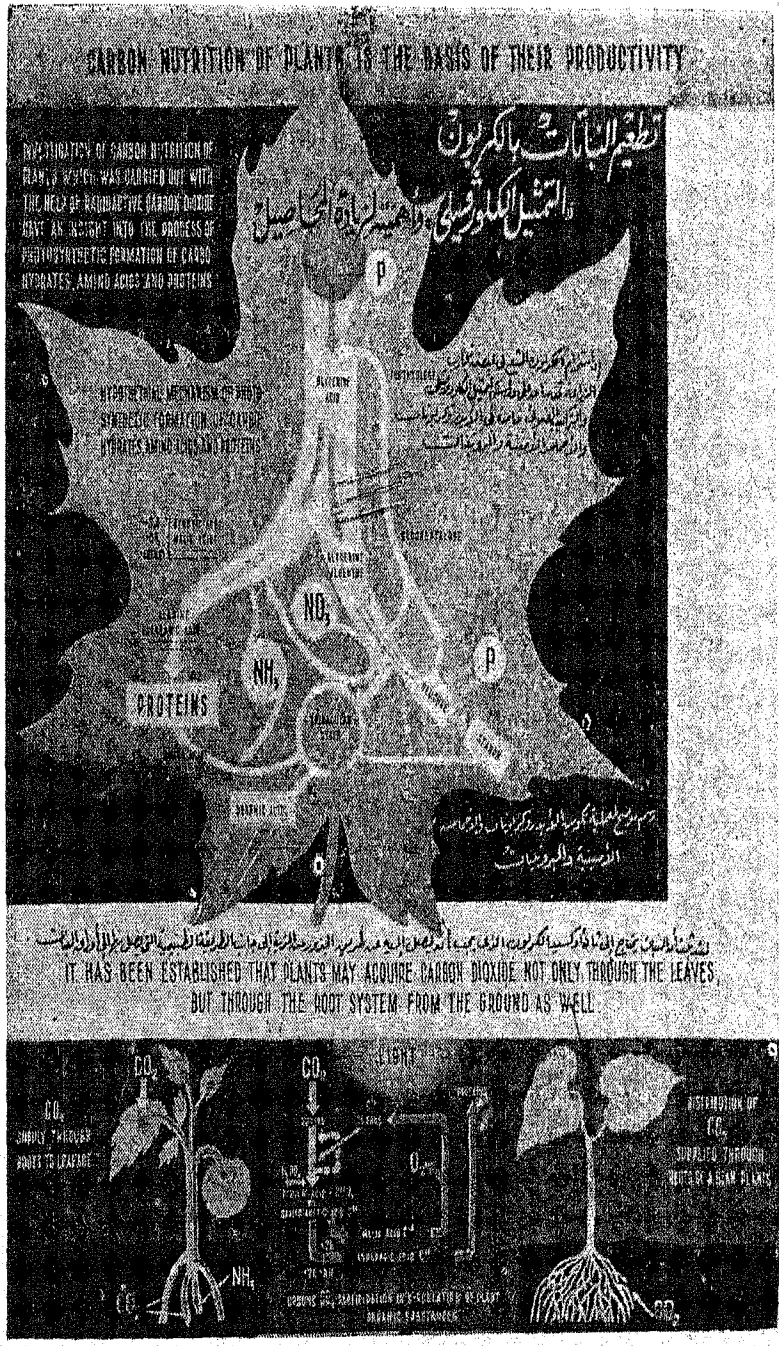
(4) Lemmerman, O., and L. Fresenius
1934. Methoden Fur Die Untersuchung des Bodens. II Teil.
Berlin : Verlag Chemie

(5) Mitscherlich, E. A.
1930. Eine Bestimmung des Dungebedurfnisses des Bodens.
Berlin : Verlag Paul Parey

(6) Neubauer, H., and W. Schneider
1923. Die Nahrstoffaufnahme der Keimpflanzen und ihre Anwendung auf die Bestimmung des Nahrstoffgehalts der Boden.
Dungung und Bodenk : Z. Iflanzenervahe. A 2 : 329-362.

(7) United Nations Ist International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy.
1955. Vol. 12.

(8) United Nations 2nd International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy.
1958. Vol. 27.



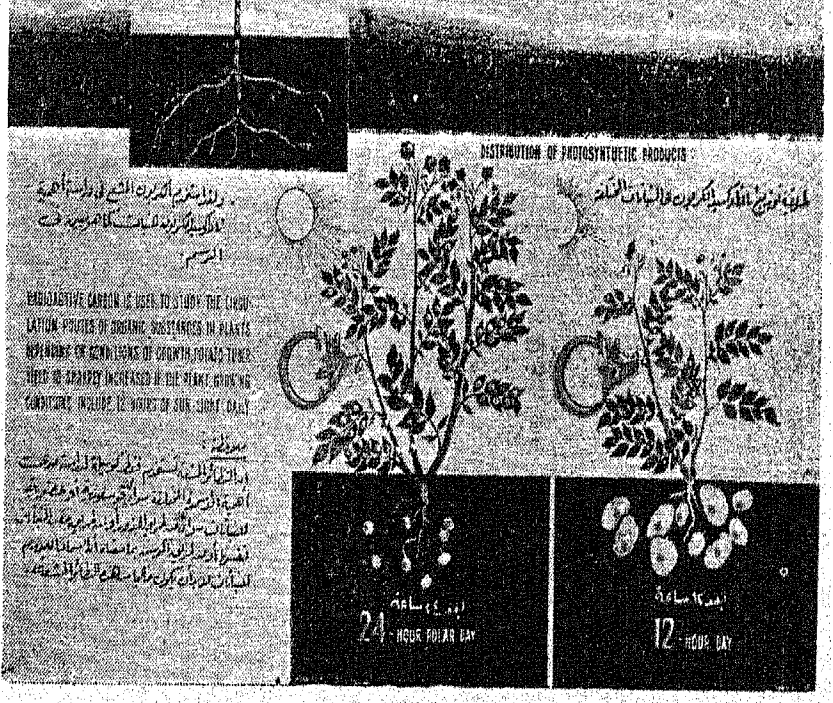
IT HAS BEEN ESTABLISHED THAT PLANTS MAY ACQUIRE CARBON DIOXIDE NOT ONLY THROUGH THE LEAVES, BUT THROUGH THE ROOT SYSTEM FROM THE GROUND AS WELL

DISTRIBUTION OF RADIOACTIVE PHOSPHORUS ATOMS THROUGHOUT LEAVES OF THE PLANT IN THE DARKROOM

توزيع ذرات الفسفور المشع
في أوراق النبات في الظلام

RADIOISOTOPES OF PHOSPHORUS, SULPHUR AND CALCIUM HELPED TO DISCOVER THAT PLANTS MAY BE FED THROUGH THEIR LEAVES. TOP DRESSING RAISES THE YIELD OF FRUIT PLANTS, COTTON, AND SUGAR BEET, AND IS USED IN AGRICULTURE AS AN ADDITIONAL AGROTECHNICAL METHOD.

بواسطة النظائر المشعة للفوسفور والكبريت والكالسيوم
استطاع العلماء أن يكتشفوا طريقة جديدة لتغذية النبات عن طريق
أوراقه. وطبق مستحضرات هذه الطريقة في الزراعة بطريقة زراعية
إضافية. وتستعمل لزيادة المحاصيل الفواكه والسكر والقطن والبنجر.



DISTRIBUTION OF PHOTOSYNTHETIC PRODUCTS

توزيع نواتج التركيب الكربوني في النبات الأخضر

RADIOACTIVE CARBON IS USED TO STUDY THE LOCALIZATION POINTS OF ORGANIC SUBSTANCES IN PLANTS DEPENDING ON CONDITIONS OF GROWTH. POTATO TUBER YIELD IS GREATLY INCREASED IF THE PLANT GROWS IN CONDITIONS INCLUDE 12 HOURS OF SUN LIGHT DAILY.

يستعمل الكربون المشع في دراسة أهمية
تراكم الكربون في النبات كما يعتمد ذلك على
الضوء.

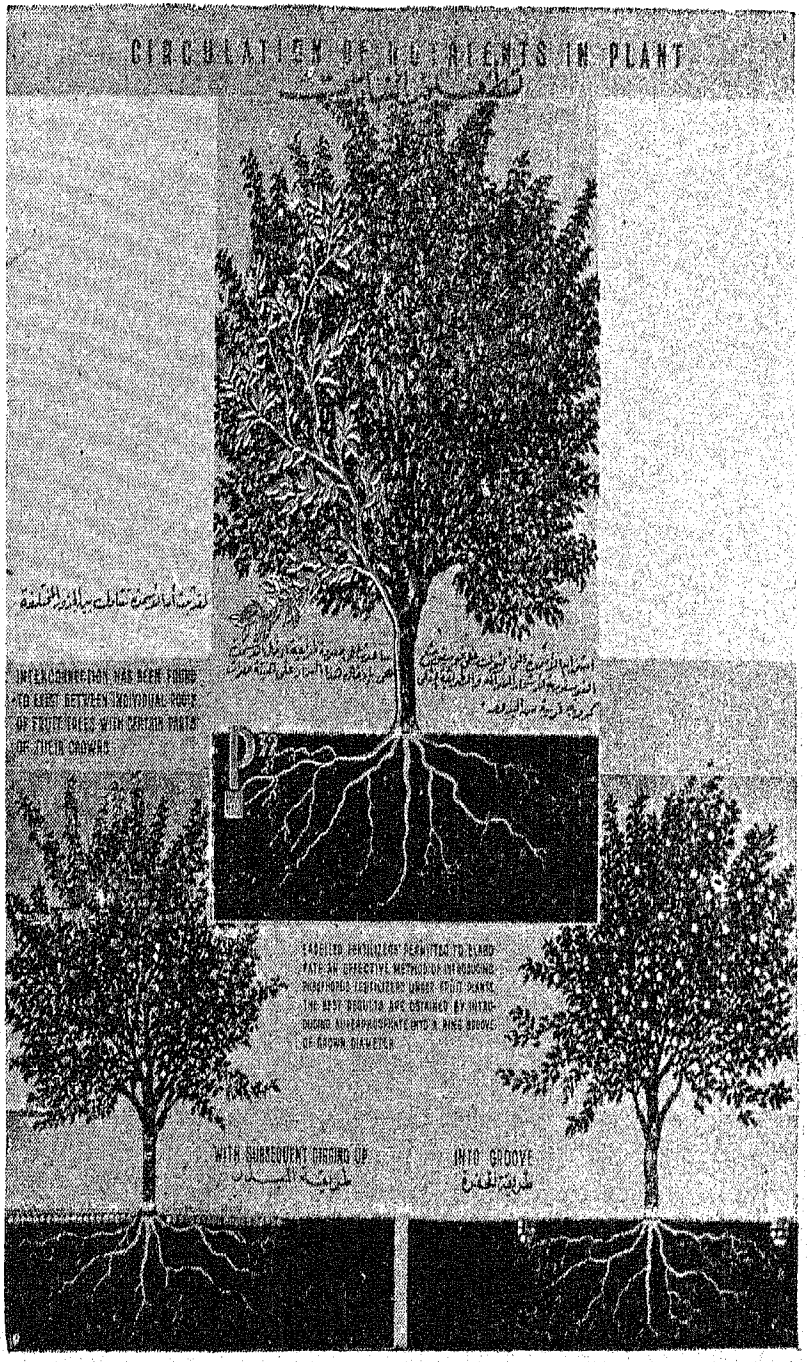
24 - HOUR FOTAR DAY

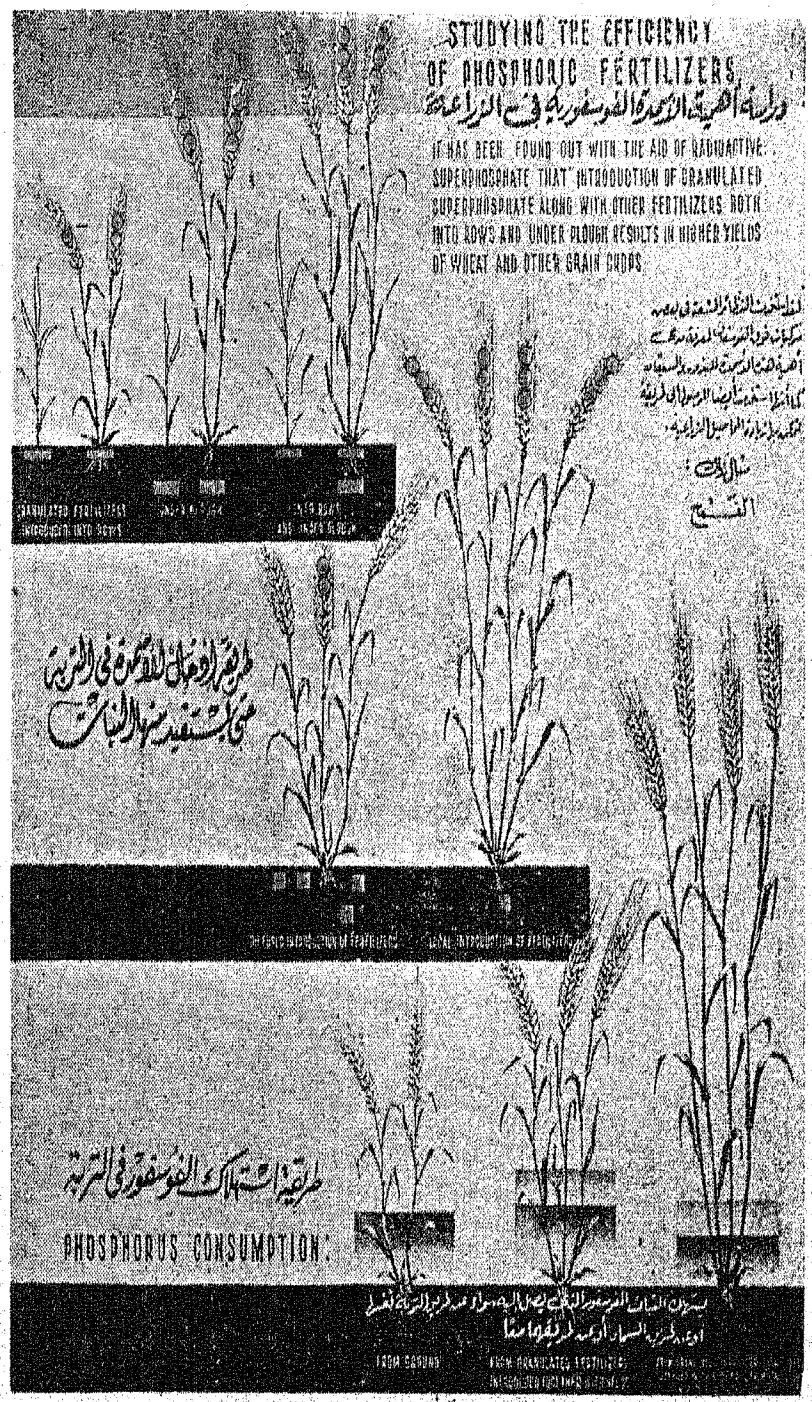
24 ساعة

12 - HOUR DAY

12 ساعة

CIRCULATION OF NUTRIENTS IN PLANT




STUDYING THE EFFICIENCY
OF PHOSPHORIC FERTILIZERS
دراسة أفضلية الأسمدة الفوسفورية في الزراعة
IT HAS BEEN FOUND OUT WITH THE AID OF RADIOACTIVE SUPERPHOSPHATE THAT INTRODUCTION OF GRANULATED SUPERPHOSPHATE ALONG WITH OTHER FERTILIZERS BOTH INTO ROWS AND UNDER PLOUGH RESULTS IN HIGHER YIELDS OF WHEAT AND OTHER GRAIN CROPS
طريقة إدخال الفوسفور في التربة
حتى تستفيد منه النبات
طريقة استهلاك الفوسفور في التربة
PHOSPHORUS CONSUMPTION