الدور الذي يؤديه الجير "كربونات الكالسيوم"
في التفاعلات الكيماوية بالأراضي
خصوصاً في زيادة تثبيت الفوسفات فيها

المهندس الزراعي الدكتور أمين أحمد عبد البر
قسم الكيمياء الزراعية (أراضي) بكلية الزراعة في جامعة القاهرة

مقدمة عامة :

لا يخفى لدى علماء الأراضي الدور الفعال الذي تؤديه كربونات الكالسيوم « الجير » في الأراضي حتى أنها تعتبر أحد أركان تكوين الأراضي وأهم موادها الغروية بعد الطين ، والدبال .

ودراسة مفعول هذا المركب الكيميائي للأرض من الأهمية بمكان للأراضي المصرية التي تكونت على أساس من صخر أصلي (parent rock) أغلبه من الحجر الجيري حتى أن تشبعها بالقواعد يرجع إلى سيادة الكالسيوم الآتي من هذا الصخر الأصلي الجيري.

وتوجد كربونات الكالسيوم في الأراضي المصرية بنسب تتفاوت تفاوتاً كبيراً بين ١ ٪ و ٥٠ ٪ وأكثر .

وهذا التفاوت يؤدي حتماً إلى تغير كبير في الخواص العامة لهذه الأراضي .

ولما كان مفعول الجير على خواص الأرض متشعباً فقد آثرت أن أذكر الأثر الحسن لكربونات الكالسيوم على الأراضي من مختلف النواحي ، ثم جمعت الآثار السيئة لوجودها بكثرة في الأراضي حتى انتهيت إلى البحث الذي قمت به عن مفعول الجير في زيادة تثبيت الفوسفات في الأرض وما يتبع ذلك من نقص المقدار الصالح منها للامتصاص بواسطة المجموع الجذري للنبات ، وبهذا ألممت بالموضوع كله من مختلف نواحيه على قدر ما يهمنا ، راجياً الإفادة من نتائجه في إنتاجنا الزراعي بصفة خاصة :

(ا) تتراوح كمية كا كـ ا م في الأرض بين ١ ٪ و ٥٠ ٪ ، وقد تحقق أن الأراضي لا تنتج المحاصيل الاقتصادية إن نقصت نسبة كا كـ ا م عن ٠,٠٣ ٪ وفي أغلب الأحوال يمكن اعتبار نسبة ١ ٪ (= ١٥ طن للفدان حتى عمق ٣٠ سم) هي الأنسب في الأراضي الجيدة .

(ب) الأراضى الرملية والغنية فى المادة العضوية تكون غالباً فقيرة فى كا ك ام ، وهـــذا المركب إما أن يكون منتشراً مع حبيبات الأرض أو يتراسب على شكل طبقة صماء يختلف عمقها باختلاف نوع الطقس الواقعة تحته هـذه الأرض. فالطقس الجاف تكون به الطبقة الجيرية قريبة من السطح ، وتحت الطقس الرطب للمناطق المعتدلة تكون هذه الطبقة على عمق كبير من السطح.

(ج) عوامل فقد كا ك ام بالأراضى كثيرة منها أن المحاصيل والحشائش النامية فى الأرض تستهلك جانباً من « كا » وهذا المقدار يفقد من الأرض مادامت تزرع باستمرار ، وطبيعى أن درجة هذا الفقد تتوقف على نوع المزروعات النامية وعلى كمية المحاصيل نفسها ، ولهذا يجب تعويض هذا الفقد من آن إلى آخر حتى تصبح نسبة كا ك ام فى الأرض عند ١ ٪ على الأقل .

ويلاحظ أن كا ك ام توجد فى الأرض على حالة تحبب ، ويختلف حجم حبيباتها ، فتكون أحياناً كحبيبات الطين ، وأحيانا كحبيبات الرمل ، وكلما كانت الحبيبات دقيقة كانت أكثر قابلية للاذابة بفعل الماء المحتوى على غاز ك ام .

(د) فوائد كا ك ام للأرض كثيرة يمكن حصر أغلبها فيما يلى :

١ — معادلة الأحماض خصوصاً العضوية التى تتكون فى التربة نتيجة للعمليات الحيوية التى تحدث فيها ، فإذا كانت كا ك ام غير موجودة فى التربة بكميات كافية فإن هذه الأحماض تتراكم حتى يقف نشاط كثير من الميكروبات النافعة فلا تتحلل المادة العضوية إلى دبال وتسوء خواص الأرض كيماوياً وحيوياً فيؤدى ذلك إلى نقص قدرتها على الإنتاج ، يضاف إلى ذلك أن تكرار هـذا التراكم يؤدى حتما إلى تحول الأرض إلى الحموضة .

٢ — إمداد المحاول الأرضى بأيونات « كا » حتى يكون تركيزها فيه كافياً للحيلولة دون سيادة عنصر آخر كالصوديوم ، وبذلك يبقى المعقد الغروى (colloidal complx) فى التربة بعيداً عن أن يتحول إلى صودى أى أن الأرض لا تتحول إلى قلوية . ولقد أظهرت أبحاث

(Kelley) [٦] أنه يكفى أن تكون نسبة كا : ص فى المحلول الأرضى كنسبة ١ : ٤ حتى يحتفظ بالمعقد الغروى سليما ومشبعاً بالكالسيوم .

٣ — تحويل بعض البوتاسيوم غير النائب والممتص بواسطة المعقد الغروى للتربة إلى حالة ذائبة حيث تتبادل أيونات « كا » الناتجة من ذوبان كا ك ا٣ مع أيونات « بو » فى المعقد فينتج عن ذلك ظهور أيونات « بو » فى المحلول الأرضى على حالة كربونات وبيكربونات وبذلك تكون فى متناول النبات كغذاء له ، هـذا بصرف النظر عن أن جذور النبات قادرة على أخذ أيونات « بو » من المعقد الغروى مباشرة على أســـاس نظرية contact exchange التي ظهرت فى السنوات الأخيرة .

٤ — الوقوف دون تحويل الفوسفات الذائبة فى الأرض إلى فوسفات حديد أو ألومنيوم وهى فوسفات عسيرة الذوبان خصوصا فى الأراضى المشبعة بالقواعد والتى رقم p H لها مرتفعا مما يصعب معه امتصاص أيونات (فو ا٤) بواسطة النبات . أما إذا وجدت كا ك ا٣ بكثرة فى الأرض فان الذى يتكون هو فوسفات الكالسيوم وهى وإن كانت ضئيلة القابلية للذوبان فى الماء إلا أن النباتات تستطيع (بدرجات مختلفة) أن تستخلص منها أيونات « فو ا٤ » وتمتصها كغذاء فوسفاتى .

٥ — تهيئة الظروف لسيادة النظام المركب للحبيبات فى الأراضى (aggregate system) وبواسطته تكتسب الأرض بناء ميكانيكيا جيدا من ناحية التهوية والصرف وسهولة الخدمة .

وسيادة النظام المركب لا تقتصر على الفوائد الميكانيكية للتربة ، بل إنها تفيد كيماويا أيضا ، ذلك أن سيادة النظام المركب معناه ارتفاع قيمة معامل البناء الأرضى (soil structure factor) أو بمعنى آخر إن الطين أغلبه متجمع ، وهو مايدل على مقاومة البناء الأرضى ضد التحول إلى النظام المفرد وما يتبع ذلك النظام من سرعة

تحول الأرض إلى قلوية تحت الظروف التى تساعد على ذلك .

٦ — رفع رقم p H للأراضى الحمضية يزيد مفعول الفوسفات والبوتاسا الصالحين لغذاء النبات فيزيد مقدار المحصول وما يتبع ذلك من زيادة المقدار الممتص من الفوسفات والبوتاسا من الأرض ، أى نقص الباقى فى الأرض بعد حصد المحصول منها .

وقد أيدت ذلك نتائج أبحاث محطة تجارب Rod Island[٤] من سنة ١٨٩٣ إلى سنة ١٩٢٦ حيث كانت الأراضى موضوع البحث حمضية ، وكان يضاف إلى الفدان سنويا ١٤٩ رطل نتروجين و ١١٢ رطل حمض فوسفوريك و ١٠٥ رطل بو ٢ أ ، أما الجير فكان يضاف حتى يصل رقم p H إلى نحو ٦ وذلك ابتداء من سنة ١٩٢٦ ثم تزرع المحاصيل وتحصد .

ولعل تجارب نيوجرسى New Jersey[٤] من ١٩٠٨ إلى ١٩٢٦ عن أثر إضافة الجير إلى الأراضى الحمضية فى زيادة الجزء الصالح للنبات من الفوسفات تعدّ من أفضل الأدلة على فوائد الجير للأراضى الحمضية .

والجدول الآتى يوضح ذلك :

الجدول رقم ١ — زيادة p H بالجير للأراضى الحمضية

السماد بالرطل للفدان سنويا	p H		حمض الفوسفوريك الفعال (رطل للفدان)	
	قبل الجير	بعد الجير	قبل الجير	بعد الجير
بدون تسميد	٤,٦	٦,٣٥	٥٥	٥٧٩
٢٤٠ سوبر + ٣٢٠ كلوريد بوتاسا	٤,٨٥	٦,٤٥	٣٥٣	٤٧٨
٣٢٠ نترات صود	٥,٢	٦,٥٥	٤٨٦	٥٠٢
٣٢٠ » جير	٥,١٥	٦,٥٠	٢٦٩	٥٦٢
٢٤٠ سلفات نشادر	٤,٢٥	٦,٢٠	٤٢٠	٦٩١

كما ظهر أيضا من تجارب أخرى أن استعمال الجير فى الأراضى الحمضية يقلل من مقدار الفوسفات والبوتاسا اللازم لإنتاج المحاصيل المزروعة فى الأرض خصوصاً محاصيل الحبوب ، فقد اتضح بصفة مؤكدة أن إضافة الجير جعلت هذه المحاصيل لا تحتاج إلا إلى مقادير ضئيلة من السماد الفوسفاتى لتعطى مقداراً كبيراً من المحصول .

ومعادلة الحموضة فى الأراضى هو أساس إصلاح الأراضى القلوية المتدهورة (degraded alkali soil) المعروفة علميا باسم (Solod) والتى فيها يصبح الطين ايدروجينيا بسبب الافراط فى غسل الأراضى القلوية الصودية الخالية من الأملاح بالماء ، ومثل هذه الأراضى يكون أساس إصلاحها هو معادلة حموضتها بالجير ثم تعامل بعدئذ بالأسمدة العضوية وينتج من ذلك كله رفع رقم pH إلى أكبر من ٧ وتحويل المعقد الغروى المتكون « ويكون فى هـذه الحالة عضويا » إلى كلسيومى، وبذلك تعود للأرض خصوبتها وخواصها الجيدة ، وذلك كله بالجير .

٧ — والجير يؤدى دوراً فعالا فى إصلاح الأراضى القلوية «الخالية من الأملاح»(١٠) والحديث عنه يطول ، ولـكن يمكن تركيز ذلك فى النقط الآتية :

أولا : أول محاولات بذلت لاصلاح الأراضى القلوية الخالية من الأملاح بالجير كانت فى إبان القرن الثامن عشر فى Hungary بواسطة العالمين Nagivati و Thessedik (١٠) حيث كانا يستعملان نوعا من التربة يعرف فى هنغاريا باسم digo كمادة للاصلاح ، ومن خواص هـذه التربة أنها صفراء توجد ضمن طبقة تحت التربة إلى عمق يتراوح بين ١ و ١,٥ متر فى بعض الأراضى ، ويختلف تحليلها الـكيماوي بين بقعة وأخرى ، على أن المركب الـكيماوى السائد فيها هو كربونات الـكالسيوم ويوجد الجبس أيضا بمقادير لا بأس بها . وعلى هذا الأساس يعمد الفلاحون الهنغاريون فى عصرنا هذا إلى حفر الأرض لاستخراج طبقة digo وفرشها على البقع القلوية من أرضهم ثم تحرث معها حتى تختلط بها ، وبذلك تصلح أرضهم القلوية بأقل النفقات ، والدليل على نجاح هذه الوسيلة أن الأراضى التى أصلحت منذ ٥٠ سنة لازالت محتفظة بخصبها وقدرتها الإنتاجية حتى اليوم .

ثانيا : دأبت الحكومة الهنغارية على تنشيط عملية الاصلاح بالجير حيث تعطى الفلاح ١٥ طن حجر جيرى لكل acre « نحو ٠,٥٧ من الهكتار » بشروط سهلة ، وقد ظهر أن إضافة ١٥ طنا من مسحوق حجر الطباشير المحتوى على ٩٠٪ كاك ا٢ كان يفى بالغرض حتى أن ٩٠٪ من حالات اصلاح الأراضى القلوية فى الحجر نجح نجاحا تاما حتى أن محصول الشعير قد غل الهكتار المربع فيه من ٧٠٠ إلى ٨٧٥ كجم وكان عدم توفيق ٦٪ من الحالات يرجع إلى الخطأ فى اتباع الطريقة العملية ، أما الـ ٤٪ الباقية فان فشل الاصلاح بالجير فيها يرجع إلى عدم ملاءمة المعاملة لنوع التربة ، لأنها كانت غنية فى ص٢ ك ا٢ مما لا يجدى معه استعمال حجر الطباشير .

ثالثا : قلة قابلية ذوبان كاك ا٢ فى الماء « نسبة الذوبان ٠,١٪ » قد تكون من الأسباب لتحاشى استعمالها فى الاصلاح ، ولكن التغلب على هذه المشكلة يسير وفى متناول كل مزارع ، ذلك أن إضافة أسمدة عضوية إلى الأرض التى أضيف إليها مسحوق حجر الجير ينتج عنه تكوين غاز ك ا٢ عند انحلال تلك المادة العضوية وهو يذوب فى الماء الأرضى مكونا يد٢ ك ا٢ الذى يذيب كمية مكافئة من كاك ا٢ مكونا كا « يد ك ا٢ »٢ وبذلك تتكون ايونات من « كا » تكفى للاصلاح . والأفضل استعمال سماد الاصطبل أو التسميد فى هذه الحالة . وقد أجرى قسم الكيمياء الزراعية بوزارة الزراعة تجارب فى سخا عن إضافة القش إلى الأرض الشديدة القلوية « والغنية فى كربونات الكالسيوم » حيث حرث القش حرثا سطحيا بالأرض وبعد بضعة أشهر ظهر التحسن فى الأرض حيث أخذت تزول الخواص الرديئة للأرض القلوية solonetz من شدة الاندماج induration إلى التعجن بالرى إلى سوء الصرف ولا تزال التجارب قائمة .

وطبيعى أن ما تحدثه كربونات الكالسيوم من إصلاح كيماوى للأرض القلوية الخالية من الأملاح يرجع إلى أن ايونات « كا » التى تتولد فى المحلول الأرضى نتيجة ذوبانها على صورة كا « يد ك ا٢ »٢ تحل محل ايونات « ص » على المعقد الغروى الصودى فيتحول تدريجيا إلى معقد غروى جيرى وتتحول

ايونات « ص » المطرودة إلى ص يد ك ا م ، ونظرا لأن ص يد ك ا م لا تنفرد منها فى الماء ايونات « ا يد » فانه لا ينتج أدنى ضرر من ظهورها فى المحلول الأرض، بل إنها سرعان ما تذهب مع ماء الصرف ، على أنه يوجد احتمال واحد هو أنه فى الأراضى الواقعة تحت الجو الجاف المصحوب بارتفاع درجة الحرارة يحدث أن تتحول ص يد ك ا م إلى ص٢ ك ا م حسب المعادلة الآتية :

$$٢\ ص\ يد\ ك\ ا_م \xrightarrow{\text{حرارة}} ص_٢\ ك\ ا_م + ك\ ا_م + يد_٢\ ا$$

وبذلك تظهر فى المحلول الأرضى كربونات الصوديوم ذات الأثر الضار على خواص الأرض .

رابعا : فى حالة وفرة كا ك ا م فى الأرض يمكن استغلالها فى توليد أيونات (كا) بكثرة فى المحلول الأرضى حتى يمكن تحويل المعقد الغروى الصودى إلى كالسيومى بتكاليف ضئيلة ، ويكون ذلك بإضافة مواد كيماوية « تجارية » إما على شكل أحماض معدنية أو على شكل أملاح حمضية التأثير، فمن الأحماض يستعمل الأدروكلوريك أو الكبريتيك أو النتريك حيث تضاف إلى ماء الرى فى القنوات بتركيز خاص ثم تروى الأرض فيحدث تفاعل بين الحامض وكا ك ا م منتجاً أملاحا ذائبة من الكالسيوم فى ذلك الماء كالكلوريد أو الكربونات أو النترات ، أما الأملاح الحمضية التأثير فهى كثيرة نذكر منها كبريتات الحديدوز أو كبريتات الألومنيوم وأحيانا مسحوق الكبريت وهى جميعاً تنتهى إلى تكوين حمض كبريتيك فى المحلول الأرضى . . . الخ كما سبق ذكره .

(هـ) إلى جانب اكتساب الأرض فوائد جمة من تأثير كربونات الكالسيوم عليها فإنه تنجم عن وجودها أيضاً تحت ظروف خاصة مضار كبيرة للأرض أو لبعض التفاعلات الكيماوية فيها ، فتحت ظروف الطقس الجاف تتكون فى الأراضى طبقة صماء من الجير أو الجبس أو منهما معا حيث تكون طبقة الجبس هى الأقرب إلى السطح وتكون موازية لذلك السطح ، ويؤدى وجود الطبقة بوجه عام إلى معاكسة حركة الماء من أعلى لأسفل أو بالعكس

على السواء ، كما أنها تعوق سلاح المحراث ، هذا ووجودها على أى حال يعتبر من مساوىء الأرض ويطلق على هذه الطبقة الصماء اسم « عرق جبر » أو « عرق جبس » .

كما أن زيادة تركيز كا ك ا٣ فى الأرض عن ١٠ ٪ يجعلها غير صالحة للزراعة ويطلق عليها أرض جيرية ، لأنها تعتبر شديدة الملوحة ، وفى مصر تكثر الأراضى الجيرية بالفيوم بصفة خاصة ، والجدول الآتى يوضح على وجه عام بعض مناطق الأراضى الجيرية فى مصر :

الجدول رقم ٢ — كا ك ا٣ ٪ فى الأراضى المصرية الجيرية

المنطقة	كا ك ا٣ ٪	المنطقة	كا ك ا٣ ٪	المنطقة	كا ك ا٣ ٪
الفيوم	٢٥,٦٢	برج العرب	٢٩,٨٢	السودان	١٥,١٢
	٢٩,٥٠		٣٥,٥٣		
	٢٤,١٥		١٨,٩٠		
	١٥,٢٠	أدفينا	١٤,٢٨		
	١٢,١٨		١٧,٨٥		
	١١,٩٧		٢١,٠٠		
برج العرب	١٦,٨٠	الواحات	١٥,٧٥		
	١٦,١٧	الخارجية			
	٣٠,٢٤				

والأراضى الجيرية لا تصلح عادة للزراعة ، وأعتقد أن أسهل وسيلة لإصلاحها هى امدادها بكميات كبيرة من المادة العضوية ثم تحرث وتروى وتترك الزمن الكافى لاحلال هذه المادة العضوية ثم تروى رياً غزيراً كالغسل وتصرف مياه ريها ، وبذلك تتخلص التربة من كا « يد ك ا٣ »٢ ، الذائبة والناتجة من تأثير ك ا٢ الناتج من احلال المادة العضوية على كا ك ا٣ . وتكرار هذه العملية عدة مرات يؤدى حتما إلى التخلص من جانب كبير من الجير حتى يمكن أن تنقص نسبتها فى التربة إلى الحد غير الضار .

ولست من محبذى إضافة الأحماض المعدنية إلى الأرض الجيرية على أساس أن هذه الأحماض تذيب « كا ك ا٣ » ذلك لأن التطبيق العلمى لهذه الاضافة يحتاج إلى دقة وحذر وإلا ساءت العاقبة وزاد الضرر الحادث بالأرض بدلا من أن ينقص. أما المواد العضوية فإن إضافتها إلى الأرض الجيرية تؤدى إلى عمليتين :

الأولى ـ تكوين نواة من الدبال تسيطر إلى حد كبير على تحسين الخواص الكيماوية والطبيعية والحيوية للأرض .

الثانى ـ التخلص من أكبر مقدار ممكن من كا ك ا٣ حتى يمكن للأرض أن تستعيد قدرتها على الإنتاج .

وليس من شك فى أن المداومة على امداد الأرض بالمادة العضوية أيا كان نوعها ومصدرها تؤدى دائماً إلى ادخال التحسن فى خواصها وتبعد عنها المفعول السيء لزيادة تركيز كا ك ا٣ منها ، ومما يساعد على ذلك أيضاً استعمال الأسمدة المركزة الفسفورية لأنها تعمل على إذابة جانب من كا ك ا٣ فتزيد فى سرعة التخلص من الجانب الضار منها . . . وبذلك يمكن السير فى الإصلاح على أساس سليم مجد مهما استغرق ذلك من وقت ، فإن المعول عليه دائماً فى أمور اصلاح الأراضى أن الوصول إلى النتيجة الناجحة هو أهم هدف مهما اقتضى ذلك من زمن . ولو أمكن تدبير اصلاح الأراضى الجيرية فى القطر المصرى لزادت المساحة الصالحة للزراعة بضع مئات الآلاف من الأفدنة بتكاليف ضئيلة .

* * *

ويمكن القول بأن من أهم الأضرار الناتجة عن زيادة كا ك ا٣ فى الأراضى « المشبعة بالقواعد » هى العمل على نقص المقدار الصالح لغذاء النبات من الفوسفات الموجودة فى المحلول الأرضى على حالة ذائبة بزيادة المقدار المثبت من أيونات الفوسفات فى الأرض مما يقلل من مدى استفادة النبات المسمد بهذه الفوسفات وهذا يؤدى إلى نقص المحصول الناتج .

وسبب ذلك هو أن الفوسفات الذائبة تكون على حالة كا « يد٢ فو٤ »٢ وما دام هناك توازن بين ايونات « كا » و ايونات فو٤ فى المحلول الأرضى

فإن المقدار الذائب من الفوسفات لا يتأثر ولكن زيادة أيونات «كا» نتيجة إضافة الجير إلى الأرض يؤدى إلى نقص مقدار أيونات فوا٤ الذائبة لأن مقداراً من هذه الايونات يرسب على صورة كا٣ «فوا٤»٢ أو بمعنى آخر أنها تثبت على صورة غير ذائبة وما يتبع ذلك من نقص مفعولها للنبات .

وقد ظهر من نتائج أبحاث عدة أن الأراضى المصرية بصفة عامة لها قدرة عالية على تثبيت الفوسفات ، وأنها حساسة جداً نحو زيادة هذه القدرة بأقل مقدار من الجير نظراً لتشبعها بالقواعد أصلا ولأن رقم pH لها مرتفع ولذلك فإن أدنى زيادة فى درجة تركيز القواعد بالأرض تسبب زيادة سعة التربة لتثبيت الفوسفات . والمحور الأصلى الذى ترتكز عليه هذه السعة هو درجة تركيز ايونات «كا» فى المحلول الأرضى ، وتوجد عوامل كثيرة « خلاف إضافة الجير » تسبب هذه الزيادة أهمها :

١ — اضافة الأسمدة الكيماوية التى تحتوى على ايونات قادرة على التبادل مع ايونات « كا » فى المعقد الغروى للتربة مثل نترات الصودا ، ونترات النشادر ، سلفات النشادر والأسمدة البوتاسية. وهى تحتوى على أيونات «ص» ، «ن يد٤» ، و«بو» على الترتيب .

٢ — إضافة سماد الاصطبل بوفرة يؤدى إلى تهيئة أيونات «كا» فى المحلول الأرضى من إذابة كا ك ام كما سبق شرحه .

وبديهى أن إضافة الجير نفسه إلى الأرض سيزيد تركيز أيونات «كا» فى المحلول الأرضى بطريقة مباشرة مما يكون له مفعول أسرع فى التأثير على زيادة سعة التربة لتثبيت الفوسفات .

وعلى الرغم من ذلك فإن العالم (Hall) [٥] يرى أن مفعول كا ك ام فى ترسيب الفوسفات فى الأرض يصحبه إحكام توزيع الملح فى التربة على صورة حبيبات نهاية فى الدقة مما يجعل للفوسفات المرسبة مفعولا جيداً للنبات .

ويهمنا فى هـــذا المجال أن نذكر أن عدداً كبيراً من العلماء مثل Barnes & Salter [٨] ، Tidmore & Scarseth [٩] قاموا بتجارب

لكشف أثر إضافة الجير إلى الأراضى المشبعة بالقواعد والغنية فى الفوسفات الصخرية فظهر لهم جميعاً أن إضافة الجير إلى مثل هذه الأراضى يؤخر عملية تحويل الفوسفات فيها إلى أكثر قابلية للذوبان ولذلك فهم يحذرون من الإفراط فى إضافة الجير إلى مثل هذا النوع من الأراضى .

كذلك بحث العالم Mc George (٧) حالة الفوسفات فى الأراضى القلوية الجيرية فظهر له أن خفض رقم pH لماء رى هذه الأراضى يؤدى حتما إلى زيادة المقدار الممتص من الفوسفات بواسطة محاصيل الحقل العادية .

ولا يفوتنا فى هـذا المجال أن نشير إلى أنه ظهر فى مصر سنة ١٨٧٢ كتاب فى الكيمياء الزراعية باللغة العربية بعنوان « ترقية الجمعية فى الكيمياء الزراعية » بحث كثيراً من مشكلات التسميد خصوصاً بالفوسفات وهو يقول بأن الفوسفات إذا سمدت بها الأراضى غير الجيرية فإنها تعطى أحسن النتائج للمحصول .

وعلى كل فإن سرد البحوث التي أجريت لإظهار الأثر الضار للجير على قابلية ذوبان الفوسفات وصلاحيتها للنبات يحتاج إلى صفحات كثيرة وليس هذا هو مجالها ويكفي القول بأن التجارب موضوع هـذا البحث التى استغرقت ١٨ سنة أظهرت بما لا مجال معه للشك أن الجير فى الأراضى المشبعة بالقواعد من أشد عوامل زيادة تثبيت الفوسفات فى الأرض ، أو بمعنى آخر تقص مدى صلاحيتها للامتصاص بالنبات النامى .

وختاما يمكن القول بأن أثر الجير على زيادة سعة تثبيت الفوسفات فى الأراضى المشبعة بالقواعد « كالأراضى المصرية » هو أساس هذا البحث بعد التمهيد السابق والشامل لعلاقة كاك ام بالأراضى من مختلف النواحي .

تجارب البحث :

قام قسم الأراضى فى كلية الزراعة بإجراء تجارب تسميد منذ ١٩٣٢ على أرض

حقول الكلية فاختار نحو ١٠ أفدنة وقسمها إلى ١٢ تجربة على أساس علمى ومن هذه التجارب خصصت ثلاث لأختبار تأثير إضافة الجير على حالة الفوسفات فى الأرض وهذه التجارب هى ١٠ ، ١١ ، ١٢ وفيما يلى جدول يوضح كميات السماد والفوسفات ، الجير التى أضيف إلى أرض هـــذه التجارب منذ سنة ١٩٣٢ حتى سنة ١٩٥٠ وهو تاريخ أخذ العينات للتحليل :

الجدول رقم ٣ — الاسمدة والمخصبات المضافة من سنة ١٩٣٢ إلى ١٩٥٠

التجارب	المعاملات	الأسمدة والمخصبات للفدان بالكيلو جرام		
		K	P	N
١٠	C	—	١٦٥٠	٥٦٣,٥
	D	١٢,٥ طن جير	١٦٥٠	٥٦٣,٥
١١	C	—	١٦٥٠	—
	D	١٣,٥ طن جير	١٦٥٠	—
١٢	B	٥٧٥	١٦٧٥	١٥,٥ طن جير
	C	٥٧٥	»	١٥,٥ » جبس
	D	—	»	١٥,٥ » جير
	E	—	»	١٥,٥ » جبس

N — سماد سلفات النشادر P — سوبر فوسفات عادى K — سلفات بوتاسا

أخذ العينات من الحقل :

أخذت العينات من أرض حقل التجارب ١٠ و ١١ و ١٢ بعد إخلاء الأرض من المحاصيل النامية فى سنة ١٩٥٠ وكان ذلك بالجاروف حتى عمق ٢٥ سم من السطح على أساس عمـــل ٥ حفر مختلفة فى أرض المكرر الواحد للمعاملة « مساحة أرض المكرر ٥٠ مترا عادة » ثم تخلط تربة الحفر الخمس جيدا وتؤخذ منها العينة التى تكون ممثلة لأرض المكرر خير تمثيل .

تحليل العينات :

بعد تجهيز العينات للتحليل أجريت عليها التقديرات الآتية :

١ ــ الفوسفات الكلية فى الأرض :

٢ ــ الفوسفات الصالحة للنبات بطريقة لاكتات الكالسيوم « طريقة Egner » (٣)

٣ ــ كربونات الكالسيوم :

نتائج التحليل :

الجدول الآتى يوضح نسبة فو٢ا٥ ٪ للفوسفات الكلية ثم للصالحة للنبات « حسب استعمال محلول Egner المنظم » ثم كا ك ا٣ ٪ .

الجدول رقم ٤ ــ تحليل كيماوى للعينات من تجارب ١٠ و١١ و١٢

التجارب	المعاملات	كا ك ا٣ ٪	الفوسفات الكلية على صورة جم فو٢ا٥ ٪	الفوسفات الصالحة (Egner) على صورة جم فو٢ا٥ ٪
١٠	C	٢,٧	٠,٣٣٥	٠,٠١٦٥
	D	٣,٥	٠,٣٣٥	٠,٠١٢٥
١١	C	٢,٨	٠,٣٢٠	٠,٠١٧٥
	D	٣,٨	٠,٣٢٠	٠,٠١٢٠
١٢	B	٢,٧	٠,٣٠٨	٠,٠١٤٥
	C	٢,٨	٠,٣٠٨	٠,٠١٢٥
	D	٣,٧٥	٠,٣٠٨	٠,٠١١٠
	E	٣,٠٠	٠,٣٠٨	٠,٠١١٠

ولزيادة الإيضاح نذكر كميات فو٢ا٥ بالكيلو جرام فى الفدان لعمق ٢٥ سم وذلك بالنسبة إلى الفوسفات الكلية ، الصالحة لغذاء النبات « طريقة Egner » .

الجدول رقم ٥ — الفوسفات الفعالة والكلية

التجارب	المعاملات	كجم فو٢ا٥ في الفدان لعمق ٢٥ سم	
		الفوسفات الكلية	الفوسفات الصالحة
١٠	C	٤٦٩٠	٢٣١
	D	٤٦٩٠	١٧٥
١١	C	٤٤٨٠	٢٤٥
	D	٤٤٨٠	١٦٨
١٢	B	٤٣١٠	٢٠٣
	C	٤٣١٠	١٧٥
	D	٤٣١٠	١٥٤
	E	٤٣١٠	١٥٤

وظاهر من الجدول رقم ٣ أن المعاملات D ، D ، B ، D في تجارب ١٠ و١١ و١٢ على الترتيب هي التي أضيف إليها الجير ، فبمقارنة كميات الفوسفات الفعالة للمعاملات المسمدة بالجير بالمعاملات التي لم يضف إليها جير في تجارب ١٠ و١١ نجد أنه في تجربة ١٠ قد سبب الجير نقصا مقداره ٢٣١ — ١٧٥ = ٥٦ كجم للفدان ، وفي تجربة ١١ كان النقص ٢٤٥ — ١٦٨ = ٦٧ كجم أي بنسبة ٢٤,٢ ٪ في تجربة ١٠ و ٢٧,٣ ٪ في تجربة ١١ من الكميات التي في المعاملات التي لم تعامل بالجير ، وذلك على الرغم من أن المعاملات C و D سمدت بمقدار متساو من السوبر فوسفات « ١٦٥٠ كجم » ولا شك أن تأثير الجير في هذه الحالة كبير ويتسبب في ترسيب نحو ٢٥ ٪ من الكمية الصالحة للنبات من حمض الفوسفوريك .

أما التجربة رقم ١٢ فكانت لمقارنة تأثير كل من الجير والجبس على الفوسفات الصالحة للنبات ، وقد ظهر أن الجبس أشد أثرا من الجير في هذه الناحية إن لم يكن مساويا له ، ففي المعاملتين B و C كان تأثير الجبس أشد من الجير ، لأن الفوسفات الصالحة كانت ٢٠٣ « مع الجير » ، و ١٧٥ « مع الجبس » في حين أنه في المعاملتين

D و E كان تأثير الجير مساويا لتأثير الجبس « ١٥٤ فى الحالتين » وبمقارنة نتائج التجربة رقم ١٢ مع المعاملة C فى كل من التجربتين ١٠ و ١١ على وجه عام « وهى غير معاملة بالجير أو الجبس » نجد أن :

١ — الجير فى وجود البوتاسيوم « معاملة B » أنقص فو ٢ا٥ الصالحة من ٢٣١ و ٢٤٥ إلى ٢٠٣ أى بنسبة ١٤,٩٪ فى المتوسط ، فى حين أن الجير فى غياب البوتاسيوم « معاملة D » قد أنقص فو ٢ا٥ الصالحة من ٢٣١ و ٢٤٥ إلى ١٥٤ أى بنسبة ٣٦,١٪

٢ — الجبس فى وجود البوتاسيوم « معاملة C » أنقص فو ٢ا٥ الصالحة من ٢٣١ و ٢٤٥ إلى ١٧٥ أى بنسبة ٢٦,٠٪ فى حين أن الجبس فى غياب البوتاسيوم أنقص الفوسفات الصالحة من ٢٣١ و ٢٤٥ إلى ١٥٤ أى بنسبة ٣٦,١٪ كما فى حالة الجير .

٣ — وجود البوتاسيوم إذن يقلل من مفعول الجير والجبس على زيادة ترسيب الفوسفات الصالحة ، وقد أيدت هذا التأثير أبحاث العالم Bocht (٢) الذى يقول إن البوتاسيوم يؤدى إلى زيادة ذوبان الفوسفات فى المحلول الأرض .

ولا يفوتنا فى هذا المجال أن نلفت النظر إلى تأييد حقيقة علمية لنفس العالم وهى أنه بما أن عنصرى النتروجين والفوسفور يعتبران من فصيلة واحدة (٤) (macronutrient element) فإن وجودهما معا فى المجال الجذرى للنباتات يؤدى إلى أن يعاكس أحدهما امتصاص الآخر بواسطة النبات ، ولذلك فإن النتروجين فى المعاملة « C » للتجربة رقم ١٠ جعل امتصاص الفوسفور بواسطة النبات « أو بمعنى آخر الجزء الصالح للامتصاص بواسطة النبات » أقل منه فى المعاملة « C » للتجربة رقم ١١ حيث إن كمية فو ٢ا٥ بالكيلو جرام فى الفدان لعمق ٢٥ سم كانت فى المعاملة الأولى « ١٠ — C » ٢٣١ فى حين أنها كانت فى المعاملة الثانية « ١١ — C » ٢٤٥ .

وخلاصة المناقشة لنتائج الجدول رقم ٥ يمكن أن نستخلص منها الحقائق الآتية :

١ — الجير يزيد المقدار المثبت من الفوسفات فى الأرض وتأثيره أقل من تأثير الجبس ، ويمكن تعليل ذلك بأن قابلية ذوبان الجبس فى الماء أكثر من الجير « ٢٤,٠٪ للجبس و ٠١,٠٪ للجير » وما يتبع ذلك من زيادة تركيز ايونات « كا » فى المحلول الأرضى مع الجبس عنها مع الجير .

٢ — خلط البوتاسيوم مع السماد الفوسفاتى المضاف للأرض يؤدى إلى نقص المقدار المثبت من الفوسفات فى الأرض .

٣ — وجود سماد أزوتى مع السماد الفوسفاتى يؤدى إلى عكس مفعول السماد البوتاسى، أى أن الأزوت يعاكس امتصاص الفوسفور بالنبات فيزيد الجزء الباقى من الفوسفور فى الأرض ، أى يزيد المقدار المثبت بها ولهذا لاينصح بهذا الخلط إلا إذا كان المورد للأزوت على صورة سماد عضوى، أما إذا كان الأزوت على صورة سماد صناعى فيجب البعد عن خلطه بالسماد الفوسفاتى .

وقبل ختام هذا البحث أذكر أنه من المفضل ذكر سعة التربة للفوسفات المثبتة فى التجارب موضوع البحث . أما طريقة الحساب فهى معقدة ، وقد ذكرتها بالتفصيل فى رسالة الدكتوراه [1] فيمكن الرجوع إليها والجدول رقم ٦ يوضح هذه السعة :

الجدول رقم ٦ — سعة تثبيت الفوسفات ٪

التجارب	المعاملات	التثبيت ٪	التجارب	المعاملات	التثبيت ٪
١٠	C	٦٤	١٢	B	٧٧
	D	٩٠		C	٩٠
١١	C	٥٧		D	١٠٠
	D	٩٤		E	١٠٠

ولا شك فى أن نتائج مناقشة اعداد الجدول رقم ٦ لا تختلف فى شىء عن النتائج السابقة مناقشتها عن أعداد الجدول رقم ٥

ويمكن أيضا ذكر ما يسمى بالذوبان النسبى للفوسفات فى التجارب ١٠ و١١ و١٢ لزيادة تأكيد النتائج السابقة ، والجدول التالى يوضح ذلك :

الجدول رقم ٧ — الذوبان النسبى للفوسفات ٪

التجارب	المعاملات	الذوبان النسبى للفوسفات ٪	التجارب	المعاملات	الذوبان النسبى للفوسفات ٪
١٠	C	٤,٩	١٢	B	٤,٧٠
	D	٣,٧		C	٤,٠٦
١١	C	٥,٥		D	٣,٥٧
	D	٣,٨		E	٣,٥٧

ملاحظة — الذوبان النسبى للفوسفات ٪ .

$$= \frac{\text{حجم فو}_2\text{ا}_5 \text{ صالحة للنبات فى ١٠٠ جرام تربة (Egner)}}{\text{حجم فو}_2\text{ا}_5 \text{ كلية فى ١٠٠ جرام تربة}} \times ١٠٠$$

وطبيعى أن عوامل زيادة الذوبان النسبى للفوسفات هى عكس عوامل زيادة تثبيت الفوسفات فى الأرض ، وعلى ذلك تكون مقارنة نتائج الجداول ٥ و٦ و٧ معا تعطى نفس النتائج السابق الوصول إليها من مناقشة أعداد الجدول رقم ٥

Bibliography

(1) Abdel - Barr,A.,A.,1953

A study on some of the chemical methods for determination of the available phosphates in Egyptian soils, with particular reference to the permanent fertilizing experimental field of the Faculty of Agriculture at Giza.
Ph·D. Thesis, Univ. Cairo, (unpublishid).

(2) Bocht, B., 1941

Contribution to the study of the effect of potash on the solub.lization of soil phosphoric acid.
Jour. Landw. 88,185.

(3) Egnér,H., et al., 1935

The lactate method for the determination of easily soluble phosphorus in soils.
Ann. Landw. Hochschule Schwedens. 6,253.

(4) Gilbert, F. A.,1949

Mineral nutrition of plants and animals.
Norman, Univ· of Okla. Press.

(5) Hall, A. D., 1935

Eer.ilizers and manures.
John Murry, W. London.

(6) Kelley, W. P., 1933

American alkali soils and their reclamation.
Trans. Sixth Comm. Intern. Soci. Soil Sci., Vol. 13, (76—79) Holland.

(7) Mc George,W. T. 1935

The relation of potential alkalinity to the availability of phosphate in calcareous soils.
Soil Sci., 39,443.

(8) Salter, R. M. and Barnes, E. E., 1935

The efficiency of soil and fertilizer phosphorus as affected by soil reaction.

Ohio Agric. Exp. Stat. Bull. 553.

(9) Scarseth, G. D. and Tidmore, J.W., 1934

The fixatisn of phosphates by clay soils.

J. Amer. Soc. Agrom. 26,152.

(10) Sigmond, A. A. J. de, 1932

The reclamation of alkali soils in Hungary.

Imp. Bur. Soil Sci. Tech. Commu. No 23,Budapest.