الأراضى القلوية(*)

الأملاح الضارة بالتربة : إن الأملاح الذائبة التى توجد فى التربة وتكون عادة سبب فساد الأرض إذا زادت كمياتها عن حدود معينة تكون على قسمين مهمين منفصلين .

(أولهما) مجموعة من أملاح كلورور وكبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم . وأملاح هـذا القسم قد توجد كلها بنسب مختلفة أو يوجد بعضها فقط . وفى الغالب تكون نسب ملح الطعام أعلاها ويطلق على الأرض التى تحتويها الأرض الملحية أو القلوية البيضاء .

(ثانيهما) أملاح كربونات الصودا القلوية . ولذلك يطلق على التربة التى تحتويها الأرض القلوية وفى الولايات المتحدة تعرف بالقلوية السوداء وسنشير إلى ذلك فيما بعد .

ولكل من أملاح القسمين خواص وأعراض . وتبعاً لذلك يمكن تقسيم الأراضى المصرية الفاسدة بالنسبة لزيادة الأملاح بها إلى نوعين : (١) الأراضى الملحية (٢) الأراضى القلوية .

(١) الأرض الملحية

ويطلق عليها فى أمريكا . القلوية البيضاء . وتحتوى على كميات كبيرة أو نسب مئوية عالية من الأملاح المتعادلة تزيد عن درجة احتمال النبات . وهى أملاح كلورور الصوديوم على الأخص وكبريتاته وغيرها كما تقدم . بينما لا توجد كربونات الصودا القلوية . ومثل هـذه التربة تكون مفتوحة المسام متجمعة جزيئاتها مما يزيد فى المساحة المسامية وينفذ إليها الماء بسهولة فى باطنها . ولذلك

(*) القسم الأول من رسالة وضعها حضرة الزميل صاحب العزة احمد محمود بك ونشرتها الجمعية الزراعية الملكية .

تعالج بالغمر بالماء جوفياً . فيزيل معظم الأملاح الذائبة وتنخفض نسبتها إلى حدود تسمح بزراعة الحاصلات . وتكون عملية الصرف الجوفى سريعة عادة فى بادىء الأمر . ثم تبطؤ بعد إزالة الجزء الكبير من الأملاح المتعادلة التى كانت تعمل على تفتحها . وإذ ذاك يتعلق درجة نفوذ الماء على التركيب الميكانيكى للتربة . أى أن التربة السوداء تكون أقل اختراقاً بالماء من الأرض الصفراء أو الرملية . وفى بعض الأحوال تتكون كربونات الصودا بدرجة ما بعد إزلة معظم كميات الأملاح المتعادلة مما يخلق تربة قلوية . وتصعب إزالة كربونات الصودا الناشئة حتى بموالاة عمليات الغسيل لانعدام الصرف الجوفى . ولا بد من إزالة هذا الملح القلوى بطرق كيماوية مثل استعمال الجبس أسوة بالأرض القلوية .

ومما يحسن الإشارة إليه أنه إذا وجدت قبل البدء فى الإصلاح طبقة من السافى فوق سطح التربة مشبعة بالأملاح المتعادلة . فيحسن والحالة هذه غسل الأرض سطحياً للتخلص من هذه الطبقة (بدلا من إذابتها وتخلخلها لباطن الأرض) ويكون ذلك بغمر الأرض بسرعة وإبقاء الماء عليها ساعات قليلة كافية لإذابة الملح السطحي . وبعد ذلك يصرف الماء إلى المصارف المفتوحة محملا بالأملاح السطحية . ثم توالى عمليات الغسيل والصرف الجوفى .

ونكتفى بهذا القدر فى هذه الرسالة عن التربة الملحية . إن كان العلم بها واجباً بالنسبة لتميزها عن الأرض القلوية . ثم بالنسبة لما يجمع بينهما من علاقة .

جدول ١

ببيان محتويات التربات المختلفه من الأملاح الذائبة من أرض مغسولة فى عمليات الإصلاح الأوّلى

فى المـــاية

نوع الأرض	ظـــواهرها	كربونات الصودا	بى كربونات الصودا	ملح طعام	مجموع الأملاح
ملحية	مفتوحة . يرى على ظاهرها أحياناً طبقـة متزهرة من الأملاح والســافى	٠٠٠ر	٠ر١٣٤	١ر٢٠٤	٢ر٢٣٠
		٠٠٠ر	٠ر٠٨٤	١ر٧٧٦	٣ر٢٣٥
		أثر	٠ر١١٨	٠ر٦٨٨	٢ر٩٨٤
		٠ر٠٠٥	٠ر١٥٠	٢ر٤٠٠	٢ر٩٠٠
قلوية	صماء جامدة وغـير متشققة قـد يظهر عليهـا أحياناً قشرة ســوداء أو قطع سطحية مثل الشقف	٠ر٢١٢	٠ر٢١٨	٠ر١٨٤	٠ر٥٤٣
		٠ر١٢٠	٠ر١٨٤	٠ر٠٧	٠ر٤٢٠
		٠ر٤٤٥	٠ر١٧٦	٠ر١٣٦	٠ر٧٩٩
		٠ر٠٤٢	٠ر١٩٣	٠ر٠٤	٠ر٣٥٠
		٠ر٤٨	١٣٦ر	٠ر٣٤	٠ر٩٢٠
جيدة	صـــفات عاديـــة	معدوم	حول ٠ر١٥	حول ٠ر٠٥	حول ٠ر٣٠٠

والجدول السابق يبين محتويات بعض نماذج التربة من الأملاح الذائبة . ومنها يتبين الفرق بين أنواع التربة . والأملاح المبينة ثلاث فقط مع مجموع الأملاح الذائبة . إلا أن التربة تحتوى علاوة على هذه الثلاثة أملاح على كبريتات الصودا على الأخص بنسب ظاهرة كذلك كميات من أملاح المانيزيا تزيد فى الأرض الملحية . كما تحتوى على جير ذائب فى بعض الحالات ولكن بنسب ضئيلة . وعليه فيمكن احتساب قيمة الفرق بين مجموع الأملاح الذائبة ومجموع المفردات للأملاح الثلاثة المقدرة . كأنه كبريتات صودا .

هذا ويجب أن يلاحظ أن النسب المبينة من الأملاح فى هذا الجدول إنما هى عن حالات معينة — والواقع أنها تتراوح بالنسبة لأنواع الأرض فى مدى واسع . أما درجة تحمل النبات للأملاح فمبينة فى صحيفة ٣٦

(٢) الأرض القلوية

إن الأرض القلوية على الوجه الذى يعنينا فى هـذه الرسالة هى التى تحتوى على نسب من الملح القلوى كربونات الصودا تزيد عن حد احتمال النبات لها . وتنخفض فيها نسب الأملاح المتعادلة . أى كلورور الصوديوم وكبريتاته وغيرها عن نسب وجودها فى الأراضى الملحية . بل تصل فى بعض الأحوال إلى مستواها فى الأرض الجيدة . ولذلك تكون السيادة فى الفعل لكربونات الصودا التى يتسبب عنها فساد التربة بدرجات تختلف من الجدب التام بحيث لا تنبت فيها البذور . إلى حالات أخف وطأة . فتنبت البذور وإنما يكون النبات عقيما وينمو ببطء وينتهى الأمر بذبوله وهلاكه أو إثماره إثماراً ضئيلا وذلك تبعاً لكمية كربونات الصودا فى التربة .

والتربة التى تحتوى على كربونات الصودا يكون تأثير محاولها المائى قلويا . كما تكون نسبة الصودا المتبادلة فى مركب الامتصاص الطينى أعلا منها فى الأرض الجيدة . أى يكون الطين بها صودوياً ذا خواص طبيعية رديئة . وهذا يمكن إدراكه إذا عرفنا بعض الشىء عن نظريات تكوين الأرض القلوية (صحائف ٣٤ وما بعدها) .

وهناك حالات من القلوية بدرجة أخف قد يحتملها النبات نوعاً . وإنما تظهر أعراضها فى رداءة الخواص الطبيعية للتربة . فتكون متماسكة صعبة الخدمة تتطلب جهوداً جبارة للحصول على غلات مرضية . وأغلب ما تشاهد هذه الحالة فى الأراضى التى كانت يوما ما مالحة واستصلحت بعمليات الغسيل والصرف .

وضرر الأملاح القلوية أى كربونات الصوديوم ينشأ — أولا — عن فعلها السام القلوى الذى يؤثر تأثيراً ضاراً على إنبات البذور وجذور النبات وثانياً — بالنسبة لتأثيرها على جزئيات الأرض فتجعلها متماسكة متلاصقة فلا يتخللها الماء ولا الهواء . وبذلك يعجز النبات عن نشر جذوره فى الأرض

وامتصاص حاجته من الماء والغذاء . ثم إن انعدام تهوية الأرض يسبب تعفن الجذور .

وتتوزع أملاح كربونات الصوديوم القلوية فى الطبقات المختلفة من التربة . ويتعلق ذلك على سبب تكوينها . ففى بعض الأحوال تقتصر على الطبقة العليا إذا كان تكوين القلوية عارضاً محليا حديثاً . أو توجد فى الطبقات العليا وما تحتها إذا كان التكوين أصيلا عاما . كما أن القلوية لا تختص بالأرض الطينية الثقيلة كما كان يظن سابقاً . بل إن معرفتنا بأسباب تكوينها يجعلنا لا نعجب لوجودها فى أى نوع من الأرض سواء كانت خفيفة أو ثقيلة . كما سيتبين بعد .

درجة احتمال النباتات لكربونات الصوديوم : إن وجود ملح كربونات الصوديوم فى التربة ولو بنسب ضئيلة أمر له خطورته ، فإذا وجد بنسبة ١ر٠ فى المائة يمنع إنبات البذور ويسبب الجدب التام . وتقل درجة الجدب إذا انخفضت نسبته عن ذلك . على أن وجوده ولو بنسبة ٠٣ر٠ فى المائة كاف لإظهار بعض أعراض التربة القلوية من صلابة وتماسك وعرقلة نمو الحاصلات . بيد أن درجة احتمال النباتات لهذا الملح تتعلق أيضاً على جملة عوامل . مثل تركيب التربة الميكانيكى — فالتربة الخفيفة تكون أكثر احتمالا للكميات الصغيرة من كربونات الصوديوم بينما تعانى منها التربة الثقيلة . ثم إن وجود أملاح ذائبة أخرى من الأملاح المتعادلة قد يخفف من أعراض القلوية فيما يختص بالصفات الطبيعية للتربة فتسهل عملية الاصلاح .

ودرجة احتمال النبات لكربونات الصودا فى التربة أقل من درجة احتماله لملح الطعام مرات عديدة . وقد تكون بنحو خمس مرات أو أكثر . وإنه وإن تراوحت درجة الاحتمال كثيراً حسب العوامل الكثيرة إلا إنه يمكن وضع متوسط عام لنسبها فى التربة كما يلى :

حالة التربة	كربونات صودا ٪	ملح طعام ٪
لا تنبت البذور	٠ر١٠	١ر٠٠٠
قد ينمو الأرز — وأقصى درجة احتمال البرسيم وغيره	٠ر٠٥	٠ر٥٠٠
تنمو الحاصلات بحالة متوسطة	٠ر٠٣	٠ر٢٠٠
تنمو الحاصلات بحالة جيدة	٠ر٠٠	أقل من ٠ر١٠٠

وتتعلق هذه النسبة أيضاً على طريقة التحليل . إذ أنه ثبت أن كمية ما يستخلص منه أثناء التحليل يختلف باختلاف الطريقة وكذلك بالنسبة لتركيز المحلول المستخلص ودرجة الحرارة . والطريقة التى تتبعها والتى بنيت عليها جميع البيانات الواردة فى هذه الرسالة . هى الاستخلاص بالماء البارد والتعادل المزدوج .

بعض مميزات الأرض القلوية : ومن أعراض الأرض القلوية التأثير التى يمكن تمييزها بها فى الحقل عند معاينتها (وذلك بخلاف الاختبار الكيماوى) مظهرها الطبيعي . ففى الغالب تكون صماء . وترتد الفأس إذاضربت فيها من غير أن تعمل شيئاً يذكر مع رنين يدل على تماسك كتلة كبيرة من الأرض وصلابتها — وقد تشاهد على سطحها قشرة أو طبقة صلبة متشققة يسهل فصلها عن كتلة الأرض التى تليها . ولا يزيد سمكها عن ٣ أو ٤ سنتيمترات . وسبب وجود هذه الطبقة ركود الماء فوق سطح الأرض وعدم نفوذه إلى باطنها لأكثر من العمق المذكور . ثم ضياعه بالتبخر . ومعنى ذلك أن الأرض القلوية قد تتشقق تشققاً خاصاً لطبقة رقيقة وقد تكون مشابهة للشقف الصغيرة . وفى بعض الحالات القليلة ترى فوق سطح التربة القلوية مادة سوداء (كالورنيش) نتيجة تفاعل الملح القلوى مع المادة العضوية (قد تشاهد هذه الظاهرة فى البقع القلوية البائرة فى سط حقل منزرع) وبالنسبة لهذه الظاهرة يطلق على هذه

الأراضى فى الولايات المتحدة . القلوية السوداء (وذلك تمييزاً لها من الأرض الملحية التى تحتوى على أملاح القسم الثانى كلورور وكبريتات الصوديوم الخ ، إذ كثيراً ما تظهر على سطح الأرض متزهرة ذات لون أبيض ولذلك يسمى هذا النوع . بالقلوى الأبيض .

وقوة حفظ الأرض القلوية للماء عظيمة بحيث تبقى رطبة شهوراً عديدة بعد أن يكون وصلها شىء من الماء الأرضى على الأخص — فتكون طبيعتها علكة يمكن تكييفها بقبضة اليد على أى صورة . كما تكون هلامية البليزيه وإذا جفت تكون صلبة . وقد تبرز هذه الظاهرة إلى صيرورتها كالصخر إذا ارتفعت القلوية وغلبت على التربة المكونات الطينية .

أما صاحب المزرعة فيستطيع تمييزها بالأوصاف العامة عند عمارتها . مثل صعوبة الحراثة وأصناف الخدمة وعدم تسرب المياه فى باطنها بسهولة وكذلك جفاف مصارفها إذ لا ترشح الماء من الأرض إليها .

وإذا كانت الأرض ممعنة فى القلوية تكون جرداء من النبات أو الحشائش . سواء كانت مساحتها كبيرة أو أجزاء صغيرة فى وسط حقول خضراء . وقد يوجد فى الأرض المعتدلة القلوية بعض نباتات السلق . وأكثر ما تكون هذه الظاهرة فى الأرض الملحية التى خطت عمليات الإصلاح فيها شوطاً ودبت فيها الحياة وتحولت إلى القلوية نوعاً ما . كذلك يمكن تمييز الأرض المتوسطة قلويتها والمعتدلة بحالة النباتات وما تقدم من صفات التربة من التماسك . أما الحكم على الأرض القلوية بمجرد معاينة لونها وقوامها فكثيراً ما يخدع النظر .

الأراضى القلوية فى مصر — نبذة تاريخية

فى أوائل هذا القرن كان إذا جاء ذكر الأراضى القلوية فى مصر اتجه الفكر حالا إلى البقاع الواسعة المجدبة فقط . إذ أنه حتى سنة ١٩٠٣ كان المعتقد أن المناطق القلوية فى مصر منحصرة فى جهتى وادى النطرون ووادى

الطميلات . فأما الأولى فمعروفة منذ قرون إذ كان يستخرج منها النطرون الذى كان من أهم موارد الدولة المصرية . بينما عرّفنا مستر لوكاس بوجود كربونات الصودا فى أراضى وادى الطميلات . أما وجودها فى الأراضى الزراعية فعرّفنا به المرحوم المسيو فكتور موصيرى المستشار الفنى للجمعية الزراعية الملكية . إذ وجدها فى الأراضى الرسوبية الزراعيـة بوادى النيل . فى مناطق كثيرة كائنة غرب مديرية البحيرة وفى جهات كوم أمبو ومديرية قنا ومواطن أخرى بالوجهين البحرى والقبلى . وذلك فى رسالته التى أصـدرها سنة ١٩١١ عن الأراضى القلوية فى مصر ومعالجتها . والتى كانت فتحاً عظيما فى هذا الموضوع . ومن هذه الرسالة نستمد جزءاً كبيراً من المادة الواردة فى هذا الفصل التاريخى عن الأراضى القلوية فى مصر .

ولقد عنى العلمـاء الذين زاملوا الحمـلة الفرنسية على مصر بدراسة منطقة وادى النطرون وأسباب تكوين كربونات الصودا بها . إلا أن أحدهم لم يشر إلى وجود هذا الملح القلوى فى الأراضى الزراعية الرسوبية فى هذه المنطقة . وبالعكس كان المسـلم به بعد ما أبدوه من الآراء استحالة تكوينها فى التربة المصرية . تلك الآراء التى تشير إلى افتقار التربة المصرية للمادة الجيرية (كربونات الكالسيوم) وهى المـادة الأولية اللازمة حسب نظريتهم حينئذ لحدوث التفاعل الكيمائى الذى يؤدى إلى تكوين أملاح كربونات الصودا[1] .

ويذكر موصيرى أنه بقدر علمه . لم يشر أى باحث آخر ممن سبق الحمـلة الفرنسية أو جاء بعدها . إلى وجود الأملاح القلوية فى الأراضى الزراعية بمصر حتى سنة ١٩٠٣ حيث درس المسـتر لوكاس التربة الملحية بوادى الطميلات

---

(١) وواضح الآن أن هذا الرأى لا يطابق الواقع من الوجهتين الشكلية والفنية . فمن الوجهة الشكلية معلوم أن بالتربة المصرية كميات مناسبة من المركب الجيرى (كربونات الكالسيوم) كافية لحدوث التفاعل المشار إليه . ومن الوجهة الفنية وصل الباحثون فى العشرين السنة الأخيرة إلى إسناد تكوين كربونات الصودا فى التربة لأكثر من سبب واحد بخلاف النظرية الأولى عن تكوينها وذلك كما سيراه القارئ بعد (الصحيفة ٣٤)

وكشف عن وجود القلوية فى هـذه المنطقة الواسعة إلا أن المسيو موصيرى كشف عن وجودها سنة ١٩٠٩ فى الأراضى الزراعية فى منطقة واقعة شرق النيل بين قنا وأسوان . وفى كوم أمبو وغيرها . ثم فى مناطق غرب مديرية البحيرة ، وقد جرب علاج وإصلاح بعضها باستعمال الجبس حسب نظرية هلجارد. وحصل من ذلك على نتائج طيبة .

وقد توقع المسيو موصيرى وجود القلوية من غير تردد . فى مديريات الفيوم وغيرها . كما أشار إلى إمكان وجود هذه الأملاح بنسبة متوسطة فى التربة وقد لا تسبب الجدب التام . وإنما يقتصر ضررها على خفض قيمة غلة الأرض .

ولذلك كانت وصية المسيو موصيرى لجميع الباحثين الذين تصادفهم حالات أراض تنخفض غلتها أو تنعدم لغير سبب ظاهر أن يبدأوا دائماً بالكشف عن كربونات الصودا بالتربة ، إذ أن إهمال هذا الاختبار لا يعوضه الكشف عن العناصر الغذائية أو مجموع الأملاح الذائبة ، ومن غير ذلك يتعذر معرفة علة الجدب أو فساد التربة ، ويظهر أن المسيو موصيرى نفسه وقع فى مثل هذا الأمر ، إذ أنه اختبر حوالى ١٩٠٥ بعض الأراضى الفاسدة بتقدير العناصر الغذائية فوجدها كافية . كما دل تقديره لمجموع الأملاح الذائبة أنها منخفضة إلى درجة كبيرة مساوية لما توجد به فى الأراضى الخصبة ، أى أن الأملاح التى قدرها لا تسبب ضرراً ، ولم يصل إلى حقيقة الضرر وأسبابه لأنه لم يكشف عن قلوية الأرض وكربونات الصودا بها ، ومن ثم عنيت معامل الكيميا بهذا الرأى وإن لم تقم بعمل أبحاث عنها وعن طرق الإصلاح وقتئذ .

ويظهر مما تقدم أن الرأى بعدم احتمال تكوين أملاح كربونات الصودا فى التربة المصرية كان سائداً أو مسلماً به . فلم يعن ببحثه من بحثوا فى التربة المصرية عن الأملاح الضارة . وكان أكثر اهتمامهم بأملاح الطعام والكبريتات وذلك رغماً عن وجود كثير من الأراضى التى تبدو عليها أعراض القلوية من جمود وتماسك وجدب . والتى كانت لا تنجح فيها طرق الإصلاح العادية

من غسيل وصرف ، والنتيجة كانت التسليم بالواقع وعدم محاولة إصلاحها ، وكانت تعرف هذه الاراضى بأسماء محلية مختلفة مثل أرض لغز وأرض بيوض وأرض زليق .

وهكذا لم يثر فى الماضى موضوع الأراضى القلوية اهتمام المعنيين بالكيمياء والشؤون الزراعيـة فى مصر للحد الواجب باستثناء لوكاس عن منطقة معينة وموصيرى عن وجودها فى الأراضى الزراعية سنة ١٩١١ مع وقوف المزارعين جامدين أزاء معالجتها .

ويظهر من البيانات الواردة فى رسالة المسيو موصيرى أنه صادف تربات قلوية بسيطة فقط . وعالج بعضها باستعمال طن واحد من الجبس للفـدان وفى بعضها ١٠٠ إلى ٢٠٠ كيلو جرام للفدان بنجاح[١] .

وقد تطرق المسيو موصيرى إلى إمكان معالجة القلوية الخفيفة فى بعض القطع الصغيرة من الحقل باستعمال سماد سوبر الفسفات نفسه إذ يحتوى على كمية من الجبس والحمض المنفرد اللذين يؤثران على قلوية الأرض . وهى حقيقة كيمائية . غير أنه استدرك على ذلك بأنه إجراء غير ملائم من الوجهة الاقتصادية . على أنه من المحتمل أنه كان لهذا الرأى شأن فيما قامت به الجمعية بعـد ذلك من أبحاث وعناية فى موضوع الأراضى القلوية . أو على الأقل معجلا فى سيرها . فاعتقاد المسيو موصيرى بوجود الأملاح القلوية بنسب خفيفة فى بعض الأراضى الزراعية مثل (مديرية الشرقية) علاوة على عدم حصول الهيئات الزراعيـة الفنية فى ذلك الوقت على نتائج حاسمة من تجاربهم الموسمية تثبت فوائد التسميد بالأسمدة الفسفاتيـة فى زيادة غلة المحصولات خصوصاً البرسيم . جعـله هذان

---

(١) وقد صادف قسم الكيمياء بالجمعية حوالى سنة ١٩١٨ وما بعدها بقاع من الأرض القلوية بدرجات عظيمة تطلب إصلاحهـا حول ٢٠ طناً للفـدان . وقد نجحت المعالجة فعلا .

الأمران يضع نظريته المشهورة . وهى أن استعمال سماد سوبر الفسفات بكثرة فى أراض مثل أراضى مديرية الشرقية . لو ظهر له فعل أو فائدة فليس ذلك بكونه سماداً أمدّ النبات بحمض الفسفوريك . إذ فى التربة وفرة منه ولكن مفعول سوبر الفسفات كان عن طريق غير مباشر ، لأنه يحتوى على كمية من الجبس والحمض المنفرد . ولهما تأثير مضاد لقلوية الأرض . فإذا ما استعمل السماد، تلاشت هـــذه القلوية بفعلهوتحسنت خواص الأرض الطبيعية ، فيقل تماسكها وتتفتح مسامها ، فينمو البرسيم جيداً (١) .

وقد حدث أن أدلى بهذه النظرية المسيو موصيرى فى إحدى جلسات مجلس إدارة الجمعية الزراعية حوالى سنة ١٩١٧ معترضاً على التوسع فى استيراد سوبر الفسفات وتوفيره للزراع فى مصر لعدم لزومه كسماد مباشر . ذاكراً أن استعمال الجبس يعوض استعمال الفسفات مع ما فيه من قلة التكاليف . ومن ناحية أخرى كان يجابه هذا الرأى صاحب العزة فؤاد أباظه بك سكرتير عام الجمعية وقتها (سعادة فؤاد أباظه باشا عضو مجلس الإدارة المنتدب والمدير العام للجمعية الزراعيـــة الآن) ومعه نتيجة اختبار فلاحى مـــديرية الشرقية على الأخص الذى هو أحد أبنائها . والذى يلمس بيده حاجة أرضه وما يجنيه

---

(١) بحثنا هذا الموضوع بإسهاب فى النشرة الفنية نمرة ١٩ للجمعية صحائف ٢ و ٣ وقد جاء بها: (والواقع أن هذه النظرية لها من الوجاهة ما كان يحملنا على أن ندين بها ولم يكن هناك من التجارب ما ينفيها . وأى دليـــل كان لدينا ليثبت الصلة الوثيقة بين النبات وحمض الفوسفوريك ؟ وهل كان فى وسع من يقيم التجارب أن يصيرها عامة بحيث يتقام فى تلك المزرعة التى تفتقر تربتها لحمض الفوسفوريك حقا . أو فى جزء من هـــذه المزرعة يظهر بوضوح وجلاء مفعول الأسمدة الفسفاتية المباشر لا غير المباشر . لأنه حتى المزرعة الواحدة تختلف بحتويات أرضها فى الفسفات تبعاً على الأقل لاختـــلاف الزراعة وطرقها مثـــل مزارع بهتيم والجيزة وقد نستطيع الآن على ضوء الدراسات التى قمنا بها أن نذكر بصفة إجمالية العوامل التى أيدت هذه النظرية فى السابق وأسباب عدم الوضوح فى التجارب المشار إليها بحيث كانت نتائجها غير إيجابية فى معظم الأحوال وهذه الدراسة مفصلة فى الشرق ١٩ و ٢٠ سنة ١٩٣٥ للمؤلف) .

من الفوائد من استعمال سوبر الفوسفات فى زيادة كمية غلة البرسيم وعدد قطعاته . ولا يرى الفلاحون بدآ من تسميد أرضهم بهذا السماد على الرغم من عدم وضوح التجارب الفنية فى هذا الموضوع والتى لم تكن تؤمن بالحاجة إليه فى ذلك الوقت . وعلى أثر هذه المناقشة قام فؤاد بك مزوداً بأدوات اختبار التربة وتجول فى مديريتى الشرقية والدقهلية وغيرها للبحث عن وجود بعض القلوية البسيطة فى الأراضى الزراعية . إلا أن اختباراته كشفت عن وجود مناطق كبيرة برمتها ممعنة فى القلوية . وبذلك كان فى طليعة من قاموا بإجراء اختبارات واسعة المدى فى جهات ديرب نجم وما جاورها فى مركز السنبلاوين وفى كثير من نواحى مركز الزقازيق . وقد كان للمعلومات الوافية التى دونها عزته عن صفات الأرض القلوية وعن الجهود الضائعة التى كان يبذلها أصحابها فى إصلاحها . غير الأسس للتجارب . التى قامت بها الجمعية عن هذا النوع من الأرض . وفعلا كانت هذه المناطق وأصحابها أول من أفاد من تجارب الجمعية وأبحاثها فعمرت خراب الأرض وأفادت الجمعية معهم بنتائج الأبحاث التى أثمرت ووصلت إلى الفوائد الملموسة التى تجنى الآن .

* * *

وعلى ذلك المنوال بينت أبحاث الجمعية الزراعية الملكية المستمرة حتى الآن . وجودها فى أخصب المديريات بالوجهين البحرى والقبلى . سواء فى مساحات واسعة أو فى مناطق زراعية كبيرة . أو بقع صغيرة بأثرة . وسط مزارع نضرة كبيرة . وفى الأراضى الطينية الثقيلة . وفى الأرض الخفيفة ، كما عرفنا بوجودها بدرجة خفيفة فى تربة بعض المزارع المعدومة من الدرجة الأولى . وقد باشرت الجمعية بحث هذه الأراضى وطبقت نتائج تجاربها فى علاجها فأتت بخير النتائج .

وكان المزارعون المصريون يطلقون على الأراضى القلوية أسماء مختلفة بحسب الجهة . مثل أرض قرموط — بيوض — زليق — شفص — حصف —

جبص ـ سباخ . لغز . وغير ذلك من الأسماء التي يؤدي مدلولها في الغالب إلى رداءة الخواص الطبيعية للأرض . إذ أنها هي الظاهرة التي كان يلمسها الزارعون في أراضيهم قبل انتشار المعلومات عن قلوية الأرض وفعلها البارز في إفساد الصفات الطبيعية . ولذلك كانوا يعالجونها على اعتبار رداءة الخواص الطبيعية فقط . ونتيجة هذا العلاج فاشلة لأن علة فساد هذه الخواص ناشئة عن وجود الأملاح القلوية التي يجب إتلافها فتصلح خواص التربة .

فمن طرق العلاج التي كانت تتبع استعمال كميات عظيمة من الرمال توضع في الأرض على اعتبار أن تماسك التربة يرجع إلى تكوينها الطبيعي وارتفاع نسبة الطين بها . وبالطبع كان هـذا العمل غير مجد . كما حاول البعض رفع جزء من الطبقة العليا وتعويضها بأتربة تجلب من تلال كائنة بالمنطقة ، وكانت النتائج إما إصلاحاً مؤقتاً للطبقة العليا التي لا تلبث زمناً طويلا حتى تصير قلوية إذا كانت الطبقة السفلى قلوية . أما إذا كانت الأتربة المنقولة نفسها قلوية فقد ضاع الجهد والمال سدى . وكثيراً ما يحدث ذلك . إذ من الملاحظ أن في المناطق القلوية الواسعة تكون أرض المنطقة جميعها قلوية من طرق وجسور وغير ذلك . مثال ذلك منطقة دير رب نجم ووادي الطميلات وبركة الحج .

وقد عمدت بعض الهيئات إلى تفتيت الأرض القلوية بالديناميت ولم تكن النتيجة مرضية من الوجهتين العملية والمادية .

أسباب تكوين الأراضي القلوية

إذا ألقينا نظرة عابرة على النظريات التي وضعت عن سبب تكوين التربة القلوية . ندرك بسهولة أسباب وجود الأراضي القلوية إما في مساحات متجمعة أو مبعثرة في الأرض المصرية .

فالنظرية القـديمة عن سبب تكوين القلوية هي حدوث تفاعل بين ملح الطعام (كلورور الصوديوم) وكربونات الكالسيوم الموجودين في التربة .

ونتيجة ذلك التفاعل تكوين كربونات الصوديوم وكلورور الكالسيوم . والمادتان الأوليتان لهذا التفاعل موجودتان بالتربة المصرية . ويرجع هذا الرأى إلى أبحاث برثوليه ، أحد زعماء الحملة الفرنسية فى مصر سنة ١٨٠٠ فى بحثه عن وادى بحيرات ، وادى النطرون وتكوين النطرون بها .

أما النظريات الحديثة فمتعددة . وجميعها تسند تكوين كربونات الصودا فى التربة إلى تفاعلات أكثر تعقيداً من النظرية الأولى . ومن مؤداها على أبسط وجه أن المركب الطينى فى التربة هو الواسطة البارزة فى تكوين القلوية . وذلك بأنه يتفاعل مع الصودا وهى قاعدة أملاح الطعام والكبريتات التى تكون فى التربة الملحية وذلك كما يلى :

ا — فالأملاح المتعادلة تتفاعل قاعدتها أى الصودا . مع المركب الطينى الجيرى فى التربة . فتحل الصودا محل الجير . وبذلك يتحول المركب الطينى الجيرى إلى طين صودى بدرجة ما .

ب — فإذا غسلت هذه التربة جوفيا . تزول منها أملاح الكلورور والكبريتات فى ماء الصرف الجوفى أو الباطنى (سواء كان صرفاً صناعياً أو طبيعياً) مع الفائض من الجير المتبادل . وتبقى الصودا فى المركب الطينى مكانه . وبذلك تصبح السيادة فى القواعد الكائنة فى هذا المركب للصودا . ومعنى ذلك أن الطين الجيرى وخواصه الطبيعية الجيدة يتحول إلى طين صودى ذى خواص رديئة من الوجهة الطبيعية . وذلك لتناثر حبيبات التربة وتفردها مما يقلل المسام ويزيد التماسك . علاوة على تأثيره فى غروية الطين .

حـ — يتحلل الطين الصودى بفعل الماء . وتخرج منه الصودا الكاوية . فتتحد مع ثانى أكسيد الكربون الذى يوجد فى محلول الأرض من مصدر ما . وبذلك تتكون كربونات الصودا . وهذا طبقاً لبعض الآراء . كما تشير بعض الآراء الأخرى إلى إمكان تفاعله مع كربونات الكالسيوم نفسه . والنتيجة واحدة فى الحالتين .

وقد يصح التعبير عن هذا كله . بأن التربة التى تحتوى على أملاح متعادلة وأكثرها من كلورور الصوديوم (ملح الطعام) وكبريتات الصودا . وتعرف عادة بالأراضى الملحية . متى زالت أملاحها المتعادلة بالغسل الجوفى والصرف . وتوفرت ظروف مهيئة . قد تتحول إلى أراض قلوية التركيب . ويكون ظهور كربونات الصودا بدرجات مختلفة من بعض أعراضها . كما أن الأرض الخصبة التى لم توجد بها أملاح الطعام والكبريتات فى الأصل إذا توالى غمرها بالماء الملحى الذى تغلب فيه قاعدة الصودا وتقل فيه أملاح الجير قلة ظاهرة . وتحلل هذا الماء أجزاءها . فإن التربة تصير ملحية أولا ثم قلوية يوماً ما .

والفارق بين النظريتين من الوجهة العملية التى تعنى المزارع أنه فى حالة حدوث التفاعل طبقاً للأولى فانه يمكن أن نجد بالتربة نسباً متوسطة من كل من كربونات الصودا وأملاح الطعام والكبريتات فى نفس الوقت . بينما حسب النظرية الثانية . نجد فى التربة نسبة أعلى من كربونات الصودا . ونسباً منخفضة جداً من الأملاح الأخرى . وذلك بالمقارنة مع نسب هذه الأملاح فى الحالة الأولى . وكلتا الحالتين مشاهدتان فى الأراضى القلوية المصرية . وفى منطقة بركة الحج .

ويلمس المزارع تكوين شىء من القلوية أثناء اصلاحه الأرض الملحية . فهى تكون فى بدء عمليات الغسيل والصرف مفتوحة المسام سهلة الصرف . فإذا ما تقدمت عمليات الإصلاح وقلت أملاح الطعام . تأخذ الأرض فى التماسك وتتغير طبيعتها . وقد تظهر فى درجات مختلفة أملاح كربونات الصوديوم القلوية .

وبالجملة يستنتج أن ملوحة الأرض تكون خطوة سابقة لتكوين القلوية . بعد أن تزال أملاح الطعام والكبريتات إما بالوسائل الطبيعية أو الصناعية . وأراضى وادى الطميلات ووادى النطرون من الأمثلة العديدة التى تدل على أن الأرض تمر بدور الملوحة قبل أن تصبح قلوية ويتكون بها كربونات

الصوديوم . فهى أراض منخفضة . وقد تعرضت فى تاريخ قديم لتسرب ملح الطعام إليها بإحدى الوسائل أو كانت مغمورة بالماء وقتا ما . ثم صرفت المياه عنها وزال جزء كبير من أملاحها القابلة للذوبان (كلورور وكبريتات الصوديوم) بعد أن لعبت دورها بتفاعل كيماوى أدى إلى قلوية الأرض .

وقد ينطبق هذا أيضاً على منخفضات الأرض فى مناطق واسعة غير وادى الطميلات بمديرية الشرقية ووادى النطرون بمديرية البحيرة . مثال ذلك مناطق أخرى غرب مديرية البحيرة كحوش عيسى والكوم الأخضر وأبى المطامير . وفى شمالها كأدفينا وحلق الجمل . وفى الدقهلية فى ديرب نجم والهوابر ومنشية صهبرة وغيرها من أراضى مركز السنبلاوين من الدقهلية . وفى المنوفية والغربية أيضاً . وفى القليوبية فى منطقة بركة الحج بالمزرج . وفى مديريات الوجه القبلى عموماً ابتداء من الجيزة حتى أسوان . فى الجيزة ، والفيوم ، وبنى سويف ، ومنطقة مستطيلة غرب الترعة الإبراهيمية طولا فى مديرية المنيا . وذلك بخلاف وجودها أو احتمال وجودها فى أى مزرعة بالقطر . فى مساحة صغيرة تبتدئ من بضعة أمتار إلى عدة أفدنة . وبالجملة فى كل بقعة تخضع للظروف المؤدية للقلوية التى يمكن حصرها فيما يأتى : —

١ — ارتفاع منسوب الماء الأرضى .

٢ — فى المنخفضات التى تعرضت منذ زمن لرشح الماء أو الغمر به ونفذت إليها أملاح الطعام من إحدى المصادر .

٣ — الأراضى الملحية التى أصلحت .

٤ — رشح مياه النيل والترع الكبرى والصغرى مثل الاسماعيلية والابراهيمية وترع المشروعات .

٥ — رشح مياه ترع المزارع . فتحل بجزء من أرض المزرعة تلك الظاهرة كما ينتظر حدوثها حتى بسبب المراوى والمساقى الصغيرة الممتدة داخل الحقل .

٦ — انخفاض سطح بقعة صغيرة من الأرض عن غيرها فى حوض واحد بالمزرعة بحيث تتسرب إليها الأملاح من الأرض المرتفعة بالرشح .

٧ — رى الأرض بماء ملحى باستمرار . أو توالى استعمال الأسمدة التى تحتوى على كميات وافرة من كلورور الصوديوم وكبريتاته .

علاج الأرض القلوية

ليس فى الإمكان التخلص من كربونات الصودا من التربة بعمليات غمر الأرض بالماء لإذابة الأملاح وصرفها . وذلك لأن كربونات الصودا تسبب تماسك التربة فيتعذر نفوذ الماء إليها وتخلخله بين أجزائها وصرفه . (وقد تعمل هذه العمليات إذا كانت التربة قلوية ملحية فتزال أملاح الطعام والكبريتات أولا ولكن القلوية تصبح فى التربة أظهر سيادة فتتماسك جزيئاتها وتسد مسامها مما يستدعى إزالة القلوية بعد) .

أساس العلاج ومواده : وتبعاً لما تقدم فإن العلاج الناجع الوحيد يكون أساسه تحويل طينتها الصودية إلى كلسية جيرية أى بهدم القلوية الموجودة بالتربة . وذلك باستعمال بعض المواد التى تتفاعل مع كربونات الصودا كيمائيا . فتتحول هذه إلى مركبات أخرى محايدة عديمة التأثير (كبريتات الصودا وكربونات الكالسيوم) وبإزالة علة القلوية تصلح الخواص الكيمائية والطبيعية للأرض . أو بمعنى آخر تتجمع فتزول حالة التفرد التى كانت تسببها القلوية بحبيبات الطين فتتسع مسام التربة ، ويسهل نفوذ الماء إليها ورشحه منها ، وبذلك يسهل إزالة المركبات الناتجة من هذا التفاعل بالصرف بمجرد تحسن الخواص الطبيعية . وتبعاً لذلك تتهيأ الأرض للزرع . وأكثر المواد صلاحية لهذا التفاعل هو الجبس الزراعى الذى يستعمل بكمية كافية متناسبة مع محتويات الأرض من كربونات الصودا القلوية وجزء من بى كربونات الصودا . ويعمل الجبس أيضاً فى تحويل طينة الأرض من صودية إلى كلسية .

وقد ابتكر هـذا العلاج . هلجارد . بالولايات المتحدة فى أواخر القرن الماضى . وأخذ كثير من المشتغلين بعد ذلك فى تجربة كثير من المواد الأخرى التى تهدم القلوية . مثل حمض الكبريتيك وحمض الآزوتيك وبعض الأحماض الأخرى وأملاح الشب وكلورور الكالسيوم وسلفات الحديدوز والكبريت أيضاً ومواد أخرى .

أما الأحماض فيكون تأثيرها على درجة أو درجتين . والأملاح تفعل بالتبادل مع القلوية . أما الكبريت فيلزم أن يتأكسد فى التربة أولا إلى أكاسيد الكبريت وبعد ذلك يتحول إلى حمض كبريتيك وبذلك يكون أبطأ من غيره . ولما كان للأحماض عيوبها من وجهات مختلفة . مثل خطر تداولها واستعمالها . كما أن تكاليف جميع هذه المواد باهظة . كان الجبس أفضلها بالنسبة لأنه أقلها كلفة أو أكثرها أمناً وأسهلها إجراء .

حقيقة إن الأحماض وكلورور الكالسيوم والشب وكبريتات الحديدوز مواد قابلة للذوبان فى الماء بدرجة كبيرة . بينما يعتبر الجبس مادة قليلة الذوبان فى الماء . ولذلك كان يفترض أن الجبس أبطأ منها جميعاً فى معالجة الأراضى القلوية . ولكن النتائج العملية تبين أنه سريع الفعل مثل الأحماض والأملاح الأخرى الذائبة . ولا يستغرق العلاج به وقتاً أكثر من غيره . وقد فسرنا هذه الظاهرة بصحائف ٤٣ وما بعدها . وقد حصلت الجمعية الزراعية الملكية من استعماله على نتائج منقطعة النظير .

وقاية الأرض القلوية : ويلزم أن تصطحب عمليات استعمال الجبس . العناية بعمليات الغسيل الجوفى والصرف لإزالة الفائض من الأملاح الناتجة من التفاعل الكيمائى الناشئ من استعمال الجبس . ولعدم تمكين أملاح الطبقات السفلى من الصعود إلى الطبقات العليا . فإذا ما هيئت الأرض للزرع بعد العلاج . فإنه يجب العناية بإزالة مصدر القلوية — ووقاية الطبقة العليا

على الأقل فى بادئ الأمر لعدم حدوث تفاعل عكسى . وذلك باتخاذ بعض التدبيرات . مثل إنشاء شبكة من المصارف . وري الأرض فى فترات متقاربة . وعدم تعريضها للتبوير والجفاف وقتاً طويلا . كما أن أفضل الأسمدة التى تناسبها هو العضوية والنباتات الخضراء والأسمدة الكيمائية التى قاعدتها الجير . مع الإقلال ما أمكن من استعمال الأسمدة التى تحتوى على قاعدة الصودا .

وبالجملة على المزارع أن يقلل من شأن العوامل التى تؤدى إلى القلوية . وهى المنشورة فى صحيفة ٣٧ وما قبلها وذلك بخفض مستوى الماء الأرضي . وحماية منخفضات الأرض من الرشح الجانبي . من الترع والمساقى . أو من بقعة أرض مجاورة مرتفعة ويكون ذلك بإنشاء المصارف المحيطة بها أو تعلية سطحها — والعناية بالمساقى وتدعيمها . وعدم ترك المياه فيها من غير داع . ثم تسوية الأرض بقدر الإمكان فى الحوض الواحد — أما إذا كان اختلاف الارتفاع فى سطوح الأرض كبيراً فتقسم الأرض إلى قطع متعددة . ويكون سطح كل واحدة منها منبسطاً متساوياً . وينشأ بين القطع مصارف لتمنع رشح ماء الواحدة للأخرى . وعلاوة على ما تقدم يقلل ما أمكن من استعمال مياه الآبار الارتوازية التى ترتفع فيها نسب أملاح الصودا من كلورور وكبريتات. ويتفادى استعمال الأكوام الكفرية التى تحتوى على كميات كبيرة من هذه الأملاح .

ويلاحظ أن استعمال المواد العضوية مثل السباخ البلدى وبقايا النباتات بوفرة يحسن كثيراً من صفات الأراضى القلوية ويقلل من أعراضها .

تقدير كميات الجبس : وفى معالجة الأرض القلوية يكون الهدف الأول إصلاح الطبقة العليا . ثم التدرج منها إلى الطبقة السفلي . ولذلك تقدر كميات الجبس فى المرحلة الأولى أولا على أساس تعادل القلوية الناتجة من كربونات الصودا فى الطبقة العليا لعمق ٢٥ سنتيمتراً . وعلاوة على ذلك يؤخذ فى الحساب كميات من الجبس تتزايد بالتوالى كلما زادت نسبة كربونات الصودا فى التربة .

وذلك لغرض التفاعل أيضاً مع نسبة من الصودا المتبادلة فى مركب الامتصاص ، كما يجب مراعاة بعض التوامل الأخرى . مثال ذلك : إذا كانت نسبة القلوية فى الطبقة السفلى تزيد عن نسبتها فى الطبقة العليا . كما تراعى معادلة كميات مازاد من مركب بى كربونات الصودا عن حدود معاومة . أضف إلى ذلك تركيب التربة الميكانيكى ووجود الأملاح الذائبة الأخرى . وغير ذلك من العوامل مثل طرق التحليل نفسها التى اتبعت فى تقدير الأملاح القلوية .

ظواهر الاصلاح بالجبس : ويحدث مباشرة عقب استعمال الجبس وغمر الأرض بالماء تحسين ظاهر فى طبيعة الأرض . فتنفذ المياه إلى باطنها وترشح فى المصارف ويكون ذلك دلالة على تجمع جزئيات التربة وانفتاح مسامها . وهذه الظاهرة هى أولى دلائل تفاعل الجبس . كما تجف الأرض بأسرع مما كانت الحال عليه من قبل ، مما يدعو إلى العجب . وكثيراً ما يتطلب الأمر معاودة الرى .

وقد شوهد أن نسبة الأملاح القلوية تهبط فى السنة الأولى بعد استعمال كمية الجبس المقررة . بمقدار ٧٠ إلى ٨٥ فى المائة أو أكثر مما كانت عليه قبل العلاج . وبذلك تصل إلى حد مناسب لإنتاج حاصلات ناجحة مباشرة بعد العلاج . وتأخذ نسبة الأملاح القلوية بعد ذلك نحو الانعدام أو إلى كميات ضئيلة لا يؤبه لها . وتتأثر تبعاً لذلك كمية الأملاح القلوية الموجودة فى الطبقة التالية بمعدل قليل فى السنتين الأوليين . ثم يزيد انخفاضها متى انفتحت مسام الطبقة الأولى .

وفى الواقع أن مجرد إزالة الأملاح القلوية باستعمال الجبس فى الطبقة العليا يجعل الأرض صالحة للزراعة ومستعدة للمحصول التالى مباشرة . خصوصاً إذا كانت التربة فى الأصل قلوية فقط . أى لا تحتوى على نسب عالية من أملاح الطعام والكبريتات . وذلك حال كثير من الأراضى القلوية فى مصر . كما أن

ملحى كربونات الكالسيوم وكبريتات الصودا اللذين ينتجان من تفاعل الجبس مع كربونات الصودا . لا ترتفع نسبتهما فى المحلول الأرضى إلى الحد الذى يعرقل نمو النباتات . وإن كان ينبغى التخلص من كبريتات الصودا بالغسيل الجوفى تفادياً من حدوث تفاعل عكسى .

هذا وإصلاح الطبقة العليا فقط فى المبدأ يعتبر كافياً لإنتاج حاصلات سطحية الجذور مثل الشعير والأرز والبرسيم . على أنه شوهد أن زراعة القطن فى أرض بركة الحج فى السنة التالية من العلاج . وهو نبات جذره الرئيسى وتدى . كللت بالنجاح وأعطت محصولا طيباً . وذلك رغم أن جذوره لم تتجاوز الطبقة الأولى كثيراً لقلوية الطبقة التالية وتماسكها . إلا أن الجذور انتشرت فى الطبقة العليا كثيراً مما عوض مشكلة عدم تعمق الجذور . وفى الواقع أن فى مثل هذه الحال . يستطيع المزارع أن يتحكم بدرجة أكثر فى نمو النباتات . إذا هو مدّها بالسماد والماء : ولذلك كانت النتائج طيبة هذا وفى السنتين الثالثة والرابعة امتد التحسين إلى الطبقة السفلى . فتعمقت جذور القطن فى الزراعة التالية . ويعزى ذلك إلى عاملين : أحدهما نفوذ الماء المحمل بالجبس الفائض عن حاجة الطبقة العليا بعد أن زالت الأملاح القلوية منها وانفتحت مسامها . والآخر فعل جذور نبات القطن الذى زرع فى بدء الأمر عهد الإصلاح . إذ تعمل ثقوباً فى الحائل الصلب بين الطبقتين . الأمر الذى يسهل من ظهور فعل العامل الأول .

وهذه الظواهر قد تنطبق أيضاً على الأراضى التى توجد بها طبقة صماء على بعد يزيد عن ٣٠ سم سواء كان موجوداً بها عروق جبسية أو غيرها . إذ يجب الإفادة من الطبقة العليا فى إنماء محصولات زراعية مربحة بعد إصلاح قلويتها(١) وقد أصلحت الجمعية بقاعاً من هذا القبيل .

---

(١) وإذا كانت الطبقة الصماء قريبة من سطح الأرض فيمكن تكسيرها بالحرث العميق . وإذا كانت أعمق فيمكن تكسيرها بقلب الأرض بعمل خنادق مثقلة . وذلك إذا كانت المساحة صغيرة .

سرعة فعل الجبس وسبب استعماله على دفعات : فى نطاق أبحاثنا وتطبيقاتنا استعمل لعلاج الفدان الواحد من الأراضى القلوية . كميات من الجبس تراوحت فى مدى واسع . بين جزء من طن وعشرين طناً . وذلك يتوقف على كمية الأملاح القلوية فى التربة والعوامل الأخرى .

واتبعت طريقة استعمال الجبس فى الأرض على دفعات إذا كانت الكمية المطلوبة كبيرة . بحيث توضع ثلث الكمية ثم تحرث فى الأرض التى تروى بعد ذلك . وتعاد هذه العملية حتى يتم استعمال جميع الكمية المطلوبة . وقد استغرق وضع كمية عشرين طناً وعمليات الحرث والرى ما يقل عن ثلاثة شهور . بحيث ابتدىء فى العملية فى أغسطس وزرعت الأرض شعيراً أو برسيما فى نوفمبر . أو بدأت فى فبراير أو مارس وزرعت الأرض بعدها أرزاً فى مايو و يونيه وبذلك استقبلت الأرض زراعة المحصولات بعد أن أزيلت منها القلوية خلال شهرين أو ثلاثة .

أسباب وضع الجبس على دفعات : ومن رأينا أن الحكمة فى استعمال كمية الجبس المقدرة على دفعات متتالية . هى فى الأكثر ، أولا لضمان أحكام عملية التوزيع العادل فى الحقل . بحيث يختلط الجبس مع كتلة أرض الطبقة العليا وثانياً للمحافظة عليه من التسرب إلى المصارف من جريان الماء السطحى إليها . أكثر من أن تكون مسألة تتعلق على قلة ذوبان الجبس وعدم قدرة الماء على إذابته ، الأمر الذى بلغت فيه المغالاة حداً كبيراً حدا بالبعض أن ينصح بعدم فائدة استعمال كمية من الجبس تزيد على طنين اثنين فى العام الواحد . على اعتبار أن كمية المياه التى تعطى للفدان خلال سنة . تكاد لا تكفى لإذابة هذا القدر . (وهذا على أساس أن قابلية الجبس فى الماء النقى لا تزيد عن جزء واحد فى ٤٢٠ جزءاً من الماء) . فإذا طبق هذا الرأى فإن عمليات علاج الأرض تستغرق فى بعض الأحوال عدداً من السنوات قد يبلغ خمساً . إذا كان المطلوب وضعه عشرة أطنان من الجبس . وضعف هذا العدد من السنين .

إذا كان المطلوب وضعه عشرين طناً . وذلك طالما أن لا يستعمل فى العام الواحد أكثر من طنين للفدان . بحجة أن الماء الذى يعطى للفدان مدى العام لا يذيب أكثر من هذه الكمية .

على أن التجارب التى أجرتها الجمعية الزراعية منذ ثلاثين سنة فى مناطق عديدة وفى منطقة بركة الحج أخيراً . أثبتت خطأ هذا الرأى . وقد تبين منها أن الاكتفاء باستعمال طنين من الجبس للفدان سنوياً . بينما يكون المطلوب أضعاف ذلك . لم يقدم فى عملية الإصلاح شيئاً . خصوصاً إذا كانت الأرض قلوية بدرجة كبيرة تتطلب استعمال كميات كبيرة من الجبس . وبالعكس أثبتت نجاح استعمال الجبس بالكميات الكبيرة بتمامها فى موسم واحد . حتى تلك التى تزيد عن عشرة أطنان وتبلغ عشرين طناً للفدان .

وجوب استعمال الجبس فى موسم واحد : ومن رأينا بعد ما تقدم . وجوب استعمال كمية الجبس بأكملها فى السنة الأولى . إذ أن تحديد كمية صغيرة منه نسبياً . علاوة على ما فى ذلك من ضياع بضع سنوات سدى . يخسر فيها المزارع غلات حاصلات كان يمكن اجتناؤها . قد يثبط من همة أصحاب الأرض ويمنعهم من المضى فى علاج أرضهم . إذا لم يحصلوا فى السنة الأولى على نتيجة ملموسة .

وجدير بالذكر أن التجارب أظهرت أيضاً أن استعمال نصف الكمية المقدرة أو ثلثيها . حتى وإن بلغ هذا النصف أو الثلثان . خمسة أطنان أو أكثر للفدان لم يؤد إلى النتيجة المرضية المماثلة للحالة التى استعملت فيها الكمية بأكملها وقد وصل إلى نفس هذه النتائج فى معالجة الأراضى القلوية فى الجزيرة فى السودان إذ لم يؤد استعمال الكميات القليلة إلى نتائج مرضية بالمقارنة مع استعمال الكميات بأكملها .

وتؤيد الحقائق الكيماوية النتائج العملية المشار إليها وتعلل ظاهرة ذوبان الجبس بالدرجة غير المحدودة فى المحلول القلوى . سواء كان ذلك فى المعمل

الكيمائى أو فى التربة القلوية . وذلك لحسن حظ المشتغلين بعلاج الأرض . وإلا تطلب إصلاح بعضها عشرة سنين وهلم جرا .

ظاهرة ذوبانه الجبس فى المحلول القلوى : وتفسيراً لهذه الظاهرة نقول إن المعروف أن ذوبان الجبس يكون بنسبة جزء واحد منه فى ٤٣٠ جزء من الماء المقطر . إلا أنه إذا وجد فى المحلول المائى مركب كربونات الصوديوم . فالماء يذيب أولا . جزءاً من الجبس بقدر درجة ذوبانه . أى بنحو جزء واحد فى ٤٣٠ جزءاً من الماء ثم إن هذا الجزء الذائب من الجبس يتحد حالا مع كربونات الصوديوم الموجودة فى محلول التربة القلوية . وبذلك يتحول تركيب الجبس المذاب إلى مركبات أخرى غير الجبس (كبريتات الصودا) أى أن الجبس المذاب والمتفاعل كيماوياً يخرج من حالة الذوبان . فيحل محله جزء آخر من الجبس الذى لم يكن قد ذاب بعد . وهذا الجزء الذى ذاب من جديد . يتحد بدوره مع كمية أخرى من كربونات الصوديوم . ويحل به ما حل بالجزء الذى ذاب أولا من التغير ثم الخروج من المحلول . وهكذا دواليك . وتتم هذه العمليات متتالية متلاحقة حتى يتفاعل الجبس بأكمله مع كربونات السودا الموجودة فى التربة . سواء كانت كمية الجبس خمسة أطنان أو عشرة أطنان أو أكثر .

هذا ووجود ملح الطعام بكميات فى المحلول الأرضى يعمل أيضاً على زيادة ذوبان الجبس فى التربة . غير أن المركب الناتج أولا يكون كلورور الكالسيوم الذى يتحد بدوره مع كربونات الصوديوم وبذلك تنهدم القلوية .

تجارب على ذوبانه الجبس بالمعمل الكيمياوى : ولتقريب الظاهرة السابق ذكرها لذهن القارىء ، نذكر نتيجة تجارب أجريناها بمعمل الكيمياء لاختبار مدى ذوبان الجبس فى كميات من الماء ذات حجم ثابت ، ومذاب بها كميات مختلفة من ملح كربونات الصوديوم (هو الملح الذى يوجد فى التربة القلوية) .

ابتداء من لا شيء إلى عشرين جراماً . ثم وضعت فى هذه المحاليل كميات مختلفة من الجبس المسحوق ورجت المحاليل لإتمام التفاعل .

ويتبين من نتائج التجارب الواردة فى جدول ٢ أن كميات الجبس التى ذابت فى محلول مائى فقط خال من كربونات الصوديوم ، لم تزد عن حدّها المقرر علميا وهو ١٩ر١ جراماً . بأى حال من الأحوال . حتى لما كان بالماء كمية من الجبس وصلت إلى ٤ر٥ جرامات . كما يرى فى القسم الأول من الجدول . بينما زاد ذوبان الجبس زيادة مطردة كلما زادت نسبة أملاح كربونات الصودا فى المحلول . وهكذا حتى تبلغ إلى درجة تعادل كل ما بالمحلول من كربونات الصودا . وبذلك تكون تلاشت القلوية . فإذا ما بقى من الجبس فائض فى المحلول بعد هذه المعادلات فإنه يخضع لنظام ذوبانه الطبيعى فى الماء النقى المتعادل .

ويرى فى القسم الأخير من الجدول المشار إليه ، أن كمية الجبس المذابة صعدت إلى نحو ٨٦ر٤٠ جراماً فى المحلول الذى به كربونات الصودا . وهذه الكمية تعادل ٣٤ مثلا للكمية التى تذوب فى محلول مائى خال منها وبالطبع لو كان بالمحلول كميات من كربونات الصودا أكثر من تلك التى كانت موجودة لزادت كمية الجبس المذاب عن الكمية التى ذابت فعلا .

وهذه النتائج التى حصل عليها فى اختبارات معمل الكيمياء تنطبق تماماً على معمل التربة فى الحقل .

جدول (٢)

تحارب على ذوبان الجبس (سلفات كالسيوم) فى ٥٠٠ سنتيمتر مكعب من الماء المقطر أو الماء المضاف إليه كميات من كربونات الصودا

جبس (سلفات كالسيوم)			كربونات الصودا (القلوية)	
الكمية المضافة للمحلول	الكمية المفروض ذوبانها فى الماء الخالى من القلوية	الكمية التى ذابت فعلا	الكمية التى وضعت فى المحلول	الكمية التى تفاعلت مع الجبس الذائب
جرام	جرام	جرام	جرام	جرام
٠ر٩	٠ر٩٠	٠ر٨٦	٠ر٠٠	٠ر٠٠
٢ر٧	١ر١٩	١ر١٨	٠ر٠٠	٠ر٠٠
٤ر٥	١ر١٩	١ر٢١	٠ر٠٠	٠ر٠٠
٠ر٩	٠ر٩٠	٠ر٩٦	٣ر٨١	٠ر٤٩٢
٢ر٧	١ر١٩	٢ر٤٤	»	١ر٣٢٠
٤ر٥	١ر١٩	٣ر٩٨	»	١ر٩٨٩
٦ر٣	١ر١٩	٥ر٠٩	»	٢ر٥٤٥
٧ر٢	١ر١٩	٦ر٤٦	»	زالت القلوية
٨ر١	١ر١٩	٧ر٤٨	٤ر٦٨	٣ر٧٤٠
١٠ر٨	١ر١٩	٩ر١٢	»	٤ر٥٦١
١٣ر٥	١ر١٩	١٠ر٠٦	»	زالت القلوية
١٦ر٢	١ر١٩	١٢ر٢٠	٥ر٦٢	زالت القلوية
٤٥ر٠٠	١ر١٩	٤٠ر٨٦	٢٠ر٠٠٠	زالت القلوية

(ملحوظة) الجبس هو عبارة عن الكالسيوم الإيدراتية بنسبة تختلف من ٩٠ إلى ٩٥ ٪ ويجب أن يؤخذ ذلك أساساً عند احتساب الكميات اللازمة منه لتعادل القلوية فى علاج التربة .