مشاهدات عن الصرف الجوفى

بالأنابيب وفعله فى إزالة الأملاح من التربة فى مصر

لحضرة صاحب العزة أحمد بك محمود

رئيس القسم الفنى بالجمعية الزراعية الملكية (*)

موضوع محاضرتنا هو عرض نتائج التجارب والأبحاث التى قام بها قسم الكيمياء بالجمعية الزراعية الملكية ، فى مزرعتين معدتين بالصرف الجوفى بواسطة الأنابيب ، وعلى الأخص فى حالة إزالة الأملاح القلوية والأملاح المتعادلة من التربة فى وقت وجيز ، وقد دل هذا النوع على كفايته فى تحقيق الأغراض . وإحدى المزرعتين هى محطة تجارب الجمعية المعروفة بتفتيش بهتيم ، وقد مدت سنة ١٩٤١ فى معظم مساحتها شبكة من المصارف المغطاة : الفرعية والثانوية والجامعة ، والثانية فى جهة المرج ويملكها معالى عثمان محرم باشا ، وكانت مزودة أيضاً بالمصارف المغطاة ، منذ سنة ١٩٣٧ ، وقد عنى قسم الكيمياء بها من حيث تطبيق تجاربه منذ سنة ١٩٣٨ ، وسجلت النتائج التى حصل عليها فى رسالة فنية عنوانها « تجارب قسم الكيمياء فى موضوع الأراضى القلوية وتطبيقاتها ، سنة ١٩٤٥ »

ولم نتعرض لموضوع الصرف من نواحيه العملية الإنشائية أو من الناحية المادية ، كما لم نتعرض لمسائل الصرف الفنية إلا فيما اقتضاه الموضوع ، هذا مع العلم بأنه أصبحت للصرف قواعد أصيلة بعضها حسابية من أبحاث المشتغلين فى الولايات المتحدة والقارة الأوربية ، وسيتعرض لبيان ذلك حضرات الزملاء المحاضرين . والواقع أنى لا أرى المسألة معقدة للحد الذى يراه الكثيرون . وما علينا فى مصر إلا التطبيقات العملية بعد مسح الأرض ودراسة طبقاتها وما يتعلق بإيراد الماء ومستوى الماء الأرضى ومصدره ، على أن تكون هذه الدراسة نظامية منسقة ، وذلك أسوة بما اتبع فى كثير من أقطار القارات الخمس التى تواجه مشاكل المياه الزائدة ، سواء أكان مصدرها الأنهار أم الأمطار أم رشح البحار كالولايات المتحدة وولاية كاليفورنيا

(*) محاضرة ألقيت فى مؤتمر بحث تأثير الرى والصرف على الصحة العامة والزراعة فى القاهرة يوم ٢٧ ديسمبر سنة ١٩٤٦

على الأخص ، وهولاندا وإيطاليا وانجلترا وألمانيا وغيرها ، إذ صرفت الأموال الطائلة فى مشروعات الصرف بأنواعه المختلفة ، ومن الأمثلة العديدة يرى أن انجلترا قامت بنصيب يذكر فى السنوات الأخيرة فحملت الدولة نصف تكاليف المصارف الخاصة أيضاً ، والمغطاة منها بنوع أخص ، فبلغ ذلك سبعة جنيهات ونصف عن كل فدان تنشأ فيه أنابيب للصرف .

وقد ثبت أنه حيثما يعنى بالرى يعنى بالصرف ؛ كان ذلك فى كل العصور قديمها وحديثها ، فهذا هيرودتس يحدثنا فى سنة ٤٠٠ قبل الميلاد عن عناية المصريين بالري والصرف ، كما يؤكد كثير من المؤرخين بعده عناية الأمم الشرقية بذلك ، وتؤيد ذلك آثار أعمال الصرف التى لاتزال باقية فى بلاد إيران ، وما أشار إليه المؤرخون الرومان الذين عاصروا أوجسطس من وجود المصارف المغطاة التى كان يبلغ عمقها نحو ٩٠ سم ، وكانت تملأ بالحصى والأحجار إلى ثلثى عمقها ثم تردم بالتراب . وفى العصور الوسطى (حوالى سنة ١٦٠٠) ظهرت أولى الكتب المطبوعة فى فرنسا عن صرف الأرض ، كما ظهرت سنة ١٦٥٢ فى انجلترا كتب على غرارها عن صرف الأرض أيضا.

وطرق الصرف متنوعة : منها السطحى والجوفى ، فالصرف السطحى يقتصر على إزالة المياه الباقية فوق سطح الأرض من غير أن تتخلل المياه باطنها . وتعتبر هذه العملية إزالة سطحية وليست صرفاً ، إذ أنها لا تحقق شيئاً من أغراض الصرف ، وإن كانت تؤدى إلى صرف المياه الفائضة فى بعض الزراعات المائية مثل الأرز ، كما تؤدى إلى إزالة الطبقة الملحية المعروفة بالسافى التى توجد فى بدء عمليات إصلاح الأراضى البور ، إذ يكون من غير الصالح إذابتها وتخللها فى التربة ثم صرفها جوفياً .

أما الصرف الجوفى فمعناه إزالة الكمية الفائضة من الماء الموجود فى الكتلة العليا من التربة ، وذلك بتخلخلها فى التربة تخلخلاً عمودياً ثم انثناؤها أفقياً إلى المصارف بعملية الترشيح أو النشع ، وفضلاً عن ذلك ، وهذا هو الأهم ، فإنه يمنع منسوب الماء الأرضى من الصعود نحو سطح الأرض بحيث يبقى بعيداً عن جذور النباتات . وقد يمكن إذا أحكمت عملية إنشاء المصارف حفظ المستوى المائى على أعماق مقررة . والمزايا التى تتحقق من ذلك كثيرة . كإزالة الأملاح الذائبة

الضارة إذا كانت موجودة بالتربة ، ووقاية التربة منها ، ثم جفاف التربة ودفئها دفئا ملائماً لنمو النباتات والجراثيم المفيدة بها ، ونشاط التفاعلات المفيدة كيميائياً وحيوياً ، وغير ذلك مما يسند إليها بطريق غير مباشر كالإقلال من الإصابة بالحشرات والآفات والأمراض .

والصرف الجوفى يتم بإحدى الطرق الآتية :

أولاً — إنشاء مصارف مفتوحة تحفر على أعماق كافية .

ثانياً — إنشاء مصارف مغطاة ، وذلك بحفر مجار تشبه المصارف المفتوحة توضع فى قاعها مواد منوعة تحمل المياه ، ثم تملأ هذه المجارى بالتراب ويسوى سطحها ويزرع .

ثالثاً — نزح المياه الجوفية من باطن التربة على أعماق بعيدة نسبياً ، وذلك بواسطة أنابيب أو مواسير تركب عليها مضخات ، كالآبار الارتوازية والجوفية ، وبذلك يهبط المنسوب المائى الأرضى العالى ، ويصير التخلص من المياه عادة بتوزيعها فى مصرف عام ، وتستعمل هذه الطريقة فى بعض الأحوال فى رى الأراضى نفسها . وهى وغيرها من طرق الصرف متبعة فى الولايات المتحدة وعلى الأخص بكاليفورنيا .

على أنه يلزم لنجاحها توفر عدة شروط : منها أن يكون مستوى الماء الأرضى القريب من السطح ، وهو الذى يعنينا من الوجهة الزراعية ، متصلاً بماء الأعماق الذى ينزح منه بحيث لا يكون مستوى الماء الأعلى صناعياً سطحياً متأثراً بعوامل محلية ، أو يكون مسبباً عن وجود طبقة جافة صلبة يستقر عليها وتحول بينه وبين الماء الأرضى الحقيقى . كما يجب أن تكون الطبقة التى تنزح منها المياه وهى الطبقة العميقة مسامية بدرجة كافية لتجاوب عملية استفراغ الطلمبة ، بحيث يكون الماء المرفوع كافياً لخفض ماء المستوى العالى . أما بالنسبة لاستعمال المياه المنزوحة لرى الأرض نفسها فتتوقف صلاحيتها فى ذلك على محتوياتها من الأملاح وكياتها وعلى الأخص محتوياتها من القواعد القلوية مثل الصودا والمغنسيوم كما يتوقف نجاحها أيضاً على إيراد الماء نفسه .

رابعاً — الصرف الطبيعى ، وكان له أكبر فعل فى صرف كثير من الأراضى

المصرية ، حيث يسير الماء الزائد الموجود فى الطبقات العليا من التربة إلى الأعماق عمودياً حتى يصل إلى طبقات مسامية أو رملية ترتكز نهايتها على حائل صلب . وهذا هو الحال فى كثير من أراضى الحياض والأراضى المرتفعة الخصبة خصوصاً قبل تعميم مشروعات الرى وتفرعها فى الوجه البحرى كشرايين الجسم مع ارتفاع منسوبها . وبذلك أخذ هذا النوع من الصرف يقل أو ينعدم بعد أن ارتفع منسوب الماء الأرضى عما كان قبلا كما حدث فى مديريتى المنوفية والقليوبية على سبيل التمثيل لا الحصر .

وعملية الصرف الجوفى سواء أكانت بالمصارف المفتوحة أم بالمصارف المغطاة تتطلب الدرس فى الأحوال العامة والمحلية بحيث تنطبق على ظروف كل مزرعة . والواقع أن كل المسائل التى يجب درسها مشتركة بين الطريقتين وما ينطبق على أحدها ينطبق على الآخر . والمسألة ليست كما يبدو مفاضلة بين الصرف المفتوح والصرف المغطى ، فطبيعة الأرض من ثقل وخفة تعرقل أو تسهل عملية الصرف المفتوح والمغطى معاً ، وهى إحدى العوامل التى تقرر الأبعاد بين المصارف وأعماقها .

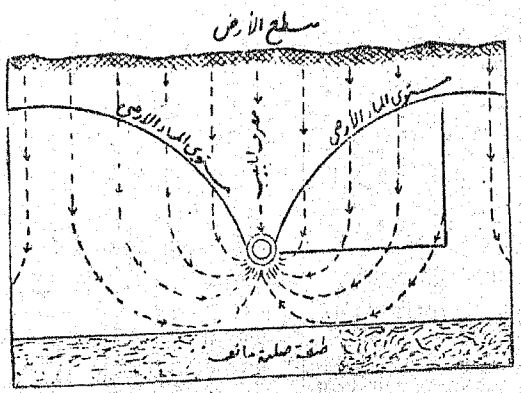
فالأراضى القلوية السوداء مثلا لا يمكن صرفها بالمفتوح أو المغطي قبل معالجة قلويتها . ولا عبرة فى هذا بوجود قطاعين كبيرين ظاهرين على المصرف المفتوح أو عدم وجودهما فى المصرف المغطى . ولعل حضرات الزملاء المحاضرين يفسرون حركة الماء فى الصرف الجوفى .

على أنه من المعلوم أن سريان الماء إذا بدأ من سطح التربة يكون عمودياً فيها ، فإذا مازادت كمياته فوق السطح تعمق بفعل الضغط والجاذبية إلى عمق أكبر حتى يتصل بكتلة الماء الأرضى الذى قد يرتكز بدوره على طبقة حائلة فيرتفع . ومن هذا المنسوب المائى تسير المياه أفقياً إلى المصرف المغطي أو المفتوح . وفى بعض الأحوال إذا كان منسوب الماء الأرضى منخفضاً بطبيعته عن المصرف فإنه توجد حركة صعود إلى المصرف . ومن المشاهد فى مصر أن كمية الماء التى تروى بها الأرض رية عادية للحاصلات الزراعية لاتتعمق إلى أبعاد تزيد عن ١٠ أو ٤٠ سم من التربة فهى والحالة هذه ماء شعرى عالق ، ويكون ماتحتها جافا نسبياً إذا كان منسوب الماء الأرضى منخفضاً بطبيعته . وماء الري الذى وصل أثره إلى طبقتى ٣٠ أو ٤٠ سم لايلبث طويلا حتى تنخفض نسبته فى هذا العمق ، إذ تفقد جزءا منها بامتصاص

النبات ويتبخر البعض ، ويتصاعد البعض الآخر بالخاصة الشعرية ، ويشذ عن ذلك ماء رى الأرض الشراقى بعد حصاد الحاصلات الشتوية حيث تكون الأرض فى حالة جفاف زائد ، مشققة شقوقاً عميقـــة ، وكذلك الماء الذى تغمر به الأرض سواء أكان ذلك فى عمليات الإصلاح أم فى حالة زراعة الأرز ، إذ تكون كمياته عظيمة وفى هذه الحالة تكون التربة مشبعة بالماء الفائض أو الحر الذى يخضع للجاذبية فيصل للمصارف بعد تعلية منسوب الماء الأرضى .

وفيما عدا هذه الحالات الثلاث فإن الوظيفة الظاهرة للمصارف هى خفض المنسوب المائى الأرضى الذى يميل إلى الارتفاع نحو الطبقة العليا من التربة،وهو ينشأ من مجارى المـاء العالية المنسوب سواء أكانت فى المساقى أم فى الترع أم فى النيل نفسه ، وتبعاً لذلك يكون منسوب المـاء الأرضى للمزرعة متذبذباً حسب العامل الرئيسى ، ومتذبذباً حسب الفصول ، بل قد يوجد أكثر من منسوب أرضى واحد فى بقعة ما ، كما سيبينه بعض حضرات الزملاء المحاضرين .

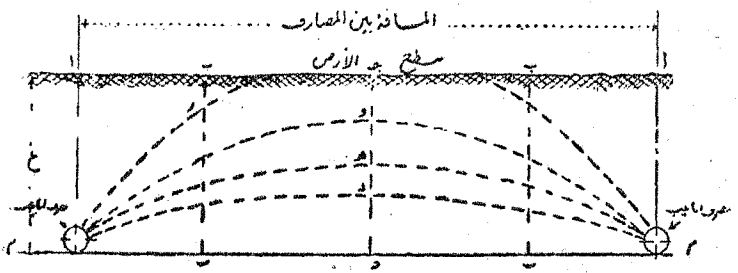
وعلى أساس الاعتبارات الســابقة جميعاً ، وهى مصدر المياه الأرضية ، والرشح وطبيعة الأرض ، أو طبقاتها على الأصح ، والحاصلات ، تقدر أبعاد المصارف وأعماقها سواء أكانت مصارف مفتوحة أم مغطاة ، وقد تعطى التوضيحات الآتية فكرة عن ذلك :



فهذا الرسم يفسر حركة نزول الماء إلى مصرف الأنابيب فى تربة مفتوحـة ، ومنه يرى أن الماء الفائض فى كتلة التربة الواقعة فوق المصرف ينزل إليه مباشرة ،

بينما الموجود فى الجانبين ينزل عمودياً ثم ينثنى إلى المصرف من جوانبه أو من قاعه . والمنحنيان الموضحان لمستوى الماء الأرضى يشاهدان عقب الرى الغزير (الغمر) مباشرة ويأخذان فى الانبساط نزولا يوماً بعد يوم .

أما الرسم الثانى فيبين حالة منسوب الماء الأرضى عقب الرى أو الغمر مباشرة ، وذلك بين مصرفين على بعد معلوم ، وفى عدد من الأراضى المختلفة التكوين الميكانيكى . فالماء فى نقطتى « ا » ينزل للمصارف مباشرة وبذلك يكون منسوب الماء الأرضى منخفضاً جداً ، بينما الماء فى نقطتى «ب» ينزل عمودياً بفعل الجاذبية ويستقر فى مكان ما ، فإذا زاد عليه الضغط بفعل موالاة الغمر فإنه يهبط إلى مستوى خط « م م » ومنه يسير فى اتجاهى المصرفين . إلا أن الماء الفائض الموجود فى نقطة «حـ» يتطلب ضغطاً أكثر مما يتطلبه ماء «ب» ليندفع نحو المصرفين ، ولذلك فإن مستوى الماء الأرضى يتخذ خطاً منحنيا بين المصرفين ، أعلى نقطة فيه تقع فى منتصف البعد بين المصرفين ، وأقلها بالقرب منهما .



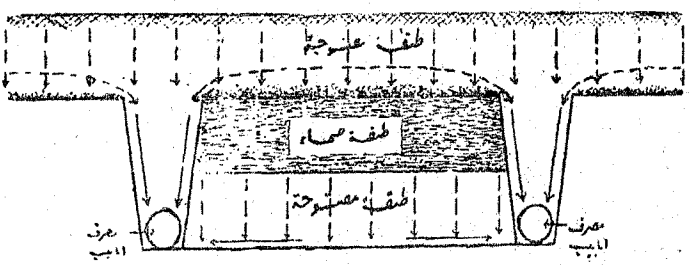
وتشاهد أيضاً فى الرسم عـــدة منحنيات لمستوى الماء الأرضى مع بعد واحد بين المصرفين ، فإذا كانت الأرض رملية فقد يتخذ المنحنى شكل (د) لأن دفع المياه دفعاً عمودياً ثم أفقيا لا يتطلب ضغطاً كبيراً ، فإذا كانت رملية صفراء اتخذ المنحنى شكل « هـ »

وفى الأرض الطينية الصفراء اتخذ شكل «و» . وقد يتخذ شكل «ز» إذا كانت الأرض طهنية ثقيلة ، أى أنه كلما ثقلت التربة كلما تطلب الأمر ضغطاً أعلى لدفع المياه عمودياً . وعلى ذلك فإن مسألة الأبعاد بين المصارف تقررها طبيعة التربة ، وقد يصل الماء فى الأرض الرملية إلى مائتى متر بينما يقل إلى عشرة أمتار فى أثقل الأراضى . وقد

وفق الباحثون فى أمريكا والقارة الأوربية لإيجـــاد قوانين حسابية لـكل نوع من أنواع التربة بعد دراسات مستفيضة قد يصلح كثير منها للتطبيق فى مصر .

أما إذا كانت بالتربة طبقة متماسكة لا ينفذ فيها الماء على عمق غير بعيد من سطح الأرض « ٥٠ سنتيمتراً مثلا » وكانت معدة بالصرف الجوفى بالأنابيب على عمق ٨٠ سنتيمتراً ، على سبيل المثال ، فإن حركة المياه نحو المصارف تختلف عن مثلها فى التربة التى ليست بها طبقة صماء .

فالتراب الذى ملئت به خنادق المصارف يكون الماء عادة أكثر اختراقاً له من بقية التربة ، وذلك بسبب عملية الفحت والتقليب والردم ، ولذلك فإن الماء الفائض الموجود فوق موقع المصارف ينفذ إليها مباشرة بينما يتجمع الماء فى المواقع الأخرى فوق الطبقة الصماء ويسير منها أفقياً إلى المصارف . وقد يكون الوضع واحداً بين المصرف المغطى والمفتوح وإن فضل الأول .



المصرف المغطى

ذكرنا فى صدر هذه المحاضرة أن الصرف المغطى كان إجراء متبعاً قبل الميلاد بصور مختلفة ، ثم تناولته يد التحسين والابتكار على مر الأيام وتقدم العلوم ، فقديماً كانت تستعمل فيـــه مواد منفذة لماء التربة إلى الفتحات العامة — المواد الصلبة مثل قطع الأحجار والزلط — أما اليوم فتستعمل فيه مواد مختلفة أبسطها ثلاثة أعمدة من الخشب توضع بصورة تكون مثلثاً فى قاع المجرى ، ويلى هذه المجموعة مجموعات تتوالى حتى يخرج الماء من الحقل . . ويردم عليها ويسوى سطح الأرض ويزرع ، ويمكن أن تستعمل فى ذلك أغصان النباتات وسيقانها مثل حطب القطن . إلا أن هذه جميعا عرضة للانحلال ولا تعمر طويلا فى التربة . وتستعمل

الآن برابخ أو أنابيب من الفخار، وهو الطين المحروق جيداً ، أو برابخ من الأسمنت والرمل « بنسبة ١ الى ٣ أو ٤ » ويظهر من المقارنات العديدة بين النوعين أنه لاتفاضل بين الفخار والاسمنت إذا كانت المقارنة بين الجيد من كل منهما ، ولاعبرة بما كانوا يزعمونه فيما مضى من تفضيل الأنابيب ذات المسام سواء أكانت من الفخار أم من الاسمنت بحجة أن ماء التربة ينفذ منها إلى الأنابيب بالرشح من مسامها ، إذ ثبت أن أكثر المياه تدخل إلى الأنابيب عند ملتقى الأنبوبة بالأخرى ، وتسير عبر سلسلة الأنابيب حتى مخرجها ، كما أن مسام الأنبوبة نفسها تفقد أهميتها بعد مرور زمن على وضعها فى التربة . وقد قمنا ببعض الاختبارات لوزارة الأشغال المصرية عن مسامية أنابيب الاسمنت المصنوعة حديثا والتى دفنت فى التربة منذ أزمان مختلفة وذلك بمناسبة التفكير فى جعل أنابيب المصرف متصلة إحداها بالأخرى بلحام من الأسمنت بدلا من وضع أنابيب صغيرة متلاصقة ووضع مادة مسامية فى نقطة تقابلها . وقد ظهر لنا أنه بينما كانت سرعة نفوذ لتر من المياه من جدران الأنابيب الحديثة منها لاتزيد عن ثوان معدودة فقد زاد الوقت إلى دقائق فى الأنابيب المستعملة ، ووصل فى بعضها إلى نحو ٩٠ دقيقة ، ولم يكن التقادم وحده عاملا مؤخرا للترشيح ، بل كان لاختلاف نسب الاسمنت والرمل دخل كبير فى ذلك .

وحقول التجارب التى نقلنا عنها موضوع محاضرتنا هذه معدة بشبكة من المصارف الفرعية التى تتألف من أنابيب اسطوانية الشكل مصنوعة من الاسمنت والرمل طول الواحدة منها ٣٠ سنتيمترا وقطر فوهتها خمسة سنتيمترات ، موضوعة على عمق متر تقريباً فى صف طوله نحو ١٠٠ متر مع انحدار بسيط إلى ٥٠٠ ، هذا وتوضع الأنبوبة ملاصقة للأخرى مع وضع كمية من مادة مسامية — مثل رجوع الفحم — ينفذ منها ماء الرشح إلى الأنابيب ، والمصارف الفرعية منشأة على أبعاد متساوية تتراوح بين أربعين وعشرين متراً حسب كل حالة ، وفى حالة خاصة كان البعد عشرة أمتار ، ثم إن المصارف الفرعية المتوازية تغذى مصرفاً ثانوياً يكوّن معها زاوية قائمة ، وهو مغطى أيضاً ، ويتألف من أنابيب أكبر حجماً وأوسع قطراً . ثم إن المصارف الثانوية بدورها تغذى مصرفا جامعاً مغطى كذلك ، وهذا يوصل الصرف إلى مصرف المنطقة العام . ويوجد عند ملتقى المصارف الفرعية بالمصارف الثانوية ثم فى التقائها بالمصارف الجامعة غرف تفتيش « باكيورت » مغطاة أيضاً وبواسطتها يعرف مدى قيام المصارف بعمليتها وجريان الماء منها وارتفاع مناسيبه وغير ذلك . .

وتدل مشاهداتنا فى تفتيش بهتيم فى مدى ست سنوات ، وفى المرج فى تسع سنوات على كفاية هذه الشبكة بالنسبة لصرف المياه الفائضة فى حالات الإصلاح أو فى حالة زراعة الأرز فى تفتيش بهتيم أو المرج ، بل كان الأمر يقتضى أحياناً سد منافذ غرف التفتيش الموصلة إليها المصارف الفرعية فى تفتيش بهتيم ، وذلك لمنع الصرف فى حالة زراعة الأرز وصعوبة الحصول على مياه الرى اللازمة .

هذا وتشير بعض آراء المشتغلين بأعمال الصرف فى الولايات المتحدة إلى أن المصرف الفرعى المغطى الذى يتألف من أنابيب قطر فتحاتها بوصتان يكون كافياً لصرف فدانين من الأرض ، وأنه يمكن لهذا المصرف إذا كان القطر ثلاث بوصات، أى سبعة سنتيمترات ونصف أن يصرف خمسة أفدنة ، وهلم جراً . فمعلوم أن قطر فتحة الأنبوبة إذا ضوعف يزيد من مساحة الفتحة أربع مرات تقريباً ، ومهما يكن الأمر فإن أحجام الأنابيب وأبعاد المصارف وأعماقها تقررها ظروف كل مزرعة كما تقدم بيان ذلك .

ولم تسبب شبكة المصارف المنشأة فى تفتيش بهتيم منذ سنة ١٩٤١ متاعب تذكر، إذ أن فى الوسع مراقبتها بدورة نظامية لمعرفة مدى قيامها بالصرف ، كما أنه من الميسور إدراك الخلل . ولم نشاهد سوى حالة انسداد واحدة بسبب الجذور الشعرية لشجر الجزورينا النامى بالقرب من أحد المصارف ودخولها من مواضع التقاء الأنابيب وتغلغلها فى داخلها، على أن هذه الحالة لم تشاهد فى حقل حديقة الموالح المهيأة بالمصارف على أبعاد عشرة أمتار فقط، كما لم تشاهد بالنسبة للحاصلات الحقلية . هذا وتشير المراجع المختلفة إلى أن شجرة الصفصاف أيضاً ، وهى من الأنواع التى تسير جذورها مع الماء، تسبب انسداد المصرف . وقد جربت بعض طرق نقع الأنابيب قبل وضعها بالأرض بمركبات حامض الكربوليك لتبعد عنها امتداد الجذور ، ولكن اتضح أن الأسلم دائماً هو إيجاد مسافة كافية مثل عشرة أو خمسة عشر متراً بين المصارف وأشجار الجازورينا والصفصاف وما شاكلها . وفيما عدا ما تقدم فإن عملية الصرف تعطلت إلى حد ما بسبب ارتفاع منسوب مصرف الحكومة فى وقت ما عن مستوى منفذ شبكة الصرف ، فأسرع إلى إغلاق المنفذ ورفعت المياه بمضخة من المجمع الرئيسى للمزرعة إلى المصرف العام . وهكذا هبط المنسوب إلى مستواه الأصلى . وفى مزرعة المرج، وهى إحدى المزارع التى أخذت عنها مشاهداتى فى إزالة الأملاح

لم يتسبب عن شبكة الصرف بالأنابيب من المشكلات مايستحق ذكره . وعمد مالكها إلى إبدال الصرف المفتوح بالصرف المغطى في بقية مساحة أرضه .

إزالة الأملاح :

من المعلوم أن الأملاح الذائبة الضارة فى التربة نوعان : الأول كربونات الصودا وتعرف التربة التى تحتوى عليها بالقلوية. ومن خواص هذا الملح أنه يسبب رداءة الخواص الطبيعية للتربة ، فتكون متماسكة متلاصقة ولا يتخللها الماء أو الهواء ، ويكون الطين بها على حالة غروية ، ولذلك ينعدم صرف الماء بأية طريقة كانت ، كما أن هذا الملح بطبيعته سام للنباتات ووجوده فى التربة بنسبة ١ر٠ فى المائة فقط يمنع إنبات البذور ونمو النباتات .

أما النوع الثانى من الأملاح فهو غير قلوى التأثير ، بل يكون متعادلا ، ويؤثر فى تفتح التربة بعكس كربونات الصودا ، ولذلك فإن عملية الصرف الجوفى تكون متوفرة . وهذه الأملاح هى كلورور وسلفات الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم . وأعمها كلورور الصوديوم «ملح الطعام» وهى سامة للنبات إذا زادت نسبها عن حدود معلومة . وتعرف التربة التى تحتوى عليها بأنها ملحية ، غير أن هذه الأملاح تسهل إزالتها من التربة إذا توافر الصرف .

وموضوع مشاهداتنا أربع حالات : اثنتان منها عن أراض قلوية ، والأخريان عن أراض ملحية .

الحالة الأولى ، مزرعة المرج :

وهى تمثل مائة فدان وخمسمائة ، وقد تم إصلاحها جميعاً بواسطة قسم الكيمياء بالجمعية الزراعية الملكية . ولم تكن مزروعة منذ مئات السنين ، إذ كانت بركة صرفت منها المياه بعد إنشاء المصرف العام ، وأجريت الترتيبات التمهيدية اللازمة لإصلاحها ، وقسمت الأرض إلى قطع مساحة الواحدة منها نحو سبعة أفدنة ، وأنشئت شبكة من المصارف الجوفية ، بعضها بالأنابيب فى مساحة ٢٥٠ فداناً تقريباً على أبعاد ٢٠ متراً من المصارف الفرعية ، وعلى عمق متر ، وكانت مؤلفة من أنابيب طول الواحدة منها ٣٠ سنتيمتراً وقطر الفتحة خمسة سنتيمترات ، كما أنشئت المصارف المفتوحة فى مساحة مماثلة وبالأبعاد والأعماق ذاتها .

وقد بدأ المالك بعملية إزالة الأملاح حوالى سنة ١٩٣٧ وذلك بغمر الأرض بالماء قصد صرفها جوفياً سواء أكان ذلك إلى المصارف المفتوحة أم الأنابيب المغطاة على أن الغرض لم يتحقق، فلم ينفذ شيء من الماء إلى المصارف برغم بقائه فوق سطح الأرض مدداً تصل إلى مائة يوم فى بعض الحالات . ولذلك أزيلت المياه بتسربها إلى المصارف المفتوحة أو القنوات ، كما زرعت أرزاً ولم يفلح . وقد فكر حينذاك فى رفع الأنابيب وعمل المصارف المفتوحة والالتجاء إلى عمل غسل سطحى كان لايغنى فتيلا .

على أنه ثبتت — بعد أن تناول قسم الكيمياء بالجمعية الزراعية الملكية هذا الموضوع سنة ١٩٣٨ — قلوية التربة لوجود كربونات الصودا بكميات كافية تسبب جدب الأرض وانعدام الصرف الجوفى سواء بواسطة المصارف المفتوحة أم المغطاة وأن الصرف لايمكن أن يحدث إلا بعد معالجة القلوية فى التربة وفتح مسامها وإزالة الأملاح منها .

وكان العلاج الذى اتبع هو استعمال الجبس بكميات تراوحت بين طن واحد وعشرين طناً للفدان ، وذلك حسب قلوية الأرض ومحتوياتها من كربونات الصودا وحسب النظريات الخاصة للجمعية الزراعية الملكية . وقد نتج عن استعمال الجبس هبوط نسبة القلوية وانفتاح مسام الأرض ، فنفذت المياه إلى المصارف الجوفية بالأنابيب ، ومنها إلى المصرف العام بصورة متتالية ، مما كان يقتضى معاودة رى الأرض أو غمرها بالماء الغزير . ودل اختبار مياه الصرف الذى كان صافياً على تركيزه بالأملاح المتعادلة ، وعلى الأخص أملاح سلفات الصودا ، وذلك نتيجة تفاعل الجبس مع كربونات الصودا وتحويل صورتها كما هو معلوم ، كما كان الماء الخالى من أى مقدار من كربونات الصودا علة فساد التربة ، وزرعت الأرض بالأرز عام ١٩٣٩ وتلاه القطن والبرسيم ثم القطن وبذلك ظهر نجاح منقطع النظير .

وقد دل فحص التربة فى سنة ١٩٣٨ قبل استعمال الجبس وفى سنتى ١٩٤٠ و١٩٤٣ بعد استعماله على انخفاض عظيم فى محتويات ملحى كربونات الصودا

بين ٧٠ و٨٤ فى المائة من نسبته الأولى فى السنتين الأوليين ، وبمعنى آخر هبطت محتوياته إلى أقل من الحدود التى تسمح بنمو الحاصلات بصور اقتصادية . واتفق مدلول التحليل الكيماوى المذكور آنفاً ونتائج زراعة الحاصلات ، وبعد ذلك أخذت الأملاح القلوية فى التلاشى والانعدام أو قلت إلى درجة ضئيلة لايؤبه بها كما تدل على ذلك نتائج التحليل التى عملت سنة ١٩٤٢ ونتائج محصول القطن فى تلك السنة وقد تأثرت تبعاً لذلك كمية الأملاح القلوية الموجودة فى الطبقة الثانية (أى عمق ٢٥ إلى ٥٠ سنتيمتراً من السطح) ولكن بمعدل قليل فى السنتين الأوليين ، وإن كان انخفاضها زاد بعد ذلك إذ صار الموجود منه بين صفر و١٦ ، ٢٥ ، ٥٠ فى المائة من كمياته ، الأولى كما دل على ذلك اختبار التربة فى سنة ١٩٤٣ كما انحطت أملاح الطبقتين التاليتين التى على عمق ٥٠ — ٧٥ ، والتى على عمق ٧٥ — ١٠٠ سنتيمتر .

هذا ومما تجدر الإشارة إليه أن إصلاح الطبقة العليا فقط فى الأرض القلوية يعتبر كافياً فى البداية لإنتاج حاصلات سطحية الجذور مثل الشعير والأرز والبرسيم ، على أنه شوهد أن زراعة القطن نفسه ، وهو نبات جذره الرئيسى وتدى كانت ناجحة فى بداية الإصلاح برغم أن جذوره لم تتجاوز الطبقة الأولى إلى الطبقة التالية لقلويتها وتماسكها ، إذ أن النبات نظم نفسه ونشر جذوره الفرعية فى الطبقة العليا .

وقد يفسر أيضاً أن سير حركة المياه فى المصارف كانت فى السنوات الأولى طبقاً لما شرحناه فى صحيفة ٨٠ ، إذ لم تكن الطبقة السفلى أصلحت بعد فصرفت مياه الطبقة العليا وزالت الأملاح عما هيأ الأرض لزراعة حاصلات مرضية إلى أن انفتحت الطبقات التالية .

ونتائج حاصلات واختبارات التربة مبينة فى الجدولين الآتيين : والأول منهما يشمل الحاصلات التى زرعت فى الأرض بين سنة ١٩٣٧ و١٩٤٣ عدا البرسيم الذى لم تقدر غلته ، وكان ناجحاً ، وحدث ذلك فى تسع قطع مساحة كل منها نحو سبعة أفدنة « حوشة » ، ويبين الجدول الثانى نسب الأملاح فى التربة حسب الاختبارات التى عملت فى غضون المدة المذكورة آنفاً :

جدول رقم ١

يبين كميات الجبس الزراعى التى استعملت فى العلاج
وغلات بعض الحاصلات من ١٩٣٧ — ١٩٤٣
فى أرض معدة للصرف بالأنابيب بالحوض رقم ٣ بالمرج

نمرة الحوشة	كمية الجبس للفدان	كمية المحصول بالفدان				
		قبل وضع الجبس	بعد وضع الجبس			
		١٩٣٧	١٩٣٩	١٩٤٠	١٩٤٣	١٩٤٣
	بالطن	أرز بالإردب	أرز بالإردب	قطن أشمونى بالقنطار	قطن أشمونى بالقنطار	قطن كرنك بالقنطار
٣	٩	١ر٩	٧ر٦	٢ر٩		٧ر٨٩
٤	١	١ر٨	١٠ر٦	٣ر٥		٦ر٥٦
٥	١٣٥	٠ر٦	٩ر١	٣ر٠		٥ر٢٥
٦	٦	٠ر٧	٧ر٧	٣ر٧		٤ر٤٩
				أرز بالإردب		
٧	٩	٠ر٥	٥ر٢	٨ر٨	٤ر٨	
٨	١٣	٠ر٦	٧ر٣	١٣ر٠	٥ر٨	
٩	٢٠	٠ر٤	١٠ر٣	٨ر٠	٣ر٣	

ويحسن أن نعطي فكرة عن تأثير الأملاح الذائبة فى التربة ودرجة تحمل النباتات إياها حسب ابحاثنا، وذلك للوقوف على نسبة ما أزيل من الأملاح من التربة وما بقى بها :

	كربونات الصودا	ماح الطعام
حالة التربة بالنسبة للنبات	٪	٪
لاتنبت البذور	٠ر١٠	١ر٠٠
ينمو الأرز وأقصى نسبة لاحتمالات البرسيم وغيره	٠ر٠٥	٠ر٥٠٠
تنمو الحاصلات بدرجة متوسطة	٠ر٠٣	٠ر٢٠٠
تنمو الحاصلات بدرجة جيدة	صفر أو أثر	أقل من ٠ر١

جدول رقم ٢

يبين نسبة الأملاح القلوية وغيرها بالتربة قبل استعمال الجبس وبعده في أرض معدة للصرف بالأنابيب بالحوض رقم ٣ بالمرج

نمرة الحوشة	تاريخ التحليل	كربونات الصودا		ملح الطعام		كمية الجبس التي وضعت في سنة ١٩٣٨ — ١٩٣٩
		طبقة عليا	طبقة سفلى	طبقة عليا	طبقة سفلى	
	سنة	%	%	%	%	طن بالفدان
٣	١٩٣٨	٠٫٢١٢	٠٫١٧٠	٠٫١٨٤	٠٫١٨٤	٩
	١٩٤٠	٠٫٠٥٣	٠٫١٠٦	٠٫٠٥٢	٠٫٠٤٤	
	١٩٤٣	٠٫٠٢٠	٠٫٠٨٠	٠٫٠٦٠	٠٫٠٧٠	
٤	١٩٣٨	٠٫٢٤٤	٠٫٢٥٤	٠٫٢٠٠	٠٫١٩٢	١١
	١٩٤٠	٠٫٠٤٢	٠٫٢٠٢	٠٫٠٣٦	٠٫٠٩٦	
	١٩٤٣	أثر	٠٫٠٧٠	٠٫٠٣٠	٠٫٠٥٠	
٥	١٩٣٨	٠٫٢٥٤	٠٫٢٩٧	٠٫١٨٨	٠٫١٦٠	١٣
	١٩٤٠	٠٫٠٥٣	٠٫١٥٩	٠٫٠٦٤	٠٫١٥٢	
	١٩٤٣	معدوم	معدوم	٠٫٠٤٠	٠٫٠٢٠	
٦	١٩٣٨	٠٫١٢٧	٠٫١٣٨	٠٫١٢٤	٠٫١٨٤	٦
	١٩٤٠	٠٫٠٥٣	٠٫١٣٨	٠٫٠٨٠	٠٫٠٨٨	
	١٩٤٣	أثر	٠٫٠٢٠	٠٫٠٩٠	٠٫٠٤٠	
٧	١٩٣٨	٠٫٢٣٣	٠٫٢٣٣	٠٫٢٤٤	٠٫٤٢٨	٩
	١٩٤٠	٠٫٠٨٨	٠٫١١٧	٠٫٠٥٢	٠٫٠٨٠	
	١٩٤٣	معدوم	٠٫٠٩٥	٠٫١٢٤	٠٫٠٨٨	
٨	١٩٣٨	٠٫٣١٨	٠٫١٤٨	٠٫١٦٨	٠٫٣٠٨	١٣
	١٩٤٠	٠٫٠٦٤	٠٫١١٧	٠٫١٠٨	٠٫١٥٦	
	١٩٤٣	معدوم	٠٫٠٧٢	٠٫١٤٠	٠٫١٠٤	
٩		كربونات الصودا				٢٠
		عمق ٠ — ٢٥	عمق ٢٥ — ٥٠	عمق ٥٠ — ٧٥	عمق ٧٥ — ١٠٠	
	١٩٣٨	٠٫٤٥	٠٫٤٩	قلوية شديدة	قلوية شديدة	
	١٩٤٠	٠٫٠٣	٠٫٠٧	«	«	
	١٩٤٣	معدوم	أثر	أثر	أثر	

الحالة الثانية ، تفتيش بهتيم :

شاهدت أراضى ملحية تحولت إلى قلوية بمرور الزمن ، وأراضى ملحية تحولت إلى قلوية بعد عملية الغسل .

فحديقة الموالح بتفتيش بهتيم تبلغ مساحتها نحو عشرة أفدنة أنشئت حوالى سنتى ١٩٣٤ و ١٩٣٥ وكان المعروف عن تربتها منذ ١٩١٢ أنها تحتوى على أملاح كلورور وسلفات الصوديوم والمغنسيوم ، وقد تفاقم أمرها لعدم وجود مصارف خاصة أو عامة فى المنطقة إذ ذاك ، غير أن ذلك لم يمنع من اتخاذ بعض العمليات لإصلاحها من آن لآخر ، وعلى الأخص قبيل إنشاء الحديقة . وقد ظهرت الآثار الضارة للأملاح على الأشجار النامية فى كثير من أجزاء هذه الحديقة .

ولما أنشئت المصارف العامة فى المنطقة تيسر للجمعية الزراعية الملكية سنة ١٩٤١ ترتيب شبكة من المصارف فى تفتيش بهتيم ، وتتألف المصارف المنشأة فى الحديقة من أنابيب مغطاة طول الواحدة ٣٠ سنتيمتراً وقطر الفتحة خمسة سنتيمترات موضوعة فى أعماق ١٫٢٠ من المتر . والمسافات بين المصارف الفرعية عشرة أمتار فقط .

وقد اختبرت التربة فى عدة بقع وعملت قطاعات رئيسية بعمق مترين وأخذت نماذج منها فى طبقات سمكها ٢٥ سنتيمتراً ، إذ كانت الطبقات متناسقة ، وكان ذلك قبيل عمل المصارف وبعده ، وأجريت المعاملات المختلفة من نفس البقع بقدر الإمكان .

ويعنينا فى موضوعنا هذا مشاهدتان : الأولى : بقعة ملحية تزيد فيها نسب ملح الطعام والأملاح المتعادلة عن الحدود المقررة بدرجة تعرقل نمو النباتات ، ولا تحتوى على كربونات الصودا القلوية .

المشاهدة الثانية — بقعة قلوية بها نسب من كربونات الصودا كافية لإحداث ضرر بالنباتات ، وفى الوقت نفسه تقل فيها نسب الأملاح المتعادلة (كلورور الصوديوم وسلفاته الخ) إلى درجة الأراضى ذات الخصب العالى . . .

وقد عمل على إزالة الأملاح القلوية والمتعادلة فى البقعتين باستخدام كميات مياه الري التى تروى بها الحدائق مع بعض الزيادة ، ولم يستعمل الجبس كعلاج للأراضى القلوية أو للوقاية من تكوين القلوية بفعل غسل الأراضى الملحية ، وذلك على سبيل التجربة .

وبالنسبة للمشاهدة الأولى ، أى الأراضى الملحية نرى أن نسب ملح الطعام هبطت فى كتلة التربة من السطح إلى عمق مترين من جراء الرى وتسربه إلى الأنابيب ، وما فقد من الأملاح كانت نسبة بين ٨٦و٨٩ فى المائة من مجموعها . وعلى الجملة كان هبوط نسب ملح الطعام في جميع طبقات التربة لغاية مترين إلى حدود الخصب العالى ، وكذلك كان الحال فى مجموع الأملاح الأخرى الذائبة المتعادلة مثل السلفات وغيرها . . . على أن من الملاحظات الجديرة بالذكر ظهور ملح كربونات الصودا فى التربة بعد عمليات الصرف وإزالة النصيب الأكبر من الأملاح المتعادلة فى أعماق التربة من ٧٥ إلى ٢٠٠ سنتيمتر . وهى وإن لم توجد بنسبة كبيرة من شأنها عرقلة النباتات إلا أن وجودها يؤيد النظريات الموضوعة عن تكوين الأراضى القلوية . . . وعلاج مثل هذه الحالة يكون باستعمال الجبس للاشاة القلوية الناشئة بعد الانتهاء من عملية الغسل والصرف ، والأفضل استعمال الجبس أثناء عملية إزالة الأملاح المتعادلة بالرى والصرف ، متى هبطت نسب الأملاح المتعادلة إلى حدود معلومة لكى يمتنع تكوين كربونات الصودا أصلاً .

وقد أفلحت عملية الصرف الجوفى بالأنابيب فى هذه البقعة فى إزالة الأملاح التى كانت سبب علة التربة فنشطت الأشجار نمواً وإثماراً بعد توقفها زمناً .

والجدول الآتى يبين مقارنات التحليلين الأول والثانى فى قطاع من الأرض عمقه متران :

جدول يبين نسب الأملاح الذائبة فى قطاعين من التربة قبل وبعد عمليات الصرف (حديقة بهتيم)

« الأملاح بالنسبة المئوية للتربة »

قطاع من تربة ملحية

أعماق بالسنتيمتر	كربونات الصودا		ملح الطعام		مجموع الأملاح	
	قبل الصرف	بعد الصرف	قبل الصرف	بعد الصرف	قبل الصرف	بعد الصرف
٠ — ٢٥	آثار	معدوم	٠ر٣٧	٠ر٠٥٠	٠ر٥٣	٠ر١٩
٢٥ — ٥٠	»	»	٠ر٢٤	٠ر٠٣٠	٠ر٤٠	٠ر٢٠
٥٠ — ٧٥	»	٠ر٠٢	٠ر٢٠	٠ر٠٢٠	٠ر٤١	٠ر١٩
٧٥ — ١٠٠	»	٠ر٠٣	٠ر٢٦	٠ر٠٠٢	٠ر٥٠	٠ر١٨
١٠٠ — ١٢٥	»	٠ر٠٣	٠ر٢٠	٠ر٠٢٠	٠ر٤٠	٠ر٢٣
١٢٥ — ١٥٠	»	٠ر٠٣	٠ر١٦	٠ر٠٠٢	٠ر٣٧	٠ر٣٥
١٥٠ — ١٧٥	»	٠ر٠٣	٠ر١٩	٠ر٠٠٣	٠ر٤٦	٠ر٢٣
١٧٥ — ٢٠٠	»	٠ر٠١	٠ر١٦	٠ر٠٠٣	٠ر٤١	٠ر٢٤

قطاع من تربة قلوية

٠ — ٢٥	٠ر٠٨	٠ر٠٦	٠ر٠٤	٠ر٠٣	٠ر٢٦	٠ر٣٣
٢٥ — ٥٠	٠ر٠٦	٠ر٠٧	٠ر٠٤	٠ر٠٣	٠ر٢٥	٠ر٢٨
٥٠ — ٧٥	٠ر٠٦	٠ر٠٦	٠ر٠٣	٠ر٠٣	٠ر٢٧	٠ر٢٦
٧٥ — ١٠٠	٠ر٠٦	٠ر٠٢	٠ر٠٣	٠ر٠٣	٠ر٢٦	٠ر٢١
١٠٠ — ١٢٥	٠ر٠٢	٠ر٠٢	٠ر٠٣	٠ر٠٣	٠ر١٥	٠ر١٩
١٢٥ — ١٥٠	٠ر٠٢	٠ر٠١	٠ر٠٣	٠ر٠٣	٠ر١٨	٠ر٢٠
١٥٠ — ١٧٥	٠ر٠٢	٠ر٠١	٠ر٠٣	٠ر٠٣	٠ر١٨	٠ر٢٢

أما المشاهدة الثانية فهى عن أرض كانت ملحية تحولت إلى قلوية بسبب محاولات غسلها قبل إنشاء المصارف ، فأصبحت طبقات تربتها تحتوى على كميات من كربونات الصودا بدرجة تعوق نمو النبات ، كما تحتوى على نسب طفيفة من أملاح الطعام ، ومجموع الأملاح المتعادلة الأخرى . ومن المعلوم أن كربونات الصودا تسبب تماسك التربة وتمنع نفوذ الماء ، وبالتالى يمتنع صرفها وزوال الأملاح منها ، وبرغم ذلك فقد عمل من باب التجربة على عدم استعمال الجبس الذى يلاشى الملح القلوى « كربونات الصودا » والاقتصار على مدارسة الرى والصرف .

وكانت نتيجة هذا العمل لا تختلف عما قدر له بادىء الأمر من فشل ، فبقيت الأملاح فى التربة وطبقاتها بنسبها المئوية تقريباً ، كما كانت عملية الصرف بطيئة ، فظلت التربة جامدة وحالة الأشجار متأخرة ، وبقيت هـذه الأعراض الرديئة ثلاث سنوات حتى استعمل الجبس فتفتحت مسام التربة وصرف الماء وزالت القلوية .

ونتائج التحليل المبينة فى الجزء الأسفل من الجدول المنشور فى الصفحة السابقة هى لقطاع أرضى فى عدد من الطبقات عمقه ١٫٧٥ من المتر .

الحالة الثالثة ، أراض ملحية :

أرض حوض مساحتها نحو تسعة أفدنة (تعرف بحوض الخمسة) ظهرت فى تربتها الأملاح وأخذت تزيد وتتسع شيئاً فشيئاً ، وذلك قبل إعدادها بشبكة الصرف الجوفى بالأنابيب فأضعفت الحاصلات حتى البرسيم .

وقد أنشئت بها شبكة المصارف الفرعية سنة ١٩٤١ على أبعاد ٢٠ متراً فى عمق متر .

وكانت نسب الأملاح الذائبة المتعادلة مرتفعة كثيراً عن الحدود المسموح بها لإنتاج حاصلات مرضية ، وفى بعض الأرض امتنع الإنبات .

واقتصر فى علاج أرض هذا الحوض على الرى والصرف ولم تزرع أرزا ، فى سنة ١٩٤١ ولكن غمرت بالماء بعد إنشاء المصارف « تطويب فى الشتاء » قبل زراعة القطن فى تلك السنة فغل هذا الحوض ثلاثة قناطير .

وقد استمر التحسين بموالاة الأرض بالرى المعادى فأنتج فى سنة ١٩٤٢–١٩٤٣ محصولاً عاليا من القمح معدله تسعة أرادب للفدان .

وتدل الاختبارات التى أجريت بشأن الأملاح على زوال ما يتراوح بين ٨٠ و ٩٠ من أملاح الطعام ، وكذلك مجموع الأملاح المتعادلة الأخرى كما هو وراد بالجدول الآتى ، وهو يبين نسب الأملاح الذائبة فى التربة قبل وبعد عمليات الصرف بأرض الخمسة :

أرض ملحيـــة

كربونات الصودا		ملح الطعام		مجموع الأملاح	
قبل الصرف	بعد الصرف	قبل الصرف	بعد الصرف	قبل الصرف	بعد الصرف
معدوم	٠ر٠١	١ر٠٨	٠ر٠٧	١ر٧٤	٠ر٢٧
»	آثار	٠ر٥٦	٠ر٠٤	١ر٢٢	٠ر٢٥
»	معدوم	٠ر١٤	٠ر٠٤	٠ر٣٨	٠ر٢٥
»	آثار	٠ر٦٩	٠ر٠٤	١ر٣٤	٠ر٢١
»	معدوم	٠ر٢٦	٠ر٠٧	٠ر٤٦	٠ر١٨
آثار	»	٠ر١٩	٠ر٠٣	٠ر٤١	٠ر٢٠
معدوم	آثار	١ر٠٠	٠ر٠٥	١ر٤٣	٠ر٣٠

وخلاصة ماتقدم من المشاهدات ، أن الصرف الجوفى بالأنابيب المغطاة حقق كل الأغراض التى أنشىء من أجلها ، ومنها أنه أزال من التربة الأملاح الذائبة الضارة بالنبات على الوجه الأكمل ، وأفاد فى إصلاح أصعب الأراضى قلوية ، وساير طرق العلاج الخاصة بها فى زراعة المرج ، وبذلك أحييت الأرض بعد موتها .