استصلاح الأراضى المتدهورة فى الدول المختلفة

للمهندس الزراعى عبد الحميد ابراهيم مصطفى
مراقب الكيمياء بوزارة الزراعة المصرية

لا تعتبر الأراضى الملحية قاحلة بالمعنى المعروف، إذ تمكن إعادة خصبها، وهذه الأراضى توجد مبعثرة هنا وهناك بالقرب من شواطىء البحار، كما توجد فى مواطن المناطق الحارة القديمة أو القليلة الأمطار، ويمكن فى أغلب الأحوال استصلاح هذه الأراضى فى الحدود الاقتصادية عند توافر الرى والصرف.

ووسائل أو طرق استصلاح الأراضى الملحية تكاد تكون واحدة وتتلخص فى التخلص من الأملاح الذائبة مع تغيير خواص التربة الكيمائية، وذلك بإحلال الكالسيوم محل الصوديوم فى معقد الطين، إذ أن هذا من الصفات المرغوب فيها بأكثر الأراضى الخصبة. ويمكن أن يتم هذا التغيير فى أراضى المناطق المعتدلة، بإضافة الجير الحى أو كربونات الكالسيوم. وينحصر التغيير الكيماوى فى إحلال الكالسيوم محل الإيدروجين فى معقد الطين، أما الأراضى الملحية فتوجد بها نسبة عالية من الأملاح الذائبة. كما أن الأرض قد تميل إلى القلوية ويمكن التخلص من هذه الأملاح باستعمال كميات وفيرة من مياه الرى الصالحة، وتشجيع نمو بعض النباتات لتحسين قوام التربة، وتحسين وسائل الصرف، وقد تكون السيادة بين القواعد للصوديوم فى معقد التربة، وتحت هذه الظروف تمكن إضافة الجبس أو أى المصلحات الأخرى لإحلال الكالسيوم محل الصوديوم. ومن العوامل الأساسية فى عمليات الاستصلاح العمل على خفض مستوى الماء الأرضى بالصرف أو بالنزح.

نشأة الأراضى الملحية :

الأرض الزراعية هى مهد مختلف الحاصلات والزراعات ، ويعزى لون تربتها إلى انحلال الأوراق المتساقطة وبقايا النباتات والحيوان. وتتركب التربة من أحجار ورمال وسلت وطين ، وتلتصق الحبيبات الصغيرة بعضها ببعض لتكوّن مجموعات تتميز بالشكل والحجم، وبعمل قطاع بالتربة يشاهد فى كثير من الأحيان وجود طبقات متمايزة ، قد تتميز باللون ، أو بوجود المادة العضوية ، أو بقوة النفاذية ، أو بالصلابة ، أو بصفات أخرى ، وتقسم الأراضى نتيجة لهذه الدراسات إلى أنواع مختلفة ، مثل الشيرنوزم Chernozem أو البدزول Podzol أو الأراضى السمراء أو غيرها .

وكثيراً ما يخضع هذا التقسيم إلى الظروف المناخية ، إلا أنه قد توجد بعض أنواع أخرى تتداخل هذه الأقسام الرئيسية ، فالأراضى المنخفضة لاتحصل فقط على ما يكفيها من مياه الأمطار ، بل ترشح فيها مياه الأراضى المرتفعة المتاخمة ، وعلى ذلك تتكون تحت هذه الظروف فى المناطق الباردة الكثيرة الأمطار المستنقعات ، ولها نباتاتها المميزة ، بينما فى المناطق الحارة القليلة الأمطار تحتوى هذه الأراضى على نسبة عالية من الأملاح الذائبة التى ترتفع بالخاصة الشعرية إلى سطح التربة مكونة الأراضى الملحية .

والأراضى الملحية تكاد تكون عديمة التضاريس ، وتتكون من طبقات من الرمل والطين والسلت . وخلال ترسيب هذه الطبقات قد توجد المياه الأرضية على أبعاد قريبة من سطح الأرض وفى فصل الجفاف ترتفع نسبة كبيرة من الأملاح إلى السطح أو بقربه ، فعلى سبيل المثال ترتفع المياه الأرضية فى دلتا النيل منذ زمن بعيد إلى سطح التربة تقريبا خلال الفيضان ثم تعود ثانية بعد أن ينحسر الفيضان ، وكان من نتيجة هذا وجود بعض الأراضى الملحية .

ويمكن تلخيص عملية التدهور هذه فى أن المياه الأرضية بها نسبة

عالية من الأملاح غالباً ما تكون صودية و بتوالى ارتفاع هذه المياه إلى السطح تتم تغيرات كيماوية بالتربة على النحو الآتى :

طين كلس + ملح صودى = طين صودى + ملح كلس

أما تفسير هذه التغيرات فهى عن طريق نظرية تبادل القواعد .

استصلاح الأراضى فى مصر :

تعتبر الأراضى الزراعية فى مصر منفذة ، وفى كثير من الأحيان يمكن استصلاحها بدون إضافة الجبس الزراعى ، على أنه يجب أن تعهد التربة وتشق المصارف بعمق لا يقل فى المصرف الحقلى عن ٩٠ سم ، وأن تكون مصارف الدرجة الأولى على عمق ١٨٠ سم فى المتوسط ، وأن يكون البعد بين الزاروق والآخر ٢٥ متراً ، وأن يكون طوله ١٠٠ متراً تقريباً ، على أن تكون مساحة القطعة ١٠٠ × ٢٠ متراً ، ومحاطة بثلاثة مصارف حقليـــة (زواريق) . ثم تغمر الأرض وتترك لتجف ، ويعقب ذلك حرث وغسيل .

وقد قام المستر أ . لوكاس سنة ١٩٠٣ باستصلاح وادى الطميلات الذى تدهورت تربته من رشح الترعة المتاخمة للمنطقة ، فبدأ بتمهيد التربة وشق المصارف ثم زراعة النباتات التى تتحمل الملوحة كالسمار ، والنسيلة واتبع الدورة الزراعية الآتية :

فى الأراضى الشديدة الملوحة : غسيل فى الســـنة الأولى ، ثم سمار فى السنة الثانية ، ثم دنيبة ، ثم قطن .

فى الأراضى المتوسطة الملوحة : سمار فى السنة الأولى ، أرز فى السنة الثانية ، قطن فى السنة الثالثة .

فى الأراضى الخفيفة الملوحة : سمار فى السنة الأولى ، قطن فى السنة الثانية ، ذرة فى السنة الثالثة .

وكانت بالمزج مساحات كبيرة تعرضت لإشح مياه الترع والأراضى المرتفعة المتاخمة لها حتى أصبحت مستنقعاً أو بركة لصيد الطيور ، وفى عام ١٩٣٧ بدأت الحكومة فى تجفيف هذه المساحة واستصلاحها ، ولكن وجد أنها شديدة القلوية ، وإن خواصها الطبيعية تدهورت وأصبحت عاجزة عن تشرب المياه ، وثبت من التحليل أن بها نسبة عالية من الصوديوم المتبادل ، وقد قام المرحوم الأستاذ أحمد محمود مدير قسم الكيمياء بالجمعية الزراعية (الهيئة الزراعية الآن) باستصلاح مساحة كبيرة ، بإضافة كميات متفاوتة من الجبس الزراعى بلغت ٥٠ طنا للفدان فى بعض المساحات ، وقد ثبت من التجربة أنه من الأوفق إضافة الكميات الكبيرة على دفعتين أو ثلاث دفعات مع غمر الأرض بالمياه على فترات . وكان من جراء ذلك أن تحسنت خواص التربة فى فترة قصـــيرة ، وبدأت المصارف عملها ، وأصبحت الأرض تتشرب مياهها ، كما ظهر من تحليل مياه المصارف الحقلية أنها تحتوى على نسبة عالية من كبريتات الصوديوم ، ودل ذلك على أن العملية تسير نحو الغرض المنشود :

ويعزى نجاح استصلاح الأرض الملحية فى مصر بالغسل فقط دون الاستعانة بالمصلحات كالجبس إلى احتواء مياه النيل على نسبة أعلا من ، أملاح الجير ونسبة أقل من أملاح الصوديوم ، وتحت هذه الظروف يمتص الطين الصودى الكالسيوم الذى يحل محل الصوديوم فى المعقد ، وتتم عمليات الإصلاح بسرعة فى وجود المصارف ، تضاف إلى هذا أن الأراضى المصرية غنية فى كربونات الجير ، وهى تكاد تكون عديمة الذوبان فى الماء ، ولكن تحت تأثير العوامل البيولوجية من تنفس جذور النباتات وانحلال المواد العضوية يتولد ثانى أكسيد الكربون الذى يذوب فى الماء ، ويتسبب عن ذلك تحويل كربونات الكالسيوم غير الذائبة إلى بيكربونات الكالسيوم الذائبة ، وينفرد الكالسيوم الذى يدخل فى معقد الطين بدلا من الصوديوم ،

وقد أثبتت هذه التجربة أن مدى أو سرعة التخلص من الأملاح أثناء عمليات الغسيل يتوقف على :

(ا) قوام التربة ، فالأراضى الرملية أكثر نفاذية من الأراضى الطينية

(ب) نوع الأملاح .

استصلاح أراضى تنتسين فى شمال الصين Tien Tsin :

تعتبر الأرض فى هذه المنطقة صفراء ثقيلة غدقة دائماً على عمق ١٠ سم من السطح، ويكاد يكون عمق مستوى الماء الأرضى متراً واحداً من سطح الأرض، ويحتوى هذا الماء على أكثر من ١٪ كلورور الصوديوم ، وعند بدء الإصلاح أزيلت الأعشاب ومهدت الأرض وشقت مجارى المياه للرى والصرف، وشقت المصارف الحقلية بعمق يتراوح بين ٨٠ و ١٠٠ سم ويبعد كل منهما عن الآخر ٢٠ متراً . وفى الربيع غمرت الأرض بمياه النهر نحو عشرات المرات ، وكانت المياه ترشح بسرعة خلال التربة ، والمياه التى بقيت على السطح يوماً آخر صرفت سطحياً ثم غمرت الأرض مرة ثانية ، وهكذا . وفى السنة التالية اكتفى بغمر الأرض بين مرتين وأربع مرات ، وقد تخلصت الأرض من الأملاح التى على السطح وزرعت أرزاً ولم يكن المحصول مجزياً ، ولكن كان محصوله فى السنة التالية مجزياً ثم زرعت بعد ذلك المحاصيل الحقلية الأخرى كالذرة ، وفول الصويا .

وقد ظلت الأرض محتفظة بخصوبتها وجودتها مادامت هناك مياه عذبة خلال الربيع تكفى للقيام بعمليات الغسيل . أما إذا أريد أن يكون الاستصلاح على أسس سليمة فيجب العمل على خفض مستوى الماء الأرضى عن طريق الاعتناء بالمصارف .

استصلاح وادى سان جواكين بكاليفورنيا :

قام الأستاذ كيلى بإجراء عدة تجارب لاستصلاح الأراضى الملحية والقلوية بهذه المنطقة ، وقد أظهرت نتائج الابحاث التى قام بها فى عدة سنوات أن عملية استصلاح هذه الأراضى يمكن أن تكون اقتصادية إذا توفرت مياه الرى الصالحة ووجدت شبكة فعالة من المصارف .

فقد رأى كيلى أن الأراضى المتدهورة التى تحتوي على نسبة عالية من الأملاح الذائبة أو التى تكون فيها السيادة للصوديوم بين القواعد المتبادلة كان تدهورها نتيجة حتمية لارتفاع مستوى الماء الأرضى . ويرجع تجمع الأملاح إلى سرعة ارتفاع المياه الأرضية عن طريق الخاصة الشعرية ، وسرعة التبخر ، ودرجة تركيز الأملاح بالماء الأرضى ، وهذه العوامل أكثر وضوحاً تحت ظروف المناطق الحارة القليلة الأمطار أو المعدومة فيها الأمطار ، ولا يؤثر استعمال المياه الملحية فى عمليات الرى أثراً ضاراً على التربة ، ولكن قد تكون هذه المياه الملحية ذات أثر ضار على المحصول مباشرة ، خصوصاً على النباتات ذات الحساسية للملوحة . ويعزى ارتفاع مستوى الماء الأرضى فى ولاية كاليفورنيا إلى رشح الترع والإسراف فى مياه الرى ، وهذان العاملان قد سببا تدهور نحو مائة ألف هكتار . وقد زودت حديثاً بعض المساحات بطلمبات ترفع المياه الجوفية من أبعاد سحيقة استعملت فى أغراض الرى ، فأدى هذا إلى خفض مستوى الماء الأرضى ، وإمكان استصلاح هذه المساحات . وكمية المياه تعتبر العامل المحدد لاستصلاح الأراضى ، وتفضل جمهرة الزراع استعمال مياه الرى فى زراعة الأراضى لاستعماله فى الاستصلاح .

وقد قام كيلى بتجارب استصلاح الأراضى القلوية بفرسنو Fresno بإضافة الجبس بمعدل ٢٢ طناً للهكتار ثم أضاف ثانياً ١٢ طناً للهكتار واستعمل فى هذه التجارب الكبريت وكبريتات الحديدوز ، فكان يستعمل

نحو ١٠٠٠ كيلو من الكبريت و١٢ طناً من كبريتات الحديدوز للهكتار . وكان الكبريت أرخص هذه المصلحات ، ويمكن تلخيص هذه التفاعلات بتأثيرها على كربونات الكالسيوم وتحويلها إلى كبريتات الكالسيوم التى يمكن أن تتفاعل مع الصوديوم ،فيحل الكالسيوم محل الصوديوم فى معقد الطين . وقد نادى كيلى فى سنة ١٩٣٧ بأن عمليات استصلاح الأراضى تعتمد على :

(ا) وفرة مياه الرى الصالحة .

(ب) المصارف الفعالة حتى تحفظ مستوى الماء الأرضى بعيداً عن منطقة الجذور النباتية .

وقد أيدت أبحاث سفيدر R. S. Snydar فى سنة ١٩٤٠ تجارب كيلى ، فأمكنه استصلاح بعض الأراضى القلوية فى « ايداهو » بالغسل والصرف ، بينما كان من العسير بالأراضى الثقيلة اتباع هذا الإجراء فقط ، بل لقد اضطر إلى إضافة المصلحات كالجبس أو كلورور الكالسيوم أو حامض الكبريتيك أو الكبريت .

ويمكن استصلاح الأراضى القلوية بالغسل والصرف فقط دون إضافة المصلحات إذا كانت الأرض غنية فى كربونات الكالسيوم أو كانت مياه الرى غنية فى أملاح الكالسيوم ، ولا يعتبر التخلص من الأملاح دليلا على أن الأرض أصبحت صالحة مادامت السيادة بين القواعد المتبادلة معقودة للصوديوم . إذ أن الأرض بذلك تتحول إلى النوع القلوى .

الاستصلاح فى شمال الهند :

إن استصلاح المساحات الكبيرة من الأراضى الرسوبية فى حوض نهر الأندوس والجانج اعتمد على وفرة مياه الرى والتحكم فى مستوى الماء الأرضى ، والتحكم فى درجة ملوحة أو قلوية التربة . ولقد اكتسب مهندسو رى هذه المناطق خبرة كبيرة ، وكان رائدهم فى تلك الإصلاحات المشروعات الكبيرة

التى أقيمت على نهر السيل للتحكم فى مياهه . وتعتبر الهند الدولة الثانية بعد الولايات المتحدة التى استفادت من المياه الجوفية فى الرى ، فنزح المياه الجوفية يخدم أغراض الرى والصرف ، ويمكن أن يكون هو العامل الأول فى نجاح الزراعة بشمال الهند وتقدمها ، ومع أن تكاليف هذه المشروعات باهظة إلا أنها تعتبر الحصن الأمين للزارع يبعده عند شبح الفاقة ويتضمن له حياة أكرم .

وهناك تباين كبير فى طبيعة الأراضى الرسوبية بشمال الهند ، إذ يختلف عمق طبقات الرمل والسلت والطين بين منطقة وأخرى ، فضلا عن أن الظروف المناخية تختلف بين جو المناطق الصحراوية ، كما فى السند ، وجو المناطق شبه الصحراوية كما فى أغلب أراضى ولاية البنجاب ، وجو المناطق الجافة فى المديريات المتحدة ، وجو المناطق الاستوائية الكثيرة الأمطار فى بيهار والبنجال ، وعلى ذلك ففى المناطق الحارة كالبنجاب والمديريات المتحدة تساعد عمليات البخر على تجمع الأملاح بقرب سطح التربة تجمعاً بسبب وجود كثير من الأراضى الملحية والجيرية والقلوية .

وقد تمكن ميهتا Mehta فى سنة ١٩٤٠ من تقسيم الأراضى الرسوبية بمنطقة البنجاب إلى :

١ — أراض خصبة تمكن زراعتها بالمحاصيل الحقلية ولاتزيد نسبة مابها من الأملاح الذائبة عن ٢ ونصف ٪ ولاتزيد درجة تركيز أيون الايدروجين الـ ph عن ٨,٥

٢ — أراض ضعيفة الإنتاج ؛ حديثة الاستصلاح ، وزرعت لأول مرة بالأرز ؛ لاتزيد نسبة مابها من الأملاح الذائبة عن ٠,٢ ٪ وتتراوح درجة تركيز أيون الأيدروجين بين ٨,٥ و ٩

٣ — أراض تحت الاستصلاح ، وتمكن زراعتها أرزاً سنتين متتاليتين

ولاتزيد نسبة مابها من الأملاح الذائبة عن ٥و٠٪ وتتراوح درجة تركيز أيون الأيدروجين بين ٩ و ٩و٥

٤ — أراض ملحية يمكن استصلاحها بسهولة وبتكاليف قليلة ، وتعرف بأرض ثير Thur soil وتزيد نسبة مابها من الأملاح عن ٢و٠٪ ولا تزيد درجة تركيز الأيدروجين عن ٩

٥ — أراض تحتاج إلى كثير من الجهد والتكاليف فى استصلاحها ، وتعرف بأرض روكار Rakar soil ، وتحتوى على نسبة عالية من الأملاح .

ويزرع الأرز فى شمال الهند كمحصول استصلاح ، كما هو الحال فى مصر. ويتوقف نجاح زراعته على قوام التربة خفيفة كانت أو ثقيلة ، ولا تساعد المصارف المكشوفة كثيراً على خفض مستوى الماء الأرضى ، بل تساعد فى عمليات الغسيل والتخلص من الأملاح ، وإلى أن نسرع فى عمليات الاستصلاح حتى نتأكد من تحسن خواص التربة فإن طريقة نزح المياه الجوفية هى الطريقة المثلى وإن كانت أكثر تكاليف .

ومما يجدر ذكره أن طرق استغلال الأراضى المتدهورة تخضع للظروف المحلية ، وعلى ذلك يجب أن تتكاتف الجهود لتكون عملية الاستصلاح اقتصادية تحقق الغرض منها .

استصلاح أراضى منطقة بولتافا poltava بروسيا :

توجد الأراضى المتدهورة فى حوض نهر الدنيبر وفروعه مبعثرة هنا وهناك ، وأكثرها من النوع القلوى Solonetz ، وقد بدأ سوكولوفسكى فى استصلاح هذه الأراضى باستعمال الجبس والأسمدة العضوية والأسمدة الكيماوية بمعدل ٧ — ١٠ أطنان جبس للهكتار على دفعة أو دفعتين ثم حرثها وغمرها ، ثم يعطى السماد العضوى بمعدل ٥٠ طنا ونحو ١٥٠ كيلو من السوبر فوسفات و١٠٠ كيلو من سلفات النوشادر للهكتار ،

وقد أثبتت نتائج هذه التجربة نجاحاً كبيراً ، وتقدر المساحة المتدهورة فى هذه المنطقة بنحو ٢٠٠,٠٠٠ هكتار ، ولهذا أصبح استصلاح الأرض فى هذه المنطقة من السياسة العليا .

استصلاح أراضى الفولجا السفلى :

تبين من الدراسات التى قام بها انتيبوف كاراستيف وزيتسيف فى سنة ١٩٤٦ أن بمنطقة الفولجا السفلى نحو ٤٠٠,٠٠٠ هكتار من الأرض القلوية التى تعزى خواصها الرديئة إلى سيادة الصوديوم المتبادل فى المعقد بالطبقة السطحية A يضاف إلى هذا أن الطبقة التحتية B شديدة التماسك ، وقد أمكن تقسيم أرض هذه المنطقة إلى ثلاثة أقسام بحسب سمك السطحية A إذا كانت سطحية ، أو متوسطة ، أو غائرة ، والشكل البيانى الآتى يوضح هذه الصور الثلاث :

وقد أوضحت النتائج أن الطبقة السطحية من النوع الأول بها نسبة عالية من الجبس الذى يمكن خلطه جيداً بالتربة بالحرث العميق ، فيساعد عمليات الاستصلاح ، أما أراضى النوع الثانى فتتراوح المدة التى تلزم لاستصلاحها بين الثلاثة والخمسة أعوام عن طريق الحرث العميق والغسيل وبذلك يمكن خلط كربونات الكالسيوم الموجودة فى الطبقة التحتية بالطبقة السطحية ، وعند زراعة الأرض تبدأ كربونات الكالسيوم فى الذوبان بسبب تولد غاز ثانى أكسيد الكربون الناتج أثناء تنفس الجذور ، ومن ثم يحل الكالسيوم محل الصوديوم فى المعقد ، ويمكن إسراع عملية الاستصلاح بإضافة الجبس بما يوازى نصف مقدار الصوديوم المتبادل . وقد يضاف مقدار ثلاثة أو أربعة أضعاف الكمية اللازمة لطرد الصوديوم عند عدم إجراء الحرث العميق .

استصلاح الأراضى بالحجر :

كانت أراضى الحجر خلال القرنين الماضيين عرضة لغوائل فيضانات

نهر الدانوب وفروعه ، وقد أقيمت الحواجز والمصارف لرد غوائل هذه الفياضانات للحد من الآثار الضارة التى تلحق بخصوبة التربة ، ولايزال منسوب الماء الأرضى قريبا من سطح الأرض ، كما أن عشر المساحة يكاد يكون ملحياً . ففى المناطق المنخفضة من الوادى حيث تتجمع مياه الفيضان ومياه الرشح ثم تتبخر تتكون الأراضى الملحية التى تشبه أراضى السولنشاك الروسية .

وتحتوى هذه الأراضى على كربونات الكالسيوم فى الطبقة السطحية . ويختلف تركيب هذه الأراضى ، فقد تكون طينية أو طميية أو رملية ، وغالباً ماتوجد بالنوع الآخر طبقات جيرية صماء . أما الأراضى المرتفعة قليلا فتتكون بها الأراضى القلوية التى تشبه أراضى السولونتز الروسية .

وتشبه أراضى السولنشاك هذه الأراضى القلوية بفرسنو بكاليفورنيا ويمكن إصلاحها على نفس النمط المتبع هناك ، فيجب العمل على خفض مستوى الماء الأرضى ، وذلك بإضافة الكبريت أو حامض الكبريتيك أو كبريتات الحديد أو كبريتات الألمونيوم بالقدر أو بالكمية اللازمة لتحويل كربونات الكالسيوم إلى صورة ذائبة حتى يمكن إحلال الكالسيوم فى المعقد محل الصوديوم ، ويمكن أن تتم هذه التفاعلات بإضافة الجبس أيضاً ، وتتبع إضافة هذه المصلحات عمليات الغسيل للتخلص من أملاح كبريتات الصوديوم . وأياكانت هذه المصلحات فهى كثيرة التكاليف ، باهظة الثمن فى المجر . وقد أمكن القيام بإصلاح مؤقت بإضافة رمل خال من الأملاح يخلط ويحرث فى الطبقة السطحية ، وبإضافة كميات كبيرة من الرمل تساعد على نمو بعض النباتات التى بواسطة تنفس جذورها يتولد غاز ثانى أكسيد الكربون فيؤثر على كربونات الكالسيوم ويحيلها إلى صورة ذائبة . ومما يساعد على سرعة هذا التفاعل إضافة المواد العضوية .

أما أراضى السولونتز بالمجر فتكاد تكون متعادلة التأثير ، أو تميل إلى الحامضية قليلا . ولإصلاحها يجب العمل على خفض مستوى الماء الأرضى ثم تزويد التربة بمركبات مثل كربونات الكالسيوم بصورها المختلفة أو مخلفات معاصر سكر البنجر ، كما أن إضافة الأسمدة العضوية مع هذه المصلحات يزيد فى سرعة أثرها الطيب من إحالة الكالسيوم العديم الذوبان إلى صورة ذائبة تحل محل الصوديوم فى معقد التربة .

القواعد المتبادلة وتدهور الاراضى :

اتضح من الدراسات والأبحاث التى قام بها علماء الأراضى أن هناك علاقة وثيقة بين التوزيع الجغرافى لأنواع الأراضى وموقعها الطبوغرافى وتكوينها الجيولوجى ، والخواص الطبيعية ، وبين قواعد التربة المتبادلة . ويصدق هذا على الأراضى الجيدة كما ينطبق على الأراضى الضعيفة والمتدهورة حيث السيادة بين القواعد المتبادلة معقودة للصوديوم .

وعندما تصل نسبة الصوديوم المتبادل إلى ١٥٪ من مجموع القواعد المتبادلة تكتسب التربة الخواص غير المرغوب فيها وتقل خصوبتها وتميل إلى القلوية والعكس صحيح ، فالأرض الحمضية يكون الإيدروجين ٥٠٪ من مجموع القواعد المتبادلة بها ، وفى كلتا الحالتين تتوقف قيمة هذه الأرقام على طرق التحليل المختلفة ، فقد نحصل على نتائج متضاربة باتباع طرق مختلفة لتقدير هذه القواعد ، ويمكن تصوير العلاقة بين الكالسيوم والصوديوم والإيدروجين المتبادل وخصوبة التربة بالبيان الآتى :

السيادة للكالسيوم
تميل إلى القلوية
(أرض خصبة)

الكالسيوم والصوديوم قلوية ضعيفة (متوسطة الخصوبة)	الكالسيوم والإيدروجين تميل إلى الحامض (متوسطة الخصوبة)
السيادة للصوديوم شديدة القلوية (أرض متدهورة)	السيادة للايدروجين حامضية (أرض متدهورة)

ولم نتعرض فى هذا البيان إلى البوتاسيوم أو المغنسيوم المتبادل، ويقدر البوتاسيوم المتبادل فى الأرض العادية بحوالى ٢ ٪ من مجموع القواعد المتبادلة . وقد يزيد هذا القدر فى الطبقة السطحية بسبب تساقط أوراق النباتات وانحلالها ، وقد وجد كربيج بالمجر سنة ١٩٣٥ فى حقل ترعاه الأغنام أن البوتاسيوم المتبادل كان ٣٠ ٪ من مجموع القواعد المتبادلة ، وعزا ذلك إلى بول الماشية والأغنام ، وقد دلت النتائج المعملية على أن الطين المشبع بالبوتاسيوم له نفس الخواص المطلوبة كالطين المشبع بالكالسيوم ولا يخفى أن القدر القليل من البوتاسيوم المتبادل ما هو إلا مصدر غذائى للنبات .

إن وجود نسبة عالية من المغنسيوم المتبادل فى معقد الطين له أثر ضار على خواص التربة ، ولقد أوضحت بعض النتائج أن وجود نسبة عالية من المغنسيوم المتبادل فى معقد الطين يؤثر تأثيراً ضاراً على قوام التربة ونتائج كالدول واليس بكندا سنة ١٩٣٥ دلت على أن قلوية الأرض تعزى

إلى سيادة المغنسيوم المتبادل فى المعقد . وقد ذكر كربيج بالمجر وانتبون كارتيف وفيلوفا بروسيا أن تدهور وتلف الخواص الطبيعية ولبعض الأراض يرجع إلى وجود نسبة عالية من المغنسيوم المتبادل فى المعقد . وقد وجد الأخير أن بعض الأرض القلوية بمنطقة الفولجا السفلى تعزى قلويتها إلى سيادة المغنسيوم ، وأنه أمكن استصلاحها بإضافة الجبس والغسيل ، والجدول الآتى يبين نتائج بعض تجارب الاستصلاح التى قاما بها :

استبدال المغنسيوم والصوديوم المتبادلين باستعمال الجبس

نوع المعاملة	الطبقة من صفر : ٧ سم				الطبقة التحتية من ١٠ : ٢٠ سم			
	كا	مع	بو	ص	كا	مع	لو	ص
بدون معاملة	٩و٨	٥و٧	٠و٦	١و١	١١و١	١١و٧	٣و	٢و٥
٥ طن جبس للهكتار	٩و٣	٣و٢	١و٠	٠و٥	١٥و٩	٨و٥	٥و	١و٧

وقد تحسنت خواص التربة الطبيعية من حيث القوام وسرعة نفاذيتها وتشربها للماء بعد معاملتها بالجبس وإحلال الكالسيوم محل الصوديوم والمغنسيوم .

ولقد أيدت النتائج التى قام بها جوف وزيرمان فى سنة ١٩٤٤ هذه النتائج التى حصل عليها العالمان الروسيان من حيث الأثر السيء للمغنسيوم على الخواص الطبيعية للتربة ، ودل هذا على أن المغنسيوم والصوديوم يكاد يكون لهما نفس الأثر السيء على خواص التربة .

استصلاح أراضى البحيرات (الأراضى البحرية) :

قام جلانفيل ١٩٤٣ — ١٩٤٧ باستصلاح مساحات كبيرة بنيوزيلاندا معرضة لمد البحر ومغطاة بالأعشاب البحرية فبدأ بإقامة حواجز لمنع مياه البحر من غمر الأرض ، ثم شق المصارف وعمل على نزح مياهها بإقامة الطلمبات

ويختلف تركيب هذه الأراضى بين رملية وأراض طينية ثقيلة . وكثيرا ماتحتوى الأرض الخفيفة على الحفريات البحرية ، وهذه يمكن استصلاحها بسرعة وسهولة ، فيمكن أن تزرع كمراع بعد مضى عامين من تجفيفها . أما الأراضى الثقيلة فيغلب أن تكون فى المواقع المنخفضة ، وتحتاج هذه الأراضى إلى ما يتراوح بين ست و١٠ سنوات قبل إمكان زراعتها بنباتات المراعى . وعندما تبدأ المصارف عملها مع عمليات الغسيل تموت الأعشاب البحرية وتبدأ أعشاب الأراضى الملحية فى الظهور ، ومن نمو هذه يمكن الاستدلال على إمكان استزراع المساحات المختلفة ، ويبدأ ذلك بحرث الأرض فى الشتاء ، وتظل عمليات الغسيل والصرف خلال الموسم حتى فصل الربيع حين تحرث الأرض وتزرع بنباتات المراعى .

وقد تآكل من أراضى المملكة المنخفضة نحو ٤٠٠,٠٠٠ هكتار منذ الغزو الرومانى بسبب غوائل فيضان البحر ، واتبع فى استصلاح هذه الأراضى نزح المياه بطواحين الهواء فى القرن السابع عشر ، وحلت محلها الآن الطلمبات التى تدور بالديزل .

ويترسب الطين على طول الشاطىء الهولندى بسبب المد . وتراكم هذه الرواسب الطينية عاما بعد عام يجعلها بعيدة عن أثر المد خلال الصيف ، وعند تساقط الأمطار تغسل الطبقة السطحية من الأملاح وتبدأ الأعشاب فى النمو ، وتسمى هذا الطبقات الرسوبية « كويلدر » ، وتقام الحواجز لمنع غوائل البحر إلى أن تصبح هذه الأراضى خصبة .

وعند تعرض هذه الأراضى الرسوبية الطينية التى تحتوى على نسبة عالية من المغنسيوم والصوديوم المتبادل للجفاف تنكمش الكتلة وتتشقق وتصبح صلبة ، ويمكن للأمطار والهواء تخلل الطبقة السطحية ، وهو ما يساعد على غسل الأملاح وأكسدة كبريتور الحديدوز إلى كبريتات الحديدوز التى تتفاعل بدورها مع كربونات الكالسيوم لتكوين كبريتات الكالسيوم

فيحل الكالسيوم محل الصوديوم والمغنسيوم فى المعقد . ومما يساعد عملية إحلال الكالسيوم محل الصوديوم والمغنسيوم جذور الأعشاب التى تخرج ثانى أكسيد الكربون أثناء تنفسها فتتحول كربونات الكالسيوم غير الذائبة إلى بيكربونات الكالسيوم القابلة للذوبان ، كما أن جذور هذه الأعشاب تساعد على تحسن التركيب الحبيبى للتربة ، ويكاد يكون دورها فى هذا ميكانيكيا ، أما الدور الكيماوى فيتخلص فى أنه عند انحلال هذه الجذور تتكون هيومات الكالسيوم التى تساعد على ربط وادماج الحبيبات الدقيقة حتى تتكون حبيبات أكبر ، ولكى تسير هذه العمليات وفق الخطوات السليمة يجب تزويد الأرض بالمصارف .

وتسير العمليات تباعا ، وإذا أريد التخلص من أملاح الكلورور دون أخذ الحيطة بتزويد الأرض بالكالسيوم اللازم لها فقد يقف الإصلاح بتفرق الحبيبات إلى درجة تصبح معها الأرض غير منفذة . ومن المعتقد أن الدور التى تلعبه جذور النباتات فى دور الكويلدر له أثر كبير فى خصوبة التربة ، فإذا كانت مدة تكوين الكويلدر طويلة وتستغرق ما يتراوح بين ١٠ و ٢٠ سنة أمكن زراعة الأرض حين إقامة الحواجز ، ويجب ملاحظة أنه لا تفلح إلا الطبقة السطحية الجافة ، وأنه يجب تجنب استعمال الآلات الزراعية الثقيلة مع الاهتمام بصرف المياه السطحية فى أقرب وقت . ويجب أن يستمر تجفيف هـــذه الأرض إلى عمق متر تقريبا حتى تصبح منفذة ، وقد وجد هيسنك أن الأرض تصبح خصبة بعد مرور سبعين عاما على تجفيفها .

وعند ما عمرت بلجيكا سنة ١٩٤٤ بمياه البحر قام ديلفور سنة ١٩٤٥ باستصلاح هذه المساحات ونصح بعدم القيام بأية عملية زراعية عدة أشهر ثم حرثت الأرض حرثاً سطحياً عند جفاف الطبقة السطحية ، ويمكن الاسراع فى عملية التجفيف بشق المصارف مع إضافة كلورور الكالسيوم

أو كبريتات الكالسيوم (الجبس) ثم السماد الكيماوى والسماد العضوى. وفى ظروف مشابهة لهذه نصح ويكوس وسيمون فى سنة ١٩٤٥ باستعمال الأسمدة العضوية والأسمدة الخضراء.

أسس الاستصلاح :

الآن وقد استعرضنا خطوات إصلاح الأراضى فى مختلف الأقطار يمكن تلخيص العوامل الأساسية فى :

(ا) التخلص من الأملاح الذائبة .

(ب) العمل على أن تكون السيادة بين القواعد المتبادلة معقودة للكالسيوم وهذا يعنى التخلص من الأملاح وطرد الصوديوم أو المغنسيوم أو الإيدروجين المتبادل من معقد الطين فى الطبقة التى تشغلها الجذور النباتية، ويعزى تجمع الأملاح إلى سوء نفاذية التربة ، أو إلى ما بالمياه المستعملة فى الرى من نسبة الأملاح العالية .

التخلص من الأملاح الذائبة :

مما يسهل هذه العملية معرفة مصدر هذه الأملاح ومحاولة القضاء عليها إذا كانت الأرض سريعة النفاذية وكانت مياه الرى جيدة الخواص. وتعتبر عملية غسل الأملاح إصلاحا مؤقتا ما دام مستوى الماء الأرضى قريبا من سطح الأرض، وعلى ذلك يجب العمل على خفض هذا المستوى بواسطة المصرف، ويعتبر النزح بالطلمبات أجدى هذه الطرق، وقد يقلل من تكاليف هذه الطريقة استعمال المياه مرة أخرى فى الرى .

وتمكن دراسة تحركات المياه الأرضية إلى عمق خمسة أمتار من سطح الأرض بواسطة عمل عدد من البيزومترات ، فإننا عند نزح المياه نلاحظ أن الماء يغور فى هذه الأنابيب، وعند وقف الطلمبات يرتفع الماء مرة أخرى فى الأنابيب ، ومن هنا نستدل على مدى تحرك المياه الأرضية، ونستدل

بالتالى على مدى نجاح المصارف فى التخلص من الأملاح . ولا تعطى هذه الاختبارات صورة لمدى نفاذية التربة التى تعلو المستوى الماء الأرضى . وللحصول على هذه المعلومات تجب دراسة قطاع التربة فى الحقل وعمل اختبارات معملية وحقلية .

ونوع المياه من حيث جودتها وصلاحيتها للرى لا يهم كثيراً ما دامت بالأرض نسبة عالية من الأملاح ، ولكن يجب الاحتياط والحذر حين التخلص من أغلب الأملاح خصوصاً عندما تكون أكثر الأملاح صودية فتصبح الأرض غير منفذة، وهذا يعوق عمليات الاستصلاح، وهو لا يحدث حين تكون أغلب الأملاح فى الطبقة السطحية من أملاح الكالسيوم، أو تكون مياه الرى غنية بالجير . وفى الحالة الأولى تجب إضافة الجبس أو الكبريت .

التخلص من الصوديوم والمغنسيوم والإيدروجين المتبادل :

قد لا تكون عملية التخلص من الأملاح بالصرف أو بالغسل كافية لاستصلاح بعض الأراضى ، إذ قد تكون السيادة بين القواعد المتبادلة فى الطبقة السطحية معقودة للصوديوم أو للمغنسيوم أو للايدروجين، ولأجل طرد هذه القواعد وإحلال الكالسيوم محلها تجب إضافة ما يكافئها من الجبس أو الكبريت وفى حالة الأرض الحامضية ـ وهى التى يسود فيها الأيدروجين المتبادل ـ يضاف الحجر الجيرى ، ويجب أن تتبع إضافة هذه المصلحات عمليات الغسل والصرف .

مياه الرى :

من الأمور التى يجب الاهتمام بها لمنع تراكم الأملاح أو سيادة الصوديوم أو المغنسيوم المتبادل فى المعقد ـ مياه الرى . فيجب الحرص على أن تكون الأرض مستوية حتى لا تحرم المساحات المرتفعة من مياه الرى وتتعرض النباتات للعطش ومما يشجع على هذا سوء الصرف، فضلا عن تهيئة الظروف

لتحرك أملاح الطبقة التحتية إلى منطقة الجذور ، ولعل هذه الأسباب مجتمعة هى التى تحتم الاعتناء بتسوية الأرض من بادىء الأمر وشق المجارى المائية .

فالغرض من الرى هو مد النباتات بما تحتاج إليه من الماء حتى يحل موعد الرية التالية . وعلى ذلك فالإسراف فى الرى يشجع ارتفاع مستوى الماء الأرضى ، فضلا عن كثرة الرشح فى المناطق المنخفضة المتاخمة ، وينتج عن ارتفاع مستوى الأرضى طرد الهواء الأرضى من المسافات البينية فيصبح المهد غير صالح لنمو النباتات ، كما أن ارتفاع الماء بالخاصة الشعرية يحمل معه الأملاح إلى سطح التربة فيحدّ من نمو النباتات .

وتحتوى مياه الرى على كمية من الأملاح الذائبة والنباتات تمتص جزءاً من هـــذه المياه ويفقد جزء آخر بطريق النتح والتبخير ، ومن ثم تترسب أغلب الأملاح بالتربة ، وللمحافظة على خصوبة التربة يجب التأكد من صـــلاحية مياه الرى ، بمعنى أن تكون نسبة الأملاح بها فى الحدود الطبيعية ، وأن تكون أملاح الكالسيوم لها السيادة على أملاح الصوديوم وتعتبر المياه جيدة أو صالحة عند ما تقل نسبة الصوديوم بها عن ٧٫٥٪ من مجموع القواعد المتبادلة ، بينما تعتبر المياه غير صالحة عند ما تزيد نسبة الصوديوم المتبادل عن ١٥٪ من مجموع القواعد المتبادلة . ويمكن إيجاد علاقة بين الصوديوم المتبادل بالتربة ودرجة تركيز الأملاح فى مياه الرى من المعادلة الآتية :

$$\frac{\text{ص س}}{\text{كا س} + \text{مغ س}} = \text{ث} \times \frac{\text{[ص]}^{+}}{\sqrt{\frac{\text{[كا}^{++}\text{]} + \text{[مغ}^{++}\text{]}}{٢}}}$$

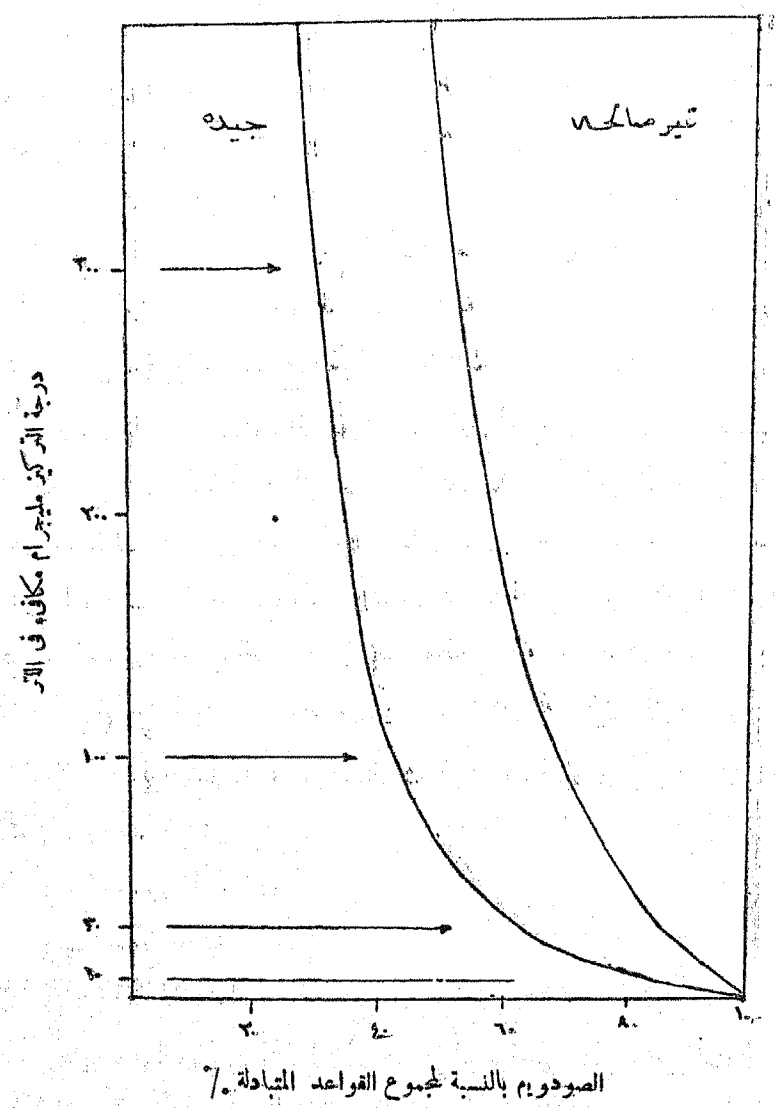
حيث يمثل الحد الأيمن القواعد المتبادلة ، والحد الأيسر درجة تركيز مياه الرى .

٢ — الأرقام التى بين الأقواس تمثل درجة تركيز الكاتيونات الذائبة على أساس مليجرام مكافىء فى اللتر .

٣ — ص س كا س، مغ س تمثل القواعد المتبادلة بالملجرام مكافىء فى المائة جرام تربة .

٤ — ث معامل يتوقف على طبيعة التربة ويختلف بين ٠٫٠١ - ٠٫١٥ وهو ويمكن تقسيم المياه حسب هذه المعادلة كما فى الرسم البيانى الآتى :

وتزداد درجة تركيز الأملاح بمياه الرى بعد استعمالها، فتمتص جذور النباتات المياه بما فيها من الأملاح ، ولكن أغلب الأملاح تترسب بالتربة كما سبقت الإشارة إلى ذلك، وعليه تجب معرفة درجة تركيز المياه بعد استعمالها ، فقد ثبت فى بعض الأحيان أن درجة تركيز الأملاح وصلت إلى عشرة أضعاف درجة تركيزها بعد الاستعمال . فعلى سبيل المثال تعتبر المياه التى تحتوى على ١٠ مليجرام مكافىء فى اللتر صالحة للرى ، ويتضح من الرسم البيان السابق أن الصوديوم المتبادل فى مثل هذه المياه قد يصل إلى ٨٠ ٪ من مجموع القواعد المتبادلة دون أن يكون لها الأثر السيء على التربة . وقد يكون هذا صحيحاً إلى حد ما فى الأرض الخفيفة المتمتعة بالصرف الجيد حيث تتسرب هذه المياه إلى الطبقات التحتية بسهولة ، بينما قد تصل درجة التركيز للمياه بعد الاستعمال فى الأراضى الثقيلة إلى ١٠٠ مليجرام مكافىء فى اللتر ، وفى هذه الحالة يجب ألا تزيد نسبة الصوديوم عن ٤٠ ٪ من مجموع القواعد المتبادلة حتى تعتبر المياه صالحة دون تأثير سيء على التربة، وقد تصل نسبة الصوديوم المتبادل بين ٦٠ و ٧٠ ٪ من مجموع القواعد المتبادلة دون أن يحدث ذلك أثراً ضاراً على التربة ، غير أنه عندما تكون نسبة الصوديوم المتبادل بين ٤٠ و ٦٠ ٪ من مجموع القواعد المتبادلة يجب أخذ الحيطة والحذر، كما يجب تحت هذه الظروف تقدير نسبة المغنسيوم المتبادل أيضاً ، فإذا كانت عالية أيضاً فمن المؤكد أن تكون المياه رديئة ولها


جيده
غير صالحة
٣٠٠
٢٠٠
١٠٠
٣٠
٥٠
٢٠
٤٠
٦٠
٨٠
١٠٠
درجة التركيز ملليجرام مكافىء فى اللتر
الصوديوم بالنسبة لمجموع القواعد المتبادلة ٪

تأثير ضار على التربة . أما إذا كانت نسبة المغنسيوم قليلة فمن المحتمل ألا يكون لها أثر ضار على التربة .

وعندما تكون درجة تركيز المياه أكثر من ٣٠ مليجرام مكافئاً فى اللتر تعتبر متوسطة الجودة ، ويتضح من الرسم البيانى السابق أن نسبة الصوديوم فى هذه المياه تبلغ بين ٥٢ و ٦٤ ٪ من مجموع القواعد المتبادلة دون أن يكون لها أثر سيء على التربة الخفيفة المتمتعة بالمصارف ، أما إذا كانت التربة ثقيلة فقد تصل درجة التركيز بعد الاستعمال إلى ٣٠٠ مليجرام مكافىء فى اللتر ، وتصبح هذه المياه غير صالحة للرى عند ما يزيد الصوديوم المتبادل عن ٣٠ ٪ من مجموع القواعد المتبادلة .

ودرجة التركيز النهائية للمياه لا تعتبر ذات أهمية بالنسبة للتربة فحسب ، بل يمتد أثرها إلى النباتات ، فالنباتات تبذل مجهوداً لامتصاص المياه من التربة ، وهى فى ذلك تتسابق مع سطح حبيبات التربة والأملاح الموجودة . ومن المعروف أن النباتات تذبل وتموت عندما تصل رطوبة التربة إلى حد أدنى ، كما تذبل وتموت النباتات التى تبقى جذورها مغمورة فى الماء بسبب عدم قدرتها على امتصاص الماء حين يكون ذا درجة تركيز عالية .

ومما تقدم يتضح لنا أن هناك ثلاث قوى تتسابق أو تتزاحم على الماء بالتربة ، وهذه هى :

(ا) جذور النباتات .

(ب) سطح حبيبات التربة .

(جـ) الأملاح بالتربة .

وظهر من التجارب الأولية أن تسابق أو تزاحم سطوح حبيبات التربة والأملاح للحصول على الماء يكاد يكون فى نفس الاتجاه ، ومن هنا تظهر صعوبة حصول النباتات على المياه بالأراضى الملحية ، وتكاد تكون قدرة الجذور النباتية على امتصاص المياه من التربة واحدة ، غير أن هناك اختلافات فسيولوجية فى استعمال هذه المياه ، وكذلك فى قدرة تحمل

النباتات المختلفة للعطش . ومن الأهمية أن نعرف نوع الملح لاختلاف قابلية ذوبانه ، فمثلا كربونات الكالسيوم تكاد تكون عديمة الذوبان ، كما أن كبريتات الكالسيوم قليلة الذوبان ، وهذه الأملاح ترسب بسرعة ولاتدخل فى نطاق المنافسة مع النباتات لامتصاص المياه . وعند ما تكون بالماء نسبة عالية من كبريتات الصوديوم تتفاعل هذه مع الكالسيوم المتبادل بالتربة . ويتكون نتيجة لهذا التفاعل كبريتات الكالسيوم الذى يترسب بسبب زيادة درجة التركيز ، ولهذا فان المياه التى بها كبريتات الصوديوم أفضل من التى تحتوى على كلورور الصوديوم. إذ فى الحالة الأخيرة يتكون كلورور الكالسيوم الكثير الذوبان وهو فى هذا يزاحم النباتات فى الحصول على المياه ، يضاف إلى ذلك أن الضغط الأسموزى لمحلول كبريتات الصوديوم أقل من الضغط الأسموزى لكلورور الصوديوم تحت درجة تركيز واحدة .

درجة الملوحة بالتربة :

يمكن تقدير نسبة الأملاح الذائبة فى التربة ؛ وتعتبر هذه التقديرات فى أغلب الحالات وافية بالأغراض المطلوبة ، إذ يمكن أن نتعرف منها على درجة تركيز الأملاح بالتربة . ونوع هذه الاملاح . كما أن المشاهدات الحقلية تتيح لنا معرفة مدى تشرب المياه للتربة . ومن هذه التقديرات ودراسة الحقل تمكن معرفة أثر عمليات الغسيل فى التخلص من الأملاح الذائبة أو تجمع هذه الأملاح فى حالات الصرف الردىء .

ومن الصعوبة الحصول على نتائج فى غاية الدقة ، ففى أغلب الحالات توجد اختلافات موضعية بسبب توزيع الأملاح فى طبقات القطاع من حيث كميتها ونوعها ، تضاف إلى هذا الصعوبات التى تنتج من تفاعل هذه الأملاح مع القواعد المتبادلة بالتربة ،فقد توجد على سبيل المثال طبقة من التربة تحتفظ فيها قواعد المعقد بالمياه بما فيها من الأملاح وثانى اكسيد الكربون ، كما قد توجد فى بعض الطبقات كربونات الكالسيوم أوالجبس

على الحالة الصلبة، وكل هذه الحالات دائمة التغيير بسبب اختلاف نسبة الرطوبة وثانى أكسيد الكربون، وعلى ذلك فإن الاعتقاد السائد أن مجموع الأملاح الذائبة فى التربة لايعنى الشىء الكثير مالم يقرن بدرجة الرطوبة ودرجة تركيز ثانى أكسيد الكربون.

وتفاديا لما ينتج من التشكك فى قيمة هذه الأرقام رئى أخيراً أن يكون المستخلص المائى للتربة فى أقل كمية من المياه أو فيما يعرف بالتربة المشبعة Saturateed Paste كما يجب ألا تتعرض التربة أثناء هذه التقديرات إلى الهواء فيتسبب عن ذلك تغيير نسبة ثانى أكسيد الكربون.

ويقوم معمل الملوحة الإقليمى فى ريفيرسيد بتقدير الأملاح الذائبة فى التربة المشبعة. وفى الأراضى الرملية تبلغ نسبة الماء للتربة ٢٠ : ١٠٠ وفى الأراضى الطينية تكون النسبة بين ٦٠ و٨٠ و١٠٠، وعلى ذلك فإنه عند ما تكون درجة تركيز الأملاح فى المستخلص واحدة نجد أن تأثيرها على النباتات يكاد يكون واحداً، وتقدر درجة تركيز الأملاح بطريقة التوصيل الكهربائى. وتبعاً لهذه الطريقة يمكن تقسيم الأرض دون النظر إلى تركيبها الميكانيكى، فعلى سبيل المثال إذا كانت درجة التوصيل أقل من ٤ مليموس للسنتيمتر تنجح زراعة جميع الحاصلات الحقلية، وعندما تكون درجة التوصيل بين ٤ و٨ مليموس لاتنجح سوى زراعة المحاصيل التى تتحمل الملوحة، وعندما تزيد درجة التوصيل عن ١٦ مليموس لايمكن لمختلف النباتات أن تنمو.

وتبعاً لهذا التقسيم تمكن معرفة أثر طبقات التربة على نمو النباتات، فمثلا يمكن أن تنمو بعض النباتات رغم ملوحة الطبقة السطحية والطبقة التحتية إذا كانت الطبقة التى تنتشر فيها الجذور خالية من الأملاح، وللتغلب على صعوبة إنبات البذور فى مثل هذه الحالات تتبع طريقة الخطوط فى الزراعة، على أن تزرع البذرة فى بطن الخط حتى لاتتأثر بالأملاح المتزهرة

على سطح الخط . ويزرع القطن فى مصر فى الثلث الأسفل من بطن الخط.

وقد تلجأ بعض المعامل إلى عمل المستخلص المائى بنسبة ١ : ٥ ثم تقدر درجة التوصيل الكهربائى للمعلق نعم إن هذه أقصر وقتاً من طريقة الحصول على مستخلص التربة المشبعة، إلا أن النتائج لا تتفق وحالة الرطوبة بالحقل . ولا تعتبر هذه النتائج بعيدة كل البعد عن الصواب، لأنها تقديرية والمقارنة فقط . ويجوز الاعتماد عليها إذا كانت جميع العينات ذات تركيب ميكانيكى واحد .

قلوية التربة :

تتفاعل كثير من المواد فى وجود الماء ، ولكن حبيبات الرمل والكوارتز لا تدخل فى هذه التفاعلات بالتربة ، لأنها عديمة الذوبان . أما كربونات الكالسيوم فتكاد تكون عديمة الذوبان ، ومحلولها قلوى التأثير . وهناك أنواع كثيرة من الطين فى التربة . ويتكون الطين من شق حامضى متحد مع القواعد المتبادلة ، وغالباً ما يتكون الأصل الحامضى من السليكا والأيدروكسيد والألمنيوم وايدروكسيد الحديد فى حالة اتحاد لتكون كلها ما يشبه الإطار حيث توجد القواعد المتبادلة ، وعند إضافة الماء لهذه المادة يخرج جزء من هذه القواعد إلى المحلول ويحل محلها الأيدروجين، فعلى سبيل المثال : إذا كان الطين يحتوى على الصوديوم المتبادل يخرج بعض الصوديوم فى المحلول الذى يصبح قلوى التأثير ، ويوجد دائماً اتزان كيماوى بين الكمية التى تخرج من الصوديوم والكمية التى توجد بالطين . وكلما زادت كمية المياه زادت كمية القواعد التى تخرج فى المحلول ولا يخرج الكلسيوم المتبادل بسهولة فى المحلول إلا أنه يمكن إحلاله أو طرده بسهولة فى وجود ثانى أكسيد الكربون بالماء .

ويعبر عن درجة الحموضة أو القلوية لمستخلص التربة بدرجة تركيز أيون الأيدروجين ، أو رقم الـ PH ويمكن تقدير هذا الرقم عن طريق الأدلة

المختلفة أو بواسطة أجهزة خاصة . وارتفاع رقم الـ PH يدل على وجود الصوديوم المتبادل فى التربة . وعندما تكون درجة تركيز كلورور الصوديوم أو كبريتات الصوديوم عالية فى الماء فإن هذه الأملاح تمنع خروج الصوديوم من الطين مع أن المحلول يكون مزدحماً أو مشحوناً بأيونات الصوديوم . وعلى ذلك فرقم الـ PH للأرض الملحية يكون دائماً منخفضاً عن الرقم الحقيقى ، وفى مثل هذه الأحوال يجب أن تذكر درجة تركيز الأملاح بالتربة مع رقم الـ PH لأن هذا يرسل ضوءاً على الحالة .