اصلاح الأراضي الملحية بالغسيل

تقدير كميات مياه الغسيل اللازمة لإزالة الأملاح الذائبة من التربة

للدكتور أحمد ابراهيم الشباسي ● والدكتور عبد الغني ميتكيس ● والدكتور عبد الفتاح بركات ●
والمهندس الزراعي قاسم عبد الله قاسم ● والمهندس الزراعي مصطفى خليل محمد ● والمهندس الزراعي على عبد الوهاب على

مقدمة

يتوقف إصلاح الأراضي المحلية أساسا على خفض تركيز الأملاح الذائبة بها إلى الحدود غير الضارة بالنباتات المختلفة . ويعتمد نجاح إصلاح تلك الأراضي على سرعة حركة مياه الغسيل فيها وطرد الأملاح المغسولة خارجها ، ويخضع هذا بصفة أساسية إلى العوامل الآتية : (١) قوام التربة . (٢) كمية ونوع الأملاح الذائبة والمتبادلة . (٣) درجة صلاحية المياه المستعملة فى الغسيل . (٤) عمق الماء الأرضى ودرجة ملوحته . (٥) كفاية الصرف .

وتخضع حركة المياه فى الأراضى المشبعة وغير المشبعة لقانون دارسى Darcy الذى يعبر عنه بالمعادلة الآتية :

$$ح = ا \, د$$

حيث ح = حجم الماء الذى يمر فى وحدة المساحة ولوحدة الزمن .

ا = الانحدار الأيدروليكى .

د = ثابت يعبر عن درجة نفاذية التربة للماء .

● الدكتور أحمد ابراهيم الشباسى : كبير باحثين ، ومدير عام الادارة العامة للأراضى بوزارة الزراعة .
● الدكتور عبد الغنى ميتكيس : كبير باحثين ، ومراقب عام بحوث الأراضى بوزارة الزراعة .
● الدكتور محمد عبد الفتاح بركات : باحث أول ومدير معمل بحوث الأراضى الملحية بوزارة الزراعة بالاسكندرية .
● المهندس الزراعى قاسم عبد الله قاسم : باحث بمعمل بحوث الأراضى الملحية بالاسكندرية .
● المهندس الزراعى مصطفى خليل محمد : باحث بمعمل بحوث الأراضى الملحية بالاسكندرية .
● المهندس الزراعى على عبد الوهاب على : اخصائى بمعمل بحوث الأراضى الملحية بالاسكندرية .

وتتوقف كفاية عمليات إصـــلاح وتحسين وصيانة الأراضى الملحية على العوامل الآتية :

(١) تحديد كميات مياه الغسيل اللازمة .

(٢) توفير شبكة الصرف المناسبة التى تكفل المحافظة على خفض مستوى الماء الأرضى إلى العمق المطلوب .

(٣) تسوية الأرض وتقسيمها، وتبطين المراوى، وإضافة المصلحات المختلفة عند اللزوم .

ويؤدى نقص كميات مياه الغسيل إلى إعادة تراكم الأملاح فى التربة بواسطة الجذب السطحى (الخاصة الشعرية) عند الجفاف ، كما أن الإسراف فى استعمال مياه الغسيل يؤدى إلى غدق التربة وارتفاع مستوى الماء الأرضى فيها حيث تتعرض ثانية إلى إعادة التملح .

ولاشك أن الاستفادة من التطبيقات العملية فى غسيل الأراضى الملحية كفيل بتحقيق الاستخدام الاقتصادى لموارد المياه المحدودة ، والوصول بالأراضى المستصلحة إلى مستوى الإنتاج الحدى بأسرع وقت وأقل جهد وكلفة .

ويهدف هذا البحث إلى حل بعض المشاكل التى تتصل بعمليات الغسيل فى الأراضى الملحية الطميية التى تختلف فى محتواها من الأملاح الذائبة وذلك باستعمال ضواغط أيدروليكية وكميات مختلفة من المياه ، ويشمل دراسة النقط الآتية :

(١) إيجاد العلاقة بين كميات الأملاح المزالة بالغسيل من أعمدة التربة وكميات المياه المارة خلالها .

(٢) دراسة تأثير الضاغط الأيدروليكى على سرعة مرور الماء فى عمود التربة ، وبالتالى أثره على كفاية عملية الغسيل .

(٣) حساب الزمن اللازم للتخلص من الأملاح الذائبة من التربة إلى الحد غير الضار بالنباتات .

ولقد زادت مشاكل الملوحة انتشارا فى أراضينا ، كما أوضحت بذلك نتائج الحصر التصنيفى الذى تم لها، إذ ظهر أنها تتفاوت فى درجة ملوحتها ما بين أقل من ٠,٥ إلى ٢٠٪ ، كما تبين أن أهم عوامل تراكم الاملاح فى الأراضى المزروعة يرجع إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضى فيها نتيجة الإسراف فى الرى أو تسرب المياه فيها من الترع والقنوات المجاورة لها .

عرض البحوث والدراسات السابقة

قام كثير من الباحثين بدراسة مشاكل إصلاح وتحسين الأراضى الملحية ، وأوضحوا ضرورة توفير الصرف الجيد لهذه الأراضى . ونظراً لأن بحوث الغسيل فى الحقل تتطلب إجراء تسوية تامة للقطع الحقلية لضمان انتظام توزيع المياه على سطحها لمدة كافية من الزمن وتحت إشراف فنى دقيق قد يصعب توفيره ، لذلك حاول بعض الباحثين إيجاد علاقة للنتائج المتحصل عليها من غسيل أعمدة التربة فى ظروف كل من المعمل والشرائح الحقلية .

وقد أجرى Amemeya (١٩٥٦، ١٩٥٨) أبحاثه على الغسيل باستعمال ماكينة لأخذ عينات التربة بحيث تكون محتفظة ببنائها الطبيعى Undisturbed soil core بقطر ٤ بوصات وطول ١٠ أقدام ، وأوجد فى دراسته علاقة ارتباطية بين معدل رشح الماء فى التربة فى كل من تجارب الحقل والمعمل، ورسم منحنيات بيانية توضح التغير فى تركيز الأملاح فى الأعماق المختلفة مع تغير كميات المياه المستعملة فى الغسيل . وتبين من نتائج غسيل أعمدة التربة أنه يكفى ٤ أقدام من الماء لغسيل وإصلاح الأراضى الملحية إلى عمق ٣٠ بوصة ، واتفقت هذه النتائج مع التجارب الحقلية. واقترح Amemeya استعمال أكثر من أربعة أقدام إذا أريد إجراء الغسيل لأكثر من هذا العمق .

ولخص Panin (١٩٥٩ ، ١٩٦٢) نتائج دراساته على غسيل الأراضى الملحية فى صورة منحنيات توضح تزايد كميات الأملاح المزالة من التربة والصوديوم المتبادل مع زيادة معدلات الغسيل، واعتبر أن عمق الماء الذى يتراوح بين ٤ — ٦ أقدام كاف لإزالة الأملاح إلى عمق ٥٠ بوصة .

وأظهرت نتائج Robinson (١٩٤٨) الارتباط بين النتائج الحقلية والمعملية، والتى تشير إلى أن عمق ٤ أقدام من الماء كاف لإصلاح الأرض والتخلص من الأملاح وعنصر الصوديوم إلى عمق ٣٠ بوصة .

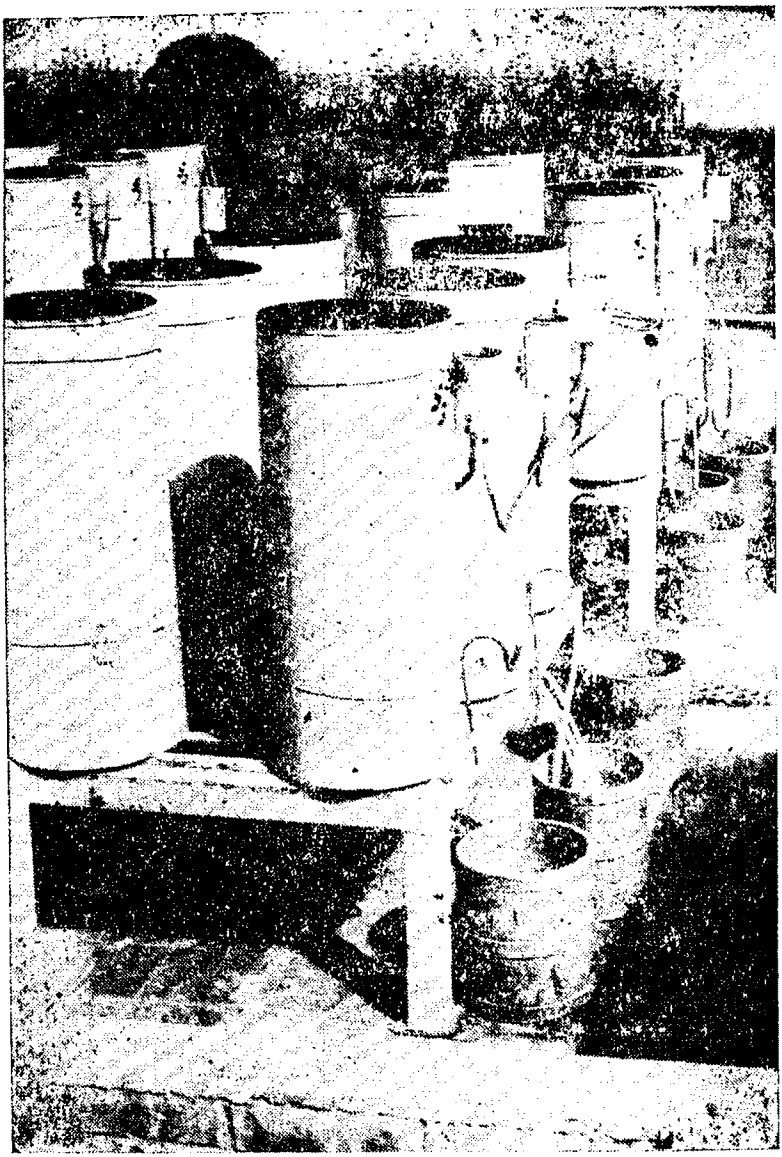
ولقد طبقت نظرية الأعمدة Theory of column على إزالة الأملاح من التربة فى البحث الذى قام به Molen (١٩٥٨)، ووضع معادلة فرضية لبيان كمية المياه التى تلزم لخفض محتوى التربة من الأملاح إلى نصف الكمية الابتدائية التى كانت موجودة قبل إجراء عملية الغسيل وذلك إلى عمق معين .

وفى الاتحاد السوفيتى أجرى عدد كبير من التجارب الخاصة بغسيل الأراضى الملحية ، ووضعت معادلات يمكن بواسطتها تحديد كميات المياه اللازمة لإزالة الملوحة من الأراضى مختلفة القوام تحت ظروف الرطوبة الحقلية المتباينة . وقد استخدم Panin (١٩٦٢) جهازاً خاصاً اسمه Field Monolith يمكن بواسطته الحصول على اسطوانات من التربة مساحة مقطعها ٠,٤ متر مربع وارتفاعها ٠,٥ — ٢ متر ومغلفة من المعدن سمكها ١,٥ مليمتر موضوعة فوق قمع معدنى مملوء بالحصى والزلط لتسهيل الصرف . ومثل هذا النظام يماثل الحالة فى الحقل تقريبا ويسهل بواسطته الحصول على المترشح للتحليل . ويمكن حساب كمية الأملاح الموجودة فى التربة بعد تقدير كميات المياه المستعملة فى الغسيل والمترشحة منه ، كما أنه يمكن تقدير كمية الأملاح التى كانت موجودة أصلا فى التربة وهى تساوى مجموع الأملاح المزالة + مجموع الأملاح المتبقية فى التربة بعد الغسيل . وتبين من نتائج هذه الدراسة أن كمية مياه الغسيل التى تساوى السعة الامتصاصية يمكن بواسطتها إزالة ٤٤٪ من الأملاح الأصلية للتربة .

الطرق التجريبية والمواد المستعملة

(١) تصميم جهاز الغسيل :

يتكون الجهاز من ٣٦ اسطوانة حديدية بقطر ٢٨ سم وطول ٨٠ سم ، ذات فتحة فى القاع بقطر ٥ سم ، ويتصل بها أنبوبة حديدية بطول ٣ سم . ويحيط بالاسطوانات من أعلى دعامة من شريط حديدى عرضه ٣ سم ، ووضعت الاسطوانات ورتبت فوق حوامل حديدية .



شكل (١) يوضح الجهاز الذى استخدم فى عملية الغسيل

وقد صمم الجهاز بحيث يضمن ارتفاعات ثابتة للمياه طول فترة الغسيل وهى ٧ ، ١٤ ، ٢١سم ، وهى المعروفة باسم الضواغط الأيدروليكية . ويبين الشكل (١) صورة الجهاز المستعمل .

(٢) تعبئة التربة وتمليحها :

استعمل فى هذا البحث تربة طمية طينية clay loam مررت على منخل سعة ثقوبه ١ مليمتر ، وعبئت فى الاسطوانات بواسطة قمع كبير لارتفاع ٥٠ سم بعد وزنهـــا ، ووضعت طبقة من الحصى والزلط الدقيق فى قاعها لتسهيل صرف الماء منها .

ولتمليح التربة حضر خليط من صركل + كا كل٢ بنسبة ١ : ١ لتكوين نسب ٢ ، ٥ ، ١٠ ، ١٥ ٪ من وزن التربة ، ثم أذيبت هذه الوزنات فى كميات من المياه تعادل السعة التشبعية للتربة فى كل اسطوانة ، وغذيت كل اسطوانة من فتحة الصرف السفلية بالمحلول الملحى الخاص بها . وبعد تشبعها سدت فتحة الصرف ، وتركت التربة تحت تأثير العوامل الجوية لمدة عشرة أشهر ، وذلك للحصول على بناء لعمود التربة يماثل حالتها الطبيعية تقريبا . وقد لوحظ بعد هذه الفترة تزهر الأملاح على السطح فى المعاملات عالية الملوحة .

كما استخدمت ثلاثة ضواغط أيدروليكية تعادل ارتفاعات أعمدة المياه ٧، ١٤، ٢١سم ، فوق سطح التربة وذلك بصفة دائمة طول فترة الغسيل . وكان عدد المكررات ثلاثة .

وقد أجرى البحث تحت الظروف الطبيعية وفى درجات الحرارة التى تتراوح بين ٢٧° — ٣٢°م .

وأجرى أثناء البحث القياس والتحليلات المعملية الآتية :

(ا) قياس طول عمود التربة فى كل برميل قبل وأثناء الغسيل .
(ب) قياس كمية المياه المترشحة من أعمدة التربة مع تسجيل الوقت منذ بداية التشغيل ومع كل حجم معين من المياه المترشحة .

(ج) تقدير درجة الملوحة فى المياه المترشحة وذلك بقياس درجة التوصيل الكهربائى مقدرة بالمليموس / سم .

(د) قياس الضاغط الهيدروليكى فى كل برميل على حدة من سطح الماء إلى فتحة الصرف .

النتائج والمناقشة

تمثل نوع التربة المستعملة فى هذه التجربة معظم الأراضى الملحية الجفقة حديثا من البحيرات بشمال الدلتا والتى تتراوح نسبة الأملاح فيها بين٢ — ١٥ ٪، والتحليل الميكانيكى للتربة المستخدمة فى التجربة كالآتى :

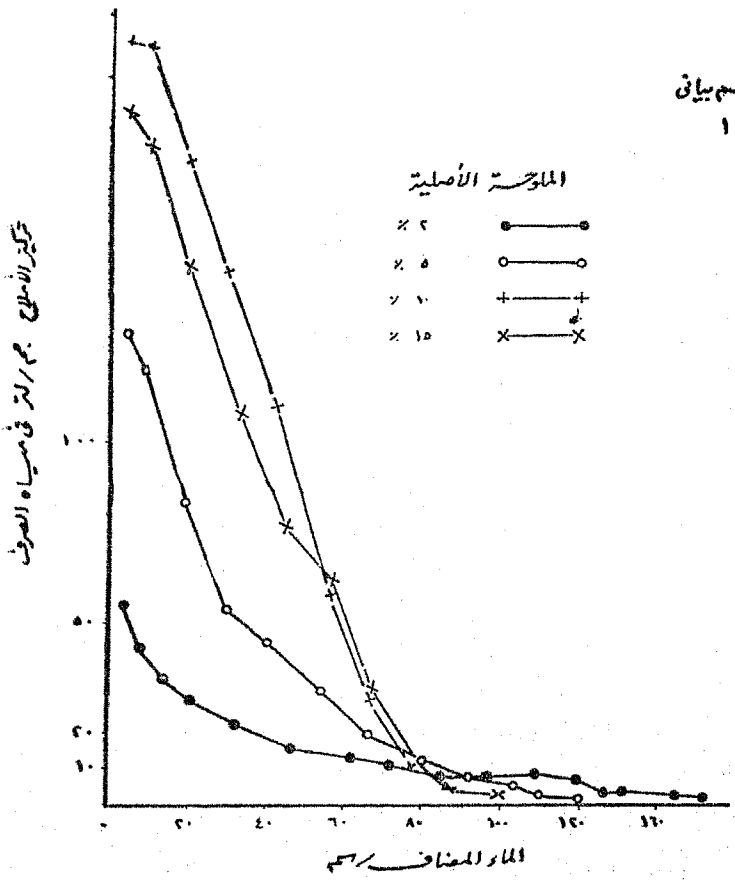
طين	٣٣،٣ ٪
سلت	٢١،٠ ٪
رمل بنوعيه	٤١،٢ ٪
كربونات كالسيوم	٤،٥ ٪

وتوضح جداول (١، ٢، ٣) كميات الأملاح المزالة بالغسيل من أعمدة التربة بطول ٦٠ سم، وهذه الحالات هى التى تنطبق على ظروف الأرض المتمتعة بالصرف الجيد ، أما إذا كانت ظروف الصرف غير متوفرة فإن النتائج المبينة تحت ظروف هذه التجربة تستلزم التحقق منها بإجراء دراسات حقلية . وتتلخص النتائج المتحصل عليها فى الآتى :

(أولا) كميات المياه اللازمة لإزالة الأملاح :

يتضح من الرسم البيانى (١) الذى يربط العلاقة بين تركيز الأملاح فى مياه الصرف وعمق المياه المستخدمة فى الغسيل أنه يلزم حوالى ١٢٠ سم (٤ أقدام) من المياه لخفض تركيز الأملاح فى التربة من ١٥٠ جرام/لتر إلى حوالى ٠،٢ جرام/لتر ، وهو الحد من الملوحة الذى يسمح بالزراعة . وهذا يتفق مع ماوجده Robinson من النتائج التى تحصل عليها وهى أن أربعة أقدام من المياه كانت كافية لإزالة الأملاح إلى عمق ٣٠ بوصة .

رسم بيانى
١



تأثير مياه الغسيل على كمية الأملاح المزالة من التربة

ويبين جدول (١) أن متوسط كميات المياه اللازمة للتخلص من ملوحة التربة التى تصل إلى ٢ ٪ تتراوح بين ٧٠ — ٩٠ لتراً لكل برميل ، وهذه تعادل ٤٥٠٠ — ٥٥٠٠ متر مكعب للفدان ، ويرجع هذا التفاوت إلى اختلاف الضاغط الأيدروليكى . وفى حالة الأرض ذات المستوى الملحى من ٥ — ١٥ ٪ لزم حوالى ٥٠ — ٨٠ لترا للتخلص من الملوحة وهذا يعادل من ٣ — ٥ الآف متر مكعب للفدان.

وعموما وجد أن أعمدة التربة ذات المحتوى الملحى المرتفع (٥ — ١٥ ٪) احتاجت كمية أقل نسبيا من مياه الغسيل عنها فى حالة التربة ذات المحتوى الملحى ٢ ٪ ويعلل ذلك أن زيادة تركيز الأملاح تساعد على سرعة نفاذية المياه لعمود التربة

جدول (١)

متوسط كميات المياه المستخدمة فى إزالة الأملاح

باستخدام ثلاثة ضواغط أيدروليكية (لتر / برميل)

(لحساب كمية المياه اللازمة بالمتر المكعب للفدان تضرب الأرقام المبينة فى الجدول × ٦٠) .

الضاغط الأيدروليكى	النسبة المئوية للأملاح الابتدائية فى التربة			
	٢٪	٥٪	١٥٪	٢٠٪
سم				
٧	٩١	٨٣	٧٥	٨١
١٤	٧٨	٥٩	٥٣	٤٩
٢١	٧٧	٥١	٥٦	٦٣

الفرق المعنوى على مستوى ٥ ٪ = ٧,٨

جدول (٢)

متوسط النسبة المئوية للأملاح المزالة من أعمدة التربة بالغسيل

الضاغط الأيدروليكى	النسبة المئوية للأملاح الابتدائية فى التربة				متوسط
	٢٪	٥٪	١٥٪	٢٠٪	٪
سم					
٢١	٩٧,٠	٩٠,٤	١٠٠,٠	٩٦,٤	٩٨,٠
١٤	٩٠,٣	٨٧,٠	٩٣,٣	٧٥,٣	٨٩,٠
٧	٩٠,٧	٩٠,٨	٩٠,٧	٨٢,٣	٨٧,٥
متوسط	٩٣,٢	٩١,٢	٩٥,٦	٨٤,٦	

الفرق المعنوى بين متوسطين على مستوى ٥ ٪ = ٧,٠٥

(ثانيا) تأثير الغسيل المستمر على إزالة أملاح التربة :

يوضح رسم بيانى (١) أن المتوسط العام للأملاح المزالة بالغسيل يتراوح بين ٨٥ — ٩٥ ٪ من ملوحة التربة الأصلية بغض النظر عن تأثير الضاغط الأيدروليكى ، وأنه باستعمال ٥٠ لترا من مياه الغسيل أزالت حوالى ٨٠ ٪ من ملوحة التربة ، وأن ٥٠ لترا أخرى أزالت باقى ملوحة التربة . وتعليل ذلك أن نفاذية التربة للماء كانت سريعة فى بداية الغسيل مما ساعد على التخلص من نسبة عالية من الأملاح .

(ثالثا) تأثير الضاغط الأيدروليكى على كميات المياه اللازمة للتخلص من ملوحة التربة :

يتبين من التحليل الإحصائى لكمية المياه اللازمة لإزالة الأملاح من أعمدة التربة التى تحتوى على الأربع نسب من الأملاح المستعملة فى التجربة والواقعة تحت تأثير ثلاثة ضواغط أيدروليكية أن هناك فرقا عالى المعنوية بين ارتفاعات أعمدة المياه فوق سطح التربة (الضاغط الأيدروليكى) وكمية الأملاح المزالة ، كما أن هناك فرقا سالبا عالى المعنوية بين المحتوى الملحى للتربة وكميات المياه المستخدمة فى إزالتها .

(رابعا) الزمن اللازم للتخلص من الأملاح فى التربة :

حسب الزمن اللازم للتخلص من أملاح التربة وذلك من بداية الغسيل المستمر حتى الوصول إلى درجة من الملوحة ٢,٠ جرام فى اللتر فى مياه الصرف.

ويبين جدول (٣) الزمن اللازم لإزالة الأملاح من أعمدة التربة ، ومنه يتضح أنه فى حالة ارتفاع عمود الماء فوق سطح التربة بمقدار ٢١ سم فإن ٦٠ ساعة كانت كافية للتخلص من الأملاح ، وذلك لجميع التركيزات المستعملة فى التجربة . وفى هذه الحالة كانت المياه المستخدمة فى الغسيل تتراوح بين ٧٠ — ٩٠ لتر/برميل ، وعند خفض عمود الماء فوق سطح التربة (الضاغط الأيدروليكى) إلى ٧ أو ١٤ سم زادت الفترة اللازمة للتخلص من الأملاح إلى حوالى ٩٠ ساعة وذلك فى التركيزات العالية (١٠،١٥ ٪) ، بينما لم يتغير الزمن بالنسبة للتركيزات الملحية المنخفضة نسبيا (٢،٥ ٪) . وبصفة عامة كانت المياه اللازمة للتخلص من الأملاح لجميع التركيزات تتراوح بين ٥٠ — ٧٠ لترا ، أى أنه عند مضاعفة ارتفاع عمود الماء فوق سطح التربة فإنه يمكن اختصار الزمن اللازم للتخلص من الأملاح بمقدار الثلث مع توفير كمية مياه الغسيل بمقدار الثلث تقريبا .

جدول (٣)

متوسط كميات المياه والزمن اللازم لغسيل التربة من الأملاح باستخدام ثلاثة ضواغط أيدروليكية

(لحساب كمية المياه اللازمة بالمتر المكعب للفدان تضرب كل القيم المبينة بالجدول × ٦٠) .

فترة الغسيل بالساعة	كمية المياه باللتر/برميل (١) (٢)											
	ض١				ض٢				ض٣			
	م١	م٢	م٣	م٤	م١	م٢	م٣	م٤	م١	م٢	م٣	م٤
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
٣٠ — ٦٠	٨٩	٨٢	٧٠	٨١	٧٧	٥١	—	٧١	٧٢	٧٠	٥٠	٥٤
٦٠ — ٩٠	—	—	—	—	—	—	٥٨	٥١	—	٥٣	٥٣	٤٧
٩٠ — ١٢٠	—	—	—	—	—	-	٥٢	—	—	—	—	—

(١) م١ ، م٢ ، م٣ ، م٤ = النسبة المئوية للأملاح الابتدائية فى التربة ٢ ، ٥ ، ١٥ ، ٢٠ ٪ على التوالى .

(٢) ض١ ، ض٢ ، ض٣ = ارتفاع عمود الماء فوق سطح التربة ، وهى : ٧ ، ١٤ ، ٢١ سم .

الملخص

أجرى هذا البحث لدراسة ما يتعلق بعمليات الغسيل فى إزالة الملوحة من الأراضى الملحية الطينية والطميية التى تختلف فى نسبة ما بها من الأملاح الذائبة باستعمال ضواغط أيدروليكية وكميات مختلفة من المياه. واشتمل البحث على دراسة العلاقة بين كميات الأملاح المزالة بالغسيل من أعمدة التربة وكميات المياه المستعملة، وتأثير الضواغط الأيدروليكية على سرعة مرور الماء فى أعمدة التربة ، وبالتالى أثره على كفاية الغسيل ، وحساب الزمن اللازم للتخلص من الأملاح الذائبة من التربة إلى الحد غير الضار بالنباتات .

وأجريت التجربة فى اسطوانات حديدية بقطر ٢٨ سم وطول ٨٠سم ذات فتحة فى القاع بقطر ٥ سم ، وقد صممت الأنابيب بحيث تضمن ارتفاعات ثابتة للمياه طول فترة الغسيل وهى ٧ ، ١٤ ، ٢١ سم . وقد ملحت التربة بمخلوط من أملاح ص كل + كل$_{2}$ بنسبة ١:١ بدرجات تركيز ٢،٥،١٠،١٥٪ من وزن التربة وكان عدد مكررات المعاملات المختلفة ثلاثة .

ويتبين من هذه التجربة أن كمية مياه الغسيل اللازمة لإزالة الأملاح الذائبة من الأراضى الطينية الطمية الملحية من ٣ — ٥ الآف متر مكعب للفدان وذلك حسب كمية الأملاح الموجودة . وكان لارتفاع عمود الماء فوق سطح التربة تأثير معنوى على كمية المياه المستعملة فى الغسيل وكمية الأملاح المزالة ، فعندما كان ارتفاع عمود الماء فوق سطح التربة ٢١ ، ١٤ ، ٧ سم كانت الأملاح المزالة ٨٧،٥، ٨٩،٩٨٪ على التوالى . وتبين كذلك من البحث الوقت اللازم للغسيل يتوقف على ملوحة التربة وارتفاع عمود الماء فوقها ، وعندما كان ارتفاع عمود الماء فوق سطح التربة ٢١ سم كان الزمن اللازم لإزالة الأملاح منها ٦٠ ساعة ، وعندما كان ارتفاع عمود الماء فوق سطح التربة ٧ أو ١٤ سم كان الزمن اللازم لإزالة الأملاح منها ٩٠ ساعة .

المراجع

(1) Amemiya, M. et al. (1956) Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 20: 423.
(2) Amemiya, M. et al. (1958) Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 22: 76.
(3) Panin, P.S. (1959) Soviet Soil Sci., 5: 263-567.
(4) Panin, P.S. (1962) Soviet Soil Sci., 7: 703-709.
(5) Quick, J., et al. (1965) Jour. Soil Sci., 6: 163.
(6) Reave, C.R. et al. (1965) Soil Sci., 99: 261.
(7) Van Der Molen, W.H. (1958) Soil Sci., 81: 19-27.

* * *