اختلاف التركيب الميكانيكى والكيماوى للأراضى وأثره على درجة التوصيل الإيدروليكى والسعة التشبعية لها

للدكتور أمين أحمد عبد البر ، والمهندسة الزراعية نادية فرج سلامة

مقدمة

الثابت لدى علماء الأراضى عامة أن الحالة المائية فى الأرض هى العامل المحدد لقدرتها الإنتاجية لمختلف المحاصيل ، وأن الماء يفوق السماد فى التأثير على زيادة المحصول ، هذا إلى أن منحنى العلاقة بين السماد ووزن المحصول له نفس شكل منحنى العلاقة بين الماء ووزن المحصول ، وهذا كله الدافع إلى الاهتمام بحساب مدى الاستهلاك المائى لكل محصول وربطه بتقدير المقنن المائى له حتى يمكن ضمان الحصول على وزن كبير من المحصول المنزوع فى الأرض .

وللتحكم فى الاستهلاك المائى لمحصول ما من الأرض ، يجب تحديد العوامل التى تؤثر على مدى تحرك الماء فى الأرض ، وقد تبين أنها كما يأتى :

(١) النسب المئوية للحبيبات : الطين ، السلت ، الرمل .

(٢) حالة البناء الأرضى ، ولا سيما وجود المجمعات التى تقاوم التفتت بالماء (Water-stable aggregates)

(٣) كمية المادة العضوية فى الأرض .

(٤) عمق الطبقة الصماء (hard pan) .

ومما يجب إضافته فى هذا المجال ما يعرف بمعدلات الرشح (infiltration rates) كذا النفاذية (Permeability) والتسرب (Percolation) ، وهى مدلولات شائعة عن حركة الماء فى القطاع الأرضى وأثرها البالغ فى تحديد حالة المحتوى المائى للأرض نفسها .

● المرحوم الدكتور أمين أحمد عبد البر : عميد المعهد الزراعى العالى بمشتهر سابقا .

● المهندسة الزراعية نادية فرج سلامة : بالادارة العامة للأراضى ، بوزارة الزراعة .

وفيما يتعلق بدرجة تشبع الأرض بالماء نذكر النسبة التشبعية (S.P.) والسعة الحقلية العظمى ، ثم سعة الماء الصالح ، وهى جميعا قيم مائية أرضية شديدة الأهمية .

وأخيراً وضع اصطلاح التوصيل المائى (hydraulic conductivity) ورمز له (H.C.) للدلالة على مدى سرعة الماء خلال القطاع الأرضى وهى تحسب بالسنتيمتر فى الساعة وهى تعبير صادق عن حركة الماء فى القطاع الأرضى ومرتبطة بالرى والصرف والاستهلاك المائى وأعماق الصرف .

والهدف من هذه الدراسة ربط العلاقة بين H.C., S.P. وبين S.P. ، الطين + السلت ٪ وبين S.P. والطين ٪ ، كذا بين الطين ٪ و H.C. وذلك عن طريق التحليل الإحصائى لحساب معامل الارتباط ومعادلات الانحدار وما ينجم عن ذلك من دلالات جديرة بالاهتمام ، وخصوصا ما يتعلق بحالة الصرف والاستهلاك المائى لمختلف المحاصيل من الأرض .

ولأجل ذلك روعى فى اختيار العينات موضوع الدراسة أن تكون أراضيها مختلفة اختلافا واضحا فى تحليلها الميكانيكى وفى تركيبها الكيماوى ، حتى يمكن الحصول على نتائج واضحة .

المواد التجريبية والطرق المستعملة

نظراً لأن العلاقة بين الماء والأرض هى أساس القدرة الإنتاجية للأرض على وجه عام ، فإن الباحثين قد اتخذا جانبا من هذه العلاقة لدراستها . هذا الجانب هو التوصيل الهيدروليكى وتأثيره على بعض خواص التربة ، مثل محتواها من الطين أو من الطين + السلت ، كذا أثر هذا المحتوى على النسبة التشبعية بالماء .

وقد أخذت العينات من مناطق مختلفة فى بنائها الميكانيكى حتى يمكن أن تعطى نتائج جلية فى هذه الدراسة . وقد قسمت مناطق أخذ العينات إلى الأربعة التالية :

أولا — طينية ثقيلة : وتحتوى على > ٥٨،٥ ٪ طين ، وهى من منطقة الروضة مركز سيدى سالم ، وهى أراضى رسوبية بحرية نهرية قريبة من بحيرة البرلس ، تتعجن إذا ابتلت وتتصلب جدا إذا جفت تغمرها مياه البحيرة من آن لآخر (عينات ١ — ٣) .

ثانيا — طينية متوسطة : وتحتوى على ٤٧،٥ — ٥٠،٥ ٪ طين ، وهى من منطقة العلامية والحامول مركز بيلا . عمق مستوى الماء الأرضى يتراوح بين ٨٠ سم ، ١٥٠ سم (عينات ٤ — ٧) .

ثالثا — طينية خفيفة (طميية طينية) : وتحتوى على ١٤ — ٢٨ ٪ طين ، وهى من منطقة أبوتير مركز كفر الدوار . عمق مستوى الماء الأرضى يتراوح بين ٨٠ سم ، ١٥٠ سم (عينات ٨ ، ٩) .

رابعا — رملية : وتحتوى على ٠،٨ — ٤ ٪ طين ، وهى من منطقتى الحمام والربع مركز البرلس . عمق مستوى الماء الأرضى < ٨٠ سم — ومن منطقة الجدية مركز رشيد ، وهى أراض نهرية بحرية ، ويتراوح عمق مستوى الماء الأرضى بين ٨٠ سم ، ١٥٠ سم (عينات ١٠ — ١٧) .

وقد أجريت على العينات المأخوذة من أعماق مختلفة (جدول ١) التقديرات التالية :

(١) تحليل ميكانيكى شاملا الرمل بنوعيه والسلت والطين والمادة العضوية وكربونات الكالسيوم .

(٢) الأملاح الذائبة الكلية بالتوصيل الكهربائى .

(٣) تحليل المستخلص المائى للعجينة المشبعة لتقدير مايأتى : الكتيونات كا ، مغ ، ص بو٤ — الأنيونات كل ، يد ك ا٣ — الأملاح الذائبة جم ٪ — النيتروجين ، الفوسفور .

(٤) المادة العضوية .

(٥) رقم pH .

(٦) السعة التشبعية (SP) .

(٧) التوصيل الهيدروليكى (سم/الساعة) .

النتائج ومناقشتها

يبين جدول (٢) نتائج التحاليل عن الطين ٪ ، والطين + السلت ٪ ، ثم SP, EC ، ثم قيمتى SSP و SAR ، للعينات جميعها كما يبين جدول (٣) نتائج تقدير المادة العضوية كا ك ا٣ والنتروجين الذائب والفوسفور الذائب ورقم pH والكيتونات والأنيونات الذائبة .

جدول (١) : أعماق أخذ عينات الأراضى التى درست

رقم العينة	العمق سم	رقم العينة	العمق سم	رقم العينة	العمق سم
١	٠ — ٢٥	٧	٦٠ — ١٠٠	١٣	٠ — ٣٠
٢	٢٥ — ٥٠	٨	٠ — ٣٠	١٤	٣٠ — ٦٠
٣	٥٠ — ١٠٠	٩	٣٠ — ٥٠	١٥	٦٠ — ١٠٠
٤	٠ — ٢٥	١٠	٠ — ٤٠	١٦	٠ — ٣٠
٥	٠ — ٣٠	١١	٤٠ — ٨٠	١٧	٣٠ — ٦٠
٦	٣٠ — ٦٠	١٢	٨٠ — ١٢٠		

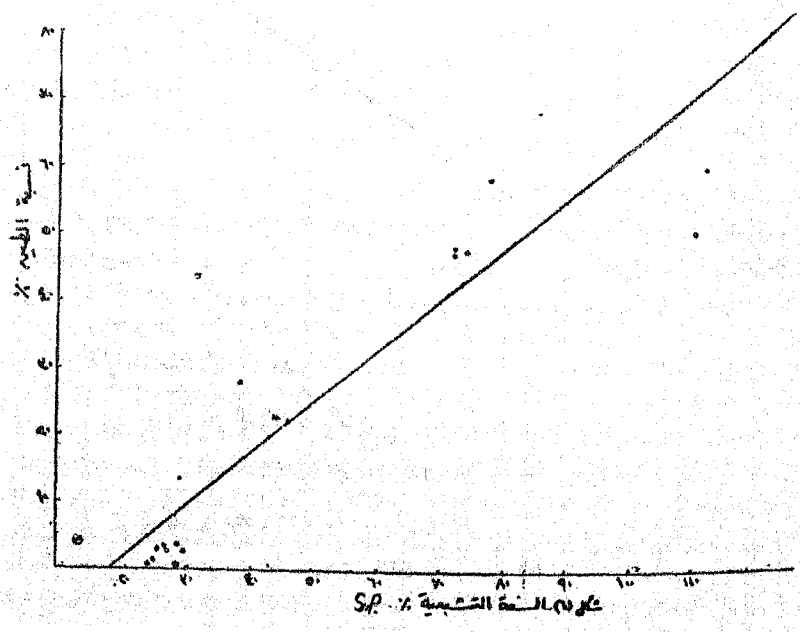
وبالإضافة إلى التحاليل المعملية السابقة الذكر أجرى تحليل إحصائى لتوضيح مدى العلاقات الآتية :

(ا) الطين ٪ وأثره على قيمة النسبة التشبعية للرطوبة الأرضية (SP) (شكل ١).

(ب) الطين ٪ + السلت ٪ وأثره على قيمة (SP) (شكل ٢) .

(ج) الطين ٪ وأثره على درجة التوصيل الأيدروليكى (HC) خلال الأرض (شكل ٣).

(د) قيمة نسبة ذوبان الصوديوم (SSP) ونسبة امتصاص الصوديوم (SAR) فى مستخلص العجينة المشبعة (شكل ٤) .



وفيما يلى خلاصة العلاقات الإحصائية :

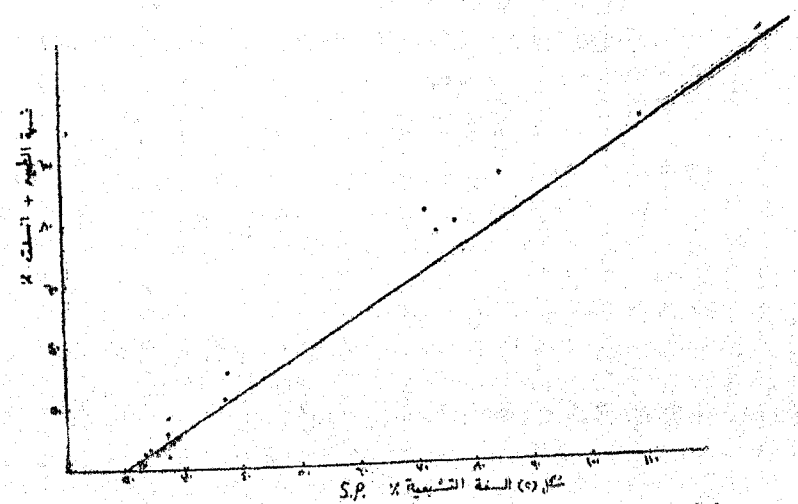
أولا — معامل الارتباط :

(ا) بين الطين ٪ و SP, = ٠,٩٣

(ب) بين الطين ٪ + السلت ٪ و SP = ٠,٩١

(ج) بين SSP, SAR = ٠,٤٩

ومنه يتضح أن الارتباط بين الطين ٪ و SP, مؤكد ، وبين الطين ٪ + السلت ٪ و SP, مؤكد أيضا ، كما يتضح أن العلاقة بين نسبة امتصاص الصوديوم (SAR) ونسبة ذوبان الصوديوم(SSP)غير مؤكدة وأن الارتباط بينهما قليل .



شكل (٥)

ثانيا — معادلات الانحدار:

(ا) عن العلاقة بين الطين ٪ وقيمة SP :

س = ١,١٤٦ ص + ٢١,٦٨

ص = ٠,٧٥٣٤ س — ١٢,٧٦

حيث إن س = SP ، ص = الطين ٪

(ب) عن العلاقة بين الطين ٪ + السلت ٪ وقيمة SP :

س = ٠,٨٠٥ ص + ٢١,٤

ص = ٠,٩٧٦٨ س − ١٢,٨

حيث إن س = SP ، ص = الطين ٪ + السلت ٪

(ج) عن العلاقة بين SSP, SAR :

س = ٠,٤٢٥٩ ص + ٥٨,١٦

ص = ٠,٥٧٤٩ س − ٢٠,٩٥

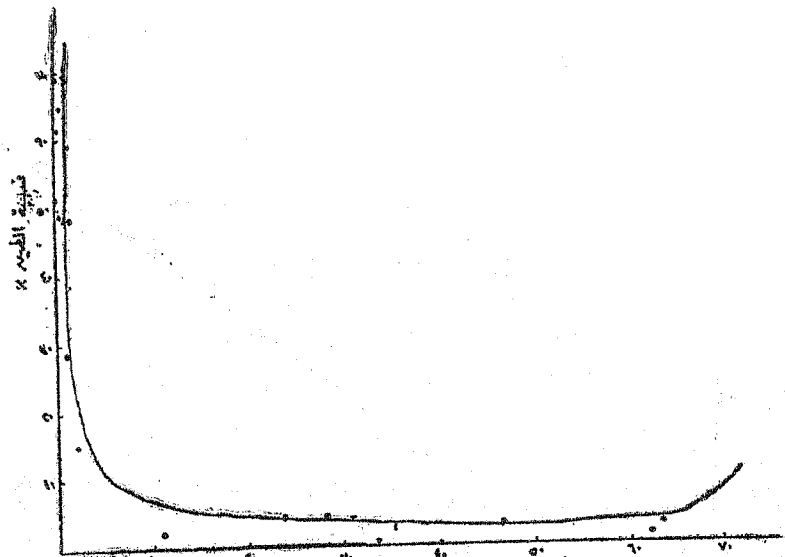
حيث إن س = SSP ، ص = SAR

جدول (٢) : بعض التحاليل الطبيعية والكيماوية و SSP, SAR

رقم مسلسل	الطين ٪	الطين + السلت ٪	EC	SP	التوصيل الهيدروليكى سم / الساعة	SSP	SAR
١	٦٨,٥	٩٢,٥	٩,٢٠	٨٥	٠,٠١٠	٨٥,٠	٢٤,٥
٢	٦٠,٥	٨٧,٠	٥,٨٠	١١٢	٠,٠٠٩	٨٨,٠	٣٠,٠
٣	٥٨,٥	٧٧,٠	٤,٥٠	٧٧	١,٣٨٠	٤٢,٠	٥,٧
٤	٥٠,٥	٨٦,٠	٩,٢٠	١١٠	٠,٠٠٥	٤٥,٠	٤,٥
٥	٤٨,٠	٦٢,٠	٨,٣٠	٧٢	٠,٠٥٥	٧١,٠	١٧,٠
٦	٤٧,٥	٧٤,٠	٧,٥٥	٧٤	١,٣٥٠	٨٤,٠	٥,٧
٧	٤٧,٥	٨١,٥	٨,٣٢	٧٢	١,٠٠٠	٧١,٠	١٣,٢
٨	٢٨,٠	٢٩,٥	٤,٠٠	٣٨	١,١٢٥	٤٧,٠	٦,١
٩	١٤,٠	١٥,٥	٢,٠٠	٣٨	٢,٠٠٠	٨٢,٠	١٣,٨
١٠	٤,٠	٩,٠	١,٣٥	٢٨	٣٣,٧٠٠	٥٤,٠	٤,٦
١١	٣,٥	٤,٥	٠,٣٥	٢٦	٣١,٠٠٠	٤٨,٠	١,٨
١٢	٣,٥	٤,٠	٠,٧٦	٢٥	٢٨,٤٠٠	٤٦,٠	٢,٧
١٣	٣,٣	٤,٠	٧٤,٠٠	٢٦,٦	٢٤,٠٠٠	٧٣,٠	٧٥,٠
١٤	٣,٠	٦,٠	٧,٠٠	٢٩	٦٣,٥٠٠	٦٢,٠	١٣,٣
١٥	١,٥	٣,٠	١,٤٠	٢٤	٤٧,٣٠٠	٦٧,٦	٦,٧
١٦	١,٠	١,٥	١٨,٢٠	٢٨	١١,١٠١	٦٧,٦	٢٤,٢
١٧	١,٨	١,٠	١٧,٣٢	٢٣	٦٢,٠٠٠	٠,٧٥	٣٠,٢

جدول (٣) : التحاليل الكيماوية للعينات من ١ — ١٧

العينة رقم	pH	كا ك أ ٣ ٪	أملاح كلية جم/لتر	حجم / لتر ن	حجم / لتر نمو	مادة عضوية ٪	مستخلص العجينة المشبعة ملي مكافىء / لتر كل	يد ك أ ٣	كا	مغ	ص	بو
١	١٠٠	١٠٨٠	٠٠٨٢	١٧	٢٠٢	١٠٢	٨٠	١٠٦	٩٠٢	٤٠٤	٨٤	١٠٢
٢	٨٠٢	١٠٣٠	٠٠٧٧	٤٨	١٦٠٧	٠٠٩	٤٨	٢٠٦	٣٠٤	٣٠٢	٦٠	٠٠٩
٣	٨٠٢	٠٠٦٠	١٠٠٨	٩١	١٧٠٩	٠٠٠٥	٨٠	٢٠٤	٤٠٦	٦٠٥	١١	١٠٧
٤	٧٠٨	١٠٠٩	٠٠٣١	٥٦	٢٠٨	١٠٠	٥٦	١٠٥	٦٠٣	١٧٠٠	٥٨	٠٠٥
٥	٧٠٠	٣٠١٩	٤٦٠٠٠	١٠٩	٠٠١	١٠٥	٣٠	١٠٥	١٦٠٧	١٢٠٠	٢٢	٦٠٠
٦	٧٠٣	١٠٤١	٣٠٨٣	٦١	٤٠٠	٠٠٦	٥٠	٠٠٧	٣٩٠٢	١٩٠٢	٣١٣	٠٠٦
٧	٧٠٤	٠٠٨٧	٢٠٢٠	١١٢	٢٠٠	٠٠٤	٣٨	١٠٠	٢٤٠٢	٢٢٠٨	٥٩	٠٠٩
٨	٧٠٥	١١٠٤٠	٠٠٢٨	٢٩	٤٠١	٠٠٥	٣٠	٢٠٩	١٢٠٨	٨٠٥	٢٠	١٠٥
٩	٧٠٨	٠٠٤٠	٠٠١١	—	—	—	١٤	١٠٥	١٠٨	٠٠٩	١٦	٠٠٨
١٠	٧٠٥	٠٠٢٠	٠٠١٢	٩٠	٠٠٥	٠٠٨	١١٠	٠٠٨	٤٣٠٥	٢٣٠٧	١٤٠	٥٠٦
١١	٧٠٦	٠٠٠٥	٠٠٢١	١٧	آثار	٠٠٦	١٥٥	٠٠٨	٢٠٠١	٢٥٠٣	١٤٤	٣٠٤
١٢	٨٠١	٠٠٣٥	٠٠٣١	١٤	٠٠١	٠٠٥	١١٤٥	٠٠٨	٨٢٠٦	٢٣٠٧	٩٥٠	٢٥٠٠
١٣	٦٠٨	—	٠٠٠٣	٦٤	١٠٢	٠٠٦	٣	١٠٠	٤٠٦	٠٠٩	٢	٠٠٢
١٤	٧٠٢	—	٠٠٠٢	٨٧	١٠١	٠٠٦	١٢	١٠٥	٣٠١	١٠٣	١٠	٠٠٤
١٥	٦٠٨	٠٠٠٨	٠٠٠٧	١٠٩	٠٠٨	٠٠٥	٦	١٠٥	٢٠٦	١٠٨	٤	٠٠٣
١٦	٨٠٠	٠٠٣٣	٠٠٣٣	١٠١	٠٠٤	٠٠٤	٥٥	١٠٠	١٩٠٧	٩٠٧	٥١	١٠٥
١٧	٨٠١	٠٠١٧	٠٠١٠	٦٧	١٠٣	٠٠٥	٧	١٠٠	٣٠٣	٣٠٣	٨	٠٠٤



شكل (٢) التوصيل الهيدروليكى

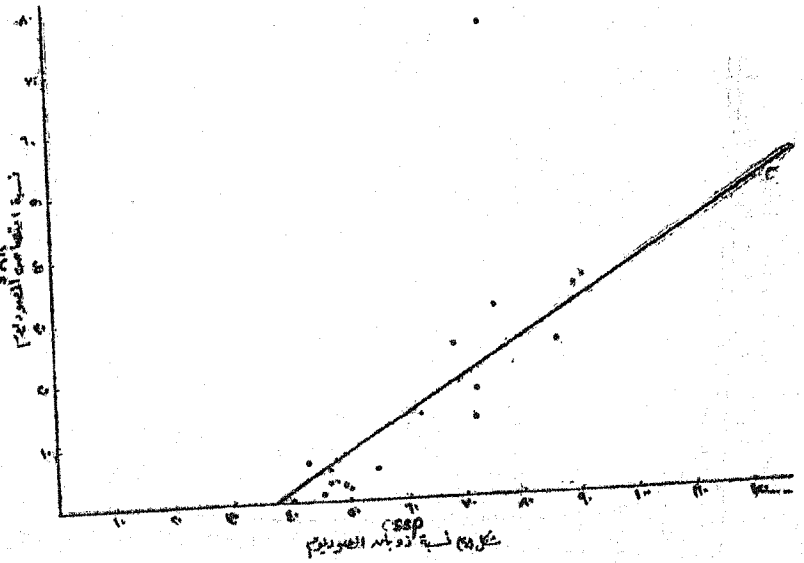
ثالثا — دليل الارتباط بين الطين ٪ و H-C :

تبين أن العلاقة بين H.C. (التوصيل الأيدروليكى) والطين ٪ على شكل خط منحنى ومعادلته من الدرجة الثانية وهى :

ص = ٠٠٥ و س٢ + ١ و٢ س + ٢ و٠

وأن دليل الارتباط = ٠ و٨٩ مما يؤكد وجود ارتباط بين القيمتين المذكورتين، لأن زيادة الطين فى الأرض يصحبه نقص واضح فى قيمة H.C. ويتضح من نتائج جدول (٢) أنه فى العينات ١ — ٧ وهى التى تحتوى على طين > ٥ و٤٧ ٪ كانت قيمة H.C. بين ٠٠٩ و٠ — ٣٨ و١ سم/الساعة فى حين أنها فى الأراضى الرملية التى طينها < ٤ ٪ (عينات من ١٠ — ١٧) تراوحت بين ١ و١١ — ٦٣,٥ سم/الساعة. أما فى العينات ٨ و٩ وهى المتوسطة فى محتواها من الطين (١٤ ٪ — ٢٨ ٪) فإن قيمة H.C. لها متوسطة حيث كانت ١٢٥ و١ — ٢ سم / الساعة .

ولما كانت نسبة الطين ٪ تتناسب طرديا مع النسبة التشبعية (SP) فى الأرض بمعنى أن قيمة الماء المشبع للأرض يزداد بزيادة الطين ويقل بقلته ، فإن التوصيل الهيدروليكى يتناسب عكسيا مع النسبة التشبعية ، أى ينقص بزيادتها ويزيد بنقصها.



وقد أوضحت بيانات جدول (٢) أيضا أنه فى حالة الأراضى التى طينها < ٤٧,٥ ٪ (من ١ — ٧) تكون قيمة SAR فيها متناسبة عكسيا مع قيمة H.C., بمعنى أن زيادة نسبة امتصاص الصوديوم يصحبه زيادة تعجن الطين وما يصحبه من نقص درجة التوصيل الأيدروليكى للأرض فى عينة (٢) كانت قيمة SAR ٣٣، H.C. ٠,٠٠٩ فى حين أنه فى عينة (٧) كانت قيمة SAR ١٢,٢ و H.C., ١,٠٠ ، ولعل هذه المقارنة تؤيد اتجاه مناقشة هذه النقطة . وحتى فى الأراضى الرملية التى طينها < ٤ ٪ (من ١٠ — ١٧) اتضحت هذه الحالة بجلاء. فالعينة (١١) كان مقدار SAR ١,٨ وكانت قيمة H.C. ٣١ فى حين أن العينة (١٦) كان مقدار SAR ٢٤,٢ وكانت قيمة H.C. ١١,١ فقط . ويسرى نفس الأمر فى الأراضى الطينية فقط على العلاقة بين SSP ، H.C. ولعل بيانات جدول (٢) تؤكد ذلك .

وعموما فإن العلاقات المائية ، سواء من ناحية سرعة التسرب فى القطاع الأرضى أو من ناحية التركيب الكيماوى لهذه المياه ترتبط ارتباطا مؤكدا مع بعض مكونات البناء الميكانيكى لهذه الأراضى ، وهذا كله شديد الأثر فى دراسات الرى والصرف وعمليات غسيل الأراضى المالحة، وفى تحديد مقننات الرى والصرف والاستهلاك المائى للمحاصيل الحقلية المختلفة .

الملخص

لاشك فى أن البناء الميكانيكى لجسم الأرض يؤثر بدرجة كبيرة على كثير من خواصها الأخرى، وخصوصا مدى تحرك الماء خلال القطاع الأرضى . وقد اتضح من هذه الدراسة أن الطين ٪ فى الأرض هو العامل المحدد للخواص المائية فى الأرض فزيادته تزيد النسبة التشبعية للأرض بالماء ونقصانه يؤدى إلى نقصها ، كما أن زيادته تسبب نقصا واضحا فى التوصيل الأيدروليكى للماء . أضف إلى ذلك أن الأراضى الغنية فى الطين تتصف بوجود علاقة عكسية بين قيمة SAR لها ودرجة التوصيل الهيدروليكى للماء فيها. كما أن الأراضى الرملية (< ٤٪ طين) سلكت نفس السلوك .

المراجع

(١) أمين عبد البر ، ١٩٦٤ أساسيات الأراضى — مذكرات لطلبة المعهد العالى الزراعى بمشتهر .

(٢) عبدالله زين العابدين ، ١٩٥٩ ـ أساس علم الأراضى ـ الطبعة الأولى ، الناشر هو المؤلف .

(3) Bennett, H. M. (1955) Elements of Soil Conservation. New York: McGraw-Hill Book Co.

(4) Donahue, R. L. (1958) Soils. New York: Prentice-Hall, Inc.

(5) Lyon, T. L., H. O. Buckman, and N. C. Brady (1952) The Nature and Properties of Soils, 5th ed. New York: Macmillan Co.

(6) Miller, C. E., and L. M. Turk (1952) Fundamentals of Soil Science. New York: J. Wiley & Sons, Inc.

(7) Richards, L. A. (ed.) (1953) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. Agric. Agric. Handbook 60, 160 pp.

(8) Thorne, D. W., and H. B. Peterson (1954) Irrigated Soils. Garden City, N.Y.: Country Life Press.