دراسات عن وسائل فصل المجمعات الكبرى والصغرى فى الأراضى المختلفة وأنسب طريقة لتقديرها

لفضيلة المرحوم الدكتور أمين أحمد عبد البر ، والمهندس الزراعى إسماعيل رأفت
والدكتور جرجس وفائيل فهمى ، والمهندس الزراعى عبد الغنى محمد عبد الغنى ، والمهندس الزراعى أحمد محمود ابراهيم

مقدمة

البناء الأرضى له أهمية بالنسبة للمشتغلين بعلوم الأراضى ، لأنه المحصلة النهائية لفعل خواص الأرض جميعها ، وما يتبع ذلك من أثر على القدرة الإنتاجية . فأساس حالة البناء الأرضى (soil structure) قائم على تجمع الأرض (soil aggregation) ودرجة ثبات حبيباتها المتجمعة ، ووحدة البناء عبارة عن النسبة المئوية للحبيبات المتجمعة ، سواء أكانت هذه الحبيبات رملا أو سلتا أو طينا — لأن التجميع يرجع إلى لصق الحبيبات معا بمواد لاصقة معدنية أو عضوية الأصل . ويتوقف درجة ثبات هذه المجمعات (aggregates) إلى حد كبير على محتواها من الطين ونوعه وكربونات الكالسيوم والدبال والأملاح الذائبة الكلية ، وكذا الكتيونات المتبادلة . هذه العوامل تؤثر كثيرا على درجة مسامية الأرض وتهويتها والعلاقات المائية بها وأخيرا على درجة تماسكها ومقاومتها (consistency) .

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

● المهندس الزراعى اسماعيل رأفت : مدير قسم حصر الاراضى ، بوزارة الزراعة .

● الدكتور جرجس وفائيل فهمى : باحث بالادارة العامة للاراضى ، بوزارة الزراعة .

● المهندس الزراعى عبد الغنى محمد عبد الغنى : اخصائى بقسم حصر الاراضى ، بوزارة الزراعة .

● المهندس الزراعى أحمد محمود ابراهيم : اخصائى بقسم حصر الاراضى ، بوزارة الزراعة .

المصطلح علميا أن يطلق اسم مجمعات كبرى (macro) على تلك التى قطرها المكافىء > ٠,٢٥ مم، ويطلق اسم مجمعات صغرى (micro) على تلك التى قطرها المكافىء < ٠,٢٥ مم .

ولعل أبرز صفات تجمعات الأرض هى مدى مقاومتها للتفكيك بفعل الماء (resistance to peptization) وقد تبين أن المجمعات ذات القطر من ١ — ٣مم والتى تقاوم التفكيك بالماء هى التى تلعب الدور الرئيسى فى تكييف الخواص الطبيعية للأراضى .

وتسير طرق دراسة بناء الأرض حاليا على تقدير النسبة المئوية للمجمعات الثابتة بالنخل الجاف والنخل المبتل (dry and wet sieving) مع تقدير ما يسمى معامل البناء الأرضى (soil structure factor) حسب طريقة (Lemmermann) الأصلية والمعدلة بواسطة فتحى (١٩٥٨ — ١٩٦١) وتسمية معامل البناء الأرضى مضللة وتعطى المعنى غير المقصود ، والأفضل أن تسمى معامل التجمع فى الأرض (soil aggregation factor) إذ أنه يبين درجة تجمع حبيبات الأرض دون التعرض لحالة بنائها بمعناه الحرفى (نظام تجاور الحبيبات الأرضية بالنسبة لبعضها) . ويتناول هذا البحث التعديلات المقترحة على طريقة التقدير القديمة حتى تتمشى مع التسمية الصحيحة لها وحتى تعطى نتائج أقرب إلى الواقع .

وقد شملت الطريقة المقترحة الآتى :

(١) تقدير مجمعات التربة المختلفة فى الحالة الجافة .
(٢) تقدير مجمعات التربة المختلفة المقاومة للتفكك تحت تأثير الماء .
(٣) تقدير المجمعات الصغرى الكلية الداخلة فى بنـــاء التربة والمقاومة للتفكك بالماء .
(٤) تقدير معامل تجمع التربة .

التجارب العملية

تنقسم هذه التجارب إلى ما يأتى :

أولا — تقدير مجمعات التربة المختلفة فى الحالة الجافة :

يجرى هذا التقدير على التربة بحالتها الطبيعية دون هدم بنائها ، أى بدون طحن ونخل العينة فى المعمل بطريقة النخل الجاف على مجموعة مناخل خاصة تتكون عادة من سبعة مناخل مختلفة ذات ثقوب قطر : ١٠ ، ٥ ، ٣ ، ٢ ، ١ ، ٥و٠ ، ٢٥و٠ مم ، وفى هذه الحالة يمكن الحصول على ٨ مجموعات من المجمعات الكبرى : أكبر من ١٠مم، ١٠ — ٥ مم ، ٥ — ٣ مم ، ٣ — ٢ مم ، ٢ — ١ مم ، ١ — ٥و٠ مم، ٥و٠ — ٢٥و٠ مم، والمجمعات الصغرى (< ٢٥و٠مم) كوحدة واحدة . ولإجراء التقدير يتبع ما يأتى :

(١) يوزن نحو ٥٠٠ جرام من التربة الجافة هوائيا بحالتها الطبيعية على الميزان العادى بعد استبعاد الشعيرات الجذرية وبقايا النباتات والشوائب الأخرى .

(٢) تنخل العينة بعد تقسيمها إلى أجزاء كل جزء منها يتراوح بين ١٠٠ — ٢٠٠ جرام بواسطة مجموعة المناخل سابقة الذكر مع وضع الغطاء والقاعدة لتجنب الفقد أثناء النخل الجاف ، ويحسن تفكيك المجمعات الكبيرة برفق بواسطة الأصابع ، وينقل المتبقى على كل منخل على حدة إلى جفنة صينى معلومة الوزن حتى تمام النخل .

(٣) توزن كل مجموعة فى الحال، وتحسب نسبتها فى المائة من الأرض المجففة هوائيا، ويحتفظ بمجموعات المجمعات المختلفة كل على حدة لاستخدامها فى التقدير التالى لمعرفة قوة مقاومتها للتفكك تحت تأثير الماء عليها .

ويبين الجدول (١) نتائج إجراء هذا التقدير على عينات من أراضى وادى النيل عند مركز ادفو .

جدول (١)

النسب المئوية لنتائج تقدير مجمعات التربة المختلفة فى حالة الجفاف على عينات من أراضى وادى النيل عند مركز أدفو

رقم العينة	رقم القطاع	العمق سم	أكبر من ١٠ مم	١٠ — ٥ مم	٥ — ٣ مم	٣ — ٢ مم	٢ — ١ مم	١ — ٠,٥ مم	٠,٥ — ٠,٢٥ مم	أقل من ٠,٢٥ مم
٣٨	١٥	٠ — ٢٠	٤٨,٦٩	٢٧,٥٢	١٣,٨١	٥,٩٥	١,٦١	١,٣١	٠,٢١	٠,٩١
٤٠		٤٠ — ٦٠	٤١,٧٦	٢٨,٤٧	١٥,٨٨	٧,٦٩	١,٧٠	٢,٢٠	٠,٥٠	١,٨٠
٤٢		٨٠ — ١٠٠	١٦,١٢	٣٣,٦٧	١٣,٩٩	١٤,٥٠	٤,١٦	١٠,٣٤	١,٦٢	٥,٥٨
٤٤		١٢٠ — ١٤٠	٢٦,٥٣	٢٨,٨٤	١٩,٥٠	١٢,٧٦	٣,٠٢	٤,٩٣	٠,٩١	٣,٥٢
٤٦		١٦٠ — ١٨٠	٣٩,٢٨	٢٩,٢٦	١٦,٨٣	٩,٠٢	٢,٠٠	٢,٢٠	٠,٤٠	١,٠٠
٤٨	١٦	٠ — ٢٠	٥٧,٣٣	١٥,٠٦	١٠,٢٤	٥,٦٢	١,٣١	٤,٥٢	٢,٥١	٣,٤١
٥٠		٤٠ — ٦٠	٧٤,٥٨	١٢,٨٠	٨,٢١	٢,٩٠	٠,٤٠	٠,٦٠	٠,٢٠	٠,٣٠
٥٢		٨٠ — ١٠٠	٥٤,١٥	٢٠,١٨	١١,٩٩	٧,٧٩	١,٦٠	٢,٤٠	٠,٧٠	١,٢٠
٥٤		١٢٠ — ١٤٠	٦٤,١٧	١٤,١٧	١١,٩٨	٥,٨٩	١,٢٠	١,٢٠	٠,٦٠	٠,٨٠
٥٦		١٦٠ — ١٨٠	٥٦,٨٠	٢١,٥٠	١٠,٨٠	٦,٠٠	١,٣٠	١,٤٠	٠,٥٠	١,٧٠

ثانيا — تقدير مجمعات التربة المقاومة للتفكك تحت تأثير الماء :

يجرى هذا التقدير على التربة بحالتها الطبيعية أيضا ، ولكن بطريقة النخل المبتل ، مع الاكتفاء بخمسة مناخل فقط من المجموعة سابقة الذكر ذات أقطار ٣ ، ٢ ، ١ ، ٠,٥ ، ٠,٢٥ مم، وفى هذه الحالة نحصل على ٦ مجموعات من المجمعات المقاومة للتفكك تحت تأثير الماء أكبر من ٣ مم ، ٣ — ٢ مم ، ٢ — ١ مم ، ١ — ٠,٥ مم ، ٠,٥ — ٠,٢٥ مم، وأقل من ٠,٢٥ مم. يجرى التقدير كما يأتى :

(١) يوزن ٥٠ جم من التربة الجافة هوائيا بحالتها الطبيعية ويفضل أخذ هذا الوزن من مجموعات مجمعات التربة المتحصل عليها بالنخل الجاف ، وذلك بأن يوزن على الميزان العادى وزن من كل مجموعة يعادل نصف النسبة المئوية لهذه المجموعة فى العينة مع استبعاد المجمعات أقل من ٠,٢٥ مم التى ستمر خلال ثقوب جميع المناخل المستخدمة ، فمثلا إذا كانت المجمعات ذات قطر < ١٠ مم تمثل ١٥ ٪ من التربة فيوزن منها ٧,٥ جم ، وإذا كانت نسبة المجمعات ذات القطر ١٠ — ٣ مم هى ١٢,٤ ٪ من التربة فيوزن منها ٦,٢ جم . وهكذا توخذ وزنات من كل مجموعة من المجمعات على حدة عدا المجمعات < ٠,٢٥ مم وتخلط جميعها جيدا ويكون وزن المخلوط الفعلى المتحصل عليه < ٥٠ جم بمقدار نصف النسبة المئوية للمجمعات الأقل من ٠,٢٥ مم، ولكن عند حساب النتائج يعتبر هذا الوزن مساويا ٥٠ جم بالضبط.

(٢) ينقل الوزن إلى مخبار سعة لتر ، ثم تبلل التربة تدريجيا بسكب الماء بحذر على جدار المخبار حتى لا تتهدم مجمعات التربة ، ويستمر فى ذلك حتى تمام تشبع التربة بالماء وطرد الهواء كله الموجود فى فراغاتها . وتترك العينة المشبعة بالماء بالمخبار بحالة ساكنة لمدة ١٠ دقائق، ويكمل المخبار بالماء مع تحريكه قليلا قليلا لطرد بقايا هواء التربة.

(٣) يحكم سداد المخبار بغطاء من المطاط مع مراعاة خلوها بين الغطاء وسطح المعلق بالمخبار من الهواء ، ثم يقلب المخبار بسرعة وينتظر حتى تنتقل معظم التربة لأسفل، ثم يعدل المخبار ثانية ، وتكرر هذه العملية عشر مرات لضمان تمام تفكك المجمعات ضعيفة التماسك بالماء .

(٤) تصب محتويات المخبار فى الحال فوق مجموعة المناخل سالفة الذكر والمثبتة على الحامل الخاص بها والموضوعة داخل إناء زجاجى كبير مملوء بالماء[1] بحيث يعلو سطحه حافة المنخل العلوى بحوالى ١٠ سم ويكون ذلك بغمر فوهة المخبار داخل الماء أعلى المنخل العلوى ، ثم يزال غطاء المخبار تحت الماء فتنتقل التربة جميعها فوق المنخل العلوى . بعد تمام حجز المجمعات > ٢٥ر٠مم فوق المنخل يسد المخبار ثانيا متبقيا به جانب كبير من الحبيبات < ٢٥ر٠مم ويرفع من الإناء الزجاجى بحذر .

(٥) ترفع وتخفض مجموعة المناخل وهى مثبتة فى حاملها الخاص لمسافة نحو ٥ سم على ألا تخرج من الماء داخل الإناء ، وتكرر هذه العملية بسرعة من ١٠ إلى ١٥ مرة[2] حتى يسمح بمرور وتوزيع الحبيبات خلال ثقوب المناخل مختلفة الأقطار بإحكام .

(٦) تنقل مجمعات التربة المتبقية على المناخل كل على حدة بالماء المقطر فى جفنة صينى معلومة الوزن ، وتترك حتى تروق محتويات الجفنة ثم يسكب الرائق ، وتوضع المجمعات على حمام مائى حتى تمام الجفاف .

(٧) توزن مجمعات التربة فى الحالة المجففة هوائيا ، وتحسب نسبتها فى المائة . أما النسبة المئوية للمجمعات الأقل من ٢٥ر٠ مم فتحسب من خارج طرح مجموع المجمعات > ٢٥ر٠ مم من ١٠٠

ويلاحظ أنه يؤثر على دقة التقديرين السابقين للمجمعات الكلية بالحالة الجافة والمجمعات المقاومة للتفرفة بالماء أن تحتوى التربة على نسبة مرتفعة من الحبيبات > ٢٥ر٠ مم (الحصى والرمل وكسر الأحجار) فهى تبقى على المناخل مع المجمعات وتزيد نسبتها الحقيقية . وفى هذه الحالة يجب طحن كل مجموعة بعد وزنها فى هاون صينى ، وتغسل التربة على منخل ٢٥ر٠ مم بالماء المقطر حتى تمام التخلص من الجزيئات < ٢٥ر٠ مم ، ثم يجفف المتبقى على المنخل من رمل أو كسر أحجار

---

(١) يمكن استخدام ماء الصنبور بدلا من الماء المقطر لان ذلك لن يؤثر على دقة التقدير بدرجة تذكر .

(٢) من التجربة تعتبر ١٠ مرات كافية للمجمعات > ٣مم ، ٣ — ٢ مم يرفع بعدها المنخلان العلويان ، ثم تكرر العملية خمس مرات أخرى على المناخل الاخرى الحاملة لباقى المجمعات .

ويوزن ويطرح من الوزن الكلى للمجموعة ، فينتج الوزن الحقيقى لكل من المجمعات المختلفة . واكتفى فى هذه العملية بتقدير المجمعات الكبرى المقاومة للتفرقة بالماء والتى قطرها > ٠,٢٥ مم على أساس أنها هى التى تلعب الدور الأول فى بناء التربة ، وفى تحديد خواصها الطبيعية. ولكن فى حالة ما إذا تطلب الأمر تقدير مجمعات التربة الكلية أى الكبرى + الدقيقة المقاومة للتفرقة بالماء ، فلتقدير الأخيرة تؤخذ وزنة أخرى تنقل إلى مخبار سعة لتر مم تبلل بالماء تدريجيا ، وبعد أن تترك ساكنة لمدة ١٠ دقائق يكمل المخبار بالماء إلى لتر ، ويقفل المخبار ويرج بنفس الطريقة المتبعة فى تقدير المجمعات الكبرى المقاومة للتفرقة بالماء وتنقل محتويات المخبار إلى مخبار آخر سعة لتر مارة خلال منخل قطر ثقوبه ٠,٢٥ مم يحجز فوقه جميع المجمعات > ٠,٢٥ مم والتى سبق تقديرها . وتقدر المجمعات < ٠,٢٥ مم بنفس الطريقة المتبعة لإجراء التحليل الميكانيكى بالماصة (طريقة Robinson) ولكن بدون أية معاملة كيماوية للتفرقة .

ويبين الجدول (٢) نتائج إجراء هذا التقدير على بعض العينات من أراضى وادى النيل عند مركز أدفو .

ثالثا — تقدير المجمعات الدقيقة الكلية الداخلة فى بناء التربة والمقاومة للتفرقة بالماء :

يجرى هذا التقدير على التربة المجففة هوائيا بعد طحنها فى هاون صينى له يد مغطى طرفها بكاوتشوك ، ونخلها فى منخل ذى ثقوب ١ مم للاستدلال على مقدار المجمعات الدقيقة الكلية الأكثر مقاومة للتفرقة بالماء والتى تدخل فى تركيب المجمعات الأكبر ، وتقدر فى هذه الحالة مجمعات التربة > ٠,٢٥ مم ، ٠,٢٥ — ٠,٠٥ مم ، ٠,٠٥ — ٠,٠١ مم ، ٠,٠١ — ٠,٠٠٥ مم ، ٠,٠٠٥ — ٠,٠٠١ مم أقل من ٠,٠٠١ مم . ولإجراء التقدير يتبع ما يأتى :

(١) يوزن بالضبط وزنا يتراوح بين ١٠ — ١٥ جم من التربة المجففة هوائيا والمصحونة فى هاون صينى ذى يد طرفها مغطى بكاوتشوك ، والمارة خلال منخل ذى ثقوب ١ مم ، ويصل الوزن إلى ٣٠ جم كلما خف قوام التربة .

جدول (٢)

النسب المئوية لنتائج تقدير مجمعات التربة المختلفة المقاومة للتفكك تحت تأثير الماء على عينات من أراضى وادى النيل عند مركز ادفو

رقم العينة	رقم القطاع	العمق سم	أكبر من ٣مم	٣ — ٢ مم	٢ — ١ مم	١-٥و٠ مم	٥و٠ - ٢٥و٠مم	أقل من ٢٥و٠مم
٣٨	١٥	صفر — ٢٠	١٤	١٠	٥	٨	١٣	٥٠
٤٠		٤٠ — ٦٠	١٥	٩	٣	٣	٤	٦٦
٤٢		٨٠ — ١٠٠	٢٣	٦	٤	٤	٤	٥٩
٤٤		١٢٠ — ١٤٠	١٦	٨	٣	٣	٤	٦٦
٤٦		١٦٠ — ١٨٠	٦	١٢	٣	٣	٥	٧١
٤٨	١٦	صفر — ٢٠	٢٦	٩	٥	١١	١٢	٣٧
٥٠		٤٠ — ٦٠	٢٢	١٤	٦	٢٢	١١	٢٥
٥٢		٨٠ — ١٠٠	٧	١٧	٤	١٨	١٢	٤٢
٥٤		١٢٠ — ١٤٠	٩	١٦	٤	٩	٩	٥٣
٥٦		١٦٠ — ١٨٠	١٧	١٣	٣	٣	٤	٦٠

(٢) ينقل الوزن إلى زجاجة رج سعة ٥٠٠سم٣، ويضاف اليها نحو ٢٥٠سم٣ ماء مقطر، وتترك لمدة ٢٤ ساعة بعد تغطيتها .

(٣) ترج محتويات الزجاجة على جهاز رج أفقى لمدة ساعتين بسرعة حوالى ٢٠٠ رجة فى الدقيقة .

(٤) تنقل العينة إلى منخل ٠,٢٥ مم مثبت فوقه قمع كبير موضوع على فوهة مخبار سعة لتر . تغسل التربة على المنخل بالماء المقطر حتى يصبح ماء الغسيل رائقا .

(٥) تنقل المجمعات < ٠,٢٥ مم والمتبقية على المنخل إلى جفنة صينى مثبتة الوزن على ١٠٥°م . وبنتظر حتى ترسب المجمعات فى القاع ثم يسكب الرائق فوقها وتبخر على حمام مائى ، ثم تجفف فى فرن تجفيف على درجة ١٠٥°م لمدة ٣ ساعات .

(٦) تبرد فى مجفف وتوزن وتكرر عملية التجفيف فى الفرن حتى ثبات الوزن، تحسب النسبة المئوية للمجمعات الأكبر من ٠,٢٥ مم بعد فصل جزئيات الرمل وكسر الأحجار إذا وجدت بنسبة كبيرة واضحة بالطريقة السابقة الذكر واستبعاد وزنها .

(٧) فى حالة عينات الأراضى غير الملحية يكمل المخبار إلى حجم لتر بالماء المقطر ، أما فى الأراضى الملحية والقلوية فيجب استخدام مستخلص مائى لنفس التربة بدلا من الماء المقطر[١] فى هذه العملية وكذا عملية غسيل المجمعات فوق المنخل ٠,٢٥ مم فى الخطوة رقم (٤) وذلك على أساس أن استخدام الماء المقطر فى مثل هذه الحالة قد يعمل على هدم الحبيبات المجمعة الدقيقة وتفرقتها ، وبالتالى زيادة نسبة جزئيات الطين عديمة البناء كما دلت نتائج دراسات Bourdelle سنة ١٩٣٢ ، Makarova سنة ١٩٣٩ . ويفضل أن يحضر المستخلص بنسبة ١ : ٢٥ مع سلوك نفس الظروف المتبعة فى عملية تقدير المجمعات ، فلتحضير لتر من المستخلص يترك ٤٠ جم من التربة المنخولة بمنخل ١ مم مع لتر ماء مقطر فى زجاجة رج لمدة ٢٤ ساعة، ترج بعدها على جهاز رج أفقى لمدة ساعتين بسرعة حوالى ٢٠٠ رجة فى الدقيقة ، ثم يرشح المستخلص ويستخدم فى جميع الخطوات السابقة بدلا من الماء المقطر .

(٨) يرج المخبار وتقدر المجمعات الدقيقة المختلفة الأقطار بنفس الطريقة والكيفية المتبعة لإجراء التحليل الميكانيكى باستخدام الماصة ، ولكن دون عمل تفرقة أو إجراء أى معاملة كيماوية[٢] .

---

(١) تستخدم أحيانا محاليل ملحية فمثلا استخدم Demolon & Henin سنة ١٩٣٦ محلول كا (ن ام)٢ ولكن هذا المحلول يعمل عادة على تجمع معلق التربة حسب رأى Katchenskei

(٢) طريقة التحليل الميكانيكى للمؤلفين المنشورة فى مجلة « الفلاحة » بالعدد السادس (نوفمبر — ديسمبر سنة ١٩٦٤) .

ويلاحظ أن الوزن النوعى وبالتالى سرعة سقوط الحبيبة المجمعة ينقص قليلا عن سرعة سقوط الحبيبات الميكانيكية ذات نفس القطر المكافىء لوجود فراغات بينية فى الحبيبات المجمعة تمتلىء بالماء أثناء العملية ، ولذلك فينصح باتباع المدد المذكورة فى الجدول (٣) والتى تؤخذ بعدها العينة بعد رج المعلق وعند الوقت المعين لغمس الماصة إليه مع مراعاة ألا يغيب عنا أنه سوف يسقط مع الحبيبات المجمعة حبيبات التركيب الميكانيكى المفردة ذات سرعة السقوط المتكافئة ، مما يقلل دقة الأخذ بهذا الجدول أيضاً بعض الشىء خصوصا فى الأراضى خفيفة القوام وفى هذه الحالة من الممكن اتباع الجدول (٤) الخاص بالتحليل الميكانيكى دون الوقوع فى خطأ كبير .

ويبين الجدول (٥) إجراء هذا التقدير على عينات أراضى وادى النيل عند مركز أدفو .

رابعا — تقدير معامل تجمع التربة :

أكثر الطرق المعروفة لتقدير درجة تجمع التربة وأكثرها انتشارا هى طريقة Lemmerman (سنة ١٩٣٠) وهى خاصة بتقدير ما يسمى معامل بناء التربة soil structure factor والتى عدلها فتحى (سنة ١٩٥٨) ويفضل تسمية هذا المعامل بمعامل تجمع التربة soil aggregation factor وهو يساوى نسبة تجمعات الطين الثابتة فى الماء إلى تلك غير الثابتة ، والتى تتفكك عند رجها فى الماء إلى حبيباتها الأولية المفردة محسوبا فى المائة أى أن النسبة المئوية للطين المتجمع إلى الطين الكلى . ولتقدير هذا المعامل تقدر النسبة المئوية للطين الكلى بطريقة التحليل الميكانيكى العادية بالماصة بعد عمل تفرقة تامة للعينة باكسالات ايثيوم ، وتقدر النسبة المئوية للطين غير المتجمع (الحبيبات المفردة غير الداخلة فى تركيب تجمعات التربة) ولكن دون أى معاملة كيماوية أو عمل أية تفرقة ، وبعبارة أخرى دون هدم تجمعات التربة الطبيعية . فيكون معامل البناء عبارة عن :

$$\frac{\text{النسبة المئوية للطين الكلى} - \text{النسبة المئوية لحبيبات الطين المفردة}}{\text{النسبة المئوية للطين الكلى}} \times ١٠٠$$

جدول (٣)

وقت أخذ العينة والعمق الذى تغمس إليه الماصة بالنسبة
لدرجات الحرارة للأراضى ذات الوزن النوعى ٢٫٦

قطر المجمعات	عمق أخذ	الوقت الذى تؤخذ بعده العينة بعد رج المعلق عند درجات			
مم	العينة	١٥° م	٢٠° م	٢٥° م	٣٠° م
٠٫٠٠٥ وأقل	٢٥ سم	٣ق ٤٩ث	٣ق ٢٠ث	٢ق ٥٧ث	٢ ق ٣٨ث
٠٫٠٠١ وأقل	١٠ سم	٣٨ق ٦ث	٤٣ق ٣٠ث	٢٩ق ٤٠ث	٢٦ق ٣٠ث
٠٫٠٠٠٥ وأقل	١٠ سم	٢ت ٣٢ ق	٢ت ١٣ق	١ت ٥٩ق	١ت ٤٦ق
٠٫٠٠٠١ وأقل	٧ سم	٦٣ت ٢٩ ق	٥٥ت ٤٢ق	٤٩ت ٢٠ق	٤٣ت ٦ق

ومن الملاحظ أن هذا المعامل لا يبين حجوم مجمعات التربة ، ولكنه يوضح فقط نسبة الطين المتجمع فى التربة ، أى نسبة الطين الداخل فى تركيب المجمعات المختلفة مما يجزم بتسميه هذا المعامل بمعامل بناء (أو تجمع) الطين clay structure factor وأنه يمكن إيجاد معامل لتجمع السلت وآخر للرمل الناعم وهكذا . يمكن زيادة الاستفادة من هذا المعامل إذ كان مدلوله هو درجة تماسك المجمعات وقوة ثباتها تحت معاملات خاصه، وذلك بعمل مقارنات لقيمة المعامل فى الظروف المختلفة التى تتعرض لها عينه التربة. فمثلا عند تقدير المعامل بدون أية معاملة كيماوية والاقتصار على عمل معلق فى الماء المقطر والرج بالأيدى ، أو باتباع نفس الظروف السابقه مع الرج فى جهاز الرج لمدة طويلة، أو تقدير المعامل بعد رج المعلق لمدة طويلة والغليان لمدة معينة أو فى حالة غسيل الأملاح من العينة والتخلص منها تماما ، أو فى حاله إضافة مستخلص مائى لنفس التربة مع عدم غسيل الاملاح ، أو بعد التخلص من كربونات الكالسيوم بالغسيل بحامض يدكل مخفف مثلا ، أو بعد التخلص من المادة العضويه وهكذا ، فبذلك يكون هذا المعامل أكبر فائدة منه بتقدير نسبة الطين المتجمع فقط .

جدول (٤) الزمن الذى تؤخذ بعده العينات والعمق الذى تغمس اليه الماصة بالمعلق بالنسبه للوزن النوعى للجزيئات ودرجة الحرارة

قطر الجزيئات بالمليمتر	العمق الذى تغمس اليه الماصة لأخذ العينة	الوزن النوعى للجزيئات	الوقت الذى تؤخذ بعده العينة بعد الانتهاء من رج المعلق بالنسبة لدرجات الحرارة المختلفة											
			١٠°			١٥°			٢٠°			٢٥°			٣٠°		
			ت	ق	ث	ت	ق	ث	ت	ق	ث	ت	ق	ث	ت	ق	ث
٠,٠٠٥ فأقل	٢٥ سم	٢٫٥		٢	٣٩		٢	١٩		٢	٣		١	٤٨		١	٣٧
		٢٫٦		٢	٢٥		٢	١٠		١	٥٥		١	٤٢		١	٣٢
		٢٫٧		٢	٢٠		٢	٣		١	٤٩		١	٣٦		١	٢٦
٠,٠١ فأقل	١٠ سم	٢٫٥		٢٦	٣١		٢٣	١٢		٢٠	٣١		١٨	٠٦		١٦	١٤
		٢٫٦		٢٤	٥٢		٢١	٤٥		١٨	١٤		١٧	٠٧		١٥	١٦
		٢٫٧		٢٣	٢٤		٢٠	٢٨		١٨	٦		١٥	٥٨		١٤	٢٠
٠,٠٠٥ فأقل	١٠ سم	٢٫٥	١	٤٦	٥	١	٣٢	٤٨	١	٢٢	١	١	١٢	٢٢	١	٤	٥٨
		٢٫٦	١	٤٠		١	٢٧		١	١٧		١	٨	٢٤	١	١	
		٢٫٧	١	٣٣	٣٨	١	٢١	٥٤	١	١٢	٢٤	١	٣	٥٣	١	٥٧	٢٠
٠,٠٠١ فأقل	٧ سم	٢٫٥	٣٠	٥٧		٢٧	٤		٢٣	٥٦		٢١	٥		١٨	٥٥	
		٢٫٦	٢٩	١		٢٥	٢٥		٢٢	٣٨		١٩	٥٩		١٧	٥٠	
		٢٫٧	٢٧	١٨		٢٣	٥٣		٢١	٧		١٨	٣٨		١٦	٤٣	
٠,٠٠٢ فأقل	٧ سم	٢٫٥	٣٢ يوم ١٫١١ ت			٢٨ يوم ٦٫١٥ ت			٢٤ يوم ٩٫٢٣ ت			٢٢ يوم ٣٫٦ ت			١٠ يوم ٣٫٢٣ت		
		٢٫٦	٣٠ « ٤٫٥ «			٢٦ « ٥٫١٥ «			٢٣ « ١٠٫٨ «			٢٠ « ١٨٫٨ «			١٨ « ٦٫١٥ «		
		٢٫٧	٢٨ « ٦٫١٥ «			٢٤ « ٨٫٢١ «			٢١ « ١٥٫٢ «			١٩ « ٣٫١٠ «			١٧ « ٥٫١٠ «		

جدول (٥)

النسبه المئويه لنتائج تقدير المجمعات الصغرى الكلية والداخلة فى بناء التربة العام المقاومة للتفكك تحت تأثير الماء على عينات من أراضى وادى النيل عند مركز ادفو

رقم العينة	رقم القطاع	العمق سم	أكبر من ٠,٢٥ مم	٠,٢٥ — ٠,٠٥ مم	٠,٠٥ — ٠,٠١ مم	٠,٠١ — ٠,٠٠٥ مم	٠,٠٠٥ — ٠,٠٠١ مم	أقل من ٠,٠٠١ مم
٣٨	١٥	٠ — ٢٠	٤,٥٤	١٧,٢١	٢٨,٦٠	٤,٩٠	٢٤,٢٥	٢٠,٥٠
٤٠		٤٠ — ٦٠	١,٦٧	١٤,٨٣	٣٤,٢٥	٧,٧٥	١٥,٥٠	٢٦,٠٠
٤٢		٨٠ — ١٠٠	١,٨٤	٤٦,٩١	٢٤,٢٥	٣,٢٥	٨,٧٥	١٥,٠٠
٤٤		١٢٠ — ١٤٠	٣,٠٣	٣٠,٩٧	٢٩,٥٠	٣,٧٥	١٣,٢٥	١٩,٥٠
٤٦		١٦٠ — ١٨٠	٢,٦٣	٢٤,٨٧	٢٠,٥٠	٨,٠٠	٢٠,٢٥	٢٣,٧٥
٤٨	١٦	٠ — ٢٠	٧,٧٤	٣٠,٥١	١٥,٤٠	٥,١٠	١٩,٣٥	١٦,٩٠
٥٠		٤٠ — ٦٠	٢,٥٦	٢٤,٤٤	١٤,٧٥	٥,٣٥	٢٤,٨٠	٢٨,١٠
٥٢		٨٠ — ١٠٠	٣,١٠	٢٣,٦٥	١٨,٧٥	٤,٠٠	٢٧,٥٠	٢٣,٠٠
٥٤		١٢٠ — ١٤٠	٤,٢٥	٣٣,٠٠	١٤,٠٠	٢,٥٥	٢٢,٢٠	٢٤,٠٠
٥٦		١٦٠ — ١٨٠	٦,٩٠	٣٩,٦٠	١٩,٨٥	٢,١٥	٨,٥٠	٢٣,٠٠

ولما كان المتبع لتحضير معلق التربة لتقدير نسبة حبيبات الطين المفردة أن تغسل من الأملاح الذائبة بالماء المقطر حتى تصير العينة خالية منها تماما ، فمن الأفضل اتباع العكس وهو ضرورة الحرص على بقاء هذه الأملاح بالمعلق حتى لاتهدم بعض المجمعات إلى حبيباتها المفردة وبالتالى تزيد نسبه الطين غير المتجمع فى المعلق، وينصح باستخدام مستخلص مائى لنفس التربة (بنسبة ١ : ٢٥) لتحضير المعلق بدلا من الماء المقطر بالإضافة إلى عدم غسيل الأملاح من العينة ، وذلك للمحافظة على بناء بعض المجمعات دون تفرقة كما سبق ذكره فى التقدير السابق .

ولإجراء التقدير بعد إدخال التعديلات المقترحة يتبع ماياتى :

أولا — تقدير الطين الغروى الكلى فى الأرض :

تقدر نسبة حبيبات الطين الغروى الكلى ذات القطر المكافىء < ٠,٠٠١ مم وذلك بطريقة الماصة ، وإن كان يفضل اتباع طريقة التحليل الميكانيكى المقترحة للمؤلفين حيث إنها تعطى تفرقة للمجمعات بدرجة قصوى مع ضمان عدم حدوث هدم لمعادن الطين .

(١) يؤخذ قدر من التربة المجففة هوائيا يتراوح بين ١٠٠ — ١٥٠ جم ويطحن على دفعات فى هاون ذى يد مغطاة الطرف بالمطاط ، ثم تنخل فى منخل سعة ثقوبه ١ مم . تبسط العينة المنخولة على لوح زجاجى وتقسم إلى عشرة أقسام مربعة متساوية تقريبا . ثم يؤخذ من كل مربع مقدار من التربة بملعقة وتخلط جميعا جيداً .

(٢) يوزن من العينة المتجانسه مقدار يختلف حسب قوام التربة ، ففى الأراضى الثقيلة تكون فى حدود ١٠ — ١٥ جم ، وفى الأراضى الخفيفة قد يصل مقدار الوزنة اللازمة لتحضير المعلق إلى ٢٥ — ٣٠ جم ، على أن يكون الوزن مقربا إلى الرقم العشرى الأول .

(٣) تنقل العينة إلى طبق صينى نظيف ويختبر احتواء العينة على كربونات الكالسيوم ببضع نقط من حامض أيدروكلوريك ١٠ ٪ فى الأراضى الكربوناتية

شديدة الفوران تعامل العينة بحامض ايدروكلوريك ٢,٠ أساسى بإضافة الحامض على دفعات حتى تمام انتهاء الفوران مع مراعاة أنه فى حالة احتواء العينة على مقدار كبير من الكربونات قد لايحدث فوران أثناء المعاملات المتتالية بحامض يد كل ٢,٠ أساسى ، بالرغم من أنه قد تكون العينة مازالت غنية بكربونات الكالسيوم وفى هذه الحالة الأخيرة ينقل الرائق فوق العينة من الطبق إلى ورقة الترشيح على القمع ، ومن جديد تعامل العينة المتبقية فى الطبق بالحامض ، وهكذا تكرر عملية الترويق والسكب Decantation حتى تمام التخلص من الكربونات (هدمها بالحامض) أما العينات غير الكربوناتية التى لاتحدث فورانا مع حامض يد كل ١٠ ٪ فتبلل فقط بحامض الأيدروكلوريك ٠,٠٥ أساسى .

(٤) تنقل العينة من الطبق إلى قمع الترشيح باستخدام حامض ايدروكلوريك ٠,٠٥ أساسى موضوع فى دوق غسيل وتغسل العينة على ورقة الترشيح بالحامض حتى تمام التخلص من الكالسيوم تغسل العينة بالماء المقطر حتى التخلص من الكلوريد ، ولكن إذا تعكر المترشح توقف عملية الغسيل بالماء المقطر بالرغم من احتواء العينة على بعض الكلوريد منعا لخروج الغرويات خلال ورقة الترشيح نتيجه التفكك بالماء .

(٥) بعد تمام الغسيل تنقل العينة من ورقة الترشيح بالماء المقطر إلى دورق مخروطى سعة ٧٥٠ سم مثبت عليه قمع ترشيح وتغسل ورقة الترشيح حتى تصبح نظيفه تماما مع عصرها بأصابع اليد ، يكمل الحجم فى الدورق المخروطى حتى نحو ٢٥٠ سم٣ . يضاف حجم من الصودا الكاوية (س) يكافىء السعة التشبعية (C.E.C.) للتربة (حوالى ٤ سم٣ فى حالة الأراضى الطينية) . تترك محتويات الدورق لمدة ساعتين مع الرج باليد كل ١٥ دقيقه، ثم يسخن معلق التربة حتى الغليان بعد تغطية الدورق بسداد مثبت فى وسطه أنبوبة زجاجية بطول حوالى ٥٠ سم وقطر حوالى ١,٥ سم تعمل كمكثف عاكس، ويستمر فى الغليان لمدة ساعة على أن يكون الغليان بسيطا حتى لاتعلو محتويات الدورق فى أثناء الغليان إلى طرف أنبوبة المكثف المثبته بالسداد .

(٦) تبرد محتويات الدورق تحت ماء الصنبور وتنقل إلى مخبار سعة لتر

ويكمل بالماء المقطر حتى حجم لتر ، يقلب المعلق بواسطة محرك زجاجى طويل بنهايته قرص من المطاط به ثقوب تخفض وترفع الساق الزجاجية عددا ثابتا من المرات لفترة ثابتة من الزمن (عشر مرات خلال دقيقة مثلا) . يترك المعلق بالمخبار ساكنا للفترات المحددة المدونة بالجدول (٤) حسب درجة الحرارة بالنسبة لحبيبات الطين الغروى < ٠٠١ و٠ مم .

(٧) تغمس الماصة الأتوماتيكية داخل المعلق للعمق المبين بالجدول بعد الزمن المحدد ويسحب حجم معين من المعلق (٢٠ — ٢٥ سم^{٣}) . يفضل أن تكون نهاية الماصة السفلية ذات ثقوب عديدة حولها فى مستوى واحد بدلا من ثقب واحد لضمان سحب العينة من العمق المحدد بالضبط دون حدوث أية دوامات بالمعلق ، ويفضل غمس الماصة فى المعلق للعمق المطلوب قبل الزمن المحدد لأخذ العينة بحوالى من ٥ — ١٠ ثوان . تسحب الماصة من المعلق بعد ذلك فى الحال ، وتصب محتوياتها فى زجاجة وزن أو كأس صغير أو بودقة ثابتة الوزن مع غسيل الماصة بالماء المقطر وإضافة ماء الغسيل للعينة المأخوذة . ثم تجفف وتوزن ويكرر ذلك حتى ثبات الوزن ، ومن هذا الوزن يحسب الطين < ٠٠١ و٠ مم ٪ .

ثانيا — تقدير الطين المفرد فقط :

فى هذه الحالة تقدر حبيبات الطين المفرد أى غير الداخلة فى تركيب تجمعات التربة ولكن دون معاملة العينة كيماويا ، أو التخلص من كربونات الكالسيوم أو الأملاح الذائبة أو عمل أى تفرقة كيماويا حتى تكون المجمعات بحالتها الطبيعية فى الأرض .

(١) تؤخذ وزنة من العينة المتجانسة مساوية لنفس الوزنة المأخوذة فى التقدير السابق .

(٢) تنقل الوزنة إلى زجاجة رج أو دورق مخروطى سعة ٧٥٠ سم^{٣} ويضاف اليها نحو ٢٥٠ سم^{٣} ماء مقطر وتترك لمدة ٢٤ ساعة فى مكان ساكن بعد تغطيتها بإحكام .

(٣) ترج محتويات الزجاجة فى جهاز رج أفقى لمدة ساعتين بسرعة حوالى ٢٠٠ رجة فى الدقيقة .

(٤) تنقل العينة إلى مخبار سعة لتر ويكمل بالماء المقطر حتى حجم لتر . ومن الضرورى فى حالة الأراضى الملحية والقلوية استخدام المستخلص المائى لنفس

التربة بدلا من الماء المقطر ، وذلك على أساس أن استخدام الماء المقطر فى مثل هذه الحالة يعمل على هدم بناء الحبيبات المجمعة وبالتالى زيادة نسبة حبيبات الطين المفردة عديمة البناء كما سبق ذكره .

(٥) يرج المعلق بالمخبار وتؤخذ العينة بالماصة الأوتوماتيكية بنفس الطريقة المتبعة فى تقدير الطين الكلى مع اتباع نفس الجدول (٤) وتوزن العينة ويحسب من الوزن الثابت نسبته إلى الطين المفرد ٪ . وأخيرا يحسب عامل بناء أو تجميع الطين (حسب Lemmermann) هكذا :

$$\frac{(\text{النسبة المئوية للطين الكلى} - \text{النسبة المئوية لحبيبات الطين المفردة})}{\text{النسبة المئوية للطين الكلى}} \times ١٠٠$$

ويبين الجدول (٦) نتائج إجراء هذا التقدير على عينات أراضى وادى النيل من مركز ادفو .

جـــدول (٦)

نتائج تقدير معامل تجمع التربة على عينات من أراضى وادى النيل عند مركز ادفو

رقم العينة	رقم القطاع	عمق العينة سم	معامل تجمع التربة
٣٨	١٥	٠ — ٢٠	٤٤,٢٢
٤٠		٤٠ — ٦٠	١٨,٧٥
٤٢		٨٠ — ١٠٠	١٧,٨١
٤٤		١٢٠ — ١٤٠	٢٥,٠٠
٤٦		١٦٠ — ١٨٠	٣٩,١٠
٤٨	١٦	٠ — ٢٠	٥٩,٢٨
٥٠		٤٠ — ٦٠	٣٩,٨٩
٥٢		٨٠ — ١٠٠	٥٠,٢٧
٥٤		١٢٠ — ١٤٠	٣٧,٦٦
٥٦		١٦٠ — ١٨٠	٨,٩٠

الملخص

روعى فى الدراسة المقترحة الربط بين التقديرات المباشرة المختلفة وبين بعضها بحيث تعطى صورة واضحة عن أحجام ودرجة تماسك مجمعات الأراضى المختلفة ، لما فى ذلك من علاقة وثيقة بخواص ومميزات الأراضى وقدرتها الإنتاجية ، كما روعى فى طرق إجراء هذه التقديرات تجنب حدوث أى هدم لمجمعات التربة أثناء تحضير المعلق ، حتى تكون دقة التقدير كاملة .

ويتضح أن طرق الدراسة السابقة كافية لإعطاء صورة جلية عن بناء الأرض، مع مراعاة سهولة وسرعة الأداء ، وعدم الحاجة لأدوات وأجهزة معقدة قد يصعب الحصول عليها فى أغلب الأحيان .

المراجع

(١) كاتشينسكى (١٩٥٨) تركيب الأراضى الميكانيكى والمجمعات الدقيقة وطرق دراستها أكاديميا العلوم ، موسكو (باللغة الروسية) .

(٢) أليكساندروفا ، نايدينوفا (١٩٥٧) دراسات معملية . تطبيقية لعلوم الأراضى موسكو (باللغة الروسية) .

(٣) أمين عبد البر ، جرجس روفائيل ، سعيد عبد الجواد ، ابراهيم شاكر (١٩٦٤) إجراء التحليل الميكانيكى فى الأراضى بطريقة معدلة . الفلاحة ، نوفمبر — ديسمبر .

(4) Demolon A. et Henin S. (1932): Recherches sur la structure des limons et la synthèse des agrégates. Bodenkund Forschungen, 3.