التحليل ألحجمي لدقائق للتربة(المحاضرة الثانية / العملي)
Soil Partical Analysis

التحليل الميكانيكي لتحديد نسجة التربة

ان نسجة التربة تعتمد بشكل اساسي على حجم دقائق التربة المعدنية ، وبالاستناد الى حجوم دقائق التربة فانه بالإمكان تصنيف الترب الى ثقيلة (عندما تكون نسبة الطين عالية) Clay Soilومزيجية (عندما تحتوي على نسبة عالية من الغرين) Loamy Soil والى تربة خفيفة (عندما تحتوي على نسبة عالية من الرمل) Sandy Soil.

فالتحليل الميكانيكي هو سلسلة من العمليات تجرى في المختبر لغرض فصل وتقدير نسب ومكونات التربة المختلفة والتي تشمل الرمل (Sand) والغرين (Silt) والطين (Clay) والهدف الأساسي من العملية هو لمعرفة نسجة التربة (Soil Texture) والتي لها تأثير على معدل وكيفية حدوث معظم التفاعلات الكيميائية والفيزيائية والحيوية في التربة مثل قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء اللازم لنمو النبات و معدل الغيض وكذلك على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية والسعة التبادلية الكاتيونية.

الأساس التي تبنى عليه عملية التحليل الميكانيكي تتلخص في ثلاث خطوات رئيسية هي:

1 –تفكيك تجمعات التربة وذلك بالقضاء على المواد اللاحمة والتي تشمل كلاً من المادة العضوية وكاربونات الكالسيوم والأملاح الذائبة واكاسيد الحديد والألمنيوم.

2 – إضافة العامل المفرق للحيلولة دون اتحاد الدقائق المفككة مرة اخرى، ويمكن الحصول على تفرقة تامة لحبيبات التربة في معلقاتها بطريقتين :

أ. تفرقة طبيعية : وتتم بعدة طرق منها الرج والغليان والغسيل

ب. تفرقة كيميائية : وتستخدم فيها مواد كيميائية تحتوي على أيون الليثيوم أو الصوديوم في صورة كاربونات أو اوكزالات أو هيدروكسيد أو صوديوم هكسا ميتا فوسفيت (الكالكون).

3 – فصل دقائق التربة حسب أقطارها أي عن طريق الانتشار Dispersion أو التجزئة Fractionation.

ومن أهم الطرق المستعملة في تقدير نسجة التربة هي :

(أولا) :الطرق اليدوية :

وهي التي تعتمد على حاسة اللمس في تقدير النسجة، وهي طرق حقلية تعتمد على الخبرة العملية الطويلة في الحقل وذلك بالاستناد الى درجة نعومة دقائق التربة حيث ان التربة الرملية تكون خشنة الملمس غير متماسكة تفتقر لحالة المطاطية واللزوجة، اما الغرينية ريشية الملمس وناعمة ومتوسطة التماسك تقاوم الهدم، والطينية تتصف بحالة اللزوجة Viscosity واللدونة Plasticity وناعمة الملمس. وهذه الطرق تكون تقريبية في تحديد نسجة التربة.

(ثانيا) : طرق الترسيب :

وهذه الطرق تستند الى قانون ستوك (Stocke’s Law) حيث ان معدل سرعة سقوط الدقائق خلال المعلق تتناسب طرديا مع أقطارها. الدقائق الكبيرة الحجم تسقط بصورة أسرع من الدقائق الصغيرة الحجم لذلك فانه بقياس الوقت الذي تستغرقه الدقائق خلال عملية السقوط في المعلق فانه بالإمكان تقدير حجومه. وبهذه الطريقة يمكن بواسطتها قياس حجوم دقائق التربة التي تقل اقطارها عن 2 ملم، اما الاقطار التي تزيد عن 2 ملم يمكن عزلها بواسطة المناخل.

ومن الطرق المهمة التي تعتمد على مبدأ الترسيب في تحديد نسجة التربة هي طريقة الهيدروميتر Hydrometer method وهي الاكثر شيوعا واستخداما.

تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الدقائق وفق التقسيم العالمي :

المفصولات	أقطار الدقائق (ملم)
الرمل	2 – 0,02 ملم
الغرين	0,02 – 0,002 ملم
الطين	أقل من 0,002 ملم

تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الدقائق وفق التقسيم الامريكي :

المفصولات	أقطار الدقائق (ملم)
رمل خشن جدا	2 – 1 ملم
رمل خشن	1 – 0,5 ملم
رمل متوسط	0,5 – 0,25 ملم
رمل ناعم	0,25 – 0,1 ملم
رمل ناعم جدا	0,1 – 0,05 ملم
غرين	0,05 – 0,002 ملم
طين	أقل من 0,002 ملم

طريقة الهيدروميتر Hydrometer method

الأساس النظري لهذه الطريقة مبني على أساس سرعة سقوط الحبيبات تحت تأثير قوى الجاذبية الأرضية، وفيها تقاس كثافة المعلق (معلق التربة) في أوقات معينة أثناء الترسيب

ويمكن حساب أوقات الترسيب باستخدام قانون ستوك (Stoke's Low) والذي ينص على أن سرعة ترسيب الدقائق الصلبة في سائل ما تحت تأثير الجاذبية الأرضية يتناسب طردياً مع مربع نصف قطر الدقيقة وعكسياً مع لزوجة السائل.

طريقة العمل :

1 – نأخذ (40 غم) تربة جافة هوائياً معلومة فيها نسبة الرطوبة وتزال منها المواد اللاحمة للحصول على دقائق التربة بصورة منفردة حيث يتم التخلص من المادة العضوية باستخدام بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتركيز 6 % ، أما كربونات الكالسيوم فتزال باستخدام حامض HCl ، أما الأملاح فيتم التخلص منها عن طريق الغسل بالماء المقطر.

2 – تنقل عينة التربة نقلاً كمياً إلى كأس الخلاط الكهربائي ويضاف حوالي 30 مل من المادة المفرقة الكالكون (0,5 والتي تحضر من إذابة 50 غم في 1 لتر من الماء مقطر)، مع ضبط الـ PH عند 8,5 ، ثم يضاف ماء مقطر إلى ثلاثة أرباع الكأس.

3 – نرج معلق التربة بواسطة الخلاط الكهربائي لمدة (15) دقيقة لإتمام عملية التفرقة.

4 – ننقل معلق التربة إلى اسطوانة زجاجية (Cylinder) حجم واحد لتر ويكمل بالماء المقطر إلى العلامة.

5 – نرج معلق التربة داخل الاسطوانة بصورة عمودية إلى الأسفل والأعلى بواسطة الـ (Plunger) عشرة مرات للحصول على محلول متجانس.

6 – بعد 40 ثانية من الانتهاء من عملية الرج ندخل المكثاف الى العالق ونأخذ القراءة الاولى (R1) وحسب التدرج الموجود على المكثاف وبنفس الوقت نأخذ درجة حرارة العالق بواسطة المحرار.
7– بعد مرور ساعتين تؤخذ القراءة الثانية للمكثاف (R2) وكذلك نأخذ درجة حرارة المعلق بواسطة المحرار.
ملاحظة :
قبل موعد القراءة بحوالي (15 ثانية) يغمر المكثاف في المعلق بهدوء حتى لا يحدث حركات او اهتزازات بحيث يثبت المكثاف عند فترة القراءة.
الحسابات :
تصحح قراءة الهيدروميتر حسب درجة حرارة المعلق حيث تضاف (0,3) إلى قراءة الهيدروميتر لكل درجة حرارة تزيد عن (19,4)، كذلك يطرح (0,3) من قراءة الهيدروميتر لكل درجة حرارةتقل عن (19,4)، لان قراءة الهيدروميتر معايرة على أساس درجة حرارة (19,4) لذا يجب تصحيح القراءة عند قياس كثافة معلق التربة عند أي درجة حرارة أخرى باستخدام المعادلة الآتية :

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف+[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

قراءة الهيدروميتر المصححة بعد 40 ثا = R1
(حيث يترسب الرمل أولا، لذلك تمثل القراءة اولا الطين والغرين لأنهما لا يزالان عالقين في المعلق ويؤثران على الهيدروميتر).

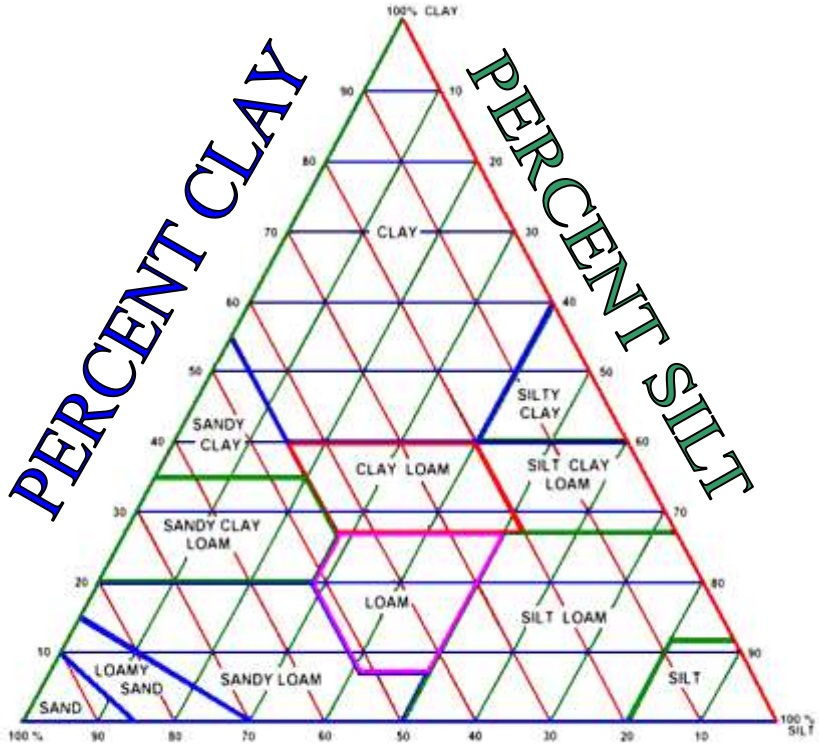
$$\%\ (\text{الطين + الغرين}) = R1 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

قراءة الهيدروميتر المصححة بعد ساعتين = R2
(حيث يترسب الرمل و الغرين، لذلك تمثل القراءة الثانية الطين فقط لأنه لا زال في المعلق ويؤثر على قراءة الهيدروميتر).

$$\%\ (\text{الطين}) = R2 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

% للغرين = (الطين + الغرين) % - (الطين) %
%للرمل = 100 - (الطين + الغرين) %

ثم نسقط النسب المئوية للطين والغرين والرمل على مثلث النسجة ونوجد نسجة التربة .
من مساوئ الهيدروميتر:
1 – يتحرك بصورة مستمرة وقد يلتصق بجدران السلندر من الداخل ويسبب إعاقة في ترسيب الدقائق.
2 – ترسب بعض دقائق التربة على سطح البصلة ويسبب خطأ في القراءة.
3 – عملية إدخال وإخراج الهيدروميتر يعمل على تعكير المعلق داخل السلندر.



مثال (1) :

اخذت (25 غم) من عينة التربة لغرض التحليل الميكانيكي وكانت قراءة الهيدروميتر بعد 40 ثانية تساوي (16)، وكانت القراءة بعد ساعتين تساوي (8)، احسب النسب المئوية للطين و الغرين والرمل ؟ علما ان درجة حرارة المعلق كانت (25°م) عند القراءتين.

الحل :

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف+[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

$$R1 = 16 + [(19,4 – 25) \times 0,3]$$

$$R1 = 16 + [5,6 \times 0,3]$$

$$R1 = 17,68$$

$$\% \text{ (الطين + الغرين)} = R1 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

$$\% \text{ (الطين + الغرين)} = 17,68 \times \frac{100}{25}$$

$$\% \text{ (الطين + الغرين)} = 17,68 \times 4 = 70,72 \%$$

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف+[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

$$R2 = 8 + [(19,4 – 25) \times 0,3]$$

$$R2 = 8 + 1,68$$

$$R2 = 9,68$$

$$\text{(الطين) \%} = R2 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

$$\text{(الطين) \%} = 9,68 \times \frac{100}{25}$$

$$\text{(الطين) \%} = 9,68 \times 4 = 38,72 \%$$

$$\text{\% للغرين} = \text{(الطين + الغرين) \%} - \text{(الطين) \%}$$

$$\text{\% للغرين} = 70,72 - 38,72 = 32 \%$$

$$\text{\% للرمل} = 100 - 70,72 = 29,28 \%$$

مثال (2) :

اذا علمت ان النسبة المئوية للطين (50 %) ، والغرين (20 %) احسب قراءة الهيدروميتر بعد 40 ثا وبعد ساعتينعلماً ان درجة الحرارة في الحالتين (15 ْم) ووزن التربة (50 غم).

الحل :

$$\text{\% الطين + \% للغرين} = R1 \times \frac{100}{\text{وزن عينة التربة}}$$

$$20 + 50 = R1 \times \frac{100}{50}$$

$$70 = R1 \times 2$$

$$R1 = \frac{70}{2} = 35 \text{ قراءة الهيدروميتر المصححة عند 40 ثا}$$

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف+[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

$$35 = \text{س} + [(15 - 19,4) \times 0,3]$$

$$35 = \text{س} + [(-4,4) \times 0,3]$$

$$35 = \text{س} + (-1,32)$$

$$35 = \text{س} - 1,32$$

$$\text{س} = 35 + 1,32 = 36,32$$

$$\text{\% للطين} = R2 \times \frac{100}{50}$$

$$R2 \times 2 = 50$$

$R2 = 25$ قراءةالهيدروميتر المصححة عند ساعتين

قراءة المكثاف المصححة = قراءة المكثاف+[(درجة حرارة المعلق – 19,4) × 0,3]

$$25 = \text{ص} + [(15 - 19,4) \times 0,3]$$

$$25 = \text{ص} + (-1,32)$$

$$25 = \text{ص} - 1,32$$

$$\text{ص} = 25 + 1,32 = 26,32$$