

## الجلسة العملية الثالثة 2019/3/13

### الخصائص الفيزيائية للتربة

#### 2- التحليل الحبيبي PARTICLE SIZE ANALYSIS

##### وتحليل التجمعات الحبيبية Aggregation analysis

يُستعمل التحليل الحبيبي كدليل للتعرف على البناء الأرضي ومدى ثبات الحبيبات واحتفاظها بالماء والهواء ويجري التحليل الحبيبي لعينة التربة باستعمال طريقة الهيدروميتر كما هو في طريقة التحليل الميكانيكي، ولكن دون تفريق الحبيبات المركبة باستعمال المادة المفرقة أو الرج الميكانيكي بل ترج عينة التربة بالماء المقطر فقط لمدة 20 دقيقة باليد، وذلك لوضع التربة في ظروف مخبرية مشابهة للظروف الطبيعية، لما تتعرض له التربة من هطول الأمطار أو مياه الري أو الرياح .... وغيرها، وتؤخذ القراءات بعد ذلك كما هو الحال بطريقة التحليل الميكانيكي.

ويستخدم التحليل الحبيبي لمعرفة حالة التحبب State of aggregation ونسبة التفكك أو البعثرة Dispersion ratio ودرجة التجمع الحبيبي (التحبب) Degree of aggregation.

##### طرق التحليل الحبيبي:

###### a. الطريقة الأولى: طريقة الهيدروميتر:

يجرى التحليل الحبيبي للتربة بطريقة الهيدروميتر باتباع نفس خطوات التحليل الميكانيكي ولكن دون استخدام ماء أوكسجيني أو مادة مفرقة، وذلك بتعريض التربة الطبيعية الغير منخولة إلى الرج بالماء المقطر فقط لمدة 20 دقيقة. ثم تؤخذ القراءة الأولى بعد 40 ثانية، حيث تشير هذه القراءة إلى التجمعات الحبيبية التي أقطارها أقل من 0.05 مم، ثم أخذ درجة حرارة المعلق وتصحيح القراءة كما في التحليل الميكانيكي.

القراءة المصححة بعد 40 ثانية

$$\% \text{ للتجمعات الحبيبية التي أقطارها أقل من } 0.05 \text{ مم} = 100 \times \frac{\text{وزن العينة الترابية الجافة}}{\text{القراءة المصححة بعد 40 ثانية}}$$

% للتجمعات الحبيبية التي أقطارها أكبر من 0.05 مم = 100 - (% للتجمعات الحبيبية التي أقطارها أقل من 0.05 مم الناتجة من التحليل الحبيبي)

تعريف حالة التحبب: تعبر عن قدرة التربة على تشكيل تجمعات حبيبية أقطارها أكبر من 0.05 مم، والثابتة ضد العمليات الميكانيكية التي تتعرض لها التربة، ويمكن حسابها من العلاقة التالية:  
حالة التحبب = (نسبة التجمعات الحبيبية التي أقطارها أكبر من 0.05 مم الناتجة من التحليل الحبيبي بعد رج 20 دقيقة) - (% للرمال التي أقطارها أكبر من 0.05 مم الناتجة من التحليل الميكانيكي).

تُعطى درجة التحبب أو التجمع الحبيبي على النحو التالي:

$$\% \text{ تجمعات أقطارها } < 0.05 \text{ (تحليل حبيبي)} - \% \text{ رمل } < 0.05 \text{ مم تحليل ميكانيكي} \\ \text{درجة التحبب} = 100 \times \frac{\% \text{ للحبيبات التي أقطارها } < 0.05 \text{ مم (تحليل حبيبي)}}{\% \text{ تجمعات أقطارها } < 0.05 \text{ مم تحليل ميكانيكي}}$$

تُعطى نسبة التفكك على النحو التالي:

$$\text{نسبة التفكك } D\% = 100 \times \frac{\text{(\% تجمعات الحبيبات) مقدرة بالتحليل الحبيبي } > 0.05 \text{ (مم) بعد 20 د. رج}}{\text{(\% سلت + طين) } > 0.05 \text{ مقدرة بالتحليل الميكانيكي}}$$

حالة التحبب = % تجمعات أقطارها < 0.05 (تحليل حبيبي) - % رمل < 0.05 مم تحليل ميكانيكي

- إذا قلت نسبة التفكك عن 15 % فلا خوف على تدهور بنائها أو انجرافها المائي.
- كلما ارتفعت نسبة التفكك عن 15 % يزداد خطر انهيار بناء التجمعات الحبيبي وتصبح التربة قابلة لعمليات الانجراف، وتحتاج التربة إلى صيانة بنائها بالطرق المعروفة.

مثال: لدى إجراء التحليل الحبيبي لعينة تربة وزنها 40 غرام وكانت القراءة الأولى للهيدروميتر بعد 40 ثانية 5 ودرجة الحرارة 26 درجة مئوية، والنسبة المئوية للسلت والطين بالتحليل الميكانيكي كانت 68.1 والمطلوب:

- 1- حساب حالة التحبب ودرجة التحبب.
- 2- حساب نسبة التفكك وهل التربة معرضة للتعرية

الحل:

$$\text{حساب معامل التصحيح} = 26 - 19.4 = 6.6 \\ \text{القراءة المصححة للهيدروميتر} = \text{قراءة الهيدروميتر} + \text{معامل التصحيح} \\ = 5 + 2.64 = 7.64$$

$$\text{\% ( للحبيبات } > 0.05 \text{ مم تحليل حبيبي )} = \frac{\text{قراءة الهيدروميتر المصححة بعد 40 ثانية (تحليل حبيبي)}}{\text{وزن العينة الترايبية الطبيعية الجافة}} \times 100$$

$$\text{\% (لحبيبات التي أقطارها أقل من 0.05 مم تحليل حبيبي)} = 100 * (40 \setminus 7.64) = 19.1 \%$$

$$\text{\% (لحبيبات التي أقطارها أكبر من 0.05 مم تحليل حبيبي)} = 100 - \text{\% (لحبيبات التي أقطارها أقل من 0.05 مم تحليل حبيبي)} = 100 - 19.1 = 80.9 \%$$

$$\text{\% لحبيبات الرمل } < \text{ من 0.05 مم المحسوبة بالتحليل الميكانيكي} = 100 - 68.1 = 31.9 \%$$

$$\text{حالة التحبب} = 80.9 - 31.9 = 49 \%$$

$$\text{درجة التحبب} = 100 * (80.9 / 49) = 60.57 \%$$

$$\text{نسبة التفكك} = 100 * (68.1 / 19.1) = 28.05 \%$$

يُلاحظ بأن نسبة التفكك أكبر من 15% فالترربة معرضة للتعرية، وهي بحاجة إلى صيانة من التدهور بالطرق المعروفة.

مثال ثاني: إذا كان لدينا  $m$  غ من التربة الجافة في درجة حرارة  $105^\circ \text{C}$  و  $m_1$  غ وزن التربة على هيئة تجمعات حبيبية أقطارها أكبر من 0.05 مم (قدرت بالتحليل الحبيبي في الماء) و  $m_2$  غ تمثل وزن حبيبات الرمل التي تزيد أبعادها عن 0.05 مم (قدرت بالتحليل الميكانيكي)، فتكون درجة التحبب كنسبة مئوية  $SA\%$  (التجمعات الثابتة %)

$$SA\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

يبدو أن قيمة SA % تتأثر إلى حد كبير بزمن رج التربة (t) في الماء، إذ وجد راسل وفينغ Feng & Russel 1977 العلاقة التالية:

$$\text{Log (SA\%)} = a - b \text{ Log } t$$

وفيها t: زمن الرج، a: لوغاريتم الوزن الابتدائي للعينة.  
 أما b: فميل منحنى لوغاريتم ثبات التجمعات (SA %) مقابل لوغاريتم الزمن t.

b. - طريقة المناخل الآلية: وفيها تركب مجموعة من المناخل المتدرجة في تناقص أبعاد فتحاتها من أعلى لأسفل (10، 5، 2، 1، 0.5، 0.25، 0.05) مم، وترج التربة بعد تعريضها للرج المسبق في الماء، ثم تحسب النسبة المئوية للتجمعات الحبيبية كمجموعات ذات أقطار بين 0.05- 0.25 مم أو بين 2-0.05 مم أو بين 1-0.25 مم ..... الخ كما في الشكل (8).

هذا وقد وضع مازوراك 1950 Mazurak (للاطلاع) مؤشراً يدل على التوزيع الحجمي للتجمعات الحبيبية Aggregate size distribution، عرف بمتوسط القطر الهندسي أو متوسط القطر الموزون (Y) Geometric mean diameter الذي يحسب من العلاقة التالية:

$$Y = \exp [(\sum W_i \text{ Log } X_i) / (\sum W_i)]$$

وفيها  $W_i$ : وزن التجمعات الترايية بحجم معين، متوسط قطر المجموعة الوزنية:  $X_i$   
 $\sum W_i$ : الوزن الإجمالي للعينة الترايية. i: رقم المجموعة



الشكل رقم (1) نماذج من أجهزة مجموعة المناخل الآلية التي تعمل بالأمواف فوق الصوتية

3- قياس مقاومة التربة للاختراق باستخدام أجهزة الاختراق Penetrometers، ويمكن أن يجري ذلك حقلياً.

تتعلق مقاومة التربة للاختراق أو التفكك بالضغط أو الاختراق بخاصة، ببناء التربة وقوامها ورطوبتها، ووحداتها كغ/سم<sup>2</sup> أو دينة/سم<sup>2</sup>.

#### 4- أنواع بناء التربة:

تقسم أشكال البناء إلى مجموعتين رئيسيتين:

4-1 البناء البسيط Simple structure: تغيب فيه تماماً مستويات الانفصال وسطوحه أو يصعب تمييزها، ومنه نوعان:

أ- البناء ذو الحبيبات المفردة Single – grain structure أو التجمع عديم البناء Structure less، أو البناء المفكك Loose:

يصادف هذا البناء في الترب الرملية أو الرملية السلتية ضعيفة المحتوى من المادة العضوية. وتكون فيه حبيبات التربة مبعثرة لا ارتباط بينها، وبخاصة عند الجفاف.

ب- البناء الكتلي أو المندمج Massive structure:

ترتبط فيه حبيبات التربة بعضها ببعض مشكلة كتلة مترابطة مدمجة ذات وحدات كبيرة وغير منتظمة وليس لها شكل مميز.

ومن أمثلة هذا النمط: القشرة السطحية الكثيفة Soil crust، وطبقة الحراثة أو (نعل المحراث)، والترب الطينية الثقيلة المندمجة كترب البيلوسول Pelosols أو المتكوّنة على بعض الصخور الرسوبية الطينية، كالحجر الطيني Mudstone أو الطيني المارلي Marl-Clay.

4-2 البناء المركب Compound structure: يتميّز هذا البناء بسطوح أو مستويات انفصام لوحات البناء أو التجمعات الترابية الأولية أو الثانوية Primary & Secondary peds or aggregations، التي يمكن إعطاؤها شكلاً مميزاً، ووصفه تبعاً لمحوري الطول والعرض أو الاتجاهين العمودي والأفقي، وحسب شكل محيط ونمط حوافه وزواياه الرئيسية، ويمكن تمييز الأنماط التالية:

أ- البناء المكعب Cubic structure، وشبه المكعبى Cubelike structure أو الأطاريفى Blocky structure :

يُصادف هذا البناء في الترب الطينية الثقيلة التي تنكش فيها التربة في فصل الجفاف متشققة شقوقاً متسعة وعميقة، كترب الفيرتيسول Vertisoles المحتوية على طين المونتموريونيت، وتتفصل كتلة التربة عند جفافها إلى كتل أو (أطاريف) Blocks لها محوران عمودي وأفقي متساويان في الطول. كما يطلق عليه البناء متعدد السطوح (الوجه) Polyhedric structure

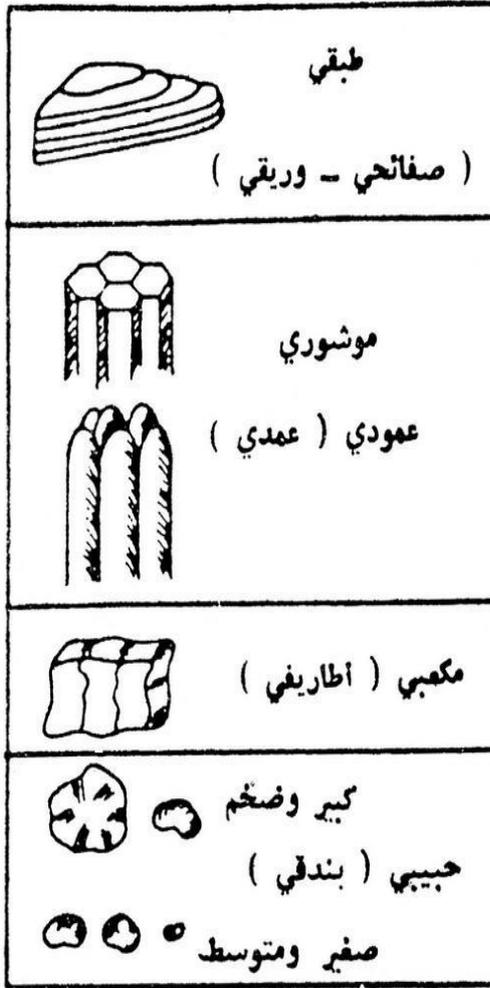
ب - البناء العمودي Columnar structure أو الموشوري Prismatic

يكون المحور العمودي في هذا النمط أطول من المحور الأفقي للوحدة الترابية ped، كما تسود فيه سطوح الانفصال بشقوق طويلة، ويعقب النمط العمودي عادة وجوه النمط الموشوري، نتيجة لتآكل حواف هذا الأخير بعمليات خدمة الأرض والأمطار الغزيرة أو الري الغزير، أو لتعاقب عمليتي الابتلال والجفاف أو التجمد والذوبان.

ج - البناء الطبقي Platy structure أو الصفحائي أو الوريقي: يتميز بمحور أفقي أطول من المحور العمودي، كما أنّ سطوح الانفصال الأفقية تكون سائدة.

د- البناء الحبيبي Granular structure أو البندقي Nucellar أو المفتت Crumb

يتواجد منه تحت أنماط عدة، حسب حجم وحدات بنائها، ويعدّ هذا البناء من أفضل أنواع البناء وأنسبها للزراعة وأسهلها خدمة، وملئمة للانتشار الجذري والنشاط الحيوي، وذلك بسبب تميزه بنفاذية جيدة وقدرة عالية على الاحتفاظ بالماء، حيث يساعد توفر الكالسيوم المتبادل والمادة العضوية والانتشار الجذري الكبير على تكوين مثل هذا البناء.



- تصنف وحدات البناء الأولية والتجمعات الحبيبية تبعاً لشكل محيطها وأطرافها وزواياها في الأنماط الثلاثة التالية:

- أ- المزواة (ذات الزوايا) Angular، وتكون ذات زوايا وأطراف حادة ومميّزة.  
 ب- شبه مزواة (تحت مزواة) Sub angular، بزوايا تميل للاستدارة وأطراف حادة.  
 ج- حبيبية، متكورة Granular، وفيها تميل الزوايا والنهايات للاستدارة.

- تصنيف وحدات البناء وتجمعاته الحبيبية تبعاً لأبعادها في خمس درجات أو رتب، وتتوقف الحدود الدنيا والقصى لهذه الأبعاد على نمط البناء الأساسي.

### أنماط بناء التجمعات الحبيبية

(جدول 6): تصنيف وحدات البناء وتجمعاته الحبيبية تبعاً لأبعادها في خمس درجات أو رتب، وتتوقف الحدود الدنيا والقصى لهذه الأبعاد على نمط البناء الأساسي

الأبعاد (مم) حسب نمط البناء			التصنيف الحجمي
موشوري وعمودي	مكعبي ومتعدد السطوح	حبيبي و صفائحي	
< 10	< 5	< 1	ناعم جداً
20 - 10	10 - 5	2 - 1	ناعم
50 - 20	20 - 10	5 - 2	متوسط
100 - 50	50 - 20	10 - 5	خشن
100 <	50 <	10 <	خشن جداً

انتهت الجلسة العملية الثالثة

د. عصام شكري الخوري ، د. حيدر هاشم الحسن