جامعة حماه
كلية الهندسة الزراعية

أساسيات علوم التربة وتصنيفها
الجلسة العملية الرابعة 20- 3- 2019
خواص التربة الفيزيائية

3- مكونات التربة SOIL COMPONNTS

تعدّ التربة جسم طبيعي غير متجانس Heterogenous بطبيعة تكوينها، فهي تتكون من **ثلاثة أطوار** كما في الشكلين (1) و(2): الطور الصلب Solid phase والطور الغازي Gaseous phase والطور السائل Liquid phase.

1- الطور الصلب Solid phase

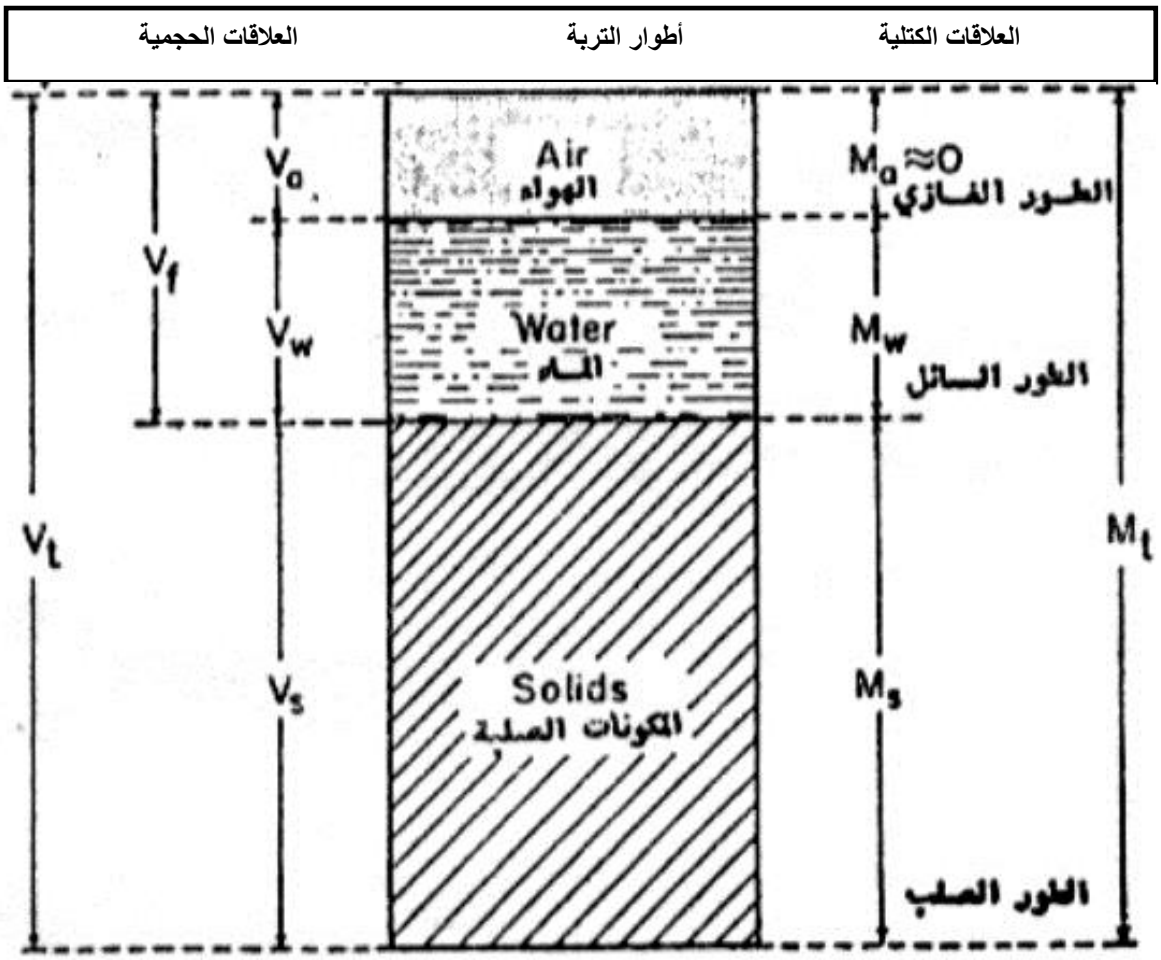
تشكّل التربة الهيكل الأساسي للوسط الذي تنمو فيه الجذور، ويتركَّب هذا الهيكل من حبيبات معدنية متدرجة في الحجم متباينة في الشكل، ويدخل في تركيب الحبيبات المعدنية نواتج تحلّل الصخور الأبوية بفعل عمليات التكوين، وتضم هذه النواتج معادن أولية تتباين في درجة تجويتها **ومعادن ثانوية هي معادن الطين** الأكثر نشاطاً والأصغر حجماً والأكبر سطحاً، ويصحب الهيكل المعدني **مواد عضوية متباينة في درجة تحللها**، وينتج عن تحلّل المواد العضوية **الدبال** ومواد أخرى مثل اللجنين وغاز الفحم وأحماض عضوية ومعدنية، **وتساعد المواد العضوية في تحسين خواص التربة الثقيلة والخفيفة، وتزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء والعناصر الخصوبية.**

2- الطور الغازي Gaseous phase

يختلف تركيب الهواء في التربة عن تركيبه في الهواء الجوي، **فهو أغنى في غاز الفحم وأفقر في غاز الأوكسجين**، ولا يقل الهواء في التربة أهمية عن ماء التربة بالنسبة للكائنات الحية الدنيا والراقية بما فيها مملكة النبات، لأنّ جذور النبات وأحياء التربة تحتاج إليه للتنفس، كما أنَّ عمليات الأكسدة والكربنة اللازمة لخصوبة التربة لا تتم إلا بوجوده، **ويعدّ هواء التربة في تغيّر مستمر** بسبب العمليات التي تحدث باستمرار بالقرب من الغلاف الجذري.

3- الطور السائل Liquid phase.

تمتص حبيبات التربة المعدنية أو المعدنية العضوية الماء، ويعمل على تمريره من خلال شبكة المسام المتباينة في الشكل والحجم، ويحمل معه الأملاح المنحلة، عندئذ يصبح ماء التربة **محلولاً Soil solution**، **تتم فيه كل التفاعلات الكيميائية مع الطور الصلب ومع معادن الطين تبادلاً ومع الأملاح إذابةً**، فهو المذيب الرئيسي في عمليات تكوين التربة إلا أنَّه ضعيف التأين وثنائي القطب، تتبدَّل حموضته وقلويته، فإن طغى قدره جعل الوسط مؤكسداً.



الشكل رقم (1): مخطط يبين أطوار التربة والعلاقات الكتلية والحجمية فيما بينها.

حيث أنَّ:

Va- حجم المسامات المشغولة بالهواء ، Vw - حجم المسامات المشغولة بالماء

Vf = (Va+Vw) مجموع حجم المسامات الكلية المشغولة بالماء والهواء ويرمز لها بـ f.

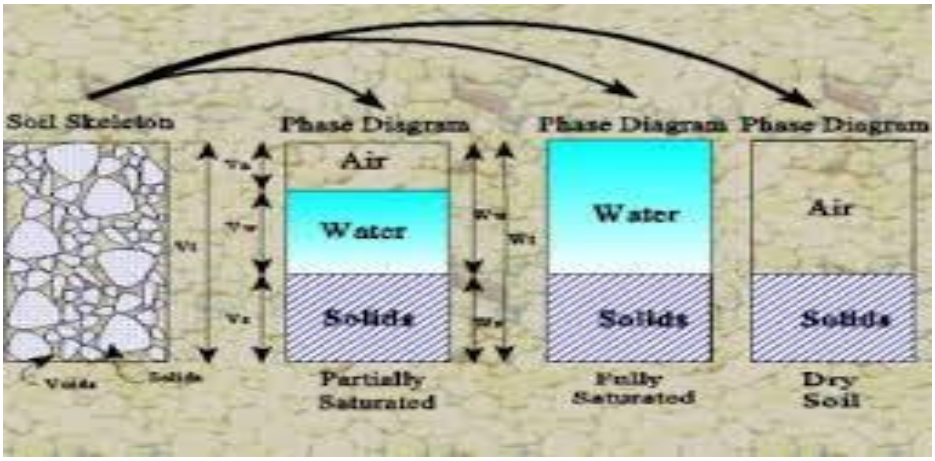
Vs - حجم الحبيبات الصلبة (الحجم الحقيقي للحبيبات الصلبة).

Vt أو Vb – الحجم الظاهري الكلي (بما فيها حجم الحبيبات الصلبة وحجم الفراغات الكلية).

Mt- الكتلة الكلية للتربة (الأطوار الثلاثة).

Ma – كتلة الطور الغازي وهي مهملة ، Mw- وزن الماء في العينة المدروسة.

Ms – كتلة التربة الجافة تماماً على درجة حرارة 105 درجة مئوية.



الشكل رقم (2) أطوار التربة المختلفة حسب جفاف التربة أو إشباعها بالماء

4- كثافة التربة <u>Soil density</u>:

الكثافة: **هي كتلة واحدة الحجوم من المادة وواحدتها (gr/cm^3)**

كثافة التربة: هي كتلة المادة الصلبة من التربة لحجم معين وتحسب قيمتها من العلاقة التالية:

$$Density\ (\rho) = \frac{\text{Mass of soil}}{\text{Volume of soil}} = \frac{M}{V}$$

ويعبَّر عنها بطريقتين:

I. **<u>الكثافة الحقيقية ρs Soil particle density</u>: هي كتلة واحدة الحجوم من الطور الصلب للتربة**، وتتراوح قيمتها في أغلب الترب المعدنية بين (2.7-2.6غ/سم^3) وإنَّ وجود **المادة العضوية** في مثل هذه الترب **يجعل الكثافة الحقيقية تتناقص** وتحسب بالعلاقة التالية:

$$\rho s = \frac{M_S}{Vs}$$

العوامل المؤثرة في قيمة الكثافة الحقيقية للتربة:

1- **المادة العضوية**: كلما زاد محتوى التربة من المادة العضوية، **انخفضت قيمة الكثافة الحقيقية للتربة** وخاصة في الطبقات السطحية، حيث تنخفض الكثافة الحقيقية إلى $2,4\ gr/cm^3$ بوجود المادة العضوية.

2- **التركيب الفلزي ومحتواها من المعادن الثقيلة**، حيث بزيادة محتواها من المعادن الثقيلة، **تزداد قيمة الكثافة الحقيقية للتربة.**

طرائق تقدير الكثافة الحقيقية:

a) **طريقة البكنوميتر: (أو قنينة الكثافة).** كما في الشكلين رقم (3) ورقم (4)

1. يُغسل البكنوميتر وهو جاف وفارغ وثم يوزن M_P.
2. يملئ بالماء المغلي والمبرَّد ثم يغطى ويوزن M_{PW}.
3. يفرّغ الماء من البكنوميتر ويجفَّف ويوضع فيه (10-8)غ تربة جافة هوائياً، قدرت فيه نسبة الماء الهيجروسكوبي(بالتجفيف على درجة حرارة 105 مئوية) MS ثم يوضع فيه بعد تغطيته والتربة بداخله M_{Ps} (تربة + وزن فارغ).
4. يوضع البكنوميتر بعد ذلك في حمام مائي ويسخَّن لمدة نصف ساعة وذلك بهدف طرد الغازات الموجودة داخل المسامات البينية.
5. تُنقل العينات من الحمام المائي وتُترك لتبرد وتأخذ حرارة المخبر ثم نُكمل البكنوميتر بالماء المقطر ثم تزن بعد تغطيتها M_{PSW} (وزن فارغ+ وزن التربة +وزن الماء المكمل للحجم).
6. تحسب الكثافة الحقيقية من القانون:

$$\rho s = \frac{M_S}{Vs}$$

أو من العلاقة التالية:

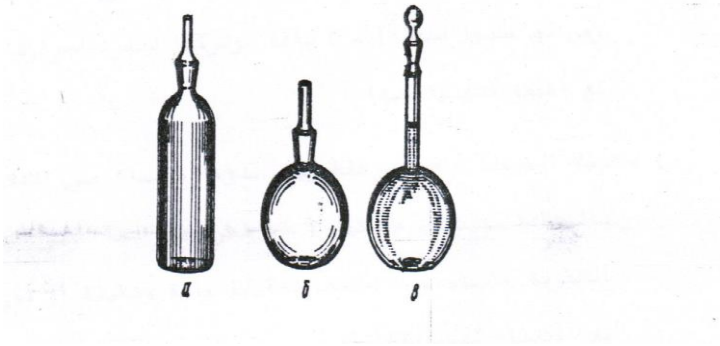
$$\rho_S = \frac{M_S}{(M_S + M_{PW}) - M_{PSW}}$$

بحيث أن $M_S = M_{PS}$ - M_P

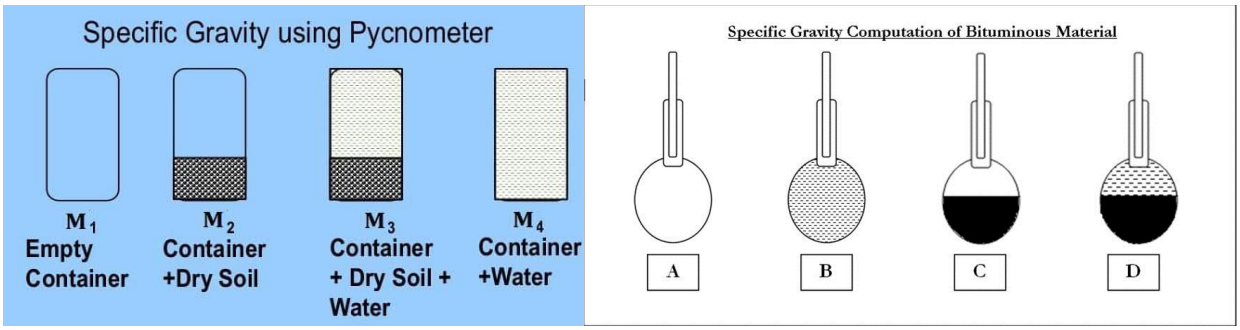
M_{PS} : وزن التربة مع الوزن الفارغ للبكنوميتر (غ). - M_S : وزن التربة الجافة المأخوذة (غ).

M_{PW} : وزن البكنوميتر وهو مملوء بالماء فقط (غ).

M_{PWS} : وزن البكنوميتر الفارغ + وزن التربة الجافة + وزن الماء المكمل للحجم (غ).



الشكل رقم (3) بعض النماذج للبكنوميتر



الشكل رقم(4) طريقة تقدير الكثافة الحقيقة بالبكنوميتر

b) **طريقة السائل المزاح**:

يُستخدم فيها سلندر مدرَّج يحتوي على حجم معلوم من الماء ويُضاف إليه وزن محدد من التربة الجافة M_S فيلاحظ ارتفاع السائل داخل السلندر ومقدار انزياح السائل داخل السلندر يعبّر عن الحجم الحقيقي للتربة V_S ثم تحسب الكثافة الحقيقة للتربة من العلاقة:

$$\rho s = \frac{M_S}{Vs}$$

II. الكثافة الظاهرية للتربة: ρb (Soil bulk density)

هي نسبة كتلة حجم معين من التربة (بعد تجفيفها على درجة حرارة 105 درجة مئوية حتى الحصول على الوزن الجاف الثابت) إلى الحجم الظاهري للتربة.

تحسب بالعلاقة:

$$\rho b = \frac{M_S}{Vt}$$

تقدَّر الكثافة الظاهرية بـ gr/cm^3 أو طن/م^3

العوامل المؤثّرة في قيمة الكثافة الظاهرية للتربة:

1- **المادة العضوية**: **إنَّ اضافة المادة العضوية للتربة يقلل من الكثافة الظاهرية للتربة** وذلك لأنَّ كثافة المادة العضوية **منخفضة** ($1.5gr/cm^3$) من جهة، **وأنَّ إضافة المادة العضوية للتربة يزيد من تجميع الحبيبات المركبة وبالتالي زيادة المسامية فتقل قيمة الكثافة الظاهرية للتربة.**

2- **العمليات الزراعية**: كل عملية زراعية تؤدّي إلى كبس التربة **تزيد** من الكثافة الظاهرية وكل عملية تؤدي إلى تفرّد التربة **تقلّل** من قيمة الكثافة الظاهرية للتربة.

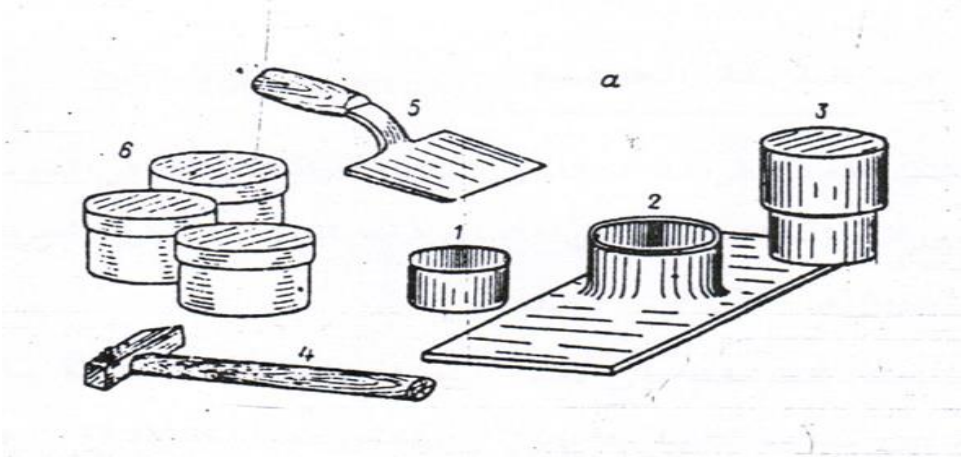
3- **بناء التربة**: **تزداد** قيمة كثافة التربة الظاهرية كلما كان البناء **متزاحما** و**تقل** كلما كان البناء **مفكَّكاً**.

4- **عمق الطبقات** حيث **تزداد قيمة الكثافة كلما اتجهنا نحو الأسفل داخل المقطع الأرضي**، بسبب انخفاض المحتوى من المادة العضوية، وزيادة ثقل الطبقات فيزداد الرص من جهة أخرى، وسوء البناء وبالتالي انخفاض نسبة المسامات مع العمق.

5- **قوام التربة**: **تقلّ قيمة الكثافة الظاهرية للتربة، كلما ازداد محتوى التربة من الطين.**

طرائق تقدير الكثافة الظاهرية للتربة: ρb

1-**طريقة أسطوانة الكثافة**: عبارة عن اسطوانة مفتوحة الطرفين، معلومة الحجم توضع مسبقا في التربة بوضع شاقولي ثم يتم إخراج الأسطوانة بما تحويه من تربة ويفرغ محتوى الاسطوانة من التربة في عبوة بعدها توزن التربة ثم توضع في الفرن على درجة حرارة 105 حتى ثبات الوزن ثم يُحسب الوزن الجاف تماما للتربة ثم يتم حساب الكثافة الظاهرية للتربة. (الشكل رقم5)



الشكل رقم (5) طريقة الاسطوانة لتقدير الكثافة الظاهرية

2-طريقة السائل اللزج: تتم بعمل حفرة خالية من الثقوب قدر الإمكان ثم يتم أخذ التربة المزالة من الحفرة وتجفف على درجة حرارة 105حتى ثبات الوزن ثم يحسب الوزن الجاف تماما للتربة.

أمَّا الحجم الظاهري للتربة فيتم حسابه باستخدام حجم معلوم من **سائل لزج لا يتفاعل مع أي من مكونات التربة** وتحسب بعدها قيمة الكثافة الظاهرية للتربة المدروسة.

5- المسامية الكلية:

تعبّر المسامية الكلية عن حجم الفراغات الكلية (المشغولة بالهواء والماء) منسوبة إلى الحجم الكلي للتربة (بما فيه حجم الفراغات) تتراوح قيمة المسامية الكلية المثالية لنمو المجموع الجذري بين 30– 50%. أو تعبّر مسامية التربة عن حجم الفراغات النسبي فيها ويطلق اصطلاح المسامية الكلية على مجموعة الفراغات المملوءة بالماء والهواء في حجم معين من التربة المدروسة وتحسب من القانون:

$$p\% = \frac{\rho_s - \rho b}{\rho_s} \times 100$$

أنواع المسامات الموجودة في التربة:

1-**مسامات واسعة**: قطرها أكبر من 8.5 ميكرون يتحرك ضمن هذا المسام الماء الحر (ماء الجاذبية الارضية وهو ماء لا تستفيد منه النباتات).

2-**مسامات متوسطة الحجم أو المسامات الشعرية**: قطرها من (0.2←8.5) ميكرون يتحرك ضمن هذا المسام الماء الشعري وهو الماء المتاح بالنسبة للنباتات.

3-**مسامات دقيقة**: أقطارها أقل من 0.2 ميكرون يتواجد فيها الماء الهيجروسكوبي والذي يشكّل غشاء يرتبط بقوة على سطح التربة، وهو غير متاح للنبات لآنه مرتبط إلى حبيبات التربة بقوة شدّ هي أكبر من قوة ارتشاف الجذور له وتتراوح قوة ارتباطه بالتربة بين 31-10000 بار.

مثال: تمَّ أخذ عينة تربة باستخدام اسطوانة الكثافة ذات الحجم $100cm^3$ وكان وزن الاسطوانة بما تحويه من تربة مع الوزن الفارغ 350غ وبعد تجفيف الاسطوانة بما تحويه على درجة حرارة 105 مئوية حتى ثبات الوزن كان الفاقد في الوزن 50غ والمطلوب:

1- حساب الكثافة الظاهرية إذا علمت أنَّ وزن الاسطوانة الفارغة 150غ
2- حساب الكثافة الحقيقية حيث كان حجم السائل المزاح 60مل (بطريقة السائل المزاح).
3- حساب مسامية التربة الكلية

الحل:

وزن الاسطوانة والتربة بعد التجفيف = 350-50=300غ

وزن التربة بعد التجفيف - الوزن الفارغ = 300-150= 150غ

$$\rho b = \frac{M_S}{Vt} = \frac{150}{100} = 1.5 \quad gr/cm^3$$

$$\rho s = \frac{M_S}{Vs} = \frac{150}{60} \approx 2.5 \quad gr/cm^3$$

$$\%P = \frac{\rho s - \rho b}{\rho s} \times 100 \quad = \frac{2.5 - 1.5}{2.5} \times 100 \approx 40\%$$

انتهت الجلسة الرابعة

د. عصام شكري الخوري – د. حيدر هاشم الحسن