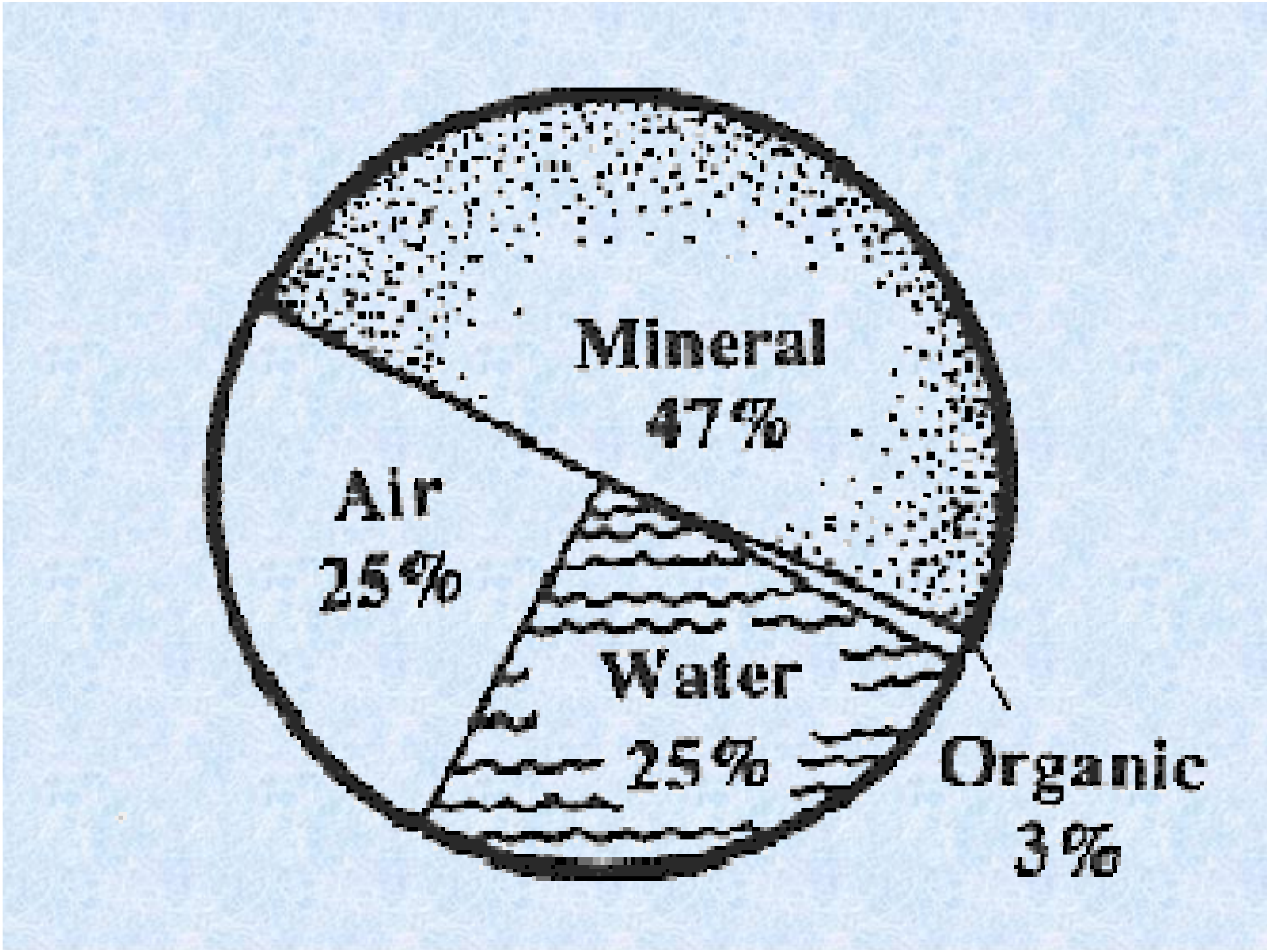
المحاضرة الثانية

العلاقات الكمية لمكونات الأرض

علاقة الهواء بالماء والجزء الصلب:

- علاقة الحجم: "حجم الهواء يتناسب عكسيا مع حجم الماء" و "حجم المواد الصلبة يتناسب عكسيا مع المسامية حجما"

- علاقة الكتلة: "كتلة الهواء تتناسب عكسيا مع كتلة الماء" و "كتلة الجزء الصلب تتناسب عكسيا مع المسامية كتلةً"


Mineral
47%
Air
25%
Water
25%
Organic
3%

الكثافة الحقيقية (rs) Real Density

وهي "كثافة الحبيبات الصلبة"

الكثافة الحقيقية (ث.ق) = (كتلة حبيبات الأرض / حجم الحبيبات الصلبة فقط)

ووحداتها كجم/م٣ (كجم. م-٣)

$$rs = (Ms / Vs) = ...Kg.m^{-3}$$

تتراوح ث.ق في الأراضي المعدنية ما بين ٢٦٠٠ إلى ٢٨٠٠ كجم/م٣ – ٢,٦ – ٢,٨جم/سم٣ بمتوسط ٢,٦٥جم/سم٣.

العوامل التي تؤثر على قيمة الكثافة الحقيقية هي:

المادة العضوية

المواد المعدنية "نوع معدن الطين"

وتقدر ث.ق. عمليا بواسطة قنينة الكثافة.

الكثافة الظاهرية (rb) Bulk Density

الكثافة الظاهرية = كتلة حبيبات الأرض ÷ حجم الحبيبات الكلي أو الظاهري.

$$rb = (Ms/Vt) = [(Ms) / (Vs + Vw + Va)]$$

وهي الكتلة الجافة تماما لوحدة حجم التربة الكلي (حجم الحبيبات الصلبة + الفراغات) ووحداتها كجم م-٣ (Kg m-3).

الأهمية العملية للكثافة الظاهرية:

١. **تعبر عن مدى تماسك أو تفكك الأرض.**
٢. **تعبر عن نظام ترتيب الحبيبات (بناء التربة).**
٣. **مقياس لمدى كفاءة عمليات الخدمة الزراعية للأرض الواحدة.**
٤. **دليل على نوع قوام الأرض.**
٥. **دليل على مسامية الأرض.**

يمكن استخدام الكثافة الظاهرية لتقدير كميات مياه الري.

حساب وزن الأرض لأي غرض.

العوامل التي تؤثر على قيمة الكثافة الظاهرية (ث.ظ.):

١. نظام ترتيب الحبيبات في الأرض "التفكك والتزاحم"
٢. نظام البناء الأرضي.
٣. المادة العضوية.
٤. نسبة الرطوبة في التربة.
٥. قوام التربة ونوع معدن الطين.
٦. عمق الأرض "الطبقة السطحية أو التحت سطحية".

طرق تقدير الكثافة الظاهرية:

- باستخدام اسطوانة التربة المستخدمة في أخذ العينات وهذه الاسطوانة معلومة الحجم وتؤخذ العينة من التربة كما هي وتجفف على ١٠٥ ٥م.
- طريقة كتلة الأرض وتقدر بتغطية مكعب من التربة بشمع البرافين وعن طريق معرفة وزن السائل المزاح يمكن حساب ث.ظ

المسامية Porosity (E)

المسامية حجما ، المسامية كتلتا

المسامية حجما = حجم المسام ÷ الحجم الكلي للأرض

$$E = (Vv/Vt) = [(Vw + Va) / (Vs + Vw + Va)]$$

وهي نسبة حجم المسام على الحجم الكلي للأرض ويعبر عنها كنسبة عشرية أو كنسبة مئوية بضرب قيمة E x 100.

أهمية دراسة المسامية:

١. **التهوية وإمداد الأكسجين اللازم للجذور والميكروبات.**

٢. **حركة الماء بالتربة.**

٣. **الاحتفاظ بالماء اللازم للنبات والميكروبات.**

- **وتتراوح قيمة المسامية بين ٣٠–٦٠٪ وتختلف حسب قوام التربة فهي في الرملية أقل منها في الطينية برغم أن حجم المسام في الرملية أعلى منها في الطينية.**

أنواع المسام:

١- مسام كبرى Macro Pores.

٢- مسام وسطى Meso Pores.

٣- مسام صغرى Micro Pores.

المسام الكبرى: هي ذات قطر أكبر من ١٠٠ ميكرومتر وهي المسئولة عن التهوية والصرف السريع.

المسام الوسطى: أقطارها تتراوح بين ٣٠-١٠٠ ميكرومتر (30-100mm) **وهي المسئولة عن حركة الماء بالتربة بعد الصرف السريع وتتولي هذه المسام إعادة توزيع الماء بقطاع التربة.**

المسام الصغرى: ذات أقطار أقل من ٣٠ ميكرومتر "30mm' **وهي المسئولة عن الاحتفاظ بالماء في التربة لتغطية إحتياج النبات.**

هذا وتسود المسام الكبرى بالأرض الرملية. في حين تسود المسام الصغرى بالأرض الطينية.

العلاقة عكسية بين المسامية والكثافة الظاهرية حيث تزداد المسامية بانخفاض قيمة ث.ظ

$$E = \frac{rs - rb}{rs} = 1 - \frac{rb}{rs}$$

هذا والمسامية الكلية للأرض لا تعطى فكرة عن التوزيع الحجمي للمسام Pore size distribution **أي نسبة أحجام المسام ذات الأقطار المختلفة.**

نسبة المسام Void Ratio "e"

نسبة المسام = (حجم المسام ÷ حجم الحبيبات الصلبة فقط)

$$e = \frac{Vv}{Vs} = \frac{Vw + Va}{Vs}$$

ونسبة المسام: هي نسبة حجم المسام إلى حجم الحبيبات الصلبة فقط ويعبر عنها كنسبة وتتراوح قيمتها ما بين (٠,٣–٣,٠).

وبمقارنة نسبة المسام والمسامية نجد أن قيمة نسبة المسام أعلى من المسامية نظرا لأن المقام الأول "حجم الأرض الصلبة فقط" أقل من المقام الثاني "الحجم الكلي" في حالة المسامية.

والعلاقة بين المسامية ونسبة المسام كالآتي:

$$E = \frac{e}{1+e} \qquad \text{or} \qquad e = \frac{E}{1-E}$$

وتستخدم نسبة المسام في الأعمال الهندسية المتعلقة بالأرض بينما تستخدم المسامية في مجال خدمة وفيزياء الأراضي الزراعية.

المسامية الهوائية Air Porosity (Ea)

المسامية الهوائية = (حجم المسام المملوءة هواء ÷ الحجم الكلي للأرض)

$$Ea = \frac{Va}{Vt} = \frac{Va}{Va + Vw + Vs}$$

المسامية الهوائية: هي نسبة حجم المسام المملوءة بالهواء إلى الحجم الكلي للأرض ويعبر عنها كنسبة عشرية أو كنسبة مئوية إذا ضرب Ea x 100.

أهمية المسامية الهوائية: تعبر عن تهوية الأرض وما يترتب على ذلك من نمو الجذور وتحلل المادة العضوية وحدوث بعض التفاعلات الكيميائية .....إلخ.

والمسامية الهوائية النموزجية تتراوح بين ٠,١ – ٠,١٣ على الأقل بعد يومين أو ثلاثة أيام من الري أو المطر الغزير.

المحتوى الرطوبي Moisture Content "θ"

المحتوى الرطوبي على أساس الكتلة = كتلة الماء ÷ كتلة الأرض الجافة تماما

$$q\ m = \frac{Mw}{M\,s}$$

أو المحتوى الرطوبي على أساس الحجم = حجم الماء ÷ الحجم الكلي للأرض

$$qv = \frac{Vw}{Vt} = \frac{Vw}{Vs + Vw + Va}$$

لذا يعبر عن المحتوى الرطوبي إما على أساس الكتلة θm **أو على أساس الحجم** θv

١- المحتوى الرطوبي على اساس الكتلة (θm)
Mass Moisture Content

وهي نسبة كتلة الماء إلى كتلة حبيبات الأرض الصلبة الجافة تماما على ١٠٥م لمدة ٢٤ساعة

ويعبر عنها كنسبة Kg/Kg **أو كنسبة مئوية بضرب** θ x 100.

وتتراوح قيمتها عند التشبع في الأراضي المعدنية ما بين ٣٥-٦٠٪.

حيث ترتبط بالمسامية فهي في الطينية أعلى من الرملية وفي الأرض العضوية تزيد عن ١٠٠٪.

٢- المحتـــوى الرطـــوبي علـــى أســـاس الحجـــم (θv)

Volume Moisture Content

وهي نسبة حجم الماء على الحجم الكلي ويعبر عنها كنسبة مئوية بالضرب × ١٠٠ وتتراوح قيمتها بين ٣٥ – ٤٥ ٪ للأرض الرملية ، ٥٠٪ في الأرض الطميية وتصل إلى ٦٠٪ للأرض الطينية.

والمحتوى الرطوبي على أساس الحجم يفضل استخدامه في كثير من الأحيان نظرا لسهولة التعامل معه عند حساب التدفقات وكميات الماء المضافة مع الري أو المطر وكذلك الفقد في الماء عن طريق البخر نتح أو الصرف.

العلاقة التي تربط المحتوى الرطوبي على أساس الحجم وعلى أساس الكتلة هي:

$$q_v = q_m \frac{r_b}{r_w} \quad \text{or} \quad q_m = q_v \frac{r_w}{r_b}$$

rb كثافة ظاهرية للأرض rw كثافة الماء وهي تقريبا ١٠٠٠جم/سم٣

المحتوى الرطوبي معبرا عنه على أساس عمق الماء

ارتفاع عمود السائل Depth of Water "De"

المحتوى الرطوبي على أساس عمق الماء = حجم الماء ÷ مساحة سطح التربة

$$De = \frac{Vw}{\text{area surface}}$$

وهي عبارة عن حجم الماء المضاف لوحدة المساحة من سطح التربة (لتر).

ويستخدم في حسابات الري طبقا للمعادلة التالية:

De = (θ mf – θ mi) . (rb/ rw) . D **وزنية**

De – (θ vf – θ vi) . D **حجمية**

حيث: θi **رمز للمحتوى الرطوبي للحالة الفعلية للأرض (الإبتدائية).**

θf **رمز للمحتوى الرطوبي المراد الوصول إليه (النهائية).**

D **عمق التربة المراد رفع محتواها الرطوبي للحالة النهائية** "i"

Saturation percentage "S" درجة التشبع

درجة التشبع = حجم الماء ÷ حجم المسام بالأرض

$$S = \frac{Vw}{Vv}$$

درجة التشبع = المحتوى الرطوبي في أي وقت ÷ المحتوى الرطوبي عند التشبع

$$S = \frac{q\ w}{q\ w\ (sat.)} = \frac{q\ v}{q\ v\ (sat.)}$$

درجة التشبع: هو دليل يعبر عن نسبة حجم الماء إلى حجم المسام الكلي بالأرض وقيمته تتراوح من صفر عند الجفاف التام إلى ١٠٠٪ في حالة التشبع.

العلاقة بين المسامية والمسامية الهوائية والمحتوى الرطوبي:

$$Ea = E - q\ v = E\ (1 - S)$$

مثـــــــال(١)

استخدمت اسطوانة لأخذ عينات طبيعية من التربة ذات قطر ١٠سم وإرتفاع ١٠سم وكان وزن الأرض Mt ١,٤٥كجم ووزن الأرض بعد تجفيفها على ١٠٥م لمدة ٢٤ساعة Ms ١,٣كجم احسب الآتي:

- الكثافة الظاهرية.
- المسامية.
- المحتوى الرطوبي عند التشبع ودرجة التشبع.
- المحتوى الرطوبي على أساس الوزن والحجم معبرا عنه كعمق الماء.
- المسامية الهوائية.
- نسبة المسام.
- وزن الفدان لعمق ٨٠سم من الأرض وحجم الماء به.

الحـــــــــل

D = 10 cm = 0.1 m

r = 0.1/2 = 0.05

A = p r2 = (22/7) . (0.05)2 = 7.85 x 10–3 m2

V = p r2 L = 7.85 x 10–3 x 0.01 = 7.85 x 10–4 m3

Ms = 1.2 Kg

Mw = 1.45 – 1.2 = 0.25 Kg

Calculate Bulk Density

rb = Ms/Vt

= [(1.2)/ (7.85 x 10–4)] = 1529 Kg m–3

Calculate Porosity

E = 1 – (rb/rs)

= 1 - (1529/2650) = 0.423 = 42.3%

Calculate Moisture Content and Saturation Percentage

Vw = Mw/rw

= (0.25/1000) = 2.5 x 10–4 m3

q**m** = Mw/Ms

= 0.25/1.2 = 0.208 = 20.8%

q**v = Vw/Vt**

= (2.5 x 10–4) / (7.85 x 10–4) = 0.318

= 31.8%

De = Vw/A

= (2.5 x 10–4) / (7.85 x 10–3) = 0.032 m

= 3.2 cm

E = 0.423 = 42.3%

Calculate Depth of Water (De)

S = [(θ**v**) / (**E**–q**v sat.**)]

= 0.318/0.423 = 0.75 = 75%

Calculate Air Porosity

Ea = E – θ**v = E (1–S)**

= 0.423 – 0.318 = 0.105 = 10.5%

Calculate Porosity percentage

e = [(E) / (1 – E)] **= (0.423) / (1– 0.423) = 0.733**

Calculate Weight of Feddan & Water volume

Feddan = 4200 m2

Vt feddan = 4200 x 0.8 = 3360 m3

Vw = 3360 x 0.318 = 1068.5 m3/ feddan

ويمكن حساب المسامية والسامية الهوائية ونسبة المسام بطريقة أخرى وذلك بحساب حجم كل مكون على حدة.

Vw = 2.5 x 10-4 m3

Vt = 7.85 x 10-4 m3

Vs = Ms/rs = 1.2 Kg / 2650 Kgm3 = 4.53 x 10-4 m3

Va = (Vt – (Vs + Vw) = 7.85 x 10-4 – (2.5 x 10-4 + 4.52 x 10-4)

= 8.2 x 10-5 m3

E = (Vw + Va) / Vt = 0.423 = 42.3%

Ea = Va / Vt = 0.104 = 10.4%

e = (Vw + Va) / Vs = 0.733

مثـــــــال(٢)

احسب الـ Void Ratio **لأرض السعة الهوائيـة لها ١٢٪ ونسبة التشبع لها ٧٦٪.**

الحـــــــل

Ea = E – qv = E (1–S)

12 / 100 = E (1 – 0.76)

E = 12/24 = ½ = 0.5

e = [(E) / (1 – E)]

e = (0.5) / (1 – 0.5) = 0.5 / 0.5 = 1 = 100%