مفردات المنهج

1- الخصائص الفيزيائية لجزيئات الماء والخاصية الشعرية

2- تقدير المحتوى الرطوبي للتربة

3-التحليل الميكانيكي لدقائق التربة

4-حساب المساحة السطحية النوعية لدقائق التربة

5-تقدير الكثافة الحقيقية والظاهرية للتربة

6-تقدير ثباتية تجمعات التربة وحساب معدل القطر الموزون بطريقتي النخل الجاف والنخل الرطب.

7- دراسة الخصائص الديناميكية للتربة

8-قياس التوصيل المائي للتربة

9-قياس مقاومة التربة للاختراق.

10-قياس اجهاد القص وزاوية الاحتكاك

المصادر

1-عودة ،مهدي ابراهيم (1991)اساسيات فيزياء التربة ،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي(كتاب مترجم)

2-حسن ،هشام محمود(1999)فيزياء التربة

3- Klute A. (1986)Methods of soil analysis ,Part 1-physical and mineralogical methods

المحاضرة الاولى:- دراسة الخصائص الفيزيائية لجزيئات الماء والخاصية الشعرية

الخصائص الفيزيائية للماء

يعرف الماء بانه سائل عديم اللون والطعم والرائحة وهو مادة فعالة جدا ويعتبر مذيب وناقل جيد جدا للعديد من المواد ويعد الماء من اكثر المواد انتشارا في الطبيعة اذ يغطي اكثر من ثلثي سطح الارض بشكل محيطات وبحار وبحيرات وانهار و يوجد في الجو بهيئة بخار ماء كما يوجد في الحالة الصلبة بهيئة جليد وهو المكون الرئيسي لاجسام جميع الكائنات الحية.

ان الصيغة المتعارف عليها للماء هي H_2O وهذا يعني ان الماء يتكون من ذرتي هيدروجين ترتبطان بذرة اوكسجين على شكل ذراعان الزاوية بين هذان الذراعان بحدود 105^{O} هذا التركيب يجعل من جزيئة الماء تسلك سلوك ثنائي القطب $^{O}O^{O}$ حيث تتكون شحنة سالبة باتجاه ذرة الاوكسجين وشحنة موجبة باتجاه ذرتي الهيدروجين . ان معظم صفات الماء ناتجة من الخاصية القطبية لجزيئة الماء.

ترتبط جزيئات الماء مع بعضها بواسطة اواصر هيدروجينية ضعيفة والتي تكون في حالة ارتباط وانفصال مستمر مما يجعل الماء ياخذ شكل الاناء الذي يوضع فيه .ان قوة الاواصر الهيدروجينية بين جزيئات الماء تعتمد اعتمادا كليا على درجة الحرارة اذ تزداد قوة الارتباط بين جزيئات الماء بانخفاض درجة الحرارة ليكون بناءا بلوريا متماسكا عند الانجماد والعكس يحصل عند ارتفاع درجة الحرارة حيث يؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى تكسر جزئي في هذا البناء المتماسك وبالتالي تغير حالة الماء من جليد الى سائل ثم الى بخار بارتفاع درجة الحرارة

يمتلك الماء اقل طاقة حركية في الحالة الصلبة على عكس بخار الماء وان عملية التحول من حالة الى اخرى تؤدي الى تحرر او صرف كمية من الطاقة اعتمادا على اتجاه عملية التحول حيث يرافق عملية تحول الماء من صلب الى سائل ومن ثم الى بخار تكسير للاواصر الهيدروجينية وتكون هناك عملية بناء عندما يتحول الماء من بخار الى سائل ثم الى صلب.ويشكل الماء مع المواد الذائبة فيه محلول التربة والذي يشغل الفراغات المسامية بين دقائق التربة الفارغة من الهواء .

بعض خصائص الماء

1- اعلى قيمة لكثافة الماء تكون عند درجة حرارة 4 ^{o}م وتبلغ 1غم سم$^{-3}$ حيث تزداد كثافة الماء مع انخفاض درجة الحرارة نتيجة انخفاض الطاقة الحركية لجزيئات الماء وتقاربها مع بعضها وحتى الوصول الى درجة حرارة 4 درجة مئوية بعد ذلك يتكون تركيب شبكي من جزيئات الماء يؤدي الى حالة من التمدد مما يؤدي الى انخفاض كثافة الماء وهيه صفة شاذة خاصة بالماء

اي ان كثافة الماء تعتمد على عاملين رئيسيين هما

- الاواصر الهيدروجينية بين جزيئات الماء وتكون التركيب الشبكي الذي يؤدي الى حصول حالة التمدد ويكون مؤثرة في المدى من درجات الحرارة الاقل من 4^{o}م
- الطاقة الحركية للماء وهذه بدورها تعتمد على درجة الحرارة وان هذا العامل يكون مؤثر في مدى درجات حرارة من 4^{o}م فما فوق.

2- يعد مذيب وناقل جيد للعديد من المواد حيث يعمل على اذابة ونقل العناصر الغذائية ليستفاد منها النبات

3- ادمصاص الماء على السطوح الصلبة ذو طبيعة كهربائية ساكنة اذ ترتبط جزيئات الماء القطبية على الوجوه المشحونة في الاجسام الصلبة وان ادمصاص الماء على سطوح الاطيان هي عملية باعثة للحرارة ينتج عنها كمية من الحرارة تعرف بحرارة الترطيب.

4- يمتلك سعة حرارية نوعية عالية كما يمتلك نقاط غليان وانصهار عالية

5- يمكن اعتبار الماء سائل غير قابل للانضغاط في ظروف التربة الطبيعية وتحت تاثير الضغط الجوي الاعتيادي .

6- يمتاز الماء بانخفاض وزنه الجزيئي مقارنة بالسوائل الاخرى

7- الشد السطحي للماء يعتبرعالي مقارنة بالسوائل الاخرى اذ يبلغ عند درجة حرارة 20°م 72.7 داين سم $^{-1}$ مقارنة ب 22 و29 و430 داين سم $^{-1}$ للكحول الاثيلي والبنزين والزئبق على التوالي. ويعرف الشد السطحي بانه القوة الحاصلة عند السطوح الفاصلة بين السائل والغاز وهي تتناسب عكسيا مع درجة الحرارة ويحصل بسبب عدم التوازن في قوى الجذب الجزيئي على جزيئات الماء الموجودة عند السطح حيث تكون قوى الجذب من الجوانب والاسفل والمسلطة من قبل جزيئات الماء الاخرى اكبر من قوة الجذب المسلطة من الاعلى من قبل جزيئات الغاز بسبب انخفاض كثافته مقارنة بكثافة الماء في اسفل وجوانب جزيئة الماء

الخاصية الشعرية وبعض التطبيقات المتعلقة بها.

عند وضع عدد من الانابيب الشعرية المختلفة الاقطار في سائل ملون يلاحظ ارتفاع السائل في داخل الانابيب الشعرية بارتفاعات متباينة اعتمادا على الاختلافات في انصاف اقطار تلك الانابيب ويستمر السائل في الصعود داخل هذه الانابيب الى ان تتساوى القوة المحركة للماء باتجاه الاعلى مع القوة المحركة باتجاه الاسفل

القوة نحو الاسفل =وزن الماء $= r^2 \pi h \sigma_w g$

القوى نحو الاعلى تعتمد على الشد السطحي للسائل= $2r \pi \gamma \cos \theta$

عندما تتساوى القوتين يتوقف ارتفاع الماء

$$r^2 \pi h \sigma_w g = 2r \pi \gamma \cos\theta \longrightarrow h=\frac{2r \pi \gamma \cos \theta}{r^2 \pi \sigma w g}$$

اذ ان:-

h =ارتفاع الماء بالخاصية الشعرية سم

γ=الشد السطحي للماء ويساوي 72.7 داين سم$^{-1}$

Π=النسبة الثابتة =3.14

r =نصف قطر الانبوب الشعري

σ_w=كثافة الماء =1غم سم$^{-3}$

g=التعجيل الارضي =981 سم ثا$^{-2}$(داين غم$^{-1}$)

θ=زاوية التماس بين الماء والانبوب الشعري وتساوي تقريبا صفر

وعند التعويض في المعادلة عن قيم الثوابت تصبح بالشكل التالي $\mathbf{h=\frac{0.15}{r}}$

اي ان ارتفاع الماء بالانابيب الشعرية يتناسب عكسيا مع نصف قطر الانبوب الشعري

لحركة الماء بالخاصية الشعرية دور كبير في انتقال الماء والمغذيات الى جذور النباتات المنتشرة في الطبقة السطحية من التربة ومن ناحية اخرى قد يكون لهذه الحركة اثر سلبي في حال كون المياه الارضية مالحة حيث تؤدي الى تملح الترب نتيجة ارتفاع الماء الارضي الى السطح وتبخره تاركا الاملاح على السطح

المواد وطريقة العمل:-

المواد المطلوبة

1-ترب مختلفة النسجة مجففة هوائيا مطحونة وممرة عبر منخل قطر فتحاته 2ملم

2-انابيب زجاجية بعدد الترب 3- ورق ترشيح لسد احد نهايتي الانابيب الزجاجية

4 -شريط بياني او مسطرة قياس 5- بيكرات بعدد الانابيب الزجاجية المملوءة بالترب

6-حوامل حديدية تحتوي ماسكات حديدية 7- ساعة توقيت 8-ماء

طريقة العمل:

1-سد احدى نهايتي الانابيب الزجاجية باستخدام ورقة ترشيح ثم املئ هذه الانابيب بالتربة بعدها ثبت الشريط البياني المدرج على هذه الانابيب الزجاجية بحيث يكون تدريج القيم تصاعديا من الاسفل الى الاعلى.

2-ثبت هذه الانابيب على الحوامل الحديدية باستعمال الماسك بصورة عمودية بحيث تنتهي نهاية الانبوب الزجاجي المغلق بورقة الترشيح في بيكر يحتوي على الماء بمستوى معين

3- حافظ على مستوى الماء الموجود داخل البيكر ثابت طوال فترة التجربة وابدا بتسجيل الارتفاع مع الزمن واستمر بالتسجيل حتى يتوقف ارتفاع الماء داخل الانابيب عندها تكون القوة المحركة للماء باتجاه الاعلى مساوية للقوة المحركة للماء باتجاه الاسفل

- **احسب معدل انصاف اقطار المسامات الشعرية السائدة في الترب المدروسة بعد معرفة قيم كل من الشد السطحي وكثافة الماء اعتمادا على درجة الحرارة وبعد ذلك احسب ضغط الماء الموجود في داخل كل انبوب من هذه الانابيب الشعرية حيث ان**

$$\text{الضغط داين سم}^{-2} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} = \frac{\pi^2 h\ \sigma g}{r^2\pi} = h\ \sigma_w\ g = \frac{2\gamma}{r}$$

ملاحظة:

ان الضغط في الترب غير المشبعة يكون سالب دائما ويسمى بشد ماء التربة tension ويعرف على انه سالب الضغط (P-) وتكون حركة الماء دائما من المناطق ذات الضغط المرتفع الى مناطق الضغط المنخفض لذلك تكون حركة الماء دائما من الانابيب الشعرية الكبيرة الى الانابيب الشعرية الصغيرة ولا تحدث الحركة بالعكس الا في حالات قليلة جدا كأن تكون الترب مشبعة بالماء.

المحاضرة الثانية:- تقدير المحتوى الرطوبي للتربة

يؤثر المحتوى الرطوبي للتربة تاثيرا كبيرا في الكثير من خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية اذ تؤثر في قابلية التربة للانضغاط وقابلية التربة للاختراق ولزوجة التربة مما يؤثر في حركة الماء في التربة وحركة الهواء وحركة العناصر الغذائية وتغلغل الجذور وعمليات الحراثة وغيرها ولذلك فان تقدير المحتوى الرطوبي للتربة يعتبر مهم جدا عند اجراء العديد من الدراسات كما يعتبر مهم جدا في تقدير كميات مياه الري وتحديد وقت الارواء.

يمكن تقدير رطوبة التربة بعدة طرائق مباشرة وغير مباشرة ولكل طريقة مميزات وعيوب ومن هذه الطرائق

1-الطريقة الوزنية:-وهي طريقة مباشرة لتقدير المحتوى الرطوبي في التربة وتتلخص باخذ نماذج من تربة الحقل وتعيين الوزن الرطب (M_t) لها ثم تجفف في الفرن على درجة حرارة 105 ^{o} م لفترة 24 ساعة ثم توزن لتحديد الوزن الجاف (M_S) ومن ثم يعبر عن المحتوى الرطوبي باحدى الطرق التالية

*- النسبة المئوية للرطوبة نسبة الى الوزن الجاف (Pw) .

$$\mathrm{Pw} = \frac{M_W}{M_S} * 100\%$$

حيث ان (M_W)تمثل وزن الماء وتساوي (M_t - M_S)

*- النسبة المئوية للرطوبة نسبة الى الوزن الرطب (Pww)

$$\mathrm{Pww} = \frac{M_W}{M_t} * 100\%$$

2- الطريقة الحجمية :-وهي ايضا من الطرق المباشرة وتتلخص باخذ حجم معلوم من التربة (V_t)يوزن النموذج ثم يجفف في الفرن على درجة حرارة 105 ^{o} م ثم يوزن ومن فرق الوزن يحسب وزن الماء المتبخر ويقسم على كثافة الماء لاستخراج حجم الماء المتبخر(V_W) ثم تحسب النسبة المئوية للرطوبة الحجمية (Pv)من العلاقة التالية

$$P_V = \frac{V_W}{V_t} * 100\%$$

يمكن تحويل نسب الرطوبة من صيغة الى اخرى وفق العلاقات التالية (اثبت صحة العلاقات)

$$\mathrm{Pw} = \frac{P_{WW}}{100 - P_{WW}} * 100 \quad , \quad \mathrm{Pw}w = \frac{P_W}{100 + P_W} * 100 \quad , \quad \mathrm{Pv} = P_W \frac{\rho_b}{\rho_W}$$

حيث ان (ρ_b , ρ_W)تمثل كثافة الماء والكثافة الظاهرية للتربة وحسب الترتيب

يعتبر التعبير عن رطوبة التربة على اساس الحجم افضل من التعبير على اساس الوزن وذلك للاسباب التالية

1-ان نسبة الرطوبة الحجمية تاخذ بنظر الاعتبار مسامية التربة والتي بدورها تؤثر على الكثير من صفات التربة الفيزياوية.

2-في حالة الترب العضوية الواطئة الكثافة لاتوجد هناك مشكلة لاننا نتعامل مع الحجم وليس مع الوزن وكذلك الحال بالنسبة للترب الرملية العالية الكثافة.

3-يمكن استخدام رطوبة التربة على اساس الحجم لحساب عمق الماء*(d)* الموجود في عمق معين من التربة *(D)* .

$$d = \frac{P_v * D}{100}$$

كما يمكن حساب عمق ماء الري المراد اضافته باستخدام العلاقة $d_{\text{عمق مياه الري}} = d_{\text{بعد الري}} - d_{\text{قبل الري}}$

ولحساب كمية مياه الري *(Q)* نضرب المساحة المراد ريها في عمق ماء الري $\mathrm{Q} = \mathrm{Area} * d$

تمتاز الطريقة الوزنية في تقدير رطوبة التربة ببساطتها وقلة كلفتها كما تعتبر طريقة قياسية لمعايرة الطرق الاخرى

عيوب الطريقة الوزنية

1- طريقة مختبرية ومطولة حيث تحتاج الى 24ساعة لغرض التجفيف

2- ان عملية التجفيف على درجة حرارة 105 °م *قد تؤدي الى اكسدة المادة العضوية وبالتالي يحصل فقد بالوزن لا يكون بفعل تبخر الماء وهنا يحصل خطا في التقدير.لذلك عند تقدير نسبة الرطوبة في الترب العضوية يتم التجفيف على درجة حرارة 60 °م لتجنب اكسدة المادة العضوية.*

3- ان عملية اخذ النماذج من الوحدات التجريبية قد تؤدي الى تشوه الوحدة التجريبية مما يؤدي الى تغيير النتائج.

ولهذه الاسباب يفضل العديد من العاملين استخدام الطرق غير المباشرة والتي تمتاز بما يلي

1-تسمح باجراء قياسات متكررة في نفس النقطة

2-تتطلب عمل اقل وفترة زمنية اقصر ويتم الحصول على النتائج حقليا.

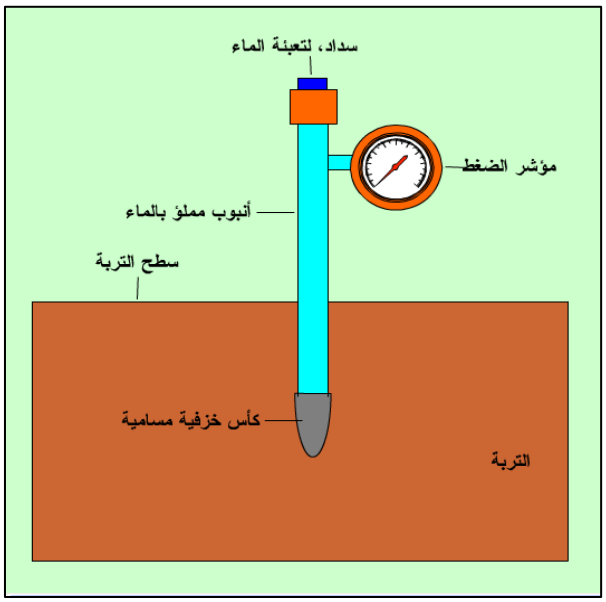
3-لايحصل استثارة للالواح المزروعة

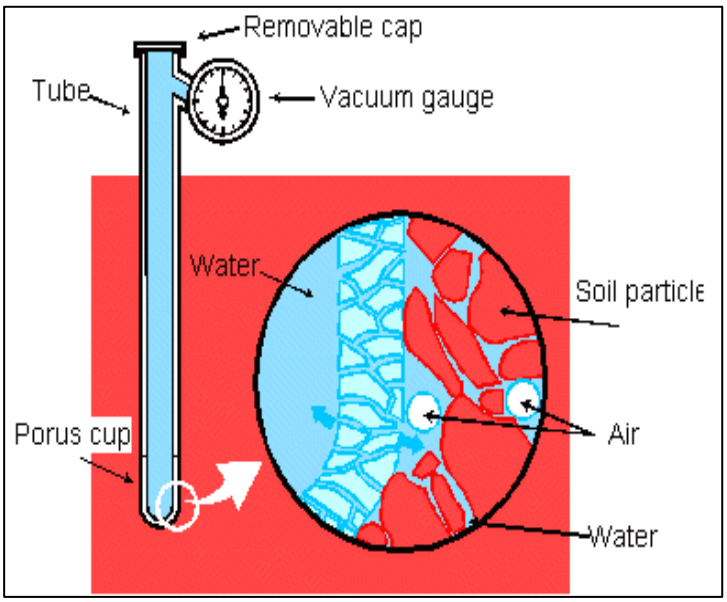
3-طريقة التنشوميتر Tensiometer method

تعتبر هذه الطريقة من الطرق غير المباشرة في تحديد رطوبة التربة حيث تعتمد على جهد دقائق التربة Matric potential *الذي يقاس باستخدام جهاز التنشوميتر الذي يتكون من وعاء مسامي* porous cup *يسمح بمرور الماء والمواد الذائبة يتصل الوعاء المسامي بانبوب* tube *يختلف طوله حسب اعماق التربة المراد تقدير رطوبتها يتصل في قمة الانبوب مقياس لقياس الشد داخل الانبوب يملئ الانبوب بماء مغلي ومبرد (خالي من الهواء)وعند وضع الجهاز في التربة يكون اتجاه حركة الماء في الجهاز خلال الوعاء المسامي معتمدا على الحالة الرطوبية للتربة حيث ان الفكرة الاساسية تعتمد على حالة التوازن بين جهد الماء الموجود داخل الجهاز والشد الرطوبي للتربة فعند انخفاض نسبة الرطوبة في التربة بفعل استهلاك النبات ينتقل الماء من داخل الجهاز عبر الجزء المسامي الذي يكون في تماس مع التربة مما يؤدي الى حصول تخلخل في الضغط داخل الجهاز يسجل بواسطة مقياس الشد* vacuum gauge *المثبت في الجهازاما في حالة زيادة رطوبة التربة عند الري يحصل انتقال للماء من التربة الى داخل الجهاز عبر الجزء المسامي مما يؤدي الى زيادة الضغط داخل الجهاز وهكذا.*

ينصب الجهاز بحيث يكون الجزء المسامي بتماس مع التربة في المنطقة الجذرية الفعالة ويمكن من خلاله تتبع التوزيع الرطوبي للتربة بعد الري وتحديد وقت الري

ان جهاز التنشوميتر يعطي قراءة ضمن حدود للشد تتراوح بين (0-0.85)بار لذا لا يمكن استخدامه في حالة الترب التي يكون فيها الشد الرطوبي خارج هذا المدى.





4- طريقة قوالب المقاومة الكهربائية Resistance block methods

تعتبر من الطرق غير المباشرة لقياس المحتوى الرطوبي للتربة .يتكون الجهاز من قوالب من الجبس او النايلون المثقب او الصوف الزجاجي مثبت داخلها قطبين كهربائيين متصلين بمقياس لقراءة المقاومة .توضع القوالب في التربة عند الاعماق المطلوبة لتحديد المحتوى الرطوبي على اساس ان المقاومة الكهربائية تتناسب عكسيا مع المحتوى الرطوبي .

لتحديد الرطوبة على اساس المقاومة يجب اولا رسم منحني معايرة قياسي بين قراءة الجهاز والمحتوى الرطوبي للتربة او مع الشد الرطوبي للتربة وبعد ذلك يتم تحديد المحتوى الرطوبي او الشد الرطوبي للتربة من خلال تسقيط قراءات الجهاز على منحنيات المعايرة Calibration curve

ملاحظة :-يفضل معايرة قراءة الواح المقاومة مع الشد وذلك لان الالواح المسامية في التربة تعمل على التعادل مع الشد الرطوبي لدقائق التربة بدلا من رطوبة التربة نفسها وان الترب المختلفة يمكن ان تمتلك علاقات رطوبة ضد شد مختلفة ، فمثلا يمكن ان تكون نسبة الرطوبة في التربة الطينية عند شد رطوبي 15 بار (3-4)اضعاف نسبة الرطوبة للتربة الرملية عند نفس الشد الرطوبي

مميزات هذه الطريقة

1- غير مكلفة 2-لاتحتاج الى اخذ عينات من التربة 3-يمكن استخدامها في ظروف رطوبية منخفضة 4- يمكن بواسطتها الحصول على مؤشر موضعي مستمر للتغير في رطوبة التربة .

عيوبها

1- تتاثر القراءة باختلاف تركيز الاملاح في التربة نتيجة اضافة الاسمدة وغيرها وخصوصا عند استخدام قوالب النايلون اوالصوف الزجاجي اما القوالب الجبسية فتحتوي على محلول مشبع من كبريتات الكالسيوم تعمل كمحلول منظم يمنع تاثير الاملاح على القراءة.
2- ذائبية الجبس في التربة يؤدي الى تاكل وتلف هذه القوالب مع الوقت
3- حساسة لاختلاف درجات الحرارة
4- تتاثر بظاهرة التخلف hysteresis (التغير في علاقة المحتوى الرطوبي مع الشد في حالتي الترطيب والتجفيف).

5- طريقة التشتت النيوتروني Neutron scattering method

يستخدم في هذه الطريقة جهاز يعرف بمقياس الرطوبة النيوتروني (neutron moisture meter) الذي يتكون من جزئين رئيسيين الاول هو المدس probe ويحتوي على مصدر النيوترونات السريعة وكشاف detector يوضع المدس في انبوب الادخال الموضوع عموديا في التربة اما الجزء الثاني فهو العداد scaler الذي يقيس عدد النيوترونات البطيئة المتبعثرة في التربة.

الفكرة الاساسية لعمل الجهاز مبنية على اساس ان لذرات الهيدروجين القدرة على تقليل سرعة النيوترونات اكثر من اي ذرة اخرى وان هناك علاقة بين تركيز ذرات الهيدروجين والمحتوى الرطوبي في التربة.

وتتلخص هذه الطريقة باطلاق نيوترونات عالية الطاقة من المصدر المشع الى داخل جسم التربة ونتيجة لتصادم هذه النيوتروناتمع ذرات الهيدروجين ستفقد جزء من طاقتها الحركية وتنخفض سرعتها ويتغير اتجاهها فتعود ثانية الى الجهاز وبسرعة واطئة ويتم حساب عددها العائد خلال وحدة الزمن ومنه يمكن الاستدلال على كمية الماء الموجودة في التربة وبالاعتماد على رسم منحني قياسي يوضح العلاقة بين المحتوى الرطوبي وعدد النيوترونات العائدة .

مميزات هذه الطريقة:-

1-طريقة سريعة وتحتاج عمل مختبري اقل 2-لاتقوم بتكسير التربة 3-تمكننا من اجراء قياسات متعددة بصورة دورية للرطوبة الحجمية في نفس الموقع والاعماق 4-لاتعتمد عمليا على درجة الحرارة والضغط

عيوب هذه الطريقة

1-الكلفة الاولية العالية للجهاز 2-صعوبة قياس الرطوبة في الطبقة السطحية من التربة 3-الخطورة الصحية المرافقة للتعرض للنيوترونات واشعة كاما

منحني الخاصية الرطوبية للتربة: soil moisture characteristic curve

منحني الخاصية الرطوبية للتربة هو العلاقة بين المحتوى الرطوبي عند مستويات الشد الرطوبي المختلفة لدقائق التربةويتم رسم هذا المنحني من خلال تسليط ضغوط مختلفة على عينة التربة الموضوعة على غشاء الضغط في قدر الضغط هذه الضغوط تكافئ قيم الشد الممسوك به الماء من قبل التربة مما يؤدي الى استخلاص الماء الممسوك بقوة شد اقل من الضغط المسلط على نموذج التربة عند حصول حالة التوازن يتم اخراج العينة من الجهاز ويقدر المحتوى الرطوبي للتربة بالطريقة الوزنية ثم ترسم العلاقة بين الضغط والمحتوى الرطوبي التي تمثل منحني الخاصية الرطوبية للتربة

المواد وطرائق العمل:

المواد المطلوبة

1-علب رطوبة 2-ترب مختلفة 3-فرن كهربائي مثبت على درجة حرارة 105 درجة مئوية 4-اسطوانات معلومة الحجم(core sample) *لاخذ نماذج تربة طبيعية معلومة الحجم 5- تنشومترات 6-جهاز قياس الرطوبة بقوالب المقاومة 7- جهاز قياس منحني الخاصية الرطوبية (جهاز الضغط)*

طرائق العمل

1-الطريقة الوزنية

* -اوزن علبة الرطوبه مع الغطاء

*-ضع نموذج التربة في العلبة واوزن العلبة مع التربة الرطبة مع الغطاء

*ضع الغطاء اسفل العلبة وضعهما مع التربة الرطبة في الفرن *على درجة حرارة 105 ^{o}م لمدة 24 ساعة*

**-استخرج العلبة الحاوية على النموذج وغطها بغطائها وضعها في مجفف يحتوي كلوريد الكالسيوم واتركها حتى تبرد (تصبح بنفس درجة حرارة المختبر)*

**- وزن العلبة ومحتوياتها*

احسب وزن التربة الجافة ووزن الماء المتبخر وجد قيم Pw و Pww

2-الطريقة الحجمية

**وزن الاسطوانة المعلومة الحجم وهي فارغة وسجل الوزن*

* - خذ نماذج تربة غير مثارة باستخدام core sample

* -اوزن وسجل وزن الاسطوانة مع التربة الرطبة

* -ضع الاسطوانة مع التربة في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة 24 ساعة او حتى ثبوت الوزن

* -استخرج *الاسطوانة الحاوية على نموذج التربة واوزنها بعد تبريدها في المجفف*

**-حسب وزن الماء المتبخر ووزن التربة الجافة وحجم التربة المساوي لحجم الاسطوانة وحجم الماء المتبخر و* Pv

3-التنشومترات وقوالب المقاومة

**-ثبت التنشومترات والقوالب الجبسية في ترب مختلفة (تربة طينية واخرى رملية)*

**-شبع الترب بالماء*

**-سجل قراءة التنشوميتر وقوالب المقاومة مع الزمن مع اخذ نماذج من التربة عند كل قراءة وتقدير نسبة الرطوبة لها بالطريقة الوزنية*

** - ارسم العلاقة بين رطوبة التربة وقراءة كل من التنشوميتر وقوالب المقاومة*

4-منحني الخاصية الرطوبية

1-شبع غشاء الضغط الخاص بالجهاز بالماء

2-املاء الحلقات المطاطية الخاصة بالجهازبعد وزنها بنماذج تربة مختلفة بحدود(25-35)غم واضعا اياها على غشاء الضغط وشبعها بالخاصية الشعرية من الاسفل

3-قدر نسبة الرطوبة في عدد من العينات لتمثل الرطوبة عند الضغط صفر

4- ضع الغشاء مع النموذج في الجهاز واغلقه باحكام ثم سلط عليه ضغط بمقدار ثلث بار واتركه حتى حصول حالة التوازن وذلك بتوقف خروج الماء من الجهاز

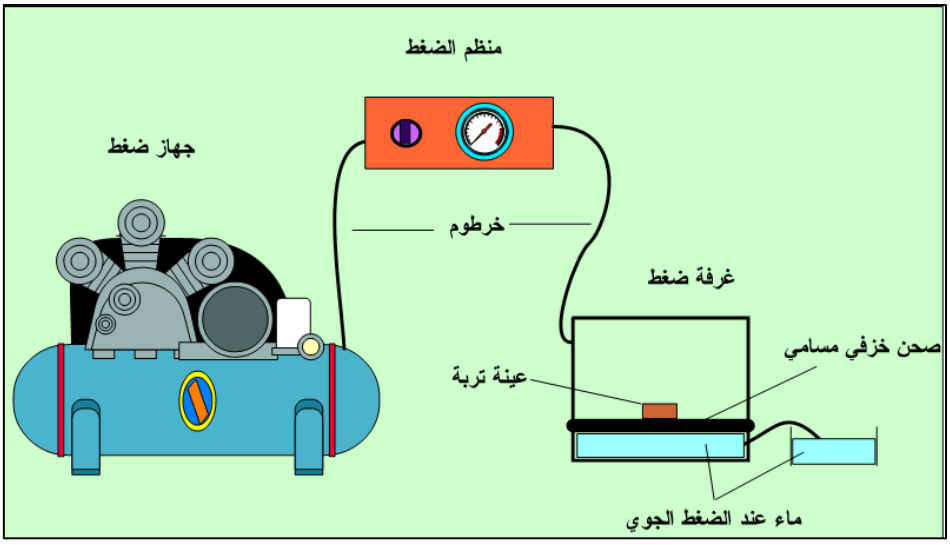
5-صفر الضغط في الجهاز ثم افتح الغطاء واستخرج النماذج واوزنها بحذر لكي لا تفقد من نموذج التربةلايجاد الوزن الرطب للتربة عند الضغط ثلث بار ثم اعدها الى الجهاز

6-كرر الخطوتين 4 و5 مع تغيير مقدار الضغط المسلط على النموذج باستخدام ضغوط(1 ،3 ،5 ،10 ،15)بار مع ملاحظة استخدام غشاء الضغط الملائم

7-بعد الانتهاء من الخطوة 6 استخرج النماذج وانقلها نقلا كميا الى علبة رطوبة معلومة الوزن وجففها بالفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة 24 ساعة ثم اوزنها لمعرفة الوزن الجاف للتربة

8-احسب نسبة الرطوبة للتربة عند كل ضغط

9- ارسم العلاقة بين المحتوى الرطوبي والضغط ليمثل منحني الخاصية الرطوبية للتربة



شكل يبين جهاز الضغط المستخدم في تقدير منحني الخاصية الرطوبية

المحاضرة الثالثة:-التحليل الميكانيكي للتربة Mechanical analysis of soil

يقصد بالتحليل الميكانيكي جميع العمليات المتبعة لفصل دقائق التربة الاولية وايجاد النسب المئوية الوزنية لاحجام هذه الدقائق (النسبة المئوية للرمل والغرين والطين)والتي بموجبها يتم تحديد صنف نسجة التربة soil texture والتي تمثل التوزيع النسبي لحجوم دقائق التربة الاولية والتي تعد احد صفات التربة الطبيعية الهامة والثابته نسبيا حيث لا تتغير تحت تاثيرعمليات الخدمة المختلفة التي تجري في التربة .

يمكن تحديد نسجة التربة حقليا بصورة تقريبية بالاعتماد على الصفات النوعية للتربة و الخبرة العملية حيث يمكن تصنيفها الى خشنة او ناعمة او متوسطة النسجة بالاعتماد على ملمس التربة كما يمكن تحديدها من خلال برم عجينة التربة وتعتبر هذه طرق حقلية وصفية لتحديد نسجة التربة اما التعبير الكمي فيتم عن طريق تحديد نسب المفصولات (الرمل sandوالغرينsilt والطينclay) باجراء عملية التحليل الميكانيكي في المختبر.

توجد العديد من الانظمة العالمية التي صنفت دقائق التربة على اساس اقطار دقائقها بغض النضر عن تركيبها الكيميائي والمعدني ومن اهمها

مجاميع دقائق التربة الاولية	النظام الامريكيUSDA		النظام العالميISSS	
	الصنف	قطر الدقائق	الصنف	قطر الدقائق
رمل	رمل خشن جدا	1-2	رمل خشن	0.2-2
	رمل خشن	0.5-1		
	رمل متوسط	0.25-0.5	رمل ناعم	0.02-0.2
	رمل ناعم	0.1-0.25		
	رمل ناعم جدا	0.05-0.1		
غرين	غرين	0.002-0.05	غرين	0.002-0.02
طين	طين	اقل من 0.002	طين	اقل من0.002

يعد التحليل الميكانيكي للتربة من التحليلات الفيزيائية المهمة التي تجري في الكثير من مختبرات العالم لتحديد نسجة التربة وذلك لما للنسجة من تاثير كبير في خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية حيث ان معرفة صنف النسجة يعطي فكرة عن مدى قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء وسرعة حركة الماء فيها وتهويتها وقدرتها على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية.

هناك ثلاث خطوات رئيسية في عملية التحليل الميكانيكي وهي

1-عملية الفصل (فصل دقائق التربة بعضها عن البعض الاخر)وفيها يتم تفكيك تجمعات التربة الى دقائق التربة الاولية بدون تكسير هذه الدقائق ويتم ذلك بالتخلص من عوامل الربط وكما يلي

*-ازالة الاملاح الذائبة حيث انها تعمل على تجميع واتحاد دقائق التربة مع بعضها ويتم ذلك بعملية الغسل المتكرر لعينة التربة بالماء المقطر.

*-التخلص من المادة العضوية التي تعمل على تجميع وربط دقائق التربة ويتم ذلك من خلال اكسدتها بواسطة بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتركيز 30%

*-التخلص من كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم التي تعمل على ربط دقائق التربة ويتم ذلك باضافة خلات الصوديوم او حامض الهيدروليك المخفف حيث تتحول هذه المركبات الى كلوريدات سهلة الذوبان بالماء يسهل التخلص منها بالغسل.

2-التفريقDispersion :-بعد التخلص من عوامل الربط تصبح الدقائق مفرقة ولكن ليس هناك ما يمنع التصاقها مرة اخرى لذلك يتم اضافة مادة تعمل على تفريق دقائق التربة (كمادة هكسا ميتا فوسفات الصوديوم)والتي تعرف بالكالكون Calgon هذه المادة حاوية على ايونات الصوديوم الذي يقوم بازاحة الايونات الموجبة الثنائية والثلاثية التكافؤ مثل الكالسيوم والالمنيوم الممدصة على اسطح دقائق الطين ويحل محلها وبسبب كبر غلافه المائي يؤدي الى زيادة حجم الغلاف المائي للدقائق عند الاتحاد معها مما يحول دون التصاق الدقائق مرة اخرى

3-النخل والترسيب :-بعد اتمام عملية التفريق تفصل الدقائق الخشنة (الرمل)بواسطة مجموعة من المناخل ذات فتحات مختلفة تتراوح بينة 2-0.05 ملم حيث يحجز كل منخل الحبيبات ذات الاقطار الاكبر من قطر فتحاته والاصغر م من قطر فتحات المنخل الذي يعلوه ثم يقدر وزن مايوجد فوق كل منخل ويعبر عنه كنسبة مئوية الى كتلة العينة الجافة (تستخدم المناخل في فصل الرمل في طريقة الماصة الحجمية فقط)اما الدقائق ذات الاقطار الاصغر من 0.05ملم (الطين والغرين)فيتم فصلها عن طريق الترسيب في الماء الساكن sedimentation والتي تستند على قياس سرعة الترسيب النسبية للدقائق ذات الاحجام المختلفة في المعلقات المائية طبقا لقانون ستوك stokes law والذي ينص على ان سرعة المنتهى terminal velocity للدقائق الغروية الساقطة تحت تاثير الجاذبية الارضية في مائع ذو كثافة ولزوجة معينين تتناسب مع مربع نصف قطر تلك الدقيقة ،وتعرف سرعة المنتهى بانها السرعة النهائية التي تصل اليها الدقائق الساقطة سقوطا حرا بتاثير الجاذبية الارضية في مائع ذا كثافة ولزوجة معينين عند التوازن بين مقاومة المائع ووزن الدقيقة

عند سقوط دقائق التربة في الماء تؤثر عليها قوى نحو الاسفل وقوى نحو الاعلى

*-قوة الجاذبية الارضية وتعادل وزن الدقيقة والتي تعمل على تحريك الدقيقة نحو الاسفل$=\frac{4}{3}\ \mathbf{r}^3\pi\ \rho s\ g$

***- القوة الدافعة للسائل نحو الاعلى:عند حركة دقائق التربة في الماء تعمل على ازاحة الماء وحسب قاعدة ارخميدس فان الاجسام الغاطسة تفقد من وزنها بقدر وزن السائل المزاح وان حجم السائل المزاح يساوي حجم الجزء الغاطس** لذلك تكون صافي قوة الجاذبية(Fg) على دقائق التربة

$$Fg = \frac{4}{3} r^3\ \pi\ \rho s\ g - \frac{4}{3} r^3\ \pi\ \rho f\ g = \frac{4}{3} r^3\ \pi(\rho s - \rho f)g$$

*-قوى الاحتكاك بفعل لزوجة السائل وتكون متجهة نحو الاعلى والتي وجد ستوك بانها تساوي $6\pi\ \mathbf{r}\ \eta v$

وعند الوصول الى سرعة المنتهى فان القوى نحو الاعلى تساوي القوى نحو الاسفل اي ان

$$6\pi\ r\ \eta v = \frac{4}{3} r^3\ \pi(\rho s - \rho f)g \longrightarrow v = \frac{2r^2 g}{9\eta}\ (\rho s - \rho f)$$ ← قانون ستوك

حيث ان v =سرعة سقوط الدقائق سم ثا$^{-1}$ r =نصف قطر الدقيقة سم

ρs=كثافة دقائق التربة 2.65 غم سم$^{-3}$ ρf=كثافة الماء

η=لزوجة السائل (الماء) g =التعجيل الارضي 981 سم ثا$^{-2}$

ولحساب زمن سقوط الدقائق فان

$$V = \frac{h}{t} = \frac{2\left(\frac{d}{2}\right)^2 g}{9\eta}\ (\rho s - \rho f) = \frac{d^2 g}{18\eta}\ (\rho s - \rho f) \longrightarrow h = \frac{d^2 g}{18\eta}\ (\rho s - \rho f)t$$

$$t = \frac{18\eta h}{d^2 g(\rho s - \rho f)}$$

ولحساب اقطار الدقائق (d) الساقطة عند عمق معين بعد فترة زمنية محددة

$$d = \sqrt{\frac{18\eta h}{g(\rho s - \rho f)t}}$$

ان استخدام قانون ستوك لقياس حجوم دقائق التربة يعتمد عدة فرضيات اهمها

1- يجب ان تكون دقائق التربة كبيرة نسبيا لكي لا تتاثر بالحركة البراونية لجزيئات السائل
2- يجب ان تكون الدقائق صلبة وكروية وناعمة
3- كل الدقائق تمتلك نفس الكثافة
4- يجب ان يكون العالق مخفف بدرجة ان الدقائق لا تتداخل مع بعضها وان كل منها يسقط بصورة مستقلة
5- يكون جريان المائع حول الدقائق رقائقيا

ومن اهم طرق قياس توزيع حجوم الدقائق

1 – طريقة الماصة Pipette method:-تتلخص هذه الطريقة بسحب نماذج معروفة الحجم من عمق محدد في العالق في اوقات منتظمة بعد بداية الترسيب وتعتبر طريقة دقيقة وموصى بها عالميا

2-طريقة المكثاف Hydrometer method :-وتسمى ايضا طريقة بايوكوس bouyoucos نسبة الى مصممها وتتلخص بقياس كثافة العالق في عمق معين كدالة لزمن الترسيب تستند هذه الطريقة على اساس ان كثافة العالق تختلف مع الزمن وذلك بترسيب الدقائق الاكبر حجما ويعقبها الدقائق الاصغر حجما لتستقر خارج منطقة القياس وحسب قانون ستوك ،تعتبر هذه الطريقة تقريبية لكنها سريعة وتستخدم بكثرة في المختبرات التي تردها اعداد كبيرة من النماذج وفي عمليات المسح للمشاريع عندما تكون الدقة الزائدة لامبرر لها ومن اسباب عدم دقة هذه الطريقة

*-انها معيرة على تربة مزيجة معلومة النسجة عند درجة حرارة 67 ^{o} ف تقريبا 20 ^{o} م لذا يجب طرح او زيادة قراءة المكثاف بمقدار0.4 لكل درجة مئوية اقل او اعلى من 20 ^{o}م وحسب الترتيب لنحصل على قراءة مصححة

*-لايقيس الكثافة في نقطة وانما في منطقة تتحدد بطول جسم المكثاف

*-قد يحدث رج للمعلق اثناء وضع المكثاف للقياس وهذا يؤثر على الترسيب

*-قد يحدث ترسيب للدقائق على اكتاف المكثاف

*-قد تصعب قراءته لارتفاع الماء على ساق المكثاف

المواد وطرائق العمل

1- المواد المطلوبة

ا-نماذج تربة مجففة هوائيا مطحونة ومنخولة بمنخل قطر فتحاته 2 ملم ب-بيكرات زجاجية بعدد الترب ج-علب رطوبة لتحديد نسب الرطوبة د- اسطوانات حجمية سعة 1 لتر ه-مكثاف و-محرار لقياس درجة الحرارة ز- ماكنة رج التربة ح-حمام مائي ط- كالكون 5% ي- بيروكسيد الهيدروجين 30% ك-خلات الصوديوم واحد عياري ل - ماء مقطر

2- طريقة العمل :-

1-اوزن 10غم و 50غم من التربة المطحونة والممررة من منخل 2ملم لطريقتي الماصة والمكثاف حسب الترتيب وضعها في بيكر سعة 600مل واضف لها 250 مل من الماء المقطر

2- رج المعلق لمدة 5 دقائق ثم تخلص من الراشح كرر هذه العملية مرتين وذلك للتخلص من اكبر كمية ممكنة من الاملاح القابلة للذوبان في الماء

3-اضف الى التربة 50مل من محلول خلات الصوديوم (NaOAC 1N) او (1 N HCl)وضع البيكر في حمام مائي لمدة نصف ساعة مع التحريك المستمر باستخدام قضيب زجاجي ثم استخرج البيكر ومحتوياته وتخلص من الراشح بعد ان يبرد ،كرر العملية مرة اخرى ثم اغسل التربة بالماء المقطر وتخلص من ماء الغسل وبذلك تكون الكاربونات الكلية قد ازيلت من التربة

4-اضف 200مل ماء مقطر وامزج المعلق واضف 15مل من 30% بيروكسيد الهيدروجين

5-سخن المزيج على مصدر حراري على درجة حرارة 70-90 درجة مئوية لمدة ساعتين مع المزج المستمر لاتمام اكسدة المادة العضوية واترك المزيج الى اليوم التالي ثم تخلص من الراشح

6-اضف 250مل ماء مقطر ورج لمدة خمس دقائق ثم تخلص من الراشح ثم ضع البيكر ومحتوياته في فرن كهربائي

7-انقل التربة نقلا كميا بواسطة قليل من الماء الى الرجاج الكهربائي stirrer واضف 10مل من مادة الكالكون sodium hexa meta phosphate بتركيز5% وامزج الخليط لمدة 6 دقائق للترب الرملية و15 دقيقة للترب المزيجة و 20 دقيقة للترب الطينية

طريقة الماصة:-

8-بعد الانتهاء من عملية الرج انقل معلق التربة نقلا كميا عبر منخل قطر فتحاته 50مايكرون الى اسطوانة حجمية ذات حجم واحد لتر وذلك لفصل الرمل عن الغرين والطين واغسل المتبقي فوق شاشة المنخل بقليل من الماء المقطر حتى يصبح ماء الغسل رائقا عندها اجمع المتبقي فوق شاشة المنخل في علبة وجففه في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة 24 ساعة ثم اوزنه ليمثل الرمل في النموذج

9-اكمل حجم المعلق الموجود في الاسطوانة الحجمية الى حد العلامة باستعمال الماء المقطر ،رج المعلق بشدة باستخدام البلنجر plunger وابدا بتسجيل الوقت حال الانتهاء من عملية الرج ثم اسحب بواسطة ماصة حجمية 25سم ^{3} من المعلق بأوقات زمنية تعتمد على درجة حرارة المعلق وفرغها في علبة رطوبة وضعها في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية حتى تجف واوزنها

10-الحسابات

$$\%\text{للرمل} = \frac{\text{الوزن الجاف للتربة المفصولة بواسطة المنخل}}{\text{الوزن الجاف للتربة المأخوذة للتحليل}} * 100\%$$

$$\%(\text{الطين} + \text{الغرين}) = \frac{\text{الوزن الجاف للتربة عند السحبة الاولى} * \frac{1000}{25}}{\text{الوزن الجاف للتربة المأخوذة للتحليل}} * 100\%$$

$$\%\text{الطين} = \frac{\text{الوزن الجاف للتربة عند السحبة الثانية} * \frac{1000}{25}}{\text{الوزن الجاف للتربة المأخوذة للتحليل}} * 100\%$$

طريقة المكثاف

8-بعد اكمال عملية الرج في خطوة 7 انقل المعلق نقلا كميا الى اسطوانة حجمية سعة واحد لتر واكمل الحجم الى العلامة بالماء المقطر رج المعلق بشدة باستخدام البلنجر plunger وابدا بتسجيل الوقت حال الانتهاء من عملية الرج

9-خذ القراءة الاولى بعد 40 ثانية من انتهاء عملية الرج واتركه لمدة ساعتين وخذ القراءة الثانية وفي كل مرة سجل حرارة المعلق

10-الحسابات

$$\%(\text{الطين} + \text{الغرين}) = \frac{\text{القراءة المصححة للمكثاف بعد 40 ثانية}}{\text{وزن نموذج التربة المجفف في الفرن}} * 100\%$$

القراءة المصححة للمكثاف بعد ساعتين

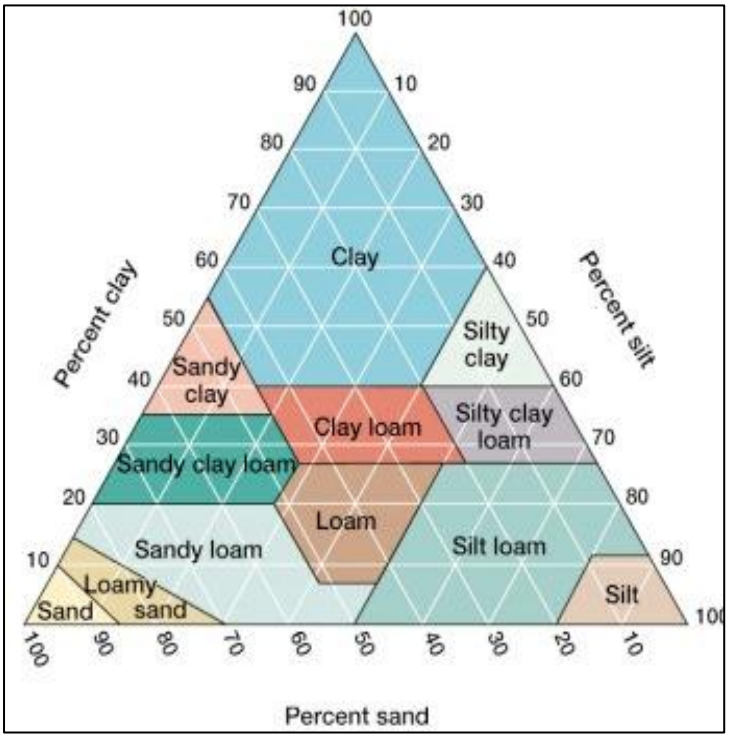
%للطين=

* 100%

وزن نموذج التربة المجفف في الفرن

% للغرين =%(الطين +الغرين) - %للطين

% للرمل =100% - %(الطين +الغرين)



وبعد تحديد نسب المفصولات يمكن ايجاد صنف نسجة التربة باستخدام مثلث النسجة وهو مثلث متساوي الاضلاع تمثل قاعدته النسبة المئوية للرمل والضلع الايسر %للطين والضلع الاخر %للغرين وتكون نسب تزايد المفصولات باتجاه دوران عقارب الساعة.

المحاضرة الرابعة :تقدير الكثافة الظاهرية Bulk density والكثافة الحقيقية Particle density
وحساب المسامية الكلية للتربة total porosity

الكثافة هي كتلة وحدة الحجوم اي انها حاصل قسمة الكتلة على الحجم وتقاس بوحدة غم.سم$^{-3}$ او ميكاغم .م$^{-3}$ ولتقدير كثافة التربة يتم تقدير الكتلة (Ms)من خلال وزن نموذج التربة المجفف في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية اما الحجم فللتربة حجمان حجم كلي او ظاهري (Vt)وهو يمثل حجم دقائق التربة مع حجم الفراغات بين دقائق التربة وحجم حقيقي (Vs)يمثل حجم دقائق التربة فقط .لذلك هناك كثافتان للتربة كثافة ظاهرية تحسب من كتلة التربة نسبة الى حجمها الظاهري وكثافة حقيقية تحسب من كتلة التربة نسبة الى حجمها الحقيقي.

اولا-**الكثافة الظاهرية *(ρb)* Bulk density:**-وهي نسبة كتلة التربة الجافة الى الحجم الظاهري للتربة $\boldsymbol{\rho b = \frac{m_s}{v_t}}$

وتعتبر الكثافة الظاهرية للتربة صفة متغيرة مع الزمن نتيجة تاثير الظروف المناخية والعمليات الزراعية وعمليات ادارة التربة وصيانتها ومدى انضغاطها وثباتية بنائها ومحتواها من المادة العضوية (تؤثر من خلال انخفاض كثافتها او من خلال تحسين بناء التربة) كما تتاثر بالمحتوى الرطوبي ونسبة ونوع معادن الطين خصوصا في الترب الانتفاخية ، تتراوح قيم الكثافة الظاهرية بين (1.8-0.9)غم سم $^{-3}$ وهي صفة فيزيائية مهمة اذ تعد مؤشرا جيدا لتهوية التربة وحركة الماء والهواء وتغلغل الجذور مما ينعكس على قابلية التربة الانتاجية وتستخدم بكثرة في

1-تحويل نسبة الرطوبة الوزنية الى حجمية وحسابات مياه الري

2-حساب المسامية الكلية للتربة عند معرفة الكثافة الحقيقية

3-حساب وزن مساحة واسعة من الاراضي لعمق معين كأن يكون هكتار لعمق 30سم

طرق تقدير الكثافة الظاهرية

1-طريقة الاسطوانة *core method*:تتلخص هذه الطريقة باخذ نماذج تربة طبيعية غير مثارة باستخدام *core sampler* الذي يحتوي على على اسطوانة معدنية معلومة الابعاد *(core)* وتعتبر طريقة بسيطة وجيدة في حالة الترب الخالية من القطع الصخرية وجذور النباتات وتتم حسب الخطوات التالية

*-خذ وزن الاسطوانة وهي فارغة قبل الاستخدام

*-ضع الاسطوانة في جهاز اخذ العينات *core sampler* وادخل الجهاز بصورة عمودية او افقية الى داخل جسم التربة بالضغط حتى تمتلئ الاسطوانة بالتربة بعد ذلك استخرج الاسطوانة المملوءة بالتربة واقشط التربة الزائدة عن حجم الاسطوانة بواسطة سكين ثم تغطى الاسطوانة من الجهتين بواسطة غطاء بلاستيكي وتاخذ الى المختبر

*-توضع الاسطوانة ومحتوياتها (بعد رفع الغطاء) في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة 24 ساعة ثم يتم وزنها لحساب الوزن الجاف للتربة وتقدر الكثافة الظاهرية من العلاقة $\boldsymbol{\rho b = \frac{m_s}{v_t}}$ **حيث ان**

Ms=وزن الاسطوانة مع التربة الجافة بالفرن- وزن الاسطوانة فارغة

Vt=حجم الاسطوانة=مساحة قاعدة الاسطوانة *($r^2\pi$)* *ارتفاع الاسطوانة *(h)*

2-طريقة الكتل الترابية (طريقة الشمع)*clod method*:تستخدم هذه الطريقة في حالة عدم امكانية اخذ نماذج تربة طبيعية معلومة الحجم حيث يتم اخذ كتل ترابية غير منتظمة الشكل ويتم تقدير حجمها من خلال غمرها في سائل معلوم الكثافة كالماء وتقدير وزن الكتلة التربية في الهواء والماء وحسب قاعدة ارخميدس (تفقد الاجسام الغاطسة في الماء من وزنها بقدر وزن الماء المزاح ويكون حجم الماء المزاح مساوي لحجم الجزء الغاطس) يتم تحديد حجم الكتلة الترابية حيث ان حجم الكتلة الترابية = حجم الماء المزاح= كتلة الماء المزاح \كثافة الماء

وزن الماء المزاح =وزن التربة في الهواء – وزنها في الماء

طريقة العمل

*-اربط كتلة من التربة بخيط وعلقها في ميزان وسجل الوزن في الهواء مع اخذ قطعة اخرى من نفس النموذج لتقدير *pw*

*-اغمر كتلة التربة في شمع البرافين المصهور على درجة حرارة 60-70 ^{o}م واخرجها بسرعة كرر العملية 2-3 مرات حتى تتاكد بان الكتلة تغطت تماما بالشمع ،انتظر حتى تبرد ثم اوزن كتلة التربة والشمع وهي معلقة في الهواء

*- اوزن كتلة التربة المغطاة بشمع البرافين في الماء

الحسابات

$$\text{حجم التربة والشمع (حجم الماء المزاح)} = \frac{\text{وزن التربة والشمع في الهواء – وزنهما في الماء}}{\text{كثافة الماء}}$$

$$\text{حجم الشمع} = \frac{\text{وزن التربة والشمع في الهواء – وزن التربة في الهواء}}{\text{كثافة الشمع } (0.9 \text{ غم سم}^{-3})}$$

$$\text{وزن التربة الجافة } (Ms) = \frac{\text{وزن التربة الرطبة}}{\frac{pw}{100} + 1}$$

حجم التربة (Vt)= حجم التربة والشمع– حجم الشمع

$$\text{الكثاف الظاهرية}(\rho b) = \frac{\text{وزن التربة الجافة } (Ms)}{\text{حجم التربة } (Vt)}$$

3-**طريقة التنقيب (الحفرة) *Excavation method***:-تستخدم هذه الطريقة عند تعذر اخذ كتل ترابية او نموذج تربة طبيعي بواسطة الاسطوانة كما في الترب الرملية وتتلخص هذه الطريقة بقلع كمية من التربة وتجفيفها ووزنها ويتم تحديد حجم التربة من خلال تحديد حجم الرمل (طريقة قمع الرمل)او السائل (طريقة البالون)اللازم لملء الحفرة التي اخذ منها نموذج التربة

طريقة العمل:

1-اعمل على جعل سطح التربة بصورة مستوية قدر الامكان

2-ضع فوق سطح التربة صفيحة معدنية ذات سمك قليل بابعاد (30*30)سم تحتوي على فتحة دائرية بقطر 12-18 سم

3-ابدا بالحفر داخل فتحة الصفيحة المعدنية (اعمل عفرة بقطر 12سم وعمق 12سم تقريبا او اي حجم ملائم اخر)استخدم ملعقة كبيرة للحفر وانقل التربة المستخرجة من الحفرة نقلا كميا الى حافظة (تاكد من عدم فقد اي جزء من التربة)

4-قدر الوزن الجاف للتربة المستخرجة بعد تجفيفها في الفرن على درجة105م لمدة 24 ساعة

5-حدد حجم الحفرة عن طريق تقدير كمية الرمل اللازم لملء الحفرة الى مستوى الحافة السفلية للصفيحة المعدنية او ضع بالون مطاطي في الحفرة واحسب كمية الماء اللازم لملئه حتى الحافة السفلى للصفيحة المعدنية .

6-احسب الكثافة الظاهرية من العلاقة $\boldsymbol{\rho b = \frac{m_s}{v_t}}$

4-**طريقة الاشعاع *Radiation method***:- اساس هذه الطريقة يعتمد على ان كمية اشعة كاما النافذة او المنعكسة تعتمد على خصائص التربة ومنها الكثافة الظاهرية لذلك يمكن تقدير قيمة الكثافة الظاهرية عن طريق

*-قياس شدة اشعة كاما النافذة خلال مقطع محدد من التربة ويتم ذلك من خلال استخدام قطبين (مجسين)تبعد بينهما مسافة محددة احدهما مصدر لاشعة كاما والاخر كاشف لاشعة كاما وعلى ضوء شدة الاشعة المسجلة بواسطة الكاشف تحدد قيم الكثافة الظاهرية

*-قياس شدة الاشعة المنعكسة او المرتدة وفي هذه الحالة يتم وضع القطبين (المصد والكاشف)في نفس المدس ويتم تحديد الكثافة الظاهرية حسب شدة الاشعة المرتدة المسجلة بواسطة الكاشف.

مميزات طريقة الاشعاع

*-اقل بعثرة(اثارة) للتربة *-تحتاج فترة قصيرة لاجرائها *-يمكن اعادة القياس في نفس النقطة *-يمكن قياس الكثافة للطبقات السفلى باقل كمية من الحفر

مساوئ طريقة الاشعاع

*-ان اشعة كاما المستعملة في هذه الطريقة تمتلك طاقة عالية قد تسبب مخاطر صحية

*-ان كمية الاشعة النافذة او المرتدة تتاثر بنسبة الرطوبة لذلك يجب تحديد نسبة الرطوبة في التربة عند قياس الكثافة الظاهرية بهذه الطريقة واجراء التصحيحات اللازمة

ثانيا:-الكثافة الحقيقية*Particle density (ρs)*وهي نسبة كتلة دقائق التربة الى حجم الدقائق او الحجم الحقيقي للتربة ($\boldsymbol{\rho s = \frac{m_s}{v_s}}$)تتراوح قيمة الكثافة الحقيقية لأغلب الترب المعدنية بين(2.6-2.7)غم سم$^{-3}$ وهو معدل لكثافة الدقائق المكونة للتربة والتي تشكل معادن الكوارتز والفلدسبار ومعادن السليكا الغروبة الجزء الاكبر من مكوناتها والتي تكون كثافتها ضمن هذا المدى احياننا تزداد نسب بعض المعادن الثقيلة في التربة وبالتالي تزداد كثافة الدقائق وفي احيان اخرى تزداد نسبة المادة العضوية في التربة مما يؤدي الى خفض كثافتها الحقيقية وتعتبر كثافة التربة 2.5غم سم $^{-3}$ منخفضة بينما تعتبر القيمة2.8 غم سم $^{-3}$مرتفعة وبصوره عامة يعتبر معدل الكثافة الحقيقية للتربة السطحية بحدود 2.65 غم سم $^{-3}$ وتعتبر قيمة الكثافة الحقيقية ثابتة نسبيا على المدى القريب ويتم تقدير الكثافة الحقيقية للتربة باستخدام قنينة الكثافة *(pycnometer)*وهي عبارة عن قنينة حجمية ذات سدادة يتخللها انبوب شعري لخروج الماء الزائد تستخدم لقياس الكثافة

طريقة العمل :

1-اوزن قنينة الكثافة وهي فارغة مع السدادة

2-اوزن 10غم من التربة (ذات نسبة رطوبة معلومة)وضعها داخل القنينة

3-اضف كمية من الماء المقطر المغلي والمبرد الى داخل القنينة الى حوالي نصفها ورج المحتويات لطرد الهواء الموجود بين دقائق التربة واحلال الماء محله ثم اكمل الحجم بعد ذلك الى العلامة بالماء المقطر

4-ضع السدادة وجفف القنينة من الخارج بواسطة قطعة قماش نظيفة واوزنها

5-اسكب محتويات القنينة ونظفها ثم املأها بالماء المقطر واوزنها مع السدادة

الحسابات

وزن التربة في الماء = وزن القنينة مع التربة والماء – وزن القنينة مع الماء

وزن التربة الجافة = الوزن الرطب \ $1 + \frac{\text{pw}}{100}$

حجم دقائق التربة = (وزن التربة الجاف – وزن التربة في الماء) \ كثافة الماء

الكثافة الحقيقية*(ρs)* = وزن التربة الجاف*(Ms)* \ حجم دقائق التربة *(Vs)*

المسامية الكلية *total porosity* وهي عبارة عن النسبة بين حجم الفراغات المسامات(حجم الماء والهواء في التربة) الى حجم التربة الكلي

حجم المسامات = الحجم الكلي(الحجم الظاهري) – حجم دقائق التربة (الحجم الحقيقي)

المسامية الكلية*(f)*=(حجم المسامات \ الحجم الكلي)*100%

$$F = \left(\frac{V_t - V_S}{V_t}\right) * 100\% = \left(1 - \frac{V_s}{V_t}\right) * 100\%$$

بضرب البسط والمقام في (Ms)تصبح المعادلة $f = (1 - \frac{s*V_S}{V_t*M_S}) * 100\%$

حيث ان $\boldsymbol{\frac{M_S}{V_t} = \rho b}$, $\boldsymbol{\frac{V_S}{M_S} = \frac{1}{\rho s}}$ ⟵ $\boldsymbol{f = (1 - \frac{\rho b}{\rho s})*100\%}$

وبما ان الكثافة الحقيقية لا تختلف كثيرا في الترب المختلفة لذلك فان المسامية الكلية تتناسب عكسيا مع الكثافة الظاهرية

وتعتبر المسامية الكلية مؤشر جيد في تحديد مدى حركة الماء والهواء في التربة

المحاضرة الخامسة :تقدير ثباتية تجمعات التربة Aggregate stability

تجمعات التربةaggregate:هي عبارة عن مجموعة من دقائق التربة الاولية ترتبط مع بعضها بقوة اكبر من ارتباطها مع دقائق التربة الاخرى المحيطة بها. تتكون التجمعات من ارتباط دقائق التربة مع بعضها البعض بواسطة المواد اللاحمة وباشكال واحجام مختلفة والذي يعكس نوع بناء التربة ،يتاثر بناء التربة بالظروف المناخية كاختلاف درجات الحرارة والامطار والرياح وكذلك يتاثر بعمليات ادارة التربة كعمليات الحراثة واضافة المادة العضوية وطرق الري وحركة الالات والمكائن الثقيلة وغيرها. لذا يعتبر قياس ثباتية التجمعات من الصفات المهمة في عمليات ادارة وصيانة التربة

ثباتية تجمعات التربة aggregate stability:هو مقاومة تجمعات التربة للتهدم بواسطة عوامل التجوية المختلفة كالماء اوالرياح او العوامل الاخرى.

هناك عدة طرق لقياس ثباتية تجمعات التربة ومنها

1-ثباتية تجمعات التربة ضد النخل الرطب(يعبر عن مدى مقاومة تجمعات التربة لعوامل التجوية المائية)

2-ثباتية تجمعات التربة ضد النخل الجاف(يعبر عن مدى مقاومة تجمعات التربة لعوامل التجوية الريحية)

3-ثباتية تجمعات التربة ضد الصدمات الناتجة من قطرات المطر

طرائق العمل:

اولا-النخل الرطب:

*-خذ 25 غم تربة جافة هوائيا بعد امرارها من منخل قطر فتحاته 8ملم واستقبالها على منخل قطر فتحاته 4ملم.

*-رطب النموذج بالخاصية الشعرية لمدة 6 دقائق.

*-ينقل النموذج الى الجهاز الخاصة بالنخل الرطب والذي تدرجات اقطارمناخله (4 ،2 ،1 ،0.5 ،0.25)ملم

*-في حالة جهاز النخل بالاهتزاز يتم ضبط تصريف الماء على 200 سم^3 دقيقة$^{-1}$ ويضبط توقيت الجهاز على 6 دقائق وبمعدل اهتزاز 60 ذبذبة دقيقة$^{-1}$.اما في حالة استخدام طريقة (yoder 1936)فيتم غمر سيت المناخل في حوض يحتوي على الماء تم يتم تشغيل الجهاز لغرض تحريك المناخ الى الاعلى والاسفل لمدة ستة دقائق وبمعدل 60 دورة دقيقة$^{-1}$

*-بعد انتهاء زمن النخل يتم قطع الماء وتفصل المناخل من الجهاز وتنقل التربة الموجودة على شاشة كل منخل نقلا كميا الى علبة رطوبة او بيكر وتجفف ويقدر وزنها الجاف.

*-ترتب النتائج في جدول كما مبين ادناه ويعبر عن النتائج باحد طرق التعبير عن ثباتية تجمعات التربة .

قطر المنخل	اقطار التجمعات	معدل اقطار التجمعات $\overline{x}_i$	اوزان التجمعات فوق كل منخل W_i	نسبة اوزان التجمعات الى وزن النموذج Y_i	$\overline{x}_i * Y_i$	$W_i * \log \overline{x}_i$
4	4-8	6				
2	2-4	3				
1	1-2	1.5				
0.5	0.5-1	0.75				
0.25	0.25-0.5	0.375				
0.25>	0-0.25	0.125				
			$\sum_{i=1}^{n} W_i$		$\sum_{i=1}^{n} \overline{X_i}$ Y_i	$\sum_{i=1}^{n} W_i log \overline{X_i}$

طرق التعبير عن ثباتية تجمعات التربة :

1-معدل القطر الموزون(Mean Weight Dimmeter(MWD)

MWD=$\sum_{i=1}^{n} \overline{X_i}$ Y_i

$\overline{X_i}$=معدل القطر لاي مدى حجمي للتجمعات المفصولة بالمنخل

Y_i=الوزن الجاف للتجمعات المتبقية فوق كل منخل نسبة الى الوزن الجاف للنموذج الماخوذ للتحليل

2-معدل القطر الهندسي Geometric mean diameter (GMD)

$$GMD=\exp[\sum_{i=1}^{n} W_i \log \bar{x}_i / \sum_{i=1}^{n} W_i]$$

حيث ان $\sum_{i=1}^{n} W_i$ =الوزن الجاف للنموذج W_i =وزن التجمعات فوق كل منخل $\bar{x}_i$ =معدل اقطار الدقائق

ثانيا:-النخل الجاف

*-خذ 25 غم تربة جافة هوائيا بعد امرارها من منخل قطر فتحاته 8ملم واستقبالها على منخل قطر فتحاته 4ملم.
*-ينقل النموذج الى مجموعة المناخل الخاصة بجهاز النخل الجاف والتي تدرجات اقطارها (4 ،2 ،1 ،0.5 ،0.25)ملم ويشغل الجهاز لمدة 6 دقائق
*-بعد انتهاء زمن النخل تفصل المناخل وتنقل التربة الموجودة على شاشة كل منخل نقلا كميا ويقدر وزنها الجاف.
*-ترتب النتائج في جدول كما بينا سابقا ويعبر عن النتائج باحد طرق التعبير عن ثباتية تجمعات التربة .

ملاحظة :

1- يجب تقدير نسبة الرطوبة للتربة المستخدمة في حساب **MWD** و **GMD**
2-تعد طريقة ترطيب النموذج من الامور المهمة في طريقة النخل الرطب حيث ان الترطيب السريع او الترطيب بالغمر سيؤدي الى تحطيم تجمعات التربة بسبب الهواء المحصور داخل تجمعات التربة لذا يتم الترطيب بالخاصية الشعرية للتخلص من الهواء المحصور.
3-يعرف GMD على انه القطر النظري للتجمعات الذي تكون فيه 50%من التجمعات قد عبرت من خلال شاشة المنخل وبقي 50%منها لم تعبر ولذلك يعتبر MWD الافضل في التعبير عن ثباتية تجمعات التربة مقارنة بـGMD

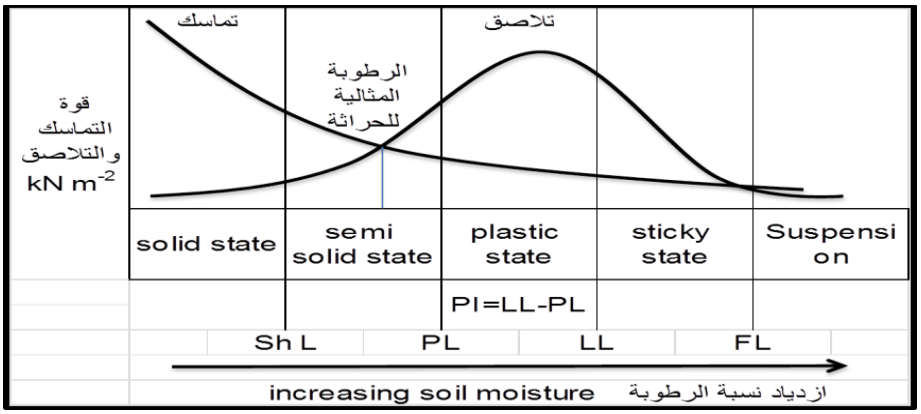
المحاضرة السادسة : قوام التربة(متانة التربة) Soil Consistency

يعرف قوام التربة (Soil Consistency) بمدى مقاومة التربة لتغيير شكلها او تهدمها بفعل الضغوط الميكانيكية، عند مستويات رطوبة مختلفة. ويعكس مدى تماسك حبيبات التربة بعضها مع بعض Cohesion، والتصاقها بالأجسام الأخرى Adhesion.

التماسكCohesion :هو عبارة عن قوة الارتباط بين جزيئات المادة نفسها وتحدث في التربة بين دقائق التربة بفعل قوى فاندرفالز وتكون كبيرة في حالة التربة الجافة وتنخفض مع زيادة المحتوى الرطوبي.

التلاصقAdhesion :وهو عبارة عن قوى الارتباط بين جزيئات المواد المختلفة ويحدث في التربة بفعل الاغلفة المائية المحيطة بدقائق التربة وتكون ضعيفة في التربة الجافة ثم تزداد مع زيادة المحتوى الرطوبي حتى الوصول الى الحالة البلاستيكية ثم تضعف بعد ذلك مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة

ان نقطة التقاطع بين قوة التماسك وقوة التلاصق تمثل الرطوبة المثلى لاجراء عملية الحراثة



درس العالم Atterberg قوام التربة ووضع العديد من التصنيفات للتربة حسب قوامها وكما يلي

انواع قوام التربة

1-القوام الصلب او القاسي Solid(harsh) consistency:تكون التربة صلبة ومتماسكة عند المحتوى الرطوبي المنخفض بسبب تاثير المواد اللاصقة بين الدقائق الجافة وعند حراثة التربة في هذه الحالة تتكون كتل كبيرة متماسكة.

2-القوام الهش(شبه الصلب)soft (semi-solid) consistency:عند زيادة المحتوى الرطوبي تدمص جزيئات الماء على دقائق التربة مما يقلل من تماسكها وفيها تكون الرطوبة مثالية لعملية الحراثة.

3-القوام اللدن plastic consistency:عند زيادة المحتوى الرطوبي اعلى من المستوى السابق تصبح التربة كالعجينة يمكن تشكيلها بسهولة دون ان تتهدم او تلتصق باليد.

4-القوام اللزج Sticky consistency :عند زيادة الرطوبة بعد الحالة اللدنة تصبح التربة مشبعة ولزجة تلتصق باليد او المواد الملامسة لها.

5-معلق التربةSuspension عند زيادة المحتوى الرطوبي عن الحالة اللزجة تتحول التربة الى معلق.

وضع العالم اتربيرغ حدود بين انواع القوام عرفت بحدود اتربيرغ وهي عبارة عن المحتوى الرطوبي للتربة عند الحدود الفاصلة بين انواع قوام التربة.

حدود اتربيرغ (Atterberg limits)

1- حد التجمع Flocculation Limit(FL) حد التجمع، هو مقدار الرطوبة الوزنية للتربة، التي عندها يتحول معلق التربة Suspension، من حالة السيولة التامة، إلى حالة شبه السيولة، وازدياد واضح في درجة اللزوجة.

2- حد السيولة Liquid Limit (LL) هو مقدار الرطوبة الوزنية للتربة، التي عندها يتم التحول من حالة اللدانة إلى حالة شبه السيولة واللزوجة. ويعرف هذا الحد، كذلك، بالحد الأعلى للدانة Upper Plastic Limit.

3- **حد اللدانة Plastic Limit (PL)** هو مقدار الرطوبة الوزنية للتربة، التي تتحول معها من حالة صلدة وهشة، إلى حالة لدنة. ويطلق على هذا الحد اسم الحد الأدنى للدانة Lower Plastic Limit. وهو يمثل المحتوى الرطوبي الوزني للتربة، الذي يمكن معه لف عينة التربة، بين الأصابع وجعْلها خيطاً قطره نحو3 مليمترات من دون أن ينكسر

4 - حد الالتصاق Sticky Limit (SL) هو الحد الأدنى للرطوبة الوزنية، التي تجعل عجينة التربة تلتصق بالأجسام الدخيلة، مثل الأصابع، أو ملعقة الفولاذ، عند سحبها على سطح تلك العجينة.

5- **حد الانكماش Shrinkage Limit (Sh L)** حد الانكماش، هو مقدار الرطوبة الوزنية، الذي يتوقف عنده التغير في حجم التربة مع استمرار الانخفاض في المحتوى الرطوبي

دليل اللدانة Plasticity Index(PI) :هو الفرق بين حدي السيولة واللدانة **PI=LL-PL**

العوامل المؤثرة على حدود اتربيرغ:-

1-المحتوى الطيني للتربة:زيادة المحتوى الطيني يؤدي الى زيادة حود اللدانة والسيولة ودليل اللدانة حيث تكون الزيادة في حد السيولة اكبر من الزيادة في حد اللدانة.

2-نوع معادن الطين :حيث تختلف زيادة حدود اللدانة والسيولة ودليل اللدانة حسب نوع معدن وحسب الترتيب التالي

Mont. > Illite > Kaolinite

3-المادة العضوية :زيادة المادة العضوية تؤدي الى زيادة حدي السيولة واللدانة بنفس المقدار دون تغيير دليل اللدانة

4-طبيعة الايونات الموجبة المتبادلة

طرائق العمل:

اولا:- تحديد حد اللدانة PL

1- خذ نموذج تربة جافة هوائيا واطحنه وانخله بمنخل رقم 40 (425مايكرون) ثم امزج التربة بالماء المقطر لتكوين عجينة تربة واتركها حتى الوصول الى حالة الاتزان

2-خذ مقدارمن العجينة السابقة وكون منها كرة على راحة اليد ثم دحرج النموذج على سطح زجاجي او مطاطي لتكوين خيط من التربة واستمر في دحرجة النموذج حتى يبدئ الخيط بالتشقق او يصل قطره الى 3ملم

3-قدر النسبة المئوية للرطوبة في هذا الخيط

4-اعمل الخطوات السابق لثلاث مكررات ثم خذ معدل الرطوبة ليمثل PL(ملاحظة عدم زيادة الفروقات في نسبة الرطوبة بين المكررات عن 2.5%)

ثانيا:تحديد حد السيولةLL

1- خذ نموذج تربة جافة هوائيا واطحنه وانخله بمنخل رقم 40 (425مايكرون) ثم امزج التربة بالماء المقطر لتكوين عجينة تربة واتركها حتى الوصول الى حالة الاتزان وخذ منها كمية وضعها في كفة جهاز كازاغراندي واعمل تسوية للسطح العلوي للنموذج واعمل شق على طول النموذج من الخلف الى الامام

2-دور كتلة الجهاز بمعدل دورتين في الثانية واحسب عدد الضربات اللازمة لالتحام الشق بمقدار 13ملم على ان يتراوح عدد الضربات بين 10-40 ضربة ومن منطقة الالتحام خذ نموذج وقدر فيه نسبة الرطوبة الوزنية

3-كرر الخطوتين 1و2 على الاقل اربع مرات على ان تتراوح عدد الضربات بين 10-40 ضربة في كل مرة

4-ارسم العلاقة بين المحتوى الرطوبي ولوغارتم عدد الضربات برسم افضل خط مستقيم يمر بين النقاط والذي يمثل العلاقة السالبة بين رطوبة التربة وعدد الضربات

5-استخرج النسبة المئوية للرطوبة التي تقابل عدد الضربات 25 ضربة التي تمثل LL

احسب دليل اللدانة من العلاقة PI=LL-PL

ثالثا :-حد الانكماش(التقلص)Sh L

1- خذ نموذج تربة جافة هوائيا واطحنه وانخله بمنخل رقم 40 (425مايكرون) ثم امزج التربة بالماء المقطر لتكوين عجينة تربة قريبة من الحالة السائلة

2-يوزن الجهاز (mold)وهو فارغ ثم يزيت ويوضع فيه النموذج ويتم تسوية النموذج ثم يوزن مرة اخر.

3-يقاس طول النموذج والذي يساوي طول الجهاز من الداخل

4-يترك النموذج في جو المختبر الى اليوم التالي ثم يقاس طول النموذج وكذلك وزن الجهاز مع النموذج ونستمر بهذا العمل الى ان يثبت طول النموذج

5-يجفف النموذج في الفرن على درجة حرارة 105درجة مئوية ويحسب الوزن الجاف ونسبة الرطوبة في كل يوم

6-ترسم العلاقة بين نسبة الرطوبة وطول النموذج ومنها يستخرج حد التقلص الذي تثبت عنده القراءة

المحاضرة السابعة : الايصالية المائية المشبعة للتربة saturated Hydraulic conductivity

الخصائص المائية للتربة هي الخصائص التي تصف حركة وانتشار الماء في التربة ومنها واليها كدخول الماء الى التربة وحركة الماء باتجاه جذور النباتات وحركة الماء باتجاه المبازل والابار وتبخر الماء من سطح التربة

الايصالية المائية للتربة هي احدى الخصائص المائية للتربة وتعبر عن قابلية التربة على نقل الماء وهي خاصية مهمة في الكثير من المجالات الزراعية و المدنية

وهناك نوعين من الايصالية المائية

1-الايصالية المائية المشبعة وتعبر عن حركة الماء في الترب المشبعة

2- الايصالية المائية غير المشبعة او الانتشارية وتصف حركة الماء في الترب غير المشبعة

الايصالية المائية المشبعة: تعبر عن حركة الماء في الترب المشبعة وهي تعتمد على هندسة المسامات وخصائص الماء حيث تعتبر لزوجة وكثافة الماء اهم خصائص الماء المؤثرة في قيم الايصالية المائية المشبعة للتربة حيث تتناسب عكسيا معها اما بالنسبة للتربة فان نسجة التربة وبناء التربة هي العوامل الرئيسية المؤثرة في تحديد هندسة الفراغات المسامية.وتؤثر العوامل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في الترب على قيم الايصالية المائية من خلال

1-ايقاف حركة الماء بفعل الهواء المحصور

2-تسرب الماء عبر التشققات التي تحصل في التربة او الانفاق

3-سد مسامات التربة بفعل نمو البكتريا والفطريات ومنتجاتها الثانوية

4-تركيز الاملاح في محلول التربة والتداخل بين محلول التربة والحبيبات الصلبة

5- حركة دقائق التربة وترسبها في الفراغات المسامية وزيادة تعرج المسامات.

طرائق قياس الايصالية المائية المشبعة

هناك عدة طرائق لقياس الايصالية المائية منها حقلية ومنها مختبرية يعتمد اختيار الطريقة على عدة عوامل منها

1-الغرض من اجراء القياس 2-طبيعة التربة 3-نوع العينة المتوفرة 4-مهارات وخبرة العاملين في التحليل 5-توفر الاجهزة 6-مدى شد ماء التربة المراد تغطيته

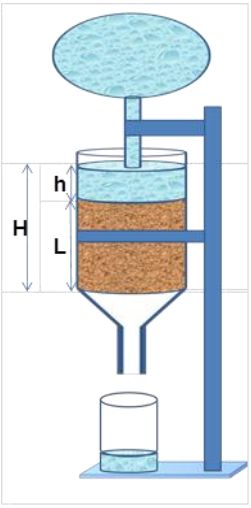
اولا:الطرائق المختبرية :وتتضمن جلب نماذج ترابية مثارة (توضع في اعمدة ذات مقطع عرضي معلوم) او غير مثارة تؤخذ باستخدام اسطوانة معلومة الابعاد باستخدام جهاز الـ core sample وتنظيم حركة الماء خلال التربة وحساب كمية الماء المارة خلال عمود التربة في وحدة الزمن ومن ثم حساب قيمة الايصالية المائية حسب قانون دارسي والذي ينص على ان كثافة تدفق الماء (q)يتناسب مع القوة المحركة للماء(f) وان ثابت التناسب يمثل قيمة الايصالية المائية للتربة(k)اي ان $q=k\,f$

حيث ان كثافة التدفق(q) تمثل كمية المياه(Q) المارة خلال مساحة مقطع الجريان (A) في وحدة الزمن (t)

اي ان $q=\frac{Q}{At}$

اما القوة المحركة للماء (f) فتساوي الانحدار الهيدروليكي وهو عبارة عن التغير في جهد الماء (ΔH) بين نقطتين في التربة مقسوم على المسافة بينهما(L) اي ان $F=\frac{\Delta H}{L}$ وبذلك يكون قانون دارسي بالشكل التالي $\frac{Q}{At}=-K\frac{\Delta H}{L}$

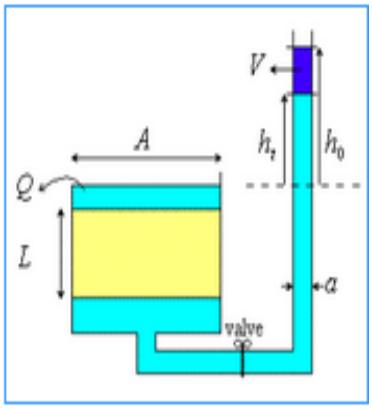
وتتضمن الطرائق المختبرية الطرائق التالية



1- طريقة عمود الماء الثابت Constant head method

وفيها يتم تحضير عينة التربة في اسطوانة يوضع في اسفلها مشبك معدني او صوف زجاجي او قماش ويوضع فوق عينة التربة عمود ماء ثابت ويتم حساب كمية الماء المارة خلال جسم التربة مع الزمن الى حين ثبات الكمية مع الزمن وبعدها يتم تطبيق قانون دارسي لحساب قيمة k فلو كان لدينا عمود تربة ذا طول (L) ومساحة مقطعه العرضي (A) وثبت رتفاع عمود الماء فوقه بمقدار (h) وان كمية المياه المارة خلاله تساوي (Q)خلال الزمن (t) يمكن حساب قيمة الايصالية المائية المشبعة للتربة (K_S) من خلال قانون دارسي بعد اعادة ترتيب المعادلة وكما يلي

$$K_s=\frac{Q}{At}*\frac{L}{H}$$



2- طريقة عمود الماء المتغير Falling head method

بعد تحضير عمود التربة يتم ايصاله بعمود الماء حيث يتحرك الماء من النقطة ذات الجهد العالي الى النقطة التي يكون فيها جهد الماء اوطئ ومن معرفة التغير في ارتفاع عمود الماء $(\Delta H = h0 - h1)$ خلال الزمن t ومعرفة مساحة المقطع العرضي لعمود التربة (A) ومساحة المقطع العرضي لعمود الماء (a) وطول عمود التربة (L) يمكن حساب الايصالية المائية المشبعة (k_s)بتطبيق قانون دارسي وكما يلي

$$K_S = \frac{aL}{At} ln \frac{h_0}{h_1}$$

ثانيا :الطرائق الحقلية وتقسم الى نوعين

1-طرائق القياس تحت مستوى الماء الارضي

A-طريقة الحفرة Auger hole method B –طريقة البيزوميتر Piezometer method

2-طرائق القياس فوق مستوى الماء الارضي

A-طريقة الحفرة الضحلة shallow well pump B-طريقة الانابيب المزدوجة double- tube method

قياس الايصالية المائية بطريقة عمود الماء الثابت

المواد وطرائق العمل

المواد المطلوبة

1-ترب رملية وطينية مجففة هوائيا ومطحونة ومنخولة عبر منخل 2ملم

2-صوف زجاجي 3-انابيب زجاجية لعمل اعمدة التربة 4- رمل خشن

5-حامل حديدي مع ماسك لربط الانابيب الزجاجية

6-بيكرات زجاجية 7-دوارق حجمية زجاجية لتثبيت عمود الماء فوق عمود التربة

طريقة العمل

1-ضع طبقة من الصوف الزجاجي في قعر العمود الزجاجي وضع فوقها طبقة من الرمل الخشن بسمك 1سم

2-ضع كمية من التربة فوق الرمل الخشن لتمثل عمود التربة مع ترك مسافة من الاعلى لتسليط عمود من الماء فوق عمود التربة.

3-اطرق طرقات خفيفة على الجدار الخارجي للأنبوب للحصول على كثافة ظاهرية متجانسة على طول الانبوب

4-شبع التربة من الاسفل بالخاصية الشعرية لمدة 24 ساعة لضمان تشبع التربة بالماء

5-ثبت الاعمدة بواسطة الماسك بصورة عمودية

6-ثبت عمود من الماء فوق عمود التربة خلال فترة القياس وابدا بقياس كمية الماء النازل خلال فترات زمنية متساوية واستمر في هذه العملية حتى تحصل على كميات متساوية من الماء النازلة خلال فترة القياس وسجل النتائج في جدول

7-قيس طول عمد التربة L وارتفاع الماء فوق عمود التربة h ومساحة المقع العرضي لعمود التربة($A=r^2 \pi$) حيث ان r تمثل نصف قطر الانبوب الزجاجي ثم احسب الايصالية المائية المشبعة من خلال قانون دارسي

ملاحظة: تؤخذ قيمة Q الاخيرة التي ثبت فيها نزول الماء خلال الزمن t

الزمنt							
حجم الماءQ							

المحاضرة الثامنة : مقاومة التربة للاختراقsoil penetration resistance

تعبر قابلية التربة للاختراق soil penetrability عن مدى سهولة دفع المواد الى داخل جسم التربة. تختلف قيم مقاومة التربة للاختراق باختلاف خصائص التربة كالنسجة والكثافة الظاهرية والمحتوى الرطوبي ومقاومة الاحتكاك بين دقائق التربة وابرة الاختراق والضغط المسلط عليها والتماسك بالإضافة الى تأثيرات عمليات الحراثة ونوع المحراث ورص التربة والطبقات الصماء وكذلك تتأثر قيم المقاومة بعمليات ادارة التربة المختلفة كإضافة المخلفات العضوية وتتغير بتغير عمق التربة وفيما اذا كانت التربة مستغلة او غير مستغلة زراعيا

قياس مقاومة التربة للاختراق

تعرف الاجهزة المصممة لقياس مقاومة التربة للاختراق بجهاز الاختراق penetrometer تختلف اجهزة قياس مقاومة التربة للاختراق باختلاف الغرض من القياس ومن هذه الانواع

1-**جهاز الاختراق الجيبي pocket penetrometer**:يستخدم هذا الجهاز لقياس قوة التصلب السطحي (القشرة المتصلبة)ويعطي فكرة عن مدى مقاومة التربة لبزوغ البادرات.

وتتم العملية بتصفير الجهاز ووضعه بصورة عمودية على القشرة السطحية للتربة ثم يتم تسليط ضغط ثابت على مكبس ابرة الجهاز حتى تنزل ابرة الجهاز لعمق 6ملم من السطح ثم يرفع الجهاز وتسجل القراءة ثم يصفر الجهاز وتكرر العملية لعدة مرات في نقاط مختلفة ويؤخذ معدل القراءات

2-**جهاز الاختراق الحقلي cone penetrometer**:يستخدم هذا الجهاز لقياس مقاومة طبقات التربة المختلفة للاختراق وتتم العملية بوضح الجهاز بصورة عمودية على التربة مع تصفير الجهاز ثم يتم دفع الجهاز الى داخل جسم التربة بقوة ثابتة وتسجل قراءة الجهاز للعمق الاول ثم يصفر وبعد ذلك يعاد دفع الجهاز خلال العمق الثاني وتسجل القراءة ثم يصفر وهكذا تكرر العملية بالنسبة للاعماق الاخرى.ومن قراءة الجهاز ومساحة قاعدة المخروط يتم حساب دليل المخروط Cone index (CI)

$$\textbf{Cone Index(CI)} = \frac{\textbf{Penetration Force}}{\textbf{Cone Base Area}}$$

إذ أن :

Cone Index(CI) = دليل المخروط (كيلو نيوتن م$^{-2}$)

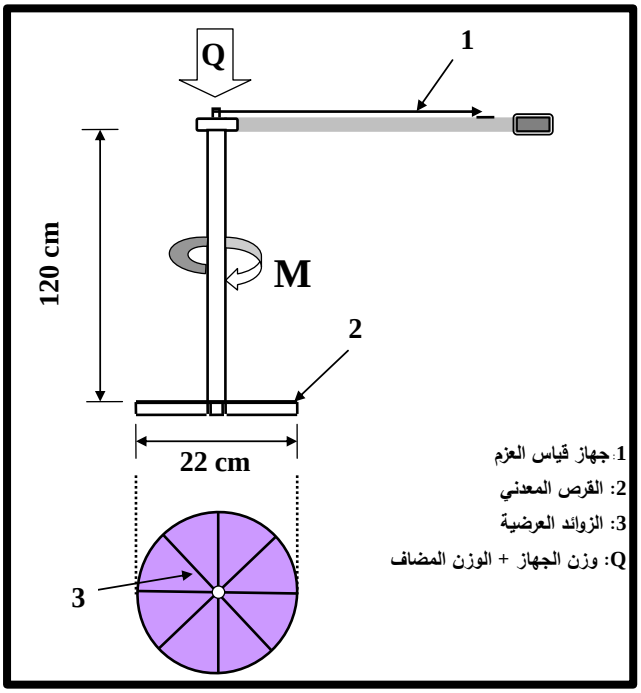
Penetration Force = قوة الاختراق (كيلو نيوتن)

Cone Base Area = مساحة قاعدة المخروط (م^{2})

وتتاثر قراءة الجهاز بعدد من العوامل ومنها المحتوى الرطوبي ونسجة التربة وبناء التربة لذا يجب تحديدها اثناء عملية قياس مقاومة التربة للاختراق.ان قياس مقاومة التربة للاختراق خلال الطبقات المختلفة تعطي فكرة واضحة عن مدى انضغاطية التربة بفعل مرور الالات الزراعية او بفعل المحاريث ومدى اعاقة التربة لتغلغل جذور النباتات

قص التربة soil shear strength

تعتبر مقاومة التربة للقص من اهم الصفات الميكانيكية من ناحية استخدام الالات وتعرف بانها اقصى مقاومة تبديها التربة عندما تفرض عليها قوة قطع والتي تنتج من قوى التماسك والاحتكاك بين دقائق التربة



قياس التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلية للتربة:-

يستعمل جهاز حلقة قص التربة **Annular Ring** لقياس التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلية للتربة يتكون هذا الجهاز من قرص معدني قطره 22 سم مزود من الأسفل بزوائد شعاعية ارتفاعها 1 سم متساوية البعد عن بعضها البعض، يحتوي هذا الجهاز على ذراع (Torqumeter) يستخدم لقياس عزم الدوران المطلوب لقص التربة. عند استعمال الجهاز يدفع القرص باتجاه سطح التربة حتى تغرز الزوائد ثم يدور مقياس العزم لتدوير القرص حتى تنهار التربة بين الزوائد الشعاعية وعند لحظة الانهيار يقاس العزم المطلوب لقصها. يتم اجراء التجربة باستعمال أوزان مختلفة (0، 5، 10، 15، 20، 25) كغم توضع على القرص المعدني وتكرر العملية ثلاث مرات لكل وزن ويعاد اجرائها للاعماق المطلوبة.ويتم اجراء الحسابات التالية

1- يحسب إجهاد قص التربة من المعادلة

$$\tau = \frac{3m}{2\pi r^3}$$

إذ أن:

τ : إجهاد قص التربة (kNm^{-2})

m: عزم الدوران لقص التربة (kN.m)

r: نصف قطر القرص (m)

2-يحسب الإجهاد العمودي على القرص من المعادلة

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

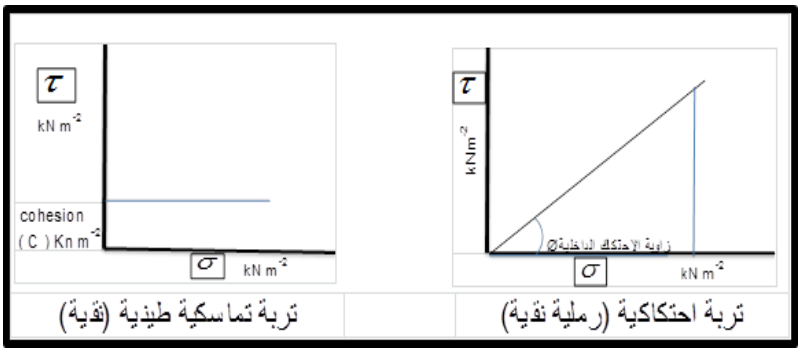
إذ أن:

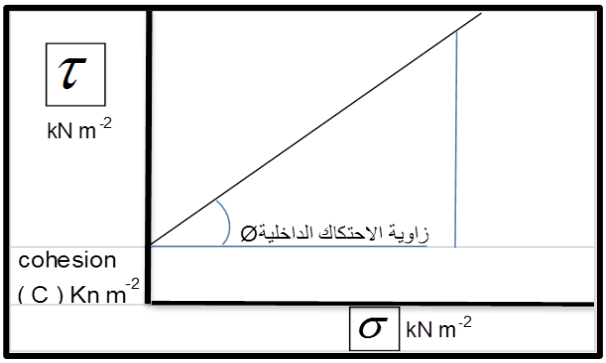
σ : الإجهاد العمودي (kNm^{-2})

Q: الوزن المسلط على التربة (وزن الجهاز + الوزن المضاف) (kN)

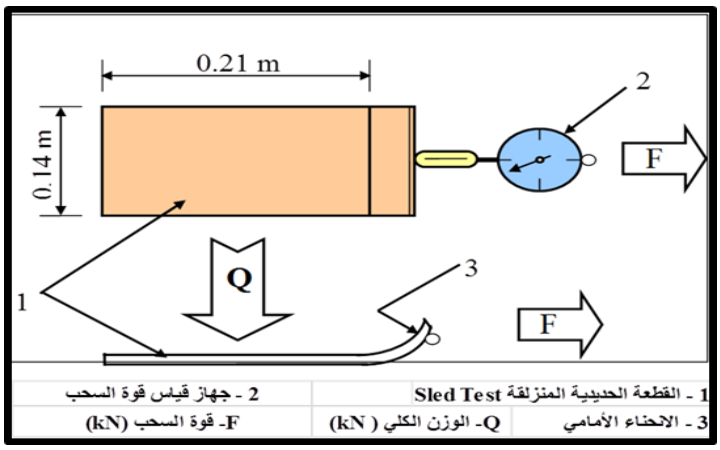
A: مساحة القرص (m^2)

3- ترسم العلاقة بين إجهاد قص التربة والإجهاد العمودي، لتحديد تماسك التربة والذي هو نقطة تقاطع الخط المستقيم المار بين النقاط والمحور العمودي وزاوية الاحتكاك الداخلية التي تحسب من ظل زاوية ميل الخط المستقيم





قياس الالتصاق وزاوية الاحتكاك بين التربة والمعدن



يستعمل جهاز **Sled Test** لقياس الالتصاق وزاوية الاحتكاك بين التربة والمعدن . يتكون هذا الجهاز من قطعة معدنية طولها0.21 م وعرضها 0.14 م ، وزنها 2 كغم مساحة تلامسها مع التربة 0.0294 م^2 ، سطحها السفلي مستوي أملس ومقدمته مرتفعة عن سطح التربة بشكل منحني لتمنع تجمع التربة أمامها أثناء سحبها .تنفذ التجربة بسحب القطعة المعدنية على سطح التربة وباستخدام أوزان مختلفة (0، 5، 10، 20، 30)كغم بواسطة جهاز قياس قوة السحب، وهو عبارة عن ميزان ذي نابض حلزوني يحتوي على مقياس مدرج، تكرر العملية ثلاث مرات لكل وزن ويتم اجراء الحسابات التالية

1-حساب الإجهاد الأفقي المطلوب لسحب القطعة المعدنية باستخدام المعادلة $\tau = \frac{F}{A}$

إذ أن:

τ : الإجهاد الأفقي (kNm-^{2})

F: قوة سحب القطعة المعدنية مع الأوزان (kN)

A: مساحة اتصال القطعة المعدنية مع التربة (m^2)

2- الإجهاد العمودي، ويحسب من المعادلة $\sigma = \frac{Q}{A}$

إذ أن:

σ : الإجهاد العمودي (kNm-^{2})

Q: الوزن المسلط على التربة (وزن الجهاز + الوزن المضاف) (kN)

A: مساحة تلامس القطعة المعدنية مع التربة (m^2)

3-ترسم العلاقة بين الإجهاد الأفقي والإجهاد العمودي لحساب قوة التلاصق التي تمثل نقطة التقاطع بين الخط المستقيم والمحور العمودي ، وزاوية الاحتكاك بين التربة والمعدن من ظل زاوية ميل الخط المستقيم.