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 مº 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) .

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

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

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

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

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)

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

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

عمق مياه الري d

$$= d_{\text{قبل الري}} - d_{\text{بعد الري}}$$

ولحساب كمية مياه الري *(Q)* نضرب المساحة المراد ريها في عمق ماء الري Q

$$= \text{Area} * d$$

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 ºم 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 ºم 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

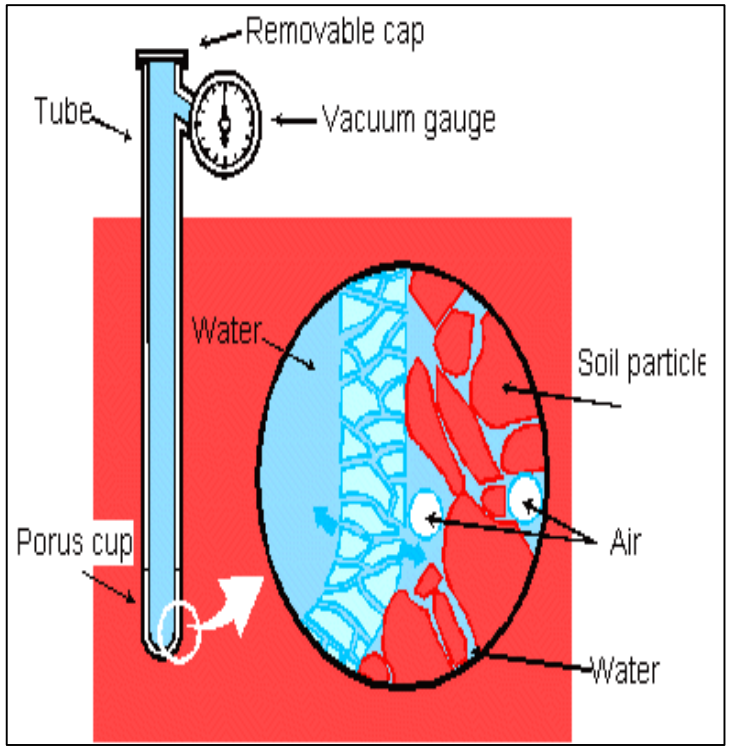
1-تسمح باجراء قياسات متكررة في نفس النقطة
*2-*تتطلب عمل اقل وفترة زمنية اقصر ويتم الحصول على النتائج حقليا.
*3-*لايحصل استثارة للالواح المزروعة

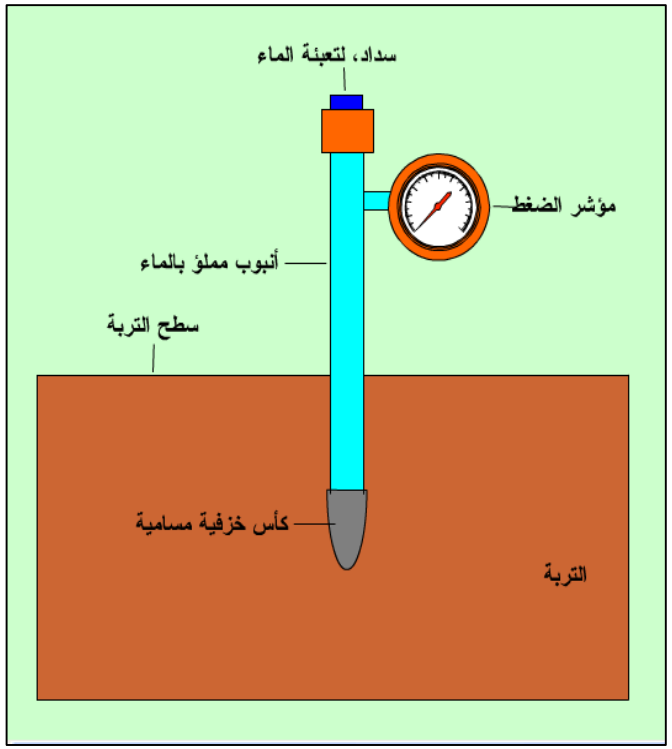
3-طريقة التنشوميتر Tensiometer method

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 مكلفة2-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).

1. 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 لاخذ نماذج تربة طبيعية معلومة الحجم 5- (core sample)4-اسطوانات معلومة الحجم 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 ºم 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 وpv

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

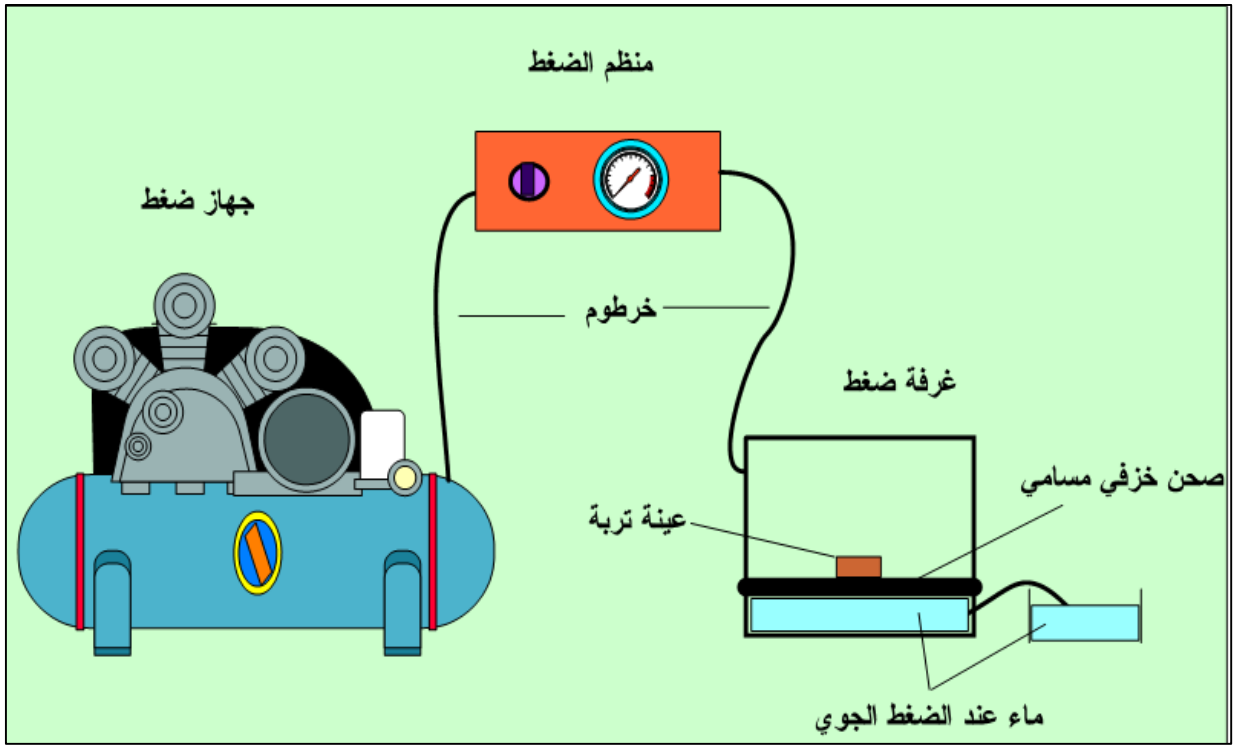
5-صفر الضغط في الجهاز ثم افتح الغطاء واستخرج النماذج واوزنها بحذر لكي لا تفقد من نموذج التربةلايجاد الوزن الرطب للتربة عند الضغط ثلث بار ثم اعدها الى الجهاز

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

شكراً لحسن اصغائكم

Saadia M. Saleh

2021