جامعة حماه
كلية الهندسة الزراعية

أساسيات علوم التربة وتصنيفها
الجلسة العملية السادسة 3- 4- 2019

الخصائص الفيزيومائية للتربة

القيم الخاصة برطوبة التربة (الثوابت المائية للتربة)

أولاً: السعة المائية الاعظمية (Θmax): ويعبَّر عنها أيضاً بـ(درجة التشبّع الرطوبي) وهي أقصى كمية ماء يمكن ان تحتجزها التربة بعد تمام طرد الهواء من فراغاتها وحلول الماء مكانه وتكون قريبة من المسامية الكلية، وتمثّل نسبة حجم الماء إلى حجم المسام الكلي، وكلما اقتربت النسبة من **الواحد** انخفضت التهوية في التربة. وهذا ما يحصل في الترب أثناء عملية الري وفي الظروف الغدقة الكلية، عند ارتفاع مستوى الماء الأرضي وقربه من السطح، بحيث تتشبع جميع المسامات في كامل القطاع الأرضي، فيحصل الغدق الكامل، وانعدام التهوية، مما تنشأ عنه ظروف بيئية أرضية غير صالحة للزراعة ولا حتى لنمو النباتات.

يمكن حساب **درجة التشبع الرطوبي ds للتربة** من تقسيم **حجم الماء في التربة Vw** إلى **حجم الفراغات الكلية فيها Vf** أي:

$$\mathbf{ds} = \frac{Vw}{Vf} = \frac{Vw}{Va+Vw} = \frac{Vw}{Vt-Vs}$$

وقد يعبّر عن **درجة التشبع الرطوبي ds** على أساس الوزن الجاف للتربة **كرطوبة وزنية (Θpm) أو كرطوبة حجمية (Θvm):**

$$\Theta\max = \frac{mw}{ms} = \frac{Vw.\rho w}{Vs.\rho s}$$

حيث أنَّ: Vw هو حجم الماء في التربة ، ρw هو كثافة الماء

Vs: حجم التربة ، ρs هو كثافة التربة (الظاهرية)

تتأثَّر سعة التشبع الرطوبي(درجة التشبع الرطوبي) **بكافة العوامل المحددة للمسامية الكلية للتربة f**، وتبعاً لذلك تكون سعة التشبّع الرطوبي للترب الخشنة القوام **أخفض** بكثير من درجة تشبع الترب الناعمة القوام كالطينية أو الطينية الطميية، **ويعود ذلك إلى ضآلة قيمة المسامية الكلية f للترب الرملية مقارنة مع الترب الطينية**.

وتكتسب سعة التشبع الرطوبي أهمية عملية خاصة، نظراً لارتباطها بالثوابت المائية الأخرى، فقد وجد عملياً **أنَّ المحتوى المائي لتربة ما عند درجة التشبع الرطوبي يعادل تقريباً ضعف محتوى التربة نفسها عند السعة الحقلية، وأربعة أمثال محتواها المائي عند نقطة الذبول الدائم.**

ثانياً: السعة الحقلية Θr : وهي أكبر كمية من الماء يمكن للتربة أن تحتفظ بها، **بعد صرف الماء الحر (الماء الزائد) منها**، ويتم ذلك بعد إشباعها بمياه الامطار أو الري بفترة زمنية تتراوح بين **24-72 ساعة** وذلك حسب قوام التربة (حيث تصل التربة الرملية إلى السعة الحقلية بعد24 ساعة والتربة المتوسطة 48 ساعة والتربة الطينية بعد 72ساعة).

العوامل المؤثّرة على السعة الحقلية:

a. قوام التربة ونوع فلز الطين السائد.
b. محتواها من المادة العضوية.
c. المسامية، وبناء التربة.
d. عمق الري أو الابتلال.
e. التبخر والنتح.

f.وجود الطبقة الكتيمة أو الصماء غير النفوذة، ويلاحظ في حالة الترب **ضعيفة النفاذية** أو **ذات المحتوى الطيني المرتفع** استحالة الحصول على قيمة حقيقية للسعة الحقلية بموجب التعريف المعطى لها. **ذلك أن سرعة حركة الماء للأسفل ستكون بطيئة، منذ بدايتها ولأنَّ هذه الحركة البطيئة يمكن إن تستمر لبضعة أيام بمعدل الرشح الابتدائي نفسه.**

أهمية السعة الحقلية:

- نظراً لاستخدامها في **تعيين الحد الأقصى لكمية المياه الواجب إضافتها للتربة في الرية الواحدة** من أجل محصول أو زراعة معينة وبشكل تبتل معه منطقة الانتشار الجذري لذلك المحصول **حيث أنَّ ما يزيد عن مستوى السعة الحقلية لا يمكن للتربة الاحتفاظ به، فهو يرشح لأسفل وينصرف من التربة بفعل الجاذبية بعيداً عن متناول الجذور.**

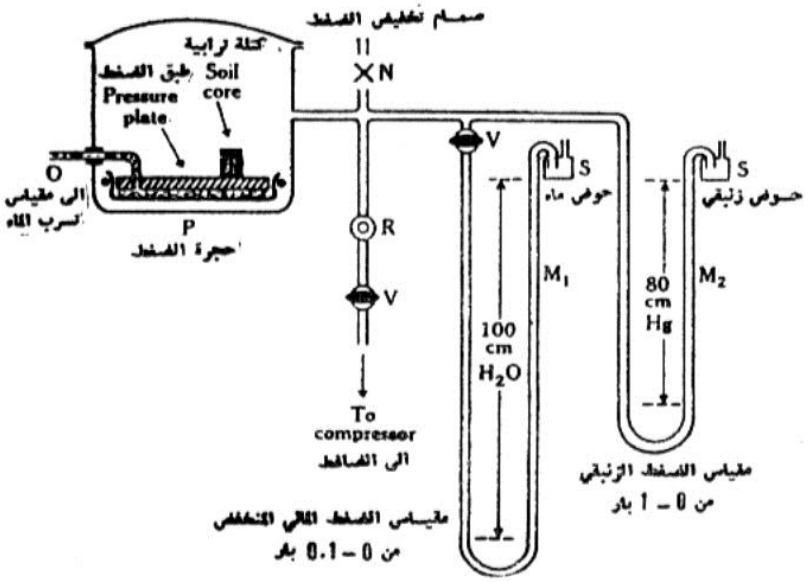
جدول رقم (1): يبين السعة الحقلية كنسبة مئوية وزنية في مختلف أنواع الترب كما يلي:

نوع التربة	السعة الحقلية التقديرية كنسبة % وزنية
الرملية	% 9 – 4
شبه الرملية	% 17 – 10
شبه الطينية الخفيفة والمتوسطة	% 30 – 18
شبه الطينية الثقيلة والطينية	% 40 – 33

طرائق تعيين السعة الحقلية

1 – (الطريقة المخبرية):

يجري تعيين السعة الحقلية في المختبر باستخدام جهاز الضغط ذي الغشاء (الشكل 1) بتطبيق ضغط موجب قدره 1/3 بار (346 سم ماء تقريبا) أو باستخدام طاولة التوتر المائي بتطبيق ضغط سالب (تفريغ) بالمقدار السابق نفسه. وقد وجد تجريبيا أنَّ القوة التي يحتجز بها ماء السعة الحقلية تتراوح بين 0.1 ضغط جوي أو اقل للترب الرملية والعضوية، و0.33 ضغط جوي للترب الطينية، أي ما يعادل (100-346 سم ماء~0.1-0.33 بار) أو pF=2 إلى pF= 2.5 (الـ pFمنحنى خصائص الرطوبة يُشرح في النظري) إلاّ أنَّه يفضَّل دائما من أجل حساب الاحتياجات المائية للمحاصيل والزراعات المختلفة، إجراء تعيين السعة الحقلية في الحقل وفق الطريقة الحقلية التالية.



الشكل (1): حجرة الضغط ذات الصفيحة للضغوط المنخفضة بين 0-0.1 بار ومن 0-1 بار

2- الطريقة الحقلية:

يجري تعيين السعة الحقلية في الحقل، على مساحة لا تقل عن 2×2م وبترطيب التربة إلى عمق لا يقل عن **75 سم كجبهة ترطيب** من أجل تعيين السعة الحقلية في **الخمسة عشر سنتيمتراً السطحية** كمجال للانتشار الجذري، ويبدو أنَّ ترطيب التربة بالغمر يقود لنتائج أعلى قيمة من الترطيب بسرعات أدنى من معدل الرشح (التسرب).

الطريقة الحقلية في تحديد السعة الحقلية:

تستخدم هذه الطريقة **عندما يكون مستوى الماء الأرضي بعيداً عن سطح التربة بما لا يقل عن 3-4 متر** حيث نقوم بتسوية سطح التربة بشكل جيد مع تحديد مساحة محدد1× 1 أو 2 × 2 متر مربع، ثم تحفر جوانب المساحة المحددة و تُوضع ألواح معدنية إذا كانت التربة مرصوصة بشكل جيد أما إذا كانت التربة جافة وذات بناء مفكَّك فلابدَّ من عزل الماء من الجوانب و ذلك بحفر خندق على محيط المساحة المحددة، ثم وضع قطعة من البلاستيك، لمنع تسرب الماء و يتم الإبقاء على الغطاء النباتي الموجود ضمن المساحة المحددة، ثم يصب الماء حسب الكمية اللازمة لشغل جميع المسامات حيث تحسب الكمية سابقا من خلال معرفة المسامية الكلية للتربة، ورطوبة التربة الحالية، وحجم المسامات الفارغة الحالية من الماء، لكل أفق من آفاق التربة، ثم تجمع القيم الخاصة لكل أفق أو عمق مدروس، للحصول على الكمية الكلية الواجب إضافتها . ثم نضرب الناتج الأخير بمعامل التصحيح لقيمة التسرب الجانبي للماء، حيث تحدَّد قيمة معامل التصحيح حسب المساحة المحددة:

إذا كانت المساحة المروية1 × 1 متر مربع فمعامل التصحيح **بحدود 2.15** .
إذا كانت المساحة المروية 2 × 2 متر مربع يكون معامل التصحيح **1.25**.
إذا كانت المساحة أكبر من ذلك فلا يؤخذ معامل التصحيح بعين الاعتبار.

بعد حسب كمية الماء اللازمة لشغل الفراغات، نبدأ بعملية صب الماء ضمن المساحة المحددة حيث يتم تسليط تيار من الماء، على قطع معدنية أو خشبية، **لمنع تخريب بناء التربة** وبعد أن تتسرب كمية الماء كلها، يغطَّى سطح التربة بالبلاستيك لمنع عملية التبخر ويغطى البلاستيك بالقش **للتخفيف من تغيرات درجة الحرارة، على سطح التربة .**

يختلف الزمن اللازم لصرف الماء الزائد والوصول للسعة الحقلية حسب قوام التربة، فالتربة الرملية تصل للسعة الحقلية بعد **24 ساعة** والتربة السلتية ومتوسطة القوام بعد **48 ساعة**، والتربة الطينية بعد **3-5 أيام.**

● **يتم تحديد السعة الحقلية بالطريقة الحقلية التالية:**

1- يتمّ تحديد مساكب بمساحة 2×2 م^2 في كل نقطة من النقاط التي تمّت دراستها.
2- الري حتى الإشباع للعمق المدروس لكل مقطع (مأخوذة عن عبد الله وحمدان، 1995)

من خلال معرفة أعماق المقاطع المدروسة يمكن حساب كمية المياه اللازمة لرفع رطوبة التربة الى حد الإشباع بعد معرفة الرطوبة الحالية لكل عمق ويتم حساب كمية المياه اللازمة على الشكل التالي:

أ- يتم حساب حجم كل عمق **(V_{hor})** بعد معرفة العمق المأخوذ (h) بالمتر والمساحة المراد ريها S = (2x2) م^2 بالعلاقة التالية:

$$V_{hor} = h.s.1000$$

تمَّ الجداء بـ 1000 للتحويل من م^3 إلى لتر

ب- حجم كل المسامات في الأفق الواحد **(V_{por})**

$$V_{por} = V_{hor} \times \frac{P}{100}$$

حيث أنَّ $\frac{P}{100}$ تشكّل المسامية الكلية حجماً للأفق الواحد.

جـ - حجم المسامات الحالية المملوءة بالماء V_w

$$V_w = V_{hor} \times \frac{W}{100} \times \rho s$$

حيث أنَّ : $\frac{W}{100} \times \rho s$ رطوبة التربة الحالية حجماً الموجودة في كل عمق أو أفق.

د- حجم المسامات الحرة (الفارغة من الماء اللازم إشباعها): هو الفرق بين حجم المسامات الكلية وحجم المسامات الحالية المملوءة بالماء.

$$V=V_{por} - V_w$$

بعد أن يتم حساب حجم المسامات الفارغة من الماء في كل عمق من الأعماق المدروسة في كل مقطع يتم جمعها ومعرفة كمية مياه الري اللازمة لرفع رطوبة التربة الحالية إلى السعة الأعظمية للتربة.

3- يتم تغطية المساكب بغطاء بلاستيكي من الـ PVC وذلك لمنع التبخَّر.

إذا كانت التربة ذات قوام طيني يتم الانتظار حتى مرور 72 ساعة على عملية الري لكي يحصل رشح الماء الزائد ثم تؤخذ العينات من كافة الأعماق المدروسة كل 25 سم بواسطة الأوغر (المثقاب الحلزوني) من كل مقطع حسب العمق الذي يتم تحديده عند حفر المقطع الأرضي.

4-وزن العينات الرطبة Mw ثم تجفيفها على درجة حرارة 105م° حتى الحصول إلى الوزن الجاف الثابت Ms.

وتحسب السعة الحقلية Θr من العلاقة التالية:

$$\boldsymbol{\theta r = \frac{Mw - Ms}{Ms} \times 100}$$

حيث:

Mw: وزن العينة قبل التجفيف - Ms: وزن العينة بعد التجفيف

مثال:

احسب كمية الماء الواجب إضافتها لمساحة ($4m^2$) وذلك لإيصال رطوبة التربة فيها إلى السعة الحقيقة إذا علمت بأنَّ سماكة العمق المدروس (15 cm) وأنَّ الرطوبة الوزنية للتربة (30%) والكثافة الظاهرية للتربة في حالة التربة الجافة تماماً فكانت ($1.5\ gr\backslash cm^3$) والمسامية الكلية (60%).

الحل:

أولاً- حجم الأفق المدروس: $V_{hor}= S \times h = 4 \times 0.15 = 0.6\ m^3 = 600\ L$

ثانياً- حجم المسامات في الأفق المدروس: $Vpor = (60 \times 600)/100 = 360\ L$

ثالثاً- حجم الماء الموجود في الأفق المدروس: $Vw= \Theta p \times \rho b \times V_{hor} = 0.3 \times 1.5 \times 600 = 270\ L$

رابعاً- حجم المسامات الحرة (حجم الماء الواجب إضافته) $V =Vpor – Vw = 360 - 270 = 90\ L$

ثالثاً: نقطة الذبول الدائم: هي كميّة الرطوبة الموجودة في التربة والتي تكون **غير كافية لتغطية الاحتياجات المائية للنبات** لكي يقوم بعمليات التبخَّر نتح فيذبل النبات عندها ويموت حتى ولو وضع في جو مشبع من بخار الماء.

رابعاً: الرطوبة الهيجروسكوبية: تعرَّف بأنها نسبة الماء **المدمص** حول سطوح حبيبات التربة الناعمة على شكل أغشية مائية رقيقة جداً، تنتج عن تكاثف الجزيئات المائية الغازية على هذه السطوح، عندما تكون جافة هوائياً، **ويرتبط بقوة كبيرة جداً تتراوح بين 31 - 10000 ضغط جوي، ولهذا فإنَّه يمكن أن يكون عديم الفائدة، وغير قابل للامتصاص من قبل الجذور النباتية، لأن قوة شده إلى حبيبات التربة أكبر من قوة امتصاص الجذور النباتية له.**

إذا لم تُروى الترب في المناخات الجافة فإنَّها تستمر بالجفاف إلى ما بعد نقطة الذبول الدائم ولكنها لا تصل إلى الجفاف المطلق بسبب حصول التوازن بين الجو والتربة وتتعلق حالة التوازن بدرجة الحرارة ورطوبة التربة. **ويتم تحديد الرطوبة الهيجروسكوبية بالطريقة الوزنية الجافة.**

خامساً: المعامل الهيجروسكوبي الأعظمي <u>ΘHr %</u> : هو كمية الرطوبة التي يمكن أن تحتفظ بها التربة، على أساس الوزن الجاف اذا ما تعرضت لجو مشبع ببخار الماء، حتى يحصل توازن مع الجو المعرضة له في درجة حرارة ثابتة، وعند هذا المعامل يبلغ التوتر الرطوبي للتربة (قوة الشد) 31 ضغط جوي، وذلك عند النقطة pF = 4.5.

العوامل التي تؤثّر في المعامل الهيجروسكوبي

- قوام التربة، فكلما ارتفع محتوى التربة من الطين والمادة العضوية ازداد سطحها النوعي وارتفعت قيمة معامله الهيجروسكوبي، كما يؤثر في قيمته كل من نوع فلزات الطين والكايتونات المتبادلة التي تتفاوت كثيراً في درجة تميؤها.
- تؤثّر الظروف البيئية المحيطة في هيجروسكوبية التربة تبعاً لرطوبة الهواء النسبية ودرجة حرارة الجو المحيطة بالتربة، فهي ترتفع مع ارتفاع الأولى وانخفاض الثانية.

سادساً: الماء القابل للاستفادة (الماء المتاح): وهي تمثل الفرق بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم وتعبر عن كمية الماء الجاهزة للاستعمال من قبل النبات.

طرائق تحديد المحتوى الرطوبي في التربة:

*** تحديد نقطة الذبول الدائم بالطريقة المخبرية كما يلي (الشكل 2)**:

1- وضع عينات من التربة المأخوذة في أصص بلاستيكية صغيرة بحجم 100 سم^3.
2- زرع في كل أصيص 3 بذور من محصول الشعير.
3- غرس أنبوب شعري في كل أصيص ليسمح بتنفس الجذور.
4- بعد إنبات الشعير وحتى يصبح على النبات أربعة أوراق أو يبلغ طوله 10 سم تقريباً، يتم التوقف عن الري وتغطية الأصص بورق السولوفان أو سكب شمع البارافين على سطح التربة لمنع التبخر.
5- بعد ظهور دلائل الذبول الدائم على النبات يتم تعريض إحدى الأصص لجو مشبع ببخار الماء فإذا انتعش النبات نتابع التجفيف لباقي الأصص، ثم نكرر العملية السابقة، حتى نصل لمرحلة الذبول الدائم، **بحيث لا ينتعش النبات حتى ولو وضع في جو مشبع ببخار الماء**. بعدها يتم أخذ 10 غ من التربة المحيطة بالجذور، وتجفيفها، على درجة حرارة 105° م، وحساب نسبة الرطوبة من العلاقة التالية:

$$\textbf{نقطة الذبول الدائم(وزناً)} = \frac{\text{وزن العينة قبل التجفيف – وزن العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة بعد التجفيف}} \times 100$$

نقطة الذبول الدائم(حجماً) = الرطوبة الهيجروسكوبية % × 1.5 × الكثافة الظاهرية

***الماء القابل للاستفادة (الماء المتاح):** يتم حساب الماء المتاح كارتفاع طبقة مائية مقدراً بـ **mm** من العلاقة التالية:

$$\mathbf{dw = (\Theta v - \Theta f) \times \rho b \times z}$$

حيث أنَّ : dw: عمق الماء المتاح مقدراً بالـ mm كارتفاع طبقة مائية.
Θv: السعة الحقلية كنسبة وزنية. Θf: نقطة الذبول الدائم كنسبة وزنية.
ρb : الكثافة الظاهرية غ/سم^3 Z : عمق الطبقة المدروسة مقدراً بالديسمتر.

*** الماء القابل للاستفادة (الماء المتاح):** يتم حساب الماء المتاح مقدراً بـ **m^3/ha** من العلاقة التالية:

$$dw = (\Theta v - \Theta f) \times \rho b \times z \times s$$ أو **RU**

dw **أو RU- الماء المتاح مقدراً م^3/هكتار**

Θv: السعة الحقلية وزناً كجزء من واحد، Θf: نقطة الذبول الدائم وزناً كجزء من واحد.

ρb : الكثافة الظاهرية غ/سم^3 Z : عمق الطبقة المدروسة مقدراً بالمتر.

S: المساحة بالهكتار.

*** الماء سهل الاستفادة (RFU):**

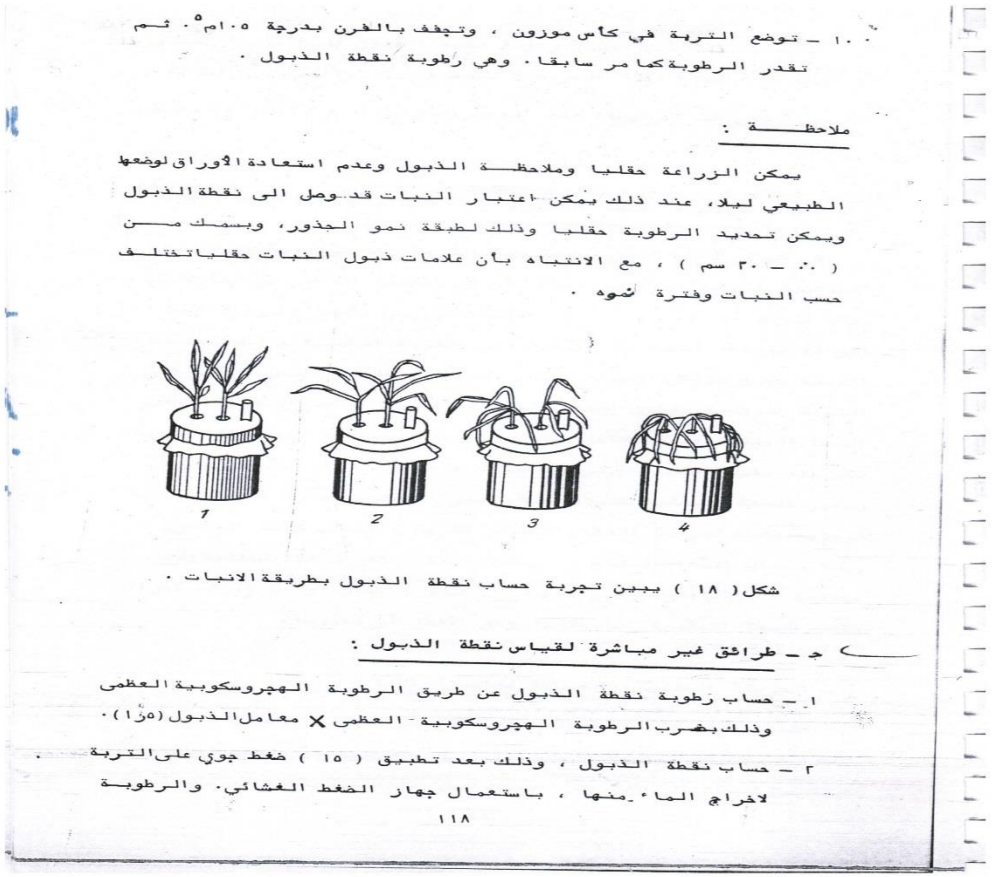
إذا أردنا الحصول على إنتاج جيد، **فمن الضروري تأمين رطوبة جيدة للنبات** وبالتالي فمن المتوجّب ترك رطوبة التربة تنخفض إلى الرطوبة الحرجة **فقط** وذلك **لأنَّ الرطوبة المحصورة بين السعة الحقلية وبين الرطوبة الحرجة تشكّل ما يُسمَّى المخزون المائي سهل الاستخدام من قبل النبات.**

وسطياً يشكّل الماء سهل الاستفادة حوالي **ثلثي** المخزون المائي القابل للاستخدام أو **الماء المتاح**.

ويتم حسابه من العلاقة: $$RFU = \frac{2}{3} \quad RU$$

ملاحظة: يتم حساب المحتوى الرطوبي في التربة كحجم من الأمتار المكعَّبة في وحدة المساحة على الشكل التالي:

1مم هطول أو عمق طبقة مائية على الهكتار الواحد = 10 م^3 مياه /هكتار، والعكس للتحويل من م^3 إلى مم عمق طبقة مائية نقسم على 10



١٠ ـ توضع التربة في كأس موزون ، وتجفف بالفرن بدرجة ٥٠١م°. ثم تقدر الرطوبة كما مر سابقا. وهي رطوبة نقطة الذبول .

ملاحظـــــة :

يمكن الزراعة حقليا وملاحظـــة الذبول وعدم استعادة الأوراق لوضعها الطبيعي ليلا، عند ذلك يمكن اعتبار النبات قد وصل الى نقطة الذبول ويمكن تحديد الرطوبة حقليا وذلك لطبقة نمو الجذور، وبسمك مـــن (٢٠ ـ ٣٠ سم) ، مع الانتباه بأن علامات ذبول النبات حقليا تختلف حسب النبات وفترة نموه .

1 2 3 4

شكل (١٨) يبين تجربة حساب نقطة الذبول بطريقة الانبات .

جـ ـ طرائق غير مباشرة لقياس نقطة الذبول :

١ ـ حساب رطوبة نقطة الذبول عن طريق الرطوبة الهجروسكوبية العظمى وذلك بضرب الرطوبة الهجروسكوبية - العظمى × معامل الذبول (١٫٥) .

٢ ـ حساب نقطة الذبول ، وذلك بعد تطبيق (١٥) ضغط جوي على التربة لاخراج الماء منها ، باستعمال جهاز الضغط الغشائي. والرطوبة

١١٨

الشكل رقم (2) تجربة قياس نقطة الذبول الدائم

<u>حساب ارتفاع عمود الماء أو عمق الماء في المقطع الأرضي (dw):</u> وهو يمثّل ارتفاع الطور السائل إذا استعيض عن Vw بوحدات الطول Z حيث كثيراً ما يعبَّر عن مخزون التربة الرطوبي كارتفاع طبقة مائية مقدراً بالـ مم (**dw**) في المقطع الأرضي بالعلاقة التالية:

$$\mathbf{dw = \Theta v \times Z}$$

dw: مخزون التربة المائي كارتفاع طبقة مائية مقدراً **بالـ مم**

Θv : المحتوى الرطوبي الحجمي $\mathbf{\Theta v = Vw / Vb}$ وهنا الحجم الظاهري للتربة هو نفس حجم التربة الكلي أي: $\mathbf{Vt = Vb}$ ، كما يمكن حساب المحتوى الرطوبي كنسبة حجمية من خلال العلاقة التالية:

$\mathbf{\Theta v = \Theta p \times \rho b}$ (كما مرَّ معنا في الجلسة السابقة)

حيث أنَّ: ρb - الكثافة الظاهرية - Θ_P - الرطوبة الوزنية

يمكن أن نكتب أيضاً: $\mathbf{dw = \Theta v \times Z \times S}$

Z: العمق المعتبر من المقطع الأرضي مقدراً بالمتر، والرمز **S** يُشير إلى المساحة مقدراً بالمتر المربع.

فلو كان المحتوى الرطوبي الحجمي Θv = 30 % لعمق Z = 80 cm فذلك يعني أنَّ مخزون التربة المائي dw حتى ذلك العمق وفي واحدة المساحة (S = متر مربع واحد) سيكون مساوياً:

$$\mathbf{dw = 0.3 * 0.8m * 1m^2 = 0.24\ m^3 = 240L}$$

ولسهولة المقارنة بين المخزون الرطوبي للترب المختلفة أياً كانت المساحة المعنية فقد استخدم تعبير **عمق الماء (أو ارتفاع عموده)** في العمق المأخوذ للمقارنة من المقطع الأرضي لتلك الترب **ويكون ذلك بتقسيم حجم المحتوى المائي في العمق المذكور على السطح أي:**

$$\mathbf{L^3 / L^2 = L} \quad \text{أو} \quad \mathbf{Cm^3 / cm^2 = cm}$$

وللتحويل من متر مكعب إلى واحدة الحجم (لتر L) نضرب بـ 1000

فنجد مثلاً في دونم واحد (1000 متر مربع) 240 متر مكعب من الماء وفي هكتار واحد 2400 متر مكعب من الماء في طبقة التربة المشار إليها...

وهكذا نجد في هذا المثال أنَّ (L= 0.24 m) أي 24 سم وهكذا يكافئ طبقة من الماء بارتفاع 24 سم فوق سطح التربة كما يقابل هطولاً مطرياً مقداره 240 مم وما المثال السابق إلا لبيان أهمية طريقة التعبير عن المحتوى الرطوبي للتربة وسهولة عقد المقارنة بين الخواص المائية للترب المختلفة....

ولذلك من أجل التعبير عن رطوبة التربة كعمق طبقة مائية مقدراً بالـ مم، يمكن تقسيم حجم المياه المقدَّرة بالأمتار المكعَّبة على العدد 10 في الهكتار، فينتج لدينا مم ماء/هكتار.

<u>مثال 1:</u>

أثناء تقدير محتوى الرطوبة في الأعماق المختلفة في منطقة انتشار الجذور قبل تطبيق السقاية تمَّ الحصول على القيم الموضَّحة في الجدول التالي:

عمق العينة Cm	وزن عينة التربة الرطبة gr	وزن عينة التربة بعد التجفيف gr
0 – 25	134.60	126.82
25 – 50	136.28	127.95
50 – 75	122.95	115.32
75 – 100	110.91	102.64

مع العلم أنَّ قيمة الكثافة الظاهرية الجافة $\rho b = 1.50\ gr/Cm^3$

ورطوبة السعة الحقلية $\mathbf{\Theta vr} = 17.8\ \% = 0.178$

والمطلوب عيّن ما يلي:

1- محتوى التربة الوزني (الرطوبة الوزنية) والحجمي (كارتفاع طبقة الماء) في مختلف الأعماق ضمن منطقة انتشار الجذور.

2- محتوى التربة الكلي في منطقة انتشار الجذور مباشرة قبل السقاية (كارتفاع طبقة الماء).

3- ارتفاع الماء الصافي الذي يجب تطبيقه لإيصال الرطوبة إلى السعة الحقلية.

4- احتياج الري الخام باعتبار أنَّ مردود الري في الحقل 70 %.

الحل:

1- محتوى التربة الوزني والحجمي (كارتفاع طبقة الماء) في مختلف الأعماق ضمن منطقة الجذور.

العمق 0 – 25 $\theta p\% = \frac{(Mw - Ms)}{Ms} \times 100$ $\theta p\% = \frac{(134.60 - 126.82)}{126.82} \times 100 = 6.13$

$dw(mm) = \frac{\theta p\% \times \rho b \times h(cm)}{10}$ $dw\,1 = \frac{6.13 \times 1.5 \times 25}{10} = 22.99mm$

التقسيم على 10 للتحويل من(م^3/هكتار) إلى مم

العمق 25 – 50 $\theta p\% = \frac{(136.28 - 127.95)}{127.95} \times 100 = 6.51$

$dw\,2 = \frac{6.51 \times 1.5 \times 25}{10} = 24.41mm$

العمق 50 – 75 $\theta p\% = \frac{(122.95 - 115.32)}{115.32} \times 100 = 6.62$

$dw\,3 = \frac{6.62 \times 1.5 \times 25}{10} = 24.83mm$

العمق 75 – 100 $\theta p\% = \frac{(110.91 - 102.64)}{102.64} \times 100 = 8.06$

$dw\,4 = \frac{8.06 \times 1.5 \times 25}{10} = 30.23mm$

2- محتوى التربة الكلي في منطقة انتشار الجذور مباشرة قبل السقاية (كارتفاع طبقة الماء).

$$dw = dw1 + dw2 + dw3 + dw4$$
$$dw = 22.99 + 24.41 + 24.83 + 30.23 = 102.5mm$$

3- ارتفاع الماء الصافي الذي يجب تطبيقه لإيصال الرطوبة إلى السعة الحقلية:

$$dr = (\theta Vr \times h) - dw$$
$$dr = (0.178 \times 1000) - 102.5 = 75.5mm$$

حيث h هو ارتفاع (عمق العينة الإجمالي) 100 سم = 1000 مم

4- احتياج الري الخام باعتبار أنَّ مردود الري في الحقل 70 %.

100 mm ماء خام 70 mm ماء صافي

X mmماء خام 75.5 mm ماء صافي

$$X = \frac{100 \times 75.5}{70} = 107.86mm$$

مثال 2:

إذا كان لديك الجدول التالي:

وقت أخذ العينة	رقم العينة	عمق أخذ العينة cm	الكثافة الظاهرية gr/cm^3	وزن العلبة مع العينة gr		وزن العلبة فارغة gr
				الوزن الرطب	الوزن الجاف	
قبل الري	1	0 – 40	1.2	160	150	50
	2	40 – 100	1.5	146	130	50
بعد الري	3	0 – 40	1.2	230	200	50
	4	40-100	1.5	206	170	50

والمطلوب حساب ما يلي:

1- الرطوبة الوزنية والحجمية لكل طبقة على حدى قبل وبعد الري.

2- كمية (عمق) الماء الموجود في كل طبقة مقدراً بالـmm قبل وبعد الري.

3- كمية (عمق) الماء الموجود في المقطع بكامله أي عمق امتداد الجذور حتى (100cm) قبل وبعد الري.

الحل

1- الرطوبة الوزنية والحجمية لكل طبقة على حدى قبل وبعد الري

-الرطوبة الوزنية

$$\left.\begin{aligned} \theta p1\% &= \frac{160-150}{150-50} \times 100 = 10 \\ \theta p2\% &= \frac{146-130}{130-50} \times 100 = 20 \end{aligned}\right\} \text{قبل الري}$$

$$\left.\begin{aligned} \theta p3\% &= \frac{230-200}{200-50} \times 100 = 20 \\ \theta p4\% &= \frac{206-170}{170-50} \times 100 = 30 \end{aligned}\right\} \text{بعد الري}$$

-الرطوبة الحجمية $\theta v = \theta p \times \rho b$

$$\left.\begin{aligned} \theta v1 &= 10 \times 1.2 = 12 \\ \theta v2 &= 20 \times 1.5 = 30 \end{aligned}\right\} \text{قبل الري}$$

$$\left.\begin{aligned} \theta v3 &= 20 \times 1.2 = 24 \\ \theta v4 &= 30 \times 1.5 = 45 \end{aligned}\right\} \text{بعد الري}$$

2-كمية (عمق) الماء الموجود في كل طبقة مقدراً بـ(mm) قبل وبعد الري

$$dw = \theta v \times h$$

قبل الري

$$dw\,1 = 0.12 \times 400 = 48mm$$
$$dw\,2 = 0.30 \times 600 = 180mm$$

بعد الري

$$dw\,3 = 0.24 \times 400 = 96mm$$
$$dw\,4 = 0.45 \times 600 = 270mm$$

3- كمية (عمق) الماء الموجود في المقطع بكامله أي عمق امتداد الجذور حتى (100cm) قبل وبعد الري.

1- عمق الماء الموجود في المقطع قبل الري dw1 + dw2 = 48 + 180 = 228 mm

2- عمق الماء الموجود في المقطع بعد الري dw3 + dw4 = 96 + 270 = 366 mm

3- عمق الماء المضاف للطبقة العليا dw3 - dw1 = 96 – 48 = 48 mm

4- عمق الماء المضاف للطبقة السفلى dw4 - dw2 = 270 – 180 = 90 mm

5- عمق الماء المضاف للمقطع بكامله (حتى عمق 100) هي مجموع الماء المضاف لكلا الطبقتين العليا والسفلى 48 + 90 = 138 mm

_____ انتهت الجلسة العملية السادسة _____