الفصل الثاني: الخصائص الفزيائية للتربة

تتحكم الخصائص الفزيائية للتربة في كل العمليات المتعلقة بحركات الماء و بالتغذية المائية و المعدنية للنبات، كما تؤثر على مختلف عمليات التترب.

1- الخصائص الفيزيائية للتربة: تتمثل هذه الخصائص في:

أ- **النسيج** (أنظر اللوحة الخاصة بالنسيج)

ب- السطح النوعي

ج- البنية

تدل البنية على شكل تجمع أجزاء التربة و تحدد توزيع المادة الصلبة و الفراغات التي يكون بعضها ممتلئا بالماء و البعض الآخر بالهواء مما يؤثر بشكل قوي على الخصائص الفزيائية للتربة و تهوية الجذور و حركة الماء. و نميز عموما بين القنوات الكبيرة التي يتجاوز حجمها 50 مكرون، و القنوات المتوسطة التي يتراوح حجمها بين 10 و 50 مكرون، و القنوات الدقيقة التي يوجد حجمها بين 0.2 و 10 مكرون. أما القنوات الدقيقة فهي التي يقل حجمها عن 0.2 مكرو (أنظر اللوحة الخاصة بالمسامية).

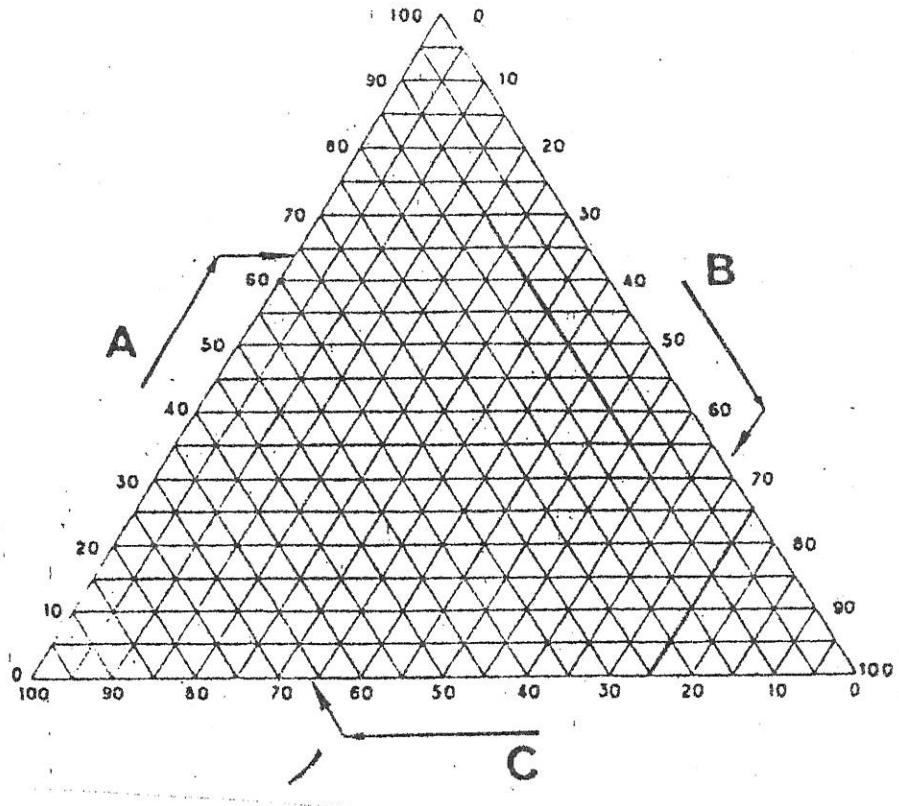
و يفرز لنا التطور الترابي عدة بنيات من أهمها (أنظر اللوحة الخاصة ببنية التربة):

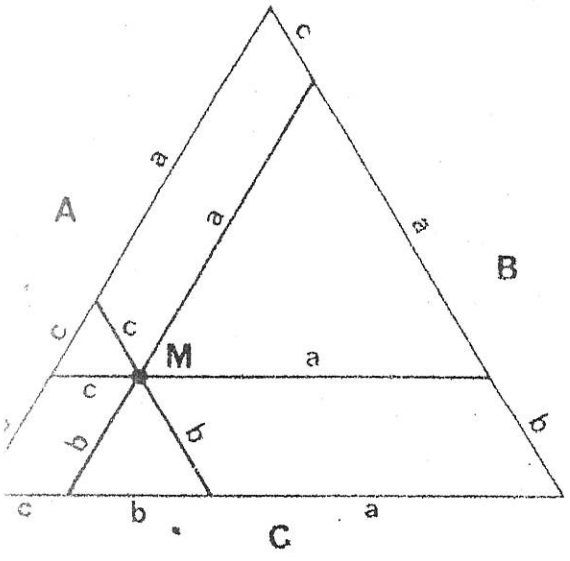
- البنية الجلطية
- البنية الموشورية
- البنية العمودية
- البنية الحبيبية
- البنية الورقية

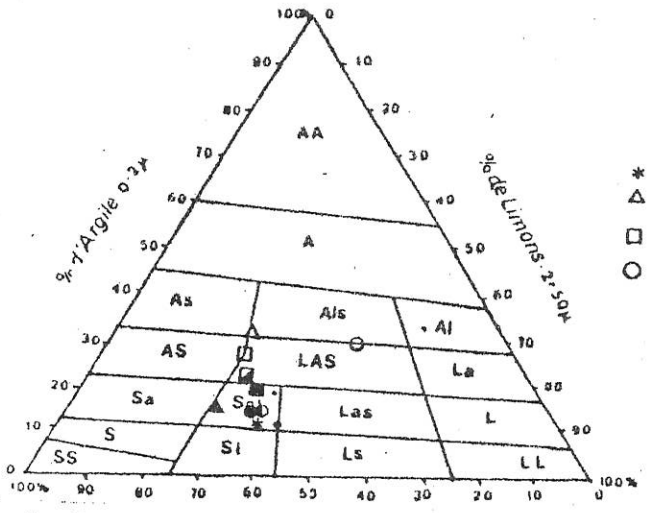
شعبة الجغرافية
ذ. نجيم اعلوان

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب والعلوم الانسانية
ظهر المهراز - فاس -

169 B.



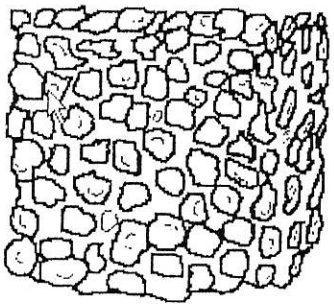
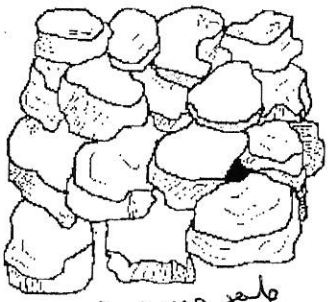
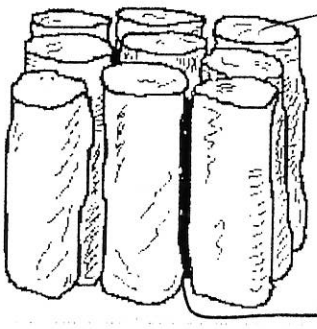
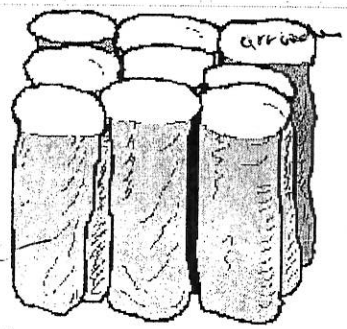
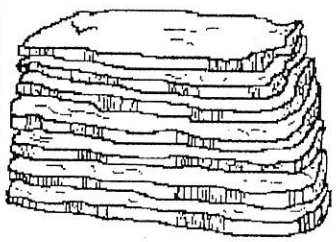




AA Texture d'argile
A Texture argileuse
As Texture d'argile sableuse
AS Texture argilo-sableuse
Als Texture d'argile limono-sableuse
Al Texture d'argile limoneuse
La Texture de limonsargileux
L Texture de limon
Ls Texture de limon sableux
Si Texture de sable limoneux
Sa Texture de sable argileux
SS Texture sablause
S Texture de sable
LS Texture limono-argilo-sableuse
Als Texture de limon argilo-sableux
Sal Texture de sable argilo-limoneux.

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
كلية الآداب و العلوم
ظهر المهراز - فاس

2013 - 2012
مجزوءة: التربة
الفصل السادس
"" د: نجيم اعلوان

 **Granular**: Resembles cookie crumbs and is usually less than 0.5 cm in diameter. Commonly found in surface horizons where roots have been growing.	 **Blocky**: Irregular blocks that are usually 1.5 - 5.0 cm in diameter.	 **Prismatic**: Vertical columns of soil that might be a number of cm long. Usually found in lower horizons.
 **Columnar**: Vertical columns of soil that have a salt "cap" at the top. Found in soils of arid climates.	 **Platy**: Thin, flat plates of soil that lie horizontally. Usually found in compacted soil.	**Single Grained**: Soil is broken into individual particles that do not stick together. Always accompanies a loose consistence. Commonly found in sandy soils.

د- المسامية

هي مجموع حجم الفراغات المتواصلة فيما بينها أو المتقطعة، و التي يمكن أن يملأها السائل أو الهواء و ذلك بالنسبة للحجم العام. كما يمكن أن تمثل الجزء من حجم التربة في مكانه التي لا يحتلها الجزء الصلب. و نعبر عنها بقياس حيث تمثل نسبة حجم الفراغات بالنسبة للحجم العام.

و حسب حجم الفراغات نميز بين نوعين من المسامية (أنظر اللوحة الخاصة بالمسامية):

- المسامية الكبرى التي يكون فيها حجم الفراغات يتراوح بين 8 و 20 مكرون، حيث يتحرك الماء بواسطة الجاذبية بعد سقوط الأمطار و يعوض بالهواء.

- المسامية الصغرى التي يتراوح حجم فراغاتها بين 8 و 0.2 مكرون. و في هذا النوع من المسامية يتحرك الماء بواسطة القوة الشعرية و هي التي تحتجز الماء الذي يمتصه النبات. و ترتبط المسامية بالكثافة الظاهرية و نعبر عنها بالنسبة المائوية.

هـ- الكثافة الظاهرية

الكثافة الظاهرية هي وزن التربة بالنسبة للحجم العام، و هي كثافة التربة الجافة و هي تهم مجموع الترب و القنوات، و نعبر عنها بوحدة غرام/سم مكعب، و تتراوح بين 1غ/سم و 1.6 غ/سم بالنسبة للترب المعدنية و بين 0.6 و 0.45 غ/سم بالمسكات الغنية بالمادة العضوية. و بما أن الكثافة الظاهرية تأخذ بعين الإعتبار مسامية التربة، فإن انضغاط التربة يؤدي إلى رفع الكثافة بانضغاط القنوات، و بذلك فإن عنصر الكثافة الظاهرية يعبر عن انضغاط التربة. و حسب الأبحاث الجارية فإن الكثافة المثلى لزراعة الحبوب لا تتجاوز 1غ /سم مكعب.

جامعة سيدي محمد بن عبد الله

كلية الآداب و العلوم الإنسانية، ظهر المهراز –فاس

مسلك الجغرافيا

مجزوءة: التربة

الفصل السادس

الأستاذ نجيم أعلوان

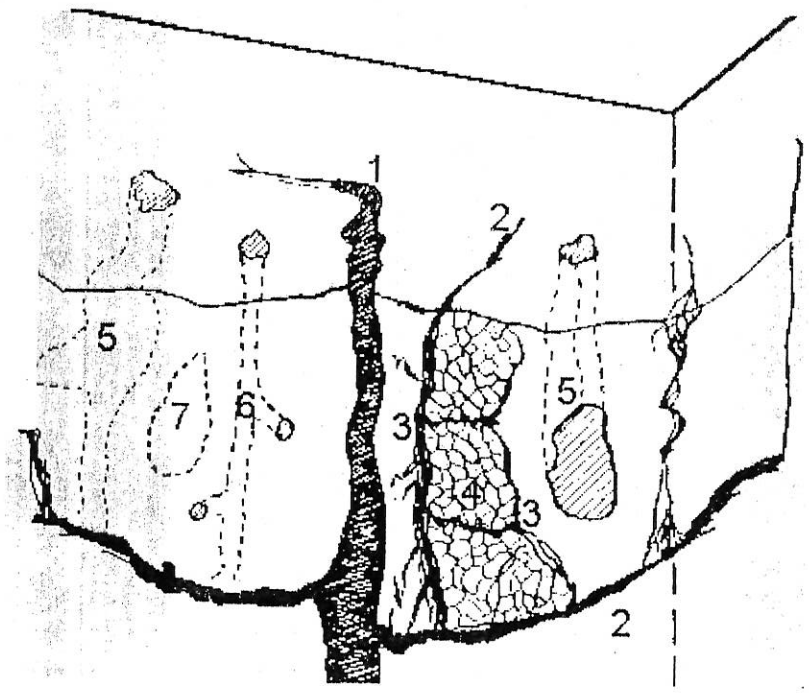


Figure 1: porosité du sol (d'après GAUCHER).

Légende:

(1) grosse crevasse déterminant la surstructure. (2) crevasse de 2ème ordre délimitant les agrégats.

(3) fissures fines déterminant la sous-structure (4) canalicules de faible diamètre

(5) grosse lacune traversant les agrégats (6) lacune tubulaire creusée par un lombric

(7) lacune aveugle.

و- الكثافة الحقيقية

يهم هذا النوع من الكثافة المادة الصلبة فقط بمعزل عن الفراغات و تتراوح بين 2.6 و 2.7 بالترب الفقيرة من المادة العضوية.

و بما أننا نتوفر على الكثافة الحقيقية **D** و الكثافة الظاهرية **D'** فإن المسامية الإجمالية تستخرج عبر:

$$((D' - D)/D')* 100$$

ز- النفاذية

هي كمية الماء التي تخترق التربة خلال فترة زمنية محددة، فنميز بين تربة غير نافذة للماء إذا قلت كمية الصبيب عن 0.4 ملم/الساعة، و قليلة النفاذية إذا تراوح الصبيب بين 4 ملم/س و 2 سم/س، و نافذة للماء عندما يكون الصبيب بين 2سم و 20 سم/س. أما إذا تعدى الصبيب 20 سم /س فتتعتبر مرتفعة النفاذية.

2. حركات الماء داخل التربة

يجب التمييز بين كمية الماء داخل التربة و درجة توفره، بحيث أن حركية الماء داخل التربة ترجع من جهة إلى الجاذبية و من جهة أخرى إلى قوى أخرى مختلفة (أنظر اللوحة الخاصة بامتصاص التربة للماء).

- القوات الأسموزية التي تنشأ بواسطة الأيونات و الأملاح التي توجد في التربة و التي تحتجز الماء. ويكون هذا الحجز ضعيفا كلما كانت كمية الماء وفيرة، مما يجعل تركز الأملاح ضعيفا، و كلما كان هذا التركز ضعيفا كلما كانت هذه القوى ضعيفة.
- القوات اللحامية التي تنتج عن العناصر غير المحلولة في التربة و التي تمارس على الماء قوة شعرية و قوة دبقية. بالنسبة للقوات الشعرية فإنها تنشأ بواسطة الضغط الجانبي الذي يوجد بين الماء

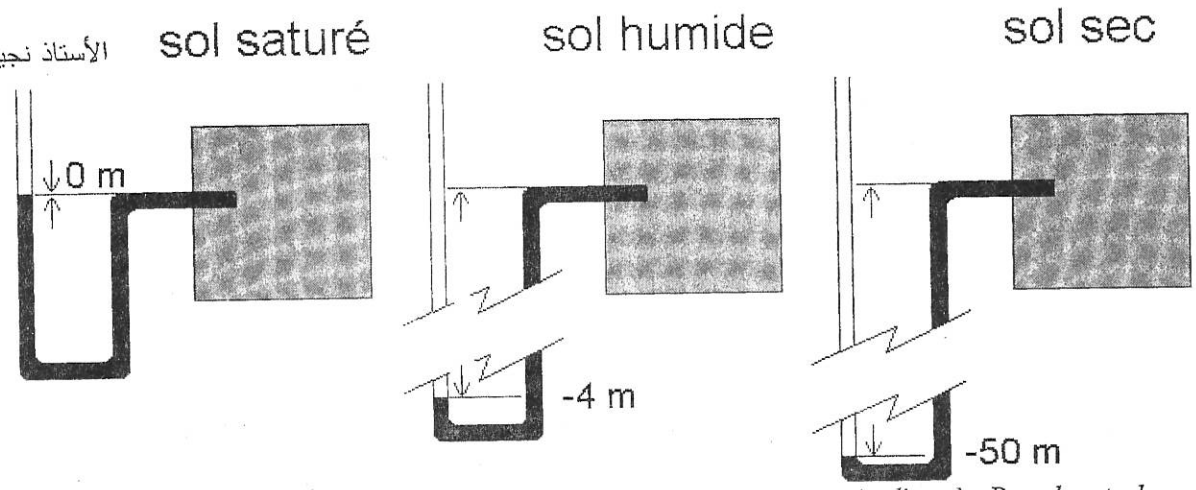


Figure 3: Tension de succion d'un sol (saturé, humide ou sec), d'après Brooks et al.

Taille des pores (µm)	Tension de succion (hPa)	Commentaire
20 000	0,15	grosse crevasse
4 000	0,75	galerie de vers
300	10	diamètre d'une racine de blé
60-30	50-100	Tension de succion à la capacité au champ
2	1 500	limite de pore contenant de l'eau facilement utilisable
0,2	15 000	Point de flétrissement
0,003	1 000 000	Tension de succion d'un sol sec à l'air

TABLEAU 6-A : Relation entre la taille des pores et la tension de succion nécessaire pour les vider de leur eau (d'après ROWELL, 1994)

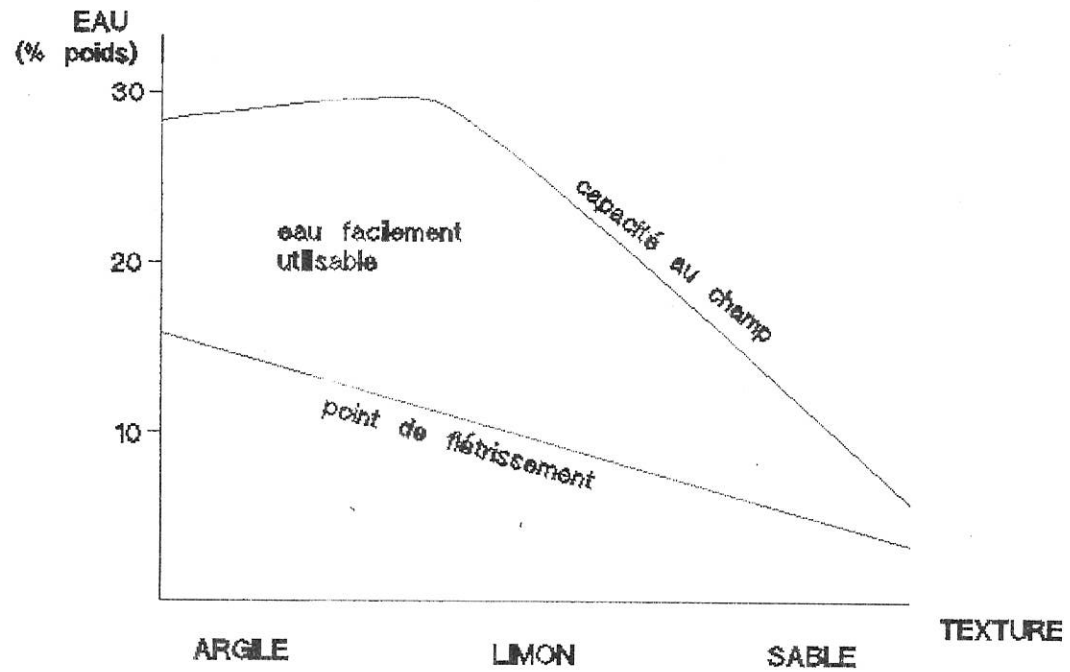


Figure 4a: Eau contenue dans le sol selon sa texture (d'après Duchaufour).

و الفراغات الموجودة في التربة. أما بالنسبة للقوات الدبقية فترجع إلى قابلية الإنتفاخ التي تتميز بها الدبقات بواسطة الماء. و تتمثل هذه القوى في التجاذب الكهربائي بين الشحنات السالبة لدبقات التربة و الشحنات الموجبة للماء. و تكون هذه القوى مرتفعة كلما كانت التربة غنية بالطين و تتوفر على جزيئات صغيرة.

و حسب طبيعة هذه القوى الماسكة نميز عدة أنواع من الماء داخل التربة:

- ماء الجاذبية هو الذي يجري عموديا و لا تستطيع التربة أن تحتفظ به ضمن قوى الجاذبية و يملأ القنوات الواسعة و الكبيرة.
- الماء الشعري و هو وفير و يغلف حبيبات التربة بعد نهاية التسرب في صورة أغشية دقيقة. و يزداد محتوى هذا الماء في التربة بزيادة الحبيبات الدقيقة ذات السطح النوعي المرتفع.
- الماء الهغروسكوبي و هو غير قابل للاستعمال لأنه يدخل في تكوين التربة و يوجد على شكل غشاء مائي دقيق و غير صالح للنبات.

و على مستوى المقطع الترابي، تتم حركات الماء داخل التربة في اتجاهين متعاكسين:

- حركات الماء التنازلية التي تتم بعد سقوط الأمطار بثلاثة أيام بواسطة الجاذبية و ترتبط بالنسيج و البنية اللذين يتحكمان في المسامية و النفاذية. إلا أن هذه الحركات تحمل معها أحيانا الطين فيتعلق الأمر بهجرة ميكانيكية لماء الجاذبية من مسكات مفقرة بدأت تفقد لونها إلى مسكات مستقبلة يتراكم فيها الطين و يمكن أن يشجع على ظاهرة التميه. و تساعد أحيانا بعض عمليات التدهور على ذلك، حيث أن الحرائق الغابوية تعمل على حرق المادة العضوية مما يؤدي إلى تدهور البنية.

- حركات الماء التصاعدية التي تتم في الفصل الحار و الجاف حيث يتعرض الجزء الأعلى من التربة إلى الجفاف. أما في أسفل المقطع فتكون نسبة الرطوبة أكثر أهمية مما يؤدي إلى صعود الماء من أسفل المقطع إلى أعلاه.

3- استعمال النباتات للمحتوى الرطوبي للتربة

تمتص جذور النبات الذخيرة المائية الصالحة و تفقدها في الجو بواسطة عملية النتح، و إذا قل الماء و ارتفع ضغط امتصاص التربة فإن الجذور تجد صعوبة في امتصاص الماء. إن المجال الجذري يختلف حسب النباتات و طبيعة التربة.

فقد تم جرد 13008000 جذر تحت حقل من زراعة الشعير، أما بتربة زراعة الذرة فقد تم إحصاء بين 15 و 30 كلم من الجذور. و بصفة عامة فقد تم تقدير الجذور التي توجد في هكتار واحد بين 20000 و 100000 كلم.

كما يختلف عمق جذور النباتات حسب طبيعة التربة و البيومناخ فمثلا يصل عمق جذور القمح إلى 50 سم في الرمال و 1.5 م في الطمي، بينما تتعمق جذور الذرة إلى 1.7 م. و يمكن أن يصل عمق جذور النباتات في المناطق شبه القاحلة إلى 2 م، أما في غابات المناطق المعتدلة فإن عمق الجهاز الجذري لبعض النباتات لا يتعدى 1م.

إن متطلبات الماء تختلف حسب النباتات، إن النباتات المائية أو الرطبة فتتطلب ماءً سهل الامتصاص لأن الذخيرة المائية تتغذى باستمرار بينما النباتات الجافة تتكيف مع الجفاف و تستخرج الماء حيث تبذل جهد امتصاص يقترب من نقطة الذبول. و تحصل النباتات على الماء الضروري لحياتها بواسطة هذه الجذور.

إن التوازن المائي عند النباتات يتعلق بمجموعة من العمليات الحيوية، ورغم تقلص نطاق الجذور فإن تواجد شعيرات الإمتصاص يرفع من مساحة الامتصاص. إن اختراق شعيرات الجذور بين مجمعات التربة تعرض مساحة الامتصاص الجذري إلى مساحة كبرى من الوسط الخارجي، و هنا تظهر مجموعة من العمليات:

- **الرشحان** حيث تمتص خلايا الشعيرات الممتصة الماء حتى التشبع، و بعد ذلك ينتقل الماء إلى خلايا القشرة ثم القنوات الخشبية ثم السيقان ثم الأوراق التي تحتاج الماء.

- **الامتصاص النشيط للماء** الذي يتمثل في انتقال الماء من التربة إلى شعيرات الامتصاص عبر ظاهرة الارتشاح الغشائي عندما يكون الضغط الأسموزي للشعيرات الممتصة أكبر من ضغط محلول التربة. كما أن نفاذية خلايا الشعيرات الممتصة ترتفع لكن ضغطها الأسموزي ينخفض، و بهذه الطريقة فإن الماء ينتقل من خلية إلى أخرى.

أما بالنسبة للعوامل التي تؤثر على امتصاص الجذور للماء، فيمكن حصرها في أربعة عوامل:

- **تركز محلول التربة** حيث يضعف امتصاص الماء عندما يرتفع محتوى محلول التربة من الأملاح و يمكن لبعض النباتات أن تتكيف مع هذه الوضعية لكن في حدود معينة بعدها لا تستطيع أن تمتص الماء من التربة.

- **المحتوى الرطوبي للتربة** حيث يؤثر محتوى التربة على الماء على امتصاص الجذور. و تعتبر التربة فقيرة من الماء عندما تنفذ الذخيرة الصالحة التي تعوق ذبول النباتات. و ترتبط حركة الماء داخل التربة طبيعة التربة، فالطمي مثلا يتبلل بالماء حيث يتراكم على السطح. و يسمى الماء الهكروسكوبي الذي يوجد على شكل غشاء حول المجمعات. أما الترب الرملية فهي تحتجز الماء بواسطة القوة الشعرية، ولهذا فهي تعتبر ترب كريمة بالمقارنة مع الترب الأخرى رغم قلة حجزها المائي. و على العكس من ذلك فإن الترب الطينية هي ترب بخيلة لأنها تمتص الماء الهكروسكوبي الذي لا تستعمله النباتات. و بذلك فإن النبات الذي يعيش بها يذبل رغم توفره على كمية كبيرة من الماء لأن الماء الهكروسكوبي يصعب امتصاصه من طرف النبات و إن نسبة تشبعه العالية تقضي على الهواء في التربة مما يؤدي إلى صعوبة التهوية و بالتالي يظهر نقص مهول في امتصاص الماء.

- أما بالنسبة **لدرجة الحرارة** فإن تأثيرها يبرز من خلال التفاوت بين حرارة التربة و حرارة المحيط مما يؤثر على امتصاص الماء،

- كما أن **تهوية التربة** تؤثر على امتصاص الماء عبر الهواء، كما أن احتواء الماء على ثاني أكسيد الكاربون يؤدي إلى ضعف الامتصاص الجذري. إن عجز الأكسجين في التربة يؤدي إلى ضعف الامتصاص و بذلك فإن ضعف الأوكسجين يكون مسؤولا عن الذبول.

يتبين من خلال هذه العوامل الرئيسية أن عملية الامتصاص المائي تتأثر بمجموعة من العوامل منها ما يرتبط بالمحيط و منها ما يرتبط بالنبات. و بذلك فإن الحركات و التنقلات المائية داخل التربة يجب أن ننظر إليها في نظام من التفاعلات بين كل العناصر، كما أن التوازنات المائية تساهم فيها كل العوامل.

و لمزيد من توضيح حركات الماء داخل التربة السالفة الذكر التي لم يسمح بها الظرف الراهن يجب الرجوع إلى اللوحات المرفقة المستخرجة من كتاب "ميكانيكا التربة" للأستاذ محمود محمد حجازي.

ميكانيكا التربة

أ.د./ محمود محمد حجازي
أستاذ الهندسة الزراعية
E-mail: mahmoudhegazi47@hotmail.com

المحتوى الرطوبى للتربة

Soil water content

- نسبة الرطوبة الموجودة داخل المسام وحول حبيبات التربة والتي وتؤثر في خواصها الفيزيائية الأخرى وخاصة في التربة الطينية مثل :
  - الانتفاخ،
  - الانكماش،
  - مدى تحملها لحركة السير.
- يتواجد الماء في أكثر من حالة وهى :
  - الصلبة
  - السائلة
  - الغازية _
- الحالة السائلة هي أكثر حالات الماء تواجداً في التربة وذات أهمية في الري.

أهمية المحتوى الرطوبي للتربة

- **ترجع أهمية المحتوى الرطوبي للتربة لوصف حالة التربة عند :**
  - الري
  - اختبار المعدات الزراعية ومن أهم العوامل المتحكم بها في عمليات الخدمة.
- يقاس المحتوى الرطوبي للتربة على أساس جاف.
- تؤخذ العينات من ثلاثة مواقع عشوائية من حقل الاختبار
- ويجب المحافظة على رطوبة الاستحراث أثناء العمل والذي يؤدي إلى تقليل الفقد في الطاقة مع إعطاء جودة أفضل في الحرث.

صور الماء في التربة