جامعة كربلاء
كلية الزراعة
قسم علوم التربة والموارد المائية

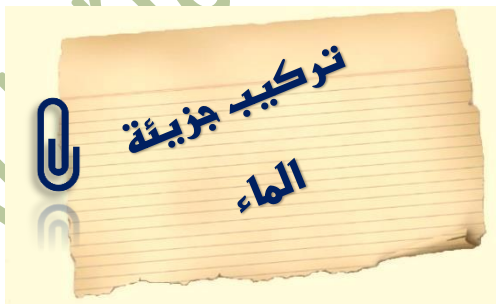
# علاقة التربة بالماء والنبات

المحاضرة السابعة

اعداد الدكتور
ياسر حمود عجرش الجنابي

الماء في التربة – الخواص والوظائف

الماء في محيطنا : الماء سر الحياة وهو من اكثر المصادر الطبيعية توافراً بعد الهواء، ومن مميزات مصادر المياه كونها محددة وغير محددة فكيف يكون ذلك ؟ غير محددة بسبب استمرار استعادته خلال الدورة الهيدرولوجية وتصبح مصادر المياه محددة من ناحية وقت استخدامها او تلوثها او كونها محصورة في نقطة ما من الدورة الهيدرولوجية وليس بمقدورها الانطلاق لتلبية الاحتياجات المائية وبالإمكان التنبؤ عن احتياجات الانسان الطبيعية من الماء بسهولة من المعلومات القديمة المتوفرة حول استخدامه. الا ان التنبؤ عن مصادره يكون اقل سهولة من الأول. والسبب يعود الى ان مقدار التساقط الذي يعتبر المتغير الخاص بتزويد الماء للدورة الهيدرولوجية يتغير بدرجة كبيرة خلال فترة زمنية قصيرة.




Structure of the water molecule : يتركب الماء كيميائياً من اتحاد ذرتي هيدروجين وذرة اوكسجين واحدة والتركيب الكيميائي للماء هو(H2O) او HOH. وعند تكوين الماء فان ذرة الاوكسجين و ذرتي الهيدروجين ترتبط مع بعضها وتحرر كمية كبيرة من الطاقة. وترتبط ذرات الاوكسجين والهيدروجين بقوة مع بعضها بوساطة أواصر تساهمية، حيث يرتبط زوجين من الالكترونات من الاوكسجين كل منهما له شحنة سالبة بذرتي الهيدروجين ذات الشحنة الموجبة. ان الشحنة السالبة والشحنة الموجبة تعطي صفة القطبية الكهربائية للماء.

❖ حالات الماء في الطبيعة وبعض من خواصها:

1- الحالة الصلبة للماء Ice.

2- الحالة السائلة Liquid.

3- الحالة الغازية (بخار الماء) Vopour

يتواجد كل من الماء السائل والجليد وبخار الماء بصورة مألوفة في الطبيعة. تتواجد أي من الحالات الثلاث في نظام التربة _النبات_ الجو من وقت لآخر. كما قد تتواجد الحالات الثلاثة للماء مجتمعة مع بعضها في نفس المكان والزمان وتحت ظروف عدم الاتزان.

❖ خواص الماء السائل Properties of Liquid Water

ان توفر الماء السائل على الأرض قد يعزى بدرجة كبيرة الى درجة الغليان العالية نسبياً ودرجة الانجماد الواطئة نسبيا للماء. وبسبب سعة الماء الحرارية العالية والايصالية الحرارية الواطئة فان وجوده بكميات كبيرة يعمل كمستجمع مهم للحرارة (Heat Sink) كما يعمل كمصدر مهم للحرارة(Heat Source) في الطبيعة

Dr.Yasir Hmood Al-Janabi

❖ خواص بخار الماء:Properties of Water Vapour

بخار الماء ليس له لون وما نراه ليس سوى الرطوبة المتكونة أثناء التبخر بسبب التبادل الحراري في الجو المحيط. عند الضغط الجوي تكون درجة غليان الماء 100 درجة مئوية ويزداد حجمه بمقدار 1730 مرة تقريبا.

❖ خواص الجليد الطبيعي والثلج الطبيعي:

يعرف الجليد الطبيعي بأنه الجليد الذي يتكون عند الضغط الجوي من ماء نقي نسبياً. اما الثلج الطبيعي فيمكن اعتباره وسط مسامي خاص. ان الثلج المترسب تحت ظروف غير الظروف الريحية هو عبارة عن مادة مسامية بشكل غير اعتيادي. حتى في مرحلة الذوبان فان الثلج يتكون من 50% من الفراغات الخالية او اكثر من ذلك. وبصورة عامة فأن للثلج المتكون حديثاً كثافة مقدارها 0.07 الى 0.10 غم /سم3 وان معدل كثافة الثلج المتراكم في فصل الشتاء قد يكون 0.20 الى 0.25 غم /سم3.

Dr. Yasir Hmood Al.Janabi

## الماء وجهد الماء في التربة:

تعتبر التربة خزان العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات وموطن الاحياء المجهرية ومحل اسناد النبات وهي الخزان الذي يحفظ الماء اللازم لنمو النبات. ان كمية الماء في التربة التي تبقى جاهزة لاستخدم النبات تعتمد على خواصها الفيزيائية. كذلك فأنها تحدد تكرارية الري وسعة نظام الري اللازم لتأمين نمو مستمر للمحاصيل. وبما ان التجهيز المستمر للتربة بالماء يعتبر ضرورياً لحياة النبات ونموه لابد اذن من الاهتمام بكيفية حركة الماء في التربة وبمقدار الماء الذي تستطيع التربة الاحتفاظ به وبمقدار الماء الجاهز منه للنبات.

- الجهد الكلي لماء التربة: ان الفائدة الرئيسية لمفهوم الجهد الكلي لماء التربة هو انه يجهزنا بقياس واحد يمكننا من تقدير حالة الماء في أي وقت وفي أي مكان ضمن مقد التربة.

### مكونات الجهد الكلي لماء

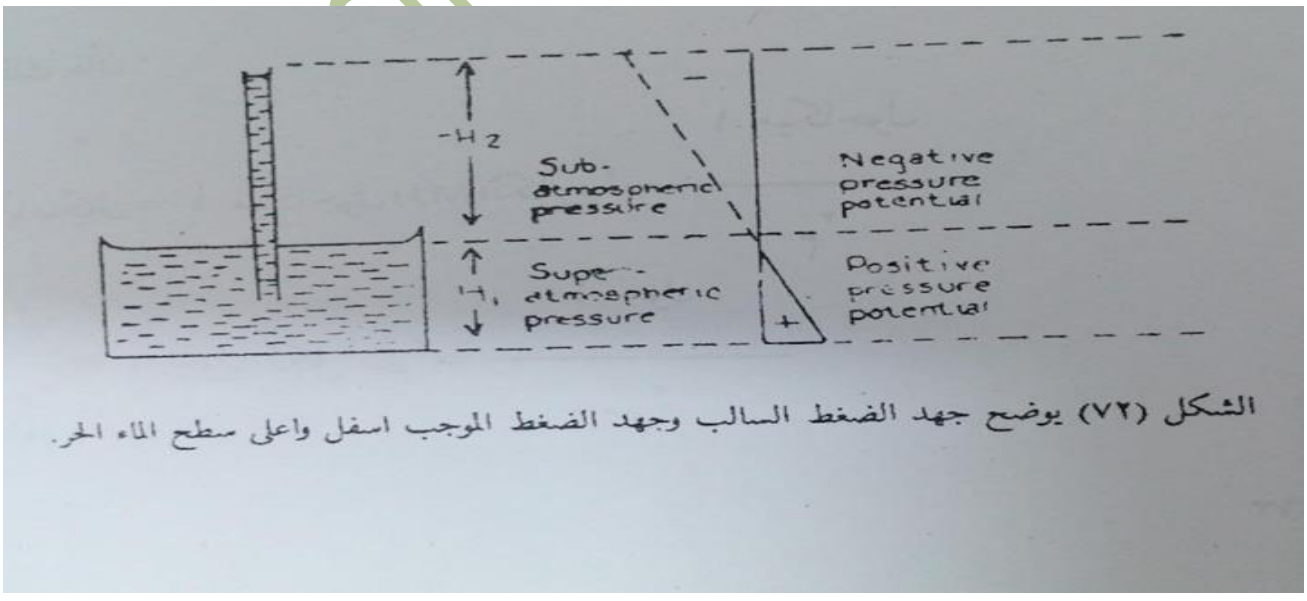
أ-جهد الجذب الأرضي: جهد الجذب يفسر الجهد اللازم والضروري للاحتفاظ بالماء ضد قوى الجذب، دون الاعتماد على الظروف الكيمياوية وظروف الضغط.

ب-جهد الضغط:

يوضح هذا الجهد من حيث علاقته بسطوح الماء الحر الذي يكون ذا شد ضغط يساوي صفراً. وبما ان جهد الضغط السالب وجهد الضغط الموجب (شكل 72) لا تحدث معاً بوقت واحد فأنها فصلت الى:

1-جهد نسبة العمر: يكون واقع تحت سطح الماء الحر.

2-الجهد الحبيبي: هو ضغط سالب نتيجة للفعل الشعري مضافاً اليه قوى الادمصاص( وهي القوى الناتجة عن جذب حبيبات التربة للماء).




الشكل (٧٢) يوضح جهد الضغط السالب وجهد الضغط الموجب اسفل واعلى سطح الماء الحر.

Dr. Yasir Hmood Al.Janabi

ج- الجهد الأزموزي Osmotic potential:هو الجهد الناتج من وجود المواد الذائبة، واضافة المواد الذائبة وزيادة تركيزها تؤدي الى خفض تركيز الماء وحركة جزيئاته مما يؤدي الى خفض الشد للماء الحر وبذلك يكون الشد الأزموزي دائماً ذا قيمة سالبة اقل من الصفر.

## أصناف ماء التربة:

قبل ان نتطرق الى علاقات الماء في التربة يجب معرفة تصنيف الماء في التربة من حيث اقسامه واشكاله في التربة، أن ماء التربة يصنف فيزيائياً الى ثلاثة أصناف رئيسية هي:

1-الماء المقيد Hygroscopic water : هو الماء المدمص على سطوح حبيبات التربة نتيجة للقوى الماسكة او الساحبة.

2-الماء الشعري Capillarity water : هو الماء المقيد او الممسوك بواسطة قوى الشد السطحي surface tension forces كغلاف مائي مستقر غير متقطع حول حبيبة التربة وفي الحيز الشعري. وكذلك يعرف بالماء المحمول بالمسامات الشعرية للتربة.

3-ماء الجذب Gravitational water : هو الماء الذي لا يقيد بالتربة بل يصرف منها بفعل الجاذبية الأرضية، وتكون درجة استعماله من قبل النبات محدودة على الرغم من توفره بكثرة في التربة.

أما تصنيف ماء التربة من حيث جاهزيته وتيسره للامتصاص من قبل النبات أي التصنيف البايولوجي فهو كالآتي:

1-الماء الجاهز أو المتيسر للامتصاص من قبل النبات available water : هو الماء الممسوك بين السعة الحقلية للتربة ونقطة الذبول الدائم لها. وهذا الجزء من الماء هو الذي يعتمد عليه في إنتاجية المحاصيل الزراعية، (يحتفظ بالماء يومين او ثلاثة أيام بعد سقوط الامطار، او عند شد 1/3 بار).

2-الماء غير الجاهز او غير المتيسر للامتصاص من قبل النبات unavailable water: هو الماء الممسوك بشد اعلى مما هو عليه عند نقطة الذبول الدائم وبذلك لا يستطيع النبات امتصاصه والاستفادة منه بفعالياته الحيوية.

منحنيات الوصف الرطوبي للتربة

Soil Moisture Characteristic Curves

في التربة المشبعة وعند حالة الاتزان مع الماء الحر الواقع على نفس الارتفاع فان الضغط الغعلي هو الضغط الجوي وعليه فان الضغط الهايدروستاتي والسحب (الشد) يكونان صفراً. اما اذا اضيف سحب قليل الى الماء(أي ضغط الماء يكون تحت الضغط الجوي القليل) في الترب المشبعة فسوف يحصل جريان الماء. أي يخرج الماء من التربة بدءاً بالمسامات الكبيرة وتفرغ هذه المسامات. وعند زيادة السحب سوف يخرج الماء(يسحب) من التربة ومن المسامات الكبيرة نسبياً والتي لا تستطيع الاحتفاظ بالماء ضد قوى السحب المسلطة عليها وتفرغ هذه

Dr.Yasir Hmood Alianabi

المسامات وهكذا يستمر خروج الماء مع زيادة السحب الى ان تبقى المسامات الصغيرة جداً مملوءة بالماء. ان عملية زيادة سحب الماء من التربة تؤدي الى انخفاض في سمك الاغلفة المائية المحيطة بسطوح دقائق التربة.

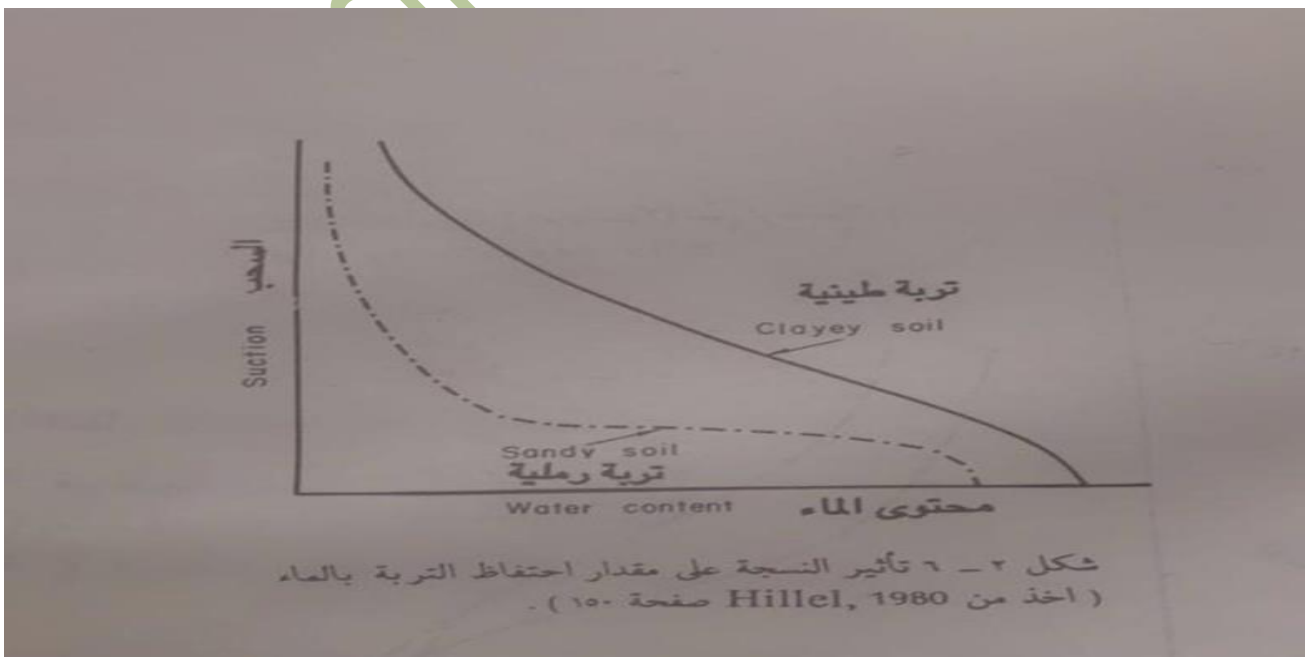
وهكذا نجد بان زيادة السحب ترتبط بانخفاض رطوبة التربة.

ان كمية الماء المتبقية في التربة بعد حالة الاتزان مع أي قوة سحب هي دالة لحجوم المسامات المملوءة بالماء فهي اذن دالة للسحب الهيكلي. ان هذه الدالة يمكن قياسها عادة بصورة تجريبية وتمثل بشكل منحنى احتفاظ التربة للرطوبة او منحنى الوصف الرطوبي.

ان كمية الماء التي تحتفظ بها التربة عند القيم الواطئة نسبياً من السحب الهيكلي( بين صفر و100كيلوباسكال سحب) تعتمد بصورة رئيسية على الخاصية الشعرية والتوزيع الحجمي للمسامات. وعليه فهي تتأثر بتركيب التربة. اما كمية الماء التي تحتفظ بها التربة عند القيم العليا للسحب فتعزى الى قوة الادمصاص بصورة اكثر وعليه فهي تتأثر بصورة اقل بتركيب التربة وبصورة اكثر بنسجة التربة وبالسطح النوعي لمادة التربة.

وعليه نستنتج بأن هذا المنحنى يعتمد بصورة كبيرة على نسجة التربة. أي بزيادة محتوى الطين يزداد مقدار الماء الممسوك (الباقي عند حالة الاتزان) مع أي قوة سحب. ففي الترب الرملية فأن معظم المسامات تكون كبيرة نسبياً وما ان تفرغ هذه المسامات عند سحب معين فان كمية قليلة جداً تبقى في التربة. اما في الترب الطينية فأن التوزيع الحجمي للمسامات يكون اكثر تجانساً وامدصاص الماء يكون بصورة اكثر وعليه فبزيادة قوة السحب فان مقدار الماء يقل بصورة تدريجية (اكثر من تدرج تفريغ الماء من التربة الرملية) وعليه فان محتوى الماء يقل بصورة تدريجية من التربة الرملية.

ان لتركيب التربة تأثير على شكل المنحنى وبصورة خاصة عند المدى الواطئ من السحب. حيث يظهر تأثير رص التربة بخفض المسامية الكلية وعلى الأخص حجم المسامات الكبيرة بين المجاميع. وهذا يعني ان محتوى الماء عند الاشباع يكون منخفضاً.




شكل ٢ ـ ٦ تأثير النسجة على مقدار احتفاظ التربة بالماء
(اخذ من Hillel, 1980 صفحة ١٥٠).

Dr. Yasir Hmood Al.Janabi

## حركة الماء في التربة: Movement Of Water in the Soil

تعتبر حركة الماء في التربة معقدة بسبب الحالات والاتجاهات المختلفة التي يتحرك بها الماء وكذلك بسبب القوى التي تسبب هذه الحركة. فبسبب الجاذبية يتحرك الماء الى الأسفل وبسبب قوة التماسك والتلاصق يتحرك الماء في المسامات الصغيرة بوساطة الخاصية الشعرية. وبسبب الحرارة يتحرك الماء بشكل بخار وينتشر خلال هواء التربة.

### 1 – حركة ماء الجذب الأرضي Gravitational Water Movement

يعتمد معدل السرعة التي يتحرك بها الماء بسبب الجاذبية الأرضية(ماء الجذب الأرضي) خلال التربة بصورة رئيسية على حجم ودرجة استمرارية المسامات البينية. فيتحرك الماء عادة بحرية خلال المسامات الكبيرة في التربة الخشنة النسجة.

ويتحرك بصورة اقل خلال الترب الناعمة النسجة بسبب المقاومة التي يلاقيها اثناء جريانه في هذه المسامات والتي قد تنغلق بسبب انتفاخ الغرويات فيها او بسبب وجود هواء محصور فيها. وقد تعاق حركة الماء بوساطة طبقة تربة بطيئة النفاذية كالصحن الطيني او صحن الحراثة. وقد تعيق طبقات الرمل المرصوصة من حركة الماء بصورة مؤقتة ، ولكن ما ان يتغلغل الماء خلالها فأنه يستمر بالحركة الى الأسفل. ويتحرك ماء الري بشكل جبهة من طبقة التربة المشبعة الى الطبقة غير المشبعة. ان حركة الجبهة تكون غير مستقرة ، فقد يتجمع الماء خلف الجبهة حتى تمتلي المسامات الكبيرة ثم يتحرك الى الطبقة اللاحقة ذات المسامات الكبيرة. وتكون عادة حركة الماء في التربة الرطبة اكثر تجانساً من حركته في التربة الجافة.

### 2 – حركة ماء الخاصية الشعرية Capillary Water Movement

ان حركة الماء بالخاصية الشعرية (الماء الشعري) تتأثر بنسجه التربة. ان القوى التي تسبب حركة الماء بالخاصية الشعرية في المسامات الصغيرة تنتج بدرجة كبيرة من الفرق في جهد الماء بين الاغلفة المختلفة السمك حول دقائق التربة. وتحصل الحركة من الاغلفة السميكة الى الاغلفة الرقيقة. وعندما نعبر عن هذه القوى بمصطلحات الشد او الجهد، فان الماء يتحرك من المناطق التي يكون فيها الشد منخفض الى المناطق التي يكون فيها الشد عال. اما بمصطلحات الجهد فان الماء يتحرك من المناطق ذات الجهد العالي الى المناطق ذات الجهد الواطئ. وتكون الخاصية الشعرية عند الاشباع على اسرع ما يكون في التربة الرملية وعلى ابطأ ما يمكن في التربة الطينية. وتتغير هذه الصورة تحت الظروف الجافة او غير المشبعة فتكون حركة الماء الشعرية في الترب الرملية بطيئة جداً بينما تكون في الترب الطينية اسرع بكثير مما للترب الرملية.

### 3 – حركة بخار الماء Water Vapour Movement

تؤدي الحرارة الى حركة الماء بشكل بخار. وما ان ينتشر بخار الماء خلال هواء التربة قرب السطح، فانه يتكاثف في جزء اخر من المسامات البينية او يهرب الى هواء الجو الخارجي ومع تبخر الماء من سطح التربة، فأن ماء الخاصية الشعرية يرتفع ويحل محل جزء من الماء المتبخر. وتستمر هذه الحالة حتى تصبح الطبقة السطحية جافة

Dr.Yasir Hmood Al-Janabi

وتنقطع(تنكسر) الانابيب الشعرية. وعليه فان الماء يغادر التربة فقط بوساطة التبخر من الجزء العلوي من جبهة الخاصية الشعرية وينتشر خلال الطبقة الجافة التي تقع فوقها.

ان اختلاف نسجة التربة والسعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم التقريبي من الماء الجاهز يمكن توضيحه بالجدول (77).

الجدول (٧٧) القيم التقريبية للسعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم والماء الجاهز لترب مختلفة النسجة

| نسجة التربة | السعة الحقلية | درجة الذبول الدائم | الماء الجاهز للنبات | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ٪ للوزن | انج / انج تربة |
| الرملية الناعمة | ٩ | ٣ | ٦ | ٠,٠٩ |
| المزيجية | ١٥ | ٤ | ١١ | ٠,١٥ |
| المزيجية الغرينية | ٢٠ | ٥ | ١٥ | ٠,٢٠ |
| المزيجية الطينية | ٢٧ | ١٢ | ١٥ | ٠,١٩ |
| الطينية | ٣٣ | ٢٠ | ١٣ | ٠,١٥ |

ان الكمية الكلية للماء التي يمكن ان يستعملها النبات لا يمكن ان نحصل عليها من المعلومات المتوفرة في الجدول (77) ولكن من اجل حساب هذه الكمية فأنه يجب معرفة الكثافة الاجمالية(الظاهرية)(Bulk Density) ونسجه كل افق من افاق التربة الموجودة في منطقة تعمق الجذور.

معدل الكثافة الاجمالية لترب مختلفة النسجة هو كالاتي:

| التربة | الكثافة الاجمالية | |
|---|---|---|
| | باوند / قدم$^3$ | غم / سم$^3$ |
| تربة مزيجية رملية | ٩٤ | ١,٥٠ |
| تربة مزيجية | ٨٧ | ١,٤٠ |
| تربة مزيجية غرينية | ٨١ | ١,٣٠ |
| تربة مزيجية طينية | ٧٨ | ١,٢٥ |
| تربة طينية | ٧٢ | ١,١٥ |

ولحساب الماء الجاهز ب السم نتبع الاتي:

مثال: ما محتوى التربة المزيجية الغرينيه من الماء الجاهز في 60 سم طبقة تربة:

كثافتها الاجمالية = 1.30 غم/سم3

الماء الجاهز للنبات= 15% كوزن (القيمة من الجدول 77)

1.30* 0.15 =0.195 محتوى التربة من الماء كأساس حجمي

0.195 * 60 = 11.7 سم من الماء الجاهز

ربما لا يستغل النبات كل هذه الكمية من الماء وذلك لان جزءاً من هذا الماء يفقد عن طريق التبخر من سطح التربة، ومن اجل بقاء النبات بحالة نمو طبيعي وجيد فأنه يجب تجهيز هذه المساحة من التربة بالماء عدة مرات خلال الموسم الزراعي للنبات للحصول على إنتاجية جيدة.

Dr.Yasir Hmood Al.Janabi