الري/ الجزء النظري/ المحاضرة الثالثة بتاريخ 2022/10/25

خصائص التربة الفيزيائية المرتبطة بالري وعلاقته بماء التربة

التربة Soil

وهي جسم طبيعي متطور موجود في أعلى القشرة الأرضية له صفات كيميائية وفيزيائية وبيولوجية ومعدنية وله القدرة على إسناد حياة النبات مركب من المعادن والمواد العضوية والتي وتترتب في بناء وتركيب معين يحتوي على الماء والهواء والمغذيات التي تؤثر جميعها بصورة مباشرة في نمو النبات. ولكي ينمو النبات بصورة جيدة يجب أن يتوفر له الماء والهواء والمغذيات بصورة متوازنة، لذلك فان هدف عملية الري هو تأمين هذا التوازن من خلال إضافة الماء إلى التربة بحيث لا يؤثر الماء بصورة سلبية على وجود الهواء والمغذيات.

اولاً : خواص التربة الفيزيائية

1- نسجة التربة Soil Texture

وهي التوزيع الحجمي لمفصولات التربة ذات الأحجام المختلفة (الطين والغرين والرمل). وتتراوح أحجام حبيبات التربة الزراعية بين 2mm إلى اقل من 0.002mm، وتتكون التربة الزراعية بصورة عامة من الطين والرمل والغرين، وهناك عدّة نظم لتقدير نسجة التربة وأكثرها شيوعاً هو نظام وزارة الزراعة الأمريكية USDA، والجدول (1) يبين تصنيف حبيبات التربة حسب نظام USDA. أما صنف النسجة فهو اسم مختصر يعبر عن النسب المئوية لكل من الطين والرمل والغرين ومنه يمكن الاستدلال على الكثير من خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية والجدول (2) يبين المصطلحات العامة للأصناف الأساسية لنسجة التربة.

تعتبر نسجة التربة من أكثر خصائص التربة الفيزيائية ارتباطاً بالري وذلك من خلال تأثيرها على سعة حفظ الماء للتربة Water Holding Capacity فمثلا نجد إن التربة الطينية ذات سعة احتفاظ بالماء أعلى من الترب الرملية وذلك بسبب كبر حجم المسامات البينية للترب الرملية وهذا يعني انه عند ري الترب الرملية يجب أن تروى على فترات متقاربة وان تكون كمية المياه المضافة في كل رية اقل منها للترب الطينية.

جدول (1) يبين تصنيف حبيبات التربة حسب نظام USDA

نوع الحبيبات	معدل قطر الحبيبات بوحدة mm	الوصف
رمل خشن جداً	**1.00 – 2.00**	**Very Coarse Sand**
رمل خشن	**0.500 – 1.00**	**Coarse Sand**
رمل متوسط	**0.250 – 0.500**	**Medium Sand**
رمل ناعم	**0.100 – 0.250**	**Fine Sand**
رمل ناعم جداً	**0.050 – 0.100**	**Very Fine Sand**
غرين	**0.002 – 0.050**	**Silt**
طين	**اقل من 0.002**	**Clay**

جدول (2) يبين المصطلحات العامة للأصناف الأساسية لنسجة التربة

المصطلح العام	الوصف	الصنف الأساس لنسجة التربة
الترب الرملية	**ترب خشنة القوام**	**الرمل Sands** **الرملية المزيجية Loamy Sands**
الترب المزيجية	**ترب معتدلة الخشونة**	**مزيجية رملية Sandy Loam** **مزيجية رملية ناعمة Fine Sandy Loam**
	ترب متوسطة الخشونة	**مزيجية رملية ناعمة جداً Very Fine Sandy Loam** **مزيجية Loam** **مزيجية غرينية Silty Loam** **غرينية Silt**
	ترب معتدلة النعومة	**مزيجية طينية Clay Loam** **مزيجية طينية رملية Sandy Clay Loam**
الترب الطينية	**ترب ناعمة القوام**	**طينية رملية Sandy Clay** **طينية غرينية Saity Clay** **طينية Clay**

2- تركيب التربة Soil Structure

يتضمن تركيب التربة مجاميع حبيبات التربة الأولية ذات الأحجام المختلفة المتكونة من التصاق حبيبات التربة الأولية بعضها مع بعض لتشكيل مجاميع اكبر Aggregate. وتركيب التربة يدل على أشكال هذه المجاميع وترتيب بعضها مع بعض. ويؤثر تركيب التربة على شكل ونوعية المسامات في التربة، وبالتالي يؤثر على حركة الماء والهواء داخل التربة، حيث إن المسامات الكبيرة مهمة في عملية التهوية وتسهيل تخلل الماء داخل جسم التربة، والمسامات المتوسطة ضرورية للحركة المثالية للماء، أما المسامات الصغيرة الحجم فهي ضرورية لزيادة قابلية التربة للاحتفاظ بالماء.

3 – معدل الغيض Infiltration Rate

يعرف معدل الغيض بأنه معدل سرعة نزول الماء عمودياً خلال جسم التربة ويقدر بوحدة عمق (السنتمتر أو الانج) لكل وحدة زمن (دقيقة أو ساعة) ويكون معدل الغيض عالياً في بداية تسليط الماء على التربة بالري أو سقوط الأمطار، ثم يتناقص تدريجياً مع الزمن كلما زادت كمية المياه الداخلة إلى التربة. أما الغيض التراكمي Cumulative Infiltration فهو الكمية الكلية للماء الراشح خلال جسم التربة خلال فترة تسليط الماء على التربة. يتأثر معدل الغيض كثيراً بنسجة التربة حيث يكون معدل الغيض عالياً في الترب ذات النسجة الخشنة مقارنة بالترب الطينية الثقيلة ذات النسجة الناعمة بسبب كبر حجم المسامات للترب ذات النسجة الخشنة وهذا يعني ان الماء يرشح إلى أعماق اكبر في الترب ذات النسجة الخشنة بالمقارنة مع الترب الطينية لنفس الفترة الزمنية.

4- النفاذية Permeability

تعرف النفاذية بأنها سرعة جريان الماء بالاتجاهات المختلفة للتربة نتيجة للانحدار الهيدروليكي وتقاس بوحدة الطول لكل وحدة زمن وهي تتأثر كثيراً بخصائص التربة الفيزيائية مثل النسجة والبناء وتوزيع أحجام المسام ومدى ثباتية تجمعات التربة فضلاً عن تأثير محتوى التربة من المادة العضوية.

ثانياً : ماء التربة Soil Water

عندما يضاف الماء إلى التربة بالري أو المطر يتشبع سطح التربة وتمتلئ المسامات ويطرد الهواء خارجها. ثم يبدأ الماء بالنزول إلى أسفل مقد التربة بتأثير قوى الجاذبية الأرضية. مع ازدياد كمية الماء المضاف يزداد العمق المشبع من التربة بالماء، وإذا ما تم قطع تجهيز الماء فان حركته إلى أسفل مقد التربة تبقى مستمرة، إذ يتحرك الماء من العمق المشبع من التربة إلى أعماق أسفل منه، ويسمى هذا الماء في هذه الحالة بماء الصرف أو البزل أو ماء الجذب الأرضي. إن قسماً من الماء يبقى داخل كتلة التربة التي كانت مشبعة شاغلاً معظم المسامات فيها نتيجة لقوى الشد الشعري الناتجة عن قوى الجذب السطحي لحبيبات التربة التي تربط الماء مع حبيبات التربة بقوى اكبر من قوى الجاذبية الأرضية، وبذلك تمنع الصرف الكامل للماء إلى أسفل مقد التربة.

قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء Ability of Soil to Hold Water

إن قابلية التربة الخشنة النسجة على الاحتفاظ بالماء واطئة، وذلك لكون حجم المسامات فيها كبير وبالتالي فان قوى الشد الشعري الرابطة للماء مع حبيبات التربة غير كافية لمنع حدوث عملية صرف الماء بسبب قوى الجاذبية الأرضية. أما الترب الناعمة النسجة فان قابليتها على حفظ الماء عالية لكونها تحتوي على نسبة عالية من المسامات ذات الأحجام الصغيرة. إن السبب الحقيقي للقابلية العالية للترب الناعمة النسجة على الاحتفاظ بالماء هو المساحة السطحية النوعية العالية لحبيباتها، فكلما قل حجم حبيبات التربة زاد عددها في وحدة الحجم الظاهري للتربة، ومن ثم يزداد المجموع الكلي للمساحة السطحية للحبيبات. إن وجود الماء في التربة يكون على هيئة غشاء يغطي سطح حبيبة التربة، وسمك هذا الغشاء يتأثر بكمية الماء الموجودة في التربة حيث يزداد بزيادة كمية الماء والعكس صحيح. وكلما زاد سمك هذا الغشاء فان جزيئات الماء البعيدة عن سطح الحبيبة (القريبة من الغشاء البيني للماء والهواء) يضعف ارتباطها مع الحبيبة ويمكن أن تتحرك تحت تأثير قوى الجذب الأرضي، لذلك لا يحتاج النبات لاستخلاص الماء من التربة المشبعة أو القريبة من التشبع إلى جهد أو طاقة كبيرة، وكلما زاد استنفاذ الماء من التربة ونقص محتواها الرطوبي ينقص سمك الغشاء المائي لحبيبات التربة وبالتالي تزداد الطاقة التي يحتاجها النبات لاستخلاص الماء من التربة.

اصطلاحات المحتوى الرطوبي للتربة

1- السعة الحقلية Field Capacity

هي المحتوى الرطوبي للتربة بعد تصريف المياه الحرة الزائدة أو ماء الجذب الأرضي بتأثير الجاذبية الأرضية. ويكون الماء عند السعة الحقلية ممسوكاً بقوة شد مقدارها 0.1 بار في الترب ذات النسجة الخشنة وبقوة شد مقدارها 0.3 بار في الترب الطينية الثقيلة. تكمن أهمية السعة الحقلية من كونها تمثل الحد الأعلى للماء المتيسر الجاهز للامتصاص قبل النبات لان الماء الفائض عن السعة الحقلية أو ماء الجذب

الأرضي يفقد من جسم التربة بالتخلل العميق Deep Percolation. وعادة ما يتم تقدير المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية بعد يومين من الري أو سقوط الأمطار.

2- نقطة الذبول الدائم Permant Wilting Point

تعرف بأنها المحتوى الرطوبي للتربة الذي عنده يذبل النبات ولا يعود إلى حالته الطبيعية. ويكون الماء عند نقطة الذبول الدائم ممسوكاً بقوة شد 15 بار أو أكثر. ومن العوامل التي تؤثر على المحتوى الرطوبي عند نقطة الذبول الدائم نسجة التربة ووجود طبقات Stratification إضافة إلى كبس التربة Compaction الذي يؤثر على ترتيب مسامات التربة وبالتالي على كمية الماء المخزونة.

3 - سعة حفظ الماء Water Holding Capacity

يمكن تعريف سعة حفظ الماء بأنها الفرق بين نسبة رطوبة التربة عند السعة الحقلية ونسبة رطوبة التربة عند نقطة الذبول الدائم. وهي تحسب بدلالة العمق المكافئ من الماء لكل وحدة عمق من التربة وحسب من المعادلة التالية:-

$$WHC = CF - PWP$$

WHC سعة حفظ الماء للتربة Water Holding Capacity بوحدة $mm\ water.cm^{-1}\ soil$.

CF النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية على أساس الحجم.

PWP النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي للتربة عند نقطة الذبول الدائم على أساس الحجم.

هناك عدة طرق مختبريه وحقلية لقياس السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم للتربة ومنها يمكن حساب سعة حفظ الماء ولكن في حالة عدم أمكانية إجراء هذه الطرق يستعين مهندس الري بجداول تتضمن قيماً تقريبية لسعة حفظ الماء حسب نسجة التربة. والجدول (3) يبين قيماً نموذجية لسعة حفظ الماء لأنواع من الترب ذات النسجات المختلفة.

جدول (3) يتضمن قيماً نموذجية لسعة حفظ الماء لأنواع من الترب ذات النسجات المختلفة

نوع التربة	سعة حفظ الماء ($mm\ Water.\ cm^{-1}\ Soil$)
رمل خشن	0.6 – 0.2
رمل	0.9 – 0.4
رملية مزيجية	1.2 – 0.6
مزيجية رملية	1.5 – 1.1
مزيجية رملية ناعمة	1.8 – 1.4
مزيجية ومزيجية غرينية	2.3 – 1.7
مزيجية طينية ومزيجية طينية غرينية	2.1 – 1.4
طينية وطينية غرينية	1.8 – 1.3

4- الماء المتيسر Available Water

هو الماء الذي يبقى في التربة ممسوكاً بقوى الشد الشعري على أسطح حبيبات التربة وفي المسامات بين الحبيبات ضد قوى الجاذبية الأرضية عندما يكون البزل طليقاً (Free Draing)، ويسمى أيضاً بالماء الشعري وهو الماء الموجود بين المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية Field Capacity كحد أعلى المحتوى الرطوبي للتربة عند نقطة الذبول الدائم Permanent Wilting Point كحد أدنى. ويمكن حساب كمية الماء المتيسر بدلالة العمق الكافي من الماء من خلال المعادلة أدناه:-

$$AV = WHC \times RZD$$

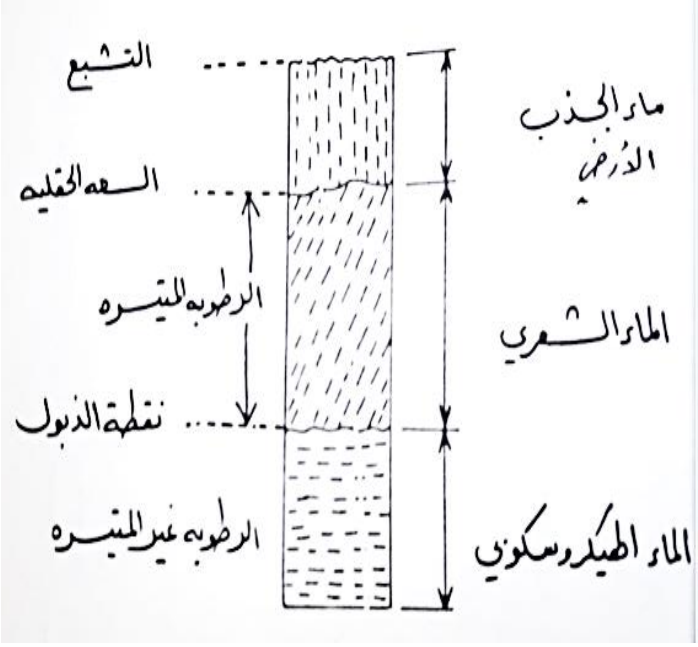
AV الماء المتيسر Available Waterبوحدة mm water

WHC سعة حفظ الماء للتربة Water Holding Capacity بوحدة $mm\ water.cm^{-1}\ soil$

RZD العمق الفعال للمنطقة الجذرية Effective Root Zone Depth بوحدة cm

أما الماء الموجود بين المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية والمحتوى الرطوبي للتربة عند درجة التشبع للتربة Water Saturation of soil فيسمى بماء الجذب الأرضي أو الماء الجذبي Gravitational Water، وكما مبين في الشكل (1) فهو لا يعد

ضمن الماء المتيسر وذلك بالنظر لسرعة فقدان هذا الماء من المنطقة الجذرية للتربة، حيث يفقد هذا الماء خلال اقل من يوم واحد في ظروف الترب الرملية، وثلاثة أيام في ظروف الترب الثقيلة بسبب وجوده في المسامات الكبيرة بين حبيبات التربة، وسهولة صرفه بفعل قوى الجاذبية الأرضية.



شكل (1) صور ماء التربة ومدى تيسرها للنبات