المسامية الكلية للتربة

المسامية الكلية للتربة تمثل حجم المسام بين الحبيبات منسوبة إلى حجم التربة الكلى أو الظاهري- وتتراوح قيمتها بين 30 – 60 % وتنخفض في الترب خشنة القوام وتزيد في الترب ناعمة القوام. وتتغير قيمة المسامية للتربة تبعا لعمليات الخدمة المختلفة – وتحسب المسامية الكلية من العلاقة التالية:

وتتميز الترب الرملية بمسامية كلية اقل من الترب الطينية – وبالتالي فان الترب الرملية تصبح ذات تهوية جيدة أفضل من الترب الطينية. لكن من الناحية العملية فان حجم المسام له درجة أهمية اكبر – فالترب الطينية تحتوى على مسامية كلية أعلى من الترب الرملية إلا أن نسبة المسام الدقيقة بها أعلى مما يساعد على زيادة مقدرتها على حفظ الماء وتقليل حركته في التربة – بينما يكون الوضع عكس ذلك مع الترب الرملية ( نسبة المسام الدقيقة اقل بينما تزيد نسبة المسام الواسعة).

وتتوقف المسامية الكلية في التربة على:

1-حجم الحبيبات

2-شكل الحبيبات ومدى تدرجها

3- نظام ترتيب الحبيبات

أقصى ما تهدف إليه عمليات تحسين التربة من الوجهة الطبيعية هو الحصول على توزيع متجانس لمسام التربة بحيث يحدث توازن بين تهوية التربة وسهولة حركة الماء بها وكذلك قدرتها على الاحتفاظ بالماء.

وبرغم أهمية المسامية الكلية للتربة حيث أنها تحدد مقدار التهوية في التربة إلا أن الأهم من ذلك هو توزيع المسام في التربة بناء على أحجامها أو ما يسمى التوزيع الحجمي لمسام التربة pore-size distribution لأنه مهم جدا في بيان قدرة التربة على حفظ الماء وحركته بها –فالماء يتحرك بسرعة اكبر في المسام الواسعة كما يحدث في الترب خشنة القوام (الترب الرملية) بينما يتحرك بسرعة اقل في المسام الدقيقة كما يحدث في الترب ناعمة القوام (الترب الطينية) كما أن مقدرة التربة على حفظ الماء تتوقف عل نسبة المسام الدقيقة بها – لذا نجد أن الترب الطينية أكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء عكس الترب الرملية ذات المسام الواسعة.

في نظام التربة يوجد مجموعتين من المسام هما:

1- المسام بين تجمعات الترب .

2- المسام داخل تجمعات التربة .

وتقسم مسام التربة تبعا لأحجامها إلى الأقسام التالية (جدول 1 و2 )

جدول(1 ) تقسيم مسام الترب تبعا لأحجامها

| النوع | الوصف | حجم المسام ميكرون |
|---|---|---|
| المسام الواسعة أو الكبيرة | Macro pores | اكبر من 75 |
| المسام المتوسطة | Meso pores | 30 – 75 |
| المسام الضيقة أو الدقيقة | Micro pores | 5 – 30 |
| المسام الدقيقة جدا | Ultra pores | 0.1 – 5 |
| المسام المخفية | Crypto pores | اقل من 0.1 |

كما أن هناك تقسيم أخر مرتبط بجهد الشد الرطوبي كما هو موضح في جدول( 9 )

جدول( 2 ) تقسيم مسام التربة بناءاً على قيمة الشد الرطوبي

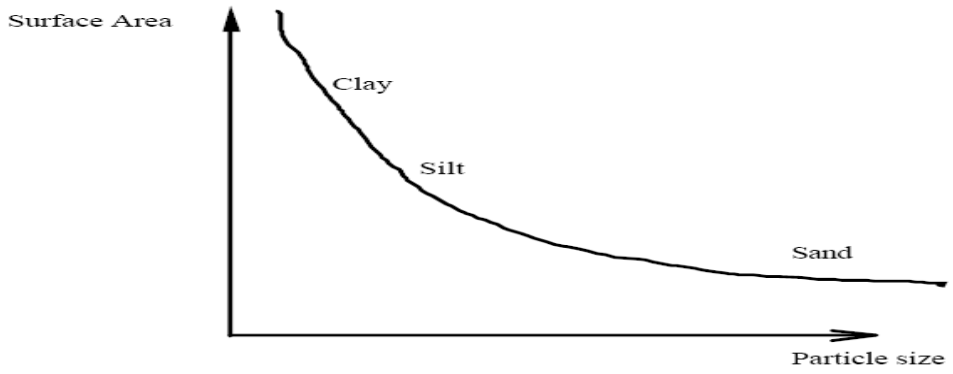
| القسم | حجم المسام ميكرون | الشد الرطوبي المقابل سم |
|---|---|---|
| مسام الصرف السريع | اكبر من 28,8 | اقل من 100 (اقل من 0,1 ضغط جوي) |
| مسام الصرف البطيء | 8,62 – 28,8 | 330 – 100 (0,33 – 0,1 ضغط جوي) |
| مسام حفظ الماء | 0,19 – 8,62 | 15000 – 330 (15 – 0,33 ضغط جوي) |
| المسام الشعرية الدقيقة | اقل من 0,19 | اكبر من 15000 (اكبر من 15 ضغط جوي) |

جدول( 3 ) علاقة قوام التربة بالكثافة الظاهرية والمسامية الكلية

| القوام | الكثافة الظاهرية جرام/سم3 | المسامية الكلية % |
|---|---|---|
| رملية | 1,55 | 42 |
| لومية رملية | 1,40 | 48 |
| لومية رملية ناعمة | 1,30 | 51 |
| لومية | 1,20 | 55 |
| لومية سلتية | 1,15 | 56 |
| لومية طينية | 1,10 | 59 |
| طينية | 1,05 | 60 |
| طين متجمع او مندمج | 1,00 | 62 |

مساحة السطح النوعي

يعرف السطح النوعي للتربة بأنه مجموع مساحات سطوح الحبيبات الصلبة للتربة التي تشغل وحدة الحجوم أو الكتل من التربة – لذا يعبر عن السطح النوعي بوحدة سم2/جرام أو م2/ جرام أو م2/م3 أو سم2/سم3 ، كلما صغرت أحجام حبيبات التربة كلما زادت مساحة السطح النوعي لها- وهذا يعنى زيادة السطح المعرض للاحتكاك مما يزيد من مقاومة سريان الماء خلال مسام التربة كما انه يزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء. لهذا نرى أن سريان الماء خلال مسام التربة الرملية يكون أسهل وأسرع من التربة الطينية (جدول 4) من جهة أخرى فان مساحة السطح النوعي في الترب الرملية اقل بكثير من مساحة السطح النوعي للترب الطينية وهذا يعنى أن الترب الطينية تحتفظ بقدر اكبر من الماء عن الترب الرملية نظرا لزيادة مساحة السطح النوعي في الأولى عن الثانية.




شكل(1) علاقة السطح النوعي بحجم الحبيبات ونوع التربة

جدول ( 4 ) أمثلة لقيم السطح النوعي

| معدن الطين او التربة | مساحة السطح النوعي م2/جرام |
|---|---|
| طين مونتموريللونيت | 800 - 500 |
| طين ايلليت | 120 - 60 |
| طين كاؤولينيت | 40 - 20 |

| | |
|---|---|
| تربة طينية | 200 - 150 |
| تربة طمية | 150 - 50 |
| تربة رملية طمية | 40 - 10 |
| تربة سلتية | 20 - 5 |

ماء التربة

ماء التربة يمثل الرطوبة الموجودة داخل مسام التربة وحول حبيباتها. ويلعب ماء التربة دوراً هاماً في نمو النباتات خلال مراحل نموها المختلفة. يتواجد الماء في أكثر من حالة وهى الصلبة والسائلة والغازية – إلا أن الحالة السائلة هي أكثر حالات الماء تواجداً في التربة وذات أهمية في عملية الري.

صور ماء التربة

أولا : التقسيم الفيزيائي

1) ماء الجذب الأرضي أو الماء الحر

وهو عبارة عن الماء الزائد عن السعة الحقلية والذي لا تستطيع حبيبات التربة الاحتفاظ به ضد قوى الجاذبية ويسمى أحيانا الماء الحر بمعنى انه غير ممسوك بحبيبات التربة. ويتحرك هذا الماء إلى أسفل داخل قطاع التربة بتأثير الجاذبية الأرضية. هذا الماء يملأ المسام الواسعة في التربة وهو ممسوك بقوى شد تعادل من صفر إلى 0,1 ضغط جوى.

2) الماء الشعري

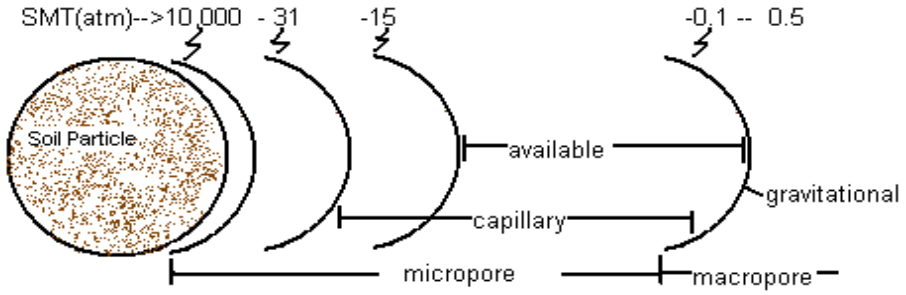
هو مقدار الماء الموجود في التربة ويملأ المسام الدقيقة ويغلف الحبيبات بعد نهاية التسرب في صورة أغشية رقيقة حيث يمسك بقوة الشد السطحي- هذا الماء يمسك على سطح حبيبات التربة بقوة شد تعادل من 0,1 إلى 31 ضغط جوى. ويزداد محتوى التربة من هذا الماء بزيادة الحبيبات الدقيقة ذات السطح النوعي العالي. جزء من هذا الماء يعتبر ميسراً لاستهلاك النبات وهو ما يقع بين قوة شد 0,1 و 15 ضغط جوى.

3) الماء الهيجروسكوبي

هو عبارة عن الماء الموجود في صورة أغشية مائية رقيقة حول حبيبات التربة وفى حالة اتزان مع الهواء الجوى. ترتبط جزيئات الماء الهيجروسكوبي بحبيبات التربة بقوة شد تعادل 31 – 10000 ضغط جوى – وعلى هذا فانه غير ميسر لامتصاص النبات. كمية الماء الهيجروسكوبي تزداد مع زيادة نسبة الحبيبات الدقيقة في التربة . أي انه اقل في حالة الترب الرملية عن الترب الطينية-هذا النوع من الماء يتحرك ببطء في التربة وفى صورة بخار ماء.

4) بخار الماء

يوجد بخار الماء في مسام التربة ويخضع في حركته لقوانين الانتشار تبعا للتدرج في جهد الضغط البخاري. بصفة عامة فان النبات لا يستفيد من هذا النوع من الماء- إلا أن بعض النباتات وتحت ظروف خاصة يمكنها الاستفادة من هذا الماء.

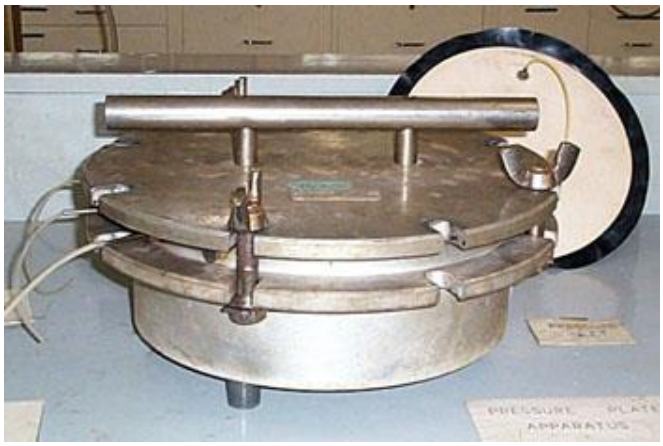



شكل( 2) صور ماء التربة

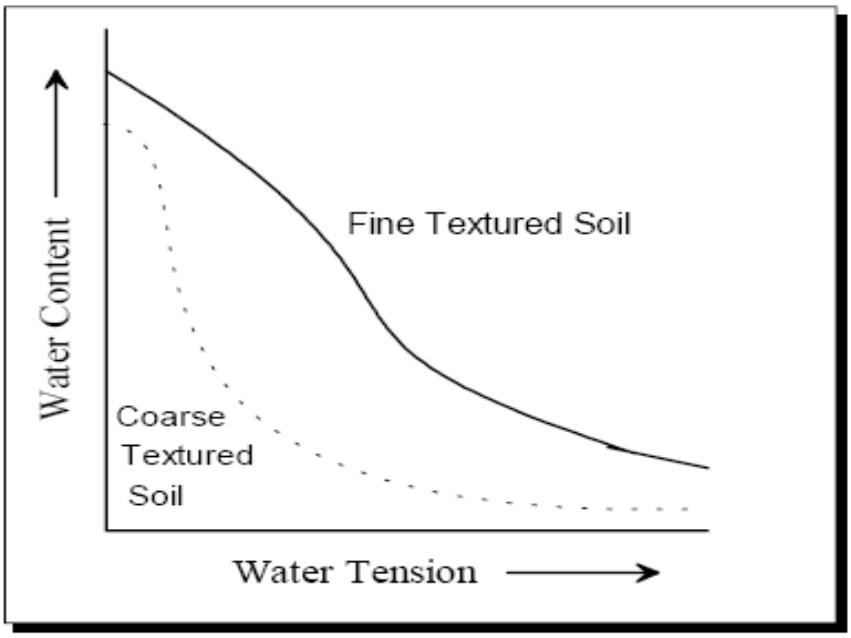
منحنى الرطوبة المميز للتربة

العلاقة بين القوى الممسوك بها الماء على سطح حبيبات التربة ومحتوى التربة من الرطوبة يسمى منحنى الشد الرطوبي أو يسمى منحنى احتفاظ التربة بالماء . ويتوقف شكل منحنى الشد الرطوبي للترب المختلفة على قوام التربة وبناء التربة. في حالة الترب الرملية خشنة القوام – فان منحنى الشد الرطوبي يكون شديد الانحدار مقارنة

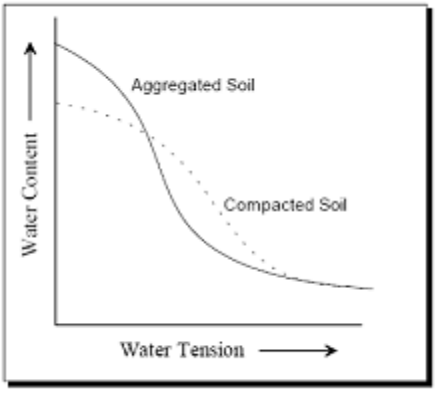
بمنحنى الشد الرطوبي للترب الطينية دقيقة القوام وذلك في مدى الشد الرطوبي المنخفض ويرجع ذلك إلى كبر حجم المسام وصغر السطح النوعي في حالة الترب الرملية مما يكون نتيجته سهولة فقد الماء منها.عند ضغوط منخفضة.
عند نفس الشد الرطوبي نجد أن الترب الطينية تحتوى على كمية من الرطوبة أعلى من الترب الرملية. وعند نفس كمية الرطوبة نجد أن الماء يكون ممسوك بقوى شد أعلى في الترب الطينية عن الترب الرملية.
ويفيد منحنى الشد الرطوبي للتربة في التعرف على سلوك التربة في إمداد النبات بالماء ومدى احتفاظها بالرطوبة عند الشدود المختلفة، كذلك يفيدنا المنحنى في التعرف على ثوابت الرطوبة المختلفة مثل السعة الحقلية ونقطة الذبول المستديم وهى قيم خاصة مميزة لنوع التربة حيث أن ماء التربة يكون ممسوك بقوى شد ثابتة كما ذكرنا. هذه الثوابت تفيدنا في حسابات كمية مياه الري المطلوبة كمل سيتم توضيحه فيما بعد. ويمكن التعبير عن دالة احتفاظ التربة بالماء بصيغ رياضية مختلفة .
يمكن تقدير منحنى الشد الرطوبي للتربة وذلك بوضع كمية من التربة في حلقة كاوتشوك بقطر 5سم وسمك 1سم وتوضع العينة على قرص مسامي ويتم التشبيع لمدة 24 ساعة (شكل 3) . يوضع القرص المسامي في الجهاز (جهاز القرص المسامي ويتم إضافة ضغوط من 0.1 إلى 15 بار وعند الاتزان تؤخذ العينة ويقدر المحتوى الرطوبي للعينة. يتم رسم العلاقة بين الضغط المضاف والمحتوى الرطوبي المقابل والشكل الناتج يسمي منحنى الشد الرطوبي (شكل 4 و 5)




شكل( 3 ) جهاز القرص المسامي لتقدير منحنى الشد الرطوبي




شكل( 4) منحنى الشد الرطوبي للتربة




شكل( 5) تأثير بناء التربة على منحنى الشد الرطوبي

<u>قانون دارسي</u>

قانون دارسي من أكثر قوانين فيزياء التربة انتشاراً واستخداماً وهو مهم جداً في دراسة حركة الماء في التربة حيث يوضح العلاقة بين كثافة أو شدة التدفق والقوة الدافعة لحركة الماء (التدرج في الجهد الهيدروليكي) حيث:

$$q \propto i$$

i تعبر عن القوة الدافعة للحركة

وقانون دارسي يأخذ الشكل التالي:

$$q = -K \frac{dH}{dz}$$

حيث :

dH فارق الضاغط الهيدروليكي

dz مسافة الحركة

K معامل التناسب ويسمى معامل انتقال الماء في التربة أو التوصيل الهيدروليكي للتربة

وقانون دارسي صاغه المهندس الفرنسي هنري دارسي 1882 أثناء دراسته معدلات الرشح فى المرشحات الرملية .

والضاغط الهيدروليكي H يمكن تعريفه من المعادلة التالية:

$$H = h + z$$

حيث h هو جهد الضغط الهيدروليكي و z جهد الجاذبية

لذا فان قانون دارسي يكتب كالأتي:

$$q = -K \frac{dH}{dZ} = -K \frac{d}{dZ}(h + z)$$

$$q = -K \left( \frac{dh}{dZ} + \frac{dz}{dZ} \right)$$

والمقدار (dz/dz ) يمثل ميل جهد الجاذبية والذي يساوى صفرا في حالة الحركة الأفقية ويظهر في حالة الحركة الراسية- وعليه تأخذ الحركة الأفقية الصيغة التالية:

$$q = -K \frac{dh}{dZ}$$

حركة الماء في التربة تتوقف عل المحتوى الرطوبي فعندما تكون التربة مشبعة (المسام ممتلئة تماماً بالماء) تسمى الحركة في الحالة المشبعة وعندما يكون المحتوى الرطوبي للتربة دون التشبع تسمى الحركة في الحالة غير المشبعة ، هذا الاختلاف في المحتوى الرطوبي يؤثر على معمل التوصيل الهيدروليكي، حيث يكون هذا المعامل ثابت مع الزمن في الحالة المشبعة ويتغير مع تغير المحتوى الرطوبي للتربة في الحالة غير المشبعة وتكون قيمته اقل من حالة التشبع .

جدول( 6 ) قيم معامل التوصيل الهيدروليكي(متر/ثانية) لبعض الترب عند مستويات رطوبة مختلفة

| θ(%) | التربة الرملية | التربة الرملية الجيرية | التربة الرملية الطميية |
|---|---|---|---|
| 10 | 1.2 x 10-3 | 3.0 x 10-6 | 9.1 x 10-8 |
| 15 | 8.1 x 10-3 | 1.2 x 10-4 | 1.7 x 10-6 |
| 20 | 1.7 x 10-1 | 8.6 x 10-4 | 9.3 x 10-6 |
| 25 | 4.9 x 10-1 | 3.9 x 10-3 | 0.1 x 10-5 |
| 30 | 8.8 x 10-1 | 1.4 x 10-2 | 1.3 x 10-4 |