الخواص الفيزيائية للتربة Soil Physical Properties

للخواص الفيزيائية للتربة أهمية كبيرة في استعمالاتها الزراعية والهندسية فهي مهمة في عمليات الفلاحة والعزق والري والبزل وإدارة وصيانة التربة والمياه والتسميد ونمو الجذور وقابلية التربة على تجهيز النبات بالماء والعناصر الغذائية وتهوية التربة وقابلية التربة على اسناد الطرق ومدارج المطارات والعديد من الاستعمالات الأخرى.

إن معرفة خواص التربة الفيزيائية ومدى ملائمتها لنمو النباتات ومدى إمكانية تحسينها لجعلها اكثر ملائمة لاستعمالات التربة المختلفة تكون من الامور المهمة الواجبة على المشتغلين والمستثمرين في الزراعة معرفتها.

1. نسجة التربة Soil Texture

يقصد بنسجة التربة: التوزيع النسبي لمجاميع الاحجام المختلفة لمفصولات التربة soil separates وتحدد النسجة مدى نعومة أو خشونة التربة. لنسجة التربة أهمية كبيرة حيث أنها تحدد المساحة السطحية النوعية للتربة التي تعتمد عليها الكثير من الخواص والعمليات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية في التربة. يتم تحديد نسجة التربة أما عن طريق اللمس (حقلياً) أو عن طريق قياس النسب المختلفة للرمل والغرين والطين (مختبرياً).

تبين النسجة سهولة الفلاحة أو الحراثة واستخدام التربة ويطلق على التربة عالية المحتوى من الطين بالتربة الثقيلة والتي تحوي على نسب عالية من الرمل ولا تحتاج إلى قوة عالية في الحراثة بالتربة الخفيفة أما التعبير الحديث فتعتمد الحجوم ولذا يطلق بالترب الناعمة على الترب الطينية والترب الخشنة على الترب الرملية.

ولنسجه التربة أهمية كبيرة وتأثير في حركة المياه في التربة وحركة الجذور وبزوغ البادرات وقابلية التربة على مسك الماء والمغذيات والصرف، ومع هذا فأن هناك تداخلاً في

هذا الموضوع بين نسجة التربة وبناء التربة لأن المسام في التربة يتحدد من خلال نسجة وبناء التربة.

تصنيف مفصولات التربة وتحليل حجوم الدقائق:

تحتاج دقائق التربة إلى فترات طويلة لأجل حصول أي تغير يذكر في أحجامها بالرغم من أن عمليات تكوين التربة فعالة بدرجة ملموسة في الكثير من الترب. فتربة مزيجة ستبقى مزيجة وأخرى رملية ستبقى رملية وهكذا لبقية النسجات الا اذا حصلت بعض التغيرات غير الاعتيادية والتي تسبب انجراف التربة او ترسيب الطمى فوق سطح التربة. لأجل دراسة الأجزاء المعدنية في التربة بصورة جيدة تقسم الدقائق المعدنية إلى مجاميع تسمى مفصولات separates. تسمى العملية التي بواسطتها فصل دقائق التربة عن بعضها في المختبر بتحليل حجوم الدقائق (particle size analysis) والتي تسمى سابقا بالتحليل الميكانيكي (mechanical analysis) هناك أنظمة متعددة لتصنيف مفصولات التربة ومنها:

أ- نظام قسم الزراعة الامريكي unite state department of agriculture classification (USDA)

القطر mm (diameter)	المفصولات separates	المساحة السطحية النوعية سم^2 / غم
أكبر من 2	حصى Gravel وهو ليس ضمن التربة	—
2 - 1	رمل خشن جدا Sand – very course	11
1 – 0.5	رمل خشن Coarse sand	23
0.25 – 0.5	رمل متوسط Medium sand	45
0.25 – 0.10	رمل ناعم Fine sand	91
0.10 – 0.05	رمل ناعم جدا	227
0.05 – 0.002	الغرين Silt	454
اقل من 0.002	طين Clay	11321

ب ـ النظام العالمي International soil science society classification (ISSS)

القطر mm (diameter)	المفصولات separates	المساحة السطحية النوعية سم^2 / غم
2 – 0.2	رمل خشن Sand course	11
0.2 – 0.02	رمل ناعم Fine sand	113
0.002 – 0.02	الغرين Silt	1132
أقل من 0.002	طين Clay	11321

يلاحظ من الجدول بأن أجزاء التربة ذات الاقطار التي تزيد عن 2 ملم لم تذكر في تصنيف مفصولات التربة، فعند اخذ عينة من التربة يلاحظ أن نسبة من دقائق التربة تزيد اقطارها عن 2 ملم وتكون ما يسمى بالحصى gravel والاحجار stones والأجزاء الصخرية الاخرى ويجب حساب كميات الحصى والاحجار والأجزاء الخشنة الاخرى بصورة منفصلة عن الأجزاء الناعمة في التربة. يتم التمييز بين الحصى والاحجار اعتمادا على الحجم فالحصى تتراوح اقطارها العظمى بين 2 – 76 ملم. أما الاحجار تزيد اقطارها العظمى على 76 ملم. عندما تحتوي التربة على كميات من الحصى والاحجار والصخور تضاف صفة مناسبة للدلالة على ذلك. فمثلا اذا احتوت تربة رملية مزيجة على 20 – 50% من حجمها من الحصى تسمى تربة رملية مزيجة حصوية واذا كأنت نسبة الحصى الحجمية بين 50 – 90 % تسمى تربة رملية مزيجة حصوية جدا. أما اذا تكون جزء من سطح التربة من الصخور الاساسية المكشوفة فتضاف كلمة صخرية إلى اسم الصنف حيث تسمى التربة المذكورة تربة رملية مزيجة صخرية.

يتضح من الجدول أعلاه بأن المساحة السطحية النوعية تزداد كلما صغر قطر الدقائق، فالطين الناعم مثلا مساحة سطحية نوعية تزيد ملايين المرات على المساحة السطحية للرمل والغرين الخشن وتزيد الاف المرات على المساحة السطحية للغرين،

لذلك فأن تأثير الرمل على الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة ضئيل مقارنة بتأثير الطين والغرين. تعمل دقائق الرمل كهيكل تنظيم حول دقائق الغرين والطين. كذلك فأن زيادة نسبة الرمل في التربة تزيد من حجم المسامات البينية بين الدقائق مما يسهل حركة الماء والهواء في التربة ويسهل عملية بزلها.

التقسيم الثلاثي: وفيه تقسم النسجة الى ثلاثة اقسام وهي التربة الخشنة النسجة Coarse والمتوسطة النسجة Medium والناعمة النسجة Fine texture . ان الترب المتوسطة النسجة أو المزيجة يمكن أن تقسم إلى معتدلة الخشونة ومتوسطة النسجة ومعتدلة النعومة فيصبح تقسيماً خماسيا. والأصناف الاثنا عشر ممثلة في مثلث نسجة التربة التي اعتمد على النظام المقترح من قبل قسم الزراعة الامريكية USDA .

2. بناء التربة Soil Structure

يمكن تعريف بناء التربة بأنه انتظام دقائق التربة الاولية (primary particles) ومجاميعها (aggregates) في نظام معين. يؤدي الاختلاف في انتظام هذه الدقائق والمجاميع بين تربة واخرى الى اختلاف في احجام واشكال وانتظام المسامات البينية في الترب. والذي يعتبر من أهم التأثيرات المباشرة لبناء التربة على خواصها الأخرى. لهذا لم تكن هنالك طريقة عملية لقياس بناء التربة بصورة مباشرة لذا فان الطريقة المستعملة لوصف بناء التربة تكون غير مباشرة.

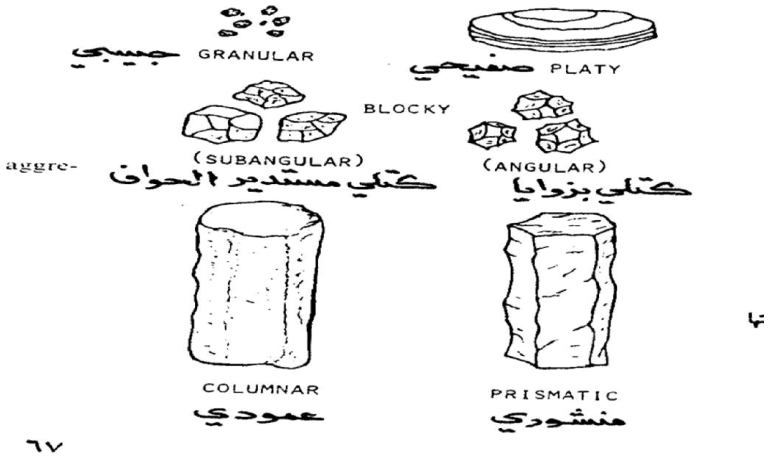
ويلاحظ بأن النسجة والسطح النوعي للتربة المعينة يكونان ثابتين على مدى فترات زمنية طويلة مقارنة ببناء التربة المتغير بدرجة كبيرة من وقت لأخر نتيجة لتغير الظروف الطبيعية، بناء التربة قد يكون العامل المحدد لإنتاجية التربة بسبب تأثيره العالي على محتوى الماء والهواء وكذلك الحرارة والتي بدورها تؤثر على انبات البذور ونمو الجذور وكذلك تأثيرها على العمليات الزراعية مثل الحراثة والري والبزل.

إن التغيرات المهمة في الصفات الفيزيائية للتربة التي يعملها المزارع عن طريق الحراثة والعزق (cultivation) والبزل والتسميد العضوي وإضافة الكلس والجبس ماهي الا محاولات لتغيير بناء التربة وليس نسجتها.

تصنيف بناء التربة Classification of Soil Structure

يعتمد تصنيف بناء التربة على الطرق التالية حسب طريقة التصنيف المعتمدة من قبل دائرة خدمات صيانة التربة الاميركية:

1. النوع (type) البناء والذي يعتمد على شكل وانتظام الكتل التركيبية.



2. الصنف (class) البناء والذي يعتمد على حجم الكتل التركيبية ، وهنا يتم التقسيم ضمن المجاميع الاتية:

خشن جداً ، خشن ، متوسط ، ناعم ، ناعم جداً

3. الدرجة (grade) : وتمثل مدى تماسك أو ثبوتية المجاميع وتقسم إلى :

- عديم التركيب Structure less
- ضعيف Week
- متوسط Moderate
- قوي Strong

العوامل المؤثرة في بناء التربة:

1. المواد العضوية الغروية ومخلفات الاحياء المجهرية.
2. الأيونات الموجبة الممدصة على معقد التبادل.
3. الترطيب والجفاف والتمدد والتقلص.
4. جذور النباتات وفعالية حيوانات التربة.
5. الانجماد والذوبان.
6. العمليات الزراعية.

هنالك ارتباط وثيق بين نسبة المادة العضوية وبناء التربة حيث يزداد معدل مجاميع التربة الثابتة بزيادة المواد العضوية الغروية ومخلفات الاحياء المجهرية . اما تأثير الايونات الموجبة الممدصة على معقد التبادل على بناء التربة، اكدت الدراسات بان سيادة ايون الكالسيوم وبدرجة اقل ايون المغنيسيوم والبوتاسيوم على معقد التبادل يؤدي الى تخثر معلقات الطين في الماء. اما الصوديوم يؤدي الى تشتت معلقات الطين في الماء.

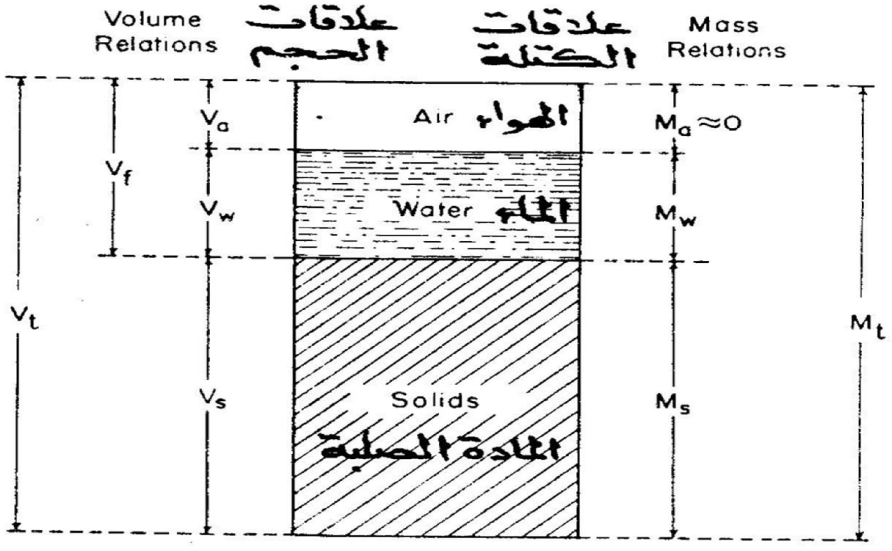
أهمية البناء للزراعة:

1. ملائم لتطور ونمو الجذور.
2. يسمح بتهوية مناسبة وظروف بزل جيدة في المنطقة الجذرية.
3. يسمح بوصول كمية مناسبة من العناصر الغذائية للنبات.
4. يسمح للتربة بمسك كمية كافية من الماء.

العلاقات الحجمية و الكتلية لمكونات التربة

Volume of Mass Relationships of Constituents

لوزن التربة علاقة بمجموع المسامات البينية الموجودة فيها، حيث كلما زادت المسامات قل وزن وحدة الحجوم للتربة وبالعكس. قد يختلف وزن وحدة الحجوم في الافاق المختلفة للتربة عند اختلاف المسامات لتلك الافاق وتعتمد هاتان الصفتان على كل من نسجة التربة وبنائها .



شكل ٢ – ٢ مخطط توضيحي للتربة كنظام ثلاثي الاطوار.

1. الكثافة الحقيقية للتربة Particle Density

تعرف الكثافة الحقيقية بانها النسبة بين كتلة الجزء الصلب الى حجم نفس الجزء. في معظم الترب المعدنية تتراوح الكثافة الحقيقية بين 2.55 – 2.76 غم/سم^3(ميكاغرام / م^3)، عندما تحتوي التربة على نسبة عالية من المادة العضوية فان كثافة التربة الحقيقية (كثافة الدقائق) تنخفض وذلك لانخفاض كثافة الدقائق العضوية.

ويمكن حسابها بالقانون الاتي:

$$\text{الكثافة الحقيقية } (\rho_s) = \frac{Ms}{Vs}$$

حيث ان : Ms = كتلة المادة الصلبة و Vs = حجم المادة الصلبة

2. الكثافة الظاهرية: Bulk Density

هي عبارة عن النسبة بين كتلة الاجزاء الصلبة والجافة الى الحجم الكلي للتربة، تتراوح الكثافة الظاهرية لتربة سطحية ناعمة النسجة بين 1–1.6 غم/سم^3 أما الترب الخشنة النسجة فان كثافتها تتراوح بين 1.2–1.8 غم/سم^3 . وقد تصل كثافة الطبقات تحت السطحية المرصوصة الى 2.0 غم/سم^3 لجميع النسجات. تكون الكثافة الظاهرية للترب العضوية منخفضة جدا مقارنة بالترب المعدنية حيث تتراوح بين 0.2– 0.6 غم/سم^3 ويعود السبب الى انخفاض الكثافة الحقيقية للمادة العضوية مقارنة بالمادة المعدنية. ويعبر عنها رياضيا بالقانون الاتي:

$$\text{الكثافة الظاهرية } (\rho_b) = \frac{Ms}{Vt}$$

حيث ان : Vt = الحجم الكلي للتربة

3. المسامية الكلية (F) Porosity

تمثل المسامية مؤشرا لنسبة حجم المسام في التربة. وقيمتها تتراوح بين 0.3 – 0.6 أي 30 –60 % وتميل الترب الخشنة النسجة بان تكون اقل مسامية من الترب الناعمة النسجة ، ويعبر عنها رياضيا بالقانون الاتي:

$$\text{المسامية الكلية } F = \frac{\text{حجم المسام } Vf}{\text{حجم التربة الكلي } Vt}$$

Vf= حجم الجزء الذي يشغله كل من الماء والهواء Vw و Va حسب التتابع.

Vs = حجم المادة الصلبة.

بالإمكان ايجاد المسامية للتربة اذا علمت قيمة كل من الكثافة الظاهرية والحقيقية كما في المعادلة التالية:

$$\text{المسامية} = 1 - \rho s / \rho b \times 100$$

ρb = الكثافة الظاهرية و ρs = الكثافة الحقيقية.

4. **رطوبة التربة Soil Wetness θ_m:** يعبر عنها بطرق مختلفة:

- الرطوبة الوزنية (θ_m) mass wetness: نسبة كتلة الماء الى كتلة دقائق التربة الصلبة الجافة، ان عبارة التربة الجافة، هي الترب المجففة بدرجة حرارة 105 درجة مئوية يعبر عنها رياضيا بالقانون الاتي:

$$\theta_m = \frac{\text{Mass of water}(M_w)}{\text{Dry mass of soil}(M_s)}$$

$$\theta_m = \frac{\text{Mass of wet soil}(M_{s+w}) - \text{Mass of dry soil}(M_s)}{\text{Mass of dry soil}(M_s)}$$

حيث : M_{s+w} = كتلة التربة الرطبة

M_s = كتلة التربة الجافة تماماً ، M_w = كتلة الماء فى التربة

- الرطوبة الحجمية θ_v Volume Wetness: إن الرطوبة الحجمية تحسب كنسبة مئوية الى الحجم الكلي للتربة بدلا من حجم التربة لوحدها. استعمال تعبير المحتوى الرطوبي على اساس الحجم بدلا من التعبير الوزني للمحتوى الرطوبي يكون اكثر شيوعا في التطبيق لأنه يعبر مباشرة عن حجم التدفق وكمية الماء المضافة الى التربة سواء عن طريق الري أو الامطار وكذلك يعبر عن كمية الماء المفقود عن طريق التبخر، ويعبر عنها رياضيا بالقانون التالي:

$$\theta_v = \frac{\text{Volume of water}(V_w)}{\text{Volume of soil}(V_t)}$$

ويمكن الحصول على الرطوبة الحجمية بعد معرفة الرطوبة الوزنية والكثافة الظاهرية حسب المعادلة التالية:

الرطوبة الحجمية θ_v = الرطوبة الوزنية θ_m × الكثافة الظاهرية ρb

يمكن معرفة عمق الماء الواجب إضافته عند الري بدلالة عمق التربة (عمق المنطقة الجذرية) والنسبة المئوية للرطوبة على أساس الحجم، حسب المعادلة التالية:

$$\text{عمق الماء الواجب اضافته عند الري (d)} = \frac{\text{الرطوبة الحجمية } \theta_v}{100} \times \text{عمق المنطقة الجذرية (D)}$$

5. درجة الاشباع Degree of saturation

يعبر هذا المؤشر عن حجم الماء الموجود في التربة نسبة الى حجم المسامات، وتتراوح قيمة هذا المؤشر من صفر في الترب الجافة الى 100% في الترب المشبعة. وتمثل رياضيا بالقانون الاتي:

$$V_F / V_w = \theta_s$$

تأثير بناء التربة على نمو النبات

يؤثر بناء التربة على نمو النباتات وانتشار جذورها داخل التربة اما بصورة مباشرة او غير مباشرة . التأثير المباشر للبناء يأتي بسبب التغيرات في البناء على المقاومة الميكانيكية التي تبديها التربة بالنسبة لبزوغ البادرات ونمو وتغلغل الجذور في التربة. اما التأثير غير المباشر للبناء على نمو النبات فيأتي من خلال تأثير البناء على خواص التربة المائية والهوائية ان اي تغير في بناء التربة ينتج عنه تغييرا بالنسب الحجمية لمسامات التربة الكبيرة

اضافة الى تغيير المسامية الكلية للتربة. وهذا التغيير يؤثر على علاقات الماء والهواء في التربة وهذا يؤثر على جاهزية الماء للنبات وعلى تهوية التربة ونمو النبات.

إدارة التربة وأهميتها في تحسين البناء

إن الطرق المستعملة لتحسين البناء تعتمد على نسجة التربة فالترب الرملية تتصف بزياده تهويتها وانخفاض قابليتها على مسك الماء والعناصر الغذائية بسبب احتوائها على نسب عالية من المسامات الكبيرة الحجم ان هذه الظروف تكون غير ملائمة لنمو النبات الا اذا استعملت طرق خاصة في الارواء والتسميد فعند الارواء على فترات متقاربة وبكميات قليلة لأجل تهيئة الرطوبة الملائمة دون غسل للعناصر الغذائية من المنطقة الجذرية. والتسميد العضوي ايضا يزيد من قابلية المقد على مسك الماء والايونات الموجبة القابلة للتبادل.

أما ادارة الترب الناعمة الحاوية على أطيان السليكا تكون اكثر صعوبة وتعقيدا من الترب الرملية. ففي الترب الناعمة النسجة يكون تماسك التربة ولدانتها وتمددها وتقلصها عالية بسبب وجود الاطيان الغروية وهذه تزيد من قابلية التربة على التوحل فيجب التعامل مع التربة بهذه الحالة بصورة خاصة حيث ان حراثة هذه التربة وهي عالية الرطوبة تؤدي الى تحطيم وانخفاض المسامية واحجام المسامات مما يؤدي الى تكون ظروف غير ملائمة لنمو النبات. اما عند حراثتها وهي جافة فان التربة تتكسر الى كتل كبيرة الحجم يصعب تكسيرها عند تحضير مهاد نمو البادرات. لذلك يجب حراثة الارض عند نسبة رطوبة ملائمة بحيث لا تلتصق التربة عندها بالمحراث. كذلك زيادة نسبة المادة العضوية في هذه الترب عن طريق اضافتها بشكل سماد حيواني او نباتي او عن طريق زراعة المحاصيل العشبية او البقولية ذات الجذور الليفية العميقة تؤدي الى تحسين بناء التربة وانتاج النبات.