بناء التربة Soil Structure

بناء التربة : هو انتظام وتجانس الترب المختلفة عن طريق ارتباطها ليضها مع البعض الآخر بواسطة مادة رابطة (cementing agent) بأشكال مختلفة لتكون الجاميع (aggregates).

ان بناء التربة صفة غير ثابتة وتتغير خلال فترات زمنية قصيرة خلافاً للنسجة والحالة السطحية النوعية التي تتميز بكونها ثابتة لفترات زمنية طويلة نسبياً.

لاتوجد ترب مباشرة متفق عليها لقياس تركيب التربة، ولكن توجد عدة طرق غير مباشرة مثل (المسامية، الخواص infiltration، والنفوذية aeration، والكثافة الظاهرية، حركة الماء في التربة، ... الخ).

انواع بناء التربة Types of Soil Structure :

يمكن تمييز ثلاثة انواع لبناء التربة :-

١- البناء الحبيبي (الحبيبات المفردة) Single grain str.
٢- البناء المتماسك Massive structure
٣- البناء المجمع aggregated structure

١- البناء الحبيبي :

يتميز هذا البناء بكونه رخواً وتكون دقائق التربة فيه غير مترابطة ومتفككة (مثل الغبار الصحراوي). وتكون هذا البناء اما monodisperse (نظام مقاس الحبيبات وذو كثافة واحدة) او polydisperse (نظام غير متجانس وذو كثافة عالية). وتكون مسامية التربة كبيرة في النظائر البناء المفرق الاحادي، وتكون صغيرة في النظائر البناء المفرق متعدد.

البناء المفرق الاحادي غير قابل للكبس او اذا حدث يسهل الحبيبات بالضغط او الاهتزاز

٢- البناء المتماسك :

يتميز هذا البناء بكون دقائق التربة متراصة فيه في كتل كبيرة (كما هو الحال في كتل الطين الجافة).

٣- البناء المجمع :-

يمثل هذا البناء الحالة الوسط بين البناء الحبيبي والمتماسك، فيتميز هذا البناء بارتباط دقائق التربة مع بعضها في كتل (clods) صغيرة ثانوية نسبياً تعرف بالتجمعات aggregates او peds، ويعتبر هذا النوع من افضل انواع البناء ويوصف بكونه مثالياً لنمو النبات وادارة التربة وخواصها الترابية.

تتجمع دقائق التربة الاولية في وحدات بنائية تسمى الدقائق الثانوية (Secondary Particles) او التجمعات aggregates اذا اضيف على كمية من الطين. التجمعات التي تتراوح اقطارها مابين بضعة ملليمترات الى بضع سنتيمترات يطلق عليها اسم (peds) او تجمعات كبيرة macroaggregates وهي في الغالب تكون مكونة من عدد من التجمعات الصغيرة او التجمعات الصغيرة (microaggregates).

العوامل التي تؤثر على تجمع التربة :-

١- وجود الطين
٢- نمو الجذور (من خلال تغلغلها وتكسيرها للتجاميع وعمل الشقوق الصغيرة المتعددة واستهلاك الماء الذي يسبب جفافاً متفاوتاً، فضلاً عن افرازات الجذور، وتأثيراتها بعد موت النبات.
٣- الديدان: الذي يعمل على تنقل حبيبات التربة من الاسفل بالماء
٤- نظام الزراعة: مثل تدمير المرشة ومرور المعدات على سطح التربة الذي يؤدي الى تحطيم تجاميع التربة
٥- نشاط الاحياء الدقيقة: خاصة منها التي تعمل مع الجذور حيث تعمل الخيوط hyphae او mycelia على ربط دقائق التربة او من خلال افرازات الاحياء الدقيقة الترابية ومنها الديدان الارضية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٦- وجود المواد العضوية التي تتصف بكونها كارهة للماء Hydrophobic. بحيث تقلل من تأثير الماء في تحطيم تجمعات الدبة. (دور الدورة الزراعية !).

٧- وجود المواد العضوية الرابطة مثل كربونات الكالسيوم والكاسيد الحديد والالمنيوم التي تزيد من تماسك حبيبات الدبة

٨- المناخ: مثل الدرجات والانماط الذي يعمل على تكسير تجمعات الدبة وكذلك الرطب والتجفيف مسئول عن تحسين الميكانيكية الربط بين تجمعات الدبة. وكذلك تأثير متكرر الرطب + البلل والتقلص sweeling of shrinkage

أولاً: فرضيات Emerson لميكانيكية الربط

١- كوارتز - بروبيات عضوية - كوارتز

٢- كوارتز - بروبيات عضوية - صفيحة طين.

٣- صفيحة طين - بروبيات عضوية - صفيحة طين (سطح طين - سطح طين) ⇒ (حافة - سطح).
(حافة - حافة) ⇐ (حافة سطح طين - سطح صفيحة طين).

ثانياً: فرضيات Harris :-

١- صفيحة طين - صفيحة طين

أ- سطح صفيحة - سطح صفيحة : يتم الربط بين السطوح بواسطة جسر كاتيوني من خلال الشحنة السالبة :

$$Face^- \cdots M^+ _ _ Face^-$$

ب- حافة صفيحة - سطح صفيحة : جانب حافة موجب لسطح سالب

$$Edge\ (AL) \cdots OH_2^+ \cdots Face^-$$

٢- حافة صفيحة طين - بوليمر عضوي - صفيحة طين

أ- حافة صفيحة طين - بوليمر عضوي - صفيحة طين

١- تبادل الأيون السالب (موقع حافة موجب لمجموعة كربوكسيل في البوليمر).

$$Edge\ Al\text{-}OH_2^+ \cdots {}^{-}OOC\text{-}R \cdots COO^- \cdots$$

٢- التآصر الهيدروجيني بين حافة كربوكسيل ومجموعة كربوكسيل في البوليمر، الأميد

$$Edge\text{-}OH \cdots O=C\text{-}R\text{-}C\text{-}N \cdots HO\text{-}Edge$$

٣- جسر كاتيوني بين موقع حافة سالبة وكربوكسيد بوليمر.

$$Edge\text{-}O^- _ _ M^+ _ _ OOC\text{-}R\text{-}COO^- _ _ _$$

٤- سطح صفيحة طين بجاذبية قائمة للفالدرفين الكاف والبوليمر.

ب- سطح صفيحة طين - بوليمر عضوي - صفيحة طين

١- التآصر الهيدروجيني بين هيدروكسيل البوليمر وذرات الأوكسجين في السطوح السطحية الخارجية والداخلية.

$$Face\ Si\text{-}O \cdots HO \cdots HO\text{-}R\text{-}OH \cdots$$

٢- جسر كاتيوني بين السطح الخارجي لصفيحة طين وكربوكسيل بوليمر ومجموعة سيطرة أفرنا:-

$$External\ Face^- _ _ M^+ _ _ {}^{-}OOC\text{-}R\text{-}COO^- _ _ _$$

٣- تجاذبية قائمة للفالدرفين سطح وبوليمر.

٢- كلوركند - (بنزيد ، بنزوبايتلاد عضويه وعضويه) - كلوركند .

٣- الاواصر الكيميائية المتكونة بين سطوح الكلوركند الهلاميه والسليكات الالومنيه الحمئيه والطمامير الغضاريه تكون اواصر ايونيه .

ب- حبيبات الكلوركند الممسوكة في هيكل القرينه والطين الحبشة اولياً من طريق :-

١- دقائق الطين الوجيه .

٢- السليكات الحقيقة لاتراجمياً او الاسيد السليد والالمنيوم او معقدات اوكسيد الحديد والالمنيوم الهيدومية .

٣- المواد الهيومية الحقيقة لاتراجمياً .

٤- التجمعات الصغيره بسبب القرينه الحبشة عن طريق هيدوكسيد الحديد .

٥- الفروبيات العضوية وصفائح الطين المربوطة بميكانيكيات مذكوره في (١) و(٤)

تصنيف بناء التربة :

اولاً : التصنيف المعتمد على شكل مجاميع التربة وانتظامها :-

أ- البناء الصفائحي plate like structure : يكون بشكل طبقات افقية وتكثر في الترسبات الحديثة .

ب- البناء المنشوري والعمودي prism like and columnar like : تكثر وجوده في الافق B

يكون بشكل اعمده موجهه عمودياً قد تصل الى (15) سم في القطر ، عندما تكون قمم هذا البناء مسطحه تدعى منشوريه prismatic str. وعندما تكون مدوره تدعى columnar .

ج- البناء الكتلي Block like str. : يكون بشكل كتل تشبه المكعبات يصل حجمها الى 10 سم وتكون زواياها هذا التركيب اما حادة واسطح واضحة او ذات حواف مستديره نسبياً . وتكثر في الافق B .

د- البناء الكروي spherical : التجمعات تكون مستديره الحواف يصل قطرها 2 سم وتعرف هذه الوحدات بالحبيبات granules وعندما تكون هذه حامية تسمى بالفتاتية crumbs - وتكثر وجودها في الافق A

ثانياً : التصنيف المعتمد على حجم مجاميع التربة :-

تصنف احجام المجاميع الى ستة اصناف لكل شكل من الاشكال المذكوره اعلاه وهي :-

أ- ناعم جداً او رقيق جداً very fine or very Thin

ب- ناعم او رقيق fine or thin

ج- متوسط Moderate or medium

د- خشن او سميك Coarse or Thick

هـ- خشن جداً او سميك جداً very Coarse or very thick .

ثالثاً : التصنيف المعتمد على درجة او متانة التركيب :- وتعطى رقم لدرجة التركيب :-

أ- (٥) عديم التركيب او عديم البناء ،

ب- (١) ضعيف : بناء غير متصلب وتكسر الاكتل هشة غير متجمعة .

ج- (٢) معتدل : بناء جيد ، متوسط الصلابة وتكسر الاكتل غير متجمعة .

د- (٣) قوي : بناء متصلب وتكسر الاكتل متكاملة .

* يتم تسمية تركيب التربة اعتماداً على اسس التصنيف الثلاثة : مثل :-

كتلي - ناعم - خشن .

ثباتية تجمعات التربة :

يتم تقييم تجمعات التربة من خلال تجمعها ، تكسيرها ، ثباتيتها - تتغير ثباتية تجمعات التربة بتغير محتوى التربة من المادة العضوية ومقاليتها ونشاط الاحياء الدقيقة - حيث تعمل المادة العضوية وهايفات الفطريات والاكتينوماسيتس وبعض خلايا البكتريا . الا ان هذا الثبات يكون مؤقتاً لان الهايفات والخلايا تضمحل عند انحفاض نشاط الاحياء الدقيقة . بينما تكون مركبات الهيوميك اكثر فعالية في ثبات تجمعات التربة .

طرق تحليل تجمعات التربة والتعبير عن نتائجها :

ان الغرض من التحليل هو قياس نسبة الدقائق الثانوية المقاومة لتأثير الماء او الرياح او القص الميكانيكي للتجمعات الناتجة من ارتباط العضويات الصغيرة الحجم عند تكوينها عضويات كبيرة الحجم .
وهناك ثلاث طرق للتحليل هي :-

١- التحليل الرطب : الذي يتبر مؤشراً لمقاومة التجمعات للتعرية المائية ، وتعتبر طريقة الترطيب عامل هام ومحدد .
٢- التحليل الجاف : الذي يعتبر مؤشراً لمقاومة التجمعات للتعرية الريحية .
٣- استنشاق الهواء : لفصل التجمعات ذات الاقطار 1 ≥ 0.05 ملم التي يمكن فصلها بالتحليل الرطب
٤- طريقة الترسيب : لفصل التجمعات الناعمة التي يمكن فصلها بالمناخل وتكون هذه الاجسام اصغر من (1) ملم . ويستخدم الهيدرومتر او الماصة لهذا الغرض .

اما طرق التعبير عن ثباتية تجمعات التربة هي :

١- معدل القطر الموزون Mean Weight diameter (MWD) :

يعبر عنه بضرب نسبة وزن المفصولات المعينة W_i لحجم مفصولات التجمعات بمعدل قطر هذه المفصولات ($\bar{X}_i$) ، وحاصل جمع هذه المفصولات لجميع احجام فراكشنها يعطي معدل القطر الموزون وكما يلي :-

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \bar{X}_i W_i$$

٢- معدل القطر الهندسي Geometric Mean Diameter (GMD) :-

يعبر عنه بضرب وزن التجمعات في الحجم المعين من حجم المفصولات بلوغاريتم معدل قطر المفصولات وحاصل جمع المفصولات لجميع احجام المفصولات ويقسم على وزن ~~العينة~~ نموذج التربة وفرط نحصل على (GMD) .

$$GMD = \exp\left[\frac{\sum_{i=1}^{n} W_i \log \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i}\right]$$

حيث يمثل :-
W_i = وزن التجمعات ضمن الحجم الذي له معدل قطر $\bar{X}_i$
$\sum_{i=1}^{n} W_i$ = الوزن الكلي لنموذج التربة .

يمكن تصحيح نسبة التجمعات بالنسبة للدقائق الخشنة الاولية المتبقية على المنخل وذلك لتجنب اعتبارها تجمعات ، ويتم ذلك باستخدام عامل مفرق (صوديوم) وخلط ميكانيكي mechanical stirrer بعد تنخل العادة ثانية خلال نفس المنخل . ان وزن الرمل المتبقي بعد العملية الثانية للتنخل يطرح من الوزن الكلي للعادة عند المغرقة المتبقية بعد العملية الاولى للتنخل ، وان النسبة المئوية للتجمعات المستقرة (%SA) percentage of stable aggregates يمكن حسابها كما يلي :-

$$\%SA = \frac{(\text{وزن المتبقي على المنخل}) - (\text{وزن الرمل})}{(\text{وزن النموذج الكلي}) - (\text{وزن الرمل})}$$

ان قيمة $\%SA$ تعتمد على الفترة الزمنية للنخل بالماء وقد وجد ان زمن النخل يخضع للعلاقة التالية:

$$\log(\%SA) = a - b \log t$$

حيث ان t = زمن النخل

a = لوغاريتم الوزن الاصلي للنموذج

b = ميل الخط المرسوم من علاقة $\log(\%SA)$ مع $\log t$.

ان لطريقة الترطيب اهمية كبيرة في تحديد ثبات تجمعات التربة وكما يلي :-

٢- الترطيب الفاجئ للتجمعات الجافة ينتج عنه تكسير التجمعات بفعل الهواء المحصور في المسامات .
لذا يفضل ان يكون الترطيب تدريجي عن طريق الارتفاع الشعري Capillary rise ، او
ان يتم الترطيب تحت تأثير التفريغ Vaccume وباستخدام ماء خالي من الهواء .

ب- الترطيب باستخدام الخط الصناعي ، الا ان ارتطام قطرات الماء بالتجمعات يسبب تكسيرها وتشتتها
ولذلك يجب ان تكون حجم القطرات وسرعتها بشكل مناسب لتجزئة التجمعات .

٣- الكثافة الظاهرية Bulk density :-

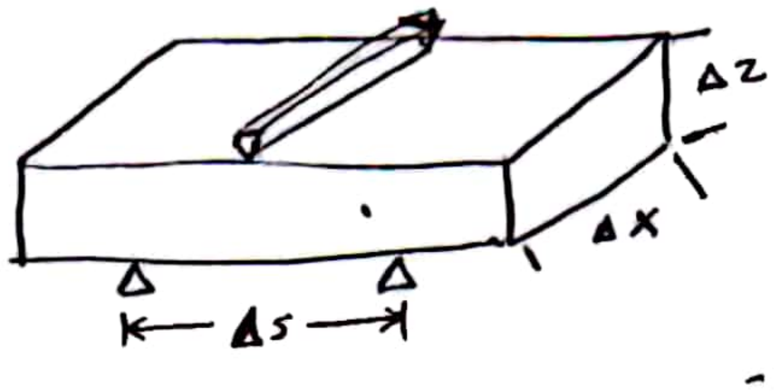
تستخدم الكثافة الظاهرية بشكل واسع لتقييم بناء التربة ، فالمسامية وسامية التربة
وحركة الماء في التربة والتوصيل المائي وتبادل الغازات لها علاقة متبادلة مع الكثافة الظاهرية .

٤- نفاذية الهواء Air permeability :-

ان لنفاذية الهواء علاقة متبادلة مع حجم وكمية المسام وماء التربة

٥- معامل التمزق Modulus of Rupture لقشرة التربة (تقشر التربة) : Soil crusting

تتكون قشرة التربة Soil crust من تكسر مجاميع المجاميع في سطح التربة بفعل الترطيب وقد يصل
سمكها الى بضع سنتيمترات . وتتصف هذه القشرة بكثافتها الظاهرية العالية وسامية واطئة
وذات رسالية مائية ضعيفة وتمنع بزوغ البادرات اعتماداً على قوتها (علاقتها مع سمكها).
تقاس قوة القشرة اما بواسطة المدس الصغير Poket pentrometer او حسب معامل
الكسر Modulus of Rupture ، وتعتمد صلابة القشرة على محتواها من الرطوبة .
ان معامل التمزق يقيس مقياس لقوة قشرة التربة وله علاقة مباشرة بنمو البادرات



وتحسب من العلاقة التالية :-

$$(MR) = B = \frac{3F\Delta s}{2\Delta X (\Delta Z)^2}$$

حيث ان :-

F = القوة اللازمة للكسر (دايد)
S = المسافة بين نقاط الارتكاز (سم)
X = عرض القالب (سم)
Z = سمك القالب
B = معامل التمزق (معامل الكسر) . (بار)

مصلحات التربة Soil Conditioners

تعمل مصلحات التربة على تشجيع ثباتية التجمعات ، عن طريق لصق الدقائق مع بعضها ضمن التجمعات وكذلك تغطية سطوح التجمعات . تنتج حالياً عدد كبير من مصلحات التربة الصناعية والتي تضاف بنسب قليلة للتربة (0.1 إلى 0.5 من كتلة التربة) ومن هذه المواد الـ Krilium والـ PVA (Polyvinl Alcohol) و PAA (Polyacrylic acid) والـ PAM (polyacrylamide) . وتضاف هذه المصلحات للتربة إما بشكل ذائب او مستحلب ، وتعمل ميكانيكيات مختلفة لربط دقائق التربة

جعل تجمعات التربة ناقوه للماء :- ص ١٩١-١٩٢

يعامل سطح التربة ميكانيكياً وكيميائياً لتكوين كتل تربة ناقوه للماء لغرض تحسين الاقتصاد بالماء من خلال زيادة مقاض التربة . حيث تتصف دقائق التربة الحمديه بكونها محبة للماء وتمتلك زاوية تماس مائع ، بينما تعمل المواد المضافة الكارهة للماء على جعل زاوية التماس منفرجة . وتستخدم المواد الكارهة للماء في مناطق حصاد المياه (water harvesting) حيث تعمل هذه المواد بشكل معاكس لزيادة الجفاف .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner