المحاضرة الثالثة

الخواص الفيزيائية للطور الصلب

ترجع أهمية الطور الصلب في الأراضي إلى كونه الطور الدائم الذي يحتوي الأطوار الأخرى ويمكن أن تكون أرض بلا هواء أو بلا ماء لكن من الصعب أن تتواجد أرض في الطبيعة بدون الطور الصلب.

بعض الخواص الأساسية للطور الصلب:

القوام: درجة نعومة وخشونة الحبيبات.

البناء: " نظام ترتيب الحبيبات سواء كانت فردية أو مركبة"

السطح النوعي: مجموع سطوح الحبيبات لكل وحدة كتلة.

أولا: القوام Soil texture

تعود أهمية قوام التربة في كونه خاصية من خواص الأرض الثابتة والتي لا تتغير بسهولة وتحتاج لزمن طويل لحدوث تغير بها كذلك ارتباط الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية بقوام الأرض.

ويعبر قوام الأرض عن التوزيع الحجمي لحبيبات التربة ويعرف بأنه الحجم النسبي لحبيبات التربة المختلفة.

وقوام الأرض يشمل على دلالة وصفية في كونه معبرا عن درجة نعومة وخشونة حبيبات التربة كذلك على دلالة كمية في معرفة نسبة الحبيبات ذات الأحجام المختلفة أي النسب المئوية لكل من الرمل والسلت والطين.

وتقسم حبيبات التربة المختلفة حسب كل من النظامين التاليين:

تقسيم الجمعية الدولية لعلوم الأراضي "ISSS"

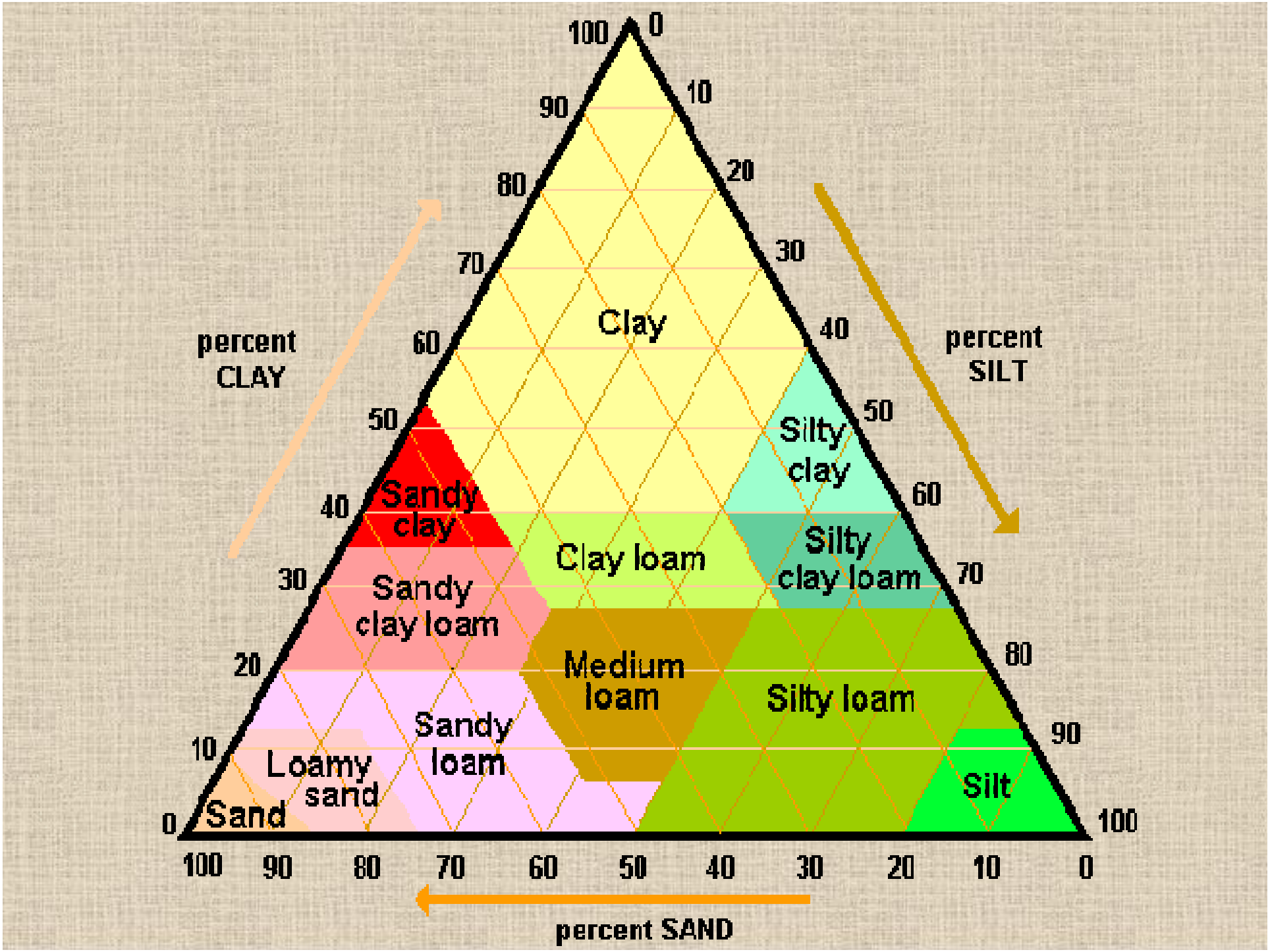
رمل خشن	رمل ناعم	سلت	طين
٢,٠	٠,٢	٠,٠٢	٠,٠٠٢ملليمتر
٢٠٠٠	٢٠٠	٢٠	٢ ميكرون

تقسيم وزارة الزراعة الأمريكية "USDA"

خشن جدا	خشن	متوسط	ناعم	ناعم جدا	سلت	طين
٢,٠	١,٠	٠,٥	٠,٢٥	٠,١	٠,٠٥	٠,٠٠٢ملليمتر
٢٠٠٠	١٠٠٠	٥٠٠	٢٥٠	١٠٠	٥٠	٢,٠ ميكرون

درجة قوام الأرض:

تحدد درجة قوام الأرض بالنسبة المئوية المختلفة لكل من الرمل والسلت والطين ويوجد ١٣ درجة معروفة ممثلة بمساحات مختلفة داخل مثلث القوام وهو عبارة عن مثلث متساوي الأضلاع وكل ضلع من أضلاعه يمثل ١٠٠٪ من إحدى مكونات الأرض من الرمل أو السلت أو الطين فالضلع الأفقي (القاعدة) خاص بالرمل ومقسم إلى عشرة أقسام كل منها ١٠٪ رمل بدءا من الصفر في الطرف الأيمن حتى يصل إلى ١٠٠٪ في اليسار وبالمثل الضلع الأيسر بدءا من أسفل لأعلى خاص بالطين كذلك الضلع الأيمن من أعلى لأسفل خاص بالسلت.


percent CLAY
percent SILT
percent SAND
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Clay
Silty clay
Sandy clay
Clay loam
Silty clay loam
Sandy clay loam
Medium loam
Silty loam
Sandy loam
Loamy sand
Sand
Silt

يمكن تقسيم قوام التربة إلى ثلاث أقسام وصفية وهي:

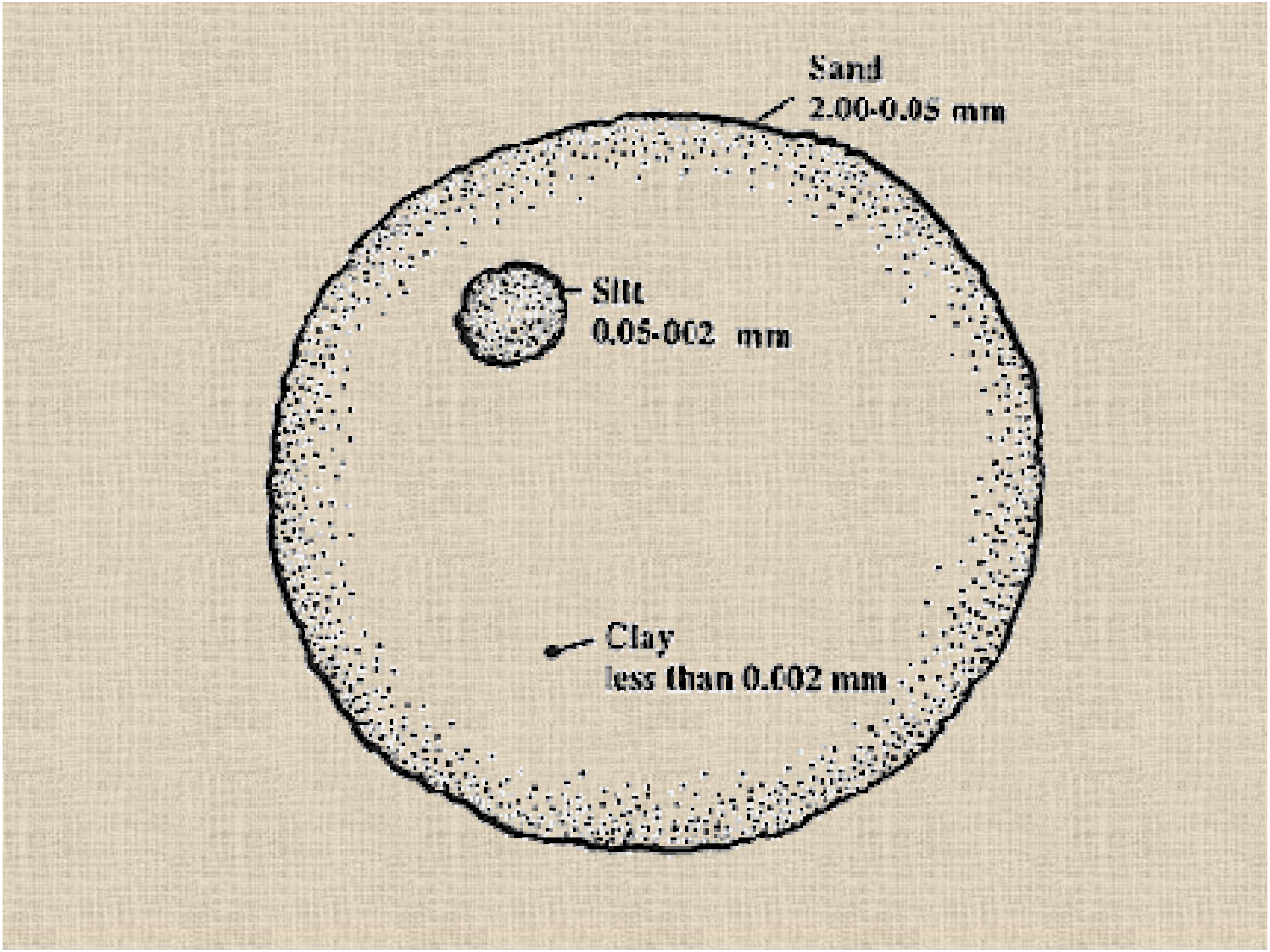
- **الخشنة** Sand, Loamy sand, sandy loam
- **المتوسطة** Loam, silt loam, silt
- **الناعم** Clay, silt clay, sandy clay, clay loam, silt clay loam, sandy clay loam.

هذا التقسيم يعكس خواص وسلوك الأرض من حيث الامتصاص والاحتفاظ بالماء ولسهولة خدمة الأرض مثل عمليات الحرث والتأثير على خصوبة التربة وقدرة الأرض على التهوية وأثر ذلك على نمو الجذور.

فالأرض الخشنة القوام (الرملية): سهلة الحرث عالية التهوية ذات سطح نوعي صغير وسريعة الابتلال لكنها قليلة الاحتفاظ بالماء، سريعة الصرف، ضعيفة الاحتفاظ بالعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات نظرا لسرعة فقدها مع الماء المنصرف.

أما الأرض الناعمة القوام (الطينية): فيه ذات سطح نوعي عالي. بطيئة الابتلال، صعبة الخدمة، عالية الاحتفاظ بالماء وغنية في العناصر الغذائية.

أما الأرض متوسطة القوام: فهي مناسبة لنمو النبات والإنتاج الزراعي وذلك لاحتفاظها بالماء والعناصر الغذائية بكميات مناسبة وجيدة التهوية وسهلة الخدمة.


Sand
2.00-0.05 mm
Silt
0.05-002 mm
Clay
less than 0.002 mm

ثانيا : بناء الأرض Soil Structure

بناء الأرض: "هو نظام ترتيب حبيبات التربة بعضها بجانب بعض سواء كانت حبيبات فردية Single particles **أو حبيبات مركبة** Aggregates **وأيضا كيفية ترتيب الحبيبات المفردة لتكوين الحبيبات المركبة وبالتالي نعكس من ذلك ترتيب هندسي للفراغات (التوزيع الحجمي للمسام)"**

ومن هنا يتضح أهمية القوام والبناء معا كخاصيتين مرتبطتين ببعضهما .....أحدهما تحدد أحجام الحبيبات والأخرى تحدد ترتيب هذه الحبيبات وهذا ما يحدد إنتقال الماء والهواء في التربة وتأثير ذلك على نمو جذور النباتات وكذلك نشاط الكائنات الحية ..... ولما كان البناء الأرضي هو الذي يسهل على الزراع التحكم في تعديله حسب هواه إلى حد ملحوظ بعطس القوام الذي يصعب تعديله كذلك كانت دراسة البناء الأرضي وطرق تغييره أو تعديله أو تبديله من أهم الدراسات الطبيعية في الأراضي لما تنشأ عنه صفات طبيعية جيدة بسبب العلاقات الجيدة بين الهواء الأرضي والماء الأرضي وعمليات الخدمة وغيرها.

أنواع البناء الأرضي

ينقسم البناء الأرضي إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

البناء الفردي Single Grained Structure:

وفيه تكون الحبيبات فردية غير ملتصقة ببعضها كما هو الحال بالأراضي الخشنة حيث قابلية الحبيبات قليلة للارتباط ببعضها لتكوين حبيبات مركبة وترتيب هذه الحبيبات بالنسبة لبعضها البعض يعتمد على شكل وحجم الحبيبات وكذلك على كيفية ترتيب وتكوين هذه الحبيبات وحيث أن الحبيبات الفردية مختلفة الأحجام فإنها تتراص مع بعضها البعض لتكون ما يعرف بالحبيبات الفردية المتعددة.

بناء الكتل الكبيرة Massive Structure:

عبارة عن تجمعات كتلية متماسكة كبيرة الحجم وينتشر حدوثها في حالة الطين الجاف (الأراضي الطينية الثقيلة) حيث تتكون كتل من عدة سنتيمترات إلى عشرات السنتيمترات في الحجم.

البناء المركب

Compound Structure Aggregates:

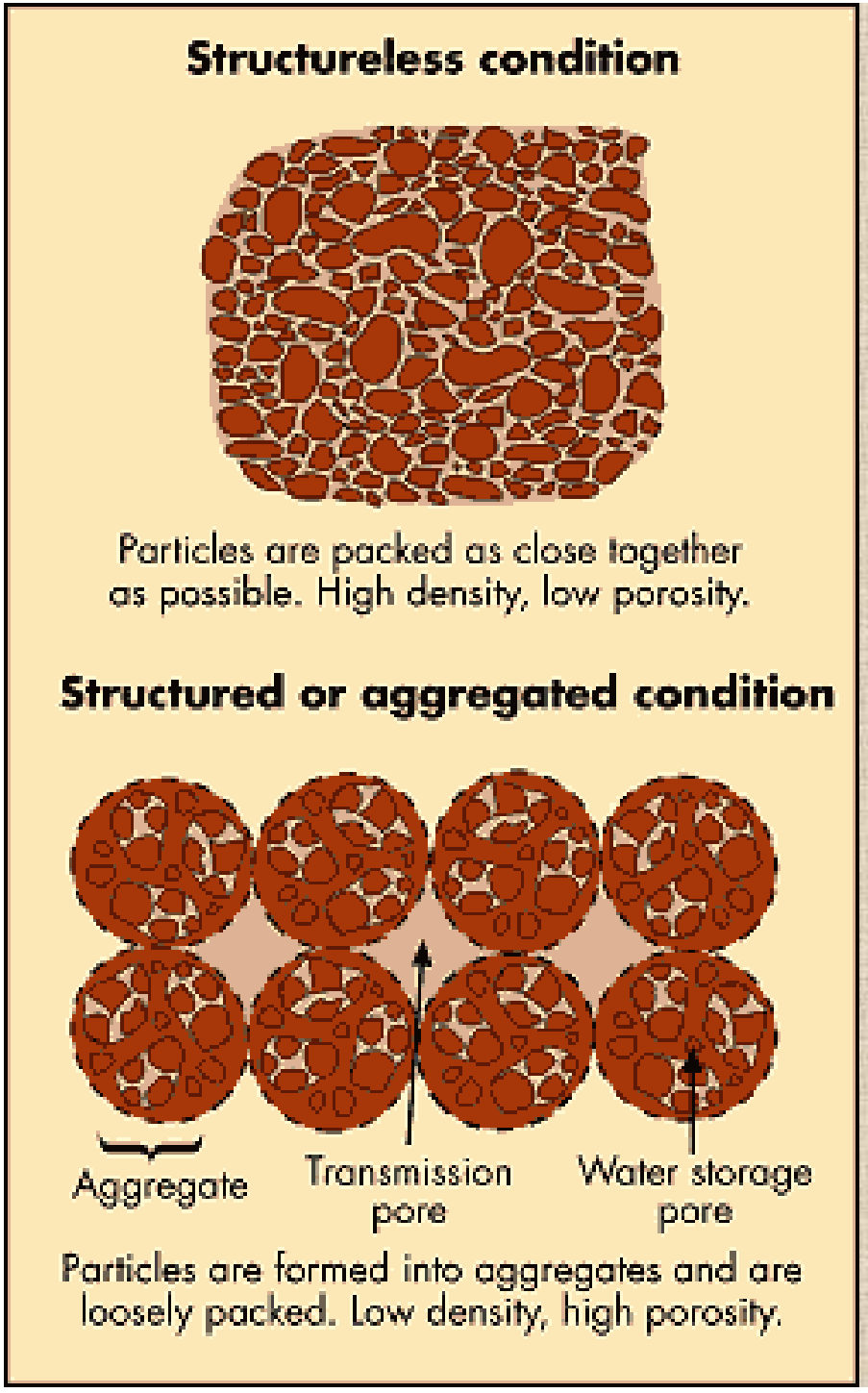
وهو بناء يمثل الحالة الوسطية في الحجم حيث يقع في المدى بين البناء الفردي وبناء الكتل الكبيرة فالحبيبات الأولية تحت ظروف مناسبة تتجمع وترتبط ببعضها وتكون حبيبات مركبة Aggregates التي تنقسم إلى:

حبيبات مركبة كبيرة Macro Aggregates:

وتكون مرئية للعين وتصل في أقطارها من عدة ملليمترات إلى عدة سنتيمترات

حبيبات مركبة صغيرة Micro Aggregates:

وهي دقيقة وتدرس بالميكروسكوب.



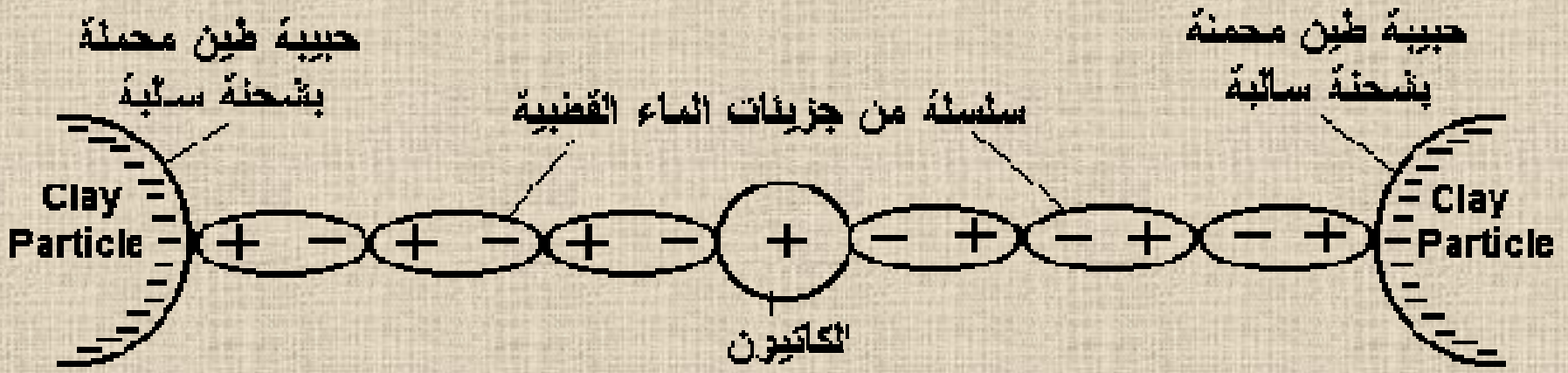
تكوين التجمعات الأرضية ولتكوين التجمعات Aggregates في الأرض يلزم أن يسبقها عملية تجميع الغرويات وتلاصقها Flocculation وهذه الغرويات هي غرويات الطين والحديد والألومنيوم والمادة العضوية الغروية (الدبال).

تلك العملية التي تؤثر عليها طبيعة حركة الحبيبات ومسلكها متأثرة بما عليها من شحنات كهربائية فعندما ينقص فرق الجهد Zeta Potential إلى حد معين يمكن أن تلتصق الحبيبات ببعضها مكونة من الحبيبات الفردية حبيبة مركبة Floccules وتعتبر هذه الحبيبة المتكونة ثابتة طالما كانت الظروف التي أدت إلى تكوينها ما زالت قائمة وتظل هذه الحبيبات المتكونة ثابتة Stable Aggregates فلا تتفرق عند زيادة نسبة الرطوبة لأنها تحتوي على مواد أسمنتية وعلى ذلك فإن عملية تجميع الحبيبات وتلاصقها Flocculation تساعد في عملية Aggregation وإن كانت تختلف عنها.

وعلى الرغم من عدم التأكد من الطريقة المضبوطة الميكانيكية لتكوين الـ Aggregates فإن عددا كبيرا من النظريات عرفت في هذا الشأن ومنها على سبيل المثال:

نظرية Russell

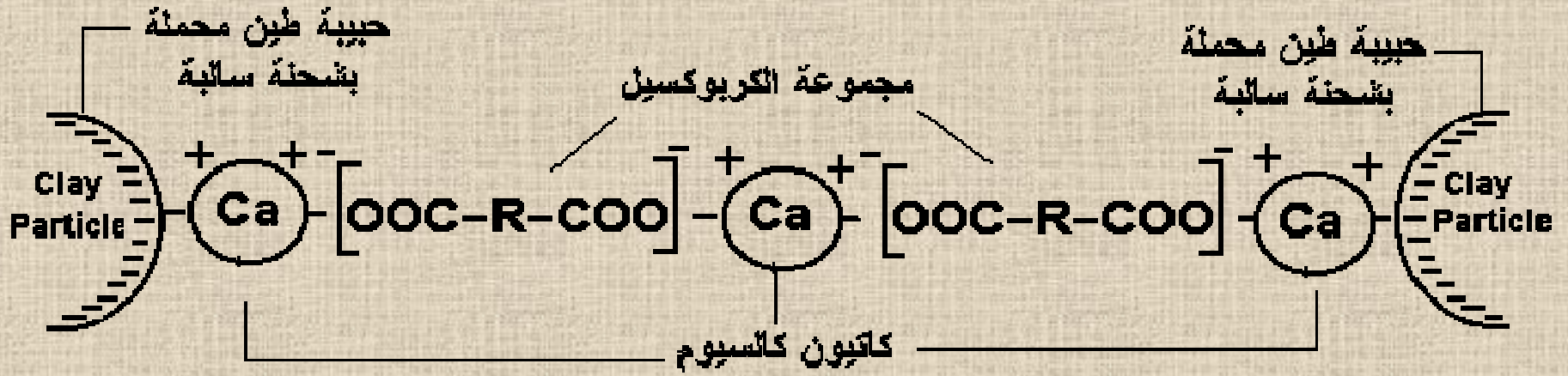
تتكون التجمعات نتيجة لجذب جزيئات الماء في شكل سلسلة تمتد بين حبيبات الطين السالبة الشحنة وقد يوجد أيضا في هذه السلسلة بعض الكاتيونات مما يؤدي إلى تماسك الحبيبات وعندما تجف التربة تتبخر جزيئات الماء فتقل طول السلسلة وتقصر وتتقارب الحبيبات الغروية مما ينتج عنه تجمعات لهذه الحبيبات ويساعد في تكوينها المواد الأسمنتية.



وتترتب المواد الأسمنتية حسب قوتها كالآتي:

إفرازات الميكروبات > أكسيد الحديد > المادة العضوية > الطين

تتكون التجمعات نتيجة ارتباط الحبيبات الغروية السالبة الشحنات بالكالسيوم من ناحية وتتزن باقي شحنة الكالسيوم بالارتباط بمجموعة الكربوكسيل للمادة العضوية من الطرف الآخر. بمعنى أن يحل الكالسيوم محل اثنين من الأيدروجين مما يؤدي إلى تكوين سلسلة طويلة بين جزيئات الطين الغروية.



أشكال الحبيبات المركبة الموجودة في الأراضي

طبقي (صفائحي) Platey

وهي طبقات أفقية رقيقة حيث يكون نمو هذه الحبيبات في الاتجاه الأفقي كبير جدا بالنسبة للاتجاه الرأسي ويتواجد هذا البناء في الأراضي الطينية حديثة الترسيب وفي أفق A.

منشوري Prismatic أو عمودي Columnar

وهو عبارة عن أعمدة متراصة رأسيا حيث أن نمو الحبيبات في الاتجاه الرأسي أكبر من الاتجاه الأفقي وغالبا ما تكون سداسية الأوجه، ويشيع هذا البناء في الأفق B للأراضي الطينية في المناطق شبه الجافة ويسمى الشكل منشوري عندما تكون الرءوس مستوية Flat ويسمى عمودي عندما تكون الرءوس دائرية Rounded.

كتلي Blocky

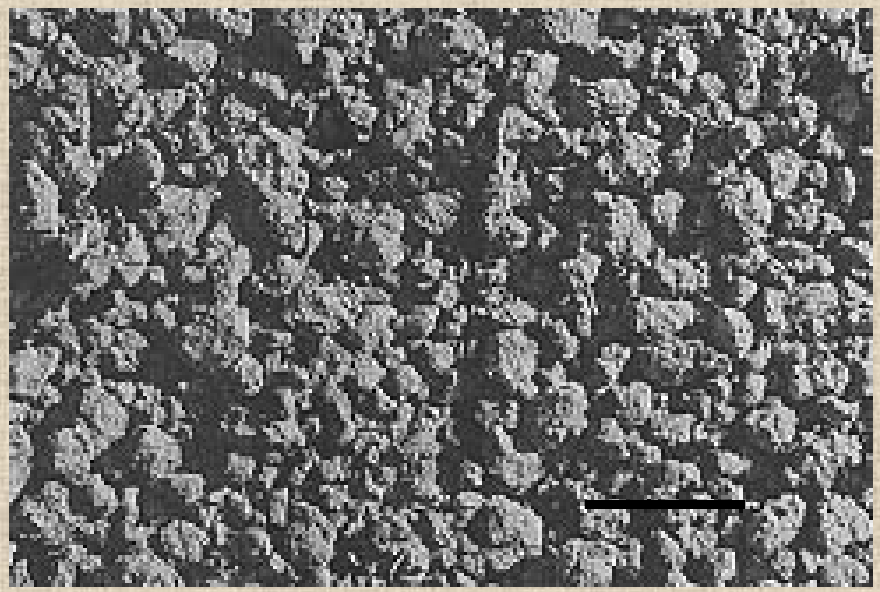
وهو يشبه المكعبات حيث يكون نمو الحبيبات المركبة في الاتجاهات الثلاث متساويا ومنه يوجد النوع الزاوي الخشن Angular حيث تكون أسطحه مستوية ويوجد بينها زوايا وكذلك النوع تحت الزاوي Subangular حيث تكون أسطحه وزواياه مستديرة قليلا ويشيع هذا البناء عموما في أعلا الأفق B.

كروي Spherical

وهي حبيبات مستديرة ويوجد منها النوع الحبيبي granular حيث يكون أكثر كثافة وأقل مسامية من النوع المائل للاستدارة Crumb حيث يكون مسامي.

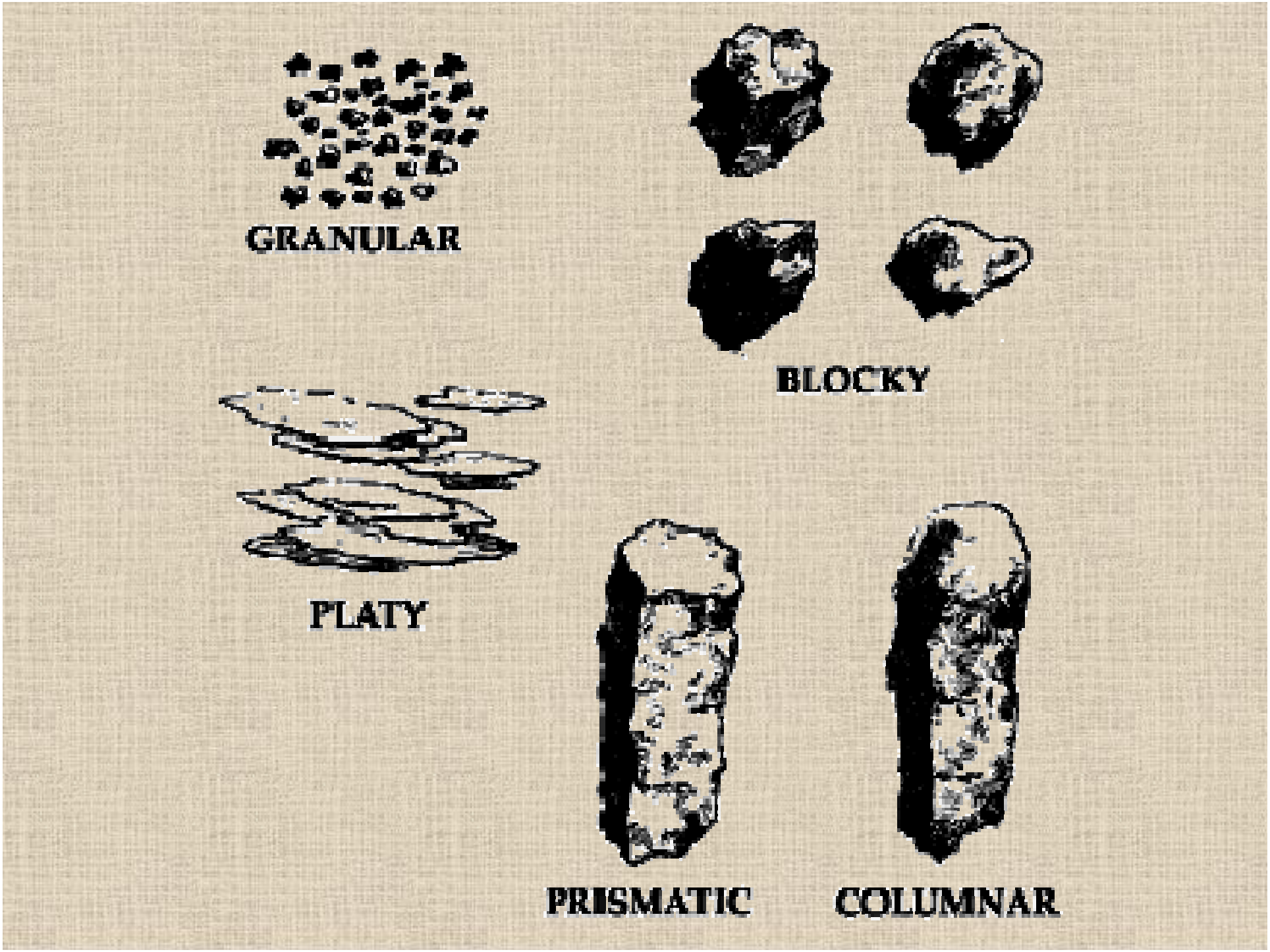
Soil structure

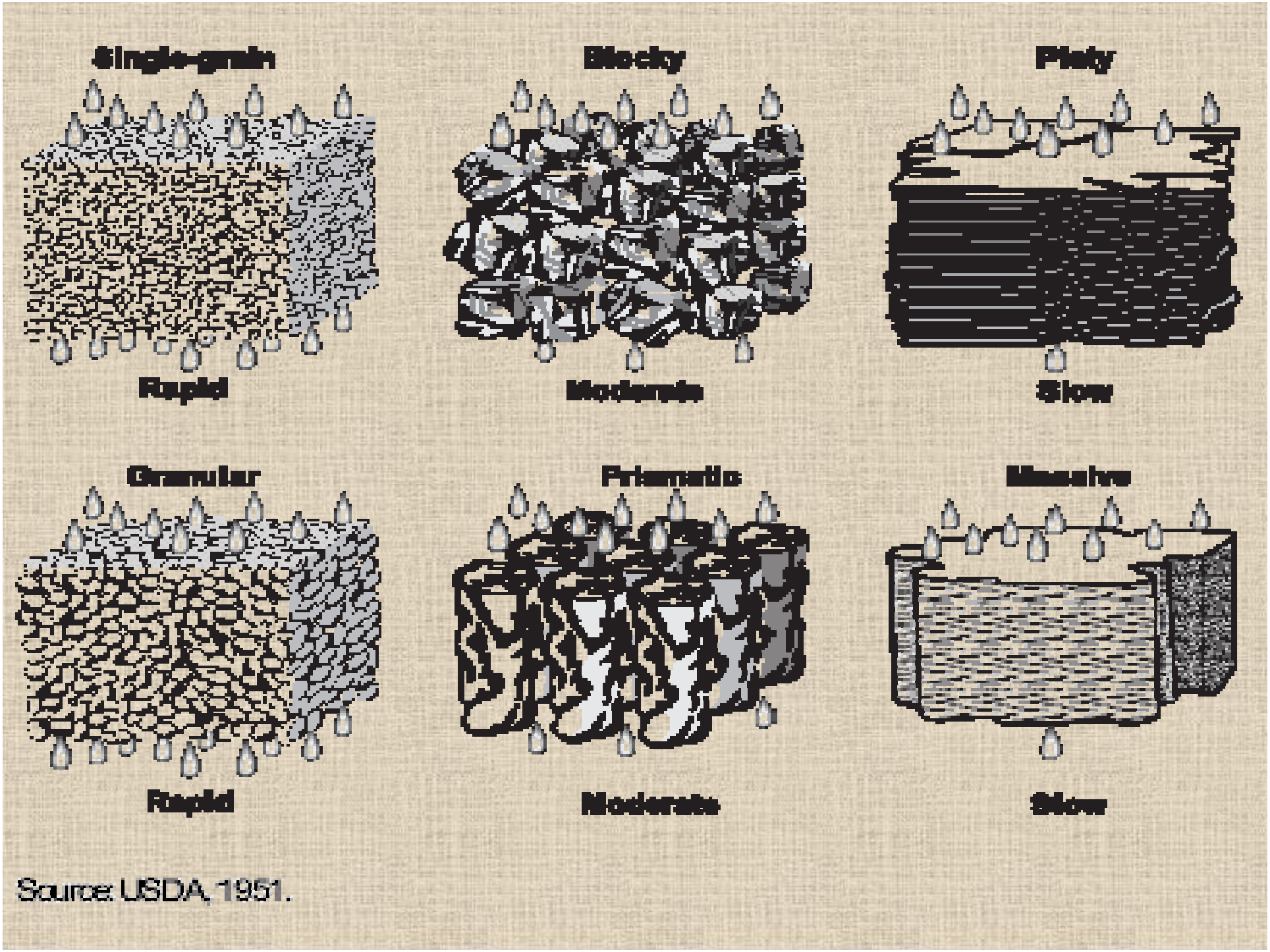
- Arrangement of soil aggregates



granular

platy


GRANULAR
BLOCKY
PLATY
PRISMATIC
COLUMNAR



Source: USDA, 1951.

العوامل التي تؤثر على تكوين التجمعات المركبة في الأراضي:

المادة العضوية Organic matter **تراكم المادة العضوية وتحللها يساعد على تكوين البناء الجيد وتعتبر العامل الرئيسي في تشجيع تكوين التجمعات، وتقوم جذور النباتات بتجميع الحبيبات بإحدى الطرق التالية:**

- **إفرازات الجذور التي تقوم بدور المواد الاسمنتية.**
- **امتصاص الماء بواسطة الجذور مما يؤدي إلى جفاف الغرويات.**
- **مواد عضوية غروية ناتجة عن تحلل الجذور.**
- **تحلل الشعيرات الجذرية داخل القلاقيل مما يؤدي إلى تفتتها.**
- **الضغط الناشئ عن تكوين الجذور قد يؤدي أيضاً إلى تكوين تجمعات.**
- **هذا ويظهر بوضوح أثر الإفرازات المخاطية للأحياء الدقيقة والكائنات الأخرى على تكوين بناء جيد في الأرض.**

نوع الكاتيون السائد: فعند سيادة أيون الصوديوم على سطح الطين تتفرق الحبيبات ويظهر نوع من البناء الأرضي غير مرغوب فيه وعلى العكس من ذلك عند سيادة أيون الكالسيوم على سطح الطين فيشجع التحبب ويظهر البناء الجيد المرغوب فيه وذلك لأن الكالسيوم يؤدي إلى عملية تجمع الحبيبات علاوة على أنه يقوم بعمل المادة اللاحمة مثل المادة العضوية فتتكون التجمعات الثابتة.

كمية الطين: حيث أن عمليات ابتلال الطين وجفافه يؤدي إلى تكوين بناء مناسب مما يشجع الفلاح بأن يترك أرضه لتجف ثم يرويها ليحصل على مهد جيد لإنبات البذور بعد إجراء عمليات الخدمة الجيدة.

نـــوع معـــدن الطـــين: وجـــود معـــدن طـــين المونتموريللونيت يعمل على وجود تجمعات كتلية في حين أن وجود الكاؤلينيت يعمل على وجود بناء طبقي.
غرويات الحديد: ولها دور كبير في تكوين التجمعات ويتضح ذلك في أراضي اللاتيرايت.
المنـــاخ: حيـث أن الريـاح والأمطـار والحـرارة تـؤثر علـى الرطوبة في التربة وعلى الكائنات الحية وعلى كمية الطين المتكون وعلى التمدد والإنكماش وغير ذلك من العمليـات التـي تـتحكم بدرجـة كبيـرة فـي البنـاء الأرضي.
مـادة الأصـل: فهـي تـؤثر علـى نـوع وكميـة الطـين المتكون وبالتالي تؤثر على البناء الأرضي.

تأثير الخدمة الزراعية: إن عمليات الخدمة كالحرث وتوالي الري والجفاف وتأثير عمليات التسميد سواء بالأسمدة العضوية أو المعدنية يؤدي إلى تغيير حالة التجمعات في الأراضي. فيظهر أثر عمليات الخدمة في تأثيرين متضادين أحدهما مساعد والثاني ضار لعمليات التحبب. إذ أن آلات الخدمة والتمهيد تساعد على تفكيك وخلط المادة العضوية وتحت ظروف الرطوبة المناسبة تعمل عمليات الخدمة على تفتيت الأرض وتهيئة مهد ملائم للبذور ولكن استمرار هذه العمليات على مدى الزمن لها أثر ضار معطل فتعمل على سرعة أكسدة المادة العضوية وكذلك تكسير التجمعات الثابتة بواسطة أدوات الخدمة الثقيلة وعلى ذلك فيجب أن تؤدى هذه العمليات بأقل ما يمكن وتحت ظروف رطوبة مناسبة.

التوزيع الحجمي للحبيبات المركبة
Aggregate Size Distribution

تعود أهمية التوزيع الحجمي للحبيبات المركبة في كونه العامل المحدد للتوزيع الحجمي للمسام.

ويستخدم لتقدير التوزيع الحجمي للحبيبات المركبة طريقة النخل الجاف Dry sieving method والجهاز فيها عبارة عن مجموعة من المناخل متوالية في أقطار ثقوبها وتوضع فوق بعضها بدءا بالأكبر قطرا من أعلى وتنتهي بالأصغر قطرا. وتوضع العينة في المنخل العلوي وتحرك مجموعة المناخل بحركة دائرية لأسفل فيتم فصل واحتجاز الحبيبات المركبة ذات الأحجام المختلفة بكل منخل ويتم وزن المحتجز كل على حدة.

والتوزيع لأحجام الحبيبات يعبر عنه بعدة طرق ولكن أكثرها شيوعا هو "القطر المتوسط للأوزان" Mean Weight Diameter (MWD) **والذي يعتمد على أوزان الحبيبات المركبة مختلفة الأحجام.**

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} Xi\ Wi$$

حيث n **= عدد المناخل**

i **= كل مجموعة على حدة**

Xi **= القطر المتوسط لمجموعة أقطار الحبيبات المركبة المفصولة بالمناخل "رقم المنخل".**

Wi **= وزن الحبيبات المركبة داخل هذه المجموعة من الأقطار معبرا عنها كنسبة من وزن العينة الكلية المستخدمة في التحليل.**

$\sum_{i=1}^{n}$ **= المجموع ويشمل وزن كل الأحجام حتى التي أقل من أصغر قطر للمناخل "أي التي تتجمع تحت المناخل"**

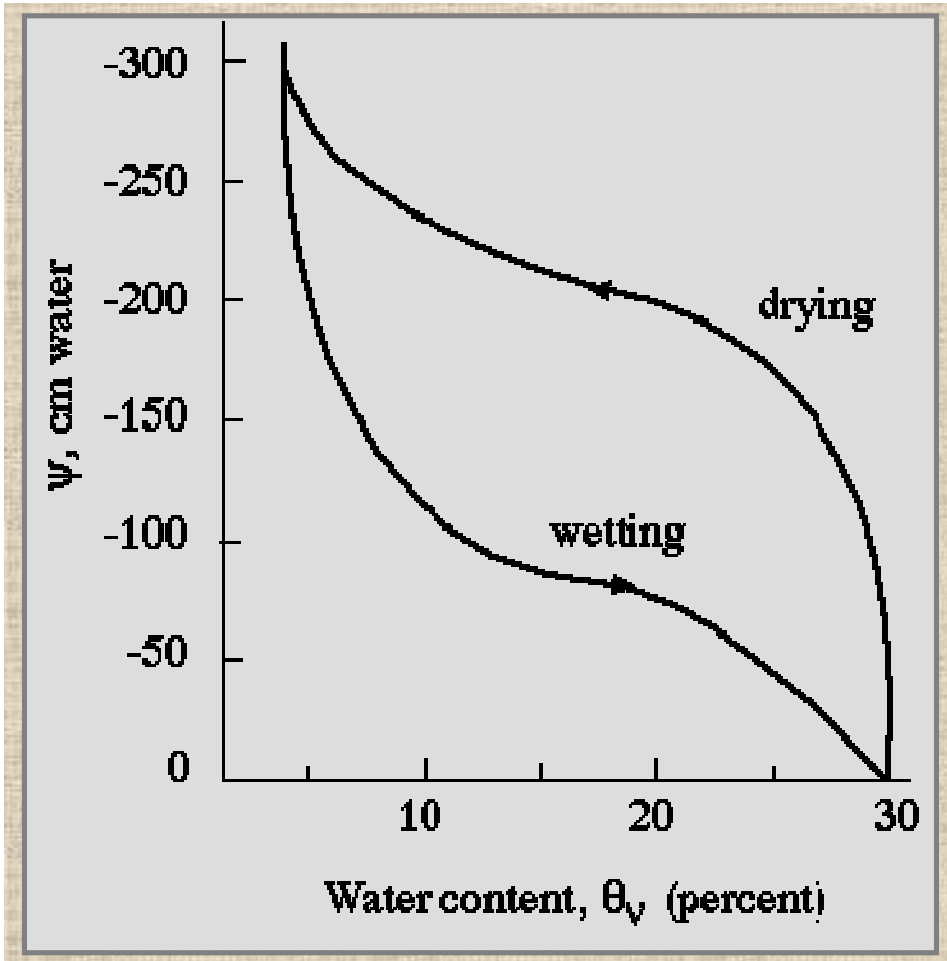
ثبات الحبيبات المركبة Aggregate Stability

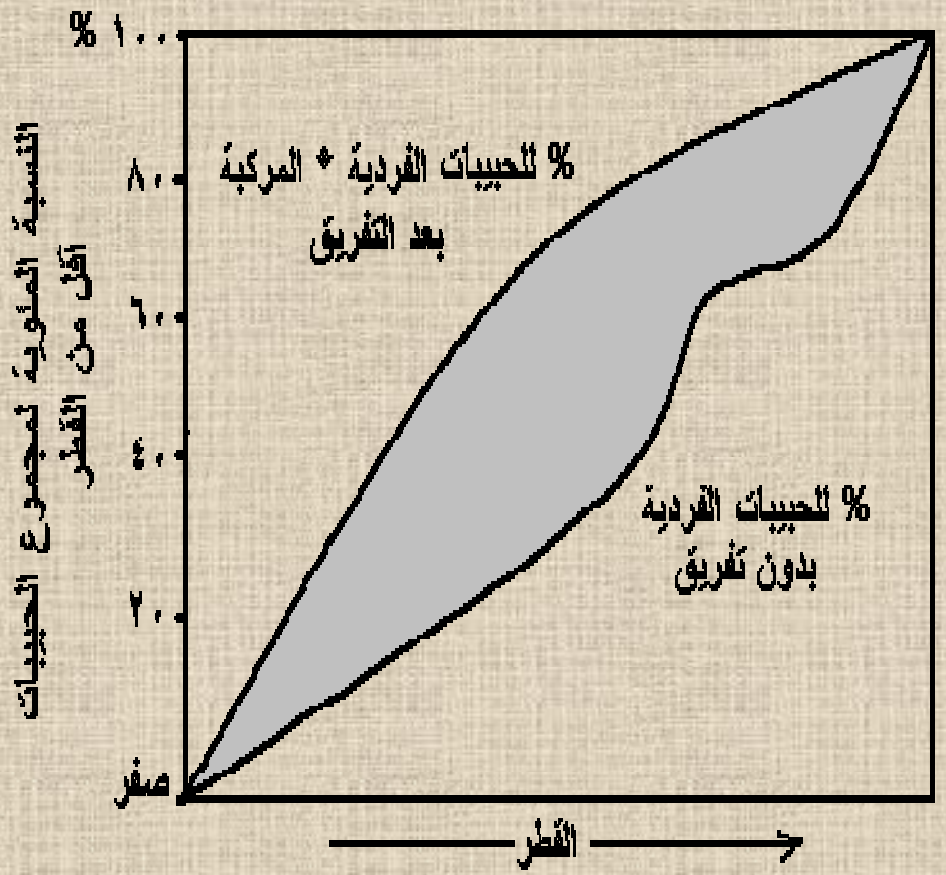
تعد درجة التحبب صفة متغيرة مع الزمن أي أنه يحدث تكسير للحبيبات ثم إعادة تجمع مرة أخرى نتيجة تغير الأمطار والعمليات الزراعية والضغوط الناتجة عن استخدام الآلات الزراعية خاصة الثقيلة منها.

ويعرف ثبات الحبيبات المركبة على أنه: مقاومة الحبيبات المتجمعة للكسر عندما تكون معرضة لقوى التكسير والتفكك

دليل الحبيبات المركبة Aggregation index

من نفس طريقة النخل يمكن أيضا التعبير عن النتائج بما يعرف بدليل الحبيبات المركبة Aggregation index وذلك برسم منحنيين تجميعيين Cumulative curves حيث يمثل المنحنى الأول التوزيع بدون تفريق (حالة عملية النخل الأول) والثاني يمثل التوزيع بعد التفريق (حالة عملية النخل الثانية) والمساحة المظللة بين المنحنيين كلما زادت دل ذلك على ثبات الحبيبات المركبة ضد الماء. وكلما كبر هذا الفرق أي كلما كانت المساحة بين المنحنيين كبيرة دل ذلك على كثرة الحبيبات المتجمعة.





تقدير مقدار التجمع أو التحبب و نسبة التفريق

Dispersion Factor

وذلك بتقدير نسبة السلت والطين بعد تفريق العينة تفريقا تاما كما تقدر نسبة السلت والطين في عينة أخرى بدون تفريق والنسبة بين هذين التقديرين تدل على مقدار التجميع أو نسبة التفريق.

ويتراوح الـ Dispersion Index (DI) **بين صفر و ١٦.**

$$DF = \frac{Clay + silt \text{ in the undispursed soil}}{Clay + silt \text{ in the mechanical analysis}} x100$$

مثـــــال(١)ـــــال

الجدول التالي يعبر عن النسبة المئوية للحبيبات المركبة من وزن العينة الجافة والمطلوب هو حساب القطر المتوسط للأوزان MWD لكل من حالتي النخل الجاف والنخل المبتل.

Aggregate diameter range μm	Mean	Dry sieving %	Wet sieving %
0-200	100	32	51
200-500	350	28	25
500-1000	750	20	15
1000-2000	1500	12	7
2000-5000	3500	8	2

الحـــل(١)ـــــل

باستخدام معادلة القطر المتوسط للأوزان:

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} Xi\ Wi$$

أولا للنخل الجاف: Dry sieving

MWD = (100x0.32) + (350x0.28) + (750x0.20) + (1500x0.12) + (3500x0.08)

= 740 mm

ثانيا النخل المبتل Wet sieving

MWD = (100x0.51) + (350x0.25) + (750x0.15) + (1500x0.07) + (3500x0.02)

= 426 mm

ومن هذا يتضح أن النخل المبتل خفضت MWD من ٧٤٠ إلى ٤٢٦ ميكرومتر وهو يدل على عدم ثبات الحبيبات المركبة ضد الماء.

أي أنه يمكن اعتبار MWD المحسوب لكل من النخل الجاف والمبتل والفرق بينهما.

مثـــــال (٢)

في تجربة أجريت على نوعين من الأراضي إحداهما أرض بكر والأخرى ارض مزروعة تحصلنا على النتائج التالي:

متوسط الأقطار (مم)		% للنخل الجاف		أرض بكر	أرض مزروعة
		أرض بكر	أرض مزروعة		
٠ - ٠.٥	٠.٢٥	١٠	٢٥	٠.٣٠	٠.٥٠
٠.٥ – ١.٠	٠.٧٥	١٠	٢٥	٠.١٥	٠.٢٥
١ – ٢	١.٥	١٥	١٥	٠.١٥	٠.١٥
٢ – ٥	٣.٥	١٥	١٥	٠.١٥	٠.٠٥
٥ - ١٠	٧.٥	٢٠	١٠	٠.١٥	٠.٠٤
١٠ – ٢٠	١٥.٠	٢٠	٧	٠.٠٥	٠.٠١
٢٠ – ٥٠	٣٥.٠	١٠	٣	٠.٠٥	صفر

المطلوب:

حساب الـ MWD مع العلم أن جميع الأرقام محسوبة على أساس الوزن الجاف.

تفسير تأثير زراعة الأرض على صيانة هذه الأرض ومدى تأثرها بعوامل البخر أو التعرية.

مناقشة درجة ثبات التجمعات.

الحـــل(٢)ـــــ

باستخدام معادلة القطر المتوسط للأوزان:

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} Xi\ Wi$$

أولا للنخل الجاف: Dry sieving

أ- في الأرض البكر

MWD = (0.25x0.1) + (0.75x0.1) + (1.5x0.15) + (3.5x0.15) + (7.5x0.2) + (15x0.2) + (35x0.1)

= 0.025 + 0.075 + 0.225 + 0.525 + 1.5 + 3 + 3.5

= 8.85 mm

ب- في الأرض المزروعة

MWD = (0.25x0.25) + (0.75x0.25) + (1.5x0.15) + (3.5x0.15) + (7.5x0.1) + (15x0.07) +f (35x0.03) = 3.85 mm

ثانيا النخل المبتل Wet sieving

أ- في الأرض البكر

MWD = (0.25x0.3) + (0.75x0.15) + (1.5x0.15) + (3.5x0.15) + (7.5x0.15) + (15x0.05) + (35x0.05) = 4.56 mm

ب- في الأرض المزروعة

MWD = (0.25x0.5) + (0.75x0.25) + (1.5x0.15) + (3.5x0.05) + (7.5x0.04) + (15x0.01) + (35x0.0) = 1.16 mm

وتتلخص نتائج حساب MWD في حالة النخل الجاف والمبتل لكل من الأرض البكر والمزروعة في الجدول التالي:

MWD (mm)			
Dry Sieving		Wet Sieving	
أرض بكر	أرض مزروعة	أرض بكر	أرض مزروعة
٨.٨٥	٣.٨٥	٤.٥٦	١.١٦

تفسير تأثير زراعة الأرض على صيانة هذه الأرض ومدى تأثرها بعوامل التعرية:

يتضح من النتائج السابقة الآتي:

من مقارنة نتائج MWD **في تجربة** Dry sieving **لكل من الأرض البكر والمزروعة**

كذلك من مقارنة نتائج MWD **في تجربة** Wet sieving **لكل من الأرض البكر والمزروعة.**

يلاحظ أن الزراعة أدت إلى تفكك في التربة وقلت التجمعات بصفة عامة سواء كانت تجمعات ثابتة Stable aggregates **أو الغير ثابتة** Flocculation **وبالتالي فإن الأرض المزروعة أكثر عرضة للتعرية من الأرض البكر هذا ما يفسر سرعة نضوج الأرض المزروعة عن الأرض البكر ومن الواضح أن هذا الانخفاض الملحوظ في تجمعات التربة قد يرجع لعمليات الخدمة وتأثير جذور النباتات على تحطيم مثل هذه التجمعات.**

مناقشة درجة ثبات التجمعات:

يلاحظ أن نسبة التجمعات بصفة عامة في الأرض البكر أكبر من الأرض المزروعة وقد تصل إلى الضعف بل وأكثر.

ثبات التجمعات في الأرض البكر عند مقارنة النخل الجاف والمبتل لها نجد حوالي ٥٠٪ منها إنخفض الـ MWD من ٨,٨٥ إلى ٤,٥٦مم.

ثبات التجمعات في الأرض المزروعة عند مقارنة النخل الجاف والمبتل وحساب الـ MWD نلاحظ أنه أقل من الأرض المزروعة حيث انخفض من ٣,٨٥ إلى ١,١٦مم.

عند دراسة ثبات التجمعات للأرض البكر بعد زراعتها وجد أن الزراعة أثرت تأثير كبير على ثبات التجمعات حيث انخفضت MWD من ٨,٨٥ إلى ١,١٦مم وهو انخفاض شديد جدا.

ثالثا: السطح النوعي
Specific Surface

أهميته:

عن أهمية السطح النوعي تظهر في كونه مرتبطا ارتباطا وثيقا بعديد من الخواص الطبيعية والكيميائية للأرض مثل السعة التبادلية الكاتيونية والانتفاخ والانكماش والاحتفاظ بالماء وكذلك حركة الماء وادمصاص المبيدات الحشرية على أسطح الحبيبات.....إلخ.

تعريفه:

يعرف السطح النوعي على أنه مجموع مساحة سطوح الحبيبات لكل وحدة كتلة (Sm) **أو لكل وحدة حجم الحبيبات الصلبة** (Sv) **أو لكل وحدة حجم ظاهري أو كلي** (Sb).

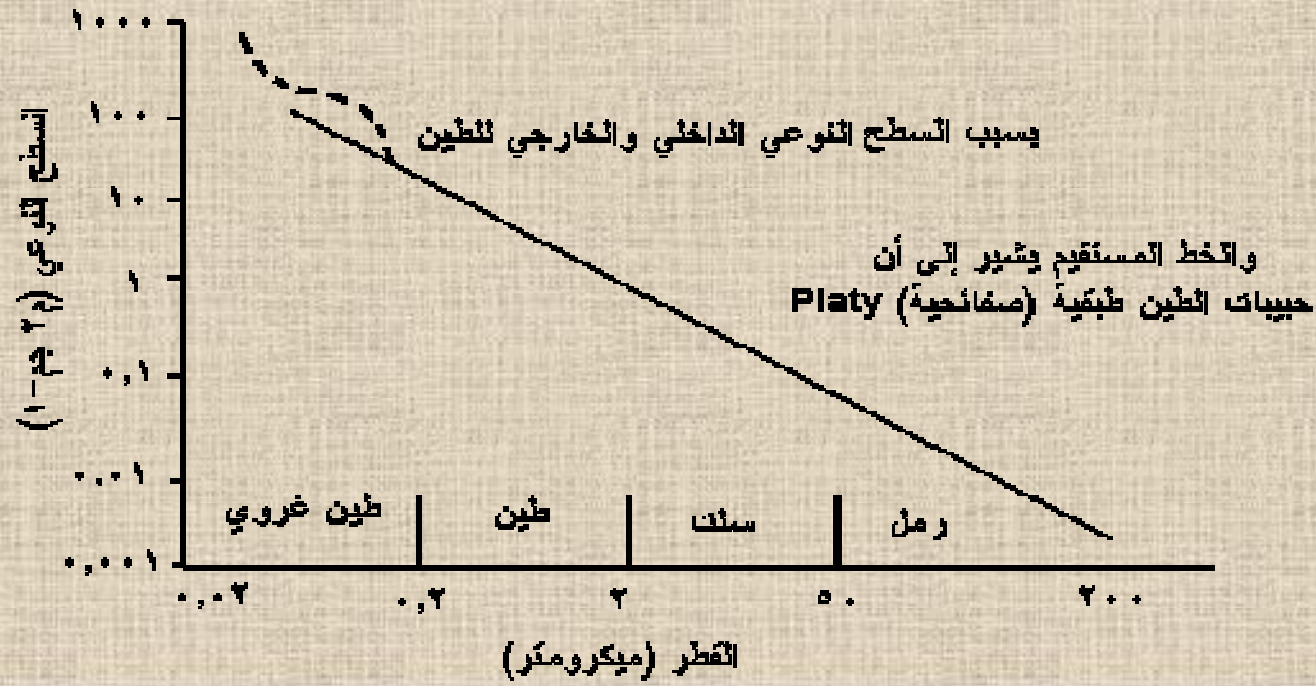
Sm = As / Ms **كتلة الحبيبات الصلبة**

Sv = As / Vs **حجم الحبيبات الصلبة**

Sb = As / Vb **حجم الظاهري**

وحداتها
m2 Kg –1

ويعبر عنه بوحدة م٢ كجم–١ (m^2Kg^{-1}) **أو م٢ جم–١** (m^2g^{-1})
ويتوقف السطح النوعي على أحجام وأشكال الحبيبات. فنجد أنه كلما صغر حجم الحبيبات ازداد معه السطح النوعي كما في الشكل التالي:



العلاقة ما بين حجم حبيبات التربة والقيمة المقدرة للسطح النوعي

كذلك وجد أن الحبيبة المسطحة أو الطبقية أو الصفائحية لها سطح نوعي عالي بالمقارنة بالحبيبات المتساوية الأقطار مثل الكرات أو المكعبات. لهذا نجد أن الطين يساهم بنسبة عالية للسطح النوعي الشكلي للأرض نظرا لأن حبيباته من النوع الطبقي Platy وهذا يظهر بوضوح في الأراضي المتوسطة وكذلك الناعمة القوام حيث تكون قيمة السطح النوعي للطين مقاربة جدا للسطح النوعي للعينة ككل.

ويبين الجدول التالي مدى قيم السطح النوعي لبعض أنواع الطين وكذلك بعض عينات الأرض لثلاثة أنواع من القوام حيث نجد أن معادن الطين ٣:١ لها سطح نوعي أعلى من معادن الطين ١:١ ويزداد هذا السطح النوعي في معادن ٣:١ بزيادة الأسطح الداخلية. أيضا يتضح أنه بزيادة نعومة القوام يزداد السطح النوعي للأرض.

قيم السطح النوعي لبعض معادن الطين وكذلك لبعض أنواع من القوام:

قيم السطح النوعي لبعض معادن الطين وكذلك لبعض أنواع من القوام:

أ- نوع الطين	السطح النوعي (م^{٢} جم$^{-١}$)
مونتموريللونيت	٨٠٠-٦٠٠
فيرميكيوليت	٨٠٠-٦٠٠
ميكـــــــا	١٢٠-٧٠
كلوريت	١٥٠-٧٠
كاؤولينيت	٢٠-١٠
ب- قوام الأرض	
طمي	١٥٠-٥٠
طمي رملي	٤٠-١٠
سلتي	٢٠-٥

تقدير السطح النوعي

يتم تقدير السطح النوعي معمليا بمعرفة كمية السائل القطبي الذي يكون طبقة أحادية الجزئ حول سطح الحبيبات خلال عملية الادمصاص. والسائل الشائع الاستخدام هو جليكول الايثيلين Ethylene glycol **وبخاصة** Ethylene glycol moneethyl (EGME).

وكذلك يمكن تقدير السطح النوعي حسابيا بطريقة تعتمد على شكل وحجم الحبيبات:

فـإذا أخـذنا كمثـال حبيبـة كرويـة لهـا قطـر (d)
فيحسب السطح النوعي كالآتي:

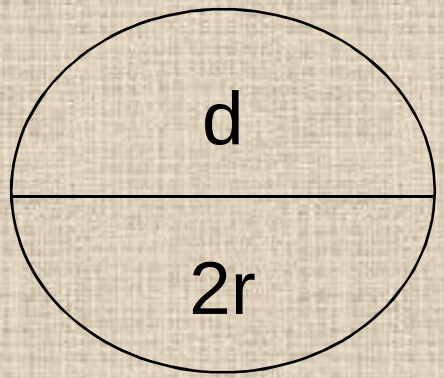
على أساس الحجم:

$$Sv = \frac{A}{V}$$

$A = 4\ \pi\ r^2$ $\qquad$ $A = 4\ \pi\ ¼\ d^2 = \pi d^2$

$V = 4/3\ \pi\ r^3$ $\qquad$ $V = 4/3\ \pi\ 1/8\ d^3 = 1/6\ \pi\ d^3$

$$Sv = \frac{A}{V} = \frac{p\ d^2}{\frac{1}{6} p\ d^3} = \frac{6}{d}$$



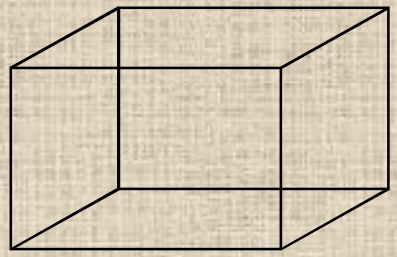
على أساس الكتلة:

الكتلة = الكثافة × الحجم $m = \rho s \times v$

$$Sm = \frac{m.A}{r\ s.V} = \frac{6}{d\ r\ s}$$

حيث ρs **هي الكثافة الحقيقية = ٢٦٥٠ كجم م$^{-٣}$.**

أما في حالة الحبيبة على شكل مكعب طول حرفة L **فيكون:**



$$Sv = 6\ L2 / L3 = 6 / L$$

$$Sm = 6 / \rho s\ L$$

وهنا يمكن الاستفادة من معرفة التوزيع الحجمي للحبيبات في عمل حساب تقديري للسطح النوعي للحبيبات متساوية الأبعاد مثل حبيبات الرمل والسلت فقط بواسطة معادلة المجموع Summation Equation.

$$Sm = (6 / \rho s) \sum (Ci / di)$$

حيث Ci **هي نسبة الحبيبات على أساس الكتلة والتي لها قطر** di.

أما في حالة ما تكون الحبيبة صفائحية أو طبقية Platy **ذات سطح مربع بعرض** L **وسمك** b **فيكون:**

$$Sv = (2L2 + 4\,Lb) / L2\,b$$

$$= (2L + 4b) / (L\,b)$$

$$Sm = (2L + 4b) / (\rho s\,Lb)$$

وحيث أن b **في البسط بالمعادلة السابقة بسيطة جدا بالمقارنة بقيمة** b **في المقام لذا يمكن إهماله في البسط فقط وتصبح المعادلة كما يلي.**

$$Sm = 2 / \rho s\,b$$

مثـــــال(١)ـــــال

احسب بالتقريب السطح النوعي على أساس الكتلة لطين المونتموريللونيت (سمكه ١٠ أنجستروم).

الحـــل(١)ـــــل

حيث أن حبيبات الطين صفائحية أو طبقية Platy فيمكن تطبيق المعادلة التالية:

$$Sm = 2/ \rho s\ b$$

$$b = 10\ Ao$$

$$1\ Ao = 10\text{-}10\ m \qquad 10\ Ao = 10\text{-}9\ m$$

$$Sm = 2 / (2650 \times 10\text{-}8) = 7547.2\ m2Kg\text{-}1.$$

ويلاحظ هنا أن هذه القيمة قريبة من القيمة المقاسة للمونتموريللونيت وهي ٨٠٠م٢كجم-١.

مثـــــال (٢)

تعرف على قوام الأرض ثم قدر السطح النوعي لعينة أرض مكونة من:

٣٠٪ رمل خشن متوسط القطر لمجموعة الحبيبات = ١٠٠٠ ميكروميتر

٥٠٪ رمل ناعم متوسط القطر لمجموعة الحبيبات = ١٠٠ ميكروميتر

٣٠٪ سلت متوسط القطر لمجموعة الحبيبات = ١٠ ميكروميتر

١٠٪ طين سمك الطين = ٥٠ أنجستروم

ثم احسب نسبة مساهمة الطين إلى السطح النوعي الكلي للعينة

الحـــل(٢)ـــــ

العينة تحتوي على ٥٠% + ٢٠% = ٧٠% رمل، ١٠% طين، ٢٠% سلت

<u>التعرف على قوام الأرض:</u>

ونجد أنها في مثلث القوام (قوامها طمي رملي)

<u>أ- حساب السطح النوعي لكل من الرمل والسلت من المعادلة:</u>

$$Sm = (6/\rho s) \sum (Ci/di)$$

باعتبار أن $\rho s = 2650\ Kgm^{-3}$ وبتحويل القطر من mm إلى m بالضرب×١٠ $^{-٦}$

لذا نستنتج أن:

		Coarse Sand	Fine sand	Silt
متوسط القطر	di	0.001	0.0001	0.00001
نسبة الحبيبات	Ci	0.20	0.50	0.20

$$Sm = 8/2650\ [(0.20/0.001) + (0.50/0.0001) + (0.20/0.00001)]$$

$$= 6/2650\ (200+5000+20000)$$

$$= 57\ m^2\ Kg^{-1} \qquad = 0.057\ m^2\ gm^{-1}$$

ب- بالنسبة للسطح النوعي للطين (إيلليت) فيمكن تطبيق المعادلة التالية:

Sm = 2/ rsb

50 Aº= 5 mm = 5x10-9 m

Sm = 2 / (2650 x 5 x 10-9) = 15094.3m2 Kg-1

= 150.9 m2 mg-1

السطح النوعي لـ ١٠% طين هو

Sm = 150943 x 0.1 = 15094.3 m2 Kg-1

= 15.09 m2 mg-1

ج- السطح النوعي الكلي للعينة:

= السطح النوعي (للسلت + الرمل) + السطح النوعي للطين

Total Sm = 57 + 15094.3 = 15151.3 m2 Kg-1

= 15.1 m2 mg-1

د- نسبة مساهمة الطين للسطح النوعي الكلي للعينة:

= (السطح النوعي للطين ÷ السطح النوعي الكلي) × ١٠٠

= (15094.3 / 15151.3) x 100 = 99.63%

أي أنه ١٠٪ من العينة عبارة عن طين لكنها مسئولة عن ٩٩,٦٪ من السطح النوعي الكلي للعينة وعليه فإن معظم الخواص الكيمائية والطبيعية التي يكون لها ارتباط بالسطح النوعي يكون الطين هو المسئول عنها.