مقرر خصوبة التربة و التسميد

لطلاب السنة الثالثة – كلية الزراعة الثانية في السويداء

المحاضرة الثانية

معادن الغضار Clay Minerals :

معادن ثانوية بنيتها البلورية شريحية مطبقة أو سلسلية شريطية ، تتناوب فيها طبقات من رباعيات الوجوه بأخرى من ثمانيات الوجوه ، تتركب كيميائيا من سليكات الألمنيوم ، والمغنيزيوم والحديد المائية وغيرها .

تتكون معادن الغضار غالبا بإحدى طريقتين : إما من تبادل بعض الذرات أو الجزيئات من المعادن الأولية بغيرها من محلول التربة أو عن اتحاد نواتج تهدم المعادن الأولية .

فتبادل بوتاسيوم الميكا مع شوارد الهيدروجين المتميهة (الهيدرونيوم H_3O^+) يؤدي إلى تكوين الإلييّت ، كما يتحول البيوتيت إلى فيرميكوليت بالآلية نفسها ، وهنا لا تتهدم البنية البلورية للمعادن الأولية بل تبقى محافظة على شكلها لتعطي معادن غضار مشابهة لها في البنية .

كما يؤدي تهدم الفلسبار – هيكلي البنية – أو البيروكسين والأمفيبول – شريطية البنية – إلى تكوين مختلف معادن الغضار . وتتعلق نوعية المعدن المتكون بالرقم الهيدروجيني للوسط ونوعية الكاتيونات السائدة في نواتج الهدم والمحلول ، وهذا ما يوضحه المخطط التالي :

فلسبار ← شوارد أو هلامات
- وسط قلوي و Mg و Ca ← مونتموريللونيت
- وسط خفيف الحموضة و K ← إليت
- وسط حامضي و H ← كاولينيت

يرتبط عدد من طبقات رباعيات الوجوه وثمانياتها معاً بروابط خاصة مكونة ما يسمى بالرزمة وترتبط نحو 10-20 رزمة معاً ، مشكلة شريحة بلورية صغيرة تبلغ أبعادها 1-10 ميكرومتر أو اقل .

جدول (1) خصائص بعض معادن الغضار

اسم المعدن	عدد الطبقات في الرزمة	المسافة بين الرزم Å	النسبة الجزيئية SiO_2 $Al2O_3$	سعة الامتزاز مليمكافئ /100 غرام	شكل الحبيبات	الاسترطابية القصوى %
كاولينيت	1:1	7	2	20-5	شرائح سداسية جيدة التشكيل وأحياناً متطاولة	4-2
هالوازيت	1:1	10.8-10	2	25-20	شرائح متطاولة أبرية	20
سمكتيت	1:2	19-10	4	120-80	صفائح سيئة الوضوح ، نادراً ما تكون بشكل سداسي ، تميل لتكوين المجمعات	30
إلّيت	1:2	10	3.5-3	30-20	سيئة الوضوح تكون أحياناً بشكل شرائح سداسية	13
فيرميكوليت	1:2	14-10	4	140-100	فتيتات أنبوبية	نحو20
كلوريت	2:2	14	4	40-10	سيئة الوضوح — مسدسية	8

تصنيف الترب حسب تركيبها الحبيبي:

بما أن المجموعات الحبيبية متباينة في خصائصها وتراكيبها لذا فإن الترب المختلفة في تركيبها الحبيبي ستتباين أيضاً في خصائصها وخصوبتها .

ويُقصد بالتركيب الحبيبي للتربة النسبة المئوية الوزنية التي تشكلها كل مجموعة من المجموعات الحبيبية في هذه التربة . واستناداً إلى تحليل الترب يحدد التركيب الحبيبي لها بطرائق متعددة أكثرها انتشاراً في المدرسة الروسية ما اقترحها العالم Kachinskii .

يعتمد هذا التصنيف على حساب نسبة الطين الفيزيائي أو الرمل الفيزيائي إذ يكفي معرفة إحدى النسبتين لتحديد التركيب الحبيبي المختصر أو التسمية المختصرة ، أما عند الرغبة في تحديد التسمية الإضافية أو المفصّلة فلا بد من حساب نسبة كل من المجموعات الحصوية والرملية والغبارية الخشنة ثم الغضارية ، كما يجب معرفة نمط تكون التربة . وفي هذا التصنيف تسع تسميات مختصرة لتركيب التربة الحبيبي هي : رمل مفكك ، رمل متماسك ، شبه رملي ، طمي خفيف ، طمي متوسط ، طمي ثقيل ، طين خفيف ، طين متوسط ، طين ثقيل .

كما تضاف إلى التسمية درجة تحجر التربة حيث تحسب نسبة الحجارة التي تتجاوز أقطارها 2 مم .

أما تصنيف التربة حسب تركيبها الحبيبي المتبع في الولايات المتحدة الأمريكية ودول أخرى فيعتمد على مثلث التصنيف .

وهو مثلث متساوي الأضلاع ومدرج كل ضلع فيه من الصفر حتى المئة . ويمثل كل ضلع مجموعة حبيبية واحدة ، ويحوي المثلث اثني عشر حقلا يحمل كل منها تسمية حبيبية معينة ، هي: طين ، طين سلت ، طين رملي ، طمي طيني سلتي ، طمي طيني رملي ، طمي رملي ، طمي ، طمي سلت ، سلت ، رمل طميي ، رمل .

الأهمية الزراعية لتركيب التربة الحبيبي :

يؤدي التركيب الميكانيكي للتربة دوراً مهماً في التأثير في خصائص التربة ، الفيزيائية والميكانيكية والمائية والكيميائية وغيرها ، ويرتبط بهذا التركيب كثير من عمليات تكوين التربة الخاصة بتحول المواد وحركتها وتجمعها . كما أن النظم المائية والهوائية والحرارية والغذائية للتربة ترتبط بتركيبها الميكانيكي .

لذا يمكن لهذا التركيب أن يعطي فكرة أولية عن مستوى خصوبة التربة ومقدرتها الإنتاجية . فمن المعروف أن الترب الرملية فقيرة بالعناصر المغذية للنبات وقليلة الاحتفاظ بالماء ، غير أنها سهلة الخدمة ، لهذا تدعى تربا خفيفة ، أما الترب الطينية فهي ذات سعة رطوبة عالية وتحتفظ بالماء مدة طويلة ، غير أن نفاذية الماء فيها قليلة ، وهي غنية عادة بالعناصر المغذية للنبات .

تتصف الترب الطينية عادة بسوء خصائصها الفيزيائية إذا كانت عديمة التحبب فقيرة بالدبال ، وهي صعبة الفلاحة لذا تدعى الترب الثقيلة ، وهي لا تلائم كثيراً من المحاصيل الزراعية .

تحتل الترب الطمية (شبه الطينية) مكاناً وسطاً بين الترب الرملية والطينية إذ تجمع عادة الصفات الجيدة للتربتين المذكورتين ، وتعد أكثر الترب ملاءمة لمعظم المحاصيل الزراعية وخاصة الخضر والفاكهة . ويمكن تعريف الطمي بأنه التركيب الذي يتساوى فيه تأثير الرمل والطين .

يحظى التركيب الميكانيكي للتربة وموادها الأم بأهمية كبيرة عند تصميم شبكات الري والصرف ، لما له من تأثير مباشر في سرعة رشح الماء وصرفه. ويعد هذا التركيب من الخصائص الثابتة للتربة ، إذ يصعب تغييره إلا باستخدام تقانات وإجراءات عديدة في الاستصلاح .

تعدّ المادة العضوية المصلح الرئيس للترب الرملية والترب الطينية على حد سواء ، إذ تعمل على تحسين خصائص كل منهما . وتجدر الإشارة إلى أن تحسين بنية التربة يحد من الخصائص غير المرغوبة في التركيب الميكانيكي .

المادة العضوية في التربة
Soil Organic Matter

تعد المادة العضوية في التربة إحدى مكوناتها المهمة والدائمة ، وتختلف نسبتها من تربة لأخرى ومن أفق لآخر . وتقسم حسب درجة تفسخها إلى ثلاث مجموعات :

أ- مخلفات نباتية غير متفسخة .

ب- مخلفات نصف متفسخة .

جـ- الدبال ، وهو أكثر المواد العضوية أهمية في التربة ، وسيعرض بشيء من التفصيل .

الدبال Humus : مواد معقدة داكنة اللون ، تتوزع في التربة بشكل منتظم وترتبط بمعادنها بعلاقة وثيقة . وللدبال خصائص فيزيائية محددة وتركيب كيميائي شبه ثابت ، ولقد لوحظت منذ القدم العلاقة الطردية بين خصوبة التربة ومحتواها الدبالي .

بدأت دراسة الدبال على نطاق واسع في النصف الأول من القرن التاسع عشر على يد : شبيبرينغل في ألمانيا ، مولدير في هولندا ، برتسيلوس في السويد ، وجرمان في روسيا ، إذ عرفوا الدبال بأنه مواد معقدة داكنة اللون تتألف من حمض الكرينيك Crenic والأبوكرينيك Apocrenic والهيوموميك Humic ، ومن مواد خاملة الألمين Ulmin ، والهيومين Humin واستعملت طرائق كيميائية متعددة لفصل الدبال وتقدير مكوناته ، ولم ينظر إليه إلا من الوجهة الكيميائية .

تركيب الدبال:

يتألف الدبال من مجموعتين رئيستين من المواد، هما المواد الدبالية الخاصة وتشكل 85-90% من وزن الدبال وتضم الحموض الهيومية والفولفية والهيومين، ثم المواد الدبالية غير الخاصة وتضم المركبات الآزوتية، مائيات الكربوهيدرات والدهون والراتنيجات، والحموض العضوية بالإضافة إلى الخشبين ، والقطران ، والكحول، والدهيدات وغيرها...

1- الحموض الهيومية: Humic acids

هي حموض عضوية عملاقة الجزيئات، تحتوي على الآزوت ، حلقية البنية، لا تنحل بالماء أو في الحموض المعدنية، ولكنها تنحل في القلويات ليصبح لون محلولها غامقاً يتأرجح بين الكرزي والبني الأسود، (PH) المعلق المائي للحموض الهيومية يبلغ نحو (3) وتترسب هذه الحموض من محاليلها بواسطة هيدروجين الحموض غير العضوية أو بالكاثيونات ثنائية وثلاثية التكافؤ.

يختلف التركيب العضوي للحموض الهيومة والفولفية في دبال الترب المختلفة حسب الجدول التالي:

العناصر	الحموض الهيومية	الحموض الفولفية
كربون	62-50	49-44
الأكسجين	40-31	49-44
هيدروجين	6-2.8	5-3.5
آزوت	6-2	4-2

تضم الحموض الهيومية عناصر الرماد بنسبة 1-10% من وزنها ولكنها لا تعد مكونات ثابتة في جزيئة تلك الحموض وإنما تتحد معها نتيجة للتفاعلات الكيمياية، كما تحوي مجموعات الكربوكسيل وهيدروكسيل الفينول التي تسبب الخصائص الحمضية وتكوين الأملاح الهيومية، ويتعلق تشرد هيدروجين المجموعات الوظيفية بقيمة PH حيث يكون على أشده في الوسط القلوي إذ يتشرد هيدروجين الكربوكسيل والهيدروكسيل، وفي هذه الحالة تصل السعة التبادلية للحموض الهيومية إى 700 مل تكافئ لكل 100 غ منها، أما متوسط السعة التبادلية فتقع بين 350-500 مل تكافئ / 100غ، ولم يعرف الوزن الجزيئي لهذه الحموض بالضبط، إذ تعطي الطرائق المختلفة المتبعة في تقديره إختلافات كبيرة وهو يقع بين 400-100000، تتصف جزيئية الحموض الهيومية بشكل كروي، ولنواتها بنية شبكية منتطة، وهذا يشير إلى زيادة كربنة وتكاثف نواة هذه الحموض.

وتنتشر الحموض الهيومية في الترب بصورة رئيسة كهلامات Gels، وهي تتحلمه بشكل ضعيف بتأثير الحموض غير العضوية ولكنها تنحل في

القلويات. وتتفاعل هذه الحموض مع العناصر المعدنية في التربة مكونة الهيومات، وهي أملاح معدنية- عضوية معقدة يمكنها أن تمتز بشكل قوي وثابت على سطوح معادن الغضار، وتكون هيومات القلويات جيدة الانحلال في الماء لتكون محاليل حقيقية وغروية داخل مقطع التربة، ويلاحظ هذه الظاهرة بشكل واضح في ترب السولاتس السولدية وفي الترب المقلونة.

أما هيومات القواعد الأرضية فإنها لا تنحل في الماء وتثبت في التربة بصورة هلامات تعمل على لصق العناصر الميكانيكية مكونة متجمعات ترابية ثابتة في الماء.

ويعمل تفاعل الحموض الهيومية مع الأكاسيد نصف الثلاثية R_2O_3 على تكوين مركبات معقدة، كما أن تفاعلها مع الحديد يؤدي إلى ربطه بثبات حيث لا يشارك في تفاعلات التبادل، ولا تنطبق هذه القاعدة على الألمنيوم إذ يستطيع قسم منه بعد اتحاده مع هذه الحموض أن يشارك في التفاعلات التبادلية.

تتصف هيومات الحديد بشدة ثباتها عند (PH) بين 4-9 أما هيومات الألمنيوم فتكون ثابتة عند PH بين 4-8 وعند ارتفاع (PH) أكثر من ذلك تتعرض المعقدات للحلمهة، إن تكوين المعقدات المعدنية العضوية يؤدي إلى تثبيتها بقوة في التربة، وتعد هذه الحموض أجود مكونات الدبال في الوجهة الزراعية.

2- الحموض الفولفية Fulvic acids:

وهي حموض عضوية عملاقة الجزئيا تحتوي على الآزوت، ألوان محاليلها من الأصفر إلى البرتقالي، كما تتصف بجودة انحلالها في الماء والحموض والقلويات، ويقع الـ(PH) محاليلها المائية بين 2.2-2.8.

تتشابه هذه الحموض مع الهيومية في بنيتها إلا أن نواتها أقل وضوحاً مما يدل على انخفاض درجة تكاثفها مما يسبب اللون الفاتح.

تحتوي هذه الحموض على المجموعات الوظيفة التي تحتويها الحموض الهيومية مع اختلاف كميتها، حيث أن النسبة بين المجموعات السلسلية والحلقية في الحموض الفولفية عالية مما يؤدي إلى شدة شراهتها للماء وذوبانها كما تصبح أكثر قدرة على تكوين المعقدات وربط المجموعات الوظيفية والتبادل، وتبلغ السعة التبادلية للحموض الفولفية 700 مل يكافئ /100غ.

تتميز فولفات العناصر القلوية – والقلوية الأرضية بجودة انحلالها، أما فولفات الحديد والألمنيوم فهي منحلة جزئياً وقادرة على الحركة مع العلم أن انحلال فولفات الحديد أشد من انحلال فولفات الألمنيوم، تتعلق مقدره هذه المعقدات درجة تشبعها.

تتصف الحموض الفولفية بشدة وضوح الخصائص الحمضية، وتشارك بفعالية كبيرة في التجوية الكيميائية، ونظراً لقابلية الفولفات على الحركة السريعة فإنها تعمل على إفقار التربة بالمركبات المعدنية والعضوية، وتجدر الإشارة إلى أن النشاط الكيميائي للحموض الفولفية ينخفض فيما لو ازداد محتوى الحموض الهيومية في الدبال.

3- الهيومين Humin:

هو الجزء الدبالي الذي لا يستخلص من التربة منزوعة الكالسيوم بواسطة القلويات، ويمكن استخلاصه بشكل تام تقريباً عند معاملة التربة بالحموض والقلويات على التوالي، ويتكون الهيومين بمعظمه من المجموعات الهيومية والفولفية المستخلصة بالقلويات، وترتبط هذه الحموض في الهيومين بشكل قوي.

3- دور الدبال في تكوين الترب وخصوبتها:

يعد الدبال أحد أهم مكونات التربة من المؤشرات الدالة على درجة خصوبتها، ولقد لوحظت العلاقة بين محتوى الدبال وخصوبة التربة منذ القدم، فعند تحلل الدبال يتحرر كثير من العناصر الغذائية للنباتات لتدخل في محلول التربة، علماً أن سرعة تفسخ الدبال أبطأ كثيراً من تفسخ المخلفات العضوية الطازجة، إذ دلت الدراسات على أن 60-70% من المواد العضوية الطازجة والمضافة إلى التربة المفلوحة يتفسخ خلال السنتين الأولى والثانية، أي خلال ما يدعى بمرحلة التعدن النشط Active mineralization بينما لا تتفسخ من المركبات الدبالية سوى 1.5-2% سنوياً.

ويمكن إيجاز دور الدبال بالآتي:

1- يمد التربة بالعناصر المغذية للنباتات مثل الكالسيوم، والكبريت، والفوسفور، والحديد وكثير من العناصر الصغرى.

2- يزيد من سعة امتزاز التربة الكاتيوني نظراً لارتفاع سعة امتزازه.

3- يحسن ظروف تغذية النبات بالكربون لأنه يحرر كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون عند تفسخه، كما ينشط عمليات الأكسدة والاختزال عند امتصاص النبات لأشكاله الذائبة.

4- ساعد على خفض الأس الهيدروجيني (PH) والإقلال من التأثير القلوي في ترب المناخات الجافة، كما يحد من التغيرات الشديدة في الـ PH.

5- يعمل على تكوين مجمعات ترابية جيدة الخواص سواء في الترب الطينية أو في الرملية مما يحسن خواصها المائية الهوائية وبالتالي الخصوبية.

6- يحد من شدة كثير من الخصائص الفيزيائية الميكانيكية السيئة مثل اللزوجة والصلابة والتماسك والمقاومة النوعية للحراقة وغيرها مما يحسن نمو المزروعات ويرفع إنتاجيتها.

7- إن كل غرام واحد من الكربون الموجود في الدبال يختزن نحو 9 كيلو حريرة تتحرر هذه الطاقة عند تفسخ الدبال لتمد الكائنات الحية الدقيقة باحتياجاتها من الطاقة، مما يساعد في تحرير كثير من العناصر المغذية وإتاحتها للمزروعات.

8- يساعد على امتصاص التربة لأشعة الشمس وبالتالي يرفع حرارة التربة في الفصل البارد ويمكن من التبكير في موعد الزراعة الربيعية.

ويمكن تلخيص ما سبق بالقول إن الدبال يحسن الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة ويمدها بالطاقة، لذا تعد المحافظة على الدبال في التربة من الأمور المهمة الواجب مراعاتها، ويمكن أن يتحقق ذلك بتوفير الظروف الملائمة لعملية تكوين الدبال وذلك بإضافة الأسمدة العضوية بأنواعها كافة، واستصلاح الأراضي القلوية والمالحة، واستعمال دورات زراعية ملائمة وإجراء عمليات الخدمة التي توفر نظماً مائية حرارية هوائية جيدة في التربة.