الفصل الثاني:
العوامل التربوية وعلاقتها بالكائنات الحية

مقدمة: تمثل التربة Le sol الطبقة السطحية للقشرة الأرضية. ويتميز هذا الوسط بمجموعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية التي تؤثر على تواجد الكائنات الحية وعلى توزيعها.

- **فما هي خاصيات التربة وكيف تؤثر على توزيع الكائنات الحية؟**
- **ما هو دور الكائنات الحية في تشكل التربة؟**
- **كيف يمكننا الحفاظ على التربة وتحسين مردوديتها؟**

I – الخاصيات الفيزيائية والكيميائية للتربة .

① مكونات التربة

أ – ملاحظات وتجارب: أنظر الوثيقة 1.

الوثيقة 1: الخاصيات الفيزيائية والكيميائية للتربة.

★ فصل مكونات التربة عن طريق الترسيب:
نضع عينة من تربة في مخبار مدرج كبير الحجم ثم نضيف إليه الماء إلى أن يغمره تماما. نسد المخبار بكف اليد ثم نمزج الخليط جيدا. نضع المخبار فوق الطاولة دون تحريك. نشاهد عن قرب فصل مكونات هذا الخليط أثناء الترسب (الشكل أ).

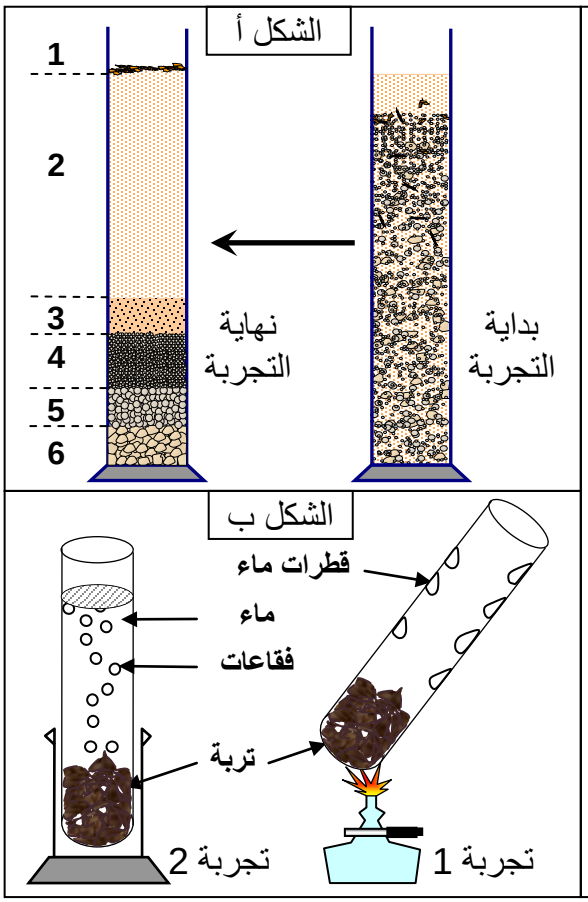
1) لاحظ نتيجة المناولة ثم أعط الأسماء المناسبة لعناصر الوثيقة.

1= مادة عضوية ، 2 = ماء عكر ، 3 = طمي
4= رمل دقيق ، 5 = رمل خشن ، 6 = حصى

2) ماذا تستنتج من هذه الملاحظات؟

★ تجربة 1: نعرض عينة من التربة للتسخين، فنحصل على النتيجة المبينة في الشكل ب.
★ تجربة 2: نضع عينة من التربة في مخبار، ثم نغمرها بالماء. النتيجة مبينة على الشكل ب من الوثيقة.

3) ماذا تستخلص من معطيات هذه التجارب اذا علمت أن التربة تحتوي على متعضيات حية؟



★ فصل مكونات التربة عن طريق الترسيب:

1) تترسب الحبيبات المكونة لخليط التربة بسرعة تختلف باختلاف حجمها ووزنها، فالحبيبات كبيرة الحجم والثقيلة هي التي تترسب أولا ثم تليها الأقل منها حجما ووزنا، وبذلك نحصل على طبقات أفقية منضدة.
أسماء العناصر المرقمة: أنظر الوثيقة.

2) نستنتج من هذه الملاحظة أن التربة تتكون من جزأين أساسيين:
- ✓ جزء عضوي يتشكل من بقايا النباتات والحيوانات.
- ✓ جزء معدني يضم حصى، رمل، طمي، وطين.

3) إن ظهور قطرات ماء على جدار الأنبوب خلال التجربة 1 يعني أن التربة تحتوي على الماء. وظهور فقاعات منبعثة من التربة خلال التجربة 2 يعني أن التربة تحتوي على غازات.
نستنتج من هذا أن التربة تحتوي على الماء وغازات بالإضافة إلى كائنات حية.

ب – خلاصة:

تتكون التربة من:

- ✓ جزء صلب يتكون من مواد عضوية ومواد معدنية، ويدخل ضمن مكوناتها الفيزيائية.
- ✓ جزء سائل وغازي، يتشكل من الماء والمواد الذائبة فيه، بالإضافة إلى الغازات التي تحتل الفجوات الداخلية للتربة، وتدخل هذه العناصر ضمن مكوناتها الكيميائية.
- ✓ مكونات عضوية حية، وتتمثل في الحيوانات والنباتات التي تعيش بداخلها وعلى سطحها، وتدخل هذه العناصر ضمن مكوناتها الإحيائية.

② خصائص التربة:

أ – الخاصيات الفيزيائية:

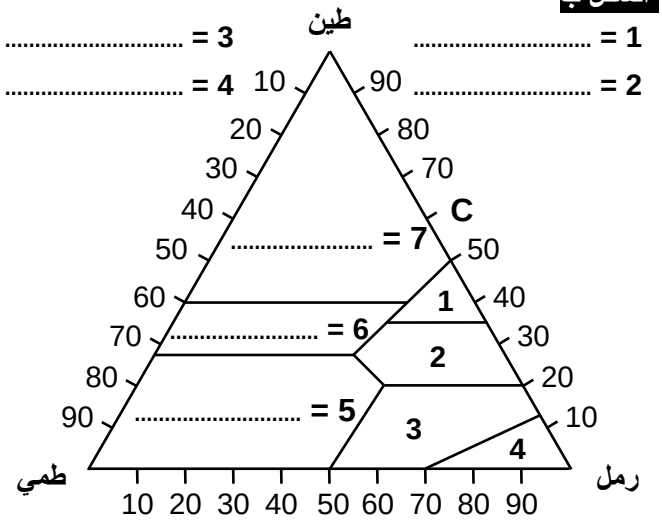
a – قوام التربة: أنظر الوثيقة 2.

الوثيقة 2: قوام التربة .

يوضح الشكل أ، سلم التحليل الحبيبي للتربة. ويعطي الشكل ب، مثلث قوام التربة.

1) فيما يفيدك التحليل الحبيبي للتربة؟
2) عرف قوام التربة ثم سم مختلف مجالات المثلث.
3) حدد قوام التربة بالنسبة لتربة تتكون من 60% طمي + 35% طين + 5% رمل.

الشكل ب



الشكل أ

1) تختلف العناصر المعدنية المكونة للتربة من حيث طبيعتها وقدها (رمل، طمي، طين، حصى ...) وهكذا يسمح التحليل الحبيبي للتربة من تحديد القوام المعدني لهذه التربة باستعمال الأخطوط الثلاثي المحدد لقوام التربة.

2) يتركز تعريف القوام على قد الحبيبات. ويمكن تحديد مجموعة من أنواع القوام، وذلك حسب القد وحسب النسب المئوية لمكونات التربة.

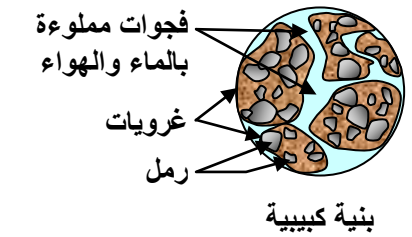
مجالات مثلث قوام التربة:

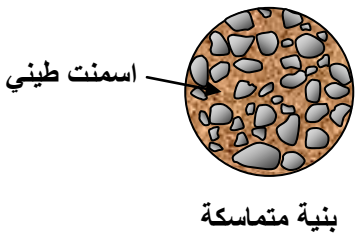
1 = تربة طينية – رملية ، 2 = تربة رملية – طينية ، 3 = تربة رملية – طمية ، 4 = تربة رملية، 5 = تربة طمية، 6 = تربة طينية – طمية، 7 = تربة طينية.

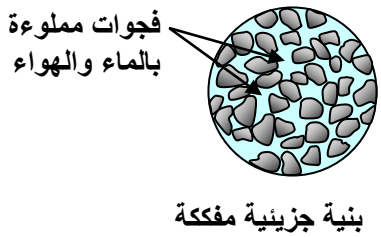
3) بالنسبة لتربة تتكون من 60% طمي + 35% طين + 5% رمل، القوام هو تربة طينية طمية.

b – بنية التربة: أنظر الوثيقة 3.

الوثيقة3: بنية التربة. يوضح الشكل أسفله مختلف بنيات التربة.انطلاقا من ملاحظة ومقارنة معطيات هذه الوثيقة، عرف بنية التربة، وبين ما تأثيرها في خاصيات التربة؟







تمثل البنية الكيفية التي تتجمع بها حبيبات التربة،ويمكن التمييز بين ثلاث بنيات مختلفة:

- ✓ بنية مفككة: عندما تكون التربة مكونة من حبيبات مختلفة القد مع غياب الرابط بينها. ستكون هذه البنية راشحة للماء.
- ✓ بنية متماسكة: عندما تكون التربة مكونة من حبيبات مرتبطة بجزيئات طينية. ستكون هذه البنية غير نافذة للماء والهواء.
- ✓ بنية كبيبية: عندما تكون الحبيبات متجمعة على شكل رصراصات بواسطة المركب الذبالي الطيني. ستحتوي هذه البنية على فجوات تسمح بمرور الماء والهواء.

إذن البنية هي التي ستحدد مسامية التربة وقابليتها لنفاذ الماء.

c – مسامية التربة:

المسامية هي نسبة الفراغات الموجودة بين حبيبات التربة.

d – النفاذية:

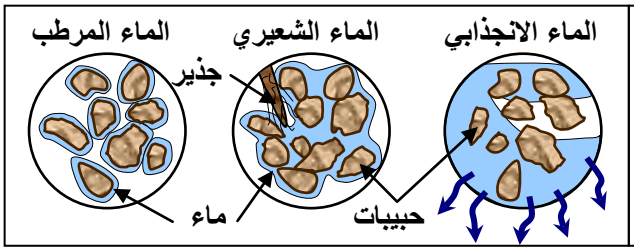
تحدد بحجم الماء النافذ من التربة خلال وحدة زمنية، أو السرعة التي ينفذ بها الماء من سطح الأرض ويتخللها عن طريق الترشيح إلى الطبقات السفلى.

ب – الخاصيات الفيزيائية وتوزيع الماء في التربة:

a – حالات الماء في التربة: أنظر الوثيقة 4.

الوثيقة 4: حالات الماء في التربة

تعطي الوثيقة تمثيلا تخطيطيا لمختلف أشكال الماء في التربة. انطلاقا من هذه الوثيقة تعرف مختلف حالات الماء في التربة، وبين سلوك النبات اتجاه كل حالة.



يوجد الماء في التربة على ثلاث حالات:

- ✓ الماء ألانجذابي = الماء الحر = Eau de gravité: يشغل هذا الماء فجوات التربة الكبيرة، وينساب عن طريق التصريف، إلا إذا كانت التربة سيئة التصريف. في هذه الحالة يسبب هذا الماء اختناق جذور النباتات.
- ✓ الماء الشعيري = Eau capillaire: ماء يحتفظ به داخل المسام الدقيقة على شكل أشرطة سميكة. يمتص بسهولة من طرف النباتات لدى يندرج في إطار الماء القابل للامتصاص.
- ✓ الماء المرطب = Eau hygroscopique: ماء شديد الارتباط بحبيبات التربة، الشيء الذي يحول دون استعماله من طرف النباتات.

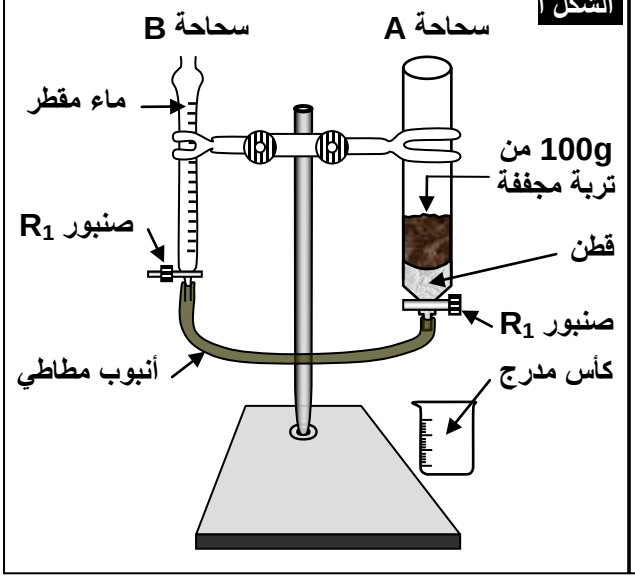
b – تأثير قوام التربة على المسامية والنفاذية: أنظر الوثيقة 5.

الوثيقة 5: تأثير قوام التربة على المسامية والنفاذية

لقياس قدرة الاحتفاظ بالماء ونفاذية التربة يمكن استعمال التركيب التجريبي أمامه.

- نملأ السحاحة B بالماء، والسحاحة A بعينة من التربة.
- نفتح الصنبور R1 فيصعد الماء في التربة، وعندما يصل إلى سطحها نغلق R1 ونسجل حجم الماء V1 الذي تسرب. يقابل V1 المسامية الإجمالية للعينة المدروسة.
- نزيل الأنبوب المطاطي من السحاحة A ثم نفتح R1 فينساب الماء في الكأس المدرج، نسجل زمن سقوط أول نقطة في الكأس (t1) . وعند توقف انسياب الماء في الكأس نسجل زمن سقوط آخر نقطة (t2)، وكذلك حجم الماء V2 في الكأس والذي يقابل حجم الفراغات المملوءة بالهواء أو المكرومسامية.

الشكل أ



(تابع) الوثيقة 5: تأثير قوام التربة على المسامية والنفاذية.

- V2 – V1 يقابل حجم الماء المحتفظ به في التربة أو الميكرومسامية = قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء = La capacité de rétention (Cr).

يعطي جدول الشكل ب النتائج التجريبية المعبر عنها بـml في 100g لثلاث عينات مختلفة من التربة.
أحسب مسامية ونفاذية مختلف عينات التربة. ماذا تستنتج؟

الشكل ب	تربة رملية	تربة طميية	تربة طينية
V_1	5	21	27
V_2	3	11	12
t_1 (S)	10	15	25
t_2 (S)	13	40	120

⇦ قدرة الاحتفاظ بالماء Capacité de rétention Cr: $Cr = V_1 - V_2$

⇦ النفاذية Perméabilité P: $P = V_2/(t_2 - t_1)$

	تربة رملية	تربة طميية	تربة طينية
V_1 (ml) = الحجم الكلي للماء	5	21	27
V_2 (ml) = حجم الماء ألانجذابي	3	11	12
t_1 (S) = زمن سقوط أول نقطة	10	15	25
t_2 (S) = زمن سقوط آخر نقطة	13	40	120
$V_1 - V_2$ (ml) = قدرة الاحتفاظ بالماء	2	10	15
$V_2/(t_2 - t_1)$ (ml / S) = النفاذية	3/(13-10) = 1	11/(40-15) = 0.44	12/(120-25) = 0.12

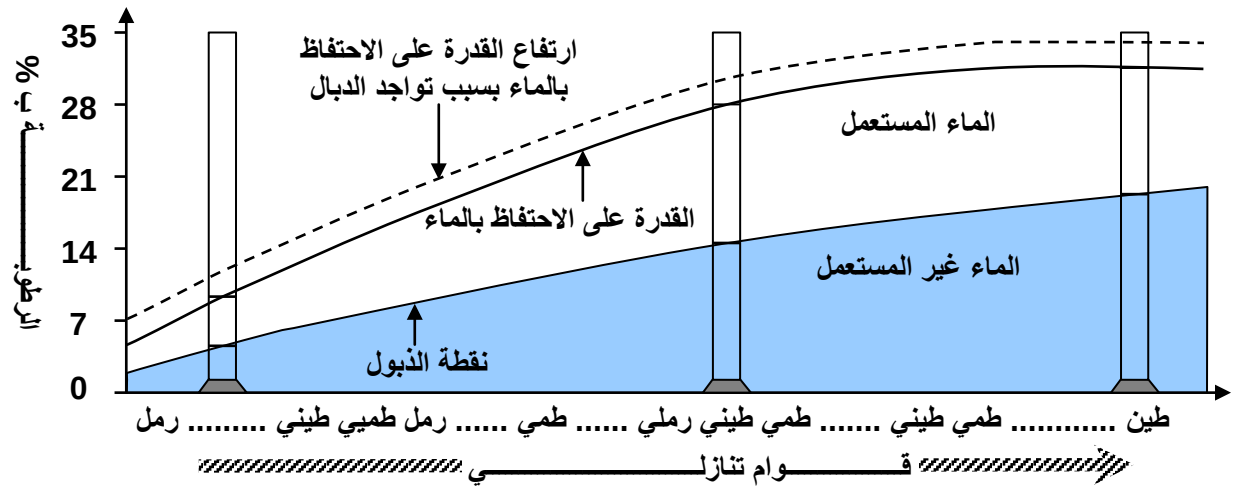
نلاحظ أن قدرة الاحتفاظ بالماء تختلف حسب نوع التربة. فالتربة الرملية لها قدرة ضعيفة على الاحتفاظ بالماء مقارنة بالتربة الطينية التي لها قدرة كبيرة على الاحتفاظ بالماء.
نستنتج من خلال هذه الدراسة أن:

- ✓ قدرة الاحتفاظ بالماء والنفاذية عاملان يتغيران في اتجاه معاكس، فكلما زادت نفاذية التربة، انخفضت قدرتها على الاحتفاظ بالماء، والعكس صحيح.
- ✓ قدرة الاحتفاظ بالماء والنفاذية تتغير حسب قوام التربة: فكلما زاد قد حبيبات التربة كلما قلت قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وذلك راجع إلى زيادة حجم المسام بين حبيبات التربة.

c – تغير قدرة الاحتفاظ بالماء ونقطة الذبول حسب قوام التربة: أنظر الوثيقة 6.

الوثيقة 6: تغير قدرة الاحتفاظ بالماء ونقطة الذبول حسب قوام التربة.

بعد تعريف نقطة الذبول حلل معطيات الوثيقة أسفله ثم استنتج.



★ تعريف نقطة الذبول Point de flétrissement (Pf): تمتص النباتات الماء من التربة بواسطة الجذور. يستمر هذا الامتصاص إلى حد معين يبدأ بعده النبات في الذبول وذلك لأن كمية الماء المتبقية في التربة غير قابلة للامتصاص. ونقطة الذبول إذن هي النسبة المئوية من وزن التربة إلى كمية الماء التي لا تزال موجودة في التربة عندما تبدأ النباتات في الذبول بصفة مستديمة.

$$Pf = \frac{\text{كمية الماء}}{\text{كمية التربة}} \times 100$$

★ تتغير القدرة على الاحتفاظ بالماء مع تغير قوام التربة وبنيتها، فهي التي تحدد مدى نفاذية التربة ومدى تصريف الماء بها. فكلما كانت حبيبات التربة صغيرة كلما كانت قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء مرتفعة.
كما أن الدبال يزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

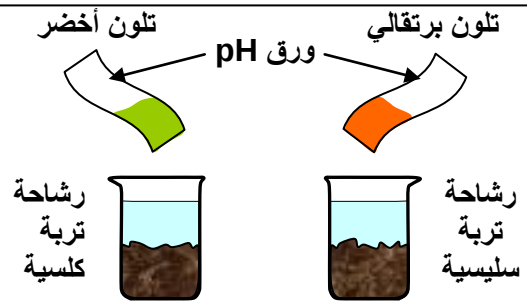
ج – الخاصيات الكيميائية:

a – علاقة التركيب الكيميائي للتربة بحمضيتها: أنظر الوثيقة 7.

الوثيقة 7: علاقة التركيب الكيميائي للتربة بحمضيتها.

نصب كمية من الماء المقطر في عينة تربة داخل إناء، ثم نقوم بترشيح الخليط، للحصول على رشاحة التربة. بعد ذلك نقوم بقياس حمضية التربة بواسطة ورق pH، أو بواسطة الكواشف الملونة، أو بواسطة جهاز مقياس pH. أنظر الشكل أمامه. (يعكس pH تركيز ايونات الهيدروجين H^+ بالتربة $[H^+] = 10^{-Ph}$).

ماذا تستخلص من نتائج هذه المناولة؟



قياس pH التربة باستعمال ورق pH

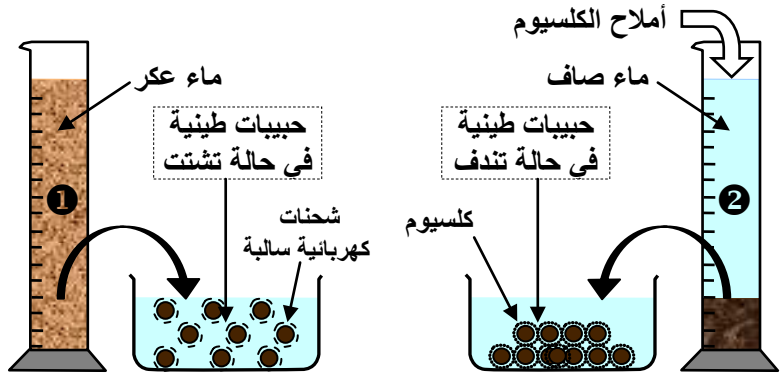
نلاحظ أن pH التربة يتغير بتغير طبيعة التربة. نستخلص من هذا أن الصفات الكيميائية للتربة ترجع إلى نسبة العناصر المعدنية الموجودة بها، فالتربة السيليسية الحمضية غنية بالسيليسيوم وتفتقر للكلسيوم، بينما تحتوي التربة الكلسية على نسبة مرتفعة من ايونات الكلسيوم.

b – تأثير أيونات الكالسيوم على حبيبات الطين: أنظر الوثيقة 8.

الوثيقة 8: تأثير أملاح الكلسيوم على الطين.

أنجز المناولة الممثلة على الشكل أمامه.
غياب ايونات الكلسيوم في الأنبوب ❶.
وجود ايونات الكلسيوم في الأنبوب ❷.

انطلاقا من نتائج هذه المناولة، استنتج تأثير ايونات الكلسيوم على حبيبات الطين.



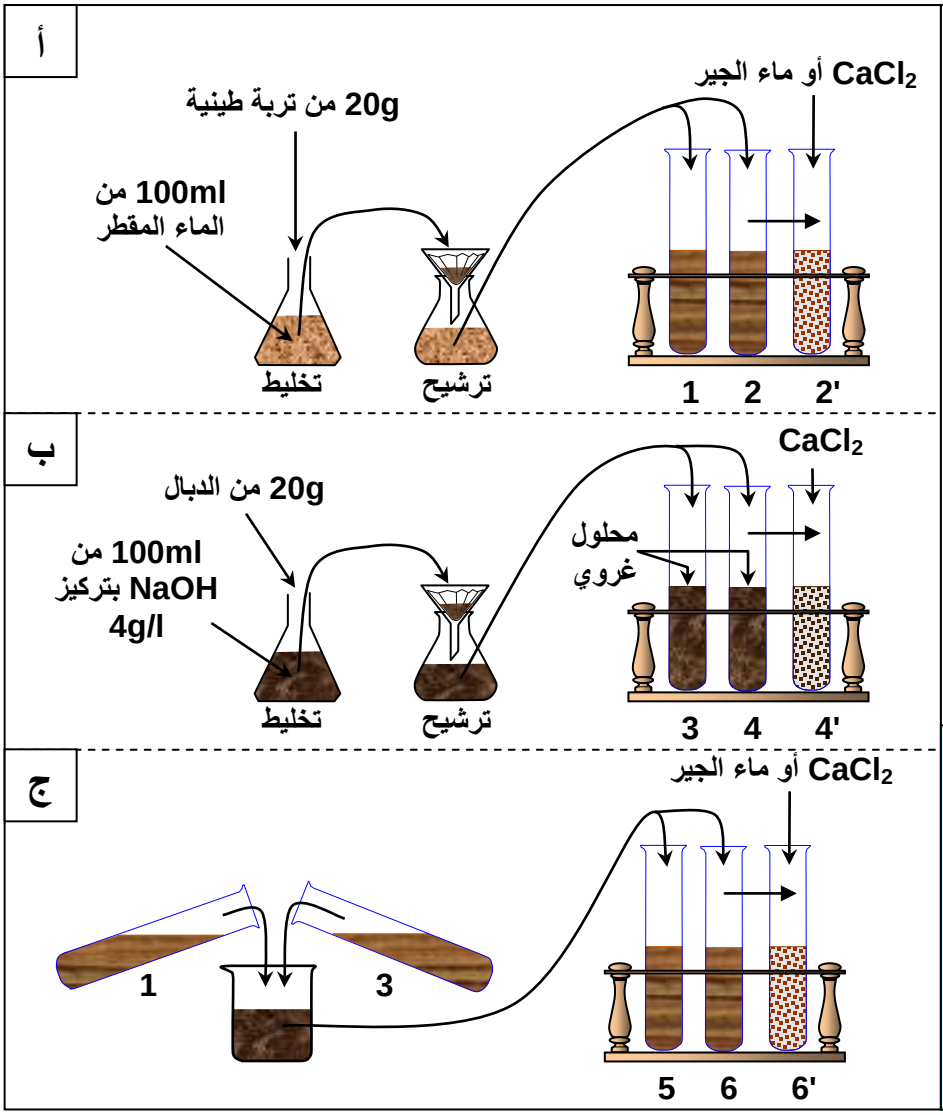
يتبين من الحالة ❶ أن حبيبات الطين تبقى عالقة في الماء مشكلة غرويات، لأن الحبيبات الطينية تحمل نفس الشحنات الكهربائية السالبة. لكن عند إضافة الكلسيوم في الحالة ❷ الذي هو عبارة عن كاتيونات (ايونات موجبة)، نلاحظ تكدس حبيبات الطين فيما بينها نتيجة تجاذبها مع ايونات الكلسيوم.

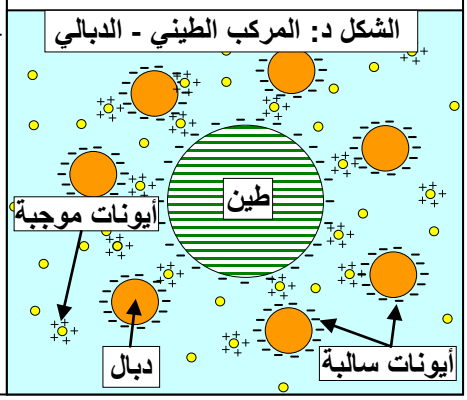
c – الخاصيات الكيميائية وخصوبة التربة: أنظر الوثيقة 9.

الوثيقة 9: الكشف عن الغرويات الطينية (أ) والدبالية (ب)، وعن المركب الطيني الدبالي (ج).

يحتوي الأنبوبان:
- 1و2 على محلول طيني عالق.
- 3و4 على محلول غروي للدبال.
- 5و6 على خليط من محلول طيني عالق ومحلول غروي للدبال.
- 2' و4' و 6' فتحتوي على خليط في حالة تندف.

★ أنجز المناولات الممثلة على الوثيقة أمامه.
★ انطلاقا من نتائج المناولات ومعطيات الشكل د، استخلص دور المركب الطيني – الدبالي.





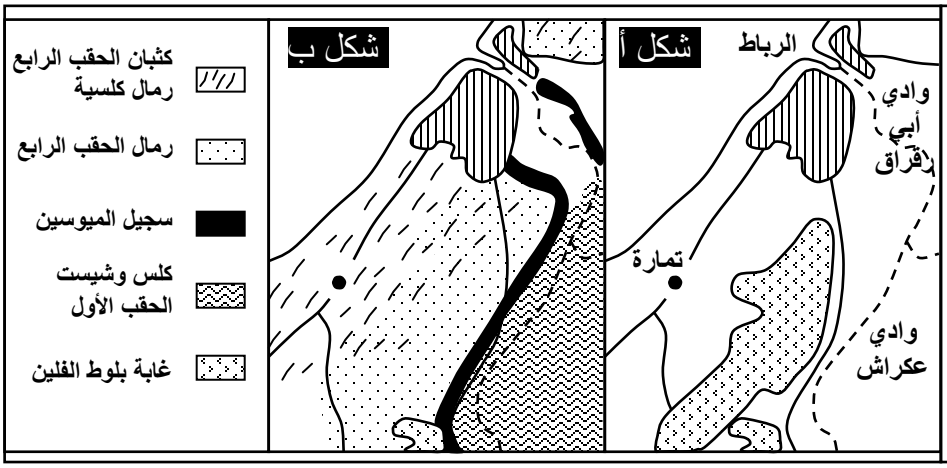
★ قبل إضافة $CaCl_2$ تكون جزيئات الطين والدبال متفرقة، لأن لها نفس الشحنة السالبة.
★ تساعد بعض العناصر الكيميائية كأيونات الكلسيوم Ca^{2+} ذات الشحنات الموجبة في ربط الجزيئات العضوية فيما بينها وربطها بجزيئات طينية مشكلة بذلك المركب الطيني - الدبالي complexe argilo-humique.
★ يثبت المركب الطيني – الدبالي الأيونات المعدنية فيمنعها من الانجراف (الغسل)، فتستعمل هذه الأيونات بسهولة من طرف النباتات، وبذلك يكون الدبال قد رفع من خصوبة التربة.

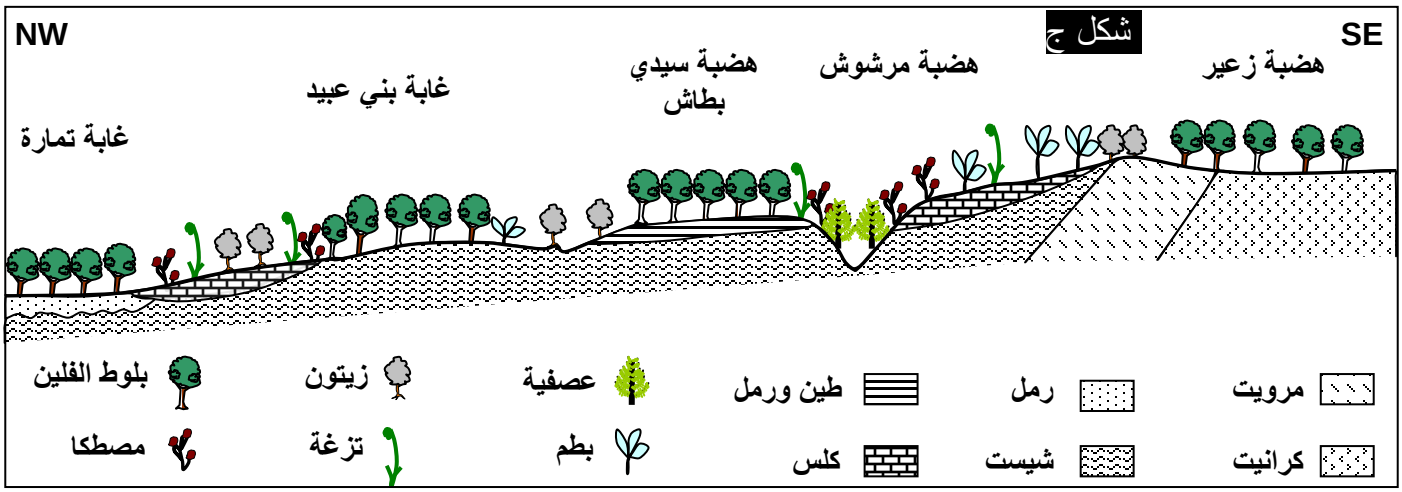
II – تأثير العوامل التربوية على توزيع النباتات.

① تأثير الطبيعة الكيميائية للتربة على توزيع بلوط الفلين

أ – ملاحظات: أنظر الوثيقة 10.

الوثيقة 10: توزيع بلوط الفلين.
تعطي الوثيقة مساحة انتشار بلوط الفلين جنوب الرباط (شكل أ)، وتوزيع الأراضي الجيولوجية بهذه المنطقة (شكل ب). ومقطعا جيولوجيا لتوزيع النباتات بين غابة تمارة وهضبة زعير (شكل ج).
حدد خاصيات التربة التي يتواجد عليها بلوط الفلين، وبين لماذا يعتبر هذا النبات نوعا محبا للسيليس.





نلاحظ أن بلوط الفلين يتواجد بالتربة ذات الأصل الكرانيتي وبالتربة الرملية، ولا يتواجد على التربة الكلسية.
انطلاقا من هذه المعطيات يمكن القول أن العامل المؤثر في توزيع شجر بلوط الفلين هو التربة. وهكذا فالطبيعة الكيميائية للتربة هي التي تؤثر في تواجد بلوط الفلين، حيث لا ينمو هذا النوع من النبات فوق الأراضي الكلسية (نقول أنه نفور من الكلس Plante calcifuge). وينمو خصوصا على الأراضي الرملية السيليسية (نقول أنه محب للسيليس Silicole).

ملحوظة: ترجع الصفات الكيميائية للتربة إلى نسبة العناصر المعدنية الموجودة بها، فالتربة السيليسية الحمضية غنية بالسيليسيوم وتفتقر لأيونات الكلسيوم، بينما التربة الكلسية تحتوي على نسبة مرتفعة من أيونات الكلسيوم.

ب – كيف تؤثر الطبيعة الكيميائية للتربة على توزيع النباتات؟ أنظر الوثيقة 11.

الوثيقة 11: كيف تؤثر الطبيعة الكيميائية للتربة؟

لمعرفة كيف تؤثر الطبيعة الكيميائية للتربة على توزيع النباتات، قمنا بالتجارب التالية:

★ تم زرع بعض النباتات النفورة من الكلس مثل الترمس الأصفر، وأخرى محبة للكلس مثل الفول، في أوساط تربوية مختلفة pH . ثم نقيس كمية الكلسيوم الممتص من طرف هذه النباتات وذلك حسب قيمة pH المحلول. فحصلنا النتائج الممثلة على الشكل أ والشكل ب.

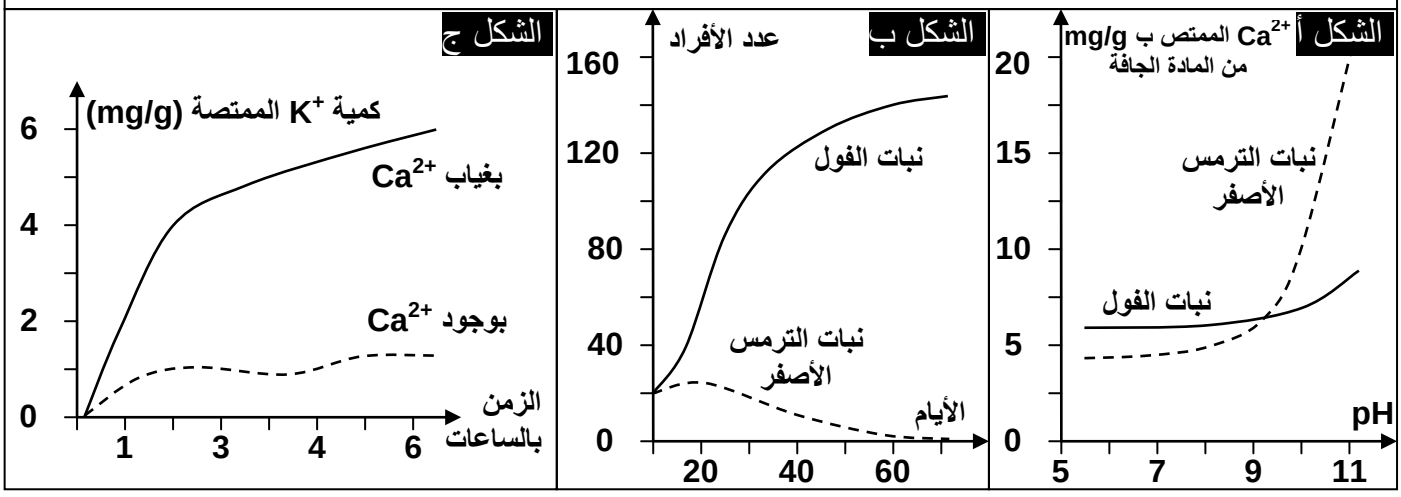
1) انطلاقا من تحليل هذه المعطيات، استنتج تأثير pH التربة على هذه النباتات.

★ نقوم بقياس سرعة امتصاص أيونات البوتاسيوم K^+ من طرف جذور نبتة البلوط. وذلك بوجود أيونات Ca^{2+} في التربة أو غيابها. يمثل مبيان الشكل ج النتائج المحصل عليها.

2) أحسب سرعة امتصاص بلوط الفلين ل K^+ بين بداية التجربة والساعة الثانية بغياب Ca^{2+} وبوجوده.

3) قارن بين هاتين القيمتين. ماذا تستنتج؟

4) كيف تفسر إذن غياب بلوط الفلين على الأراضي الكلسية؟



1) عندما يكون pH التربة أقل من 7 أي تربة حمضية، تكون نسبة الكالسيوم الممتص من طرف النوعين من النباتات نسبيا متقاربة وقليلة. لكن هذه النسبة ترتفع عندما يرتفع pH التربة (تنخفض حمضية التربة)، وهذا الارتفاع يكون أكبرا عند الترمس الأصفر على الرغم من أنه نبات نفور من الكلس (تربة قاعدية).

نلاحظ أن الفول ينمو بشكل جيد مقارنة مع الترمس الأصفر فوق التربة الكلسية.
نستنتج من هذا التحليل أن ارتفاع pH الوسط يؤدي إلى ارتفاع امتصاص الكالسيوم من طرف النباتات، كما يؤدي إلى تأخر في نمو هذه النباتات.

2) السرعة (V) لامتصاص K^+ في المجال الزمني [0 – 2 ساعات] هي:

$V = \Delta q / \Delta t$ مع q = كمية K^+ الممتص.

- سرعة الامتصاص بوجود Ca^{2+} هي $V_1 = 1/2 = 0.5$ mg/h
- سرعة الامتصاص بغياب Ca^{2+} هي $V_2 = 4/2 = 2$mg/h

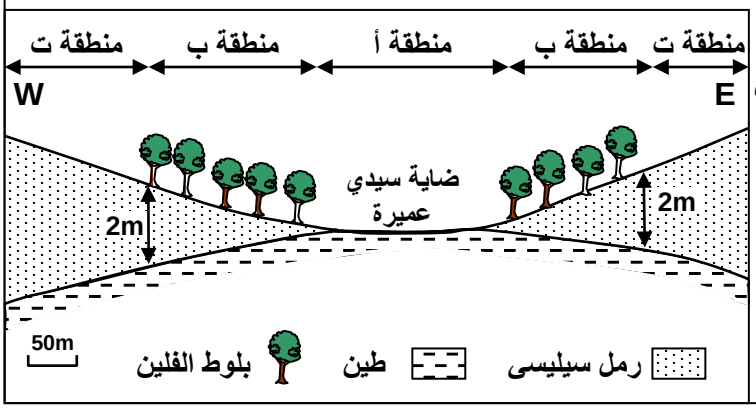
3) يتبين أن سرعة امتصاص بلوط الفلين لأيونات K^+ بغياب Ca^{2+} في التربة أكبر بكثير من سرعة امتصاصه لهذه الأيونات بوجود Ca^{2+}. نستنتج إذن أن وجود Ca^{2+} في التربة يعرقل امتصاص البلوط لأيونات K^+.

4) تعد أيونات K^+ ضرورية لنمو النباتات، كما أن لها دور في امتصاص النبتة للماء. وبما أن أيونات Ca^{2+} تعرقل امتصاص بلوط الفلين ل K^+، فإنها تعرقل نمو النبتة وتحد من امتصاصها للماء، وهذا ما يفسر غياب بلوط الفلين على الأراضي الكلسية.

② تأثير قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء على توزيع بلوط الفلين. أنظر الوثيقة 12.

الوثيقة 12: تأثير قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء على توزيع بلوط الفلين.

مكنت دراسة توزيع أشجار بلوط الفلين في غابة المعمورة من انجاز المقطع الممثل على الوثيقة أسفله.



1) حلل هذه الوثيقة، ماذا تستنتج؟
2) كيف تفسر غياب شجر بلوط الفلين على مستوى الضاية.
3) قارن سمك التربة في المنطقتين ب وت، هل يمكن هذا العامل من تفسير غياب شجر بلوط الفلين في المنطقة ت؟ كيف ذلك؟
4) ما العوامل التربوية التي تبدو مناسبة لنمو شجر بلوط الفلين؟

1) نلاحظ أن بلوط الفلين لا يتواجد بالمنطقة أ ذات التربة الطينية. ويتواجد بالمنطقة ب ولا يتواجد بالمنطقة ت رغم أن للمنطقتين نفس الطبيعة الكيميائية. نستنتج من هذه الملاحظة أن هناك عامل آخر يتدخل في توزيع شجر بلوط الفلين غير الطبيعة الكيميائية للتربة.

2) يعود غياب شجر بلوط الفلين في المنطقة أ (الضاية)، لكون التربة الطينية لها قدرة الاحتفاظ بالماء مرتفعة، فتكون مشبعة بالماء وبالتالي تؤدي إلى اختناق جذور النبتة.

3) يمكن لعامل السمك أن يفسر غياب شجر بلوط الفلين في المنطقة ت، لأننا نعرف أن قدرة الاحتفاظ بالماء تكون منخفضة في التربة الرملية. وبالتالي فشجر بلوط الفلين لا يمكن أن ينمو على هذه التربة إذا تعدى سمكها 2 متر، لأن جذور النبتة لا يمكنها أن تصل إلى التربة الطينية لتمتص الماء.

4) يتطلب نمو شجر بلوط الفلين تربة رملية لا يتعدى سمكها 2 متر، فوق طبقة طينية.

III – تأثير العوامل التربوية على توزيع الحيوانات.

① تأثير ملوحة التربة على توزيع بعض الحيوانات اللافقارية. أنظر الوثيقة 13.

الوثيقة 13: تأثير العوامل التربوية على توزيع الحيوانات.

يعطي الجدول أمامه العلاقة بين نسبة الملوحة في التربة، وعدد أنواع اللافقاريات المتواجدة والمميزة لهذه التربة.

1) حلل معطيات هذا الجدول.
2) ماذا تستنتج من هذا التحليل؟

نسبة الملوحة / عدد الأنواع	مرتفعة	متوسطة	منخفضة
عدد الأنواع المتواجدة	120	211	295
عدد الأنواع المميزة للتربة	09	11	16

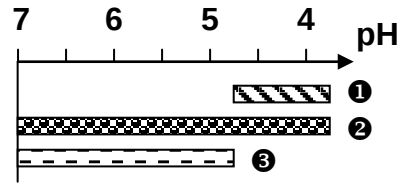
1) يبين تحليل الجدول أنه كلما ازدادت نسبة الملوحة في التربة كلما انخفض عدد الأنواع المتواجدة والمميزة لهذه التربة.
2) نستنتج من هذا التحليل أن ملوحة التربة تتدخل في توزيع الحيوانات اللافقارية.

② تأثير pH التربة على توزيع بعض أنواع ديدان الأرض. أنظر الوثيقة 14.

الوثيقة 14: تأثير pH التربة على توزيع الحيوانات.

تعطي الوثيقة أمامه توزيع ثلاثة أنواع من ديدان الأرض ❶ و❷ و❸، حسب pH التربة.

ماذا تستنتج من تحليل هذه الوثيقة؟



نلاحظ أن النوع ❶ من ديدان الأرض يتواجد في تربة ذات pH منخفض. والنوع ❸ يتواجد بالتربة ذات pH مرتفع نسبيا. والنوع ❷ يتوزع في كل التربات (نوع لا مبال).

نستنتج من هذه الملاحظات أن Ph التربة أي حمضية التربة، أي تركيبها الكيميائي يتدخل في توزيع الحيوانات (ديدان الأرض).

IV – دور الكائنات الحية في تطور التربة.

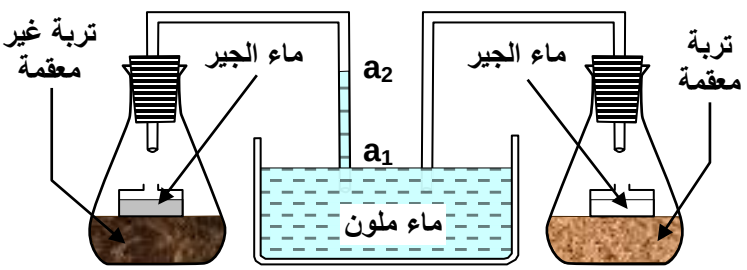
① الكشف عن الكائنات الحية التي تعيش في التربة. أنظر الوثيقة 15.

أ – الكشف عن متعضيات التربة عن طريق نشاطها التنفسي: شكل أ

الوثيقة 15: الكشف عن الكائنات الحية في التربة.

❶ عن طريق النشاط التنفسي: نقوم بالتركيب التجريبي المبين على الشكل أ. علما أن مستوى الماء كان في بداية التجربة a_1 ووصل في نهايتها إلى a_2، كما أن ماء الجير يتعكر في نهاية التجربة في حالة التربة غير المعقمة: كيف تفسر هذه الملاحظات؟ ما هي الظاهرة التي تم الكشف عنها؟ وماذا تستنتج؟

شكل أ



★ إن صعود الماء الملون في الأنبوب المرتبط بالتربة غير المعقمة، يدل على امتصاص الأوكسجين O_2. بينما تعكر ماء الجير الموجود في هذه التربة يدل على طرح ثنائي أوكسيد الكربون CO_2.

★ بما أن هناك تبادلات غازية تنفسية، فالظاهرة التي تم الكشف عنها هي ظاهرة التنفس.

★ نستنتج من هذه التجربة أن التربة غير المعقمة تحتوي على كائنات حية. وبالتالي نقول أن التربة وسط حي. ويمكن تقسيم متعضيات التربة إلى مجموعتين:

- ✓ فونة التربة La faune وتضم الكائنات الحية الحيوانية. (قراديات ، ديدان ، عنكبوتيات ، حشرات ، قشريات ، يرقات ، عديدات الأرجل...).
- ✓ فلورة التربة La flore وتضم الكائنات الحية النباتية. (فطريات ، طحالب ، بذور النباتات ...).

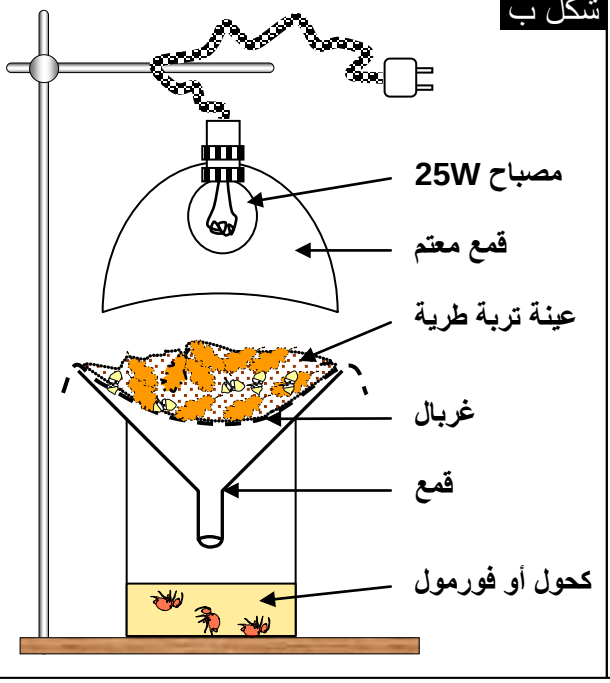
ب – الكشف عن متعضيات التربة بواسطة طريقة Berlese: شكل ب

❷ بواسطة جهاز برليز Berlese:

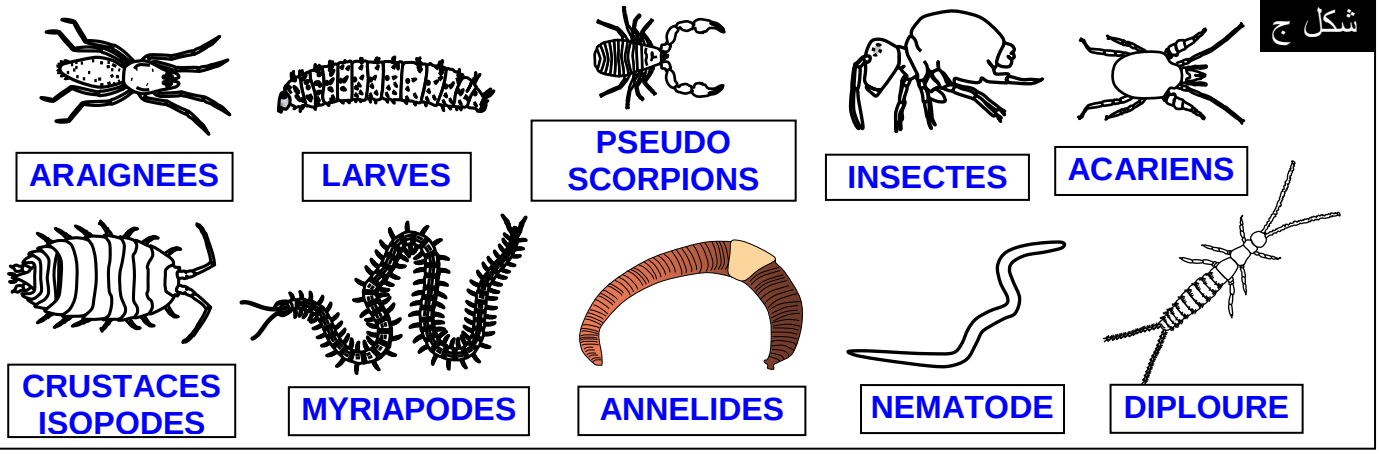
نضع تربة طرية في غربال داخل قمع، ثم نضع القمع داخل وعاء يحتوي على الكحول. فيسلط الضوء على التربة.
إن المتعضيات الموجودة في التربة الطرية تفر من الضوء والحرارة، بحثا عن الظلام والرطوبة، فتسقط في الوعاء.
يؤدي الكحول إلى قتل هذه المتعضيات وحفظها.
يعطي الشكل ج من الوثيقة بعض متعضيات التربة.

استخرج كائنات عينة من التربة ثم صنف هذه الكائنات.

شكل ب



شكل ج



تلاحظ المتعضيات التي تسقط في الكحول بواسطة المكبر الزوجي. ويمكن تصنيف متعضيات التربة إلى ثلاث مجموعات:

- ✓ فونة كبيرة بقد يفوق 2 mm.
- ✓ فونة متوسطة بقد يتراوح بين 0.2 mm و2 mm.
- ✓ فونة دقيقة بقد أقل من 0.2 mm.

② دور الكائنات الحية في تطور التربة.

أ – التأثير الميكانيكي للكائنات الحية على التربة:

a – تأثير النباتات:

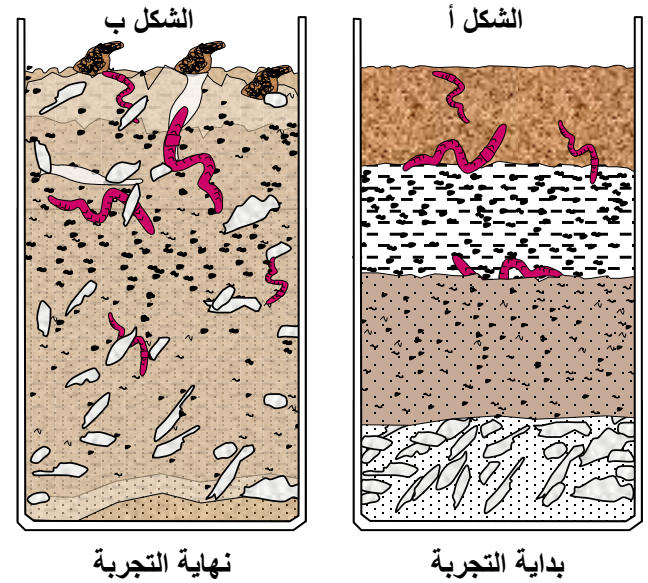
نظرا لنموها وتفرعها داخل التربة، تعمل الجذور على تثبيت التربة ومساعدتها على مقاومة الانجراف. كما تساهم في توسيع مسام التربة وبالتالي تمكن من التخلص من الفائض من الماء الناتج عن الأمطار أو الري. وتساعد على تفتيت الصخرة الأم.

b – تأثير الحيوانات: أنظر الوثيقة 16.

الوثيقة 16: أثر نشاط ديدان الأرض في التربة.

في وعاء شفاف متوازي الأوجه، يحتوي على أربع طبقات أفقية مختلفة التركيب، تم إدخال ديدان الأرض مع إبقاء الوعاء رطبا بسقيه بانتظام، والحفاظ على درجة حرارته في قيمة تتراوح بين 18 و20°C . ووضعه في مكان مظلم الشكل أ. بعد مضي شهر تقريبا تمت ملاحظة النتائج الممثلة في الشكل ب.

1) لماذا تراعى الظروف التجريبية السالفة الذكر (رطوبة، حرارة، ظلام ...)؟
2) ما هي التغيرات التي أحدثها إدخال ديدان الأرض في الوعاء؟
3) ما هي فوائد ديدان الأرض بالنسبة للتربة؟



1) إن ديدان الأرض متعضيات تبدي نشاطا قصويا إذا كانت رطوبة التربة مرتفعة، وحرارتها نسبيا منخفضة. كما أنها كائنات تنفر من الضوء، لهذا تمت مراعاة هذه الظروف في التجربة.
2) لقد أدى إدخال ديدان الأرض في هذا الوعاء إلى:
   - ✓ خلط وقلب محتويات الطبقات.
   - ✓ حفر دهاليز (أنفاق) في التربة.
3) بفضل حفرها لأنفاق في التربة وقلبها للتربة، تزيد ديدان الأرض من مسامية التربة وبالتالي:
   - ✓ توفر تهوية جيدة للتربة.
   - ✓ تسهل حركة الماء داخل التربة.
   - ✓ تساهم في تجانس آفاق التربة، حيث تطمر المادة العضوية السطحية وتخلطها مع المواد المعدنية. كما تصحح آثار ظاهرة الغسل.
   - ✓ بفعل تنقلاتها تساهم دودة الأرض في توزيع الماء في التربة توزيعا جيدا.

ملحوظة: هناك كائنات أخرى تقلب وتحفر أنفاقا في التربة كالأرانب، الثعالب، الزواحف، ...

ب – التأثير الكيميائي للكائنات الحية على التربة:

a – مثال 1: التأثير الكيميائي لديدان الأرض: أنظر الوثيقة 17.

الوثيقة 17: التأثير الكيميائي لديدان الأرض على التربة

تمر من الأنبوب الهضمي لديدان الأرض كمية كبيرة من التربة تتعدى 200 Kg سنويا في 100 m^2 من التربة بالنسبة للأراضي الغابوية. وتقذف هذه الديدان فضلات هضمها على شكل رصراصات Agrégats في سطح التربة. قد تصل كتلة هذه المقذوفات إلى 25 t/ha سنويا في الغابات. يعطي الجدول جانبه نسبة بعض المواد في التربة السطحية ومقذوفات هذه الديدان.

عناصر التربة		مقدارها ب % وحالتها	
		في التربة السطحية	في المقذوفات
الأملاح المعدنية	Ca	19.9	27.9
	Mg	1.62	4.92
	N	0.04	0.22
	P	0.09	0.67
	K	0.32	3.58
الفرش الحرجي		غير مفكك	مفكك (محلل)
البكتيريا الحية		قليلة	كثيرة جدا

1) قارن بين مكونات التربة ومقذوفات ديدان الأرض. ثم فسر الاختلاف الملاحظ.
2) ما هو عمل ديدان الأرض بالنسبة للتربة؟
3) إذا علمت أن جسم ديدان الأرض غني جدا بالأزوت (2%) وإذا علمت أن هذه الديدان قد تصل كثافتها الحية إلى 5000 Kg في الهكتار، ما تأثير هذه الديدان على التربة بعد موتها؟

1) بالمقارنة مع التربة السطحية، يبدو أن مقذوفات ديدان الأرض أكثر غنى بالمواد المعدنية، بالبكتيريا، كما أن الفرش الحرجي المقذوف يكون مفككا (محللا).
يفسر هذا الاختلاف بكون المواد المبتلعة من طرف ديدان الأرض تخضع على مستوى جهازها الهضمي إلى تفاعلات كيميائية، كما تتكون روابط كيميائية بين الجزيئات الطينية والجزيئات العضوية، فينتج عنها بنيات خاصة تسمى رصراصات، يكون تركيبها الكيميائي مخالفا لتركيب التربة الأصلية المبتلعة.

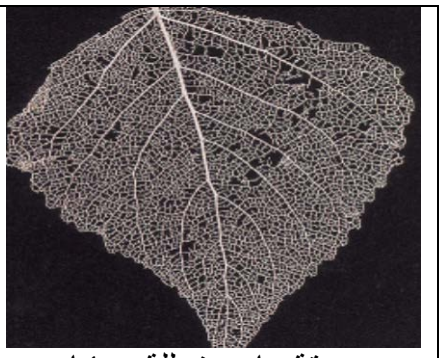
2) إن اغتناء التربة بواسطة الأملاح المعدنية، المواد العضوية المفككة، والبكتيريا يحسن من خصوبة التربة.

3) بعد موتها، تنحل أجسام ديدان الأرض، وبذلك تساهم في إغناء التربة بالأزوت.

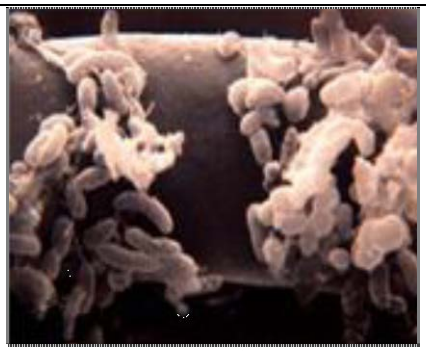
b – مثال 2: التأثير الكيميائي للبكتيريا والفطريات المجهرية: أنظر الوثيقة 18.

الوثيقة 18: التأثير الكيميائي للبكتيريا والفطريات المجهرية.

بمجرد تساقطها، تتعرض الأوراق الميتة لتأثير الفطريات والبكتيريات. انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة أبرز دور المتعضيات المجهرية في تحلل المادة العضوية للفرش الحرجي.


ورقة نبات متحللة جزئيا

ورقة نبات يغزوها غزل فطري


بكتيريا تحلل جذور النباتات

متعضيات مجهرية	كتلتها في الهكتار الواحد	أدوارها
الطحالب	55kg	تثبيت الأزوت الحر
الفطريات	1500 kg	تحلل السيليلوز و اللجين - تمعدن الأزوت - تركيب الفيتامينات والمضادات الحيوية.
بكتيريات	1200 kg	تحلل البكتين واللجنين -المركبات الأزوتية والفوسفورية - تثبيت الأزوت الحر - تركيب الفيتامين – أكسدة النيترات.

الفرش الحرجي هو الطبقة السطحية من التربة، تتكون من الأوراق، الأغصان الصغيرة، قشور الأشجار، الجذور الميتة، وجثث الحيوانات.
تخضع مكونات الفرش الحرجي لتغيرات كيميائية بطيئة لكن متواصلة بفعل البكتيريا والفطريات المجهرية التي تتغذى على المادة العضوية المتحللة.
يؤدي تحلل المادة العضوية بواسطة المتعضيات المجهرية إلى تكون المادة المعدنية، وتسمى هذه الآلية بالتمعدن، ويمكن إيجازها في ثلاث مراحل أساسية:

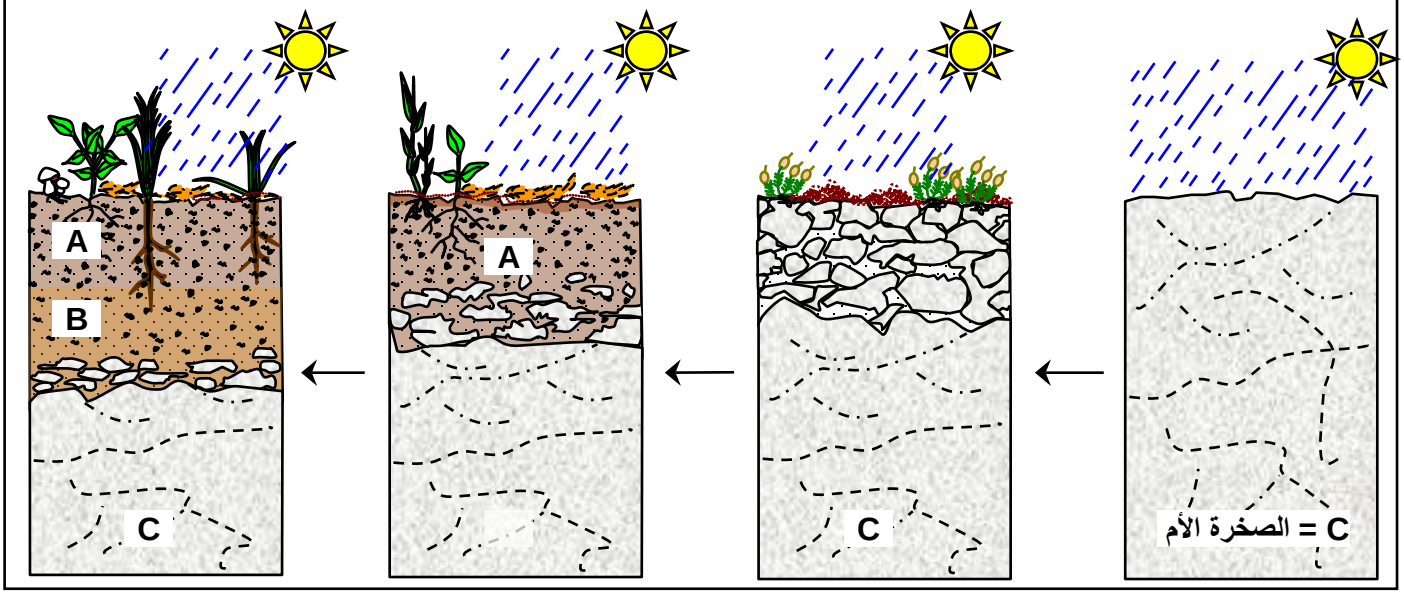
- ✓ تحلل الفرش الحرجي = Décomposition de la litière: يقطع الفرش الحرجي ويتحلل بفضل ديدان الأرض والمتعضيات المجهرية، فيتحول إلى مواد عضوية بسيطة (مثلا تحول السيليلوز إلى سكر بسيط هو الكليكوز).
- ✓ التدبل = تشكل الدبال = Humification: تعمل المتعضيات المجهرية للتربة (آكلة الحطام) على تحويل الجزيئات العضوية البسيطة الناتجة عن تحلل الفرش الحرجي إلى جزيئات عضوية كبيرة مثل الأحماض الدبالية التي تشكل الدبال. تسمى مجموع هذه التفاعلات بالتدبل والذي يتطلب مدة طويلة تتغير حسب مناخ المنطقة، وقد تصل إلى ثلاث سنوات.
- ✓ تمعدن الدبال = Minéralisation: يتواصل تأثير المتعضيات المجهرية على الدبال، فتحوله إلى مواد معدنية قابلة للاستعمال من طرف النباتات.

ملحوظة: في التربة تعمل بعض العناصر الكيميائية (Fe^{3+} و Ca^{2+} و k^{+} ...) على ربط جزيئات الدبال بجزيئات الطين مكونة المركب الطيني – الدبالي الذي يحسن من خصوبة التربة:

- ✓ يعتبر شكلا من أشكال ادخار المادة العضوية التي تتمعدن باستمرار.
- ✓ يرفع من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.
- ✓ يجعل التربة أقل كثافة، فتزيد درجة تهويتها.
- ✓ يزيد من قتامة لون التربة، فترتفع قدرتها على امتصاص الحرارة.

③ مراحل تشكل التربة وعلاقتها بتأثير الكائنات الحية. أنظر الوثيقة 19.

الوثيقة 19: مراحل تشكل التربة. أبرز من خلال معطيات الوثيقة أهم مراحل تشكل التربة.



إن تشكل وتطور التربة رهين بعمل الكائنات الحية وتأثير العوامل المناخية. وفيما يلي أهم أطوار تشكل التربة:

1 – تفتت وتحلل الصخرة الأم: تؤثر عوامل الحث على الصخرة الأم وتحولها إلى مواد حثاتية (رمل، حصى، طين، ومواد ذائبة مثل الأيونات).

2 – نمو بعض الكائنات المجهرية في هذه الطبقة السطحية: (بكتيريات، أشنات، فطريات) لها القدرة على استعمال الأزوت الجوي. بموت هذه الكائنات تغتني المواد الحثاتية المعدنية شيئا فشيئا بالأزوت، فتصبح أكثر ملائمة لعيش أنواع أخرى من الكائنات التي تساهم في تكون الدبال وبالتالي تكون التربة.

3 – تطور التربة: تؤدي العوامل المناخية وخاصة الأمطار إلى جرف بعض المكونات السطحية للتربة إلى الأسفل (عملية الغسل Lessivage) فتتشكل بذلك طبقات متباينة داخل التربة تسمى آفاق التربة Les horizons du sol.

V – تأثير الإنسان على التربة.

① دور ومسؤولية الإنسان في حماية التربة.

أ – حماية التربة من الانجراف: Erosion des sols (أنظر الوثيقة 20)

الوثيقة 20: بعض العوامل المسهلة لانجراف التربة.

شكل أ: انجراف التربة، شكل ب: حريق في غابة،
شكل ج: قطع أشجار الغابات، شكل د: الرعي المفرط.
★تعرف العوامل التي تؤثر على تدهور التربة، وأبرز كيفية تأثيرها.
★حدد الإجراءات التي تتخذ لحماية التربة من الحث والانجراف.

شكل أ

شكل ب

شكل ج

شكل د

a – مفهوم الانجراف:

الانجراف هو عملية حمل التربة لمسافات بعيدة، وذلك إما بفعل المياه الجارية كحالة منطقة الريف، أو بفعل الرياح كحالة حوض سوس. ويتم هذا لكون التربة هي عبارة عن طبقة مفككة تتكون من عناصر دقيقة.

b – مكافحة الانجراف:

إن الغطاء النباتي يقوم بدور مهم في الحد من انجراف التربة. إذن للحد من الانجراف وجب:

- ✓ عدم قطع الغابات والعمل على تجديدها (التشجير) خصوصا بالمنحدرات.
- ✓ تفادي الزراعة الأحادية.
- ✓ انجاز مصدات الرياح (غرس أشجار طويلة في مهب الريح).
- ✓ حرث المنحدرات حسب منحنيات المستوى.
- ✓ انجاز مدرجات بالمناطق الشديدة الانحدار.

ب – حماية التربة من الغسل: Le lessivage (أنظر الوثيقة 21)

a – مفهوم الغسل:

هو عملية ترشيح جزيئات الطين والدبال والأيونات المعدنية نحو الآفاق السفلية للتربة، وذلك بفعل الماء.

b – تأثير ظاهرة غسل التربة:

بعد عملية الغسل يصبح الأفق المغسول فقير إلى المركب الطيني الدبالي، الذي يعد المخزون الأساسي للعناصر المعدنية. كما أن أفق التجميع يصبح غنيا بالعناصر المعدنية التي تسمم النباتات.

c – حماية التربة من الغسل:

لحماية التربة من الغسل يلزم:

- ✓ المحافظة على الغطاء النباتي خلال الفترة الممطرة.
- ✓ تزويد التربة بالمادة العضوية ليتشكل المركب الطيني الدبالي، لتثبيت الكاتيونات (Mg^{2+} و Ca^{2+} و k^{+} و Na^{+}).
- ✓ الحفاظ على متعضيات التربة التي تنقل العناصر المعدنية نحو الأفاق العليا.

الوثيقة 21: التربة المغسولة.

في تربة مغسولة (الصورة أمامه)، تنقل مياه الترشيح، بفعل ظاهرة الغسل، جزيئات الطين والدبال والأملاح المعدنية من المستويات السطحية للتربة (A2 = أفق مغسول) إلى مستويات التجميع السفلى (B).

تعتبر التربة المغسولة تربة غير صالحة لنمو النباتات. فسر ذلك، واقترح إجراءات لحماية التربة من الغسل.

ج – حماية التربة من التصحر:

a – مفهوم التصحر:

التصحر هو تدهور وبوار التربة بسبب زحف الصحراء أو بسبب سوء استعمال الإنسان لهذه التربة.

b – سبب التصحر:

يعتبر الإنسان المسؤول الأول عن التصحر. ويتدخل الإنسان بعدة عوامل نذكر منها:

- ✓ الرعي الجائر Surpâturage: يؤدي إلى إزالة الغطاء النباتي فيسهل بذلك عملية الحث وزيادة أشعة الشمس.
- ✓ الإفراط في قطع الأشجار Déboisement: يؤدي إلى تعرية التربة.
- ✓ الضغط الزراعي: يؤدي الاستغلال المفرط للتربة إلى تدهور خصوبتها.

c – الحلول الممكنة:

- ✓ تقنين قطع الأشجار.
- ✓ تنظيم تربية المواشي وذلك بتحديد وحدة حيوانية لكل مساحة (مثلا بقرة حلوب لكل 1 هكتار).
- ✓ تثبيت الرمال ومنعها من الزحف على الأراضي الزراعية، وذلك باستزراعها بأنواع خاصة من النباتات كالسنط Acacia والكاليبتوس Eucalyptus.

② بعض التقنيات المستعملة لتحسين مردودية التربة.

بإنتاج المادة العضوية، تخفض النباتات المخزون المعدني للتربة. لذا وجب تحسينها والعناية بها بانتظام عبر ما يلي:

أ – الأسمدة: Les engrais

هي مواد تضاف إلى التربة لتحسن من حالتها الفيزيائية والغذائية. ونميز بين:

a – الأسمدة المعدنية: (أنظر الوثيقة 22)

الوثيقة 22: دور التسميد في تخصيب التربة.

يعطي الجدول أ، كمية العناصر المعدنية الممتصة من طرف بعض المزروعات بـKg في كل قنطار. والجدول ب، التركيب الكيميائي لبعض الأسمدة المعدنية. انطلاقا من هذه المعطيات، أبرز أهمية تسميد تربة المزروعات.

★ الجدول أ:

	القمح		الذرة		البطاطس	
	الحبوب	التبن	الحبوب	الأوراق والجدع	درنات	الأوراق
N	1.9	0.5	1.5	1.1	0.3	0.3
P_2O_5	1	0.25	0.7	0.4	0.5	0.3
K_2O	0.5	1.2	0.5	1.6	0.6	0.45
CaO	0.15	0.6	0.02	0.2	0.03	0.45
S	0.25	0.2	0.10	0.15	0.03	-

(تابع) الوثيقة 22: دور التسميد في تخصيب التربة.

★ الجدول ب:

	التركيب الكيميائي		
أسمدة ثنائية	N-K	P-K	N-P
أسمدة ثلاثية	N-P-K		
مثال لسماد ثلاثي لكل 100 كلغ من السماد 20-20-14	14% N	20% P2O5	%20 K2O
	14kg	20kg	20Kg
N-P	سماد بدئي الانطلاق		
N-K	سماد نوعي الجودة		
P-K	سماد أساسي		

تستعمل هذه الأسمدة لتعويض العناصر المعدنية التي تمتصها النباتات من التربة. ويجب استعمال هذه الأسمدة حسب متطلبات كل نوع من المزروعات.
يجب تحديد كمية العناصر المعدنية التي يحتاجها كل نوع من المزروعات، وكذلك التوازن بين مختلف العناصر المعدنية.

b – الأسمدة العضوية:

تتكون من البقايا النباتية والحيوانية، وهي تحسن بنية التربة عن طريق تكون الدبال الذي يعتبر مصدرا مهما لغذاء النبات خصوصا الأزوت والأملاح المعدنية الأخرى.
هناك عدة أنواع من الأسمدة العضوية:

- ✓ الغبار Le fumier: براز الحيوانات وبقايا النباتات بعد تخمرها.
- ✓ الأسمدة الخضراء: طمر بقايا نباتات خضراء مزروعة بعد الحصاد.
- ✓ الغوانو Guano: فضلات الدواجن وفضلات تصنيع السمك.
- ✓ النفايات المنزلية بعد معالجتها.

ب – الري: L'irrigation (أنظر الوثيقة 23)

الوثيقة 23: تأثير الري على بعض المحاصيل الزراعية. بين أهمية الري في تحسين مردودية التربة.

أصناف المزروعات	معدل كمية الماء المستعمل سنويا ب mm	معدل المردودية من المادة الجافة ب q/ha	
		زراعة بورية	زراعة مسقية
الذرة	230	63.3	90.9
عباد الشمس	150	24.1	31.5
الصوجا	150	25.7	33.8
الصورغو	150	46.9	64.2

يساهم تطوير وسائل الري في الرفع من مردودية الزراعات، والاقتصاد في استهلاك الماء. وتستعمل عدة طرق للري منها:

- ✓ الري السطحي: يجلب الماء بواسطة شبكة من القنوات السطحية (على سطح التربة).
- ✓ الري العلوي: تستعمل في هذه الحالة رشاشات تتميز باستهلاكها لنصف ما يستهلكه الري السطحي من الماء.
- ✓ الري قطرة- قطرة : هي أفضل طريقة لسد حاجيات النبات من الماء دون تبذيره، ودون غسل التربة.

ج – الحرث: Le labour

الحرث هو عملية تفكيك التربة وقلبها وخلط مكوناتها المعدنية والعضوية. وهكذا فالحرث يساهم في:

- ✓ تهوية التربة.
- ✓ الزيادة من مسامية التربة وتسهيل نفوذ الماء.
- ✓ الحد من عملية التبخر، وذلك بمنع الاتصال بين القنوات والطبقة العميقة من التربة.

د – الزراعات المتناوبة والمختلطة: (أنظر الوثيقة 24)

الوثيقة 24: تأثير التناوب الزراعي في مردودية التربة.

تمكن معطيات الجدول التالي من تحديد أحسن زراعة سابقة لزراعة القمح.

الزراعة السابقة	مردودية القمح ب q/ha	كمية الأزوت المتبقية في التربة على شكل نتريت ب Kg/ha	كمية السماد الأزوتي المضافة إلى التربة عند زراعة القمح بوحدات مخصبة في كل 1ha
الذرة	48 إلى 68	50 إلى 90	50 إلى 90
عباد الشمس	52 إلى 66	55 إلى 100	55 إلى 100
الصوجا	52 إلى 66	60 إلى 135	60 إلى 135
الصورغو	48 إلى 68	25 إلى 65	25 إلى 65

انطلاقا من معطيات هذا الجدول، صنف المزروعات إلى مزروعات مجهدة تستنزف المخزون المعدني للتربة، ومزروعات نصف مجهدة، وأخرى محسنة للتربة. عرف مفهوم الدورة الزراعية.

إن نوع الزراعات السابقة تؤثر في الزراعة الموالية. فمثلا:

- ✓ زراعة القمح تعتبر مجهدة للتربة، تستهلك نسبة كبيرة من الأزوت.
- ✓ زراعة الفجل، الجزر تعتبر نصف مجهدة للتربة.
- ✓ زراعة الفول، اللوبيا، وغيرها من القطاني تعتبر محسنة للتربة، إذ تزيد من كمية الأزوت.

إذن لكي يكون المردود الزراعي جيدا، يستحسن القيام بتناوب الزراعات في نفس القطعة الأرضية، وهو ما يسمى بالدورة الزراعية.