

الفصل الثاني:

العوامل التربوية وعلاقتها بالكائنات الحية

تمهيد: 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 خصائص التربة وكيف تؤثر على توزيع الكائنات الحية؟**
- **ما هو دور الكائنات الحية في تشكيل التربة؟**
- **كيف يمكننا الحفاظ على التربة وتحسين مرتدها؟**

I - الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة .

① مكونات التربة

أ - ملاحظات وتجارب: أنظر الوثيقة 1.

	<p>الشكل أ</p> <p>نهاية التجربة بداية التجربة</p> <p>الشكل ب</p> <p>تجربة 1: نعرض عينة من التربة للتسخين، فنحصل على النتيجة المبينة في الشكل ب.</p> <p>تجربة 2: نضع عينة من التربة في مخبر، ثم نغمرها بالماء.</p>	<p>الوثيقة 1: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.</p> <p>★ فصل مكونات التربة عن طريق الترسيب: نضع عينة من تربة في مخبر درج كبير الحجم ثم نضيف إليه الماء إلى أن يغمره تماماً. نسد المخبر بكف اليد ثم نمزج الخليط جيداً. نضع المخبر فوق الطاولة دون تحريك. نشاهد عن قرب فصل مكونات هذا الخليط أثناء الترسيب (الشكل أ).</p> <p>(1) لاحظ نتيجة المناولة ثم أعط الأسماء المناسبة لعناصر الوثيقة.</p> <p>= مادة عضوية ، 2 = ماء عكر ، 3 = طمي 1 = رمل دقيق ، 5 = رمل خشن ، 6 = حصى 4</p> <p>(2) ماذا تستنتج من هذه الملاحظات؟</p> <p>★ تجربة 1: نعرض عينة من التربة للتسخين، فنحصل على النتيجة المبينة في الشكل ب.</p> <p>★ تجربة 2: نضع عينة من التربة في مخبر، ثم نغمرها بالماء.</p> <p>(3) ماذا تستخلص من معطيات هذه التجارب اذا علمت أن التربة تحتوي على متغيرات حية؟</p>
--	--	---

★ **فصل مكونات التربة عن طريق الترسيب:**

1) تترسب الحبيبات المكونة لخلط التربة بسرعة تختلف باختلاف حجمها وزنها، فالحبيبات كبيرة الحجم والثقيلة هي التي تترسب أولاً ثم تليها الأقل منها حجماً وزناً، وبذلك نحصل على طبقات أفقيّة منضدة. أسماء العناصر المرقمة: أنظر الوثيقة.

2) نستنتج من هذه الملاحظة أن التربة تتكون من جزأين أساسيين:

- ✓ جزء عضوي يتتشكل 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:

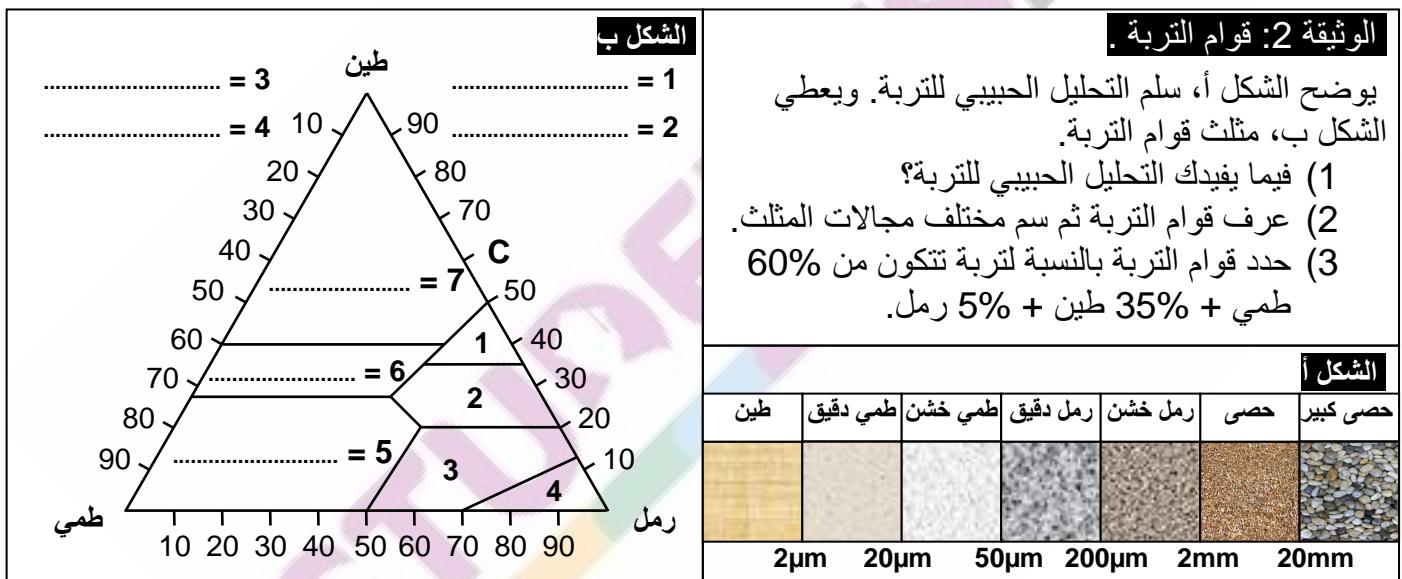
تكون التربة من:

- ✓ 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 تحلل الفجوات الداخلية للتربة، وتدخل هذه العناصر ضمن مكوناتها الكيميائية.
- ✓ مكونات عضوية حية، وتمثل في الحيوانات والنباتات التي تعيش بداخلها وعلى سطحها، وتدخل هذه العناصر ضمن مكوناتها الإحيائية.

② خصائص التربة:

أ - الخصائص الفيزيائية:

a - قوام التربة: انظر الوثيقة 2



(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 الأخطبوط الثلاثي المحدد لقوام التربة.

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

مثال: تربة رملية طينية: نسبة الرمل تفوق نسبة الطين. وتربة طينية رملية: نسبة الطين تفوق نسبة الرمل.

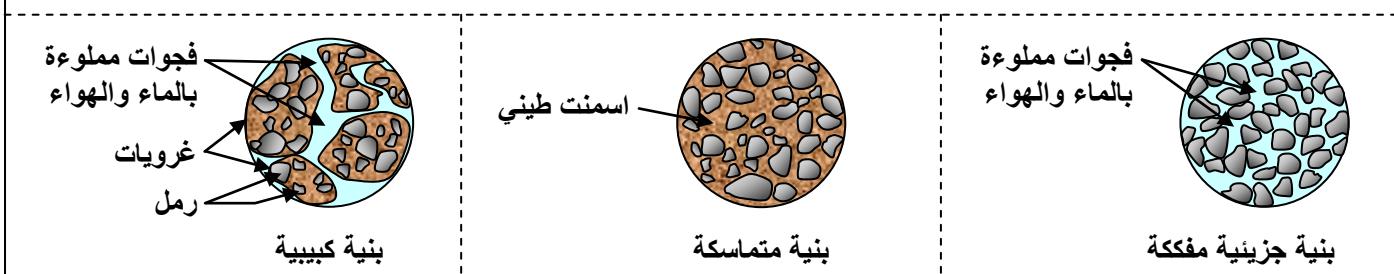
مجالات مثلث قوام التربة:

1 = تربة طينية - رملية ، 2 = تربة رملية - طينية ، 3 = تربة رملية - طميّة ، 4 = تربة رملية ، 5 = تربة طميّة، 6 = تربة طينية - طميّة، 7 = تربة طينية.

(3) بالنسبة لترابة تتكون من 60% طمي + 35% طين + 5% رمل، القوام هو تربة طينية طميّة.

b - بنية التربة: أنظر الوثيقة 3.

الوثيقة 3: بنية التربة [يوضح الشكل أسفله مختلف بنيات التربة. عرف بنية التربة، ثم قارن مختلف البنى الملاحظة وبين ما تأثيرها في خصائص التربة؟]



تمثل البنية الكيفية التي تجمع 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 ويختلها عن طريق الترشيح إلى الطبقات السفلية.

b - الخصائص الفيزيائية وتوزيع الماء في التربة:

a - حالات الماء في التربة: أنظر الوثيقة 4.



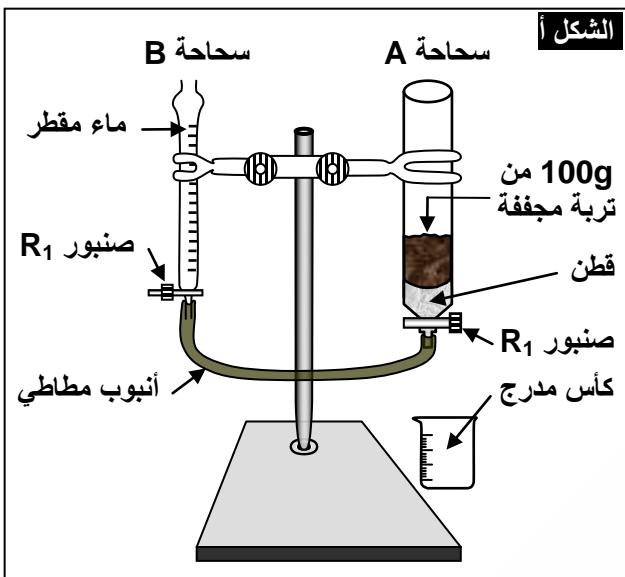
الوثيقة 4: حالات الماء في التربة.

تعطي الوثيقة تمثيلاً تخطيطياً لمختلف أشكال الماء في التربة. انطلاقاً من هذه الوثيقة تعرف مختلف حالات الماء في التربة، وبين سلوك النباتات اتجاه كل حالة.

يوجد الماء في التربة على ثلاث حالات:

- ✓ **الماء الانجدابي = الماء الحر = Eau de gravité:** يشغل هذا الماء فجوات التربة الكبيرة، ويناسب 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 بحببيات التربة، الشيء الذي يحول دون استعماله من طرف النباتات.

b - تأثير قوام التربة على المسامية والنفاذية: انظر الوثيقة 5.



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

الوثيقة 5: تأثير قوام التربة على المسامية والنفاذية.

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

- نملاً السحاحة B بالماء، والسحاحة A بعينة من التربة.
- فتح الصنبور R1 فيساعد الماء في التربة، وعندما يصل إلى سطحها يغلق R1 ونسجل حجم الماء V_1 الذي تسرب. يقابل V_1 المسامية الإجمالية للعينة المدروسة.
- نزيل الأنابيب المطاطي من السحاحة A ثم فتح R1 فينساب الماء في الكأس المدرج، نسجل زمن سقوط أول نقطة في الكأس (t_1). وعند توقف انسياط الماء في الكأس نسجل زمن سقوط آخر نقطة (t_2)، وكذلك حجم الماء V_2 في الكأس والذي يقابل حجم الفراغات المملوءة بالهواء أو المكرومسامية.

- $V_1 - V_2$ 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 ب ml في 100g لثلاث عينات مختلفة من التربة.
أحسب مسامية ونفاذية مختلف عينات التربة. ماذا تستنتج؟

$$Cr = V_1 - V_2 : \text{Capacité de rétention Cr} \Leftrightarrow$$

$$P = V_2 / (t_2 - t_1) : \text{Perméabilité P} \Leftrightarrow$$

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

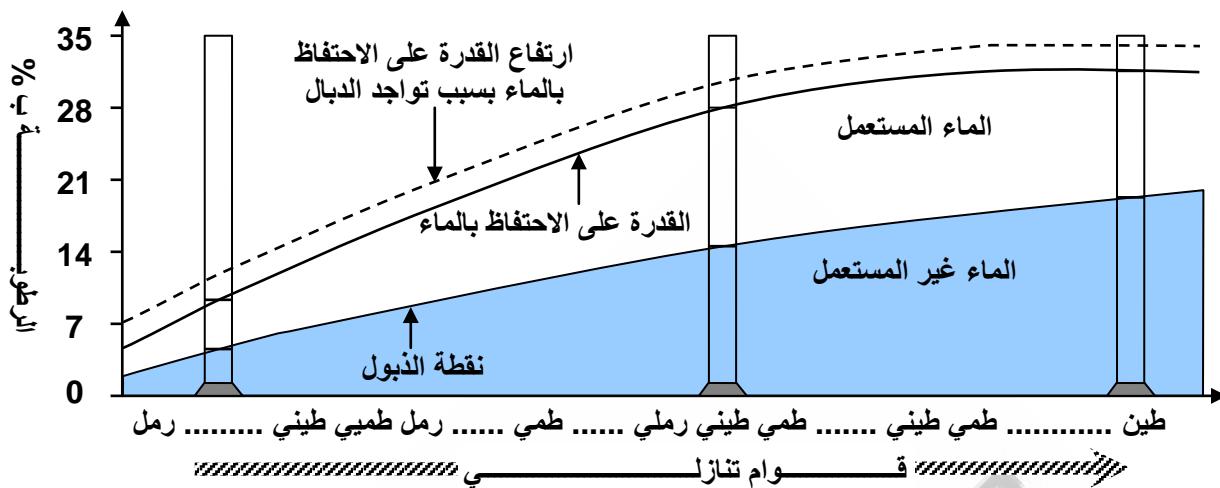
نلاحظ أن قدرة الاحتفاظ بالماء تختلف حسب نوع التربة. فالتربة الرملية لها قدرة ضعيفة على الاحتفاظ بالماء مقارنة بالتربة الطينية التي لها قدرة كبيرة على الاحتفاظ بالماء.
تنستخرج من خلال هذه الدراسة أن:

- ✓ 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 حل معطيات الوثيقة أسفله ثم استنتج.



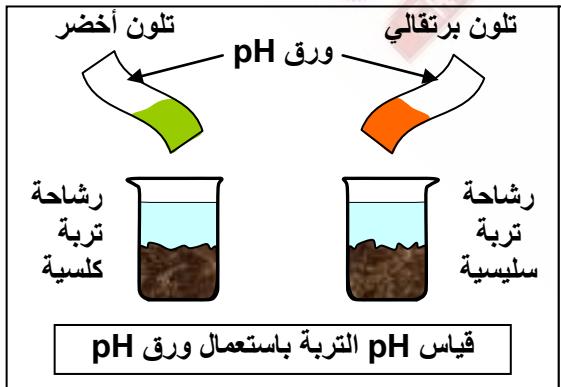
★ تعريف نقطة الذبول (Pf): Point de flétrissement: تمتص النباتات الماء من التربة بواسطة الجذور. يستمر هذا الامتصاص إلى حد معين يبدأ به النبات في الذبول وذلك لأن كمية الماء المتبقية في التربة غير قابلة للامتصاص. نقطة الذبول إذن هي النسبة المئوية من وزن التربة إلى كمية الماء التي لا تزال موجودة في التربة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

ب - الخصائص الكيميائية:

a - علاقة التركيب الكيميائي للترابة بحمضيتها: أنظر الوثيقة 7.



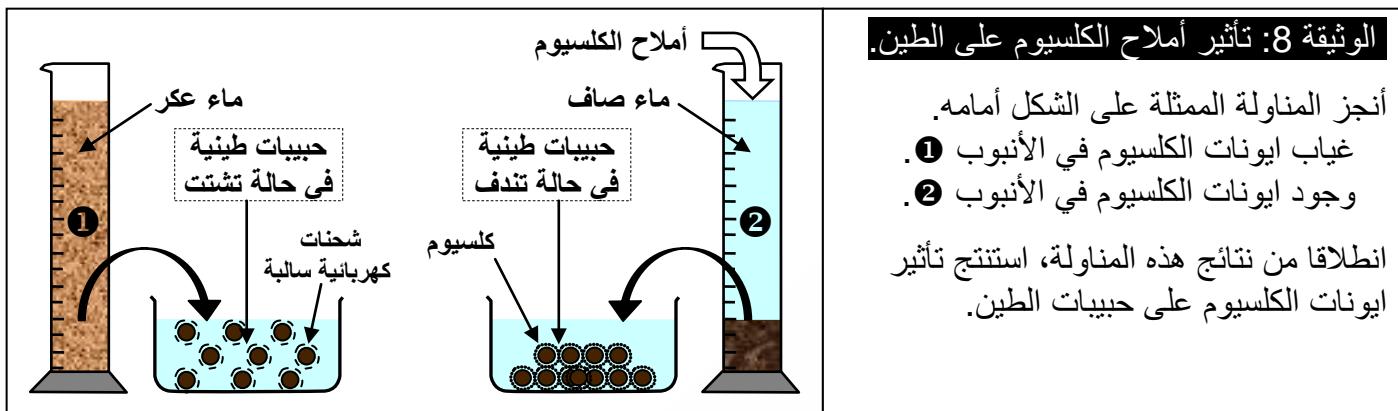
الوثيقة 7: علاقة التركيب الكيميائي للترابة بحمضيتها.

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

ماذا تستخلص من نتائج هذه المناولة؟

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 أيونات الكلسيوم.

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



يتبيّن من الحالة ① أن حبيبات الطين تبقى عالقة في الماء مشكلة غرويات، لأنّ الحبيبات الطينية تحمل نفس الشحنة الكهربائية السالبة. لكن عند إضافة الكلسيوم في الحالة ② الذي هو عبارة عن كاتيونات (أيونات موجبة)، نلاحظ تكدس حبيبات الطين فيما بينها نتيجة تجاذبها مع أيونات الكلسيوم.

c - الخصائص الكيميائية وخصوبة التربة: أنظر الوثيقة 9.

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

يحتوي الأنابيب:

- 1 و 2 على محلول طيني عالق.
- 3 و 4 على محلول غروي للدبال.
- 5 و 6 على خليط من محلول طيني عالق ومحلول غروي للدبال.
- 2' و 4' و 6' فتحتوي على خليط في حالة تندف.

★ أنجز المناولات المماثلة على الوثيقة أمامك.

★ انطلاقاً من نتائج المناولات ومعطيات الشكل د، استخلص دور المركب الطيني - الدبالي.

الشكل د: المركب الطيني - الدبالي

★ قبل إضافة CaCl_2 تكون جزيئات الطين والدبال متفرقة، لأن لها نفس الشحنة السالبة.

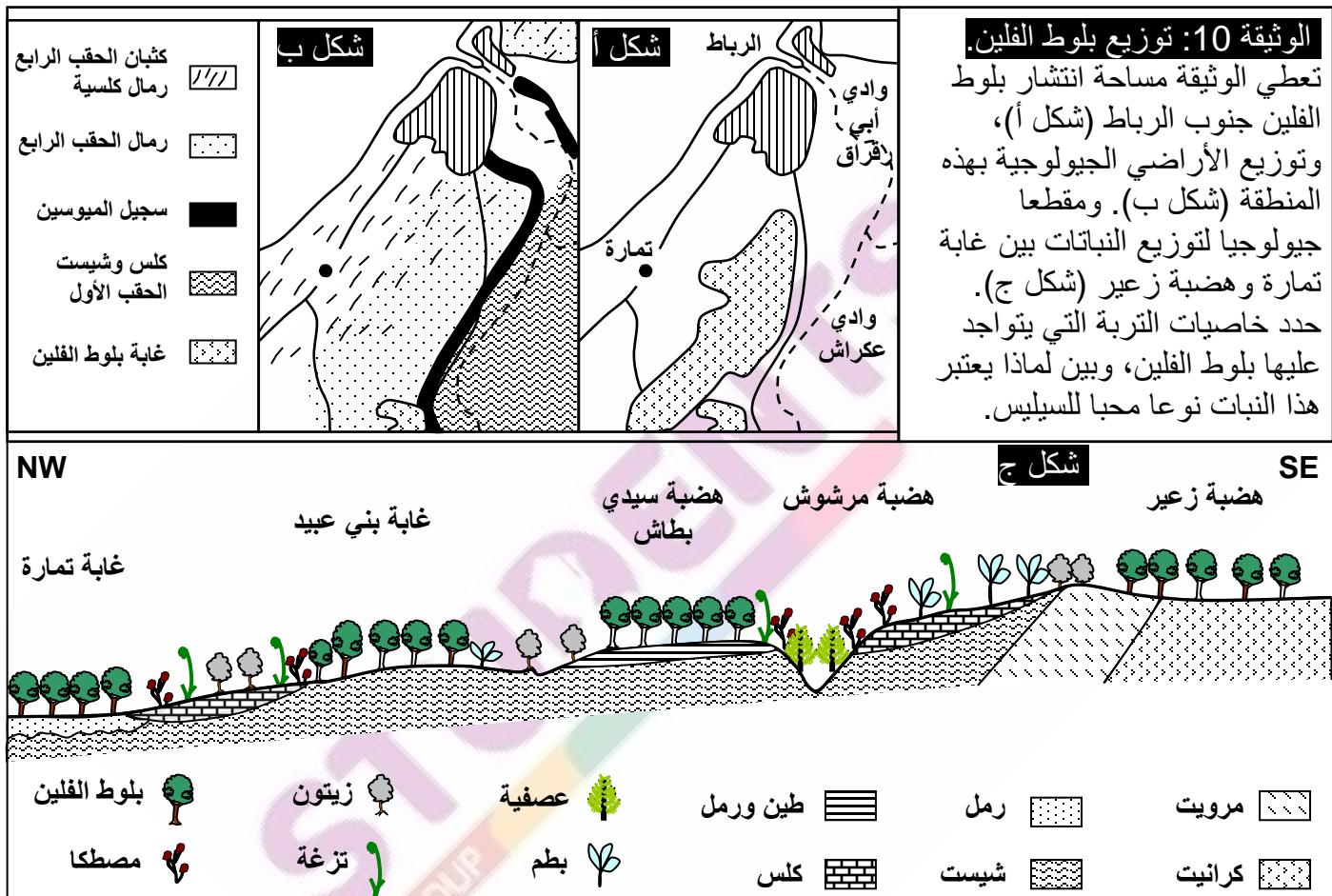
★ تساعد بعض العناصر الكيميائية كأيونات الكلسيوم Ca^{2+} ذات الشحنات الموجبة في ربط الجزيئات العضوية فيما بينها وربطها بجزئيات طينية مشكلة بذلك المركب الطيني - الدبالي - **الدبالي-humique complexe argilo-**.

★ يثبت المركب الطيني - الدبالي الأيونات المعدنية فيمنعها من الانجراف (الغسل)، فستعمل 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 للترابة على توزيع بلوط الفلين

أ - ملاحظات: انظر الوثيقة 10.



نلاحظ أن بلوط الفلين يتواجد بالتربة ذات الأصل الكرانيتي وبالترابة الرملية، ولا يتواجد على التربة الكلسية. انطلاقاً من هذه المعطيات يمكن القول أن العامل المؤثر في توزيع شجر بلوط الفلين هو التربة. وهذا فالطبيعة الكيميائية للترابة هي التي تؤثر في تواجد بلوط الفلين، حيث لا ينمو هذا النوع من النبات فوق الأرضي الكلسي (نقول أنه نفور من الكلس *Plante calcifuge*). وينمو خصوصاً على الأراضي الرملية السيليسية (نقول أنه محب للسيلبيس *Silicole*).

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

ب - كيف تؤثر الطبيعة الكيميائية للترابة على توزيع النباتات؟ انظر الوثيقة 11.

الوثيقة 11: كيف تؤثر الطبيعة الكيميائية للترابة؟

لمعرفة كيف تؤثر الطبيعة الكيميائية للترابة 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 الكالسيوم الممتص من طرف هذه النباتات وذلك حسب قيمة pH المحلول. فحصلنا النتائج الممثلة على الشكل أ والشكل ب.

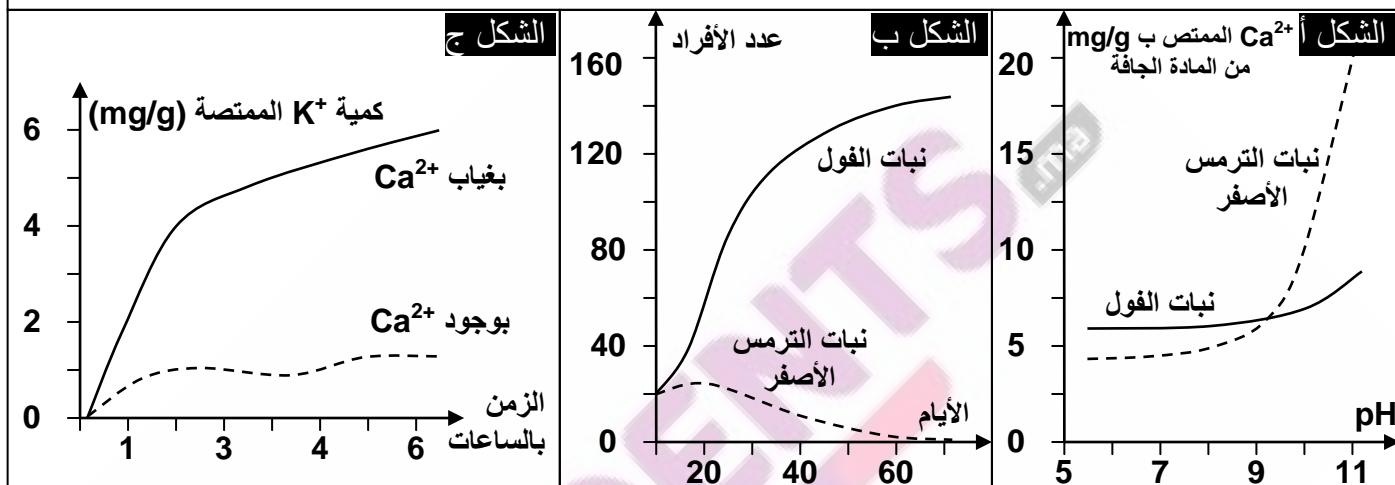
1) انطلاقاً من تحليل هذه المعطيات، استنتج تأثير pH التربة على هذه النباتات.

★ 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 الحصول 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 نسبياً مقاربة وقليله. لكن هذه النسبة ترتفع عندما يرتفع pH التربة (تنخفض حموضية التربة)، وهذا الارتفاع يكون أكبراً عند الترمس الأصفر على الرغم من أنه نبات نفوري من الكلس (ترفة 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 تأخير في نمو هذه النباتات.

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

$$V = \Delta q / \Delta t \quad \text{مع } q = \text{كمية } K^+ \text{ الممتص.}$$

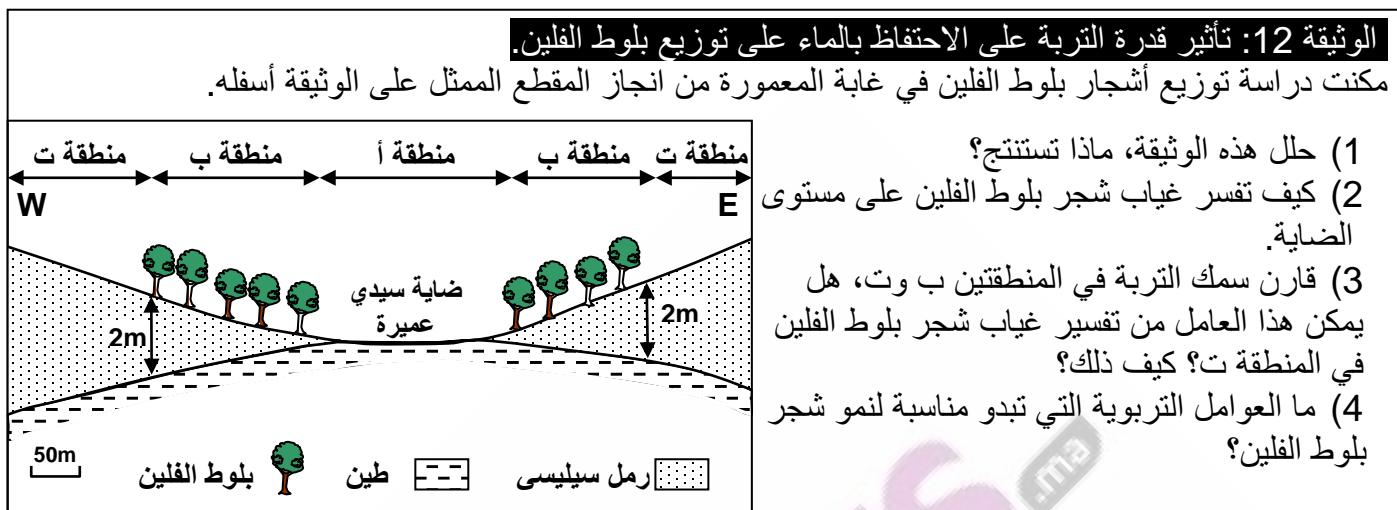
- سرعة الامتصاص بوجود Ca^{2+} هي $V_1 = 1/2 = 0.5 \text{ mg/h}$

- سرعة الامتصاص بغياب Ca^{2+} هي $V_2 = 4/2 = 2 \text{ mg/h}$

3) يتبيّن 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 النسبة للماء. وبما أن أيونات Ca^{2+} تعرقل امتصاص بلوط الفلين لـ 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. انظر الوثيقة 12.



1) نلاحظ أن بلوط الفلين لا يتواجد بالمنطقة أ ذات التربة الطينية. ويتوارد بالمنطقة ب ولا يتواجد بالمنطقة ت رغم أن للمنطقتين نفس الطبيعة الكيميائية. تستنتج 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 (الصاية)، 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 ب، 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. انظر الوثيقة 13.

الوثيقة 13: تأثير العوامل التربوية على توزيع الحيوانات.

نسبة الملوحة	عدد الأنواع		
	منخفضة	متوسطة	مرتفعة
295	211	120	عدد الأنواع المتواجدة
16	11	90	عدد الأنواع المميزة للتربة

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

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

1) يبين تحليل الجدول أنه كلما ازدادت نسبة الملوحة في التربة كلما انخفض عدد الأنواع المتواجدة والمميزة لهذه التربة.

2) تستنتج من هذا التحليل أن ملوحة التربة تتدخل في توزيع الحيوانات اللافقارية.

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



نلاحظ أن النوع ① من ديدان الأرض يتواجد في تربة ذات pH منخفض. والنوع ③ يتواجد بالتربيه ذات pH مرتفع. والنوع ② 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.

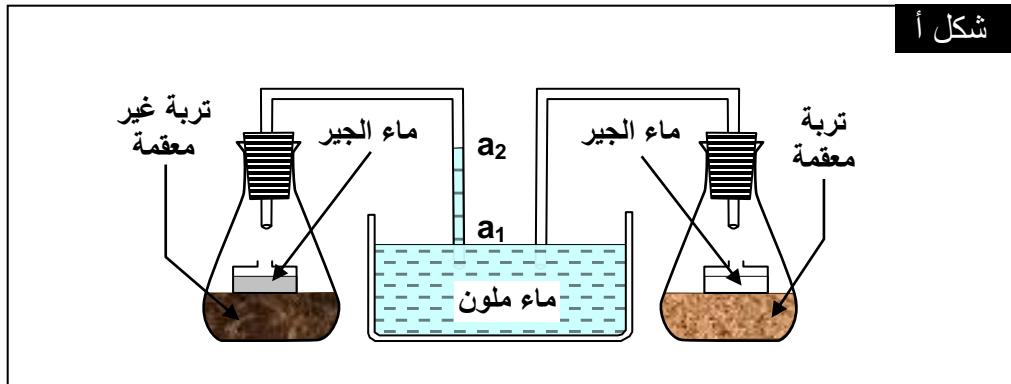
① الكشف عن الكائنات الحية التي تعيش في التربة. انظر الوثيقة 15.

أ - الكشف عن متغيرات التربة عن طريق نشاطها التنفسية: شكل أ

الوثيقة 15: الكشف عن الكائنات الحية في التربة.

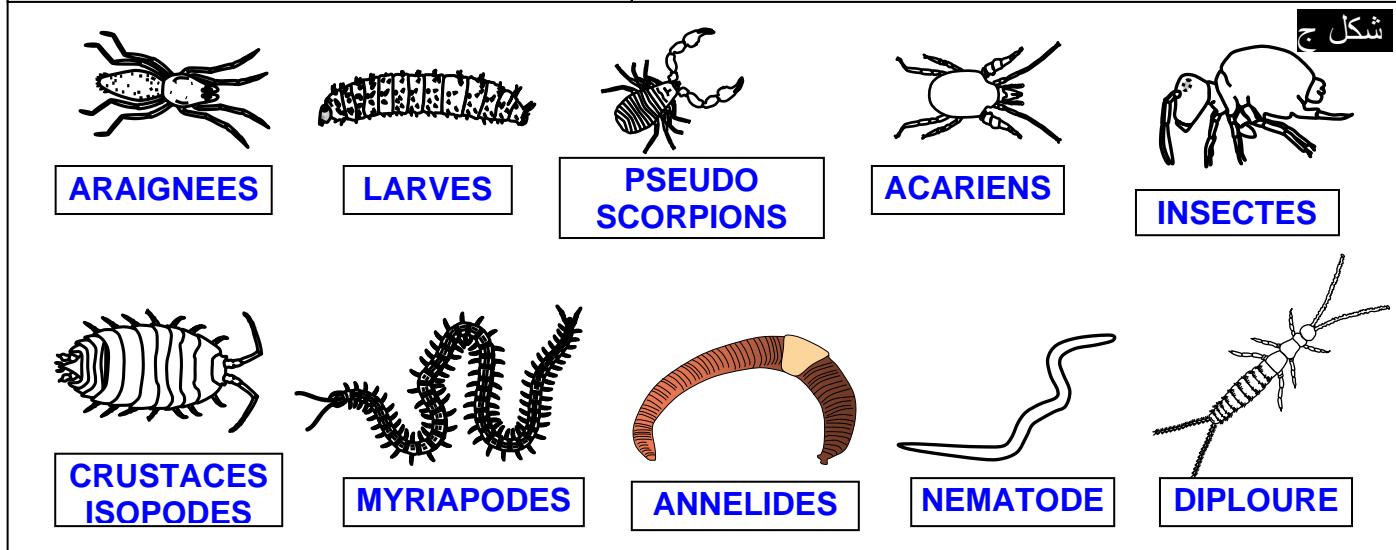
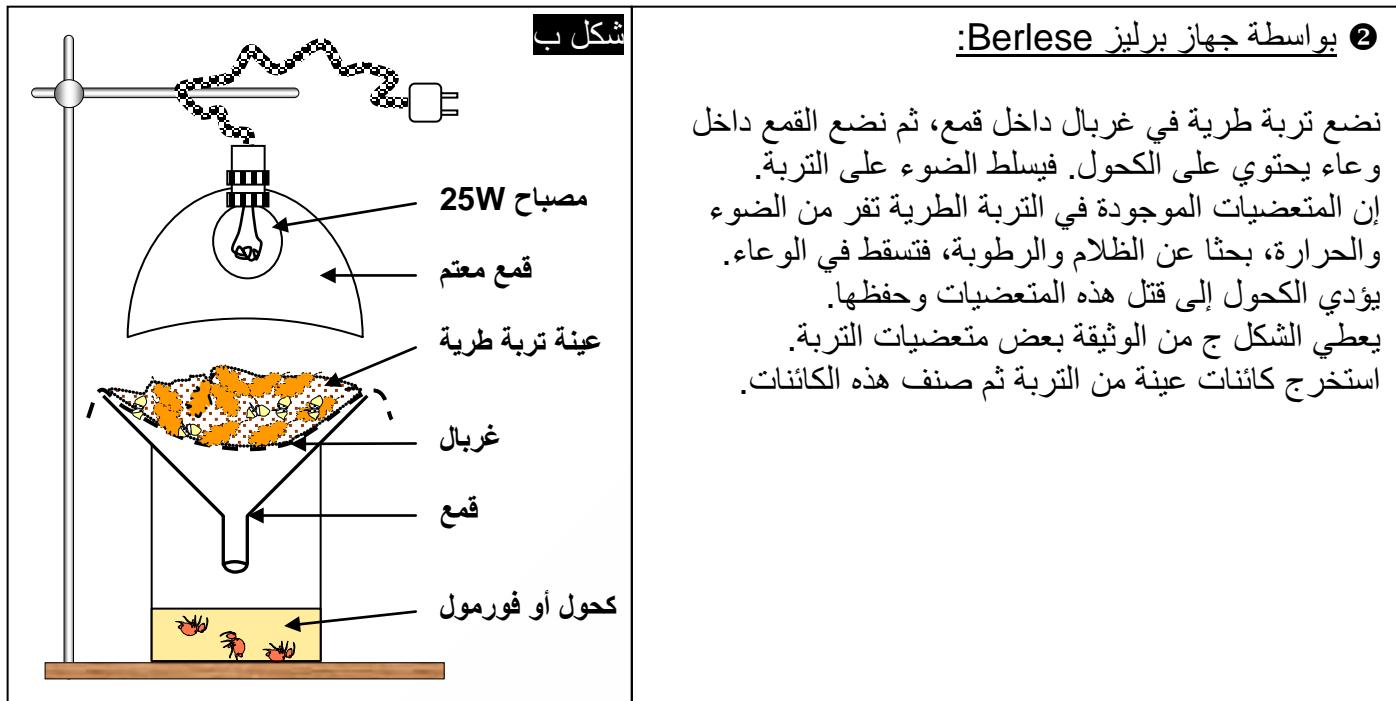
❶ عن طريقة النشاط التنفسية: نقوم بالتركيب التجاري المبين على الشكل أ. علماً أن مستوى الماء كان في بداية التجربة a_1 ووصل في نهايتها إلى a_2 ، كما أن ماء الجير يتغير في نهاية التجربة في حالة التربة غير المعقمة: كيف تفسر هذه الملاحظات؟ ما هي الظاهرة التي تم الكشف عنها؟ وماذا تستنتج؟

شكل أ



- ★ إن صعود الماء الملون في الأنوب المرتبط بالتربة غير المعقمة، يدل على امتصاص الأوكسجين O_2 .
- ★ بينما تغير ماء الجير الموجود في هذه التربة يدل على طرح ثاني 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 متغيرات التربة إلى مجموعتين:
- ✓ فونة التربة La faune وتضم الكائنات الحية الحيوانية. (قرadiات ، 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



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

- ✓ فونة كبيرة بقد يفوق 2 mm.
- ✓ فونة متوسطة بقد يتراوح بين 0.2 mm و 2 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:

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

b - تأثير الحيوانات: انظر 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 رطباً بسقيه بانتظام، والحفظ على درجة حرارته في قيمة تتراوح بين 18 و 20°C . ووضعه في مكان مظلم الشكل أ. بعد مضي شهر تقريباً تمت ملاحظة النتائج المماثلة في الشكل ب.

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

1) إن ديدان الأرض متعضيات تبدي نشاطاً قصرياً إذا كانت رطوبة التربة مرتفعة، وحرارتها نسبياً منخفضة. كما أنها كائنات تتفرّغ 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 حفراً 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 توزيعاً جيداً.

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

ب - التأثير الكيميائي للكائنات الحية على التربة.

a - مثال 1: التأثير الكيميائي لديدان الأرض: انظر الوثيقة 17.

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

الوثيقة 17: التأثير الكيميائي لديدان الأرض على التربة

تمر من الأنابيب الهضمي لديدان الأرض كمية كبيرة من التربة تتعدى 200 Kg سنوياً في 100 m² من التربة بالنسبة للأراضي الغابوية.

وتقدّف هذه الديدان فضلات هضمها على شكل رصراصات Agrégats في سطح التربة. قد تصل كثافة هذه المقدّوفات إلى 25 t/ha في الغابات. يعطي الجدول جانبـه نسبة بعض المواد في التربة السطحية ومقدّوفات هذه الديدان.

1) قارن بين مكونات التربة ومقدّوفات ديدان الأرض.
ثم فسر الاختلاف الملاحظ.

2) ما هو عمل ديدان الأرض بالنسبة للتربة؟

3) إذا علمت أن جسم ديدان الأرض غني جداً بالأزوٰت (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 مقدرات ديدان الأرض أكثر غنى بالمواد المعدنية، بالبكتيريا، كما أن الفرش الحرجي المقدور يكون مفككاً (محللاً).

يفسر هذا الاختلاف بكون المواد المبتلة من طرف ديدان الأرض تخضع على مستوى جهازها الهضمي إلى تفاعلات كيميائية، كما تتكون روابط كيميائية بين الجزيئات الطينية والجزئيات العضوية، فينتج عنها بناءات خاصة تسمى رصراصات، يكون تركيبها الكيميائي مختلفاً لتركيب التربة الأصلية المبتلة.

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

3) بعد موتها، تتحلل أجسام ديدان الأرض، وبذلك تساهم في إغناء التربة بالأزوٌوت.

b - مثال 2: التأثير الكيميائي للبكتيريا والفطريات المجهرية: انظر الوثيقة 18.

الوثيقة 18: التأثير الكيميائي للبكتيريا والفطريات المجهرية.

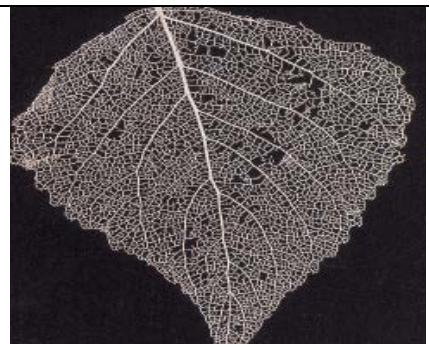
بمجرد تساقطها، تتعرض الأوراق الميتة لتأثير الفطريات والبكتيريات. انطلاقاً من معطيات هذه الوثيقة أبرز دور المتعضيات المجهرية في تحلل المادة العضوية للفرش الحرجي.



بكتيريا تحلل جذور النباتات



ورقة نبات يغزوها غزل فطري



ورقة نبات متحللة جزئياً

متعضيات مجهرية	كتلتها في الهكتار الواحد	الأدوار
الطحالب	55kg	ثبتت الأزوٌوت الحر
الفطريات	1500 kg	تحلل السيليلوز و اللجين - تمعدن الأزوٌوت - تركيب الفيتامينات والمضادات الحيوية.
بكتيريات	1200 kg	تحلل البكتيرين واللجين - المركبات الأزوٌوتية والفوسفورية - ثبتت الأزوٌوت 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 للتغيرات الكيميائية بطئاً ولكن متواصلاً بفعل البكتيريا والفطريات المجهرية التي تتغذى على المادة العضوية المتحللة.

يؤدي تحلل المادة العضوية بواسطة المتعضيات المجهرية إلى تكون المادة المعدنية، وتنتمي هذه الآلية بالتمدن، ويمكن إيجازها في ثلاثة مراحل أساسية:

✓ تحلل الفرش الحرجي = *Décomposition de la litière*: يقطع الفرش الحرجي ويتحلل بفضل ديدان الأرض والمتعضيات المجهرية، فيتحول إلى مواد عضوية بسيطة (مثلاً تحول السيليلوز إلى سكر بسيط هو الكليكوز).

✓ التدبّل = تشكيل الدبال = *Humification*: تعمل المتعضيات المجهرية للتربة (آكلة الحطام) على تحويل الجزيئات العضوية البسيطة الناتجة عن تحلل الفرش الحرجي إلى جزيئات عضوية كبيرة مثل

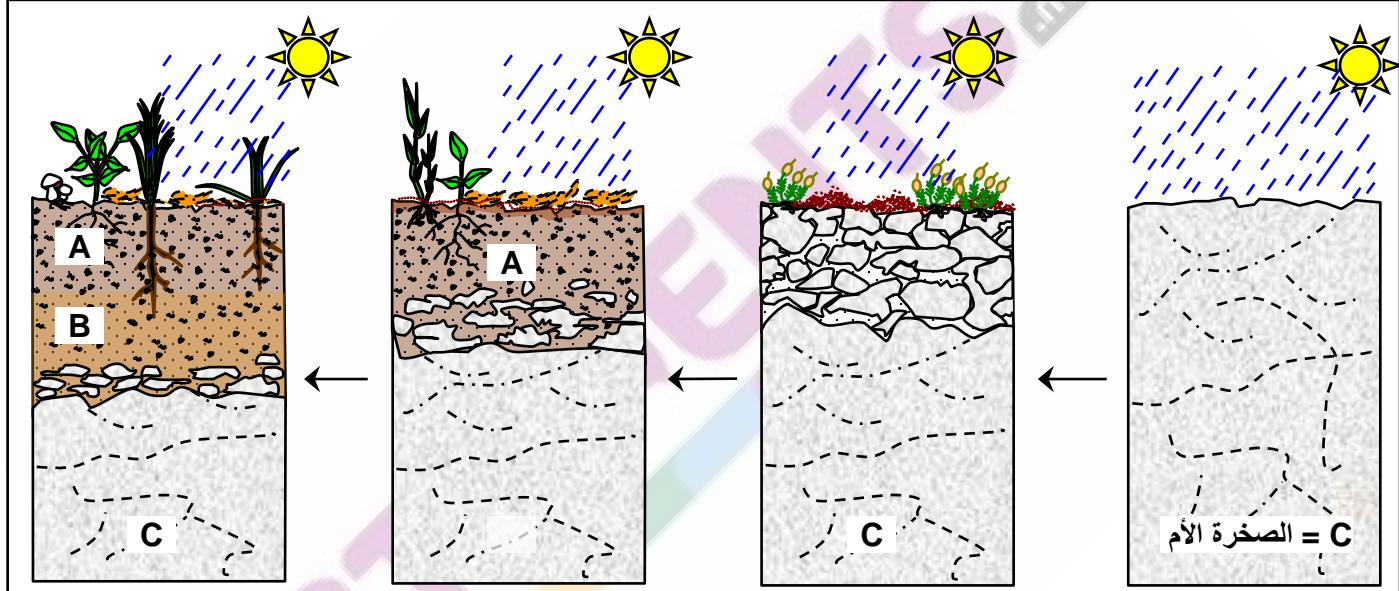
الأحماس الدبالية التي تشكل الدبال. تسمى مجموع هذه التفاعلات بالتدبل والذي يتطلب مدة طويلة تتغير حسب مناخ المنطقة، وقد تصل إلى ثلاثة سنوات.

✓ **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 شكلاً من أشكال ادخال المادة العضوية التي تتمعدن باستمرار.
 - ✓ يرفع من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.
 - ✓ يجعل التربة أقل كثافة، فتزداد درجة تهويتها.
 - ✓ يزيد من قاتمة لون التربة، فترتفع قدرتها على امتصاص الحرارة.

③ مراحل تشكل التربة وعلاقتها بتأثير الكائنات الحية. انظر 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 ثانوية (رمل، حصى، طين، مواد ذائبة مثل الأيونات).
- 2 – نمو بعض الكائنات المجهرية في هذه الطبقة السطحية: (بكتيريات، أشنات، فطريات) لها القدرة على استعمال الأزوت الجوي. بموت هذه الكائنات تغتنى المواد الحثانية المعدنية شيئاً فشيئاً 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) فتشكل بذلك طبقات متباينة داخل التربة تسمى آفاق التربة 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)



شكل أ

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 ج



شكل د



شكل ب

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) خصوصاً بالمنحدرات.

✓ تقادم الزراعة الأحادية.

✓ إنجاز مصدات الرياح (غرس أشجار طويلة في مهب الريح).

✓ حرت المنحدرات حسب منحنيات المستوى.

✓ إنجاز 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 الأفق السفلي 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 غنياً 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، لثبيت الكاتيونات (Ca^{2+} و Mg^{2+} و K^+ و Na^+).
- ✓ الحفاظ على متغيرات التربة التي تنقل العناصر المعدنية نحو الأفاق العليا.



		الوثيقة 21: التربة المغسولة.
فرش حرجي	L	في تربة مغسولة (الصورة أمامه)، تنقل مياه الترشيح، بفعل ظاهرة الغسل، جزيئات الطين والدبال والأملاح المعدنية من المستويات السطحية للتربة ($A_2 =$ أفق مغسول) إلى مستويات التجميع السفلي (B).
A_1 A_2 أفق دبالي أفق مغسول	B	تعتبر التربة المغسولة تربة غير صالحة لنمو النباتات. فسر ذلك، واقتراح إجراءات لحماية التربة من الغسل.
أفق التجميع	C	الصخرة الأم

ج - حماية التربة التصحر:

a - مفهوم التصحر:

التصحر هو تدهور وبار 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 تعريمة 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 والكالبيتوس 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

a - الأسمدة المعدنية: (أنظر الوثيقة 22)

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.

الوثيقة 22: دور التسميد في تخصيب التربة.

يعطي الجدول أ، كمية العناصر المعدنية الممتصة من طرف بعض المزروعات ب Kg في كل قنطرة. والجدول ب، الترکیب الكیمیائی لبعض الأسمدة المعدنية. انطلاقاً من هذه المعطيات، أبرز أهمية تسميد تربة المزروعات.

الجدول أ:

س طاطب لـا		الذرة		ح مقلـا		
ق ار وـا	ت ان رـد	ع دج، ق ار وـا	ب و بـح	ن بـت لـا	ب و بـح لـا	
0.3	0.3	1.1	1.5	0.5	1.9	N
0.3	0.5	0.4	0.7	0.25	1	P ₂ O ₅
0.45	0.6	1.6	0.5	1.2	0.5	K ₂ O
0.45	0.03	0.2	0.02	0.6	0.15	CaO
-	0.03	0.15	0.10	0.2	0.25	S

الجدول ب:

التركيب الكيميائي			هيكل نباتي
N-P	P-K	N-K	هيكل نباتي
N-P-K			هيكل نباتي
%20 K2O	20% P2O5	14% N	مثيل لسماد ثلاثي
20Kg	20kg	14kg	لكل 100 كلغ من السماد 14-20-20
سماد بدئي الانطلاق			N-P
سماد نوعي الجودة			N-K
يسارس دامس			P-K

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

b - الأسمدة العضوية:

ت تكون من البقايا النباتية والحيوانية، وهي تحسن بنية التربة عن طريق تكون الدبال الذي يعتبر مصدراً مهماً لغذاء النبات خصوصاً 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 (انظر الوثيقة 23)

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

الوثيقة 23: تأثير الري على بعض المحاصيل الزراعية.

بين أهمية الري في تحسين مردودية التربة.

معدل المردودية من المادة الجافة ب q/ha	زراعة بورية	معدل كمية الماء المستعمل سنوياً ب mm	أصناف المزروعات
قيسم عازر			
90.9	63.3	230	قرنفل
31.5	24.1	150	سمشل دابع
33.8	25.7	150	اجوصل
64.2	46.9	150	وغروصل

ج - الحرش: Le labour

- الحرث هو عملية تفكيك التربة وقلبها وخلط مكوناتها المعدنية والعضوية. وهذا 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 المتداولة والمختلطة: (أنظر الوثيقة 24)

الوثيقة 24: تأثير التناوب الزراعي في مردودية التربة.

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

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

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

إن نوع الزراعات السابقة تؤثر في الزراعة الموقالية. فمثلاً:

- ✓ زراعة القمح تعتبر مجدهة للتربة، تستهلك نسبة كبيرة من الأزوت.
 - ✓ زراعة الفجل، الجزر تعتبر نصف مجدهة للتربة.
 - ✓ زراعة الفول، اللوبيا، وغيرها من القطاني تعتبر محسنة للتربة، إذ تزيد من كمية الأزوت.
- إذن لكي يكون المردود الزراعي جيداً، يستحسن القيام بتناوب الزراعات في نفس القطعة الأرضية، وهو ما يسمى بالدورة الزراعية.