

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 خصائص التربة وكيف تؤثر على توزيع الكائنات الحية؟
- ما هو دور الكائنات الحية في تشكيل التربة؟
- كيف يمكننا الحفاظ على التربة وتحسين مردوديتها؟

I - الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة .

① مكونات التربة

أ - ملاحظات وتجارب: أنظر الوثيقة 1.

الشكل أ		الوثيقة 1: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.
1	نهاية التجربة	★ فصل مكونات التربة عن طريق الترسيب:
2	بداية التجربة	نضع عينة من تربة في مخبر مدرج كبير الحجم ثم نضيف إليها 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 الترسب (الشكل أ).
(1) لاحظ نتيجة المناولة ثم أعط الأسماء المناسبة لعناصر الوثيقة.		
3	= مادة عضوية ،	3 = طمي
4	= رمل دقيق ،	5 = حصى
5		6 = رمل خشن ،
6		
الشكل ب		(2) ماذا تستنتج من هذه الملاحظات؟
تجربة 1	قطرات ماء ماء فقاعات تربيه	★ تجربة 1: نعرض عينة من التربة للتسخين، فنحصل على النتيجة المبينة في الشكل ب.
تجربة 2		★ تجربة 2: نضع عينة من التربة في مخبر، 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 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 الأنوب 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:

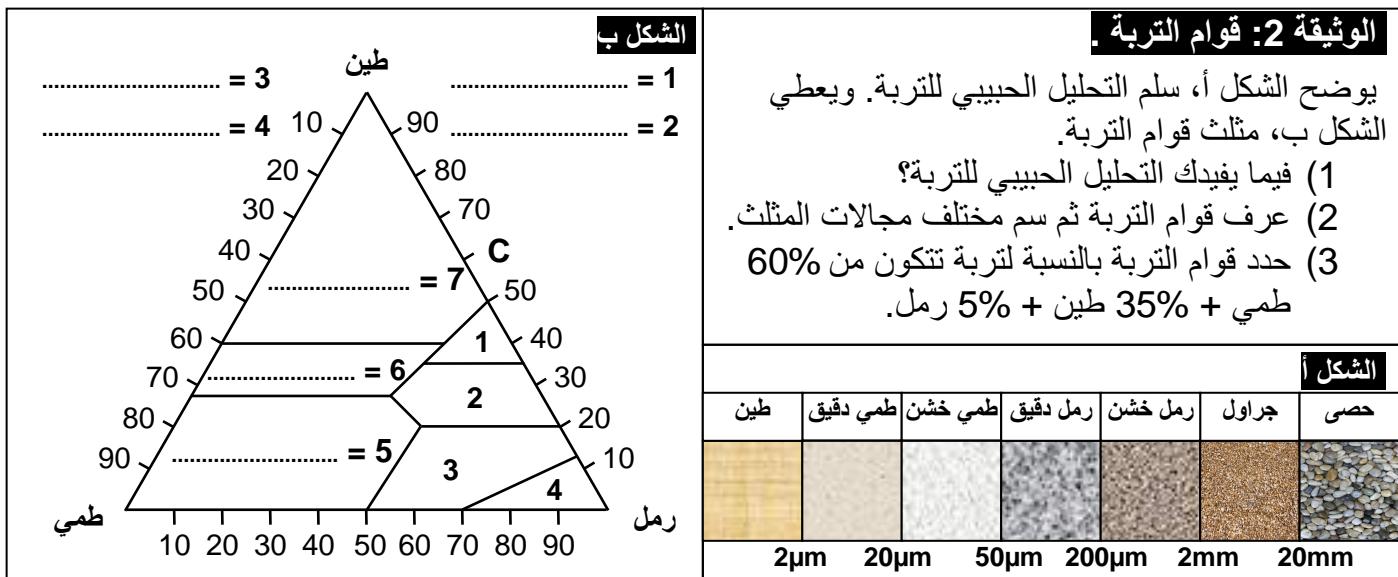
ت تكون التربة من:

- ✓ جزء صلب يتكون من مواد عضوية ومواد معدنية، ويدخل ضمن مكوناتها الفيزيائية.
- ✓ جزء سائل وغازوي، يتشكل من الماء والمواد الذائبة فيه، بالإضافة إلى الغازات التي تحتل 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 ...) وهذا 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 القد وحسب النسب المئوية لمكونات التربة.

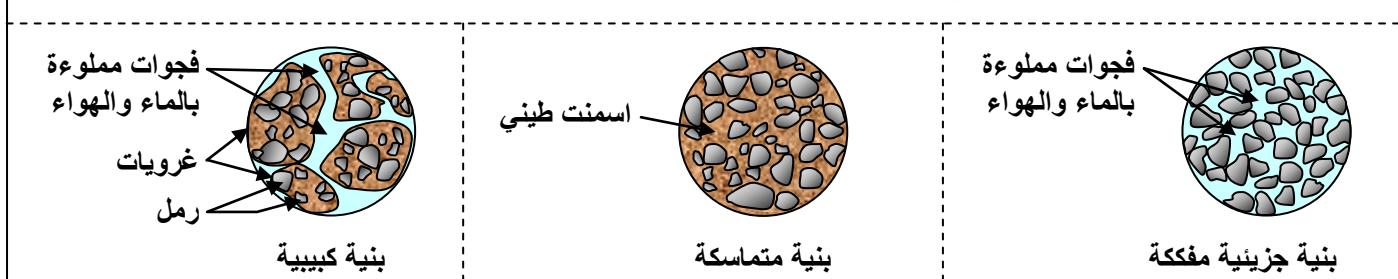
مجالات مثلث قوام التربة:

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: انظر الوثيقة 3.

الوثيقة 3: بنية التربة. يوضح الشكل أسفله مختلف بنيات التربة. انطلاقاً من ملاحظة ومقارنة معطيات هذه الوثيقة، عرف بنية التربة، وبين ما تأثيرها في خصائص التربة؟



- تمثل البنية الكيفية التي تتجمع بها حبيبات التربة، ويمكن التمييز بين ثلاث بنية مختلفة:
- ✓ **بنية مفككة**: عندما تكون التربة مكونة من حبيبات مختلفة القد مع غياب الرابط بينها. ستكون هذه البنية راشحة للماء.
 - ✓ **بنية متمسكة**: عندما تكون التربة مكونة من حبيبات مرتبطة بجزئيات 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 للفاذ 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 السفلية.

b - الخصائص الفيزيائية وتوزيع الماء في التربة:

a - حالات الماء في التربة: أنظر الوثيقة 4.

الوثيقة 4: حالات الماء في التربة.
<p>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.</p>

يوجد الماء في التربة على ثلاثة حالات:

- ✓ **الماء الانجدابي = 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 بحببيات 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.
<p>لقياس قدرة الاحتفاظ بالماء ونفاذية التربة يمكن استعمال التركيب التجريبي أمامه.</p> <ul style="list-style-type: none"> • نملأ السحاحة B بالماء، والسحاحة A بعينة من التربة. • فتح الصنبور R1 فيقصد الماء في التربة، وعندما يصل إلى سطحها نغلق R1 ونسجل حجم الماء V1 الذي تسرب. يقابل V1 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 (t1). وعند توقف انسياط الماء في الكأس نسجل زمن سقوط آخر نقطة (t2)، وكذلك حجم الماء V2 في الكأس والذي يقابل حجم الفراغات الملؤبة بالهواء أو المكررمسامية.

الشكل ب	النفاذية P	الاحتفاظ بالماء Cr	نوع التربة
V ₁	$V_2 / (t_2 - t_1)$	$V_1 - V_2$	ترية طينية
V ₂			ترية طميّة
t ₁ (S)			تربة رملية
t ₂ (S)			

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

- V1 – V2 يقابل حجم الماء المحتفظ به في التربة أو الميكرومسامية = قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء = $\text{capacité de rétention} (\text{Cr})$.
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؟

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

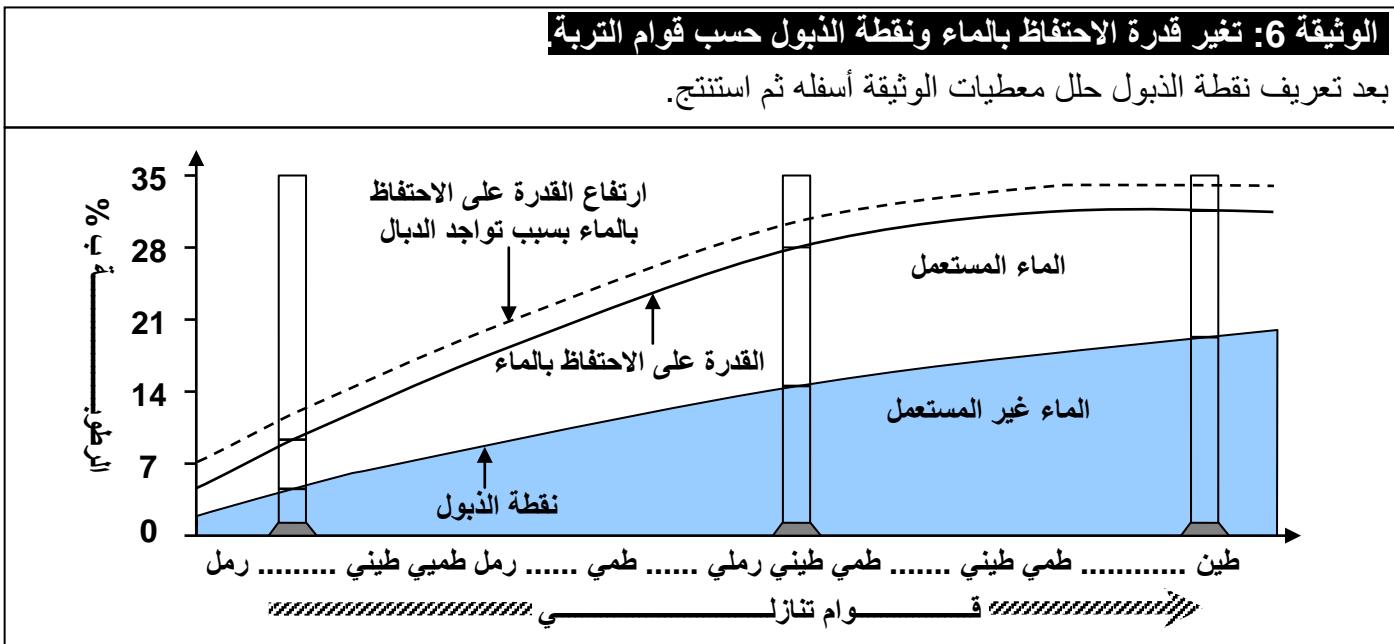
$$P = V_2 / (t_2 - t_1) \quad : \text{Perméabilité P}$$

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



★ تعريف نقطة الذبول (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 تغيير 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 - الخصائص الكيميائية:

a - علاقة التركيب الكيميائي للتربة بحمضيتها: انظر الوثيقة 7.

 قياس pH التربة باستعمال ورق pH	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 حموضية التربة بواسطة ورق pH، أو بواسطة الكواشف الملونة، أو بواسطة جهاز مقياس pH. انظر الشكل أمامه. (يعكس pH تركيز أيونات الهيدروجين H^+ بالترفة $10^{-pH} = [H^+]$).
ماذا تستخلص من نتائج هذه المناولة؟	

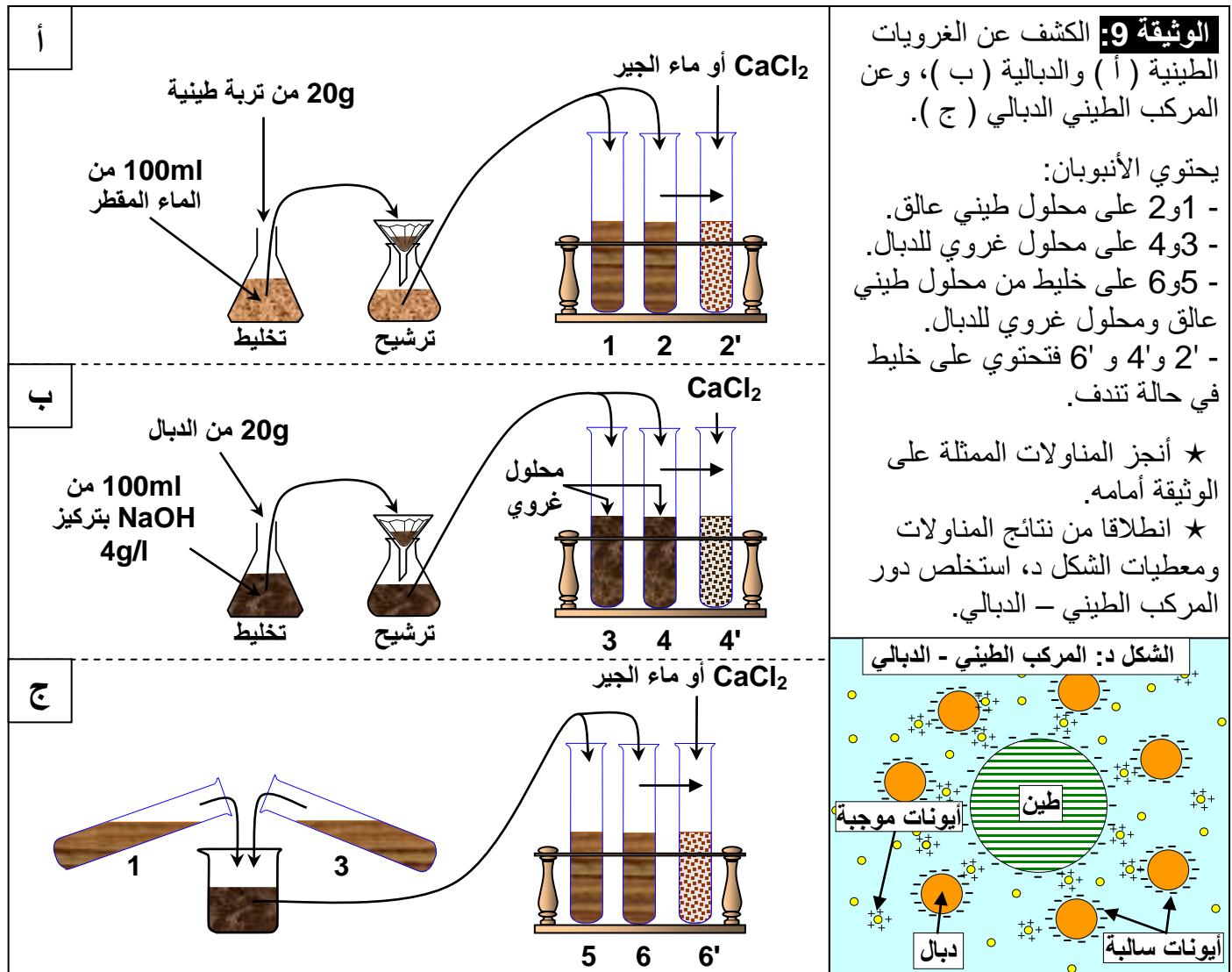
نلاحظ أن pH التربة يتغير بتغيير طبيعة التربة. تستخلص من هذا أن الصفات الكيميائية للتربة ترجع إلى نسبة العناصر المعدنية الموجودة بها، فالتربة السليسية الحمضية غنية بالسيليسيوم وتفتقر للكالسيوم، بينما تحتوي التربة الكلسية على نسبة مرتفعة من أيونات الكالسيوم.

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

	الوثيقة 8: تأثير أملاح الكالسيوم على الطين. أجز المناولة الممثلة على الشكل أمامه. غياب أيونات الكالسيوم في الأنابيب ①. وجود أيونات الكالسيوم في الأنابيب ②. انطلاقاً من نتائج هذه المناولة، استنتج تأثير أيونات الكالسيوم على حبيبات الطين.
--	--

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

٥ - الخصائص الكيميائية وخصوبة التربة: انظر الوثيقة ٩.

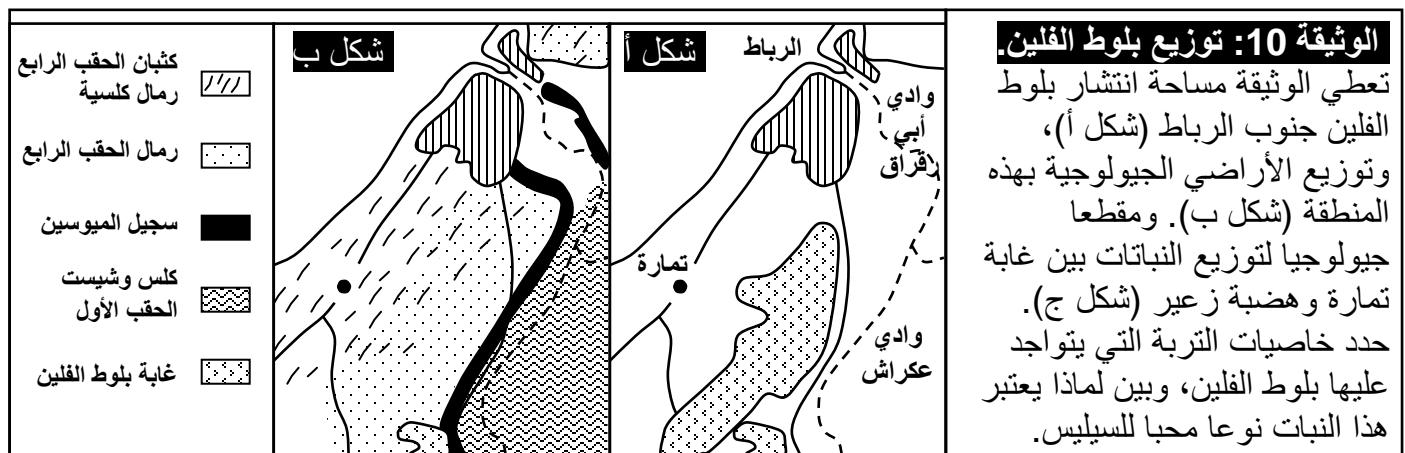


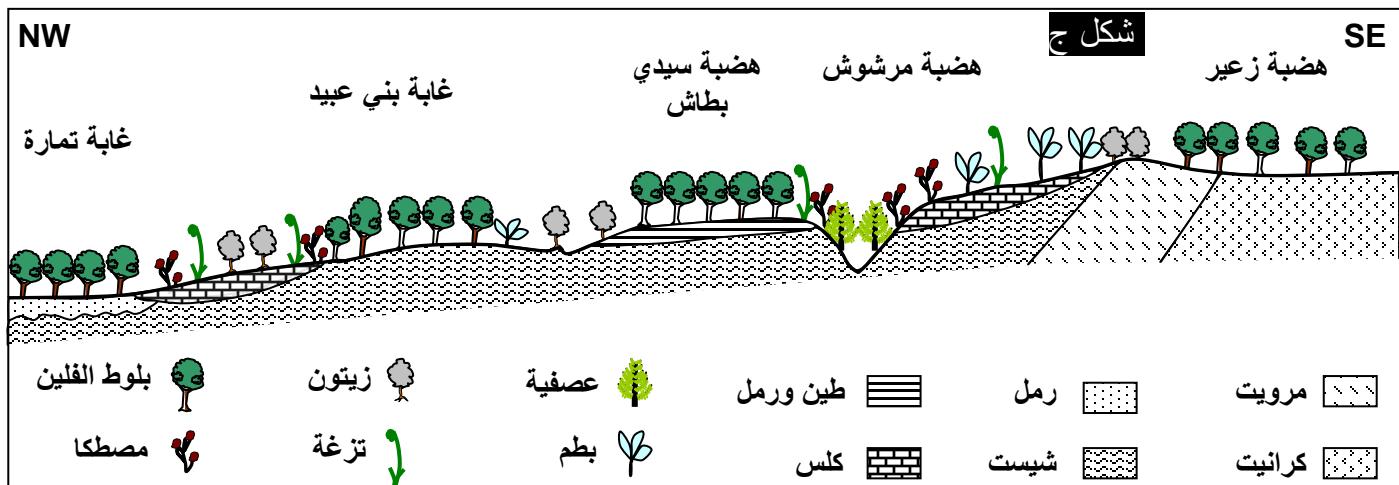
- ★ قبل إضافة CaCl_2 تكون جزيئات الطين والدبال متفرقة، لأن لها نفس الشحنة السالبة.
- ★ تساعد بعض العناصر الكيميائية كأيونات الكلسيوم Ca^{2+} ذات الشحنات الموجبة في ربط الجزيئات العضوية فيما بينها وربطها بجزيئات طينية مشكلاً بذلك المركب الطيني - الدبالي *complex argilo-humique*.
- ★ يثبت المركب الطيني - 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.

١) تأثير الطبيعة الكيميائية للتربة على توزيع بلوط الفلبين

أ - ملاحظات: انظر الوثيقة ١٠.





نلاحظ أن بلوط الفلين يتواجد بالتراب ذات الأصل الكرانيتي وبالتراب 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 للتراب 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 خصوصاً على الأراضي الرملية السيليسية (نقول أنه محب لـ *Silicole*).

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

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

الوثيقة 11: كيف تؤثر الطبيعة الكيميائية للتراب؟

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

★ تم زرع بعض النباتات النفور 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.

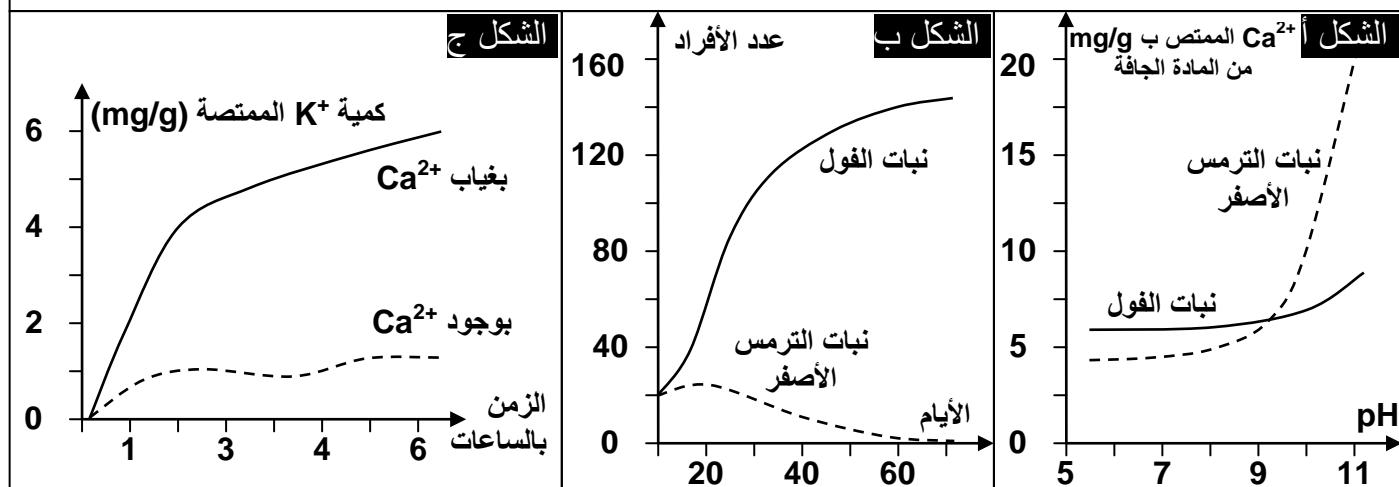
(1) انطلاقاً من تحليل هذه المعطيات، استنتج تأثير pH التربة على هذه النباتات.

★ 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 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 نسبياً متقاربة وقليلة. لكن هذه النسبة ترتفع عندما يرتفع pH التربة (تتحفظ حمضية التربة)، وهذا الارتفاع يكون أكبراً عند الترمس الأصفر على الرغم من أنه نبات نفور 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 تأثير 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 $V_2 = 4/2 = 2 \text{ mg/h}$

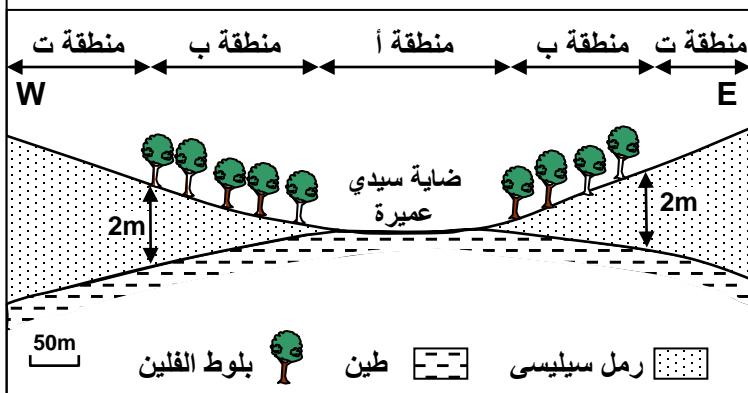
(3) يتبيّن أن سرعة امتصاص بلوط الفلين لأيونات K^+ في التربة أكبر بكثير من سرعة امتصاصه لهذه الأيونات بوجود Ca^{2+} . نستنتج إذن أن وجود Ca^{2+} في التربة يعرقل امتصاص البلوط لأيونات K^+ .

(4) تعدّ 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 النسبة وتحدّ من امتصاصها للماء، وهذا ما يفسّر غياب بلوط الفلين على الأراضي الكلسية.

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

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

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



(1) نلاحظ أن بلوط الفلين لا يتواجد بالمنطقة أ ذات التربة الطينية. ويتوارد بالمنطقة ب ولا يتواجد بالمنطقة ت رغم أن المنطقتين 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 يفسّر 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 لامتصاص الماء.

(4) يتطلب نمو شجر بلوط الفلين تربة رملية لا يتعدي 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.

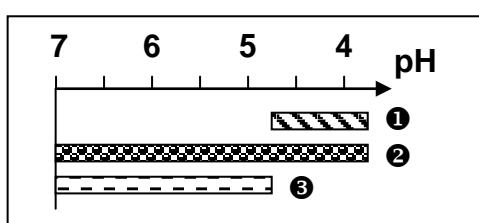
منخفضة	متوسطة	مرتفعة	نسبة الملوحة	عدد الأنواع
				عدد الأنواع المتواجدة
295	211	120		
16	11	09		عدد الأنواع المميزة للتربة

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.

الوثيقة 14: تأثير pH التربة على توزيع الحيوانات.



تعطي الوثيقة أمامه توزيع ثلاثة أنواع من ديدان الأرض ① و ② و ③، حسب pH التربة.
ماذا تستنتج من تحليل هذه الوثيقة؟

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

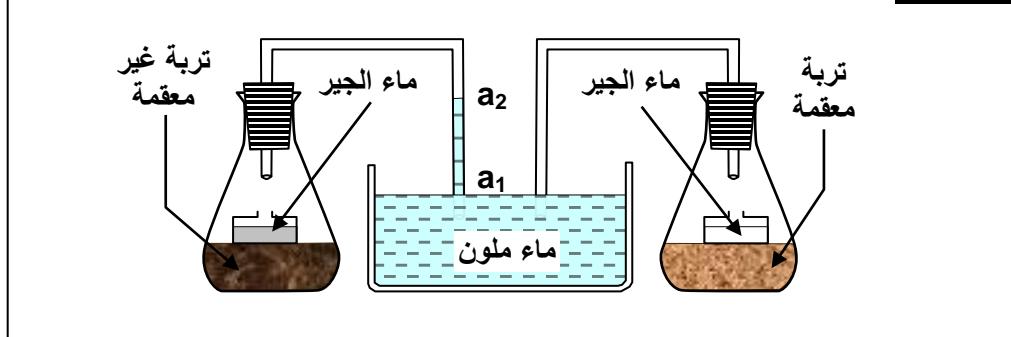
① الكشف عن الكائنات الحية التي تعيش في التربة. انظر الوثيقة 15.

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

الوثيقة 15: الكشف عن الكائنات الحية في التربة.

① عن طريق النشاط التنفسى: نقوم بالتركيب التجريبى المبين على الشكل أ. علماً 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

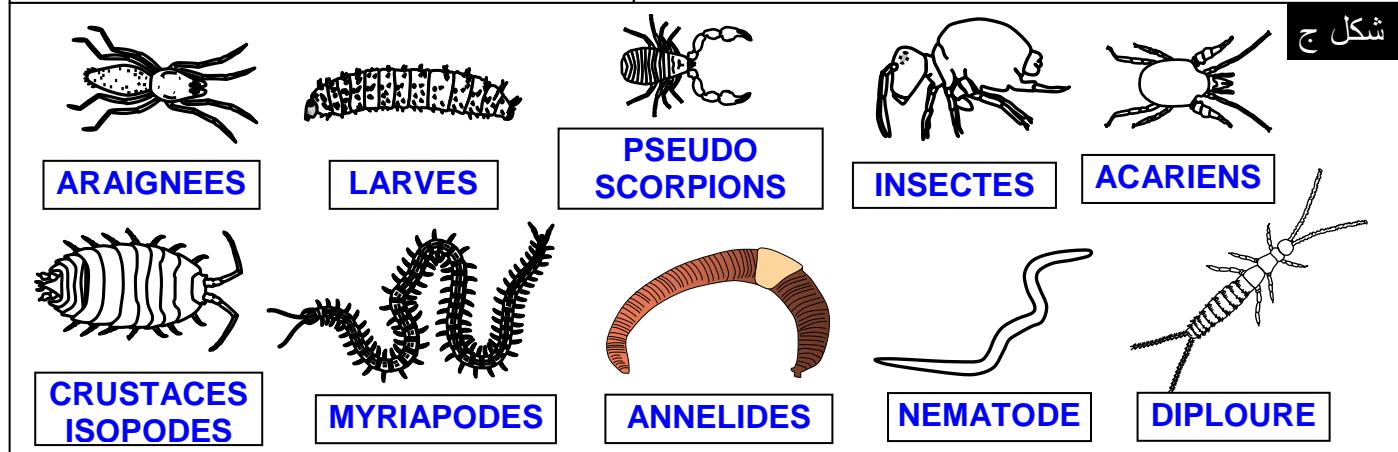
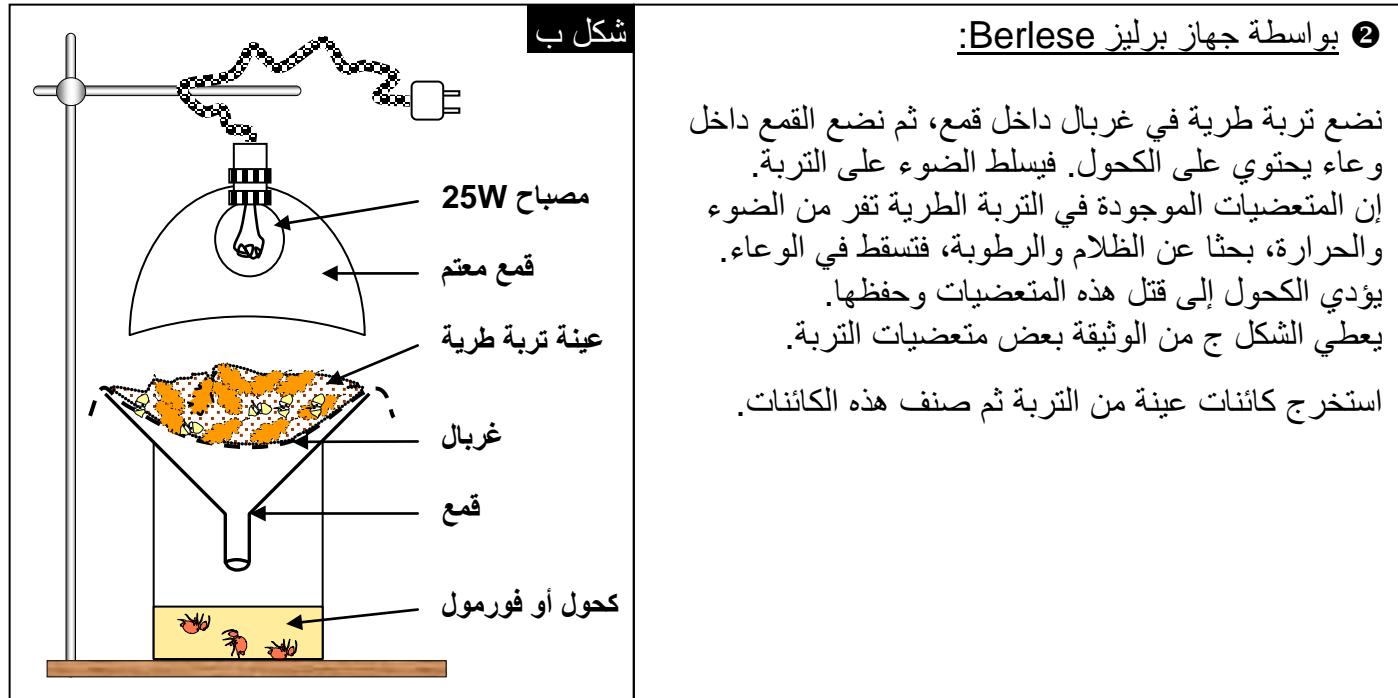


- ★ إن صعود الماء الملون في الأنوب المرتبط بالترابة غير المعقمة، يدل على امتصاص الأوكسجين O_2 . بينما تعكر ماء الجير الموجود في هذه التربة يدل على طرح ثاني أوكسيد الكربون CO_2 .
★ بما أن هناك تبادلات غازية تنفسية، فالظاهرة التي تم الكشف عنها هي ظاهرة التنفس.

★ نستنتج من هذه التجربة أن التربة غير المعمقة تحتوي على كائنات حية. وبالتالي نقول أن التربة وسط حي. ويمكن تقسيم متعضيات 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 وتقرعها 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 رطباً بسقيه بانتظام، والحفاظ على درجة حرارته في قيمة تتراوح بين 18°C و 20°C . ووضعه في مكان مظلم الشكل أ. بعد مضي شهر تقريباً تمت ملاحظة النتائج المماثلة في الشكل ب.

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

- إن ديدان الأرض متعضيات تبدي نشاطاً قصرياً إذا كانت رطوبة التربة مرتفعة، وحرارتها نسبياً منخفضة. كما أنها كائنات تنفر من الضوء، لهذا تمت مراعاة هذه الظروف في التجربة.
- لقد أدى إدخال ديدان الأرض في هذا الوعاء إلى:
 - ✓ خلط وقلب محتويات الطبقات.
 - ✓ حفر دهاليز (أنفاق) في التربة.
- بغضل 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 المعdenية. 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: أنظر الوثيقة 17.

الوثيقة 17: التأثير الكيميائي لديدان الأرض على التربة

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

تمر من الأنابيب الهضمي لديدان الأرض كمية كبيرة من التربة تتنعدى 200 Kg سنوياً في 100 m^2 من التربة بالنسبة للأراضي الغابوية. وتقذف هذه الديدان فضلات هضمها على شكل رصارات Agrégats في سطح التربة. قد تصل كثافة هذه المقدّوفات إلى 25 t/ha سنوياً في الغابات. يعطي الجدول جانبه نسبة بعض المواد في التربة السطحية ومقدّوفات هذه الديدان.

- قارن بين مكونات التربة ومقدّوفات ديدان الأرض. ثم فسر الاختلاف الملاحظ.
- ما هو عمل ديدان الأرض بالنسبة للتربة؟
- إذا علمت أن جسم ديدان الأرض غني جداً بالأزوٽ (2%) وإذا علمت أن هذه الديدان قد تصل كثافتها الحية إلى 5000 Kg في hectare، ما تأثير هذه الديدان على التربة بعد موتها؟

(1) بالمقارنة مع التربة السطحية، يبدو أن مقدّرات ديدان الأرض أكثر غنى بالمواد المعدنية، بالبكتيريا، كما أن الفرش الحرجي المقدّر يكون مفككاً (مطلاً).

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 والجزيئات العضوية، فينتج عنها بنيات خاصة تسمى رصراصات، يكون تركيبها الكيميائي مخالفًا لتركيب التربة الأصلية المبتلة.

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

(3) بعد موتها، تتحل 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.



متعضيات مجهرية	كتلتها في الهاكتار الواحد	أدوارها
الطحالب	55kg	تثبت الأزوٌوت الحر
الفطريات	1500 kg	تحلل السيليلوز و اللجين - تمعدن الأزوٌوت - تركيب الفيتامينات والمضادات الحيوية.
بكتيريات	1200 kg	تحلل البكتيرين واللجنين - المركبات الأزوٌوتية والفوسفورية - تثبت الأزوٌوت الحر - تركيب الفيتامين - أكسدة النيترات.

الفرش الحرجي هو الطبقة السطحية من التربة، تتكون من الأوراق، الأغصان الصغيرة، قشور الأشجار، الجذور الميتة، وجثث الحيوانات.

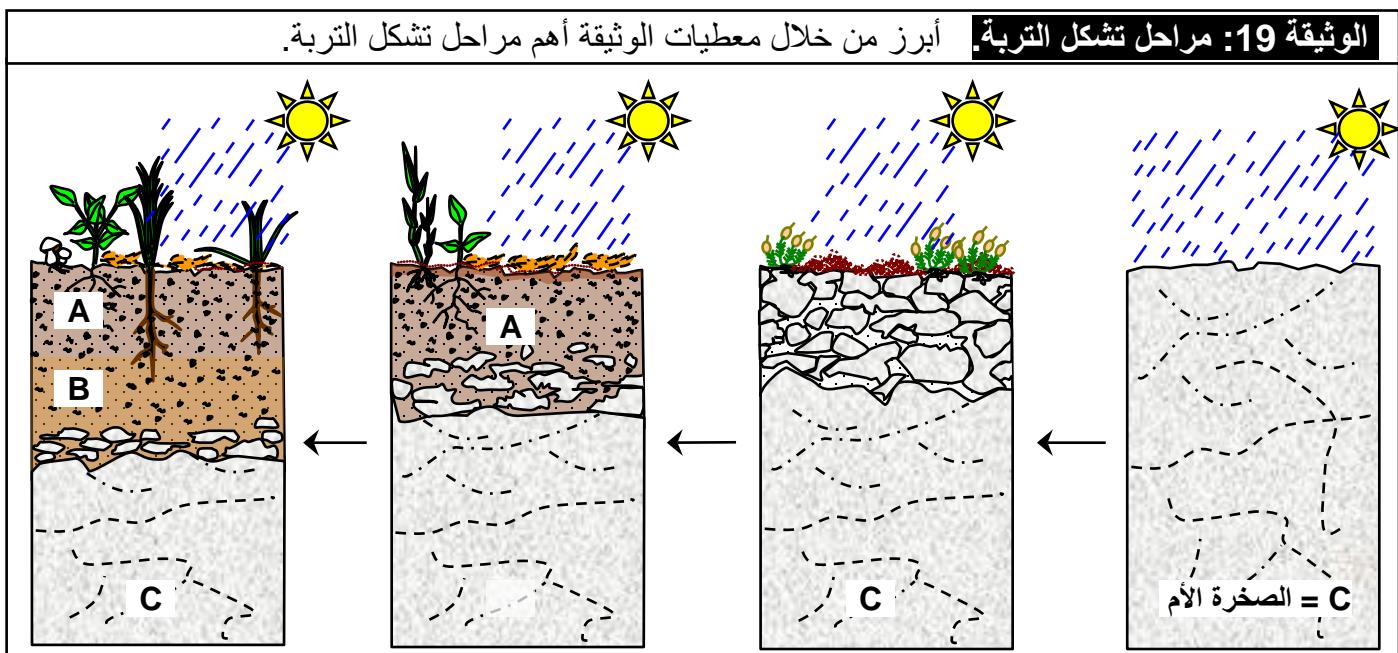
تخضع مكونات الفرش الحرجي للتغيرات كيميائية بطيئة لكن متواصلة بفعل البكتيريا والفطريات المجهرية التي تتغذى على المادة العضوية المتحللة.

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

- ✓ تحول الفرش الحرجي = Décomposition de la litière: يقطع الفرش الحرجي ويتحلل بفضل ديدان الأرض والمتعضيات المجهرية، فيتحول إلى مواد عضوية بسيطة (مثل تحول السيليلوز إلى سكر بسيط هو الكليكوز).
- ✓ التدبّل = تشكّل الدبال = Humification: تعمل المتعضيات المجهرية للتربة (أكلة الحطام) على تحويل الجزيئات العضوية البسيطة الناتجة عن تحلل الفرش الحرجي إلى جزيئات عضوية كبيرة مثل الأحماض الدبالية التي تشكّل الدبال. تسمى مجموع هذه التفاعلات بالتدبّل والذي يتطلّب مدة طويلة تتغيّر 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 شكلًا من أشكال ادخال المادة العضوية التي تعمد باستمرار.
 - ✓ يرفع من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.
 - ✓ يجعل التربة أقل كثافة، فتزيد درجة تهويتها.
 - ✓ يزيد من قنطرة لون التربة، فترتفع قدرتها على امتصاص الحرارة.

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



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

- 1 - تفتت وتحلل الصخرة الأم: تؤثر عوامل الحرارة على الصخرة الأم وتحولها إلى مواد ثانوية (رمل، حصى، طين، ومواد ذاتية 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 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)

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.



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.
- ✓ تفادي الزراعة الأحادية.
- ✓ انجاز مصدات الرياح (غرس أشجار طويلة في مهب الريح).
- ✓ حرث المنحدرات حسب منحنيات المستوى.
- ✓ انجاز مدرجات بالمناطق الشديدة الانحدار.

b - حماية التربة من الغسل: Le lessivage (أنظر الوثيقة 21)

a - مفهوم الغسل:

هو عملية ترشيح جزيئات الطين والدبال والأيونات المعدنية نحو الأفاق 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 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، لتنشيط الكاتيونات (Mg^{2+} و Ca^{2+} و K^+ و Na^+).
- ✓ الحفاظ على متضيئات 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 ($A_2 =$ أفق مغسول) إلى مستويات التجميع السفلي (B).

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



فرش حرجي
أفق دبالي
 A_1
أفق مغسول
 A_2
أفق التجميع
B
الصخرة الأم
C

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:

- ✓ تقوين قطع الأشجار.
- ✓ تنظيم تربية الماشي 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 **Eucalyptus** والكاليبيتوس **Acacia**.

② بعض التقنيات المستعملة لتحسين مردودية التربة.

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

a - الأسمدة: **Les engrais**

هي مواد تضاف إلى التربة لتحسين 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 بـ **Kg** في كل قنطار. والجدول ب، التركيب الكيميائي لبعض الأسمدة المعدنية. انطلاقاً من هذه المعطيات، أبرز أهمية تسميد تربة المزروعات.

★ الجدول أ:

البطاطس		الذرة		القمح		
الأوراق	درنات	الأوراق والجدع	الحبوب	التبن	الحبوب	
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			أسمدة ثنائية أسمدة ثلاثية
N-P	P-K	N-K	
N-P-K			مثال لسماد ثلاثي
%20 K2O	20% P2O5	14% N	لكل 100 كلغ من السماد 14-20-20
20Kg	20kg	14kg	
سماد بدئي الانطلاق			N-P
سماد نوعي الجودة			N-K
سماد أساسى			P-K

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:

ت تكون من البقايا النباتية والحيوانية، وهي تحسن بنية التربة عن طريق تكون الدبال الذي يعتبر مصدراً مهماً لغذاء النبات خصوصاً الأزوٰت والأملاح المعدنية الأخرى.
هناك عدة أنواع من الأسمدة العضوية:

- ✓ الغبار Le fumier: براز الحيوانات وبقايا النباتات بعد تخمرها.
- ✓ الأسمدة الخضراء: طمر بقايا نباتات خضراء ممزروعة 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.

نوع الري	معدل المردودية من المادة الجافة ب q/ha	معدل كمية الماء المستعمل سنوياً ب mm	تصنيف المزروعات
الري السطحي	90.9	63.3	الذرة
الري العلوي	31.5	24.1	عباد الشمس
الري قطرة- قطرة	33.8	25.7	الصوچا
الري قطرة- قطرة	64.2	46.9	الصورغو

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 تفكك 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 المتناوبة 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 الأزوتى 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	100 إلى 55	66 إلى 52	عباد الشمس
135 إلى 60	135 إلى 60	66 إلى 52	الصوغا
65 إلى 25	65 إلى 25	68 إلى 48	الصورغو

انطلاقاً من معطيات هذا الجدول، صنف المزروعات إلى مزراعات مجده تستنزف المخزون المعدي للتربة، ومزراعات نصف مجده، وأخرى محسنة للتربة. عرف مفهوم الدورة الزراعية.

إن نوع الزراعات السابقة تؤثر في الزراعة الموالية. فمثلاً:

✓ زراعة القمح تعتبر مجدهة للتربة، تستهلك نسبة كبيرة من الأزوت.

✓ زراعة الفجل، الجزر تعتبر نصف مجدهة للتربة.

✓ زراعة الغول، 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.