

الفصل الثاني: العوامل التربوية وعلاقتها بالكائنات الحية

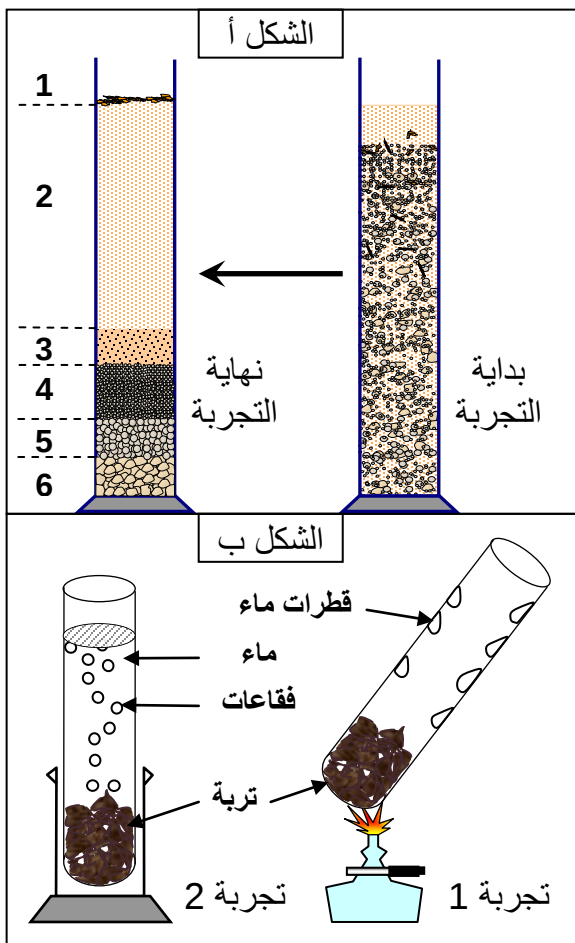
تمهيد: تمثل التربة Le sol الطبقة السطحية للقشرة الأرضية. ويتميز هذا الوسط بمجموعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية التي تؤثر على تواجد الكائنات الحية وعلى توزيعها.

- فما هي خصائص التربة وكيف تؤثر على توزيع الكائنات الحية؟
- ما هو دور الكائنات الحية في تشكل التربة؟
- كيف يمكننا الحفاظ على التربة وتحسين مرد وديته؟

I - الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة .

① مكونات التربة

أ - ملاحظات وتجارب: أنظر الوثيقة 1.



الوثيقة 1: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.

★ فصل مكونات التربة عن طريق الترسيب:
نضع عينة من تربة في مخبر مدرج كبير الحجم ثم نضيف إليه الماء إلى أن يغمره تماما. نسد المخبر بكف اليد ثم نمزج الخليط جيدا. نضع المخبر فوق الطاولة دون تحريك. نشاهد عن قرب فصل مكونات هذا الخليط أثناء الترسيب (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 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 ووزنها، فالحبيبات كبيرة الحجم والثقيلة هي التي تترسب أولا ثم تليها الأقل 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:

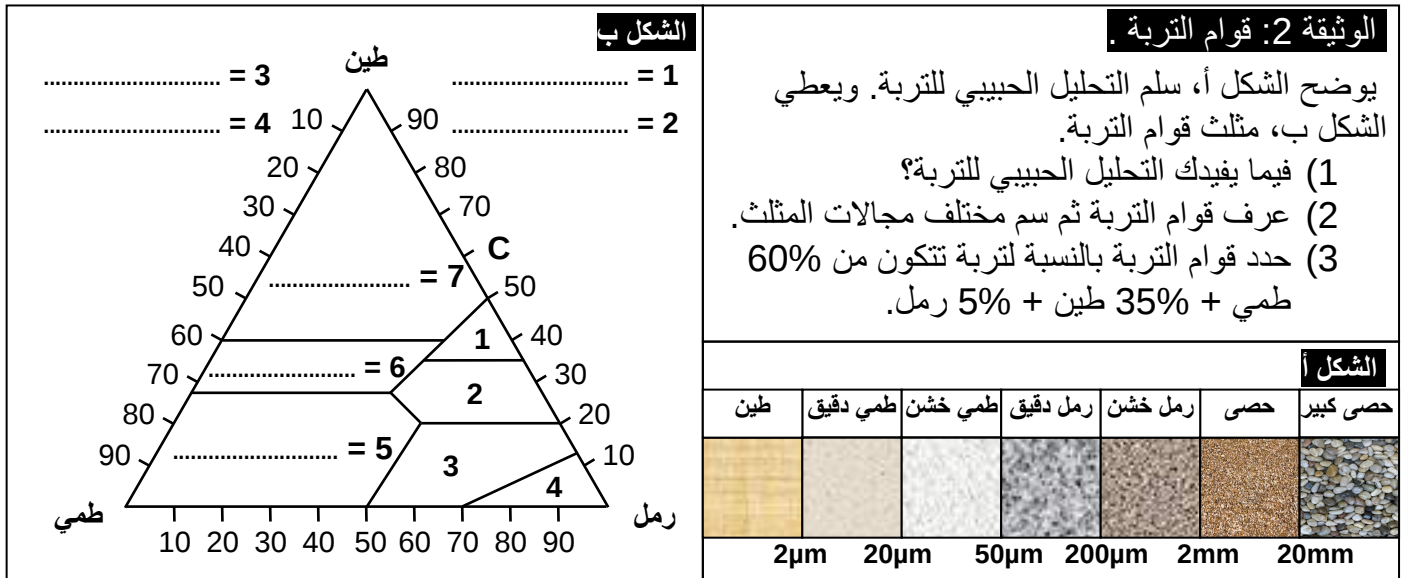
تتكون التربة من:

- ✓ 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 - الخصائص الفيزيائية:

a - قوام التربة: أنظر الوثيقة 2.



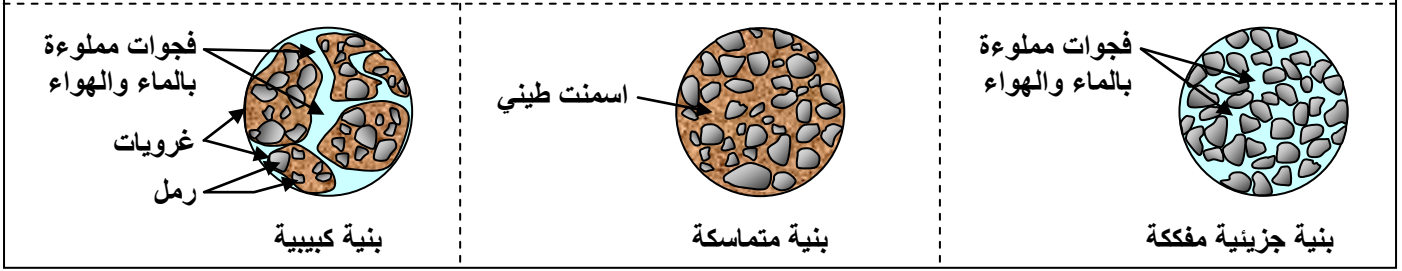
- (1) تختلف العناصر المعدنية المكونة للتربة من حيث طبيعتها وقدها (رمل، طمي، طين، حصى ...) وهكذا يسمح التحليل الحبيبي للتربة من تحديد القوام المعدني لهذه التربة باستعمال الأخطوط الثلاثي المحدد لقوام التربة.
- (2) يتركز تعريف القوام على قد الحبيبات. ويمكن تحديد مجموعة من أنواع القوام، وذلك حسب القدر وحسب النسب 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 - طميية ، 4 = تربة رملية ، 5 = تربة طميية ، 6 = تربة طينية - طميية ، 7 = تربة طينية.

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

b - بنية التربة: أنظر الوثيقة 3.

الوثيقة 3: بنية التربة. يوضح الشكل أسفله مختلف بنيات التربة. عرف بنية التربة، ثم قارن مختلف البنيات الملاحظة 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 راسحة 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.

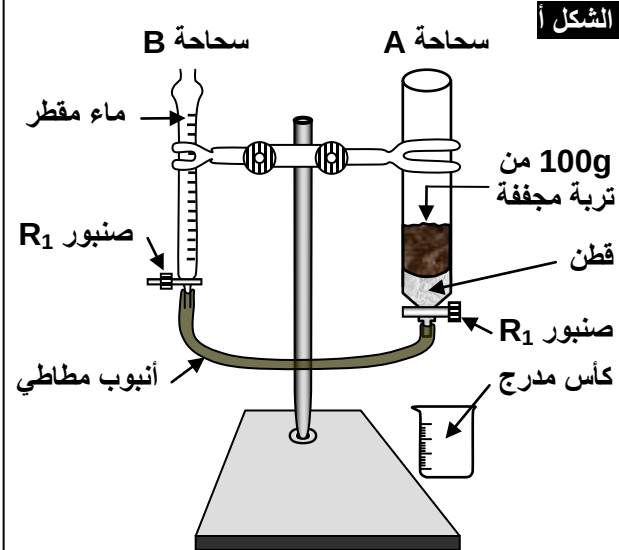
تعطي الوثيقة تمثيلاً تخظيظياً لمختلف أشكال الماء في التربة. انطلاقاً من هذه الوثيقة تعرف مختلف حالات الماء في التربة، وبين سلوك النبات اتجاه كل حالة.

يوجد الماء في التربة على ثلاث حالات:

- ✓ الماء الانجذابي = 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.



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

- 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 (t_1). وعند توقف انسياب الماء في الكأس نسجل زمن سقوط آخر نقطة (t_2)، وكذلك حجم الماء V2 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 $La = \text{capacité de rétention (Cr)}$
- 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؟

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

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

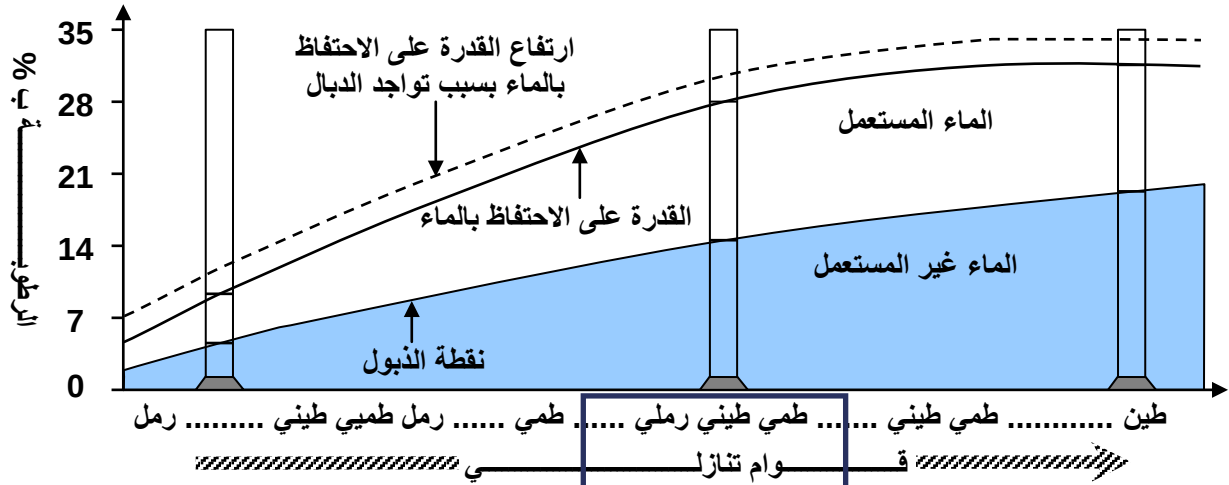
ترية رملية	ترية طميية	ترية طينية	
5	21	27	V_1 (ml) = الحجم الكلي للماء
3	11	12	V_2 (ml) = حجم الماء الانجذابي
10	15	25	t_1 (S) = زمن سقوط أول نقطة
13	40	120	t_2 (S) = زمن سقوط آخر نقطة
2	10	15	$V_1 - V_2$ (ml) = قدرة الاحتفاظ بالماء
$3 / (13 - 10)$ = 1	$11 / (40 - 15)$ = 0.44	$12 / (120 - 25)$ = 0.12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

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 حل 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.

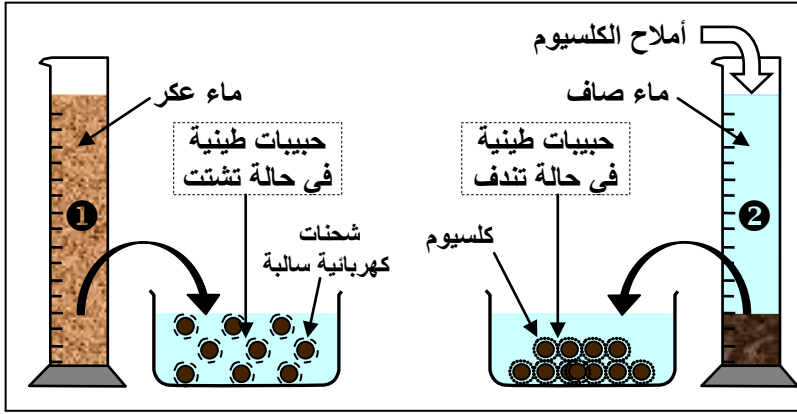
ب - الخصائص الكيميائية:

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

تلون برتقالي تلون أخضر ورق pH رشاحة تربة كلسية رشاحة تربة سليسية 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 حمضية التربة بواسطة ورق pH، أو بواسطة الكواشف الملونة، أو بواسطة جهاز مقياس pH. أنظر الشكل أمامه. (يعكس pH تركيز أيونات الهيدروجين H^+ بالتربة $[H^+] = 10^{-Ph}$). 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 للكسيوم، بينما تحتوي التربة الكلسية على نسبة مرتفعة من أيونات الكسيوم.

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

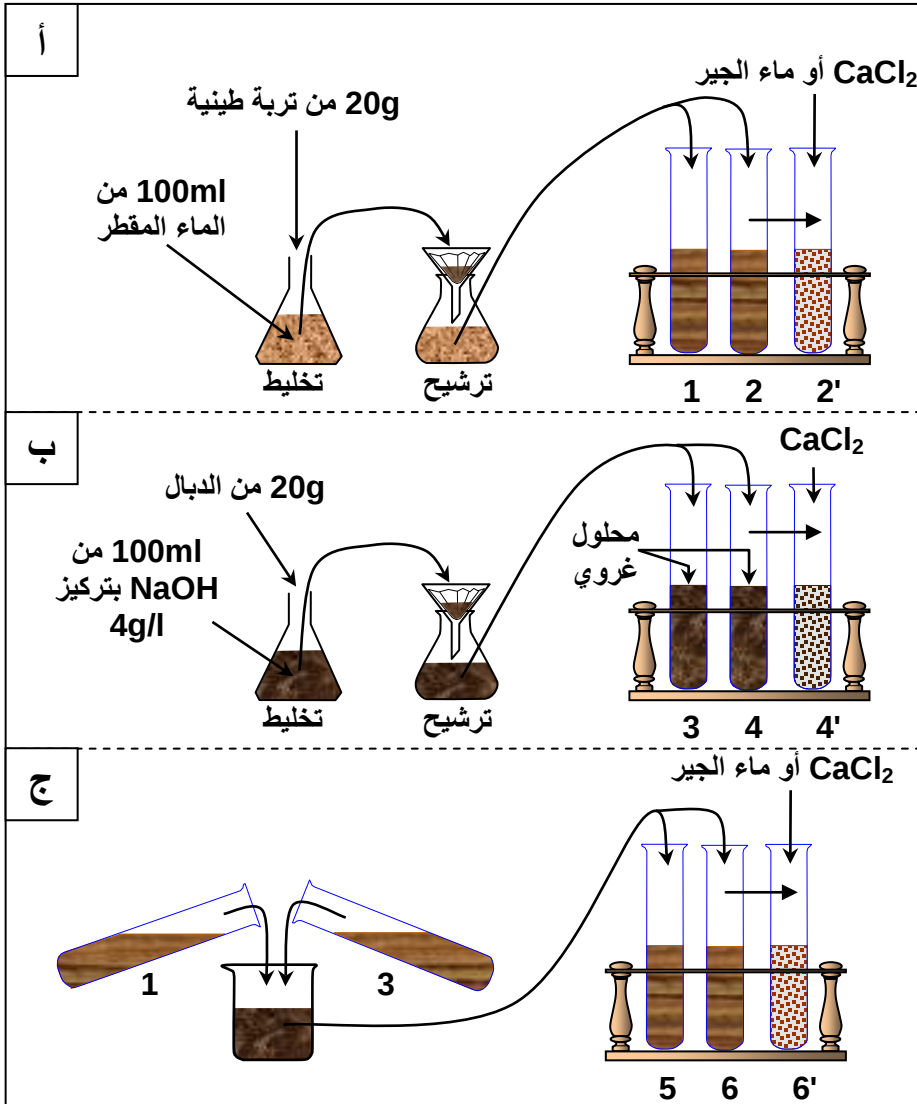


الوثيقة 8: تأثير أملاح الكالسيوم على الطين.

أنجز المناولة الممثلة على الشكل أمامه.
غياب أيونات الكالسيوم في الأنبوب ①.
وجود أيونات الكالسيوم في الأنبوب ②.
انطلاقاً من نتائج هذه المناولة، استنتج تأثير أيونات الكالسيوم على حبيبات الطين.

يتبين من الحالة ① أن حبيبات الطين تبقى عالقة في الماء مشكلة غرويات، لأن الحبيبات الطينية تحمل نفس الشحنات 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.

c - الخصائص الكيميائية وخصوبة التربة: أنظر الوثيقة 9.



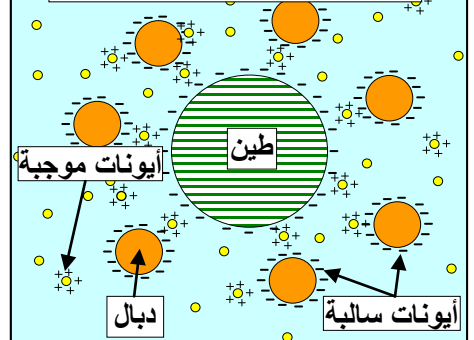
الوثيقة 9: الكشف عن الغرويات الطينية (أ) والدبالية (ب)، وعن المركب الطيني الدبالي (ج).

يحتوي الأنبوبان:
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 تكدس.

★ أنجز المناولات الممثلة على الوثيقة أمامه.

★ 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.

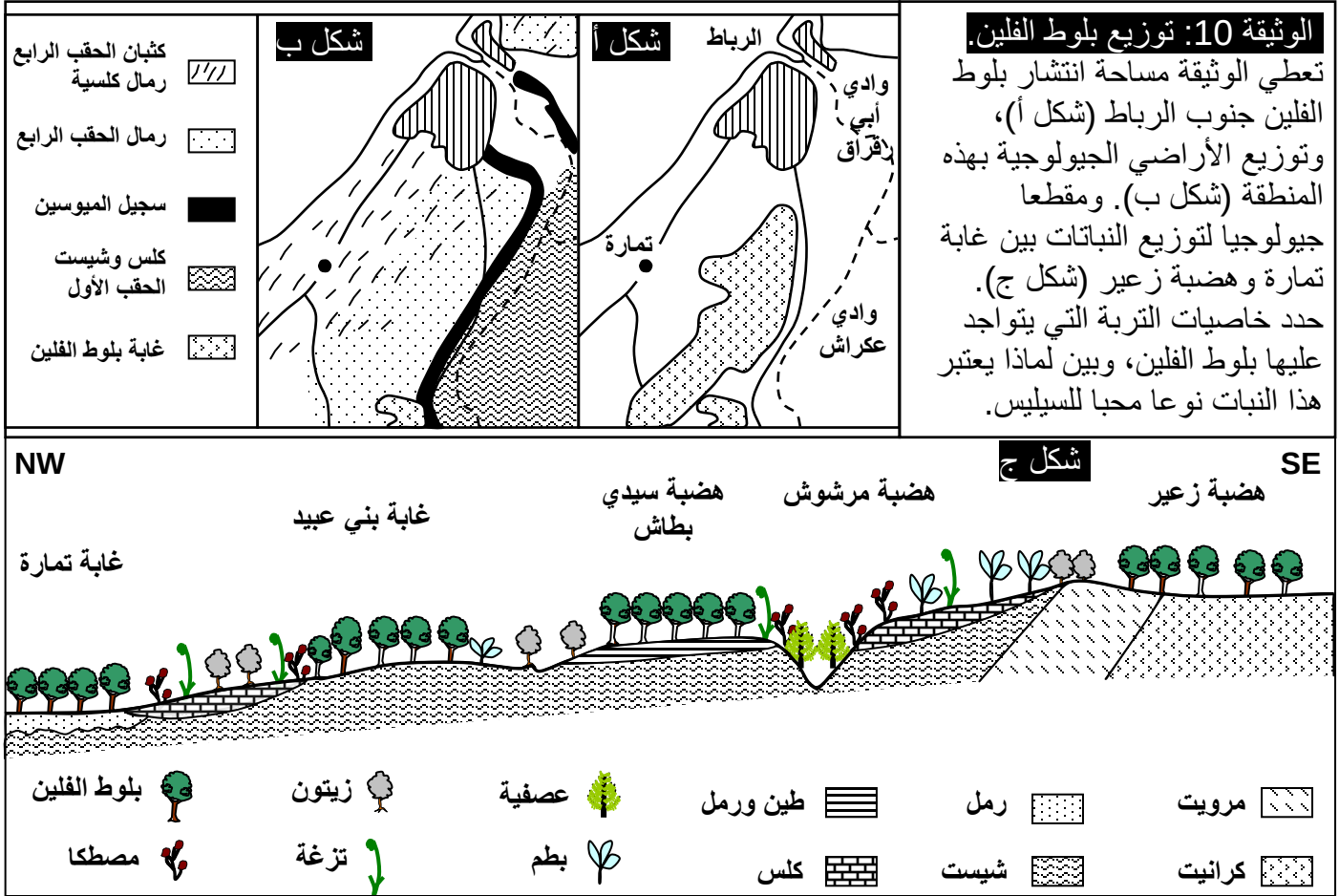
★ تساعد بعض العناصر الكيميائية كأيونات الكالسيوم Ca^{2+} ذات الشحنات الموجبة في ربط الجزيئات العضوية فيما بينها وربطها بجزيئات طينية مشكلة بذلك المركب الطيني - الدبالي - complexe argilo-humique.

★ 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.



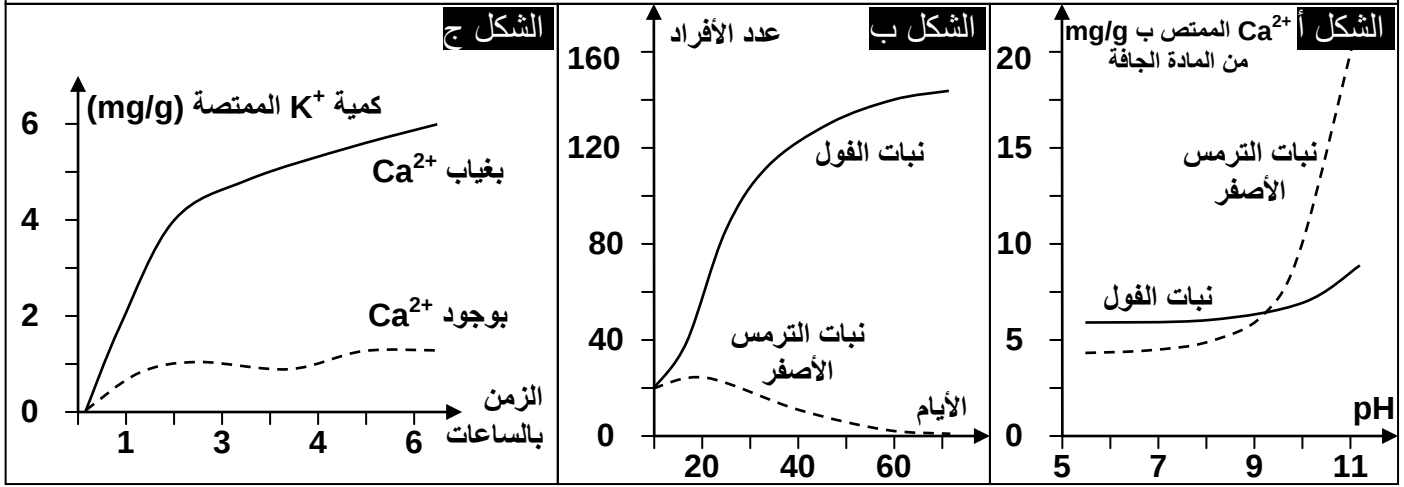
نلاحظ أن بلوط الفلين يتواجد بالتربة ذات الأصل الكرانيتي وبالتربة الرملية، ولا يتواجد على التربة الكلسية. انطلاقاً من هذه المعطيات يمكن القول أن العامل المؤثر في توزيع شجر بلوط الفلين هو التربة. وهكذا فالطبيعة الكيميائية للتربة هي التي تؤثر في تواجد بلوط الفلين، حيث لا ينمو هذا النوع من النبات فوق الأراضي الكلسية (نقول أنه نفور من الكلس Plante calcifuge). وينمو خصوصاً 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 الكالسيوم، بينما التربة الكلسية تحتوي على نسبة مرتفعة من أيونات الكالسيوم.

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 الكالسيوم الممتص من طرف هذه النباتات وذلك حسب قيمة pH المحلول. فصلنا 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 لـ 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 (تتخفف حمضية التربة)، وهذا الارتفاع يكون أكبراً 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:

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

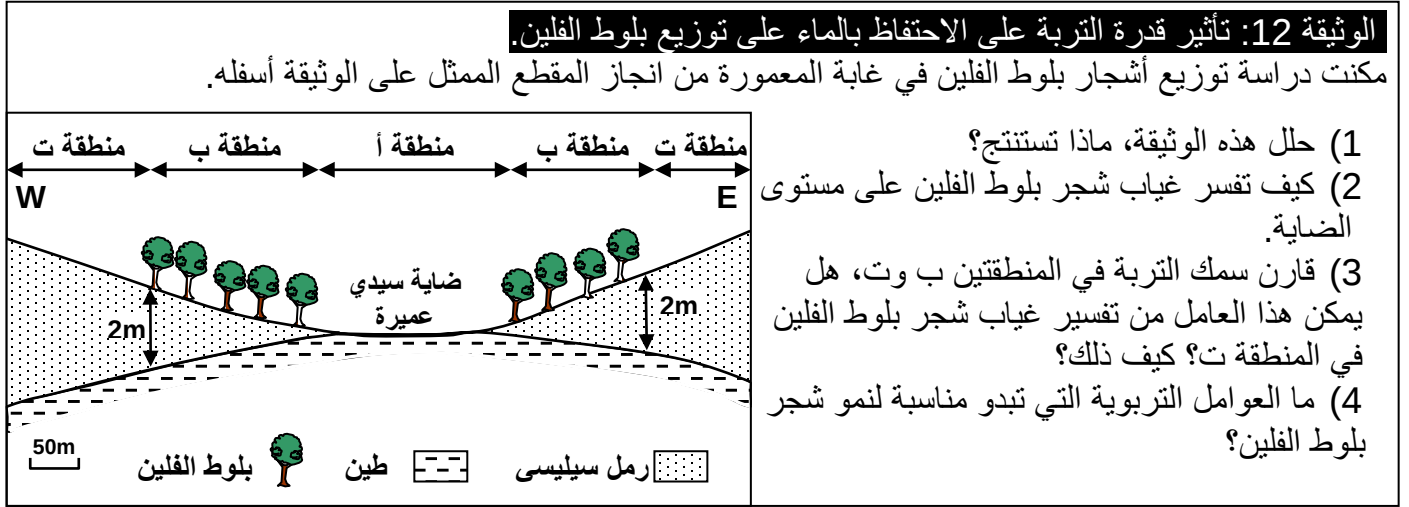
- سرعة الامتصاص بوجود Ca^{2+} هي $V_1 = 1/2 = 0.5 \text{ mg/h}$

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

(3) 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 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. أنظر الوثيقة 12.



- 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 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. أنظر الوثيقة 13.

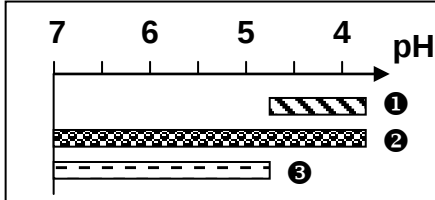
الوثيقة 13: تأثير العوامل التربوية على توزيع الحيوانات.

منخفضة	متوسطة	مرتفعة	نسبة الملوحة
			عدد الأنواع
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) 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 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. 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).

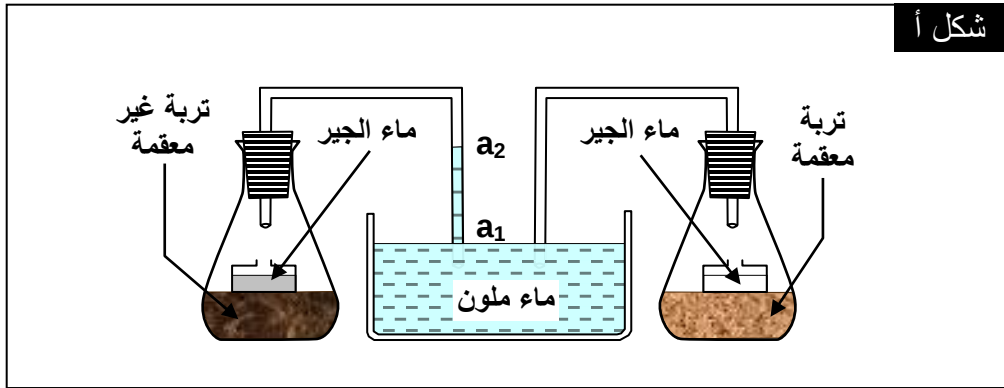
IV – دور الكائنات الحية في تطور التربة.

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

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

الوثيقة 15: الكشف عن الكائنات الحية في التربة.

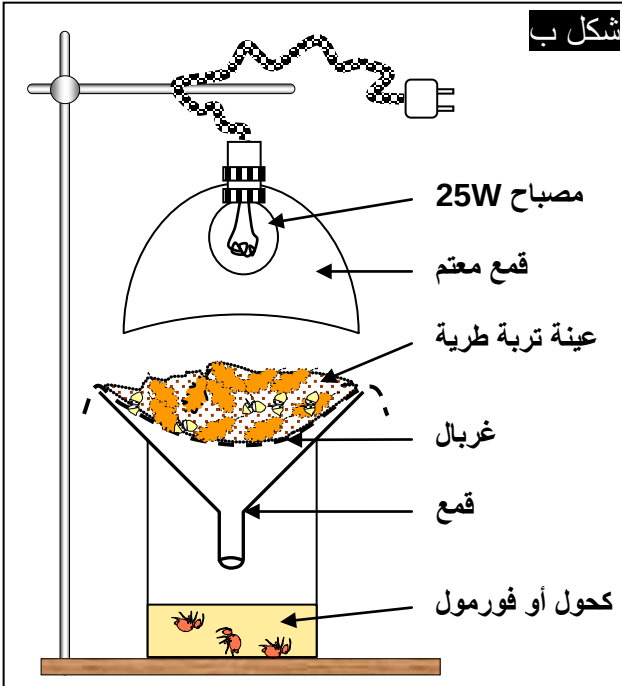
① عن طريق النشاط التنفسي: نقوم بالتركيب التجريبي المبين على الشكل أ. علما أن مستوى الماء كان في بداية التجربة a_1 ووصل في نهايتها إلى a_2 ، كما أن ماء الجير يتعكر في نهاية التجربة في حالة التربة غير المعقمة: كيف تفسر هذه الملاحظات؟ ما هي الظاهرة التي تم الكشف عنها؟ وماذا تستنتج؟



★ 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:

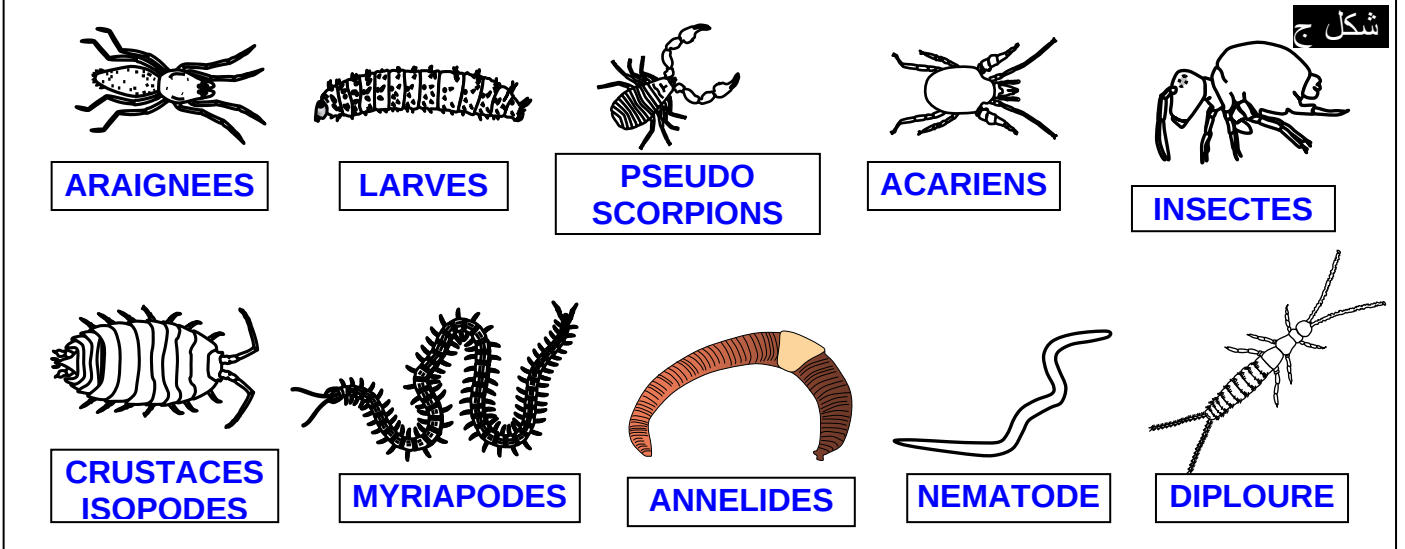
- ✓ فونة التربة La faune وتضم الكائنات الحية الحيوانية. (قراديات ، ديدان ، عنكبوتيات ، حشرات ، قشريات ، يرقات ، عديدات الأرجل ...).
- ✓ فلورة التربة La flore وتضم الكائنات الحية النباتية. (فطريات ، طحالب ، بذور النباتات ...).

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



② 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، بحثاً 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.



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

- ✓ فونة كبيرة بقدر يفوق 2 mm.
- ✓ فونة متوسطة بقدر يتراوح بين 0.2 mm و 2 mm.
- ✓ فونة دقيقة بقدر أقل من 0.2 mm.

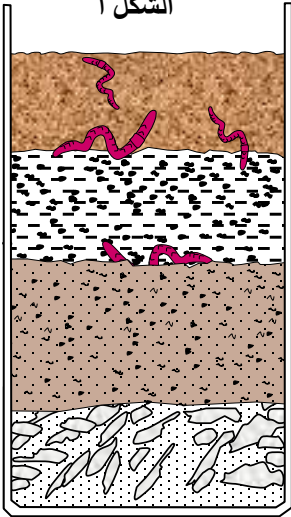
② دور الكائنات الحية في تطور التربة.

أ - التأثير الميكانيكي للكائنات الحية على التربة:

a - تأثير النباتات:

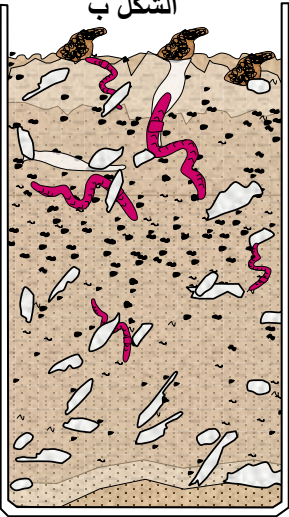
نظراً لنموها وتفرعها داخل التربة، تعمل الجذور على تثبيت التربة ومساعدتها على مقاومة الانجراف. كما تساهم في توسيع مسام التربة وبالتالي تمكن من التخلص من الفائض من الماء الناتج عن الأمطار أو الري. وتساعد على تفتيت الصخرة الأم.

b - تأثير الحيوانات: أنظر الوثيقة 16.



الشكل أ

بداية التجربة



الشكل ب

نهاية التجربة

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 و 20°C. ووضع 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 أحدثتها 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 تطمّر 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.

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

الوثيقة 17: التأثير الكيميائي لديدان الأرض على التربة

تمر من الأنبوب الهضمي لديدان الأرض كمية كبيرة من التربة تتعدى 200 Kg سنويا في 100 m² 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.

- 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 (محلا).
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 رصاصات، 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، تتحلل 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 والبكتيريا. انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة أبرز دور المتعضيات المجهرية في تحليل المادة العضوية للفرش الحرجي.



بكتيريا تحليل جذور النباتات

ورقة نبات يغزوها غزل فطري

ورقة نبات متحللة جزئيا

متعضيات مجهرية	كتلتها في الهكتار الواحد	أدوارها
الطحالب	55kg	تثبيت الأزوت الحر
الفطريات	1500 kg	تحلل السليلوز و اللجين - تمعدن الأزوت - تركيب الفيتامينات والمضادات الحيوية.
بكتيريا	1200 kg	تحلل البكتين واللجين - 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 تحليل المادة العضوية بواسطة المتعضيات المجهرية إلى تكون المادة المعدنية، وتسمى هذه الآلية بالتمعدن، ويمكن إيجازها في ثلاث مراحل أساسية:
- ✓ تحليل الفرش الحرجي = Décomposition de la litière: يقطع الفرش الحرجي ويتحلل بفضل ديدان الأرض والمتعضيات المجهرية، فيتحول إلى مواد عضوية بسيطة (مثلا تحول السليلوز إلى سكر بسيط هو الكليكوز).
 - ✓ التدبيل = تشكل الدبال = Humification: تعمل المتعضيات المجهرية للتربة (آكلة الحطام) على تحويل الجزيئات العضوية البسيطة الناتجة عن تحليل 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:

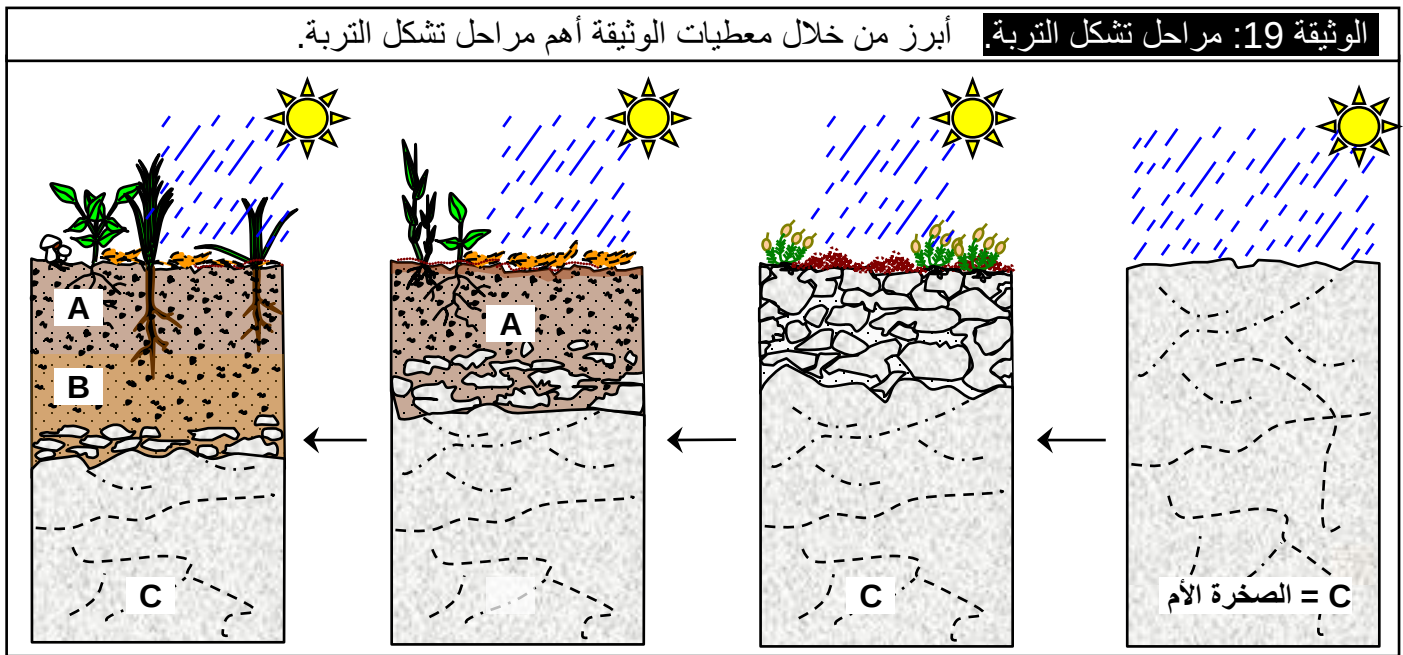
✓ يعتبر شكلا من أشكال ادخار المادة العضوية التي تتمعدن باستمرار.

✓ 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.



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 حثائية (رمل، حصي، طين، ومواد ذائبة مثل الأيونات).

2 – نمو بعض الكائنات المجهرية في هذه الطبقة السطحية: (بكتيريا، أشنات، فطريات) لها القدرة على استعمال الأزوت الجوي. بموت هذه الكائنات تغتني المواد الحثائية 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.



شکل أ



شکل ب



شکل ج



شکل د

شکل 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) خصوصا بالمنحدرات.

✓ تفادي الزراعة الأحادية.

✓ انجاز مصدات الرياح (غرس أشجار طويلة في مهب الرياح).

✓ 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 والذبال 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 (Ca^{2+} و Mg^{2+} و Na^+ و K^+).
- ✓ الحفاظ على متعضيات التربة التي تنقل العناصر المعدنية نحو الأفق العليا.

	L فرش حرجي A₁ أفق دبالي A₂ أفق مغسول B أفق التجميع C الصخرة الأم	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، واقتراح إجراءات لحماية التربة من الغسل.
--	---	---

ج - حماية التربة التصحر:

a - مفهوم التصحر:

التصحر هو تدهور وبنوار 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 كالسنت 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 قنطار. والجدول ب، التركيب الكيميائي لبعض الأسمدة المعدنية. انطلاقاً من هذه المعطيات، أبرز أهمية تسميد تربة المزروعات.

★ الجدول أ:

س ط ا ط ب ل ا		الذرة		ح م ق ل ا		
ق ا ر و ا	ت ا ن ر د	ع د ج ق ا ر و ا	ب و ب ح	ن ب ت ل ا	ب و ب ح ل ا	
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			ق ي ئ ا ن ث ق د م س ا
N-P	P-K	N-K	
N-P-K			أسمدة ثلاثية
%20 K ₂ O	20% P ₂ O ₅	14% N	مثال لسماد ثلاثي لكل 100 كلف من السماد 14-20-20
20Kg	20kg	14kg	
سماد بدني الانطلاق			N-P
سماد نوعي الجودة			N-K
ي س ا س ا د ا م س			P-K

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

b - الأسمدة العضوية:

تتكون 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 (أنظر الوثيقة 23)

يساهم تطوير وسائل الري في الرفع من مردودية الزراعات، والاقتصاد في استهلاك الماء. وتستعمل عدة طرق للري نذكر 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	معدل كمية الماء المستعمل سنويا ب mm	أصناف المزروعات	معدل المردودية من المادة الجافة ب q/ha
زراعة بورية	230	قرنفل	90.9
قسيمة عارز	150	سمشلا دابع	31.5
	150	اجوصل	33.8
	150	وغروصل	64.2

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 نترت ب Kg/ha	كمية السماد الأزوتي المضافة إلى التربة عند زراعة القمح بوحدات مخصصة 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.