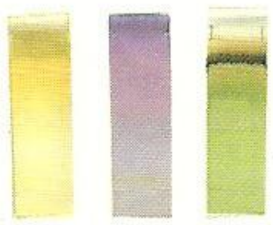
الأعشاب البحرية • التكيّف • اللافقاريات • الأعشاش • الهياكل العظمية • الفطر • التخليق الضوئي • النمو • البرمائيات •

موسوعة التطبيقات العلمية الميسرة

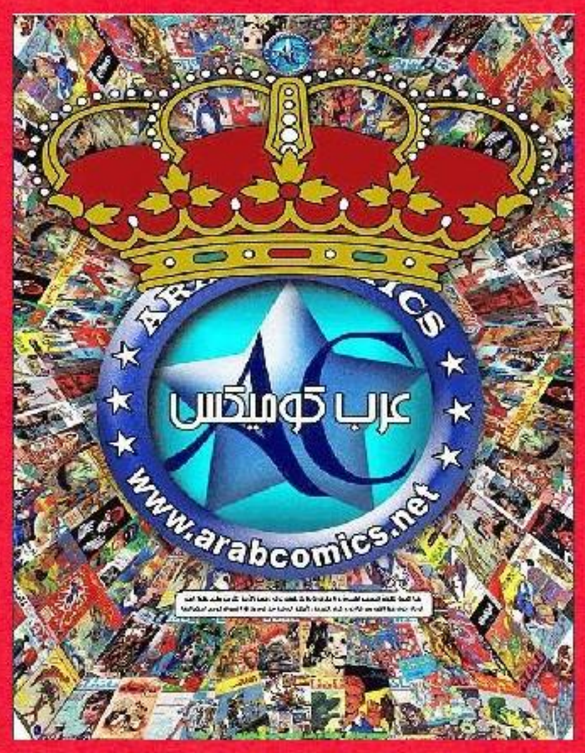
التجارب



مشروعات مدهشة وتجارب تكشف أسرار الطبيعة

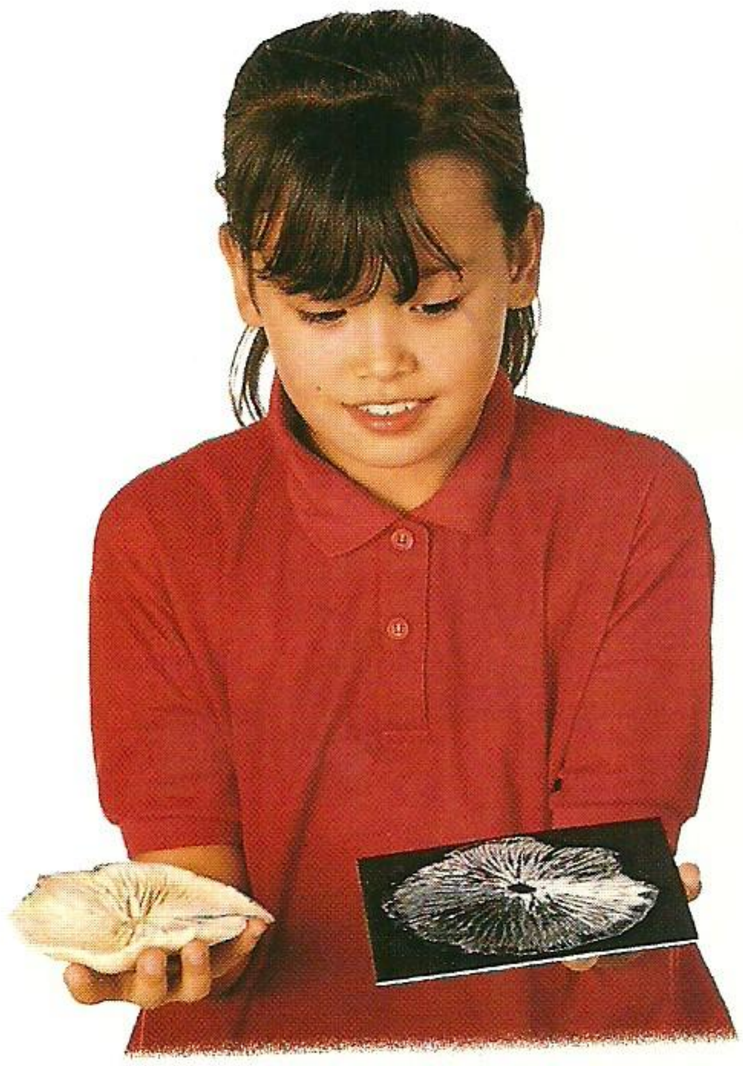
مكتبة لبنان ناشرون

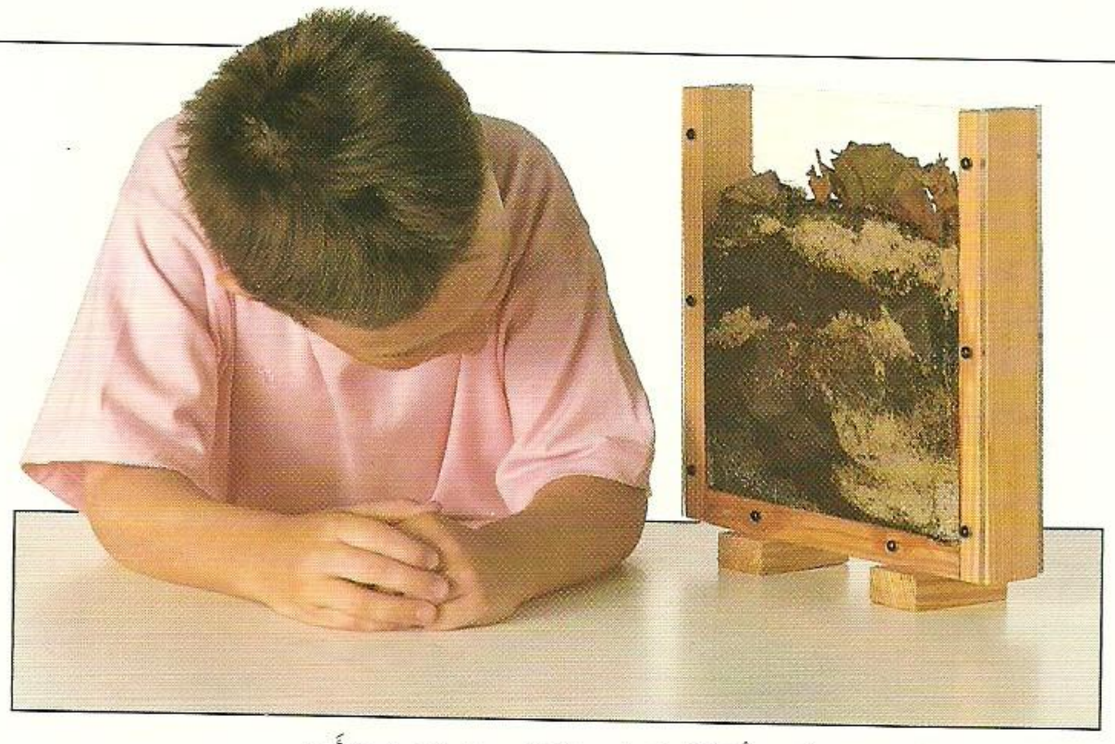
Ashraf Omar Samour
Arabcommix



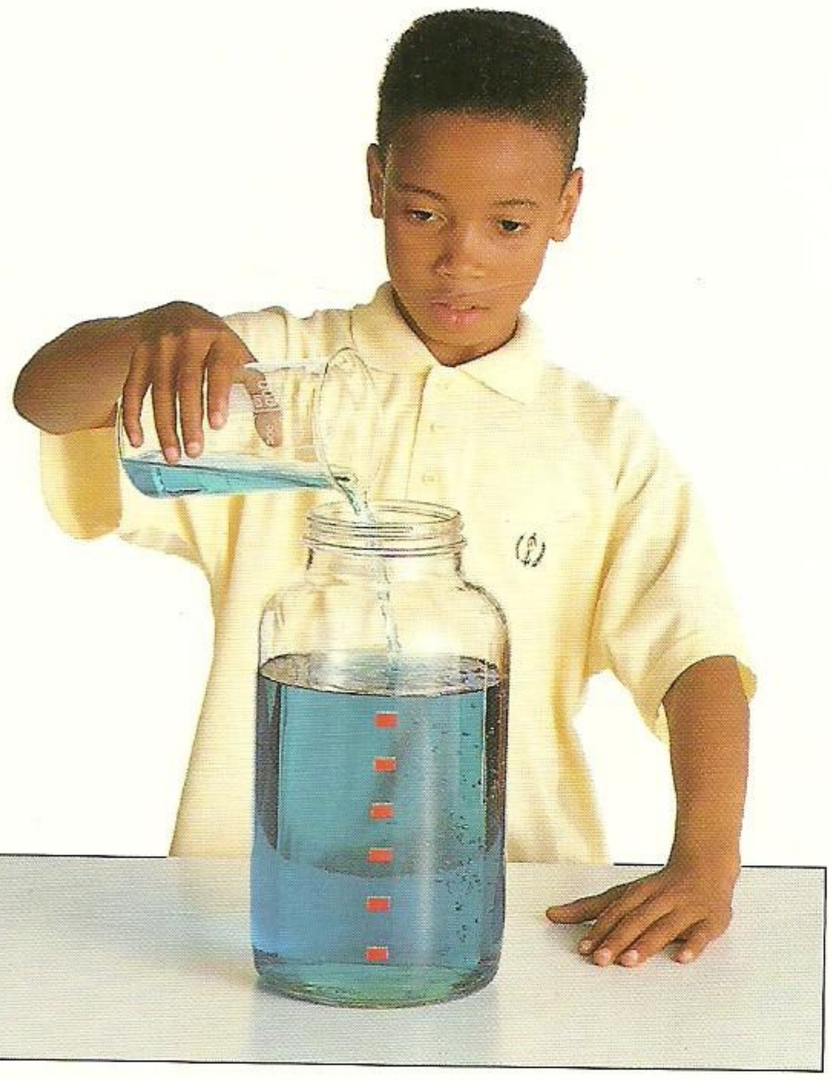
مَوسُوعَة
التّطبيقَات العِلْمِيَّة المُيَسَّرَة

الطَّبيعَة





تجْربة تُراقبُ فيها حياةَ الديدان تحْتَ الأَرْض



مَرْطبان (بَرْطمان) مُدَرَّج لِقياس سعة الرئة

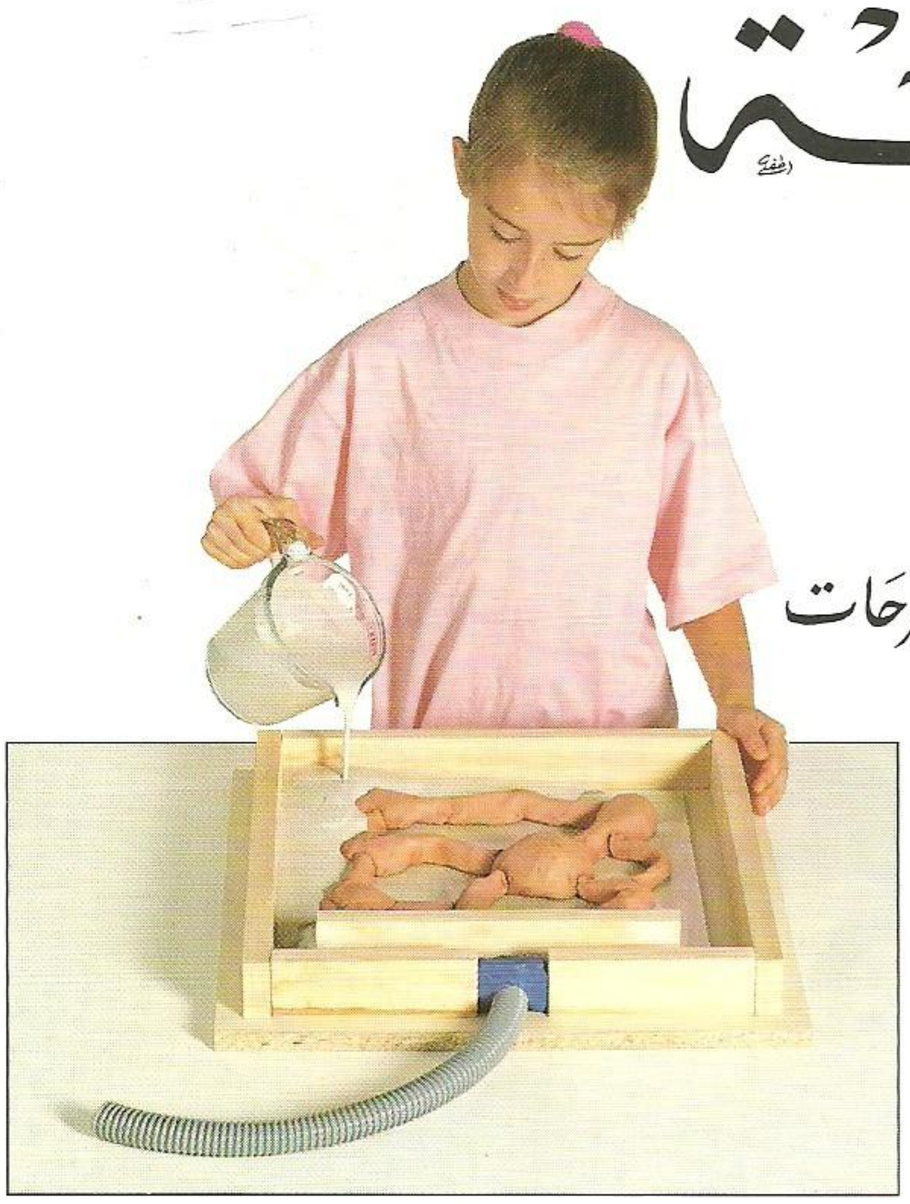
اختبارُ
الرؤية الجانبيّة

تبديلُ اتّجاه الصّوت إلى كلٍّ من الأُذُنَين

مَوسُوعَة
التّطبيقَات العِلْميّة المُيسّرَة

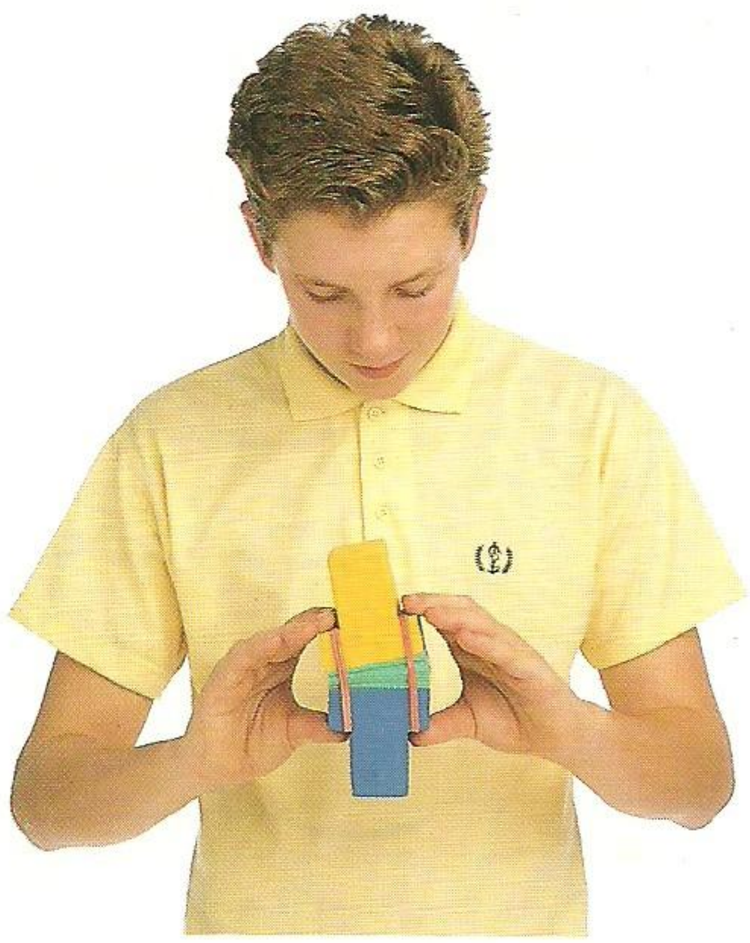
الطّبيعَة

إعدَاد
الدّكتور يوسُف فرحَات

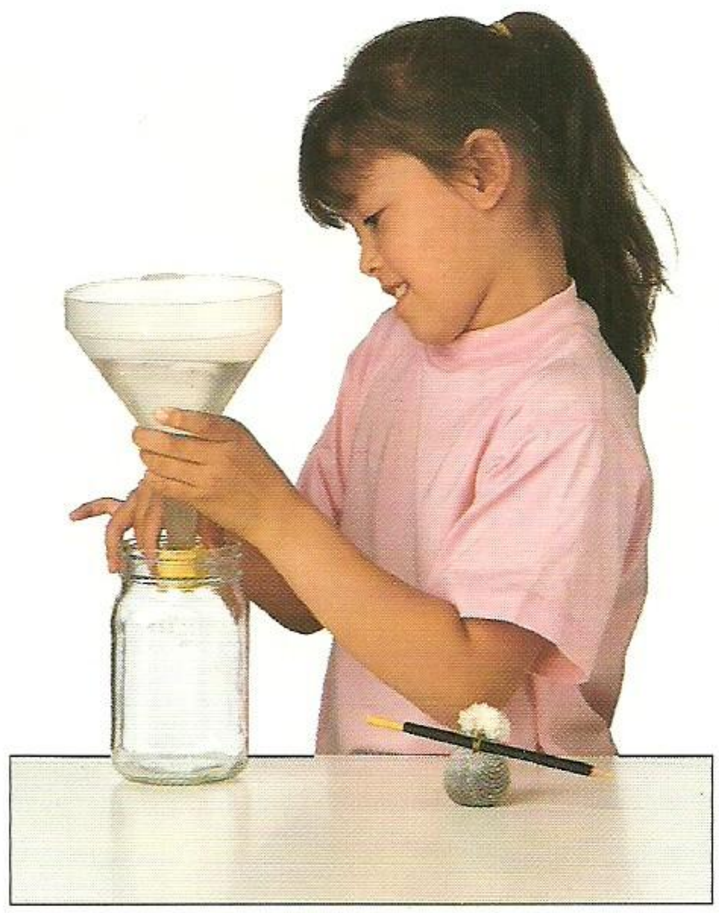


إعداد خَليّة نَمْل اصطناعيّة

تحديدُ بَراعمِ الذَّوْق على اللّسان



دراسةُ عَمَل المَفاصِل



اختبار للكَشْف عن حيواناتِ التربة

مَكتبة لبْنان نَاشِرُون

DK دُورلِنْغ كِندَرسْلي
مَكتبَة لبْنان نَاشِرُون ش.م.ل

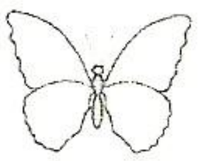
نَشْر مَكتبَة لبْنان نَاشِرُون
بالتّعَاون مَع شركة دُورلِنْغ كِندَرسْلي

حُقوق الطبْع © دُورلِنْغ كِندَرسْلي ليمتد، لندن - الطبعَة الإنْكليزيّة
حُقوق الطبْع © مَكتبَة لبْنان نَاشِرُون ش.م.ل - الطبعَة العَربيّة
جَميع الحقوق مَحفوظة : لا يَجوز نشر أيّ جُزء مِن هٰذا الكِتاب أو تصويره
أو تخزينه أو تسجيله بأيّ وَسيلَة دُون مُوافقَة خَطيّة مِنَ النَاشِر.

مَكتبَة لبْنان نَاشِرُون
صُندوق البَريد : ٩٢٣٢-١١
بَيروت - لبْنان
وُكَلاء وَموزّعون في جَميع أنحَاء العَالَم

الطبعَة الأولى : ٢٠٠١
طُبعَ في لبْنان

ISBN 9953-1-0173-6



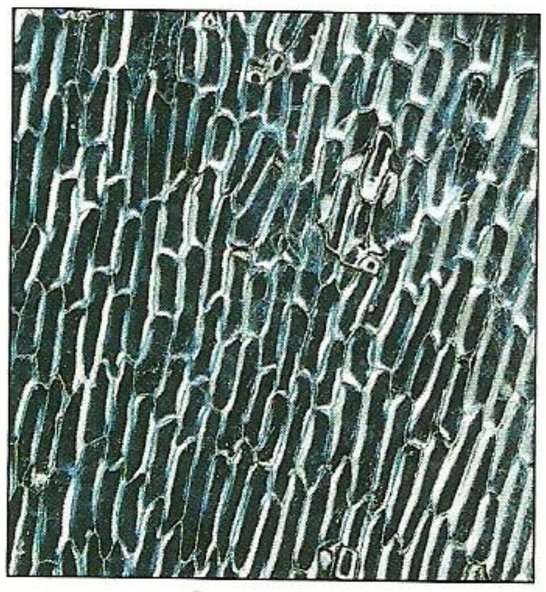
كتب الفراشة

مَوسُوعَة التّطبيقَات العِلْميَّة المُيَسَّرَة

١. العُلُوم - الفِيزيَاء وَالكِيمياء
٢. الطّبيعَة
٣. الأرض
٤. الكَوْن
٥. جِسْمُ الإنسَان
٦. الطَّقْس
٧. الرِّيَاضِيَّات
٨. المَكنات - مِنَ الرّافِعَة إلى الحَاسُوب

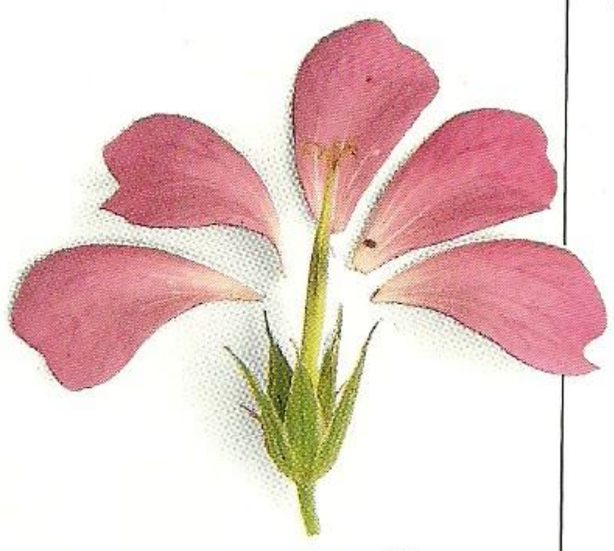
المُحْتوَيَاتْ

مقدّمة ٦
مختبرك ٨



مراقبة المادّة الحيّة

ما هي الحياة؟ ١٤
الخلايا ١٦
كيمياء الحياة ١٨
التطوّر ٢٠
الإنتخاب الطبيعيّ ٢٢
تصنيف الكائنات الحيّة ٢٤
بكتيريّات، فُطريّات ونباتات ٢٦
أوّليّات وحيوانات ٢٨
علم البيئة ٣٠
معاينة قطعة أرض ٣٢
الشبكات الغذائيّة ٣٤

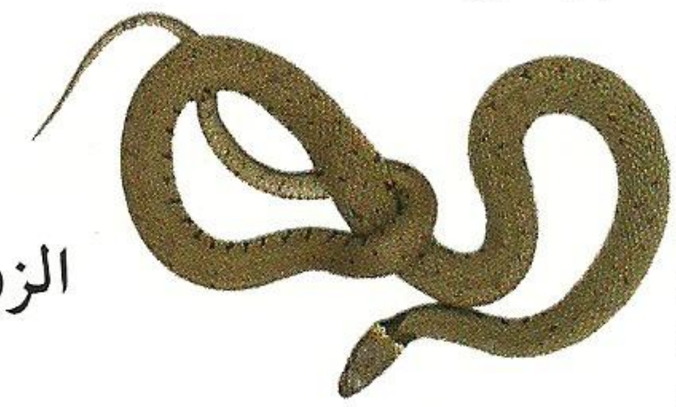


عالم النبات والفطر

النباتات المُزْهِرة ٣٨
كيف تتغذّى النباتات ١ ٤٠
كيف تتغذّى النباتات ٢ ٤٢
النموّ والحركة ٤٤
بِنية الزهرة ٤٦
دراسة الأزهار ٤٨
الثمار وانتشار البزور ٥٠
إنتاش البزور ٥٢
الأشجار ٥٤
بِنية الشجرة ٥٦
اللِّحاء والأوراق ٥٨
النباتات البسيطة ٦٠
النباتات غير المُزْهِرة ٦٢
الفُطريّات ٦٤
أنواع الفطر ٦٦
كيف يتكاثر الفطر ٦٨

الطيور

فنّ الطيران ١٢٨
الأجنحة ١٣٠
الريش ١٣٢
اللَّفائظ المطروحة ١٣٤
البيض ١٣٦
الأعشاش ١٣٨
مراقبة الطيور ١٤٠



الزواحف

الزواحف في العالم ١٤٤
الحيّات ١٤٦
التمساح والتمساح الأميركيّ والعظاية ١٤٨
السلاحف البرّيّة والمائيّة ١٥٠

اللَّبونات

أجسام اللَّبونات ١٥٤
الهيكل العظميّ ١٥٦
المفاصل والحركة ١٥٨
العضلات ١٦٠
الأسنان ١٦٢
الجهاز التنفّسيّ ١٦٤
البَصَر ١٦٦
اللمْس ١٦٨
الذوق والشمّ ١٧٠
السمْع ١٧٢
اللَّبونات البرّيّة ١٧٤
توالُد اللَّبونات ١٧٦
حياة الليل ١٧٨
آثار وبصمات ١٨٠
بقايا الطعام ١٨٢

تعريفات ١٨٤
مَسْرَد ١٨٨

الحياة المائيّة

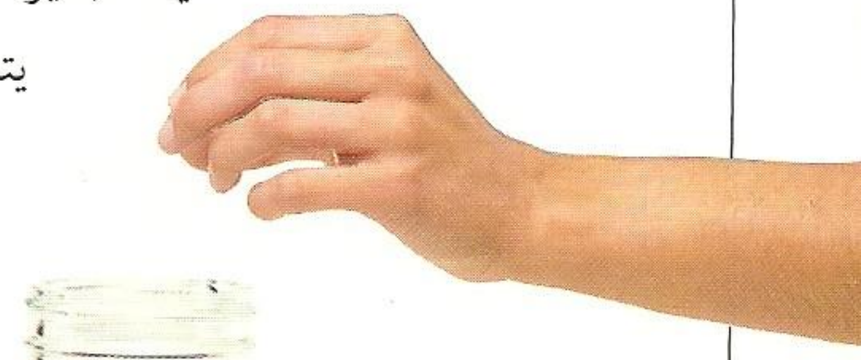
الحياة في المياه العذبة ٧٢
حيوانات البرك والسواقي ٧٤
إنشاء بركة ٧٦
البَرمائيّات ٧٨
من الشرغوف إلى العلجوم ٨٠
الأسماك ٨٢
الحياة على شاطئ البحر ٨٤
أنواع الشواطئ ٨٦
الحياة على الصخور ٨٨
الأصداف ٩٠
البِرك الصخريّة ٩٢
شِعَب المرجان ٩٤
الطحالب البحريّة ٩٦

الحشرات وسائر اللافقاريّات

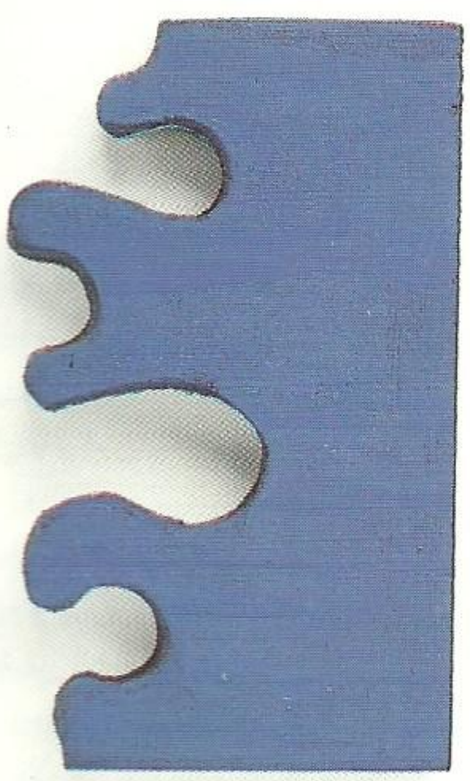
عالم اللافقاريّات ١٠٠
تربية الحشرات ١٠٢
الجراد والجنادب ١٠٤
تربية الفراشات ١٠٦
الفراشات الليليّة ١٠٨
النمل والأَرَض ١١٠
النحل والزنابير ١١٢
النحل والغذاء ١١٤
التفاعل مع المحيط ١١٦
التمويه والتكيّف ١١٨
الحياة في التربة ١٢٠
ماذا يوجد في التربة؟ ١٢٢
ديدان الأرض ١٢٤

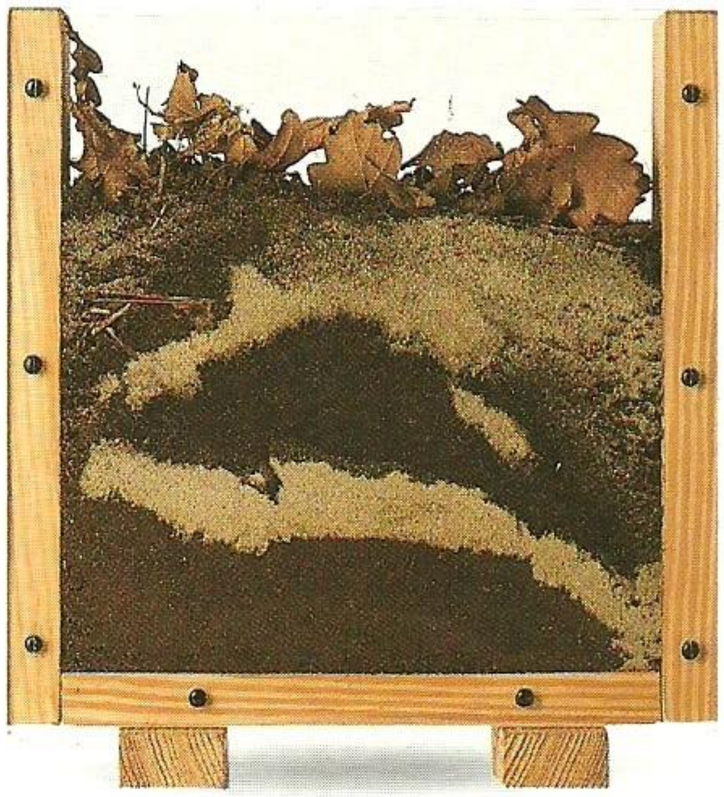
مقدّمة

كيف يطير العصفور؟ لماذا يحتاج النبات إلى الضوء؟ كيف يتحوَّل الشُّرغوف إلى ضفدع؟ لطالما سُحِرَ الناس بالكائنات الحيّة التي تحيط بهم. وقد لجأوا، في ما مضى، إلى المراقبة الدقيقة، وإلى الخيال في الوقت نفسه، من أجل فهمها وإيجاد أجوبة عن الأسئلة المتنوِّعة حولها. إنّ لعالَم الأحياء أسراره، والروايات المتنوّعة حول الكائنات الغريبة التي تسكن أماكن بعيدة شملت الأساطير حول التنّين والحصان الأقرن ومِسخ البحر. وبقي بعضهم، إلى زمن غير بعيد، يعتقد بأنّ كائنات حيّة يمكن أن تنبثق عمّا لا حياة فيه وبأنّ بعض النباتات قد تتحوّل إلى كائنات حيوانيّة تستطيع الطيران.



في ما بعد استطاعَ عِلم الأحياء أن يتعمّق في هذا الميدان. بدأ عدد من أشهر علماء الأحياء أعمالهم كهواة، يدفعهم الفضول إلى معرفة ما يحرّك الكائنات ويُحييها، وجاءت اكتشافاتهم نتيجة الاختبار والمراقبة الدقيقة. هذا الكتاب يساعدك، عزيزي القارئ، على أن تكتشف العالم الحيّ كما فعلوا. لا تتطلّب الاختبارات المعروضة لوازم معقَّدة، إذ يمكن إجراؤها في البيت أو خارجه، وهي قد وضِعَت لكي تتمكّن العائلة من الاشتراك فيها.



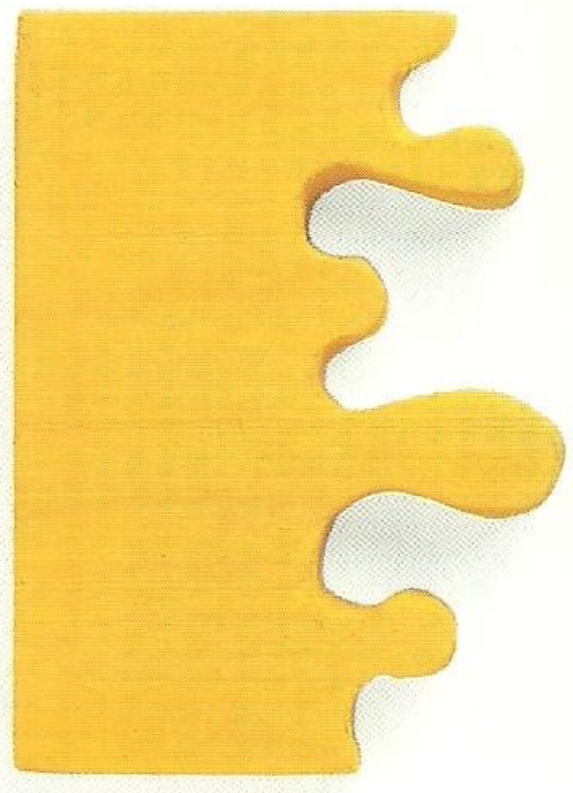


يمكن للطلّاب أن يقوموا بمعظم هذه الاختبارات من دون التعرّض للخطر، وقد أشرنا بوضوح إلى ضرورة وجود شخص راشد عندما يستدعي الأمر ذلك.

بعض هذه الاختبارات له نتائجه الفوريّة، وبعضها الآخر يستدعي الوقت المطلوب، كزرع النبتة وانتظار نموِّها، أو تربية الحشرات. وهذا ما يستوجب المراقبة اليوميّة للتأكّد من توفّر ما يكفي من الماء والغذاء.

ويُستحسن، قبل بدء أيّ اختبار، اختيار الوقت الملائم. فنحن نعيش في عالم سريع التغيّر. فعدد كبير من الكائنات التي كانت تتوالد بكثرة في الماضي أصبحت اليوم مهدّدة بسبب ما يقوم به الإنسان من أعمال، سواء في الزراعة أو المواصلات البرّيّة. لذلك فإنّه من الضروريّ عدم إلحاق الضرر بالحيوانات أو النباتات التي تشكّل موضوع اختبارك.

إنّ الكائنات الحيّة جميلة ومعقّدة ومُدهِشة، لذلك ينبغي أن تعيدها إلى حيث عثرت عليها بعد الانتهاء من دراستها. وتذكَّر شعار عالِم الطبيعة: «راقبْ، تعلَّمْ ودَعِ الكائنات الحيّة تعيش!»



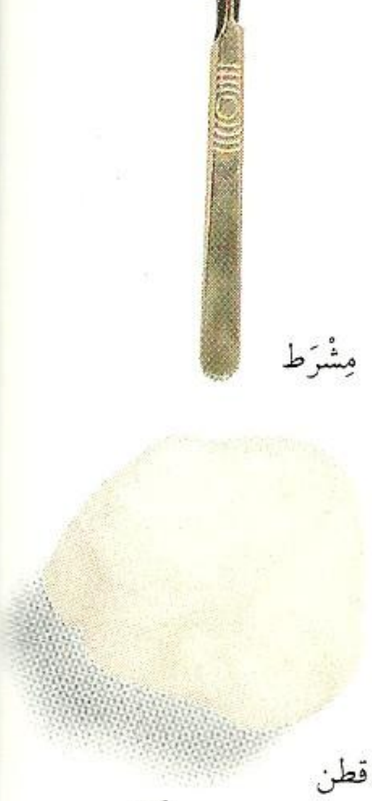
مختبـرك

تُعلِّم مراقبة الطبيعة الكثير من الأشياء، إلّا أنّ وجود مختبر صغير في المنزل يساعد على زيادة المعرفة. القسم الأكبر من الاختبارات التي يعرضها هذا الكتاب يمكن أن يُجرى على حافة نافذة أو على طاولة أو في الحديقة، وذلك بواسطة أدوات منزليّة مألوفة. تعرض هذه الصفحات أدوات تفيدك في هذا المجال، وإذا تعذّر وجودها كاملةً، فإنّ ما يتوفّر عندك كافٍ لتحقيق الغاية.

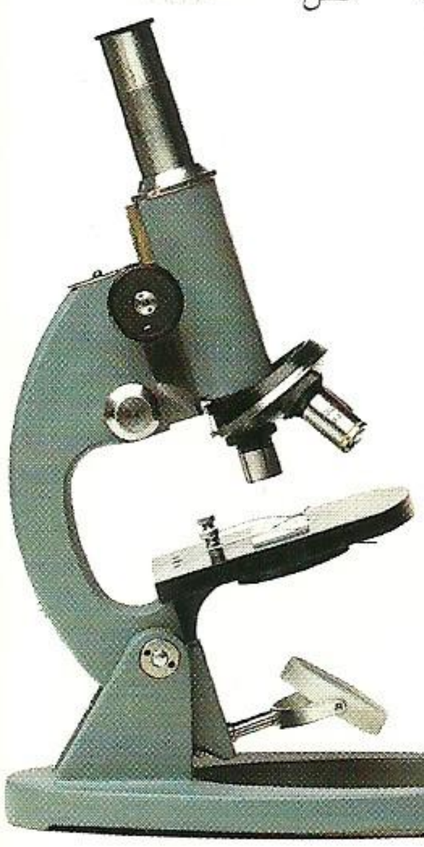
لوازم العمل

تُعتبر العَدَسة المكبِّرة من أكثر الأدوات فائدة، للعالِم الصغير، في درس الأعشاب. كما يحتاج إلى قلم ودفتر صغير لتدوين الملاحظات، فضلًا عن سكّين حادّة أو مِشْرَط (تحتوي حقيبة أدوات التشريح على هذه الأغراض). تذكّرْ أنّ المِشْرَط سريع القطع ولا يُستعمل إلّا بإشراف راشد. أمّا المِجْهر فليس وجوده ضروريًّا وإن كان مفيدًا.

مِشْرَط

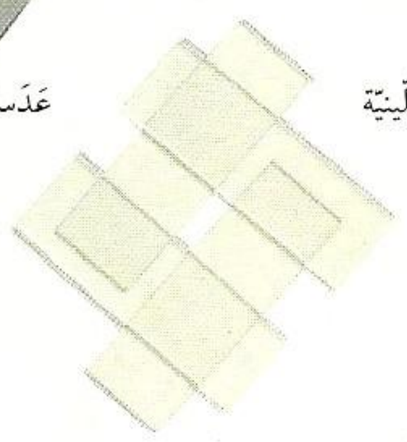

قشّاتُ شرب (شفّاطات)

قطن


مِجْهَر

عَدَسة مُكبِّرة

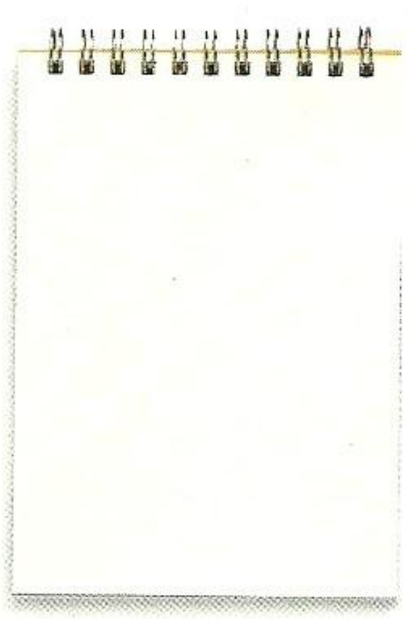
سِدادات فِلّينيّة


شرائح للمِجْهَر

أقلام تلوين

مصباح جَيْب

أقلام


دفتر صغير

معايير متداولة

من الضروريّ تحديد القياسات بدقّة في حياتنا اليوميّة وخلال الاختبارات العلميّة. قد تجد في مطبخك ما يساعد على قياس الأحجام (مِخبار مُدرَّج) ومعرفة الأوزان (الميزان) ويمكن بسهولة تأمين مسطرة وشريط قياس وآلة حاسبة صغيرة. ينبغي اعتماد الوحدات نفسها في كلّ اختبار، والمعروف أنّ العلماء يعتمدون نظامًا عالميًّا موحَّدًا: المتر لقياس الطول، والكيلوغرام للوزن، والثواني للوقت.

مسطرة

شريط قياس

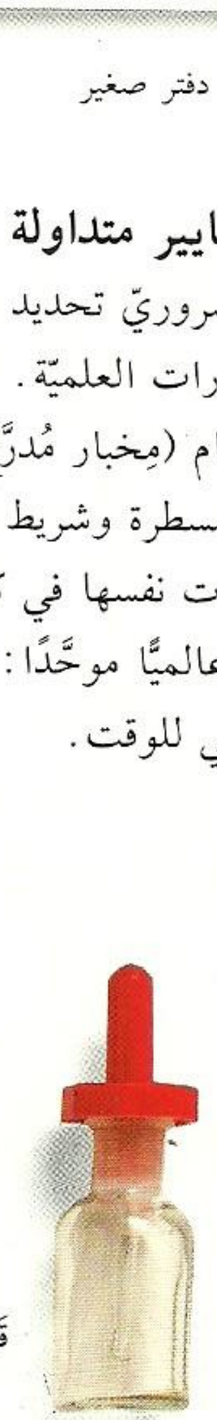
آلة حاسبة

ميزان حرارة (ترمومتر)

قِمْع

مِخبار مُدرَّج

إبريقُ قياس مدرَّج

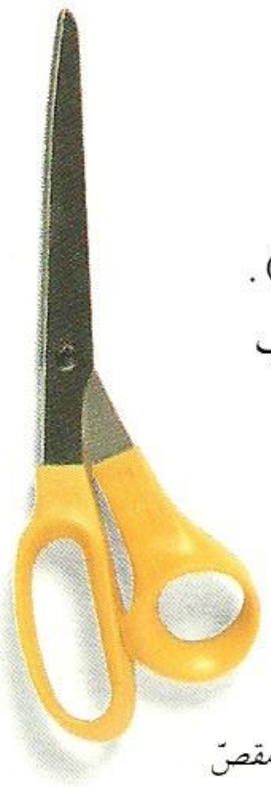

قَطّارة

أوانٍ مطبخيّة وأدوات متنوّعة

تجد في المطبخ كلّ الأدوات المفيدة (شرط أن تستأذن لاستعمالها). واحرصْ على ألّا تلوِّث أواني المطبخ بالحشرات والنباتات والتراب والوحل والموادّ الكيميائيّة التي تستعملها في اختباراتك. اِحتفظ بلوازم لن تُستعمل إلّا في اختباراتك واغسلها جيّدًا بالماء الساخن بعد الفراغ منها.

ملاعق بلاستيكيّة

ملاعق معدنيّة


مقصّ

مصفاة

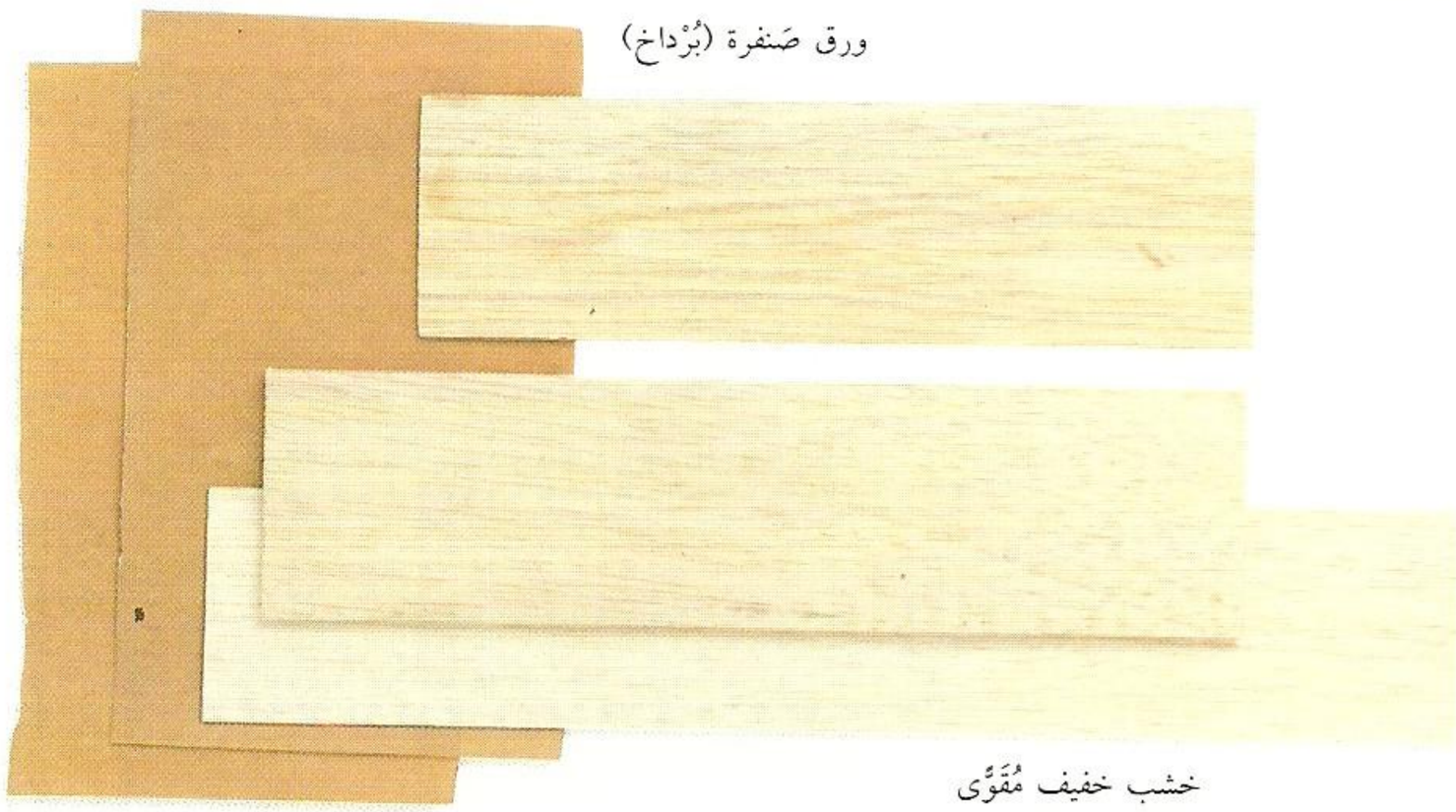
إبرة ذات مِقبض

مِلْقَط

قِدر ذاتُ مِقبض
(كَفْت)

شراء أدوات

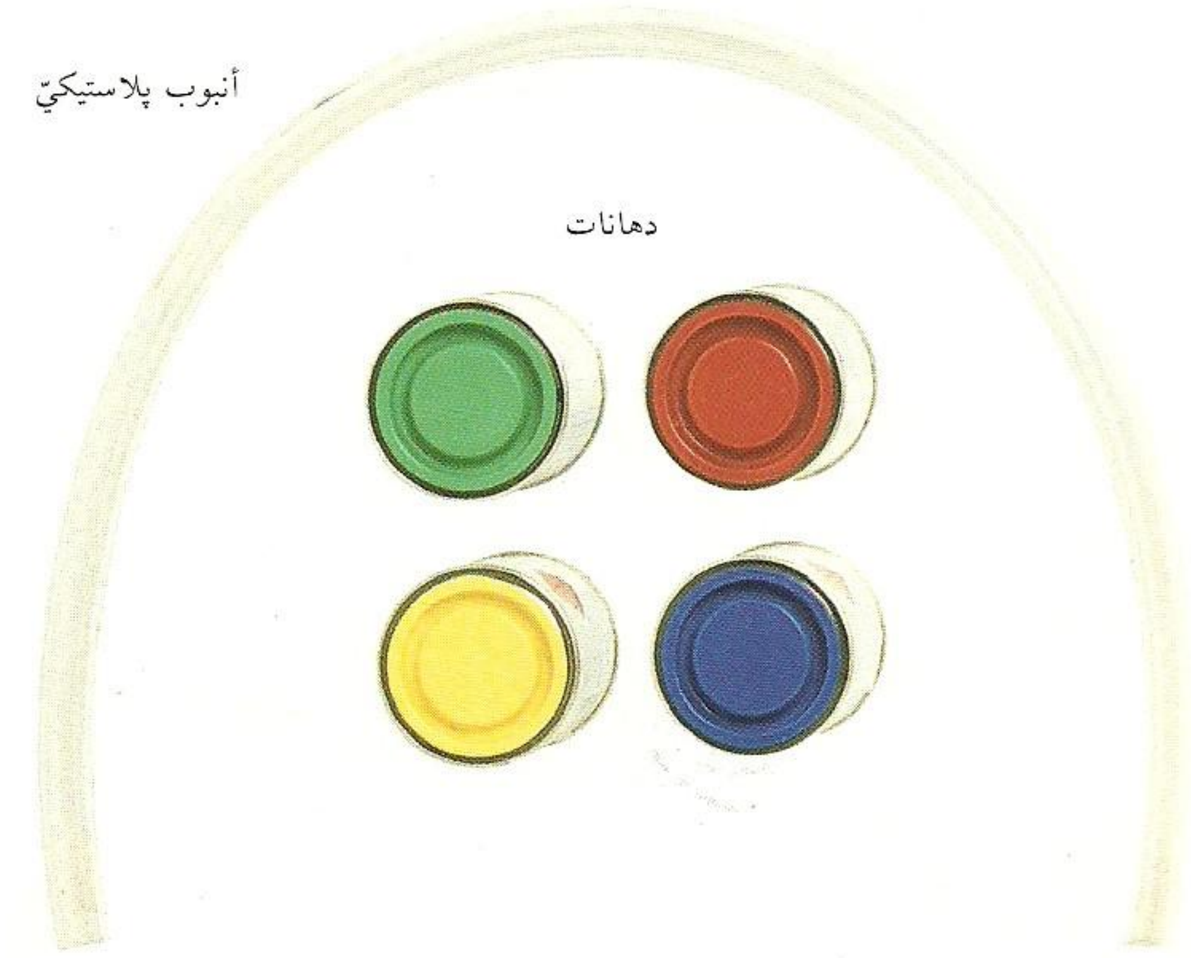
تحتاج إلى شراء كميّة قليلة من الخشب والخشب المعاكس. والأشياء الأخرى المشار إليها هنا يمكن تأمينها من بائِع الخُرْدوات.


ورق صَنفرة (بُرْداخ)

خشب خفيف مُقَوًّى
(خشب البلسا)

معجونُ تشكيل

صمغ لإلصاق
الورق

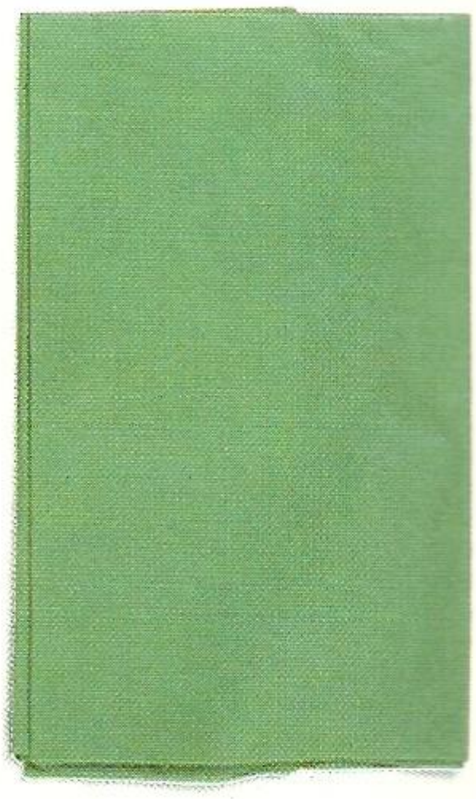

أنبوب بلاستيكيّ

دهانات

فُرشةُ رسم

قِطعُ خشب

ورق رقيق ناعم



أدوات التثبيت

يجب أن تتأمَّن لديك أدوات تثبيت متنوّعة من أجل إجراء الاختبارات أو الترتيبات التي نقدّمها لك، كالأشرطة اللاصقة والمسامير. فإذا لم تتوفّر عندك الأداة المطلوبة في اختبار معيَّن يمكنك الاستعانة بغيرها.

براغيّ

مسامير بلا رؤوس

مسامير

دبابيسُ رَسْم

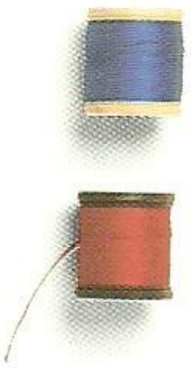
شَبّاكة

خيوط

دوبارة

أربطة مطّاطيّة

أشرطة لاصقة


خيوط

غِراء سريع الجفاف

غِراء لإلصاق الخشب

أسلاك معدنيّة

مصباح طاولة

أسلاك كهربائيّة

لمبة

حامِلُ لمبة

أدوات كهربائيّة

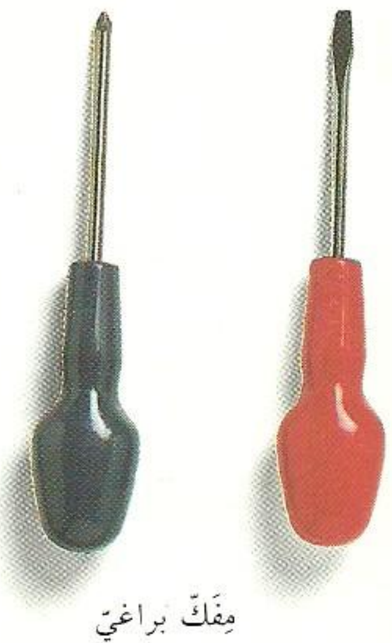
تحتاج بعض الاختبارات المعروضة في هذا الكتاب إلى لَمْبة أو إلى جرس كهربائيّ. ويُستَفاد من مصباح الطاولة لفحص بعض العيِّنات ولمتابعة بعض الاختبارات عن كثب.

حبل كهربائيّ

زَرَديّة

أدوات إضافيّة

قد تحتاج إلى أدوات نجارة في بعض الاختبارات، كمِشَدّ الوُصْلة، ومِفكّ البراغيّ، والمنشار. كما تستوجب أعمال معيَّنة وجود أدوات كهربائيّة كالمِثْقَب ومنشار قطع النماذج. عليك أن تطلب مساعدة راشد لدى استعمالك هذه الأدوات.


مِفَكّ براغيّ

مِثْقَب يدويّ

مِطْرَقة

منشار

مِشَدّ الوُصْلة

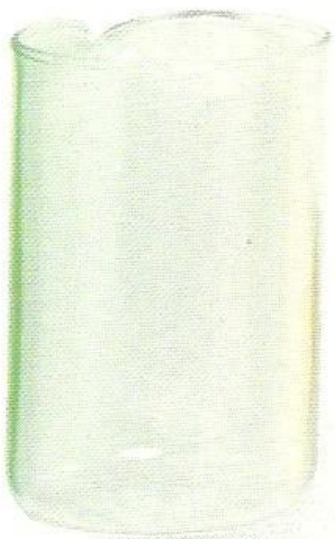
منشار تَلْسين

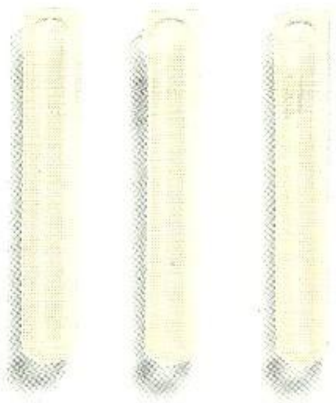
الأَوعية

تُعْتَبر الأَوعية، ولا سيّما الزجاجيّة، أكثر الأدوات فائدة في المختبر. لذا عليك أن تجمع أكبر عدد منها، خصوصًا تلك التي يكون لها غطاء لولبيّ. كما تلزمك أوعية صامدة للحرارة، كالأنابيب الاختباريّة أو الفناجين المعدنيّة. **حاذر** أن تضع الموادّ الكيميائيّة في أوعية قد تُستعمل لحفظ الأغذية.

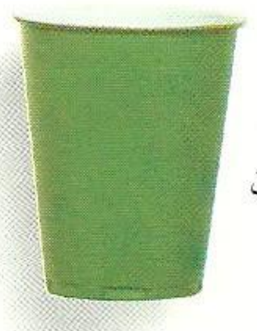
مرطبان
(برطمان)

صحن بِتري


وعاء زجاجيّ
صامد للحرارة


أنابيب اختباريّة

مرطبان بغطاء
لولبيّ

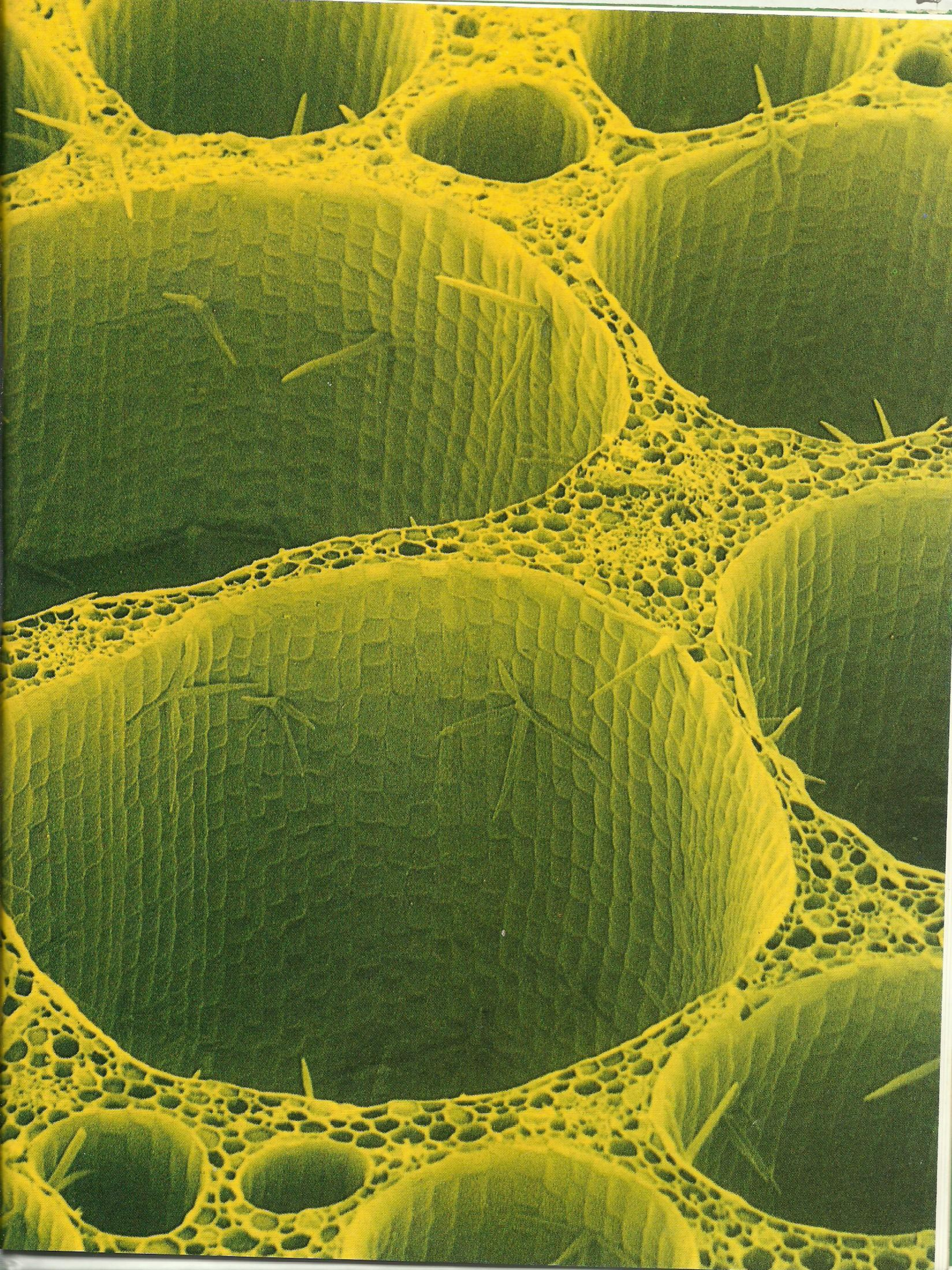

كوب
بلاستيكيّ

كوب زجاجيّ

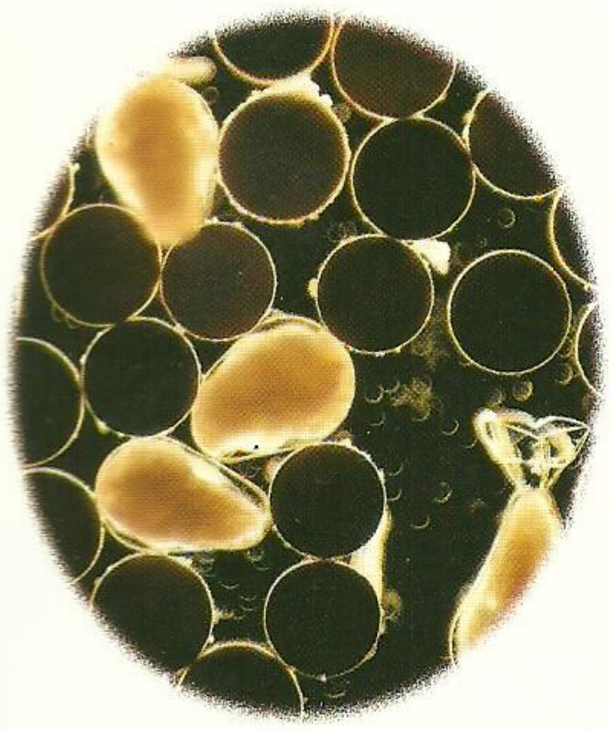
فِنجان معْدنيّ كبير

وعاء بلاستيكيّ

طاس
زجاجيّ



مراقبة المادّة الحيّة

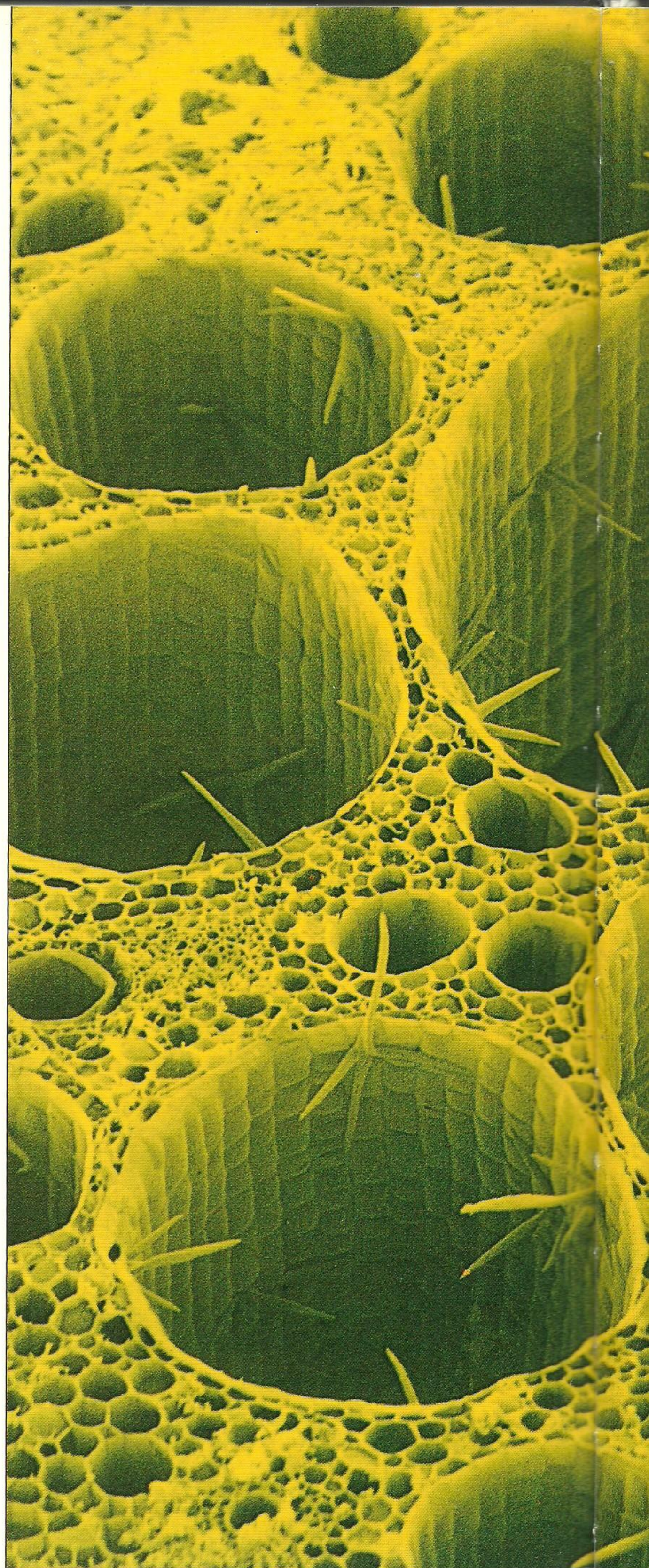


نظرة مكبَّرة إلى الحياة

لدى مراقبة بيوض الإربيان ودعاميصِه بواسطة عَدَسة مكبِّرة وتحت ضوء قويّ (أعلاه)، نلاحظ كتلة من النُّقَط اللامعة. وإذا تفحَّصنا مقطعًا من ساق نبتة النَّيْلوفر بواسطة مِجهر إلكترونيّ (إلى اليمين)، نقع على منظر لأنابيب ضخمة محاطة بخلايا لا تُحصى.

أين تبدأ الحياة؟ متى ظهرت على الأرض؟ وكيف تطوّرت؟

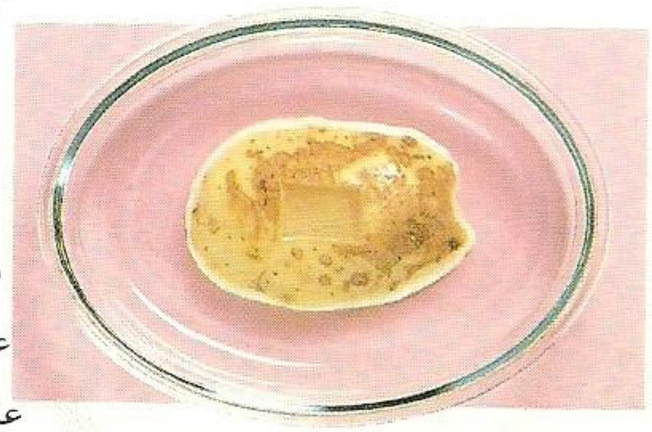
للإجابة عن هذه الأسئلة، يجد البيولوجيّون أَنفسهم مضطرّين إلى البحث في ماضي الأرض البعيد ودرْس أحافير الكائنات المندثرة منذ أزمان بعيدة، محاولين العثور على أسرارِ تطوِّر مَن سيخلفهم. فضلًا عن القيام بأبحاث حول كيمياء الكائنات التي تحيط بنا اليوم وحول بِنيتها.



ما هي الحياة؟

تُثبت الأحافير أنّ الحياة على الأرض موجودة منذ ٣,٥ مليار سنة تقريبًا، أي حوالى المليار سنة بعد تكوّن هذا الكوكب. ومنذ نشأتها، راحت الجزيئات العضويّة (التي تحتوي كلّها على مادّة الكربون) تتعقّد تدريجيًّا، وعندما أصبحت قادرة على التكاثر بدأ ظهور الحياة.

في مطلع الخمسينات من القرن العشرين، قام الكيميائيّ «ستانلي ميلر» باختبار ساعَد في الرجوع إلى التاريخ البعيد لكوكب الأرض. فقد ملأ كرةً زجاجيّة مزيجًا غازيًّا اعتبره شبيهًا بجوّ الكوكب الأوّليّ، ووصلَ الكرة بوعاء مليءٍ ماءً في حالة الغليان، مقلِّدًا بذلك الحالة الأُولى للمحيطات. فكان البخار المتصاعد من «المحيط»، الذي اختلط «بجوّ» الكرة، يبرَّد في أُنبوب ويتساقط على شكل «مطر». ولجعل الاختبار مطابقًا للواقع كانت شرارات تلمع لدى احتكاك سِلْكَيْن، ممّا يخلق برقًا شبيهًا بذلك الذي كان يُخَطِّط السماء في العصور الأولى.



اختبار بالبطاطس يُظهر أنّ المياه تسري في الخلايا.

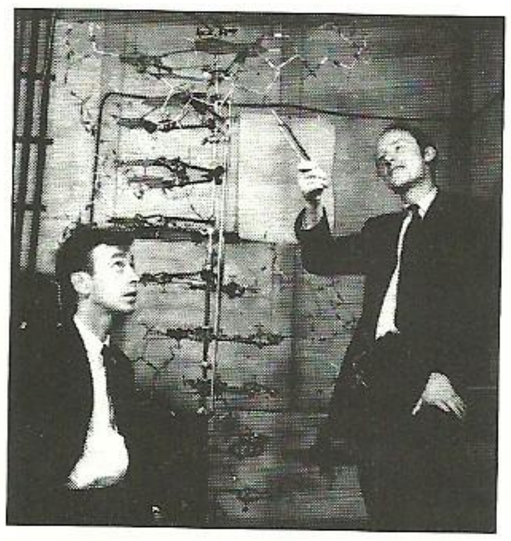
وبعدما فرغ من تركيب الجهاز غَلَى «ميلر» الخليط مدّة أسبوع، ثم بدأ التحليل. وقد كانت النتيجة مذهلة، إذ إنّه، عدا الموادّ التي كانت موجودة أصلًا، ظهرت موادّ أخرى كثيرة، بينها أحماض أمينيّة تُعتبَر موادّها المحتوية على الكربون من مكوِّنات المادّة الحيّة.

يشكِّل داخلُ كلّ خليّة طُحلب مكانًا محميًّا تحدث فيه التفاعلات الكيميائيّة العاديّة.

بدايات الحياة

يوحي اختبار «ميلر»، ولا يؤكّد، بأنّ المركّبات الكيميائيّة، في بداية الحياة، قد ظهرت منذ مليارات السنين، عن طريق الصدفة، في المياه التي كانت تغطّي الأرض. تطلّب الانتقال من الأحماض الأمينيّة البسيطة إلى الخليّة الحيّة فترة طويلة (ص ١٦) لكنّ هذا التحوّل تمّ مع مرور الوقت. ويعتقد القسم الأكبر من العلماء بأنّ الحياة ظهرت بفضل تطوّر المركّبات الكيميائيّة وتعقُّدها شيئًا فشيئًا، إذ كانت تتكاثر بفضل ما تأخذه ممّا يجاورها من كيميائيّات أقلّ تعقيدًا.

والمعروف أنّ هناك نحوًا من مئة عنصر كيميائيّ على الأرض بينها عشرون عنصرًا ضروريًّا للحياة. من هذه العناصر الكربون الذي يحمل الخصائص الأساسيّة التي تساعد على تشكُّل سلاسل الذَّرّات، فيتَّحِد بعضها ببعض وبعناصر أخرى كالهيدروجين والأُكسجين. ويتولَّد من هذا الاتّحاد مركّبات كيميائيّة ذات خصائص متنوِّعة. إنّ الأحماض الأمينيّة التي تشكّلت في اختبار «ميلر» لم تكن تحوي أكثر من خمس ذرّات كربون، غير أنّ الجسم الحيّ يمكنه أن يتضمّن سلاسل من مئات أو آلاف ذرّات الكربون. إنّ سلاسل الأحماض الأمينيّة العملاقة هذه تُكوِّن البروتينات (ص ١٨) وهي موادّ أساسيّة لكلّ شكل من أشكال الحياة.



جايمس وَطْسُن (إلى اليسار) وفرنسيس كريك اللذان حصلا على جائزة نوبل للعلوم الطبيعيّة مع النموذج الذي يبيّن تركيبة الـ د ن أ.

خصائص الكائنات الحيّة

تملك الأجسام الحيّة، من البكتيريا إلى الفيل، بعض الخصائص المشتركة. فهي تتلقّى الغذاء الذي يعطي طاقة كيميائيّة تؤمِّن عمليّة النموّ. ومن أجل الحصول على الطاقة من الغذاء، تخضع الأغذية لعمليّة «احتراق» على أثر اتّحادها بالأُكسجين، وهذا ما يولِّد الماء وثاني أكسيد الكربون (ص ٤٢). وتستطيع الكائنات الحيّة أن تتفاعل مع محيطها، إذ يمكن أن تَتسبَّب بشكل خاصّ بولادة كائنات أُخرى على صورتها.

قد تظنّون أنّه من السهل أن نعرف ما إذا كان كائن ما حيًّا أو غير حيّ، ولكن ما قولنا بالڤيروس؟ عندما نصاب بالزكام نستنتج أنّنا التقطنا «جُرثومةً» مضرّة، والواقع أننا نكون قد التقطنا «ڤيروسًا». والڤيروس مُنْتَج كيميائيّ في غاية الصِّغر يصيب خلايا الأنف والحَنجَرة. وهو يغزو الخلايا ويحملها على أن تُنتج ڤيروسات تكون صورة عنه وتنتقل إلى أشخاص آخرين عن طريق العطاس.

الڤيروس إذًا كائن حيّ لا ينمو ويتكاثر إلّا داخل الخلايا الحيّة. ومن دون هذا الاحتكاك يبدو الڤيروس ميتًا ويمكنه أن يصبح متبلّرًا كأيّ نتاج كيميائيّ يُحفظ لسنوات على أحد الرفوف. وما إن يتَّحِد بالخلايا الحيّة حتّى يعود ثانية إلى الحياة.

والواقع أنّ الڤيروسات تتحدّر من أجسام حيّة، لكنّها فقدت الكثير من الخصائص بفعل تحوّلها إلى طُفيليّات. وبما أنّها تغزو جهاز التوالد لدى خلايا أخرى، فإنّها لم تعد بحاجة إلى جهاز خاصّ بها. وهي في هذا المجال أشبه بسيّارة نُزعت عجلاتها. فتحديد السيّارة هو «مركبة ذات عجلات»، لذا فإنّ مركبة من دون عجلات ليست منطقيًّا سيّارة، ومع ذلك فإنّ رؤيتها، ولو بدون عجلات، تحملنا على القول إنّها سيارة، وهكذا هي حال الڤيروس.

تَناسُخ المركّبات الكيميائيّة

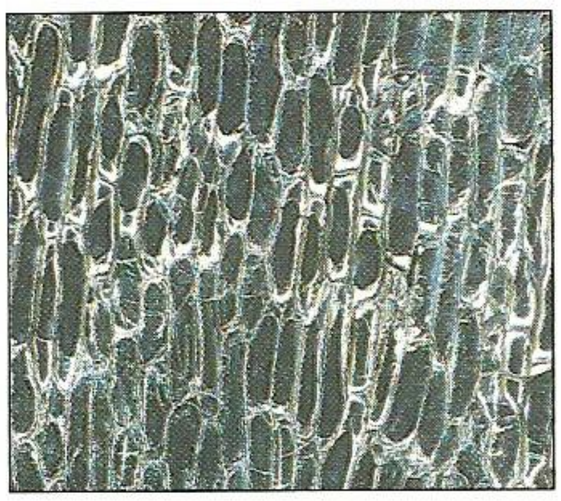
كلّ الكائنات الحيّة حتى الضخمة منها، تكون في البداية خليّة واحدة. فخليّة بيضة الحوت الأزرق لا تُرى بالعَين المجرَّدة، ومع ذلك فإنّها تحوي كلّ الطبائع الوراثيّة التي من شأنها تكوين جسم الحوت الذي يزن ١٥٠ طنًّا والمحافظة عليه. وخلال نموّ الخليّة وانقسامها المتتابع تعطي طبائعها لملايين الخلايا الأخرى، بهدف تأمين الموادّ التي يحتاجها جسم الحوت في تكوُّنه، وذلك في النسب المناسبة والمكان والوقت المناسبَين. فكيف يتمّ ذلك؟

منذ نحو قرن لاحظَ البيولوجيّون أشكالًا شبيهة بالخيوط، هي «الصِّبْغيّات» التي تظهر في الخليّة قُبَيل انقسامها. كما لاحظوا أنّ كلّ جنس حيوانيّ أو نباتيّ يملك عددًا معيَّنًا من هذه الصبغيّات: ففي الخليّة البشريّة مثلًا ٢٣ زوجًا. وبدا لهم أنّ الصبغيّات تحكُم الخلايا، لكنّهم لم يتعمّقوا في بحثهم أكثر من ذلك لافتقادهم للمجهر الإلكترونيّ والطرق الحديثة في التحليل الكيميائيّ. وقد تأكّد اليوم أنّ الصبغيّات تشارك فعليًّا في توجيه كلّ خليّة. وهي مكوَّنة من بروتينات ومن مادّة الـ دنأ - الحامض النوويّ الريبيّ المنقوص الأكسجين، التي تفوق بطولها الصبغيّة ذاتها بعشرة آلاف مرّة ولكنّها ملتفّة بعناية، ممّا يسمح لها بالتواجد في مساحة صغيرة. ويتكوّن الـ دنأ من خيطَين يلتفّ كلّ واحد منهما حول الآخر ليعطيا شكلًا حلزونيًّا مزدوجًا. ويحمل هذان الخَيطان أربعة أجسام كيميائية هي «القاعدة» التي تشكِّل أساس نظام التحكُّم بالخليّة. هذه الأجسام الكيميائيّة لها ترتيب خاصّ شبيه بنظام الكمبيوتر. وهي تحمل كمّيات هائلة من «الجينات» لتكوين البروتينات التي تكوّن بدورها، أو تراقب كلَّ الموادّ الكيميائيّة الأخرى الضروريّة للخليّة.

سادَ الاعتقاد طويلًا بأنّ الكائنات الحيّة تولَد تلقائيًّا من المادّة الجامدة. إلّا أنّ اختبارات لويس پاستور (١٨٢٢-١٨٩٥) أظهرت استحالة ذلك.

يمكن استعمال المجهر العاديّ لمراقبة الخلايا، أمّا الڤيروسات وبعض البكتيريا فهي صغيرة لدرجة تعذُّر رؤيتها إلّا بالمجهر الإلكترونيّ.

تملك مادّة الـ دنأ خاصّة مميَّزة هي القدرة على التَّناسُخ، فعندما تبدأ الخليّة بالانقسام ينفصل خيطا الصبغيّة شيئًا فشيئًا. وفي عمليّة تُعرف باسم «الاستجابة الذاتيّة»، وبتوجيه من «القاعدة» يجمع كلٌّ من الخيطَين نسخةً مُطابِقة للخيط الثاني، فتتشكّل بذلك صبغيّة جديدة مزدوجة وكاملة. هذه الخاصّة التي تتمتّع بها مادّة الـ دنأ تمكّنها من أن تضاعف نفسها مرّات عديدة، وهذا ما يشكّل أساس الحياة.



لدى تقشيرنا طبقات البَصَلة يمكن انتزاع قشرة رقيقة بسُمْك الخليّة.

من الاضطراب إلى النظام

راقِب العالمَ الحيّ من حولك، فكلّ ما تراه هو نتاج الطبائع الكيميائيّة. فالقوقعة الرائعة التي تحملها الرِّخويّة (ص ٩٠) تتكوّن من مادّة عاديّة هي كربونات الكلسيوم، وقد أخذت شكلَها بفضل ما تحويه مادّة دنأ من طبائع. كما تتكوَّن أوراق الزهرة (ص ٤٦) بفضل الطاقة الشمسيّة التي تساعد على توفير موادّ الزهرة بشكل منظَّم ودقيق. كذلك الأمر بالنسبة إلى ريش الطاووس المِرْوَحيّ الشكل (ص ٦٨) وإلى تركيبة عينيك (ص ١٦٦)، وذلك كلُّه بفعل مادّة دنأ، وهذه الخصائص تُنقل من جيل إلى جيل. وبفعل عمليّة التطوّر، أصبحت الطبائع الوراثيّة التي تحويها الـ د ن أ أكثر تعقيدًا.

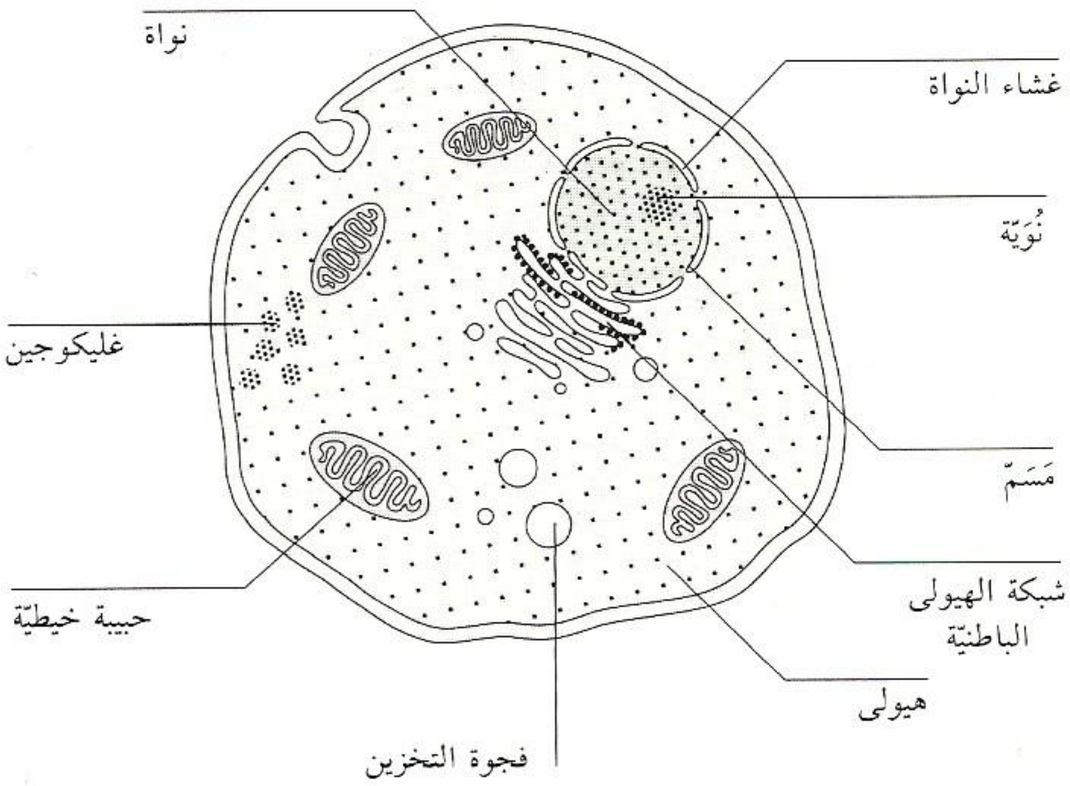
تبيّن الفقاقيع فعل الخميرة.

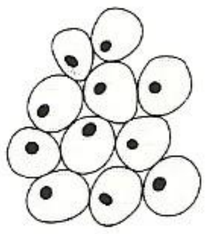
الخلايا

منذ نحو ثلاثمئة سنة كان عالِم الرياضيّات والمخترع البريطانيّ روبرت هوك (١٦٣٥-١٧٠٣) يتفحّص قطعة رقيقة من الفِلّين بواسطة المِجْهر. وقد رأى عددًا كبيرًا من التجاويف الصغيرة يفصل غشاءٌ في ما بينها، فأطلق عليها اسم «خلايا». الخلايا هي العناصر الأساسيّة للكائنات الحيّة، ويشكِّل داخلُ الخليّة وسطًا يخضع للتحكُّم الدقيق، فيه تجري التفاعلات الكيميائيّة للحياة. الأجسام الحيّة البسيطة، كالبكتيريا، تتكوّن من خليّة واحدة، بينما تتكوّن الأجسام الأخرى، كجسم الإنسان، من مليارات الخلايا. وهذه الخلايا ليست من نوع واحد، فالخلايا المتنوِّعة لها وظائف مختلفة.

الخليّة الحيوانيّة

تشبه الخليّة الحيوانيّة كيسًا صغيرًا مليئًا سائلًا. في داخلها نواة تتحكَّم بالخليّة. كما تحوي الخليّة الهَيولى أو الحَشْوة، وفيها أنواع عديدة من أجسام صغيرة نسمّيها جزيئات عضويّة، وتلك التي تعطي الخليّة طاقتها تُسمّى حُبيبات خيطيّة.

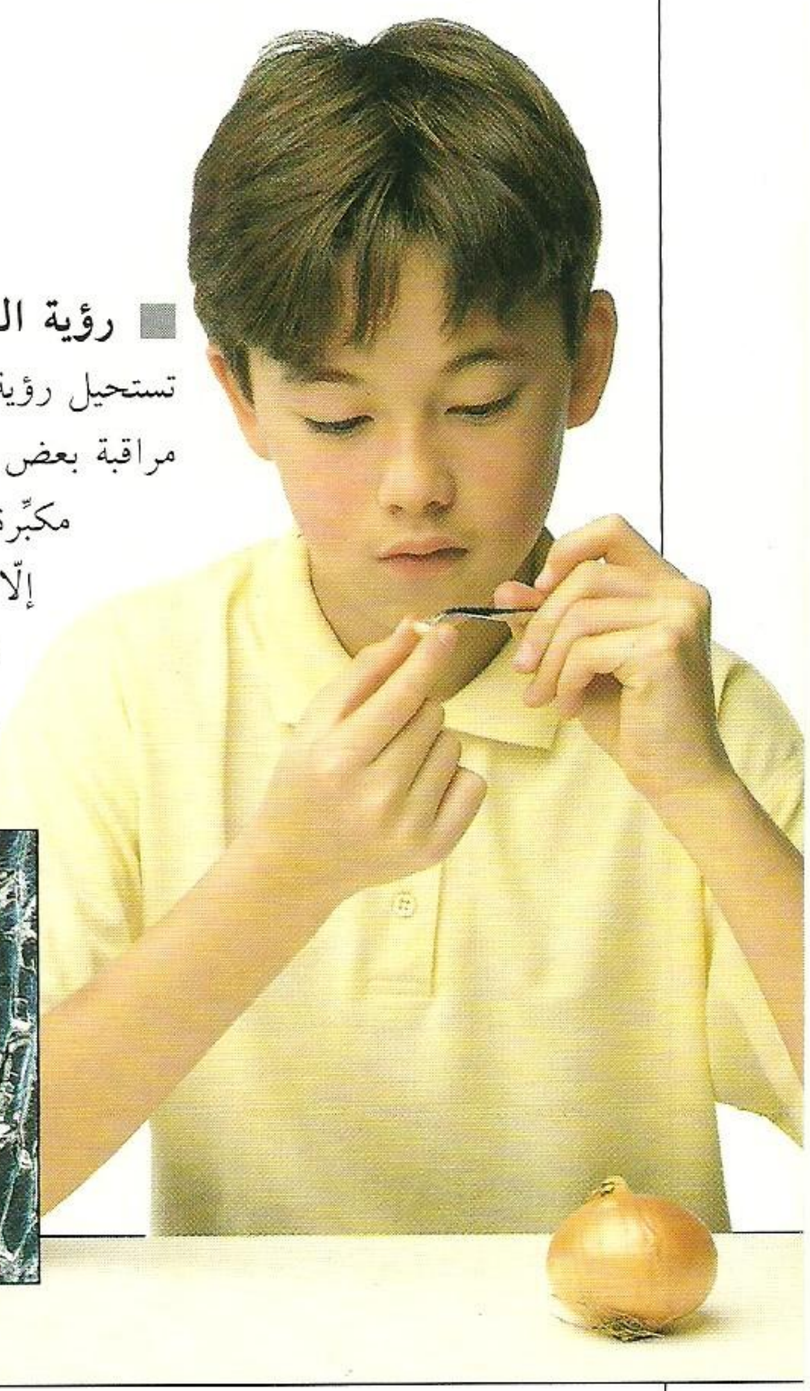


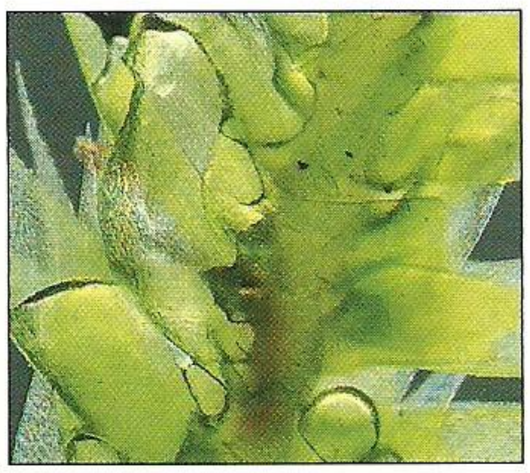


مجموعة خلايا حيوانيّة
إنّ «الكيس» الذي يغلّف كلّ خليّة هو غشاء مزدوج مَرِن.

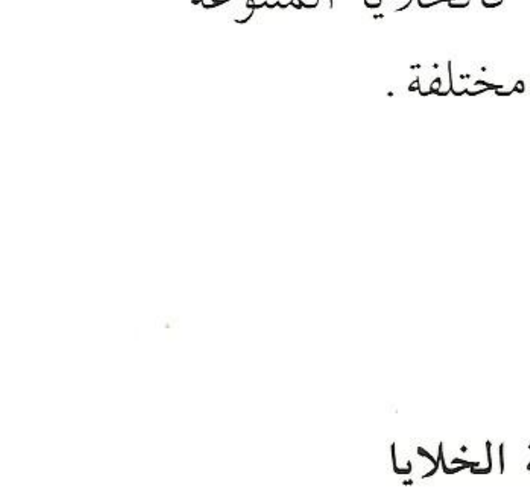
رؤية الخلايا

تستحيل رؤية الخليّة بالعين المجرّدة. يمكنك مراقبة بعض خلايا النباتات بواسطة عدسة مكبِّرة، أمّا الخلايا الحيوانيّة فلا تُرى إلّا بواسطة المِجْهر. ويستعمل البيولوجيّون موادّ ملوِّنة تساعد على رؤية بعض الخلايا الشفّافة.





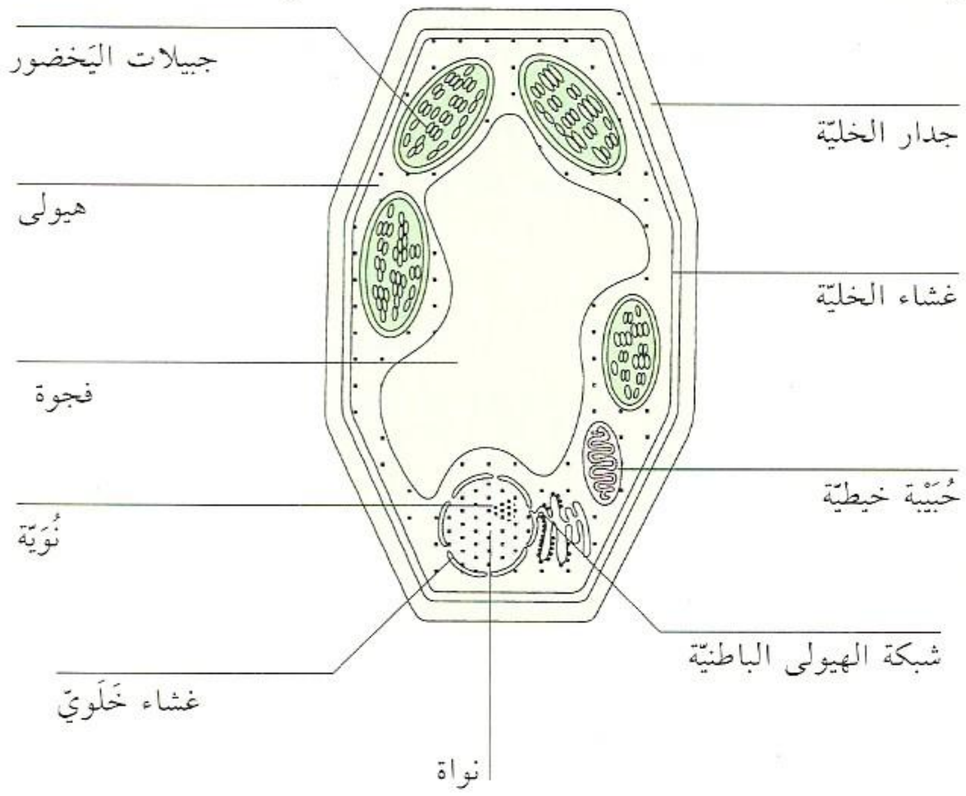
خلايا الطحلب
خذ قطعة صغيرة من نبات الطحلب وضعها في نقطة من الماء على شَريحة، ثم غطّها بنُصَيلة، وضع الكلّ فوق لوَيْحة المجهر واضبط الرؤية لكي ترى الخلايا.



خلايا البَصلة
اِقطع بصلة وانزع من السطح الداخليّ قشرة في غاية الرِّقّة. ضعها بإحكام فوق شَريحة زجاجيّة. يمكنك حينئذٍ أن تميّز الخلايا بواسطة عدسة مكبِّرة.

الخليّة النباتيّة

للخلايا النباتيّة جدران صلبة مكوّنة من السلّيلوز. ويحتلّ القسمَ الأكبر من الخليّة فجوة تحوي سائلًا يساعد ضغطُه على المحافظة على شكل الخليّة. وفي الهيولى جزيئات عضويّة في غاية الصغر هي جُبيلات اليَخضور التي تستعين بالطاقة الشمسيّة خلال عمليّة التخليق الضوئيّ (ص ٤٠ إلى ٤٣).



مجموعة خلايا نباتيّة
لكلّ من هذه «العلب» الصغيرة غشاء مزدوج داخل جدار من السلّيلوز.

■ اكتشاف ■

تيودور شوان

على الرغم من اكتشاف الخلايا في القرن السابع عشر فقد تطلّب فهم أهمّيتها نحوًا من ٢٠٠ عام. وكان البيولوجيّ الألمانيّ تيودور شوان (١٨١٠-١٨٨٢) من أوائل الذين أدركوا أنّ الخلايا هي العناصر المكوّنة للحيوان والنبات. فالخلايا بحسب النظريّة التي ساهم في تطويرها هي أصغر الموجودات الحيّة، والأجسام كلّها تتكوّن من خليّة واحدة على الأقلّ. وتفيد نظريّته أنّ الخلايا تتكوّن عن طريق انقسام خلايا أخرى وحسب. كانت نظريّة شوان صحيحة بشكل عام، على الرغم من عدم وجود خلايا حقيقيّة في الفطر (ص ٦٤ إلى ٦٩). فخلايا الفطر الرئيسيّ لها جدران شبيهة بتلك التي لسائر النباتات، لكنّها ليست في الحقيقة منفصلة، إنّما تتميّز بالثقوب التي تسمح باتّصال الخلايا ببعضها.

اختبار

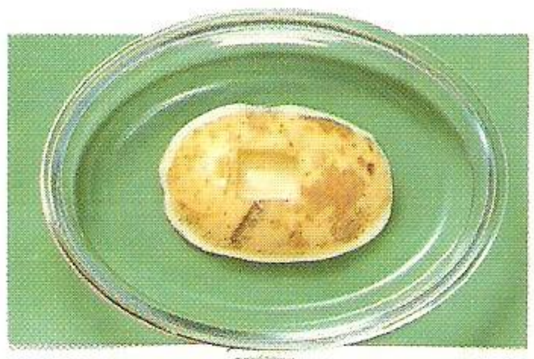
ما هو التَّناضُح؟

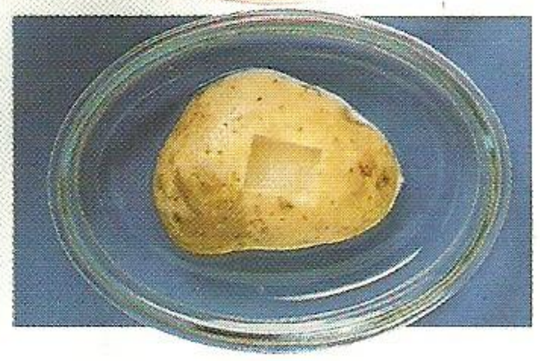
إشرافُ راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

يدخل الماء إلى الخلايا عبر الغشاء، بطريقة تُعرف بالتناضح. فالغشاء الخَلويّ يُدخِل الماء ويمنع دخول الموادّ الملْحيّة أو السكّريّة. ويرشح الماء عبر الغشاء إذا تكاثر وجود السكّر أو الملح في الجهة المقابلة، من أجل معادلة الكثافة في الجهتين. ويمكنك ملاحظة هذه الظاهرة عن طريق استعمال البطاطس كنموذج للأغشية الخلويّة.

خذ حبّتَي بطاطس واقطع كلًّا منهما إلى قسمَين متساويَين. تخلّصْ من إحدى القطع. ثم انزعْ من قشرة كل قطعة، من جهة القاعدة، شريطًا بعرض سنتيمتر واحد حول القطعة كلها. واحفر نقرة في الناحية المنتفخة من كل قطعة. ضعْ قطعتين من البطاطس في صَحْنين يحويان ماءً واجعلْ ناحيتيهما المسطّحَتَيْن إلى أسفل. ثم اغلِ القطعة الثالثة مدّة عشر دقائق لتموت الخلايا.

يلزمك:
- حبّتا بطاطس • سكّر
- ٣ صحون • ملعقة • سكّين





القطعة رقم ١

هي القطعة التي تُقارَن بها القطعتان الباقيتان. تُترك كما هي لتقارَن بها الأخريان في نهاية الاختبار.

القطعة رقم ٢

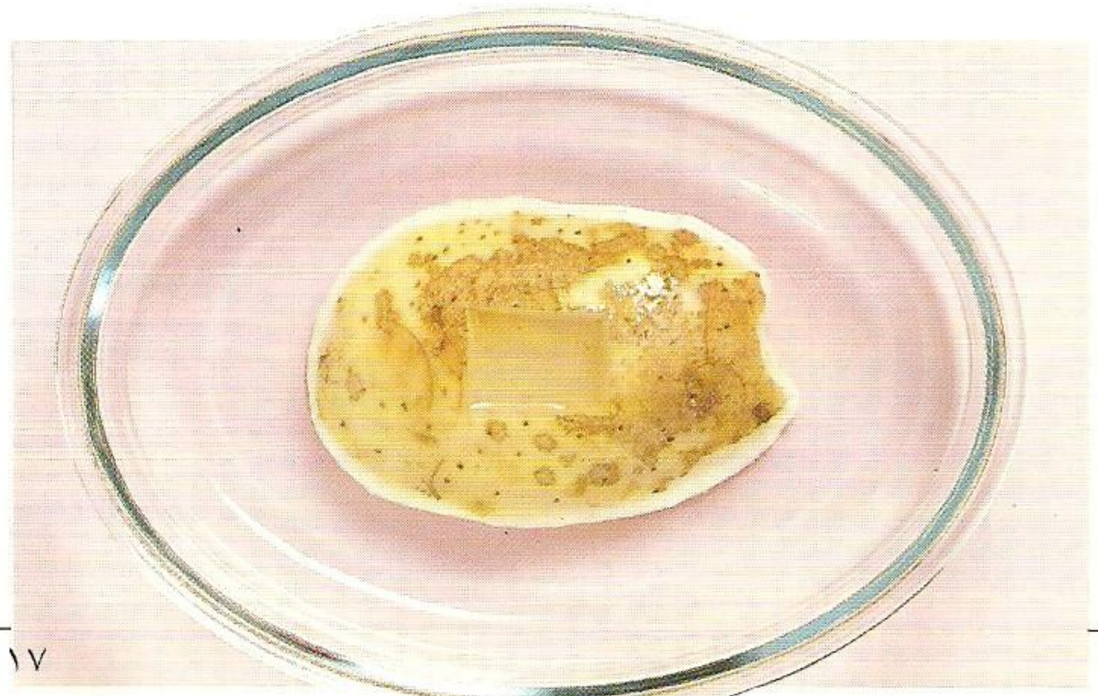
هي القطعة المسلوقة التي تساعد على رؤية الماء يتسلّل عبر الخلايا الميتة. ضعها في صحن يحوي ماءً، وضع ملعقة صغيرة من السكّر في النقرة.

القطعة رقم ٣

تبيّن هذه القطعة تنقّل الماء عبر أغشية الخلايا الحيّة. ضع ملعقة صغيرة من السكّر في النقرة، ولننتظر ما يحدث بعد مرور يوم كامل.

تسرّب الماء

يتسرّب الماء، عن طريق «التناضح»، عبر الأغشية الخلويّة في القطعة رقم ٣. خلال هذه العمليّة، يكون اتّجاه المياه واحدًا، أي نحو الجهة التي تكون فيها المادّة المذابة أكثر كثافة. فما الذي يحدث لدى غياب السكّر أو عندما تكون الخلايا ميتة؟



كيمياء الحياة

تخيَّلْ وجود مصنع كيميائيّ ضخم ومعقّد جدًّا، وتخيّل هذا المصنع قد ازداد تعقيده أضعافًا وتزايدت سرعة التفاعلات فيه ملايين المرّات. ثم تخيَّل المصنع نفسه وقد صُغِّر إلى حدّ لم يعد يُرى بالعين المجرّدة. فما تحصل عليه يبدو شبيهًا بالخليّة. إنّ معظم الموادّ الكيميائيّة في الخليّة تنتمي إلى إحدى المجموعات التالية: حمْض النَّوى، الكربوهيدرات، الدهنيّات، والبروتينات. فالكربوهيدرات تختزن الطاقة، كذلك الدهنيّات التي تساعد أيضًا في تكوّن الأغشية. بعض البروتينات يعمل على تكوين الخلايا، وبعضها الآخر يُعرف باسم «الخمائر» ويسرّع التفاعلات الكيميائيّة.

اختبار
مفعول خميرة

إشرافُ راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

يُشْبه كَبِدُك معملًا يصنِّع آلاف المُنتَجات الكيميائيّة. ويستعمل لذلك خمائر كثيرة منها الكاتالاز التي تتسبّب بتحليل الماء الأُكسجينيّ، كما يبيّن لك هذا الاختبار.

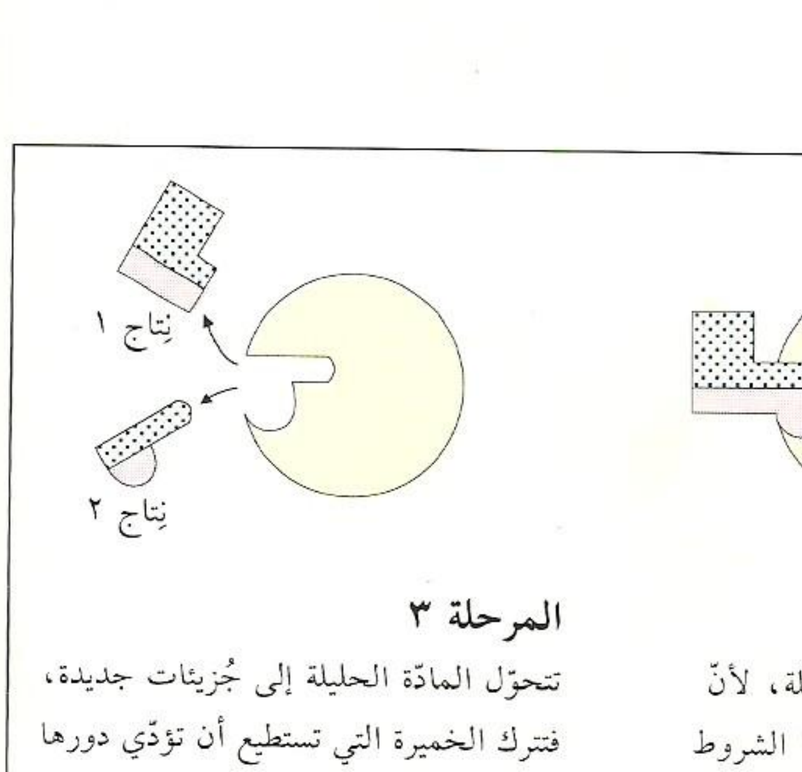
يلزمك

- قطعة كَبِد صغيرة
- ماء أُكسجينيّ
- مرطبان (برطمان)
- عود ثقاب

١ **أُسكبْ الماء الأُكسجينيّ غير المخفَّف في** المرطبان، وضعْ فيه قطعة الكَبِد. ثم أغلِق المرطبان من دون أن تُحكم إغلاقه.

٢ **تبدأ الكاتالاز في قطعة الكبد** في الحال بتحليل الماء الأُكسجينيّ فترتفع فقّاعات إلى سطح الماء ويبقى الغاز في المرطبان.

٣ **أَشعل عود الثقاب ثم أَطفئْه.** اِفتح المرطبان، وأدخل فيه رأس العود فترى أنه يشتعل مجدّدًا، لأنّ كمّيّة الأُكسجين في المرطبان تفوق تلك التي في الهواء المحيط به.



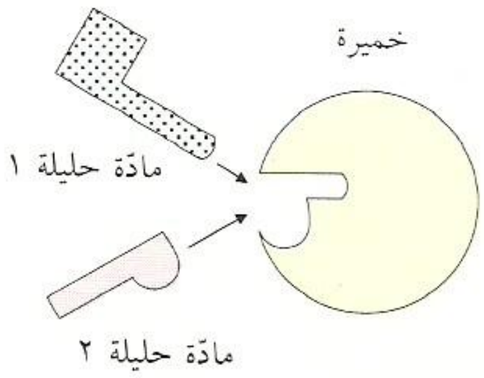
إنّ اشتعال العود مجدّدًا يدلّ على أنّ التفاعل يُنتج الأُكسجين.

تنبيه

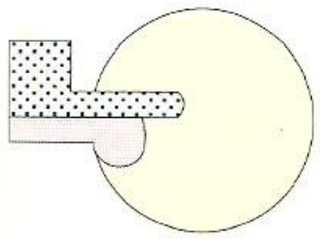
نستعمل في هذا الاختبار الماء الأُكسجينيّ، وفي اختبار الصفحة المقابلة نستعمل الصودا الكاوية، وكلاهما يتلف الجلد. يجب أن تلبس قفّازًا من المطّاط الواقي، وأن تغسل يديك فيما بعد. **لذلك فإنّ وجود راشد ضروريّ خلال هذين الاختبارين.**

دور الخمائر

الخمائر بروتينات تُسرّع التفاعلات الكيميائيّة، ممّا يجعل الحياة ممكنة. وهي تعمل على تقارب موادّ كيميائيّة معيّنة، أي المادة الحَليلة، وتجعلها تتفاعل. يُظهر هذا الرسم حركة الخمائر، فخميرة واحدة تضبط تفاعلًا واحدًا.



المرحلة ١
يدخل جزيئا المادّة الحليلة في المواقع الناشطة من الخميرة فيتقاربان.



المرحلة ٢
يتفاعل جُزيئا المادّة الحليلة، لأنّ الخميرة توجد من حولهما الشروط الضروريّة للتفاعل.

المرحلة ٣
تتحوّل المادّة الحليلة إلى جُزيئات جديدة، فتترك الخميرة التي تستطيع أن تؤدّي دورها من جديد.

اختبار

نَشاء ، دهن، بروتينات

إشرافُ راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

ابحث عن النَّشاء والدهن والبروتينات في مادّة غذائيّة. يمكنك أن تستعمل دقيق القمح (نَشاء)، الزيت النباتيّ (دهن) وبياض البيضة (بروتينات). أمّا الموادّ الكيميائيّة اللازمة فهي تتوفّر في الصيدليّة.

يلزمك

- دقيق القمح • زيت نباتيّ • بياض بيضة • محلول اليود
- كحول طبّي بـ ٩٠ درجة أو كحول للحرق • صودا كاوية
- كبريتات النحاس • أنابيب اختباريّة • قفّازان من المطّاط

١ أَقِم الاختبار فوق مسطّح سهل التنظيف. أُطلب من الموجِّه أن يحضِّر لك قليلًا من محلول كبريتات النحاس وأن يذوِّب الصودا الكاوية: يجب أن يضع الصودا الكاوية في الماء وليس العكس.

٢ يجب أن تقيم الاختبار مرّتين: مرّة مع المادّة التي تُجري عليها الاختبار ومرّة من دونها. فالاختبار الثاني يبيّن ما يحدث في غياب البروتينات والدهن والنشاء.

اختبار النَّشاء

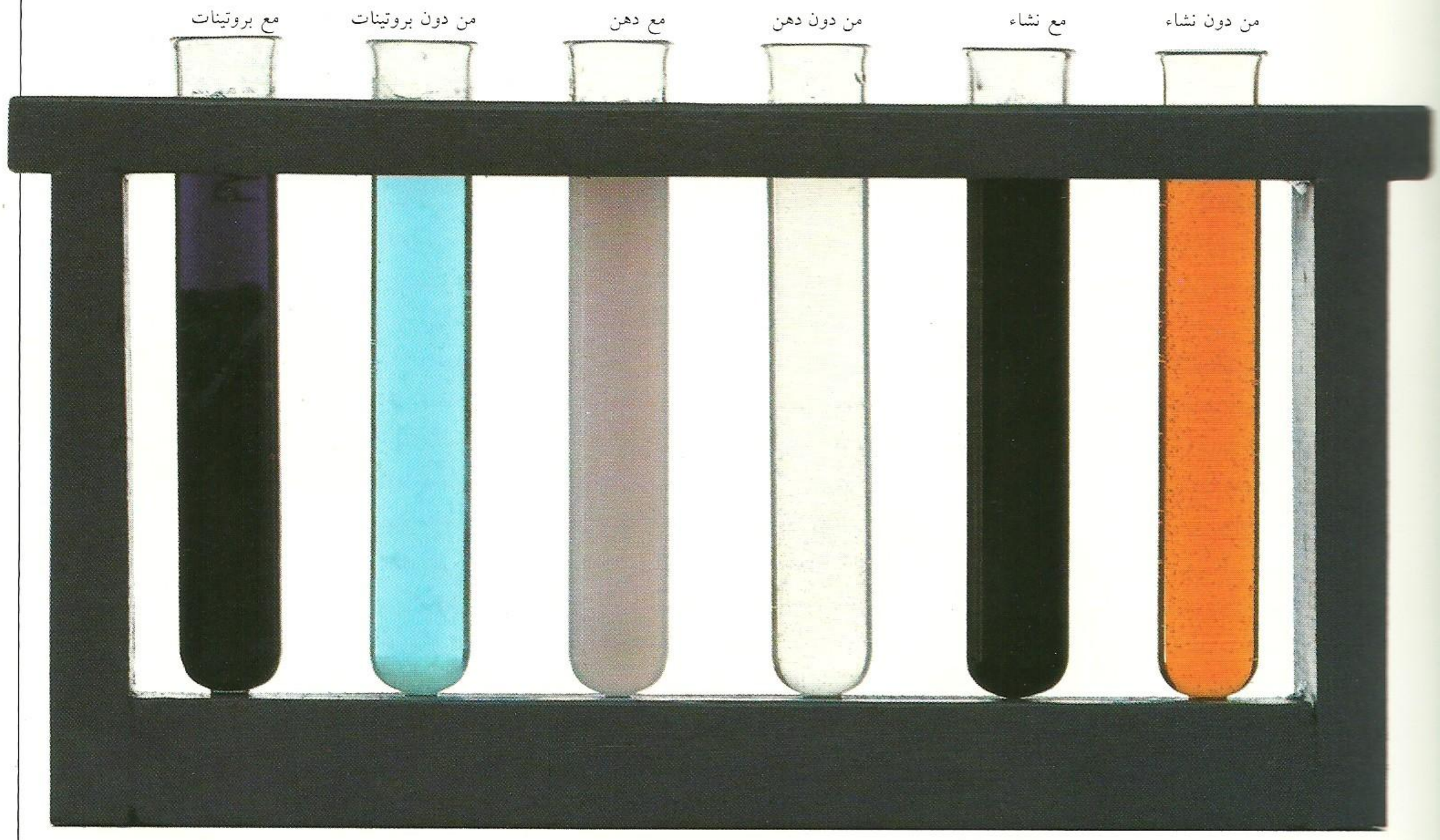
امزج ملعقة دقيق صغيرة بكمّية من الماء كافية لتحصل على سائل. إملأ نصف أنبوب من هذا المزيج، ثم أضف نقطة من محلول اليود. حرّك الأنبوب. تلاحظ أنّ نشاء الدقيق حوّل لون اليود إلى أزرق قاتم. ومن دون المادّة النشويّة يبقى لون اليود أصفر برتقاليًّا.

اختبار الدهن

أُسكب كحولًا في أنبوب اختباريّ حتّى ثلث الأنبوب. أضف نقطة زيت وحرّك الأنبوب لينحلّ الزيت. ثم اسكب بضع نقط من هذا المزيج في أنبوب ثانٍ يحوي ماءً، ثم حرّكه. تلاحظ أنّ المادّة الدهنيّة تعطي زبدًا أبيض على سطح الماء.

اختبار البروتينات

أُمزج بياض بيضة بالماء، ثم اسكب هذا المزيج في أنبوب حتى يصل إلى ثلثه. ضع القفّازين ثم اسكب عشر نقط من مزيج الصودا الكاوية وكبريتات النحاس، وحرّك الأنبوب. تلاحظ أنّ بروتينات بياض البيضة قد حوّلت المزيج إلى لون بنفسجيّ.



التطوّر

يتبدّل عالم الأحياء بشكل دائم. وعلى الرغم من أنّ النباتات والحيوانات تستمرّ متطابقة متماثلة من سنة إلى سنة كما يبدو لنا، إلّا أنّ الكائنات الحيّة كلّها تتغيّر من جيل إلى جيل، وهذا ما يُعرف بالتطوّر. وقد اكتشف شارلز داروين أحد أكبر علماء الطبيعة هذه الظاهرة وآليّتَها المُحرِّكة.

خلال رحلته حول العالم في المركب الشراعيّ «بيغِل»، سنة ١٨٣٥، زار شارلز داروين مجموعة جزر «غالاپاغوس». فدوّن انطباعاته عن تلك الجزر، وممّا قال: إنّ التاريخ الطبيعيّ لهذه الجزر مدهش حقًّا، إذ لا نجد لمعظم نباتاتها وحيواناتها مثيلًا في أماكن أخرى. إلّا أنّ هناك شبهًا كبيرًا بينها وبين كائنات أميركا على الرغم من أنّ المحيط يبعدها عن القارّة الجديدة مسافة تسعمائة كيلومتر تقريبًا. وإذا أخذنا بعين الاعتبار صغر مساحة هذه الجزر يدهشنا تعدّد كائناتها المحليّة.

درس داروين حيوانات تلك الجزر ونباتاتها، وتساءل: لِمَ تحوي جزر «غالاپاغوس» وحدها أجناسًا كثيرة متنوّعة؟ لماذا نجد فيها السلاحف والعظايا ولا نجد ضفادع ولا علاجيم؟ ما الذي يجعلها تحوي ثلاثة عشر نوعًا من عصفور «الشرشور» مقابل القليل من أنواع العصافير الأخرى؟ وتساءَل داروين على الأخص: لماذا تبدو حيوانات ونباتات «غالاپاغوس» شبيهة بتلك التي نقع عليها في أميركا الجنوبيّة؟ توقّف داروين عند هذه التساؤلات وراح يبحث عن السبب.

شارلز داروين
(١٨٠٩-١٨٨٢). رحلته حول العالم قلبت مفاهيمنا للطبيعة.

حيوان الإغوانة البحريّة
في جزر «غالاپاغوس» فريد من نوعه. إنّه عظاية تغوص في البحر لتغتذي بالأُشْنة.

رحلة طويلة

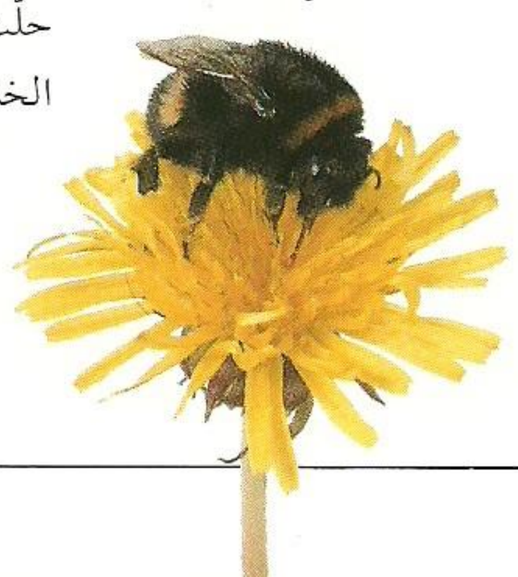
اعتقد داروين بأنّ تفسير تلك الظاهرة ينبغي أن يكون بسيطًا. فمن المعروف أنّ جزر «غالاپاغوس» من أصل بركانيّ، وقد برزت من البحر. وكانت في الأصل صخورًا عارية خالية من الكائنات الحيّة. ثم غزتها النباتات والحيوانات الآتية من أميركا الجنوبيّة. فالرياح حملت البزور والطيور، وسائر الحيوانات اجتازت البحر إليها. لذلك نفهم لماذا نقع على السلاحف والعظايا ولا نجد أيّ نوع من البرمائيّات أو اللَّبونات، لأنها لم تستطع القيام بتلك الرحلة. والواقع أنّ العظايا والسلاحف لها دم بارد (ص ١٤٤) وجلد سميك وكتيم، ويمكنها أن تستغني وقتًا طويلًا عن الطعام وتبقى حيّة رغم المياه المالحة. ويُحتمل أن تكون العواصف المداريّة قد اقتلعت أشجارًا تحمل زواحف صغيرة وجرّتها نحو البحر. فإذا ما استغرقت الشجرة المقتلَعة أسبوعًا أو أسبوعين لتبلغ جزر «غالاپاغوس»، فإنّ الزواحف المسافرة معها تستطيع البقاء هذه المدّة على قيد الحياة، على عكس الحيوانات ذات الدم الحار والبرمائيّات ذات الجلد الحساس التي تعجز عن العيش من دون ماء أو غذاء.

التكيّف من أجل البقاء

بعد انتهاء الرحلة واجهت الحيوانات التي بقيت على قيد الحياة ظروفًا حياتيّة تختلف عن تلك التي في أميركا الجنوبيّة، إذ كان يُفترض أن يكون الغذاء وفيرًا لأنّ الحيوانات الأخرى الموجودة قليلة. ولكن الغذاء المتوفّر كان من نوع جديد، وتحتّمَ على تلك الحيوانات القادمة أن تتكيّف معه.

وقد لاحظ داروين هذا التكيّف لدى عصفور الشرشور في غالاپاغوس، إذ إنّ منقاده بدا مختلفًا عن منقاد الشرشور المعروف في سائر المناطق. فبعض هذه العصافير لها مناقيد كتلك التي للببّغاء وتستطيع مثلها كسر الحبوب القاسية، وبعضها الآخر له مناقيد صغيرة مستدقّة كآكلة الحشرات. وبما أنّ طير الببّغاء لم يصل إلى جزر «غالاپاغوس» ولا أيّ آكل للحشرات أيضًا، حلّ الشرشور مكانه. وهناك أنواع من الشرشور قد حلّت مكان نقّار الخشب، فتأخذ بمناقيدها أشواك الصّبار وتبحث بها عن الحشرات في جذوع الأشجار.

النحلة والزهرة
هذان الكائنان الحيّان طوّرا تنظيمًا مشتركًا ينتفع منه كلٌّ منهما.



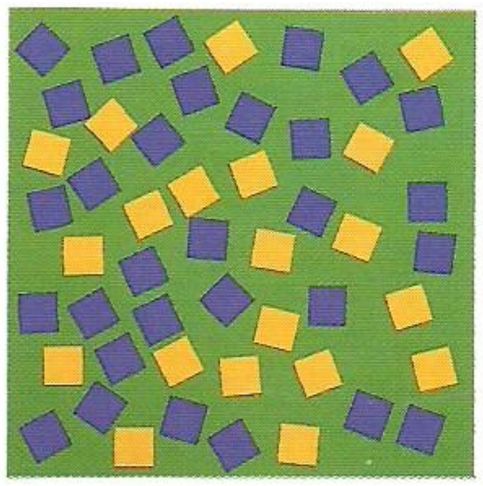
تطوّر تدريجيّ

في السرد الذي وضعه عن رحلته في المركب الشراعيّ «بيغِل» شرح داروين وجهة نظره حول عصفور الشرشور في جزر «غالاپاغوس»، فيقول: «إنّ ما يثير الدهشة أنّه، بسبب غياب الطيور في الأساس، تطوّر نوع واحد وتبدَّلَ ليتكيَّف مع أهداف مختلفة». وبتعبير آخر وصل زوج أو ربما مجموعة صغيرة من الشراشير إلى «غالاپاغوس» حيث وجدت النعيم، فالغذاء كان وفيرًا مع قلّة المنافسين. وتعوّدت هذه العصافير مختلف أنواع الأغذية، وانقسمت من ثم إلى ثلاثة عشر نوعًا مختلفًا.

لم يتنبّه أحد إلى ما تنطوي عليه جملة داروين البسيطة: إنّ الأنواع الحيّة كلّها ظهرت بالطريقة نفسها، أي بطريقة التطوّر التدريجيّ انطلاقًا من أنواع حيّة أخرى.

دلائل التطوّر

انتظر داروين أكثر من عشرين سنة قبل أن ينشر نظريّته. ولم يكن أوّل من فكّر بهذا الموضوع، إلّا أنّ الآخرين لم يحظوا بنجاحه. فقد أراد أن يجمع أكبر عدد ممكن من البراهين، وأن يكون واثقًا من قدرته على دحض كلّ الآراء المعاكسة. فالعمل الدائب والمثابرة برأيه يؤدّيان أخيرًا إلى كشف الحقيقة.

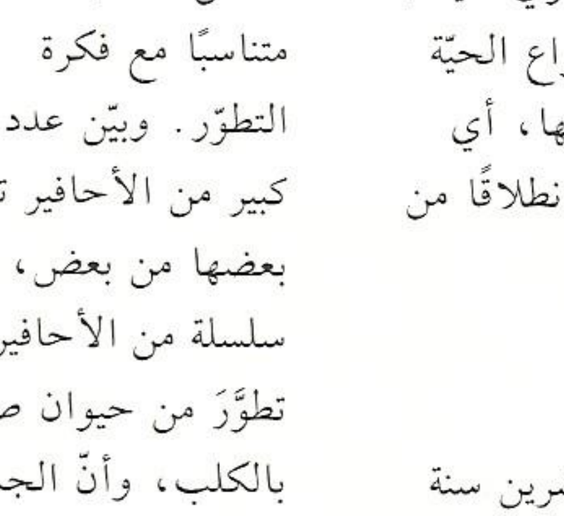


لعبة ورق بسيطة

تبيّن تطوّر نوع ما عن طريق الانتخاب الطبيعيّ.

لذلك عمل بجهد وكان يُظهر حسًّا نقديًّا شديدًا إزاء أفكاره الخاصّة. درس الأحافير التي وجدها في صخور مختلف القارّات ولاحظ أنّ الحيوانات التي عاشت في العصور الغابرة لها بشكل عام علاقة بحيوانات اليوم. ودلّت الأحافير على أنّ الحياة بدأت بأشكال بسيطة، وأنّ الحيوانات الكبيرة والمعقَّدة ظهرت في وقت لاحق.

كل هذا بدا متناسبًا مع فكرة التطوّر. وبيّن عدد كبير من الأحافير تطوُّرَ الأنواع بعضها من بعض، فقد أظهرت سلسلة من الأحافير كيف أنّ الجواد تطوَّرَ من حيوان صغير شبيه بالكلب، وأنّ الجمل تطوَّرَ من سلف آخر أصغر حجمًا، وأنّ اللَّبونات تتحدّر من الزواحف. أمّا حلقة الوصل الناقصة بين الزواحف والطيور، فاكتُشفت في أيّام داروين.

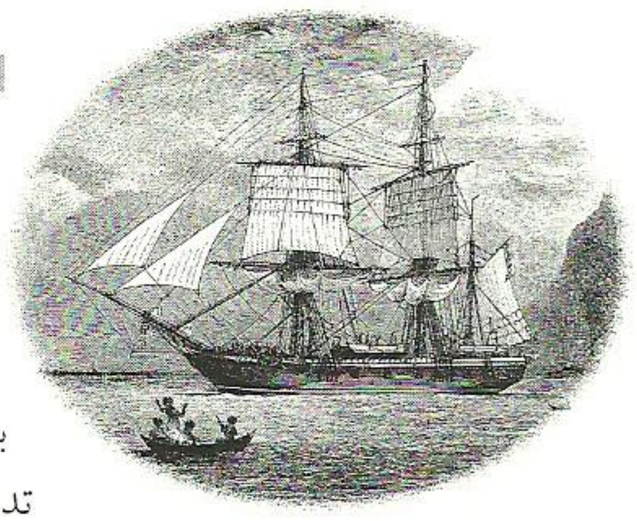


الدجاجة الداجنة

هي نتيجة انتخاب حقّقه الإنسان وليس الطبيعة.

مبدأ التطوّر

اقتنع داروين، مع هذه الدلائل، بحقيقة مبدأ التطوّر. ومن أجل إكمال نظريّته كان عليه أن يبحث عن الدافع. فاستنتج أنّ التطوّر يتمّ عن طريق «الانتخاب الطبيعيّ» (ص ٢٢). ولكي يحدث هذا الانتخاب ينبغي أن تنتقل الطبائع، بطريقة أو بأخرى، من الآباء إلى الأبناء وسائر الذريّة. وكان داروين يجهل كيف تتمّ هذه العمليّة، لكنّنا اليوم نعلم جيّدًا أنّ وراء عمليّة الانتقال مادّة دنأ، وهي جُزَيء معقَّد (ص ١٥) اكتُشف دوره الأساسيّ في حدود سنة ١٩٥٠.



قام داروين

برحلة حول العالم دامت خمس سنوات في مركب «بيغِل».

البرهان الكيميائيّ

برزت في القرن العشرين براهين جديدة تدعم نظريّة داروين، وتوصّلَ الباحثون إلى نتائج مهمّة بعد دراسة مادّة الـ دنأ فتبيَّن أنّ هذا الجُزَيء يكاد يكون نفسه في الكائنات الحيّة كلّها، وأنّه يظهر على شكل بروتينات في «راموز الجينات». ويمكن لهذه المادّة إظهار العلاقة بين مختلف الكائنات الحيّة. بذلك أمكن التحقق من التصنيفات التي كانت قد وُضعت من قبل، انطلاقًا من معايير أخرى (ص ٢٤). وفي حالات نادرة تؤدّي مادّة د ن أ إلى التصنيفات عينها التي وُضعت انطلاقًا من المقارنات التكوينيّة. لو كتب لداروين البقاء على قيد الحياة لكان اليوم سعيدًا لوجود برهان راسخ يدعم نظريته.

سلحفاة

جزر غالاپاغوس هي من الأنواع الكثيرة التي لا نجدها في أيّ مكان آخر.

الانتخاب الطبيعيّ

قد يصل وزن كلب «سَنْبِرْنار» إلى مئة وأربعين كيلوغرامًا، بينما لايزيد وزن كلب «شيواوا» عن خمسمائة غرام. هاتان السلالتان ومئات أخرى تنتمي إلى الفصيلة الكلبيّة، ترجع في الأساس إلى أصل واحد متوحّش هو الذئب الرماديّ. وسلالات الكلاب كلّها من إنتاج الإنسان الذي كان دائمًا يختار الجنس الأفضل من أجل التوالد. وبما أنّ الكلاب تُستَخْدَم لمهمّات متنوّعة، فإنّ ذوات القوائم الطويلة منها تصلح للعَدْو، وذوات القوائم القصيرة تصلح للدخول إلى أوجار الأرانب.

والواقع أنّ شارلز داروين (ص ٢٠-٢١) أذهله كونُ الانتخاب الاصطناعيّ يمكن أن يغيِّر الذئب إلى «شيواوا». فهل يمكن أن يحصل الشيء نفسه في الطبيعة ولو ببطء؟ عندما اطّلعَ على آراء «مَلْتوس» حول المبادئ السكّانيّة أدرك أنّ ذلك ممكن.

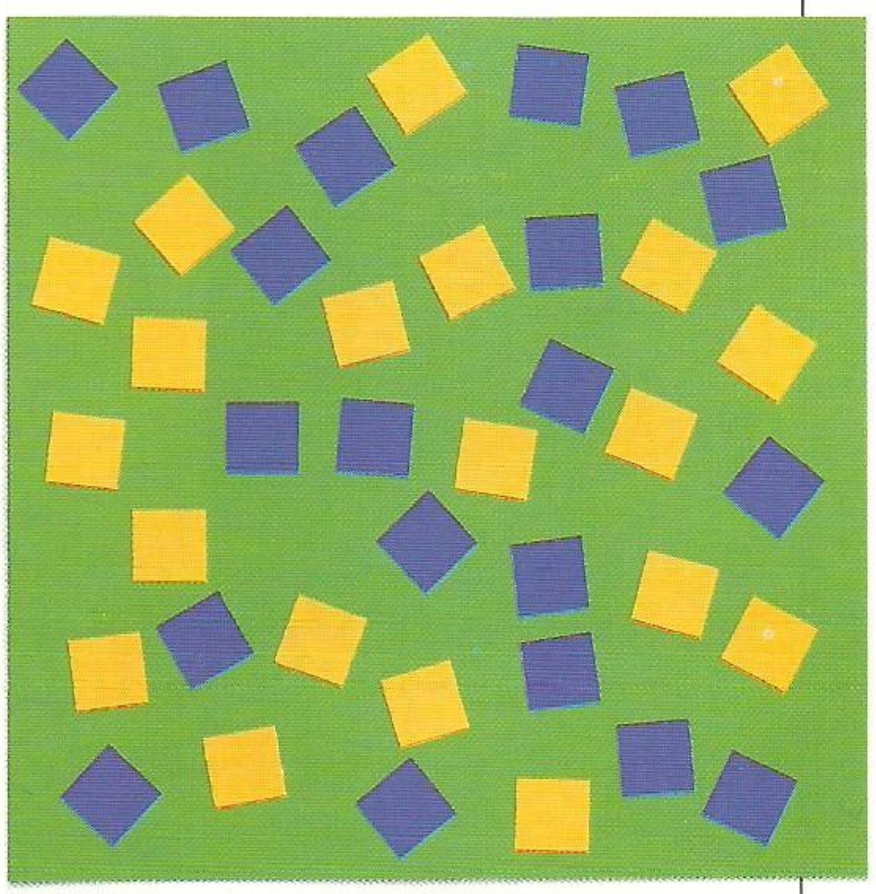
■ اكتشاف ■

توماس مَلتوس

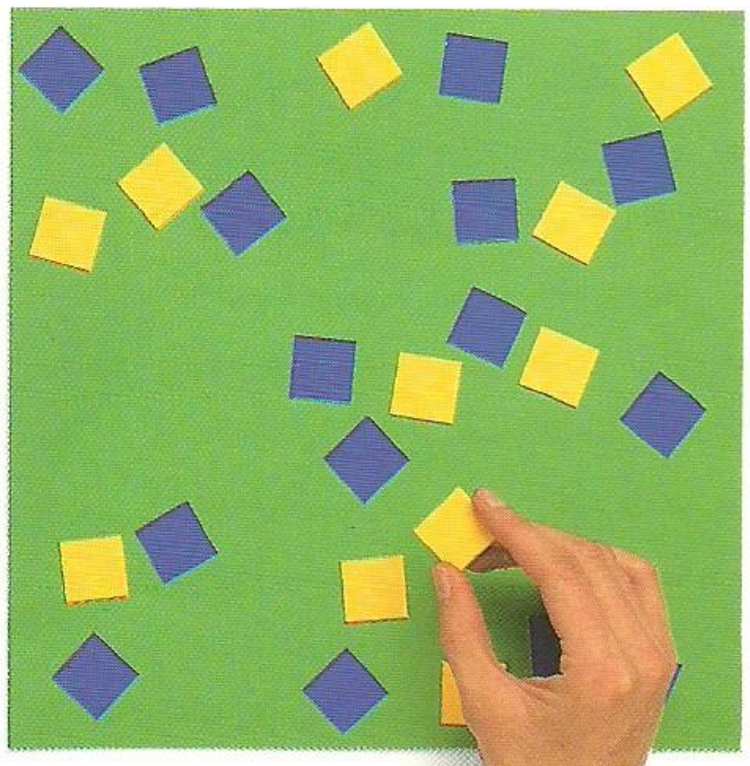
قامت شهرة رجل الاقتصاد الإنكليزي توماس مَلْتوس (١٧٦٦-١٨٣٤) بشكل خاص على كتابه «بحث في المبادئ السكّانية» الذي وضعه سنة ١٧٩٨. ففيه يبيِّن أنّ الجوع والأمراض والحروب تحول دون توالد عدد كبير من الأشخاص، فتحدّ من النموّ السكانيّ. عندما قرأ داروين هذا البحث فهم أنّ الأمر ينطبق على الكائنات الحيّة كلّها، وليس على البشر وحدهم. وبإلهام سريع رأى كيف يؤدي ذلك إلى الانتخاب الطبيعيّ. فالحيوانات والنباتات التي تعيش وتتوالد تكون أكثر تكيُّفًا مع أوضاعها الحياتيّة وتستطيع أن تنقل طبائعها إلى ذرّيتها. هذا الإجراء يساعد على إعطاء الجواد قوائم طويلة، وابن عرس قوائم قصيرة، تمامًا كإجراءات مربّي الحيوانات الذي يعمل على إنتاج قوائم طويلة للكلب السلوقيّ وقوائم قصيرة لكلب الطرائد.

أنت هو الصيّاد

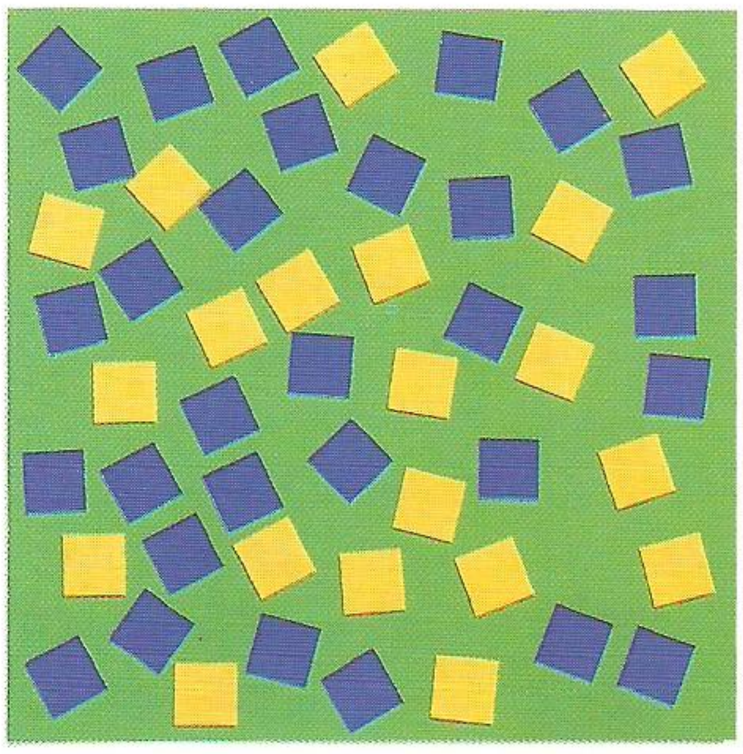
تبيِّن لك هذه اللعبة كيف تتمّ عمليّة الانتخاب الطبيعيّ. فلنَقُلْ إنّك من الضواري وتصطاد في منطقة جديدة. المربَّعات الملوَّنة هي طرائدك، وهي تنتمي إلى نوع واحد. إلّا أنّ بعضها له فَرْو فاتح وبعضها الآخر له فَرْو قاتم. أنت تصطاد كلّما سنحت لك الطريدة وينبغي أن تقتل أكبر عدد ممكن من الطرائد.



١ بما أنّ هذه الطرائد لم تتعرّض لِضارٍ مثلك أبدًا، فالحيوانات ذات الفرو الفاتح والقاتم متساوية في العدد تقريبًا. فابدأ بعشرين طريدة من كلّ نوع. وبما أنّ المربَّعات الفاتحة تبدو أكثر وضوحًا فإنّه يتعيَّن عليك أن تصطاد منها الضعف، أي طريدة قاتمة مقابل طريدتين فاتحتين.



٢ ابدَأ عمليّة الصيد والتقط المربَّعات كيفما اتّفق، إنّما مع الحرص على أن تكون الطرائد ذات الفرْو الفاتح (أصفر) ضعف الطرائد ذات اللون القاتم (أزرق). إنزع الحيوانات الملتَقَطة عن اللوح.

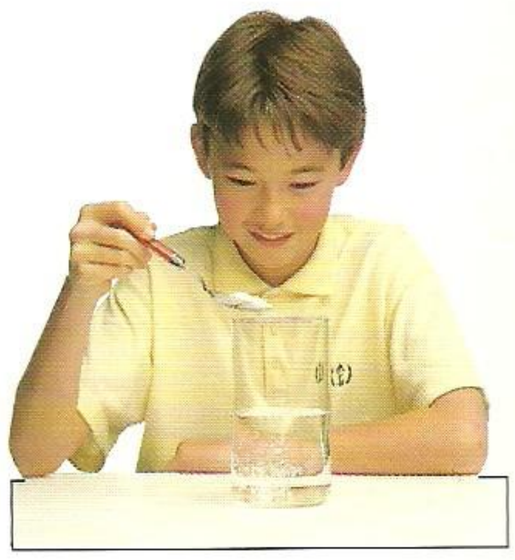


٣ عندما يحين وقت التوالد فإنّ كلّ زوج من الحيوانات الباقية على قيد الحياة يضع صغيرين. ضعْ مربَّعَين جديدين لكل زوج قاتم (أزرق) ومربَّعين جديدين لكلّ زوج فاتح (أصفر).

اختبار

الصراع من أجل البقاء

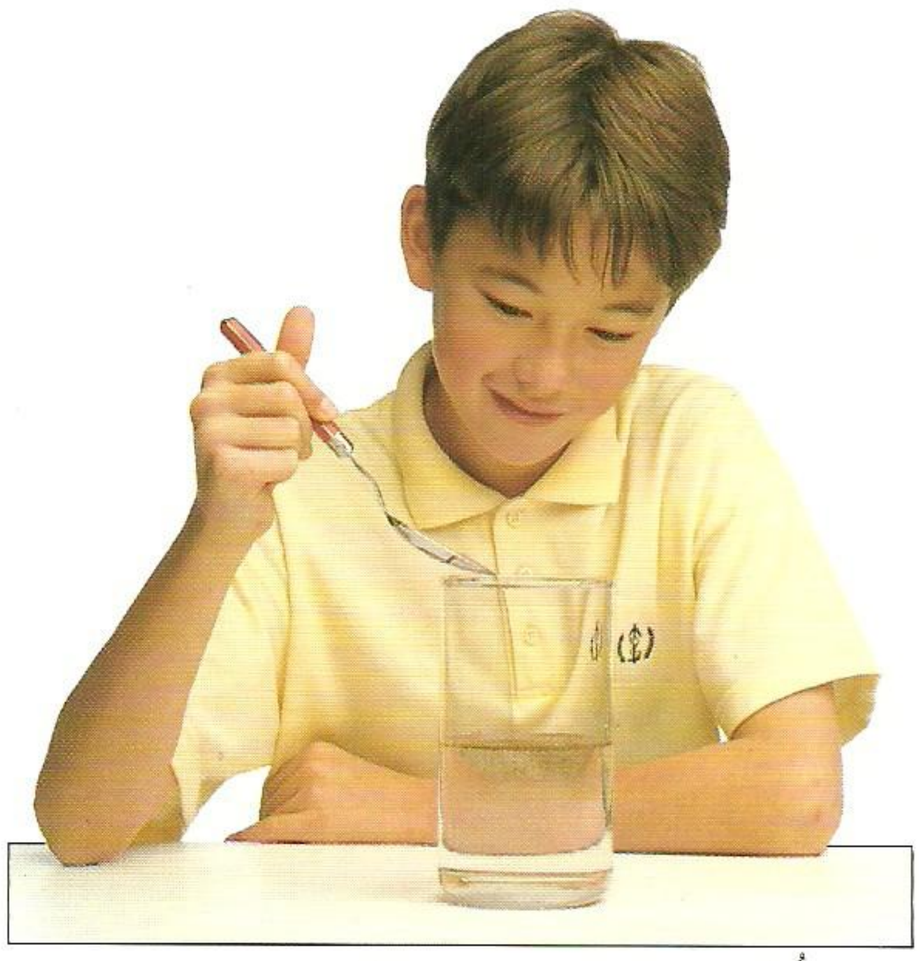
ينتمي الإربيان إلى فصيلة القشريّات، وغالبًا ما يكون البيض الذي يضعه غذاءً لسمَك الأحواض. لذلك يمكنك أن تربّي الإربيانات بدءًا من البيض، وأن تراقب صراعها لتأمين الغذاء في بيئة محدودة. ويمكن شراء بيض الإربيان من متجر بيع أسماك الزينة.



يلزمك

- بيض الإربيان • ملح
- أنبوب خاص بتغذية السمك

١ **أُسكب** ٥٠غ من الملح في نصف ليتر من الماء الساخن. أُخلط المزيج جيّدًا واتركه يبرد. ثم أضف بضع نقط من غذاء السمك.

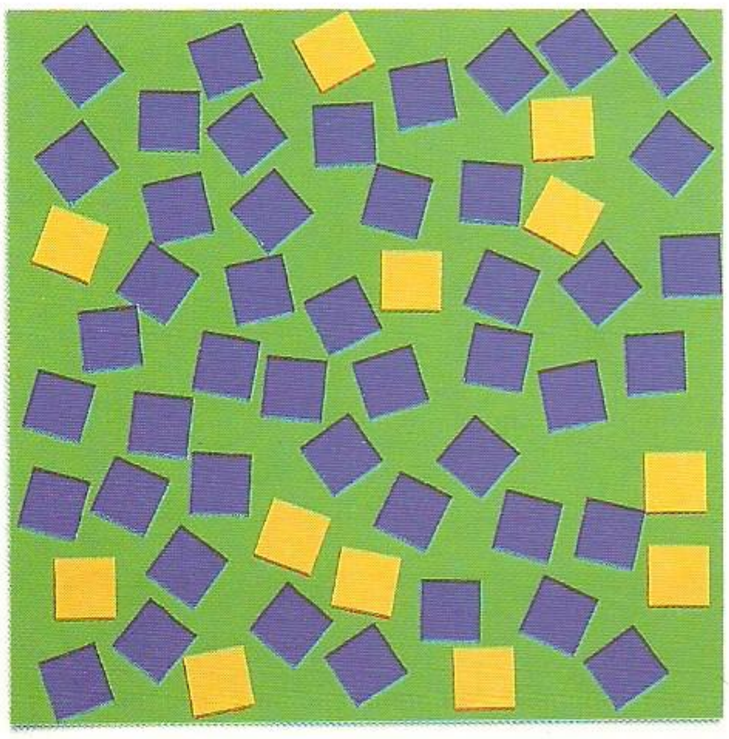


٢ **أُسكب ملعقة صغيرة** من بيض الإربيان، واحرصْ على أن تكون الحرارة ٢١ درجة مئويّة. بعد يومين يفرخ البيض.

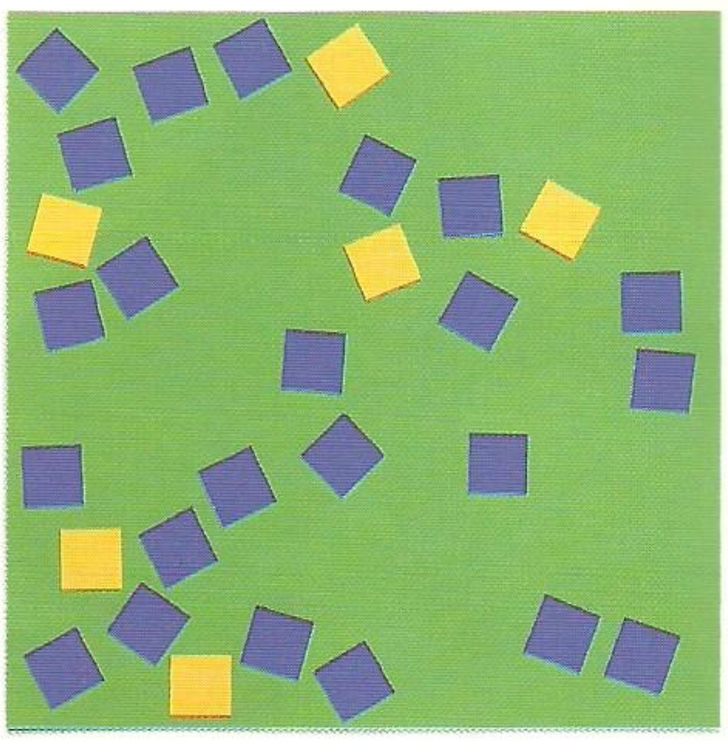
التكاثر

يمكنك أن ترى الدعاميص بواسطة عدسة مكبِّرة (أعلاه)، ثمّ الإربيانات البالغة عندما تظهر. حرّك الماء مرّة في اليوم وخذ منه مقدار ملعقة صغيرة ثم حاول أن تقدّر عدد الدعاميص والإربيانات فيها. هل تعتقد أن الدعاميص تصل كلّها إلى مرحلة البلوغ؟ ما هي، في رأيك، الخصائص التي تعطي الإربيانات الفرص الأفضل للبقاء على قيد الحياة، ثم وضْع البيض والتوالد؟

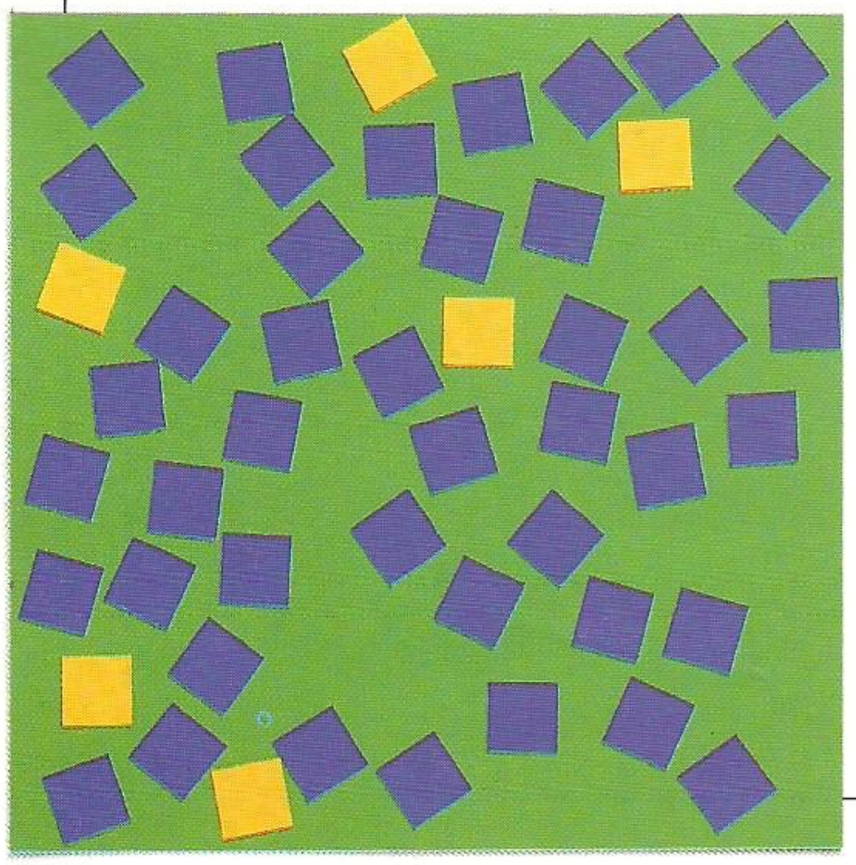
٤ **أَعِدْ عمليّة الصيد** والتقط مجددًا من الحيوانات ذات الفراء الفاتح ضعف ما تلتقطه من ذوات اللون القاتم. يمكنك الآن أن تتبيّن نتيجة صيدك. ماذا حلّ بالحيوانات التي لها فرْو فاتح؟



٥ **تبدأ الحيوانات الحيّة الباقية** بالتوالد من جديد. أضف المربّعات الزرقاء والصفراء. لاحظْ أننا نبسّط الأشياء إذا افترضنا أنّ لون الحيوانات الجديدة هو نفسه لون الوالدين وهذا الأمر ليس دائمًا صحيحًا (ص ٤٨).



٦ **ماذا حلّ** بالحيوانات الفاتحة اللون؟ كرّر اللعبة ثانيةً مبدّلًا القواعد هذه المرّة. ماذا يحصل في ما لو أُعطي كلّ زوج من الأحياء ثلاثة صغار أو أربعة عند كلّ عملية توالد؟



تصنيف الكائنات الحيّة

إذا راقبتَ الطيور وتعرّفت إلى أصنافها، تدرك أنّ هناك أنواعًا كثيرة منها، كالدوريّ والزرزور وغيرهما. وضمن كل نوع فوارق صغيرة تفسح في المجال أمام الانتخاب الطبيعيّ (ص ٢٢-٢٣). إلّا أنّ الدوريّ الذكر يُشبه كثيرًا على العموم ذكرًا آخر من النوع نفسه.

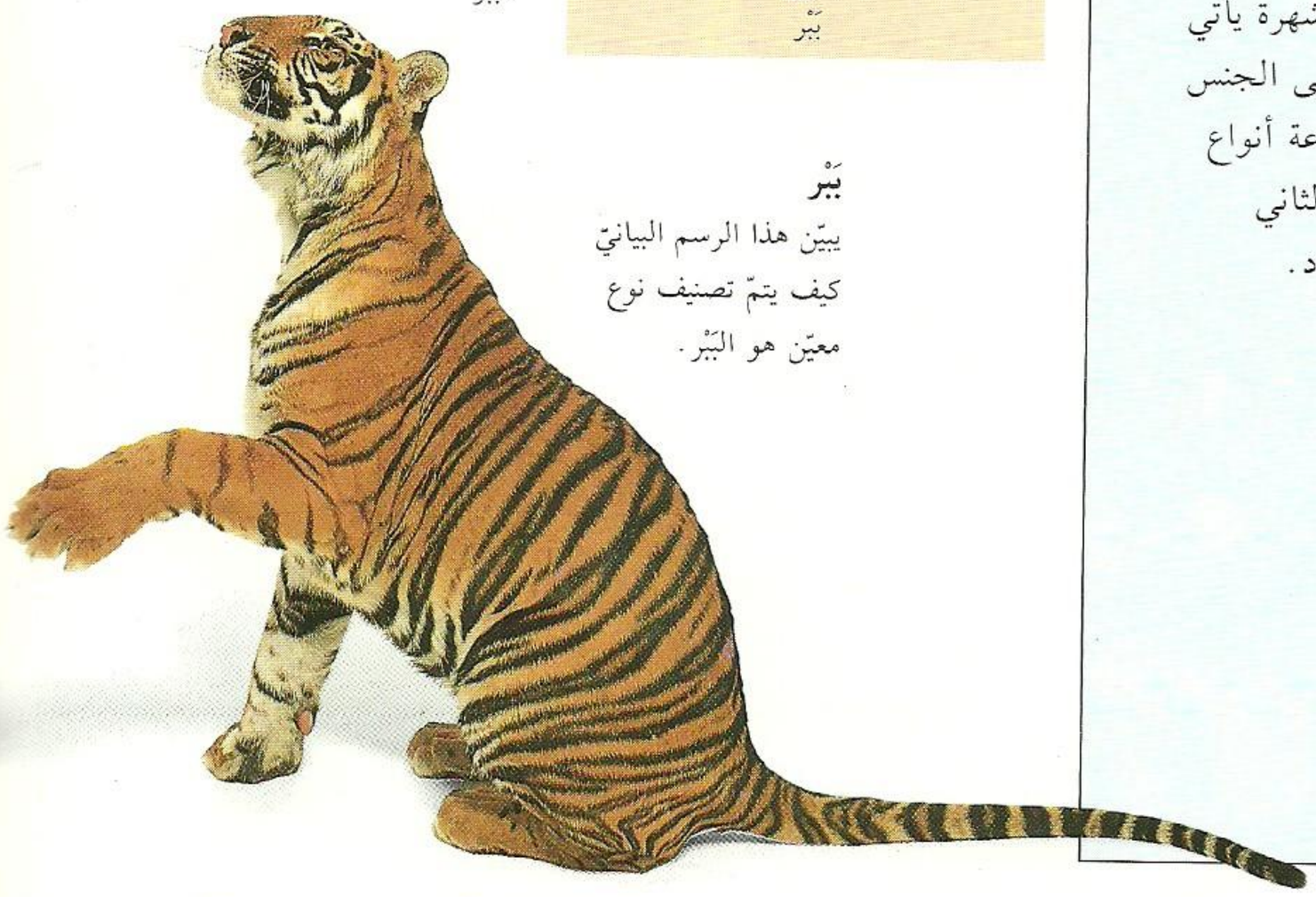
عندما يحين وقت التوالد تبقى الطيور التي تنتمي إلى نوع واحد ضمن مجموعتها. ولا يمكن أن نعثر على عصفور يكون نتيجة التقاء دوريّ و زرزور، لأنّ الدوريّ لا يتزاوج إلّا مع الدوريّ، والزرزور مع الزرزور. ثمّ إنّ النوع وَحدةٌ بيولوجيّة على قدر كبير من الأهميّة، بل هو مفتاح تصنيف الكائنات الحيّة.

تصنيف البَبْر

عندما كان «لينه» يرتّب الأنواع المتقاربة، لاحظ أنّ التصنيف نفسه يتكرّر. فكلّ مجموعة تَندرِج ضمن مجموعة أخرى أكثر اتّساعًا. لذا رتّب الأجناس المتقاربة إلى فصائل والفصائل إلى رتب، والرتب إلى صفوف والصفوف إلى شُعَبٍ، والشُّعبُ إلى ممالك. ونأخذ مثالًا على ذلك تصنيف البَبْر.

المملكة حيوان	متعضّيات ذات خلايا متعدّدة خالية من الجوانب الصلبة، ولا تستطيع أن تصنع لنفسها الغذاء.
شُعبة حَبْلِيّات	حيوانات ذات حبل ظهريّ، على الأقل في مرحلة معيّنة من عمرها.
تحت شُعبة فقاريّات	حبليّات يمتدّ جهازها العصبيّ في العمود الفقريّ.
صفّ لبونات	فقاريّات ترضع صغارها ولها جلد بفراء أو وبر.
رتبة لاحِمة	لبونات برّيّة اختُصّت بالصيد.
فصيلة سنّوريّات	حيوانات لاحمة ذات براثن قويّة قابلة للانكماش.
جنس فهديّات	أحد السنوريّات الكبيرة: أسد، بَبْر، نَمِر الثلوج، جَغْور.
نوع بَبْر	

البَبْر



بَبْر
يبيّن هذا الرسم البيانيّ كيف يتمّ تصنيف نوع معيّن هو البَبْر.

■ اكتشاف ■

كارل ڤون لينه

بحث علماء الطبيعة طويلًا عن نظام لتصنيف الأنواع يستطيع الجميع استعماله. والنظام الذي يتبعه علماء اليوم وُضع في القرن السابع عشر على يد العالم السويدي كارل ڤون لينه (١٧٠٧-١٧٧٨). فقد أعطى لكلّ حيوان ولكلّ نبات اسمًا لاتينيًّا مركّبًا من قسمين. والسبب في إعطاء اسم مركّب هو السبب نفسه الذي من أجله يحمل كلٌّ منّا اسمين: الاسم الأوّل واسم الشهرة. يشير اسم الشهرة إلى الانتماء إلى عائلة أما الاسم الأوّل فيحدّد الفرد. إلّا أنّ ترتيب الأسماء العلميّة للحيونات والنباتات جاء معكوسًا، فاسم الشهرة يأتي أوّلًا، وهو يشير إلى الجنس الذي يشمل مجموعة أنواع متقاربة، والاسم الثاني يشير إلى نوع محدَّد.

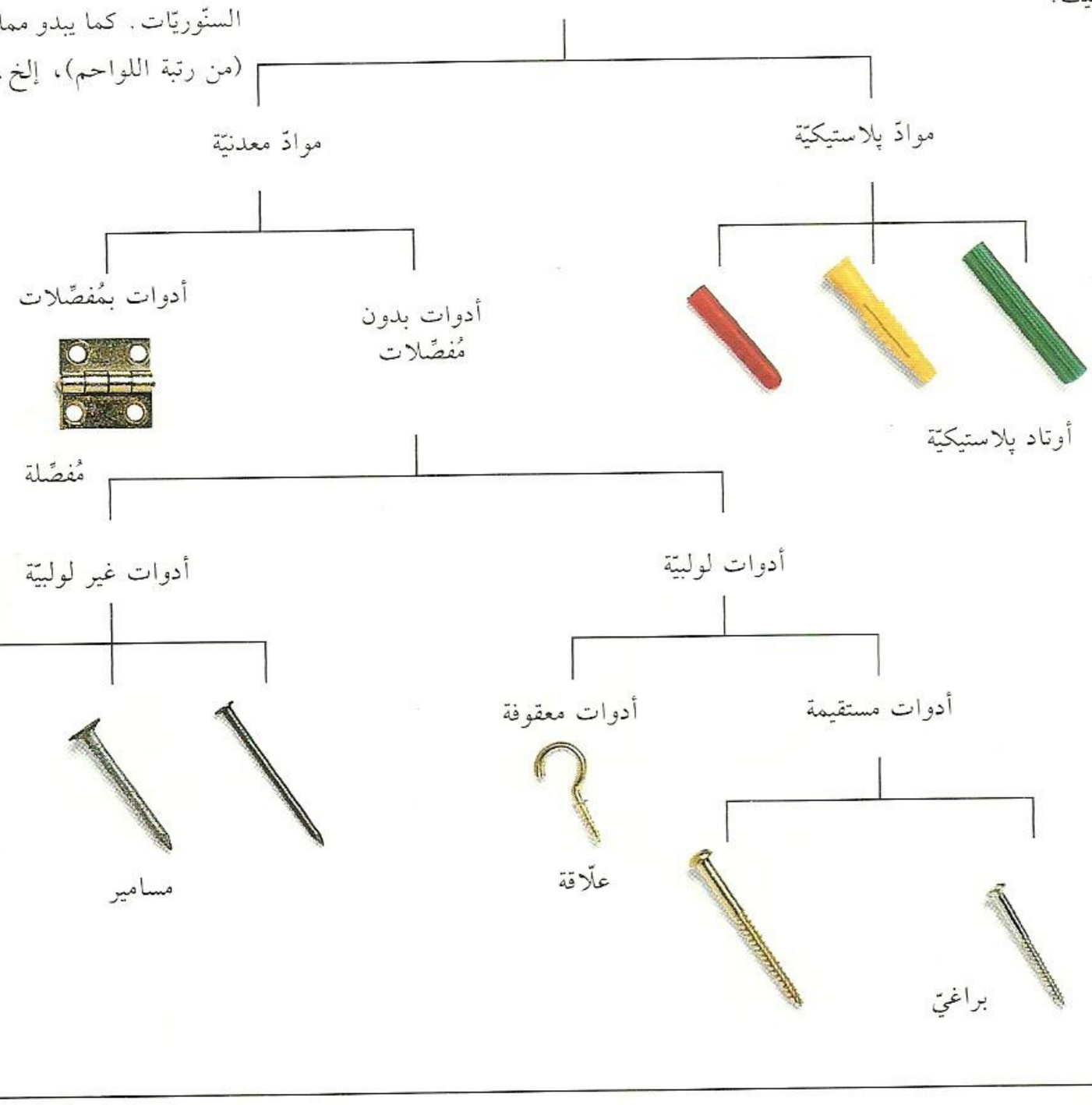
اختبار

تصنيف الأدوات الحِرفيّة

تصوَّرْ «لينه» مهتمًّا بالأشغال الحرفيّة أكثر منه بالنباتات والحيوانات. فلو قُدِّر له تصنيف الأشياء الموجودة هنا، كيف يمكن أن يُصنِّفها؟ تستطيع أنت أن تقيم هذا الاختبار بأدوات عاديّة: أزرار، طوابع، أقلام. رتِّب هذه الأشياء على شكل «مشجَّر» آخذًا بعين الاعتبار الخصائص المشتركة لكل مجموعة.

تصنيف الأدوات

تُصنَّف الأشياء بحسب موادّها أوَّلًا: بلاستيك أو معدن. وتُوزَّع الموادّ المعدنيّة بحسب أشكالها، ثم تُفرَّق المواد اللولبيّة عن الموادّ غير اللولبيّة. هذه الطريقة ناجحة ولكنّها قد لا تكون الوحيدة الممكنة. إذ كيف تصنّف مثلًا علّاقة معدنيّة برأس من البلاستيك؟

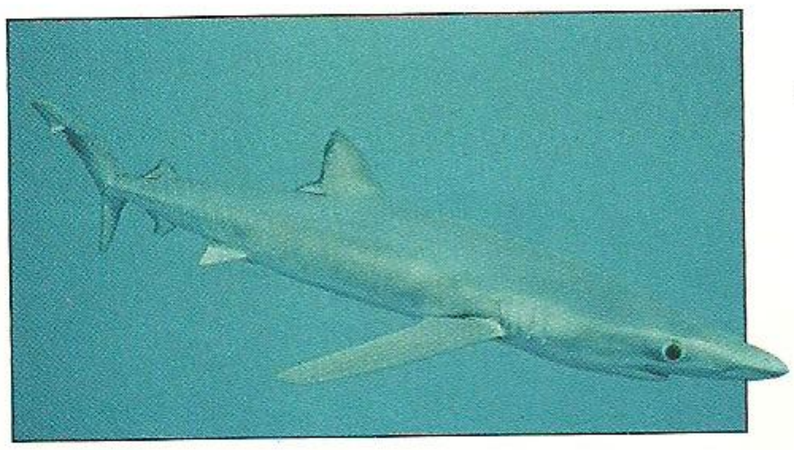


تصنيفات طبيعيّة

لا يوجد سوى طريقة واحدة صحيحة لتصنيف النباتات والحيوانات، لأنّها مرتبطة في ما بينها بسبب آليّة التطوّر. ويمكن أن نقابل ما بينها عن طريق مقارنة الـ د ن أ (ص ١٤-١٥). فـ د ن أ البَبْر شبيه إلى حدّ كبير بـ د ن أ الأسد وسائر أصناف الفهديّات، وهو قريب من د ن أ سائر السنّوريّات. كما يبدو مماثلًا لـ د ن أ الكلاب وثعالب الماء (من رتبة اللواحم)، إلخ.

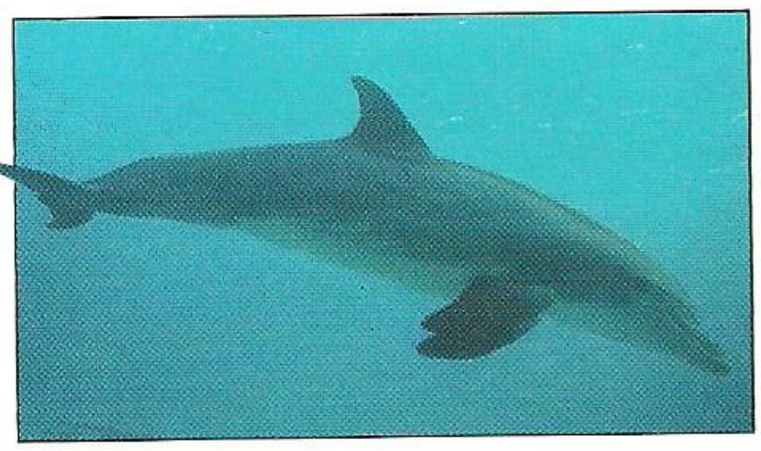
ما تحت الجلد

لا تكفي المراقبة السريعة لتصنيف الحيوانات، فقد يتقارب حيوانان في المظهر ويكونان في الواقع مختلفين جدًّا. من ذلك أنّ الدلافين اكتسبت أجسامًا مِغْزليّة الشكل بفعل التطوّر، وهي تبدو شبيهة بأجسام سمك القرش. فهذه الأشكال هي نتيجة تطوّر متقارب، إلّا أنّ الدلافين تُرضع صغارها وتتنفّس بواسطة الرئة، وهذا ما يميِّز اللَّبونات، بينما يتنفّس القرش بواسطة الغلاصم وهذا ما يميّز الأسماك.



القرش

تبدو زعانف القرش شبيهة بزعانف الدلفين، ولكنّها لا تحوي عظامًا بل غضاريف طويلة.



الدلفين

تصطفّ مجموعة عظام صغيرة داخل زعنفة الدلفين، وهي تشبه عظام الأصابع عندنا أو قوائم اللَّبونات الأخرى.

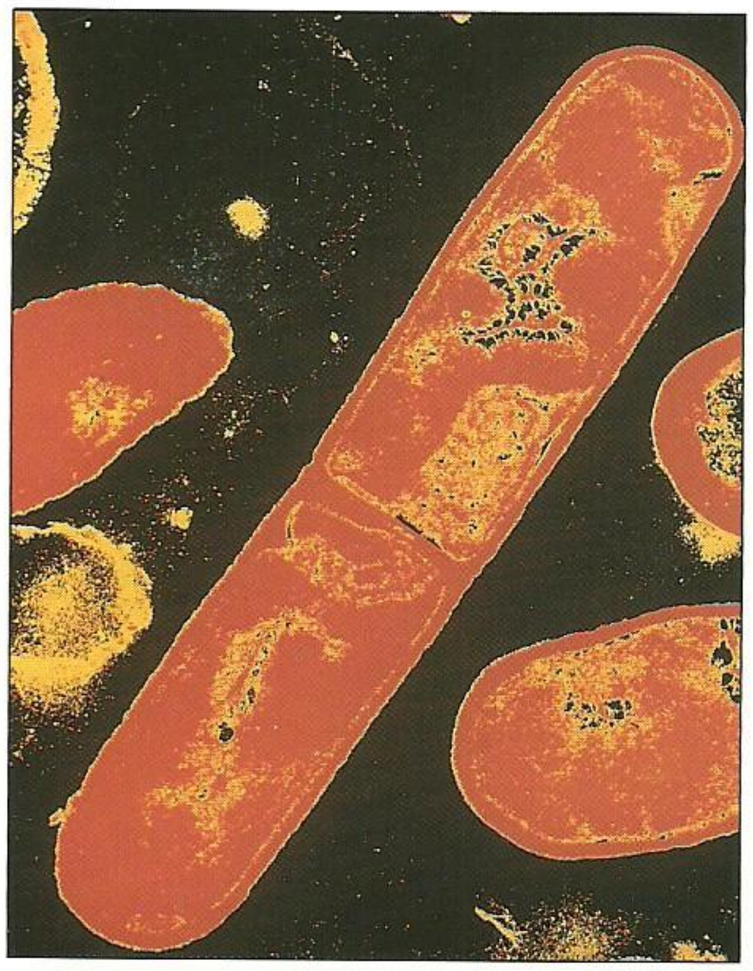
بكتيريّات، فُطريّات ونباتات

قد يظنّ بعضنا أنّ عالم الأحياء يتكوّن من مجموعتين فقط: النبات والحيوان. ولكنّ البيولوجيّين يرون أنّه يضمّ خمس مجموعات أساسيّة، ونحو عشرين مجموعة بشكل إجماليّ، وتُعْرَف هذه المجموعات باسم «ممالك» (ص ٢٤).

في الصفحات التالية نستعرض هذه الممالك الطبيعيّة. كما نشير تباعًا إلى صفحات من الكتاب تحوي شروحًا إضافيّة حول الكائنات الحيّة في كل مملكة.

مملكة البكتيريّات
البكتيريا

البكتيريّات أجسام في منتهى الصغر تتكوّن من خليّة واحدة، هي بالتأكيد أقدم أشكال الحياة. لهذه الخلايا جدران صلبة، لكنّها أبسط بكثير من خلايا النبات والحيوان. تتوزّع مناطق وجود البكتيريا في كل مكان، حتى في جسم الإنسان. ثم إنّ بعضها مضرّ وبعضها الآخر مفيد.



انقسام بكتيريا

تبيّن الصورة (أعلاه) بكتيريا كُبِّرت آلاف المرّات بواسطة مجهر إلكترونيّ. وتتوالد البكتيريا بانقسامها إلى قسمين. هذا الانقسام الذاتيّ يحصل، في الظروف المؤاتية، كل عشرين دقيقة تقريبًا، وبسرعة كبرى تصبح البكتيريا محاطة بعدد كبير من الخلايا المتكاثرة.

مملكة الفطريّات
الفطر

يعيش الفطر (ص ٦٤ إلى ٦٩) متغذّيًا على أجسام أخرى حيّة أو على بقايا أجسام ميتة. ويكون بعضه شبيهًا بالنبات، لكنّ نمط حياته يختلف تمامًا. فإذا تفحّصنا الفطر بالمجهر نجد أنّه لا يشبه النبتة بشيء، إذ إنّه مكوّن من ألياف متشعّبة تسمّى «حَبيكة» وهي ذات جدران صلبة. والفطر، كالبكتيريا، مفيد في الطبيعة، لأنّه يعيد تدوير بقايا الأجسام الأخرى.

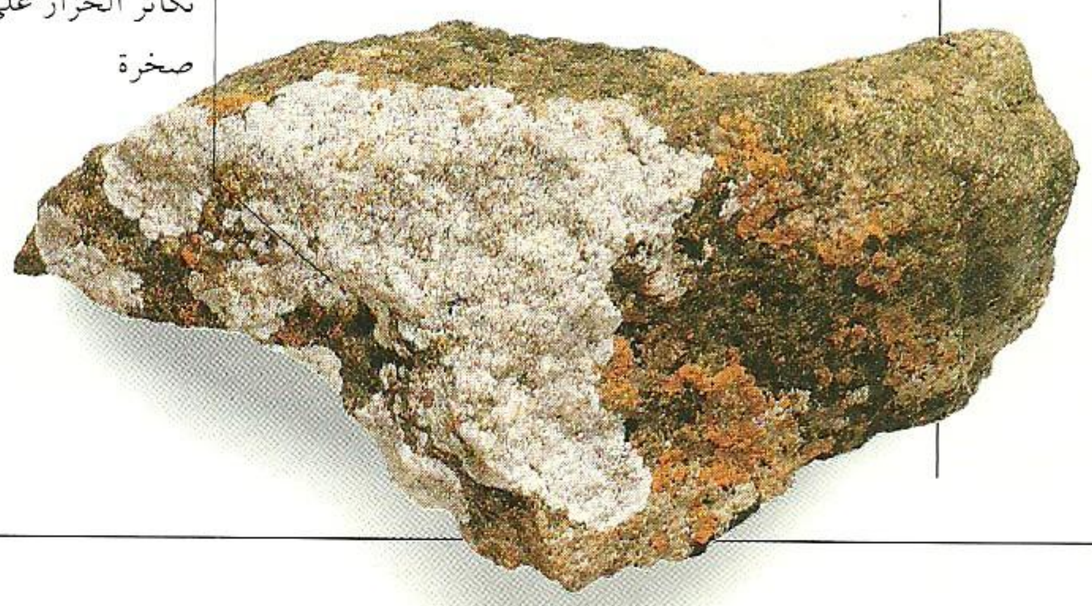
فطر الغابات والحقول

هذا الفطر هو ثمرة تظهر وقت التكاثر.

كومة فطر في مرحلة الإثمار

الحَزاز

هو اجتماع جسمين: الأُشنة والفطر.



تكاثر الحزاز على صخرة

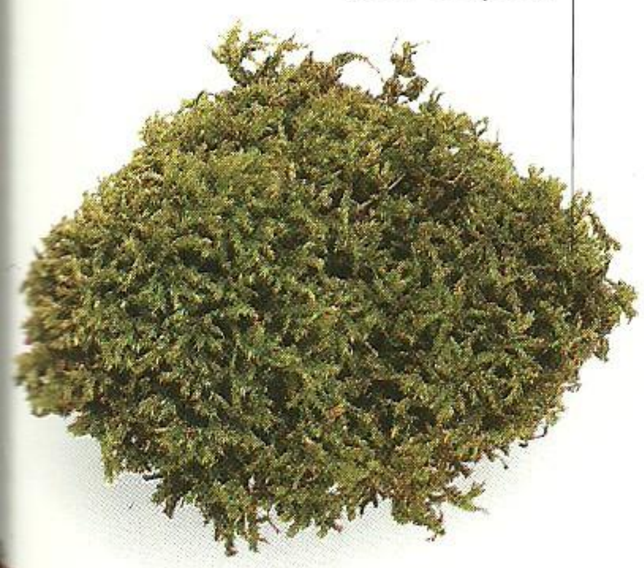
المملكة النباتيّة
١- نباتات غير وِعائيّة

يستطيع أفراد المملكة النباتيّة كلّهم صنع الغذاء الذاتيّ بفضل عمليّة التخليق الضوئيّ (ص ٣٨ إلى ٤٣). وهي ذات خلايا معقّدة تتكوّن جدرانها الصلبة من مادّة السلّيلوز.

وقد تطورت النباتات الأولى في الماء وكانت غير وِعائيّة، وهذا يعني

أوراق سَرْخَس مستطيلة وصلبة

مجموعة مؤلّفة من عدة نبتات طحلبيّة



الطحالب

هي قريبة من الكبدِيّات، وهناك ١٤٠٠٠ نوع من الطحالب. ويكون قسم كبير منها (ص ٦٣) مكوَّمًا على شكل وسادة، وتنمو الطحالب في الأماكن الرطبة.

المملكة النباتيّة
٢- نباتات وِعائيّة

للنباتات الوِعائيّة أوراق حقيقيّة وجذور وأوعية لتوزيع الماء وسائر الموادّ إلى النبتة كلّها. وبفضل هذه الأوعيّة تمتصّ الشجرة الماء بواسطة جذورها وتنقله عاليًا فوق الأرض، وصولًا إلى الأوراق. والطريقة نفسها تسمح لنبتة البطاطس بأن تخزِّن في جذورها العسقوليّة الغذاء الذي صنعته داخل أوراقها. وتحتلّ مجموعة النباتات المزهرة المرتبة الأولى بين النباتات الوعائيّة. وكما هي الحال بالنسبة لحيوانات كثيرة، نحتاج أيضًا إلى النباتات الوِعائيّة من أجل تأمين غذائنا.

السرخس

للسرخس (ص ٦٢-٦٣) أوراق مستطيلة خضراء تصبح مفرَّضة عندما تكبر. يتوزّع هذا النبات إلى عشرة آلاف نوع، وهو بمعظمه قليل الارتفاع. إلّا أنّ ما ينمو منه في المناطق المداريّة يصل إلى ارتفاع شجرة صغيرة.

حشيشة ذنب الخيل

يبدو أنّ النباتات التي سبقت حشيشة ذنب الخيل كانت أشجارًا كبيرة (ص ٦٣). واليوم نادرًا ما يتعدّى ارتفاع هذه النبتة المتر الواحد. وهي تنمو في التربة الرطبة.

النباتات المزهرة

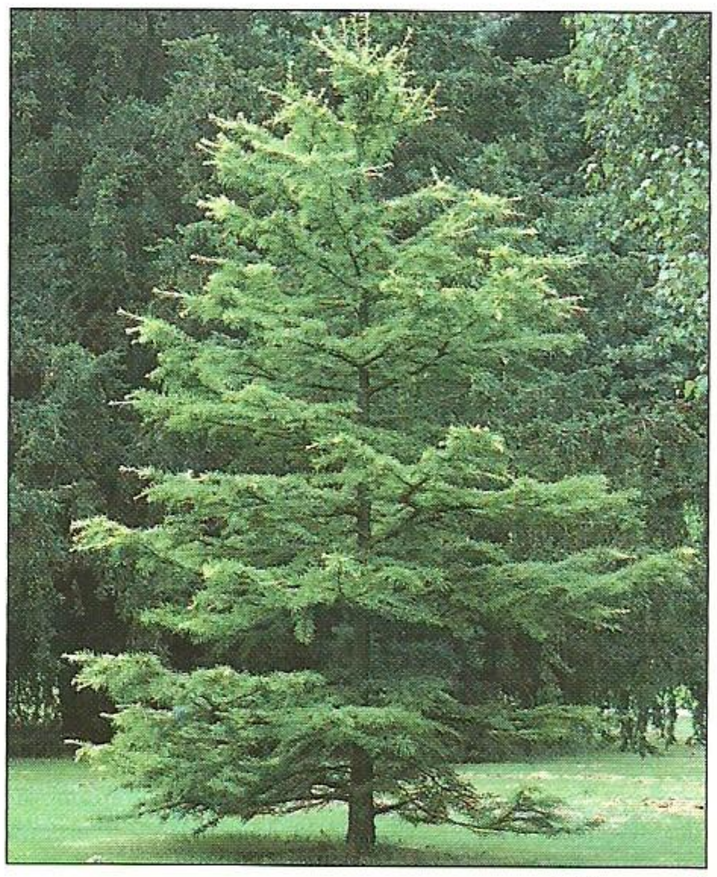
تطوّرت الأزهار (ص ٤٦ إلى ٤٩) واتّخذت أشكالًا وألوانًا وأحجامًا مختلفة. وهي تنقسم إلى ٢٥٠٠٠٠ نوع، ويجعلها علماء النَّبات قسمين كبيرين: وحيدات الفلقة وذوات الفلقتين.

ذوات الفلقتين

تُعتبر «إبرة الراعي» نبتة نموذجيّة لذوات الفلقتين، أي أنّ بزورها تتكوّن من فلقتين (ص ٤٤-٤٥) كما أنّ عروق أوراقها متشعّبة.

وحيدات الفلقة

إنّ الحشائش كلها وحيدة الفلقة، فلبزورها فلقة واحدة، كما أنّ لأوراقها عروقًا متوازية.



الصنوبريّات

الصنوبريّات هي الأشجار التي تتكوّن بزورها داخل قمع مخروطيّ واقٍ (ص ٥١). أوراقها صلبة إجمالًا وعلى شكل الإبر أو الحراشف المنبسطة، وهي بعكس السرخس وحشيشة ذنب الخيل، مقاومة للجفاف.

خلوّها من الأوعية الخاصّة بنقل الماء والعناصر الغذائيّة من مكان إلى آخر في النبتة. والقسم الأكبر من هذا النوع، من أشْنة وطحلب وكبديّات، لا نقع عليه إلّا في الأماكن الرطبة. والنباتات غير الوعائيّة لا تُزهر.

الأشْنة

أهمّ أصنافها الأشْنة البحريّة (ص ٩٦-٩٧)، وهي تضمّ ٢٥٠٠٠ نوع. ينمو القسم الأكبر منها على الصخور، وبعضها يطوف في البحر، كما تنمو أنواع أخرى من الأشنة في البحيرات والمستنقعات.

سُويقة مطاطيّة شبيهة بساق النبتة

الكبديّات

يبدو عدد من الكبديّات (ص ٦٣) شبيهًا بالنباتات الأُولى التي تكيّفت مع الحياة على اليابسة. وتتوزّع الكبديات إلى تسعة آلاف نوع، ولا تنمو إلّا في الأماكن الرطبة مثل ضفاف مجاري الماء.

في مرحلة النموّ تنقسم النَّبتة إلى غصنين

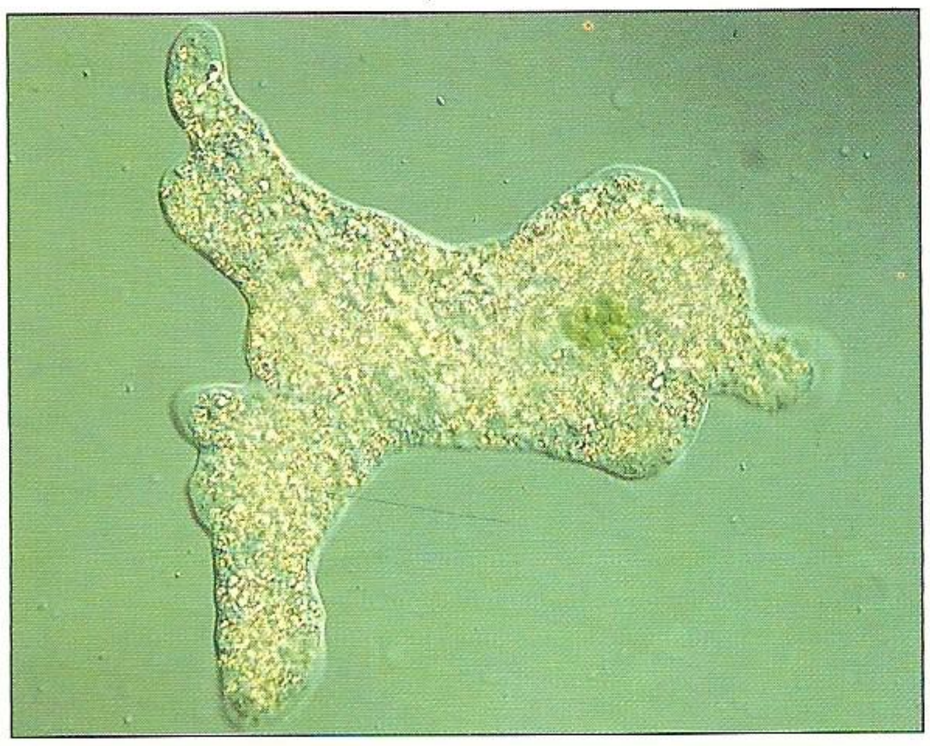
أوّليّات وحيوانات

الأوّليّات كائنات حيّة من وحيدات الخلايا، تتغذّى من الفرائس أو تكوِّن غذاءها بواسطة نور الشمس. وتشكّل الأوّليّات مملكة مستقلّة، بعدما كانت من قبل تُصنَّف مع النباتات أو الحيوانات.

أمّا الحيوانات فتتكوّن من خلايا كثيرة قادرة على تغيير شكلها، وهذه الخاصّة ساعدت على تطوير خلايا مميَّزة، كخلايا العضلات التي تساعد على التنقّل بحثًا عن الغذاء. إلّا أنّ بعض الحيوانات لا تتنقّل، كالمرجان والبَرْنَقيل، وإنّما تبقى ثابتة بانتظار أن يصلها الغذاء.

مملكة الأوّليّات
وحيدات الخلايا

يجعل البيولوجيّون مملكة الأوّليّات أشبه بسلّة مهمَلات يضعون فيها ما لا يدخل في سائر المجموعات، كوحيدات الخلايا التي تتكوّن من خلية واحدة مركَّبة، ولا تكون من الخمائر (ص ٦٧) ولا من الأشْنة. فتوزيع الأوّليّات إلى ممالك محدَّدة يجعل التصنيف في غاية التعقيد.



تبدُّل دائم

الأَميبة من رتبة الأوّليّات التي ليس لها شكل معيَّن. فهي تتمدَّد في كل اتجاه وتستعين بجسْمها لتحيط غذاءها. وخليّة الأميبة مركّبة وتحوي العديد من الجزيئات العضويّة.

المملكة الحيوانيّة
١- اللافقاريّات

إنّ القسم الأكبر من حيوانات اليوم هو من اللافقاريّات، أي التي ليس لها عمود فقريّ. بعضها بسيط جدًّا، وبعضها الآخر من النوع المفترس الذي يتميّز بالرشاقة والذكاء. وتنقسم اللافقاريّات إلى أكثر من ثلاثين فصيلة. نعرض هنا نماذج من خمس شُعَب: العُدارات الرئويّة، مفصليّات الأرجل، الحَلَقيّات، شوكيّات الجِلْد والرخويّات.

الحَلقيّات

هناك ما يقارب التسعة آلاف نوع من الحَلقيّات، أو الديدان المجزّأة، كدودة الأرض (ص ١٢٤-١٢٥). وليس للحلقيّات هيكل عظميّ، وهي تنتقل بالتمدّد والتقلّص.

العُدارات الرئويّة

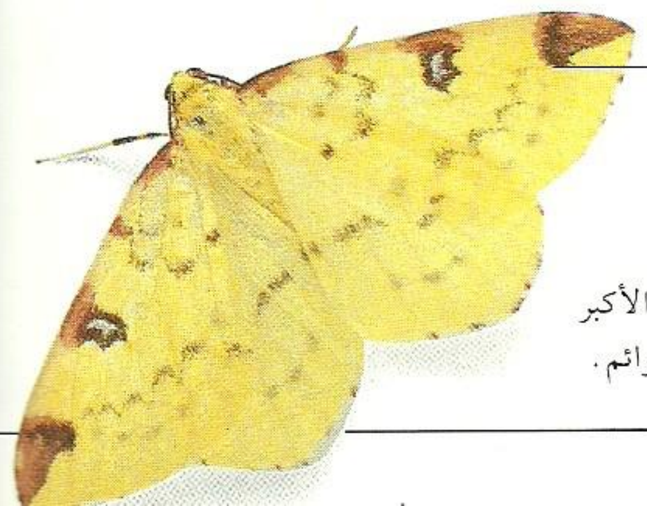
تشمل هذه الشعبة المرجان (ص ٩٤-٩٥) وقنديل البحر وشُقّار البحر (ص ٩٣). وهي تنقسم إلى نحو تسعة آلاف نوع وتعيش كلّها في الماء. ولها حول الفم حلقة ذات مجسّات مُزوَّدة بخلايا لاسعة.

مفصليّات الأرجل

تُعتبر مفصليّات الأرجل شعبة ضخمة تضمّ ما يقارب العشرة ملايين نوع، وهي تعيش إمّا في الماء وإمّا على اليابسة، ولها كلّها أعضاء مزوّدة بمفاصل، وبعضها خالٍ من الأجنحة. وتمثّل الحشرات الفصيلة الأكثر عددًا، وتليها العنكبوتيّات ثم القِشْريّات.

تمتلك القشريّات كالسرطان والكَرْكَند غلافًا صلبًا من كربونات الكلسيوم، وتعتبر دُويبة عَيْر قبّان من القشريّات البرّيّة النادرة.

العنكبوت والعثّة والعقرب، هي من العنكبوتيّات التي يعيش القسم الأكبر منها على اليابسة.



الجنادب والنحل والفراشات هي من الحشرات. وللقسم الأكبر منها أجنحة وستّ قوائم.

المملكة الحيوانيّة
٢- الفقاريّات

تشمل الفقاريّات حوالى ٤٥٠٠٠ نوع، بينها البشر. وهي، بعكس اللافقاريّات تمتاز بوجود عمود فقريّ وهيكل عظميّ داخل الجسم، وليس محيطًا به كما هي حال الحشرات والقشريّات. وللفقاريّات حواس قويّة ودماغ كبير يشكّل جزءًا من جهاز عصبيّ متطوّر ضروريّ لمعالجة المعلومات الواردة من الحواس. وتضمّ مجموعة الفقاريّات الأسماك، والبرمائيّات، والزواحف، والطيور، واللّبونات.

دودة الأرض

الرخويّات

يعيش القسم الأكبر من الرخويّات (ص ٩٠-٩١) في الماء، وبعضها يعيش على اليابسة، كالحلزون (ص ١١٦-١١٧). وتحوي الرخويّات مئة وعشرة آلاف نوع، تحمي غالبيتها جسمها بقوقعة قاسية.

الشوكيّات

تضمّ هذه الشعبة نجم البحر (ص ٨٧) وقنفذ البحر. لهذه الحيوانات درع أو قشرة من كربونات الكلسيوم، كما يتكوّن جسمها أحيانًا من خمسة أقسام متماثلة.

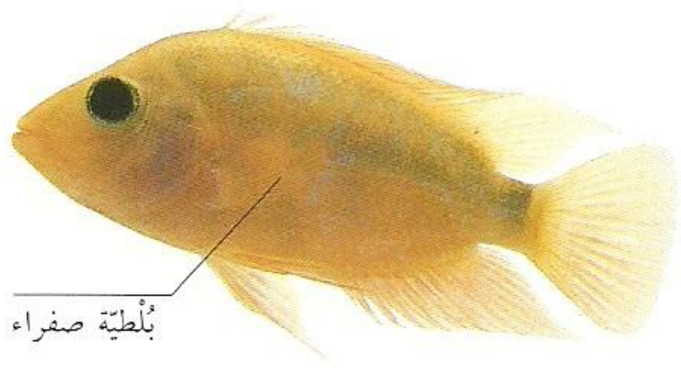
نجم البحر

الأسماك

تنقسم الأسماك إلى نوعين: عظميّة وغضروفيّة، وأنواع الأسماك العظميّة (ص ٨٢-٨٣) يفوق عدد الأنواع الفقاريّة الأخرى مجتمعة.

كلب البحر

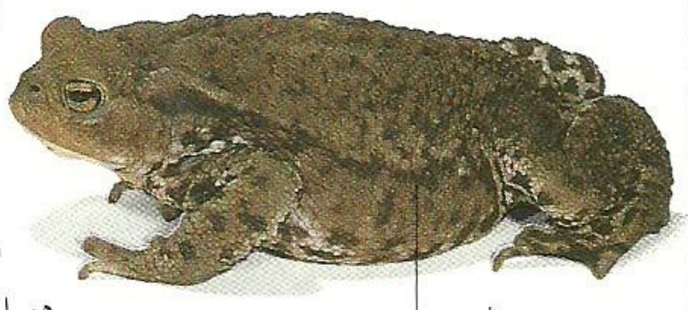
ينتمي القرش والشفنين وكلب البحر إلى مجموعة قديمة من الفقاريّات، ويتألّف هيكلها من مادّة غضروفيّة لدنة لا من عظام.


بُلْطيّة صفراء

تطوّرت الأسماك العظميّة، كالبُلطيّة الصفراء، وأعطت أسماكًا أخرى ذات أشكال وأحجام متنوّعة. جسمها انسيابيّ ومغطّى بحراشف.

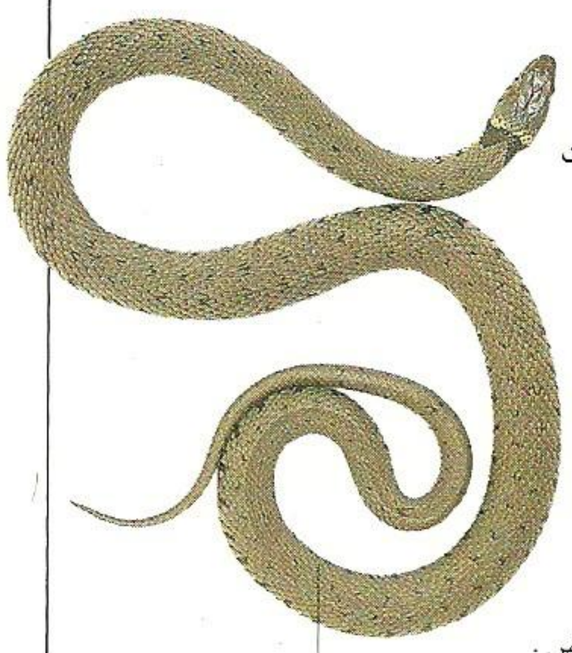
البرمائيّات

تضم البرمائيّات ما يقارب ٢٥٠٠ نوع، بينها الضفدع والعلجوم (ص ٨٠-٨١) والسمَندل (ص ٧٨-٧٩)، وهي تستطيع العيش في الماء وخارجه. وصغير البرمائيات هو الشُّرْغوف الذي يتحوّل ويكبر تدريجيًّا.


علجوم

الزواحف

تضمّ الزواحف (ص ١٤٢ إلى ١٥١) حيوانات متنوّعة كالحيّة والعظاية والتمساح. تنقسم الزواحف إلى ستة آلاف نوع تقريبًا. جلدها مغطّى بحراشف، والقسم الأكبر منها بَيوض.


حَيّة العُشْب

بَبْر

اللّبونات

للّبونات (ص ١٥٢ إلى ١٧٩) دم حار وهي ترضع صغارها. وتضمّ اللّبونات نحو أربعة آلاف نوع، وكلّها وَلودة، ما عدا ثلاثة أنواع بَيوضة (ص ١٧٧).

بومة

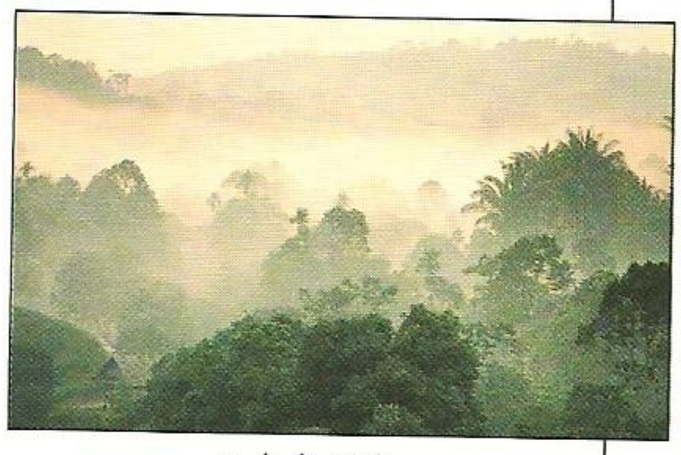
الطيور

للطيور كلّها أجنحة، والقسم الأكبر منها يستطيع الطيران، ولكل منها ريش ومنقاد، وليس لها أسنان. وهناك أكثر من ٨٥٠٠ نوع من الطيور.

علم البيئة

يهتمّ علم البيئة بدراسة التفاعلات المعقّدة التي تحدّد نوع الحياة على الأرض، ويُعدّ هذا العلم من أهمّ فروع علم الأحياء. فإذا ما فهمنا كيف تتعلّق النباتات والحيوانات بعضها ببعض وبالمحيط الذي تعيش فيه، علمنا كيف نساعدها على الاستمرار في الحياة في عالمنا المتبدِّل.

في الخمسينات من القرن العشرين، انتشر في بريطانيا مرض أصاب الأرانب، هو الوُرام المخاطيّ. ومع اختفاء الأرانب التدريجيّ علا العشب الذي كانت تأكله وتكاثر، ثم تدنّت حرارة التربة قليلًا بفعل كثافة الخضرة التي كانت تحجب حرارة الشمس وتمنع تدفئة الأرض. وهذا ما أزعج نوعًا من النمل كان بحاجة لحرارة العشب الذي تأكله الأرانب. ومع مرور الوقت بدأ النمل يختفي ورافقه اختفاء نوع جميل من الفراشات الكبيرة الزرقاء. والواقع أنّ سُرْفة الفراشة الزرقاء لم تكن تتغذّى بالعشب وإنّما ببرقات ذلك النمل. وأصبحت سرفة الفراشات تشبه يرقانة النمل لدرجة أن هذه الأخيرة كانت تنقلها إلى وكرها، فكانت السرفة تلتهم اليرقانة. فمن دون النمل لم يكن باستطاعة السرفة أن تعيش. وبعد سنة ١٩٧٠ اختفى هذا النوع من الفراشات في بريطانيا.



الغابة المطيرة
نموذج رائع لمجموعة بيئية مكتملة.

هذه المجموعة المعقّدة من العلاقات التي تربط الكائنات بعضها ببعض هي مثال لما يهتمّ بدراسته علم البيئة. وسنة ١٨٦٩ ابتكر العالم الطبيعيّ الألماني «إرنست هِيكل» (١٨٣٤-١٩١٩) لفظة «إيكولوجيا» أي علم البيئة. وكلمة «إيكولوجيا» لها جذر يوناني «إيكوس» ويعني البيت أو المسكن، وقد استعانَ به هِيكل ليشير إلى موضع كائن حيّ داخل شبكة الحياة المتعقّدة.

أدركَ إرنست هيكل
أهميّة درس العلاقات بين الكائنات الحيّة.

محيط حيويّ، نظام بيئيّ، وموطن بيئيّ

نعني بالمحيط الحيويّ مجمل عالم الأحياء الذي تتفاعل أقسامه كلّها تقريبًا في ما بينها بشكل مباشر أو غير مباشر. لكنّ المحيط الحيويّ واسع ومعقّد إلى حدّ أننا نعجز عن دراسة كل التفاعلات فيه دفعة واحدة. لذلك عمد علماء البيئة إلى تجزئة هذا العالم إلى وحدات أصغر، وكل وحدة تحمل اسم مجموعة مُحَدَّدة من أنواع النبات والحيوان. فالغابات المطيرة الكثيفة، وغابات الأوكالبتوس في المناطق الجافة، وغابات المناطق الشماليّة، هي أنظمة بيئيّة. وهذه الأنظمة كبيرة واسعة، إذ قد تمتدّ أنواع من الغابات في بعض المناطق إلى مئات الكيلومترات. لذلك فإنّ علماء البيئة يعمدون، من أجل دراسة نظام بيئيّ، إلى تحليل قسم منها تغلب عليه أنواع معيّنة من النبات والحيوان، يُعرَف باسم «موطن بيئيّ».

يعيش الشرغوف
في الماء، ويعيش العلجوم والضفدع على اليابسة. ويمكن أن تكون للنوع الواحد مواطن متعددة.

السلسلة الغذائيّة

يمكن اختصار العلاقة القائمة ما بين العشب والأرنب وكائنات حيّة أخرى، في نظام بيئيّ، بعبارة «سلسلة غذائيّة» أو «شبكة غذائيّة» (ص ٣٤-٣٥). فدراسة السلسلة أو الشبكة الغذائيّة هي الخطوة الأولى في فهم النظام البيئيّ.

تبيِّن الشبكات الغذائيّة كيف أنّ الطاقة (ص ٣٤-٣٥) تنتقل من كائن حيّ إلى آخر. إلّا أنّ الطاقة ليست سوى ناحية من المسألة، ذلك أنّ النباتات والحيوانات بحاجة إلى عناصر غذائيّة أيضًا، كالفوسفور والنتروجين، وهذه العناصر تنتقل بدورها من جسم إلى آخر. والمعروف أنّ النتروجين متوفّر أساسًا في الجوّ، ولكن لا يمكن للحيوانات والنباتات أن تستعمله كما هو. بعض البكتيريات تحوّله إلى أمونياك ثم إلى نِترات، قابلة لأن يمتصّها النبات.

إنّ هذا النوع من التفاعل هو على جانب كبير من الأهميّة، والمزارعون أنفسهم يستعملون مادة النِّترات لتسريع نموّ مزروعاتهم. فمن الضروري إذًا أن نفهم ما الذي يحلّ بهذه العناصر الغذائيّة.

علم البيئة وآثار التلوّث

لدى دراسة الشبكات الغذائيّة استطاع علماء البيئة أن يبيِّنوا كيف أنّ التلوّث

١٩٦٥
٥٠٢

يؤثّر على الحياة البريّة. فقد شرحوا مثلًا بعض النتائج المذهلة للتلوّث البحريّ، كاحتواء جثث بعض اللَّبونات مثل الدلافين والفقمات على الزئبق وعلى سموم أخرى، بنسب أعلى ممّا هي في سائر الكائنات البحريّة الأخرى. أصبحنا نعرف أنّ هذا عائد لكون هذه الحيوانات «مفترِسة أخيرة» (ص ٣٥) أي أنّها تأتي في آخر السلسلة الغذائيّة. واكتشف علماء البيئة أنّ الحيوانات ذات الدم الحار تستعمل ٩٠٪ من غذائها بهدف البقاء على قيد الحياة ومن أجل التنقّل، وإن عشرة بالمئة من الغذاء فقط يُستعمل لنموّ الحيوان. فإذا ما التهمت الفقمة سمكة تحوي ميليغرامًا واحدًا من الزئبق فإنّها تحتفظ بالقسم الأكبر من هذا السمّ لأنّها لا تقدر على تصريفه بسهولة. لكن ما تكتسبه من وزن لا يساوي إلّا عُشْر وزن السمكة. لذا يكون الزئبق في جسم الفقمة أشدّ تركيزًا بكثير ممّا هو في جسم السمكة المأكولة. للأسف، يستمرّ ذلك في السلسلة الغذائيّة كلّها. وهذا ما يحدث أيضًا في بعض أنواع المبيدات.

تُساعد المربّعات
على وضع خريطة بيئيّة لمنطقة محدَّدة.

التتابع النباتيّ

إنّ نسبة عالية من الأراضي الزراعيّة كانت من قبل غابات، وإذا ما أهملنا زراعتها تعود تدريجيًّا إلى حالتها الأولى. فينمو العشب البرّي ثم الأشواك العالية والجُنَيبات المتداخلة. وبعد ذلك تعلو الأشجار لتقتل الأعشاب والأشواك بظلّها الكثيف، وتتحوّل هذه الأشجار إلى غابة.

يُطلق على هذا السياق اسم «التتابع النباتيّ» (ص ٣٢).

والمرحلة التي يتوقّف عندها التتابع، وهي الغابة، تُعرف باسم «النموّ النهائيّ».

يدرس علماء البيئة ظاهرة التتابع في عدّة أنظمة بيئيّة، وباستطاعتك أنت اختبار ذلك بسهولة في قطعة أرض عارية أو في بركة صغيرة. فمع تعاقب السنين تنمو النباتات المائيّة كالقصب في المواقع غير العميقة من البركة وتتكوّم التربة والوحل حول جذورها الكثيرة، إلى أن تتحوّل البركة إلى مستنقع فتختفي النباتات المائيّة مع ارتفاع الشجيرات القصبيّة ويتحوّل المكان إلى أجمة متداخلة.

هذه المظاهر تتكرر في البحيرات والمستنقعات، كما في كلّ مكان تُستحدث فيه قطعة أرض. وقد يحدث ذلك على نطاق واسع أحيانًا، ففي سنة ١٩٨٠ أدّى ثوران بركان «سان هيلين» في ولاية واشنطن في أميركا إلى اختفاء النباتات والحيوانات كلّها على امتداد مئات الكيلومترات المربَّعة. وهذا ما أوجد أمام الباحثين مختبرًا طبيعيًّا ضخمًا لدراسة التتابع النباتيّ.

الحزاز على الحجر:
إنّ المواطن البيئيّة المناسبة لبعض الأجسام قد تكون مضرّة بأجسام أخرى.

علم البيئة والتبدّل الدائم

إنّ تطوّر نشاط الإنسان يُحتِّم أن نفهم كيف تتكيّف النباتات والحيوانات مع تبدُّل المحيط الذي فيه تعيش. فأعمال الزراعة والبناء والمشاريع السكنيّة المتنوّعة تتسبب بتعرية الأرض من نباتها. والمعروف عادةً أن التتابع النباتيّ يُنبت الأنواع نفسها من جديد.

لكن ذلك ليس أمرًا حتميًّا، فعندما تُتلف مساحات واسعة من الغابات المطيرة، تزول العلاقة التي كانت قائمة بين الحيوانات والنباتات، وقد تنعدم نهائيًّا. والثابت أنّ عددًا كبيرًا من أشجار الغابات المطيرة ينمو بفضل الفطر الذي يعلق بجذورها ويؤمّن لها الموادّ الغذائيّة المطلوبة. ولا تتمكّن الأشجار من النموّ ثانيةً في الموقع نفسه من دون هذا الفطر المهدّد بالزوال بسبب انحسار الغابات. ثم إنّ قطع عدد من الأشجار في الغابات يؤثر على حياة الحيوانات ففي آسيا الجنوبيّة الشرقية أعداد كبيرة من الخفافيش والطيور التي تتغذّى بالثمار، ولا سيّما ثمرة التين التي تُعتبر ضروريّة لبقائها. وهذا الشجر المثمر يحتمي بأشجار أخرى عالية تضمن بقاءه وقطع هذه الأشجار يؤثر على كميّة التين المتوفّرة وبالتالي على أكَلةِ هذه الثمار من الطيور. وبما أنّ وجود الطيور ضروريّ لنثر البزور فإنّ الغابة كلّها تتأثر بهذه العمليّة.

الحلقة المعلّقة في قائمة طائر
تساعد الباحثين على معرفة نمط عيشه في محيطه الطبيعيّ.

بفضل الأبحاث التي أُجريت حول الغابات المطيرة يستطيع علماء البيئة، بالتعاون مع سكّان هذه الغابات، العمل على حمايتها وإيجاد وسائل جديدة لاستثمارها ووضع خطط لإعادة تشجير المناطق المستثمَرة.

وَسْم الحيوانات
يسمح بفهم كيفيّة استفادتها من محيطها.

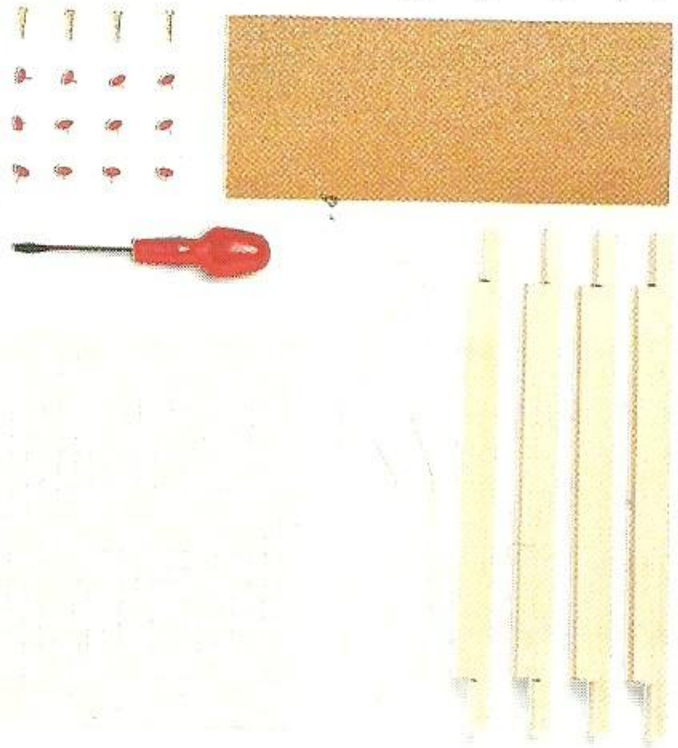
معاينة قطعة أرض

نجد أكثر من نصف مليون نوع من النباتات في العالم، ويتكيَّف كل نوع مع بيئة معيّنة. فإذا تفحّصنا موطنًا معيّنًا، كحقل أو بحيرة صغيرة أو غابة، نلاحظ وجود نباتات محدَّدة فيها، وهذه النباتات تشكّل «مجتمعًا بيئيًّا». وكما هي الحال مع الحيوانات فإنّ النباتات تكون في تنافس دائم من أجل البقاء. فإذا تأمَّلنا حقلًا عُرِّي حديثًا من نباتاته، نلاحظ أنّ بعض النباتات ينمو أوّلًا، ثمّ تعلوه تدريجيًّا نباتات أخرى تكون في البدء أقلّ نموًّا، لكنّها تصبح بعد ذلك أكثر ارتفاعًا. هذا ما نسمّيه بالتتابع النباتيّ.

اختبار

مَسْحٌ مِرباعيّ

تستطيع أخذ قطعة أرض معيَّنة تحدّدها بواسطة مِرباع لترسم خريطة دقيقة جدًّا تبيّن النباتات التي تنمو فيها. في علم النبات نستعمل أطرًا مربّعة طول كل جنب فيها متر، ويمكنك الاكتفاء بإطار صغير يسهّل عليك العمل، لكن عدد النباتات فيه أقلّ.



يلزمك

- دبابيسُ رَسْم • ورق صنفرة (برداخ) • مفكّ براغيّ • براغيّ
- خيط متين • ورقة بمربّعات
- مسطرة • قلم
- أربع قطع خشبيّة متطابقة

اختبار

مَسْحٌ مُسْتعرِض

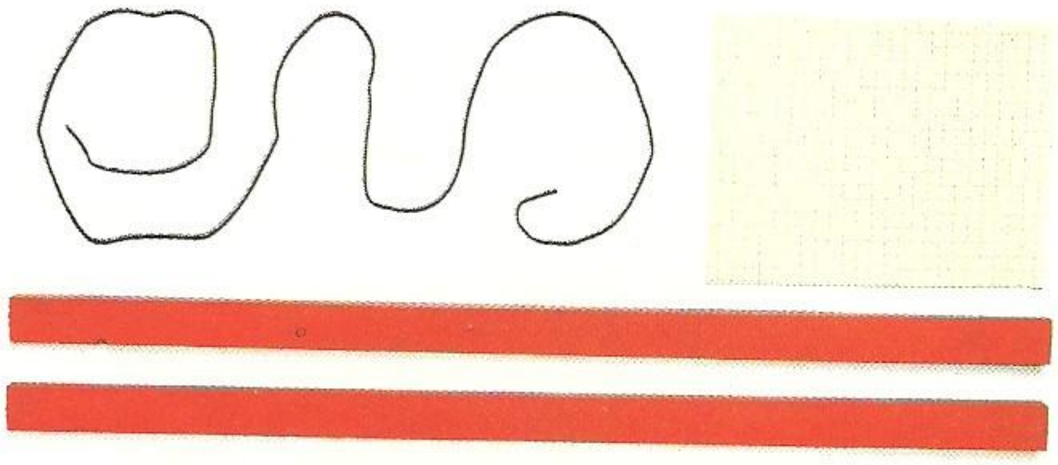
يساعدك المسح المستعرض على تدوين النباتات المتنوّعة التي تنمو على امتداد الخط الذي تحدّده بواسطة خيط تشدّه فوق الأرض. وعلى عكس المسح المرباعيّ، المحدود ضمن إطار صغير، فإنّ البيان العَرْضيّ يشمل أنواعًا مختلفة من التربة. ويمكن الاستعانة بهذا المسح لدراسة تنوّع النباتات، مثلًا، بين ضفّة رطبة لبحيرة وغابة مجاورة.

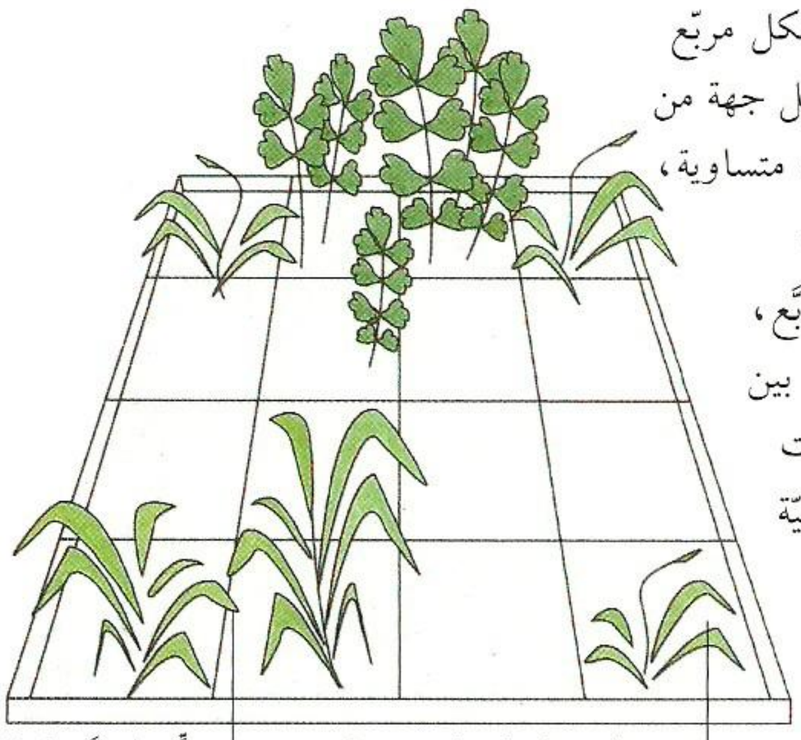
خيط مشدود يحدّد الخطّ العَرْضيّ

وتد خشبيّ مغروز في الأرض لتثبيت الخيط

يلزمك

- وتدان خشبيّان • خيط متين • ورقة بمربّعات • شريطُ قياس





يوزِّع المربَّع النباتات إلى مربَّعات صغيرة متساوية

تشير الخريطة إلى النباتات التي تنمو في كل مربَّع

خريطة المربَّعات

تساعدك الخريطة على تقييم تنوّع النباتات في بقعة بيئيّة صغيرة. أُرسم خرائط لبقع مختلفة وحدِّد تلك التي تحوي أنواعًا نباتيّة أكثر من سواها.

١ اِجمع القطع الخشبيّة على شكل مربّع وشدَّها ببراغيّ. ثم قسِّم كل جهة من المربَّع إلى أربعة أجزاء متساوية، بواسطة مسطرة وقلم.

٢ شُدَّ الخيط على المربَّع، جامعًا أفقيًّا وعموديًّا ما بين الأجزاء المتساوية. وثبّت الخيط على القطع الخشبيّة بدبابيس رسم. بذلك تكون قد قسّمت المربَّع إلى ١٦ مربَّعًا صغيرًا.

٣ اِحمل الإطار وارمه بشكل عشوائيّ ليقع فوق قطعة أرض. وعلى ورقة المربَّعات دوِّن ما يقع داخل كلّ مربَّع صغير من نباتات، كي ترسم في ما بعد خريطة المربَّع كلّه.

دوِّن ارتفاع كل نبتة وموقعها بالنسبة إلى الخيط المشدود

١ اِغرز الوتدين بإحكام في التراب وشدّ الخيط بينهما، واحرص على الارتفاع نفسه في الطرفين.

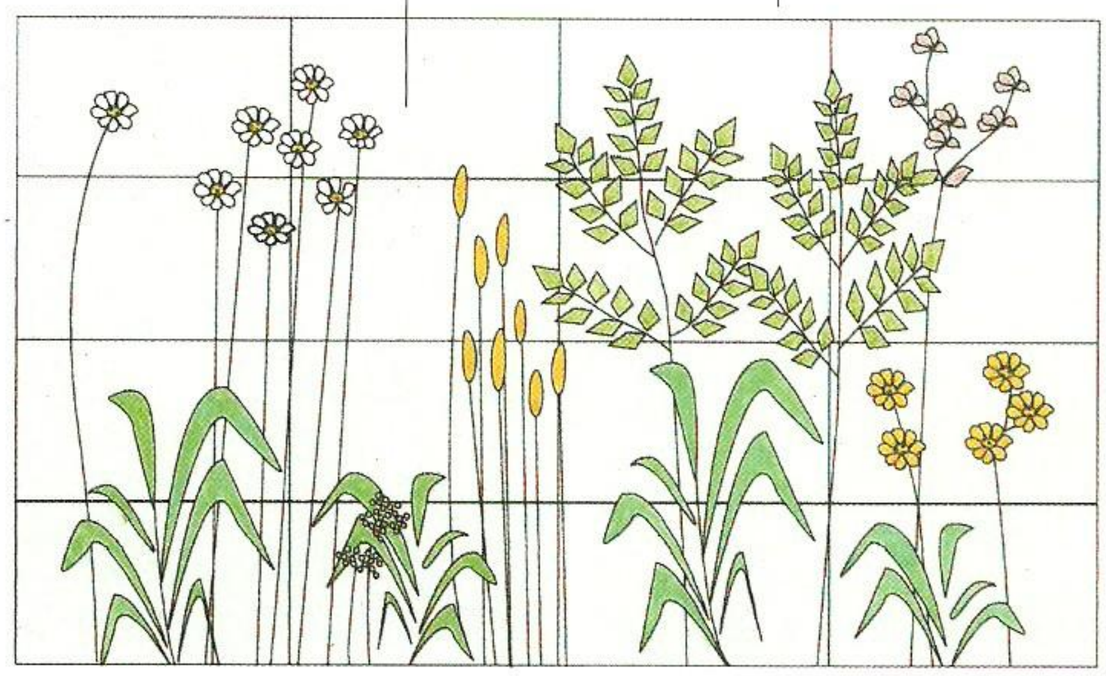
٢ اِتبع الخيط وسجّل موقع النباتات وارتفاعها بالنسبة لعلوّ الخيط. يمكنك الاستعانة بورقة المربّعات لتدوين الملاحظات.

خريطة عَرْضيّة

يساعدك المسح المستعرض على معرفة أنواع النباتات وارتفاعها بالنسبة إلى الخيط. وإذا ما أقمت الاختبار عينه، في المكان نفسه، خلال أوقات متفاوتة من السنة، تلاحظ إلى أيّ حدّ بلغ التنافس بين النباتات في سبيل الوصول إلى الضوء. هذا التنافس يبدأ في فصل الربيع عندما تظهر الأوراق وتحجب الضوء عن النباتات الصغيرة.

ارتفاع الخيط

تبيّن المستطيلات موقع النباتات بالنسبة إلى الخيط



الشبكات الغذائيّة

في كل نظام بيئيّ، من الصحراء إلى الجزر المرجانيّة، تمرّ الطاقة باستمرار من جسم إلى آخر. تلتقط النباتات الطاقة الشمسيّة (ص ٤٠)، وهذه الطاقة تُحيي أكلة العشب من الحيوانات، كما تحيي المفترسة التي تغتذي على الحيوانات. وتسمح الشبكة الغذائيّة في موطن بيئيّ معيَّن بتبيان أيّها يأكل الآخر، ممّا يسمح بمتابعة دورة الطاقة. يمكن أن نتخيّل هذه الشبكة على شكل طبقات متراكبة. في الطبقة السفلى تكون النباتات التي تؤمِّن غذاءها بنفسها وهي «المنتِج الأوّل». هذه النباتات تغذّي «المستهلك الأَوّل»، أي أكلة العشب من الحيوانات. وهذه بدورها تغذّي الحيوانات المفترسة، أو «المستهلك الثاني». ثم إنّ بقايا النباتات وجيَف الحيوانات تغذّي العناصِر المحلِّلة لها، كالبكتيريا والفطر ودود الأرض.

تغذّي الأوراق عددًا كبيرًا من الحيوانات الصغيرة

مجتمع القِمم
يقع البلّوط في أساس شبكة غذائيّة معقّدة. ويشترك في هذه الشبكة عدد كبير من الحشرات، كما يظهره لكم اختبار المنخل.

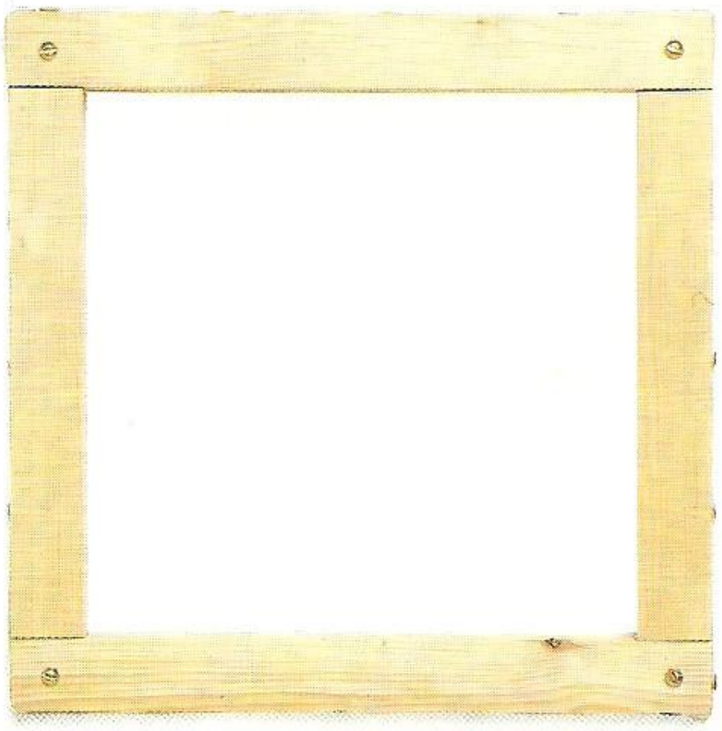
اختبار

صنْع منخل

تصعب رؤية القسم الأكبر من الحيوانات الصغيرة التي تعيش على النباتات. فمنخل مكوّن من إطار خشبيّ وقطعة قماش أبيض يساعدك على مراقبتها.

يلزمك

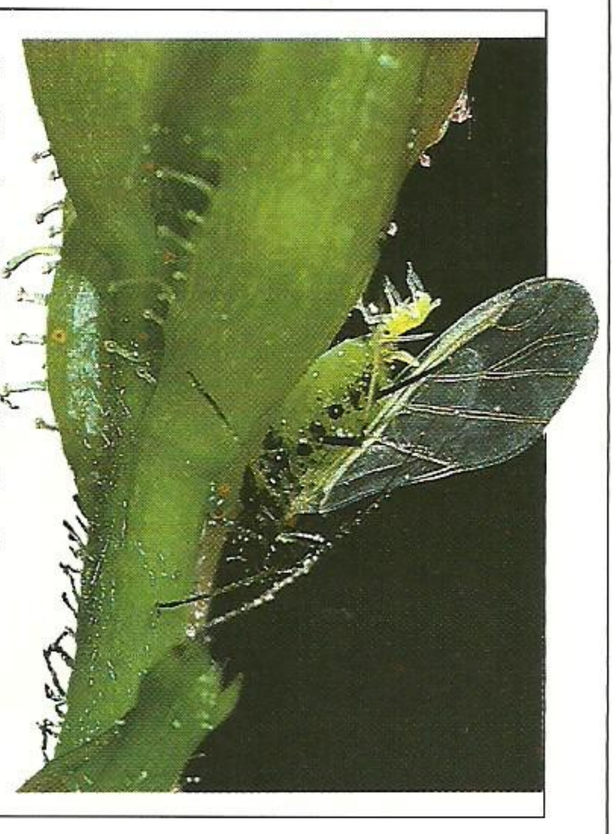
- إطار خشبيّ (ص ٣٢-٣٣) • قطعة مربّعة من القماش الأبيض
- دبابيسُ رَسْم



١ **إنّ الإطار المستعمل** هو نفسه الذي استعمل في الصفحة ٣٢. فعندما تجمع خشبات الإطار مُدَّ عليه القماش بعناية وثبّته بدبابيس رسم.

٢ **ضع المنخل** تحت غصن شجرة، ثم هزّ الغصن بعنف. فتقع الحشرات المتنوّعة فوق قماش المنخل، وتحول جوانبه دون فرار الحشرات الزاحفة.

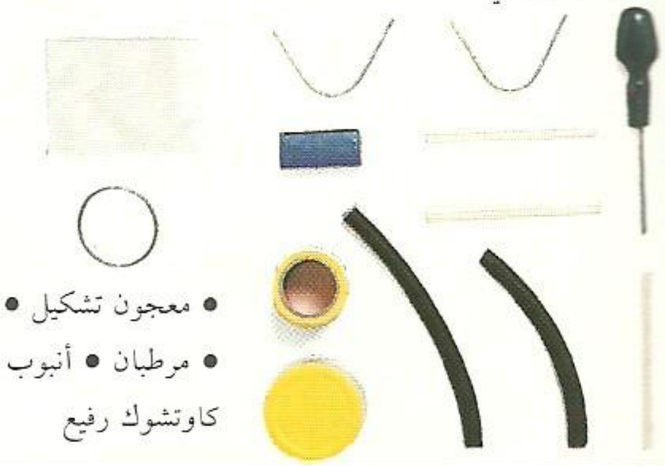
ولادة
تلد هذه الأَرْقة صغيرًا يمكن رؤيته بواسطة عدسة مكبِّرة. تستطيع الأرقة أن تلد كل ساعتين أو ثلاث ساعات في أوّل فصل الصيف، فتصبح في وقت قصير محاطة بالصغار. الأرقات مستهلكة أولى، إذ تتغذّى بأوراق النبات، والمعروف أنّ عدد المستهلكة الأولى من الحيوانات يفوق دائمًا عدد المفترسة.



اختبار
سَفْط الحشرات

يلزمك

- شريط لاصق • ثلاثة أنابيب فارغة لأقلام حبر ناشف
- رباط مطاطيّ
- معجون تشكيل • شاش
- مرطبان • أنبوب كاوتشوك رفيع



تساعد «السَّفّاطة» على التقاط الحشرات من دون القضاء عليها. وعندما تسفطها تُجذب إلى المرطبان، وتمنعها قطعة قماش من الوصول إلى فمك.

١ أُثقب غطاء المرطبان ثقبين بواسطة مفكّ البراغي، ثم أَدخِل في كل ثقب أنبوب قلم فارغ. واعمد إلى وصل أنبوب الكاوتشوك في أحدهما، وضع الشاش على فوهة الآخر.

٢ اِثنِ أنبوب الكاوتشوك الثاني وصِله بأنبوب القلم الثاني. ثم اغرز أنبوب القلم الثالث بالطرف الآخر لأنبوب الكاوتشوك وأحْكم سدّه بمعجون التشكيل.

شبكة غذائيّة في الغابة

المنتج الأوّل

تنمو شجرة تنّوب دوغلاس في الشمال الشرقيّ من الولايات المتحدة، وهي تلتقط الطاقة الشمسيّة وتحوّلها إلى لحاء وخشب وأوراق وبزور.

تنّوب دوغلاس

نتاج من الخشب والنبات والموادّ العضويّة المتحلِّلة

حَزاز الأغصان والجذع

أوراق إبريّة

بزور

فطر

خشب ولِحاء

المستهلك الأوّل

سنجاب طائر

فأر الشجر

جانكو

سنجاب أحمر

فأر الحقل

خنفساء الصنوبر

المستهلك الثاني

بومة صمعاء

باز كوبر

سمّور

ظَرِبان

نقّار الخشب

المُسْتهلك الثالث

في هذه المرحلة، تكون الطاقة قد عبرت الشبكة الغذائيّة، والبومة القرناء الكبيرة هي المستهلك النهائيّ لأنّ أيّ حيوان مفترس لا يفتك بها.

البومة القرناء الكبيرة

عالم النبات والفطر

جمال النبات والفطر

يبدو النبات والفطر فاتنين بما لهما من ألوان وأشكال، كمنظر أوراق الخريف (أعلاه)، أو كهذا الفطر النَّجميّ النادر والساحر (إلى اليمين)، الذي ينمو في أميركا الوسطى فوق بقايا نباتات أُخرى.

النباتات أساس الحياة على الأرض، فهي تلتقط طاقة الشمس وتستعين بها في نموّ الأوراق والسوق والجذور التي تشكِّل معطفًا أخضر يغطّي مساحة كبيرة من كوكبنا. ولا تستعمل النباتات وحدها نور الشمس بهذه الطريقة، لكنّها الأكثر فعاليّة بين الكائنات الحيّة، وبدونها تهلك كائنات كثيرة، من بينها الإنسان نفسه.

النباتات المُزْهِرة

يفوق عدد النباتات المُزْهِرة اليوم عدد سائر النباتات. وقد ظهرت منذ أكثر من مئة مليون سنة، وبدأت تتطوّر بفضل بعض الحشرات التي تنقل اللقاح من زهرة إلى زهرة. للنباتات المزهرة أشكال متنوّعة جدًّا، وقد كست كلّ أنحاء الأرض، ما عدا المناطق الجليديّة.

يُطلَق على المهتمّين بحماية البيئة اسم «الخضر»، فعندما نستحضر عالم الأحياء نتذكّر اللون الأخضر. كما يمكن الكلام على «الحركة اليخضوريّة» أو الخضاب الذي يعطي النبتة لونها الأخضر، إلّا أنّ هذا التعبير لا يبدو كثير الإيحاء. أمّا عبارة «حركة اللاأزرق واللاأحمر» فلا تبدو جاذبة، مع العلم أنها صحيحة. فاليخضور يبدو أخضر لأنّه يمتصّ من الأشعّة اللونين الأحمر والأزرق ولا يعكس إلّا الجزء الأخضر من الطَّيْف (والطيف هو مجموعة ألوان ضوء الشمس التي تظهر في قوس قزح). فالحقول والغابات تبدو خضراء لأنها تعكس من ألوان أشعة الشمس اللون الذي لا تستعمله.

النور حياة

إنّ النباتات المزهرة وغير المزهرة تستعمل الأحمر والأزرق من الطيف الشمسيّ، لصنع غذائها. وهي تتوصّل إلى ذلك بفضل عمليّة «التخليق الضوئيّ» (ص ٤٠-٤٣). فلو كنتَ نبتة وشعرت بالجوع لكان يكفيك الخروج والبقاء تحت أشعة الشمس وقتًا قصيرًا لتشعر بالشبع. وتتمّ عمليّة التخليق الضوئيّ على مستوى الأوراق التي تصنّع الموادّ السكّرية،

اغلِ ورقة نبات في قليل من الكحول واختبرْ وجود المادة النشويّة.

وهذه الموادّ ينقلها النسغ إلى سائر أجزاء النبتة، كالأزهار والجذور والساق. والنسغ سائل مُشرَّب بالسكّر يجري داخل أجزاء النبتة كلّها، تمامًا كما يجري الدم في جسمنا. ولكنّ النبتة خالية من مضخّة تحرّكها، كالقلب. تتغذّى الأرقة وحشرات أخرى من النسغ، إذ تثقب عرقًا من النبتة، ولا تحتاج إلى امتصاص السائل لأنّه يتدفّق تلقائيًّا إلى الخارج بضغط من الداخل.

تنثر **نبتة إبرة الراعي** بزورها بواسطة أجهزة قذف صغيرة.

مجموعة مزدهرة

إنّ عدد النباتات المزهرة يفوق حدّ التصوّر. فلكثير من النباتات أزهار تكاد لا تُرى، كأزهار العشب ومعظم الأشجار.

أصغر نبتة مزهرة هي نوع من الطحالب يُعرف باسم عدسة الماء، وهي مستديرة الشكل ويبلغ قطرها ٠,٣ ملم، تطفو على صفحة المستنقع ولا جذور لها، ويمكن أن تُرى بالعين المجرَّدة. أمّا أزهارها ففي منتهى الصغر وتنمو في جيوبٍ على صفحة النبتة.

ليس لنبتة عدسة الماء أيّ علاقة بالسحلبيّات التي تبلغ حوالى ١٨٠٠٠ نوع والتي تعتبر من أهم أصناف النباتات المزهرة وأكثرها تطوّرًا، وغالبًا ما تحمل أزهارًا بأشكال غريبة.

هناك سحلبيّات صغيرة الحجم ذات رائحة قوية، وسحلبيّات أُخرى لها أزهار كبيرة البتلات تجذب الحشرات الملقِّحة. وبين السحلبيّات نباتات تعتمد على صنف معيَّن من الحشرات لتأمين بقائها، فغدت أزهارها بمثابة طعم خاصّ يجتذب هذه الحشرات. ويكتشف علماء النبات، بشكل مستمرّ، أنواعًا جديدة من النباتات الغريبة، لكنهم يعجزون غالبًا عن معرفة الحشرة التي تُعتبر شريكتها.

تسمح بنية **نبتة معيّنة** بالتعرّف إلى الفصيلة التي تنتمي إليها.

كيف تطوّر التلقيح

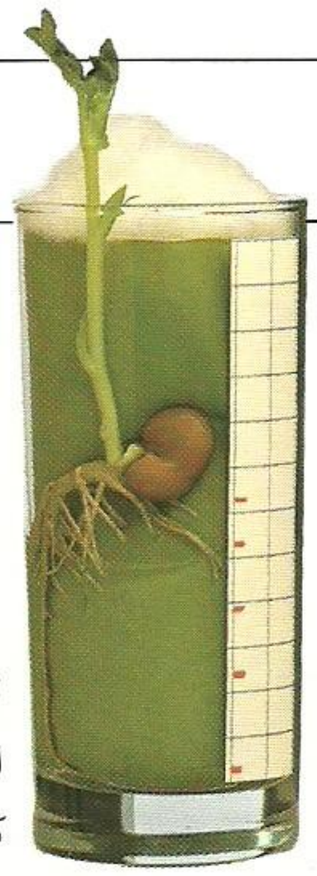
كانت الأزهار الأولى بسيطة وكبيرة الحجم وقريبة من «التوليب» (ص ٥١) أو «المغنولية». ويُرَجَّح أنّ التلقيح كان يتمّ بواسطة مغمدات الأجنحة التي كانت تحطّ على تُوَيجة الزهرة لتتغذّى، ثم تنتقل إلى زهرة أخرى حاملة معها تلقائيًّا قليلًا من اللقاح. في ما بعد بدأت الأزهار تنتج الرحيق السكّري في سبيل التلقيح، فشاركتها في هذه العمليّة حشرات أكثر مهارة من مغمدات الأجنحة، ومنها أسلاف النحل والفراشات والزنابير، وهي حشرات تستهلك الكثير من الرحيق، ويتغذّى بعضها من لقاح الأزهار، كالنحل بشكل خاصّ، إنّما يبقى للنبتة ما يكفيها للتكاثر.

النباتات اللاحمة تقتات الحشرات.

التلقيح

خلال مراحل التطوّر تخلّى عدد من النباتات عن التلقيح بواسطة الحيوانات، لينمّي وسائل أخرى. فاستعانت نباتات كثيرة بالرياح لنقل لقاحها، واعتمدت بعض النباتات المائيّة على الماء، كالعشبة القرنيّة. واللافت أن النباتات التي تُلقَّح عن طريق الرياح لها أزهار خضراء صغيرة الحجم، وهذا أمر طبيعيّ إذ إنّها لم تعد بحاجة إلى اجتذاب الحشرات، كما هي حال الأعشاب مثلًا. وعدد كبير من الأشجار يتمّ تلقيحها عن طريق الرياح، ولدى بعضها زوائد متدلّية تحمل أزهارًا وتنثر اللّقاح بسهولة عندما يهزّها الريح.

بما أنّ الصدفة هي صاحبة الدَّور في عمليّة التلقيح بواسطة الرياح، فقد تحتَّم أن تُنتج هذه النباتات كميّة كبيرة من اللقاح. هذا اللقاح يكون من الخفّة بحيث يبقى محمولًا في الهواء، فتنشّق كميّة كبيرة منه في وقت الإزهار. فإذا كنت معرَّضًا لنوبات الربو، فإنّ هذه النباتات، مثل زهرة الشيخ، تُسبّب لك العطاس. والمعروف أنّ بعض النباتات تطلق الملايين من غبار اللقاح في الساعة الواحدة.

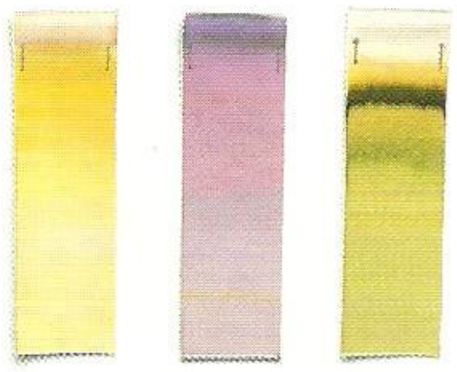


راقب **ولادة نبتة** مزهرة بعد زراعة الحبّة.

النحل والطيور

تُلقَّح بعض النباتات المزهرة بواسطة الحيوانات كالطيور والخفافيش. وهذه النباتات لا تعيش إلّا في المناطق المداريّة وشبه المداريّة، لأنّ تغذية هذه الحيوانات الملقِّحة يتطلّب كميّة كبيرة من الرحيق. وتُعتبر نبتة «الفوشية» التي تنمو أيضًا في المناطق الباردة من النباتات التي تلقَّح بواسطة الطيور. والواقع أنّ الموطن الأصلي لهذه النبتة هو أميركا اللاتينيّة، وهي تُلقَّح بواسطة عصفور «الطنّان» الصغير الذي يرفرف في مكانه ويدخل منقاده الطويل في قلب الزهرة طلبًا لرحيقها. وفي المناطق التي لا وجود فيها لهذا الطائر الصغير تتمّ عمليّة تلقيح نبتة الفوشية بواسطة النحلة الطنّانة.

يلاحظ أنّ معظم الأزهار الملقَّحة عن طريق الطيور تتراوح ألوانها بين الأحمر والأصفر والبرتقاليّ، والقليل منها أزرق أوورديّ، وهي غير عطرة لأنّ حاسّة الشمّ لدى العصافير ليست متطوّرة. كما أنّ هذه الأزهار كبيرة الحجم وغالبًا ما تكون صلبة جدًّا لتقاوم مخالب الطيور ومناقيدها. ويشكّل بعضها مِجْثَمًا تحطّ عليه العصافير، إلّا تلك التي تجذب العصفور الطنّان القادر على الرفرفة في مكانه من دون أن يحطّ على الزهرة.



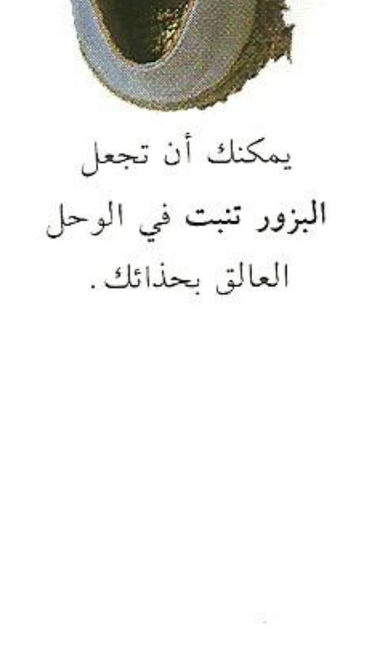
يساعد التحليل الكروماتوغرامي على الفصل بين صباغ الأوراق والأزهار.

لبونات أخرى للتلقيح

تتميَّز الأزهار الملقَّحة عن طريق الخفافيش بكبر بتلاتها التي قلّما تكون ملوَّنة وبرائحتها الكريهة، فالخفافيش تتذوّق روائح العفونة. وغالبًا ما تلقِّح الخفافيش أزهار الأشجار أو النبتات العالية التي يسهل بلوغها، فلا تُضْطَرّ إلى الطيران عبر الأوراق الكثيفة حيث تتلف أجنحتها الرقيقة.

ولهذا السبب نجد في الغابات المطيرة أزهار بعض الأشجار التي تلقِّحها الخفافيش على الجذوع، أي في مستوى أدنى من الأوراق الغضّة. وهناك نبتة معترشة تتدلّى سوقها المزهرة من الأغصان مسافة تصل إلى ٢٠م، وتصل إلى مسافة ١,٥م من أرض الغابة. أمّا «الأَغاث» فهي نبتة صحراويّة وذات أشواك حادّة، تنبت أزهارها على ارتفاع ستة أمتار من الأرض، فتكون أعلى من الأوراق ذات الأطراف الحادّة.

عدا الخفافيش، قلّما نقع على لبونات ملقِّحة. إلّا أن فأر العسل في أستراليا يستمتع بتذوّق رحيق أزهار نبتة «البَنْقِسْيَة» ولقاحها. وهذا الحيوان الجرابيّ الصغير الذي يبلغ طوله ١٠ سم يتميّز بلسان طويل جدًّا يتعدّى أنفَه بـ ٢,٥ سم وطرفه مغطّى بالهلب مثل العصفور الطنّان.



يمكنك أن تجعل **البزور تنبت** في الوحل العالق بحذائك.

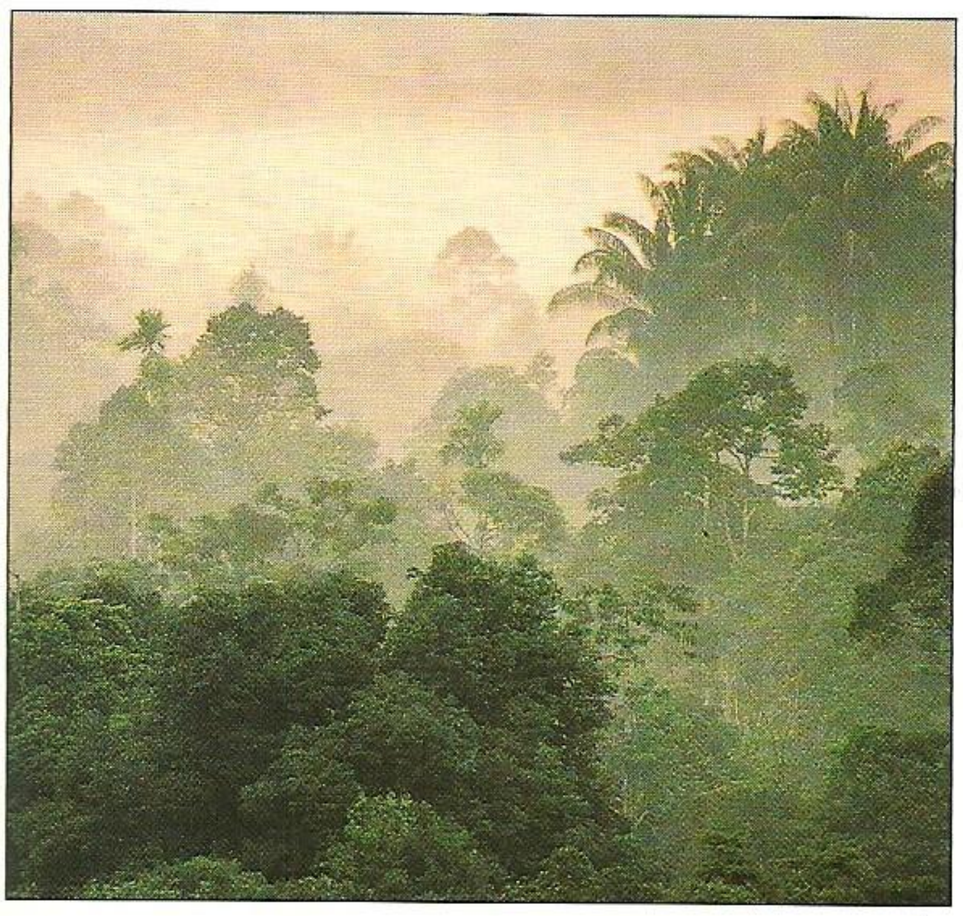
يمكن أن تحصل على **نباتات كثيرة** عن طريق زراعة البزور الموجودة في وحل الطرقات.

يمكن التعرّف إلى الغذاء الذي تصنّعه الأوراق بواسطة مادّة اليود.

كيف تتغذّى النباتات ١

توزّع الشمس طاقتها فوق كوكبنا، فتمتصّ الأرض والمحيطات ٩٩٪ من هذه الطاقة، أو تعكسها في الفضاء. أمّا أوراق النباتات فتأخذ منها ما تبقّى، أي ١٪.

النباتات هي الكائنات الحيّة الوحيدة القادرة على صنع غذائها بنفسها، إذ تعمل أوراقها عمل الصفائح الشمسيّة. فبواسطة مركّب كيميائيّ، هو اليخضور، تلتقط الطاقة الشمسيّة وتستعملها في عمليّة تُعرف باسم «التخليق الضوئيّ». هذه العمليّة تسمح باستخدام الضوء والماء وثاني أكسيد الكربون لتركيب الموادّ الضروريّة لحياة النبتة. إنّها، بالتالي، تقوم بعكس ما نفعله نحن لتأمين غذائنا، فنحن بعمليّة الهضم نفكّك الغذاء لإنتاج الطاقة، وفي التخليق الضوئيّ تستخدم النبتة الطاقة لصنع الغذاء. هذا الغذاء يُخزَّن لكي يفكَّك فيما بعد ويؤمّن الطاقة الضروريّة للنموّ.



الدِّثار الأخضر
إنّ اللون الأخضر المثير الذي يغمر هذه الغابة المطيرة يعود إلى مادّة اليخضور في الأوراق. فتلاحُم نور الشمس الساطع مع حرارة قويّة ورطوبة عالية يولِّد مناخًا مثاليًّا للتخليق الضوئيّ ونموّ النباتات.

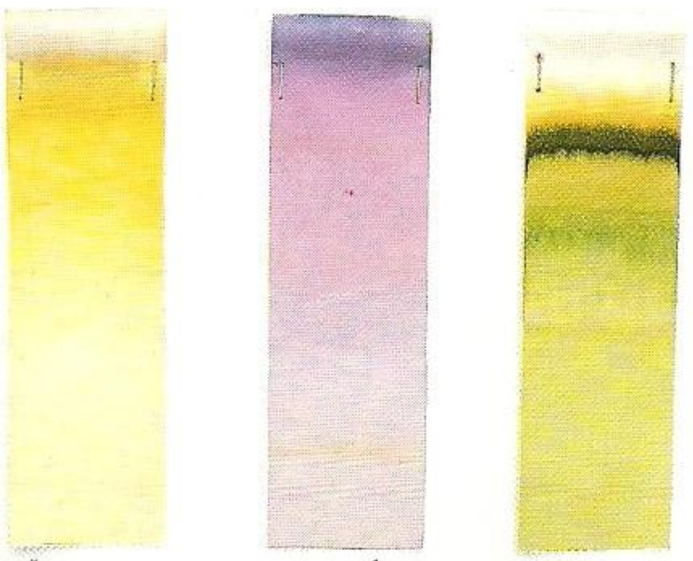
اختبار
الخضاب النباتيّ

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.
عليك أن تقوم بعدّة تحاليل كروماتوغراميّة لمراقبة خضاب النبات.

يلزمك

- بضع نبتات • أَسيتون (سائل مزيل لطلاء الأظافر) • مقصّ
- قلما رصاص • شَبّاكة • ورق نشّاف • مدقّة وهاون

١ **اِجمع بضع نباتات** في غرفة مشبعة بالهواء، ثم ضعها في الهاون مع عشرين سنتيمترًا مكعّبًا من سائل «الأسيتون». اِسحق الخليط بالمدقّة حتى تحصل على عجينة شبه سائلة، ثم صبّ المزيج في كوب. بعد ذلك شبّك الورق النشّاف حول قلم فوق الكوب، واترك سنتيمترًا واحدًا منه يتدلّى داخل المزيج السائل، وانتظر مدّة ساعة.



٢ **تتغلغل مادّة «الأسيتون»** داخل الورق النشّاف حاملةً معها خضاب النبات، ومقدِّمةً بذلك تحليلًا كروماتوغراميًّا. أَبْعِد الورق النشّاف واتركه يجفّ، فتلاحظ أنّ كل خضاب قد اجتاز مسافة مختلفة عن سواه وشكّل شريطًا ملوّنًا متميّزًا. ويمكن إقامة الاختبار نفسه على أنواع أخرى من النباتات.

اختبار

أُكسجين النبات

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

تُطلق الأوراق النباتيّة في الجو غازًا معيَّنًا، عندما تقوم بعمليّة التخليق الضوئيّ. وعندما تتعرّض نباتات مائيّة للنور نلاحظ أنّ فقّاعات غازيّة صغيرة تنبعث من الأوراق، وهذه الفقّاعات يمكن حصرها والتعرّف إليها.

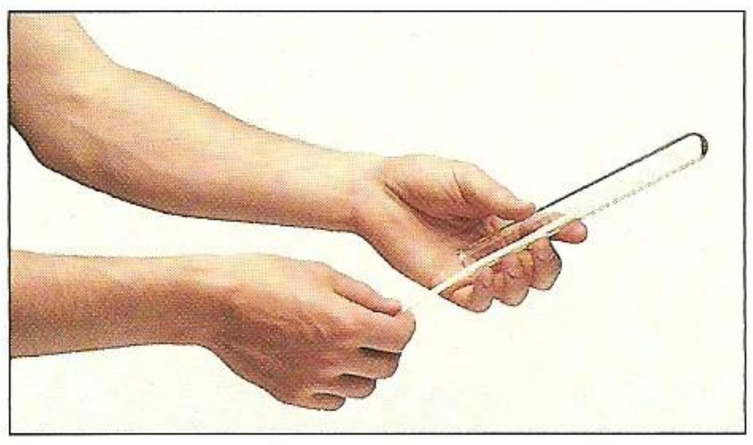
يلزمك

- أنبوب اختباريّ
- مرطبان (برطمان)
- قمع • عود ثقاب
- نباتات مائيّة

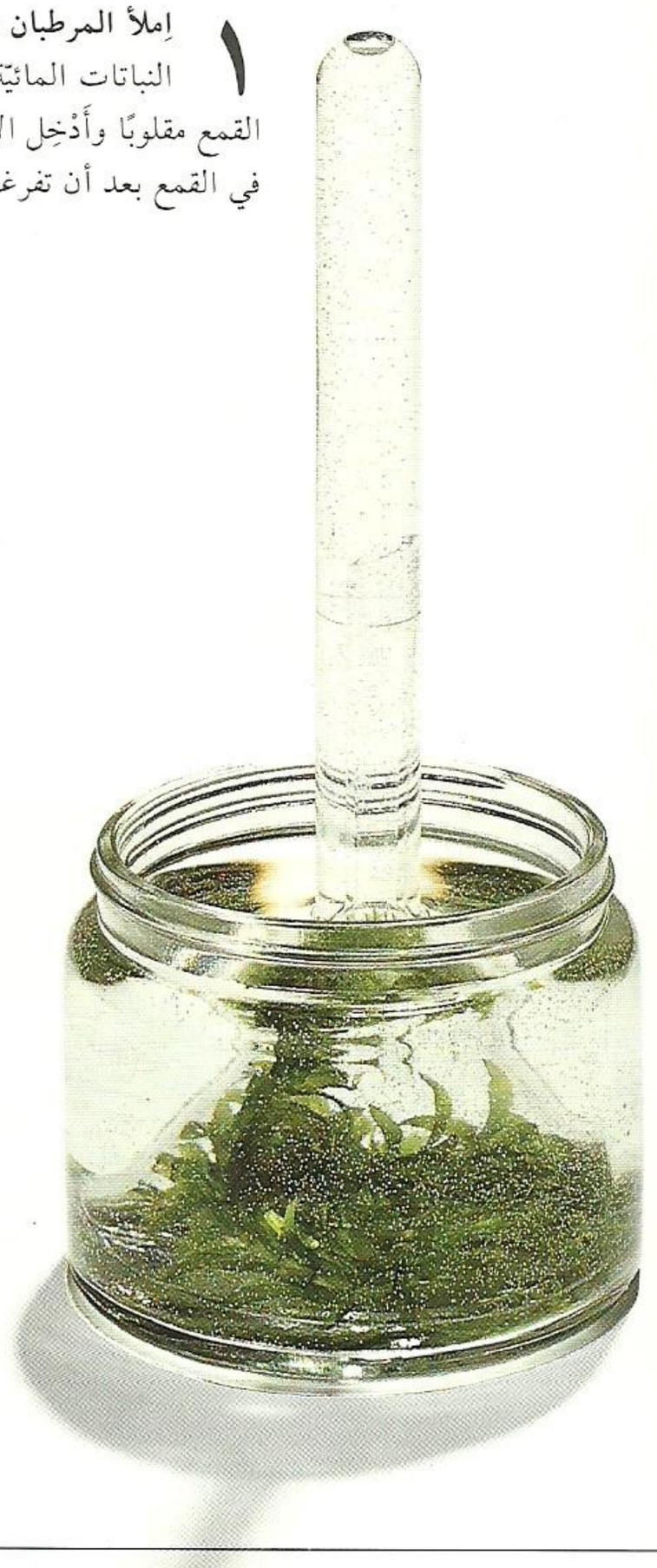
١ **اِملأ المرطبان** ماءً وضعْ فيه النباتات المائيّة. ثم ضعْ فيه القمع مقلوبًا وأَدْخِل الأنبوب الاختباريّ في القمع بعد أن تفرغه كليًّا من الهواء.

٢ **أُنقل المرطبان** وما فيه إلى حافة شبّاك مشمسة. ولدى تعرّض النبات لأشعّة الشمس تبدأ عمليّة التخليق الضوئيّ، فتنبعث من النباتات المائيّة فقّاعات غاز وتتجمّع في الأنبوب الاختباريّ.

يتجمّع الغاز المنبعث من النبتة في الأنبوب



٣ **عندما يمتلئ الأنبوب** غازًا حتّى وسطه، أَشعِلْ عود ثقاب وأطفئه ثم أَدخِل الطرف المتوهّج في الأنبوب الاختباريّ فيشتعل العود من جديد، ممّا يدلّ على أنّ الغاز هو من الأُكسجين النقيّ. حاول أن تقوم بالاختبار نفسه مع أنبوب مليء بالهواء العاديّ وقارن بين النتيجتين.



كيف تتغذّى النباتات ٢

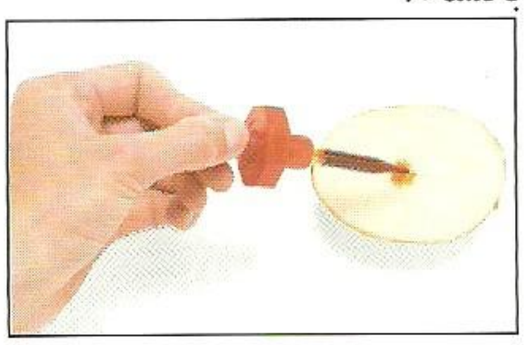
في أثناء عمليّة التخليق الضوئيّ تثبّت النباتات الكربون الموجود في ثاني أكسيد الكربون، أي أنها تدمجه مع موادّ غنيّة بالطاقة، كالغلوكوز (مادّة سكّريّة) والنشاء. وتُعتبر النباتات، بصورة عامّة، مخزنًا كبيرًا للكربون وهو مصدر غذائيّ للحيوانات العاشبة.

يدخل ثاني أُكسيد الكربون إلى النبتة عن طريق المسامّ وهي ثُغَيرات متناهية في الصغر تغطّي الصفحة السفليّة من الورقة. الماء هو العنصر الآخر الضروريّ للتخليق الضوئيّ، يصل عبر ساق النبتة إلى الأوراق وينتشر فيها بواسطة عروق دقيقة. أمّا الخلايا على صفحة الورقة فتتكوّن من دوائر صغيرة خضراء هي جُبَيلات اليخضور المليئة بالخِضاب وفيها تبدأ عمليّة التخليق الضوئيّ.

اختبار

النشاء في البطاطس

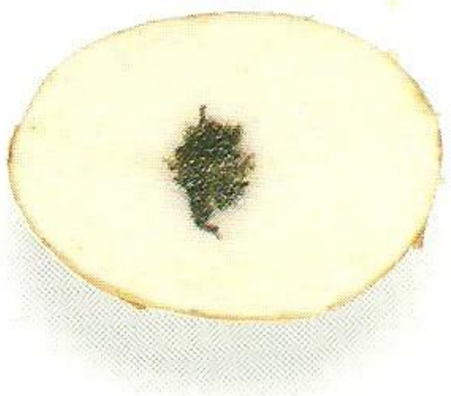
تُنتج أوراق نبتة البطاطس مادّة الغلوكوز (سكّر) بفضل التخليق الضوئي، ثم تتحوّل إلى نشاء. وتُخَزَّن هذه المادة تحت التراب داخل الجذور أو العساقيل التي تكتنز بها. ويبيِّن هذا الاختبار أن جذور البطاطس (أو العساقيل) غنيّة بالنشاء.



يلزمك

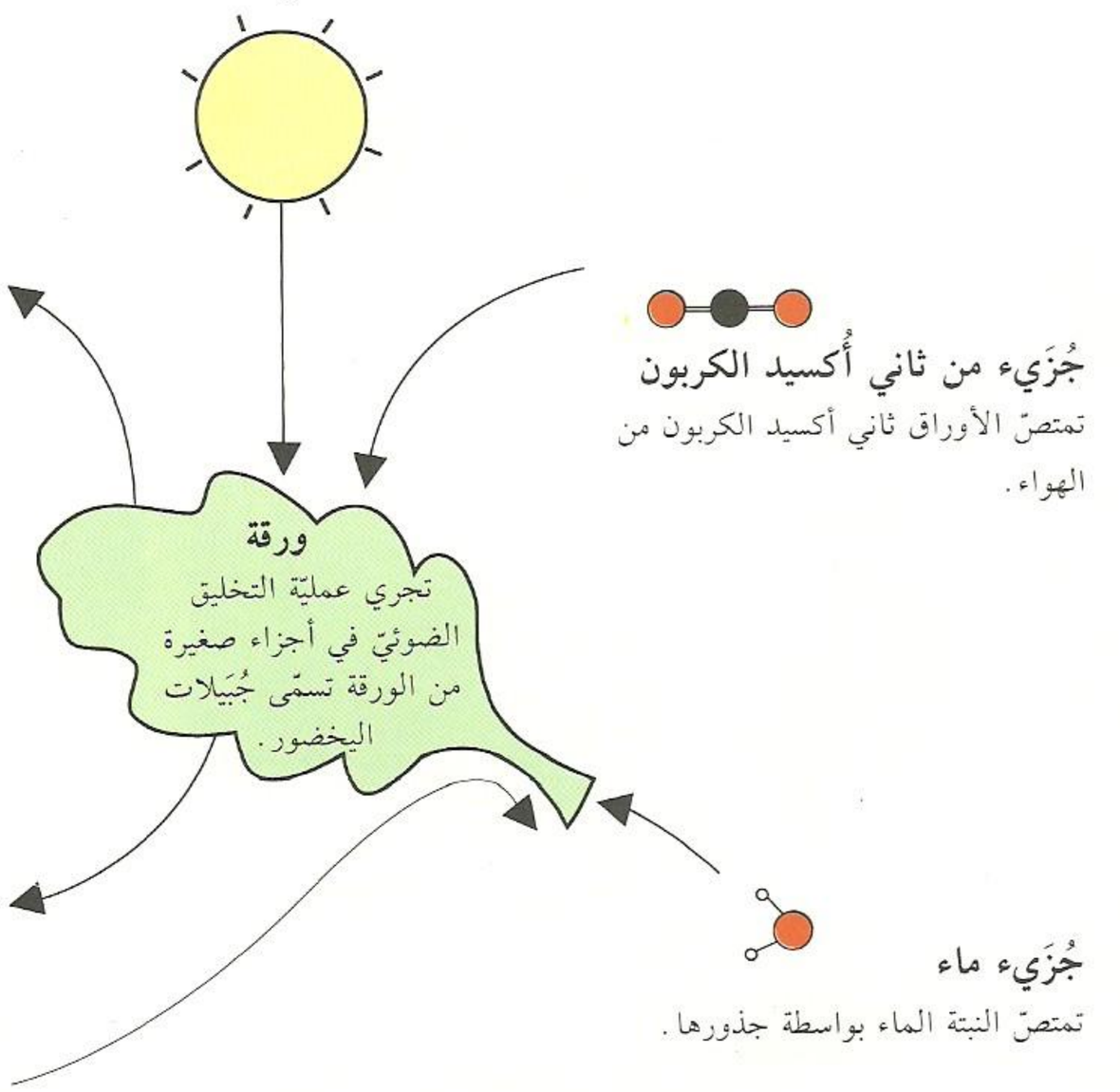
• مادّة اليود • قطّارة • قطعة بطاطس

اِقطع البطاطس إلى قسمين وضع بواسطة القطّارة بضع نُقط من اليود على الصفحة المقطوعة. تلاحظ أنّ اليود، وهو أصفر برتقالي، يتحوَّل لونه إلى أزرق قاتم، وهذا يشير إلى وجود النشاء. فإذا ما قطعتَ رقاقة من البطاطس وتفحَّصْتها على المجهر يظهر النشاء على شكل حُبيبات بيضويّة.



عمليّة التخليق الضوئيّ

تُستخدم في عمليّة التخليق الضوئيّ مركّبات كيميائيّة بسيطة، من ثاني أكسيد الكربون والماء، فتندمج هذه العناصر لتشكّل الغلوكوز وتحرِّر الأُكسجين. هذه العمليّة تبدو بسيطة في الظاهر لكنّها في الواقع سلسلة معقّدة من التفاعلات الكيميائيّة. المرحلة الأولى، وحدها، تستعين باليخضور وتحتاج إلى النور. أمّا التفاعلات التي تستعين بالطاقة المُلْتَقَطة لإنتاج الغلوكوز فيمكن أن تجري في الظلمة.



اختبار

تأثير الظلمة والنور على الأوراق

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

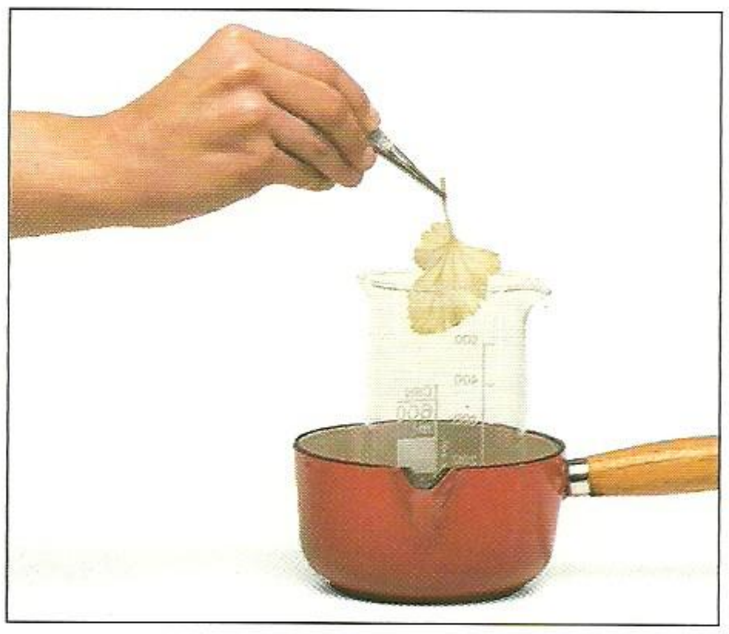
يبيّن هذا الاختبار تأثير النور والظلمة على أوراق النبتة.

يلزمك

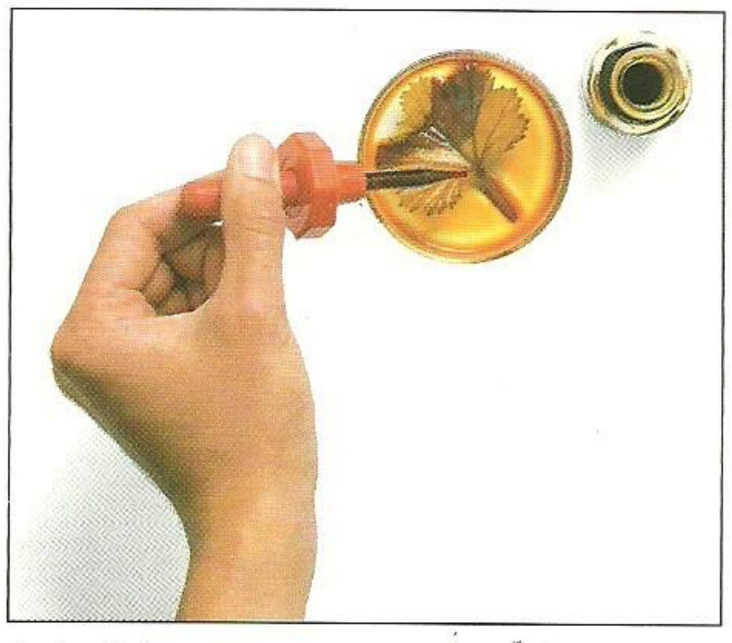
- قِدْر • قطّارة
- قدح مقاوم للحرارة
- قطعة بلاستيك سوداء
- كحول قابل للاحتراق
- صحن «بِتري» (لاستنبات البكتيريا) • ملقط

ورقة مغلَّفة بقطعة بلاستيك سوداء ومعزولة عن النور

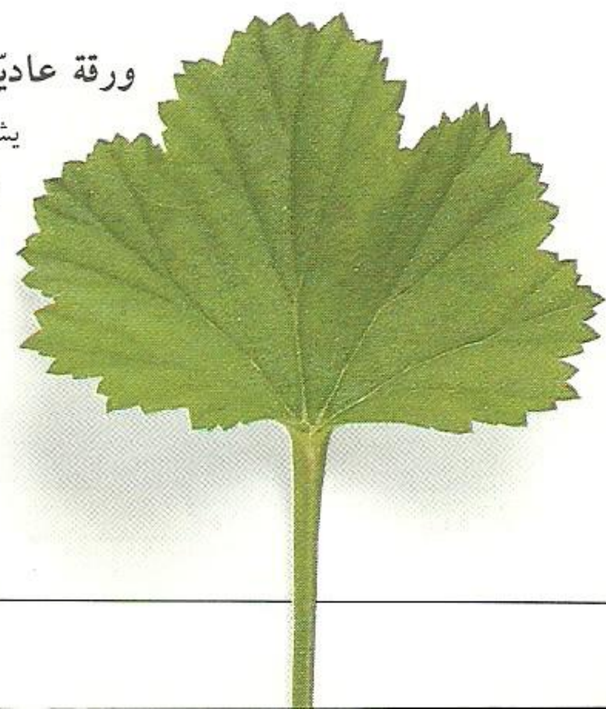
١ **ضعْ نبتة** على حافة شبّاك بعد أن تغلّف عددًا من أوراقها كي لا يتسرّب إليها النور. بعد يومين اقتطع من النبتة ورقتين، واحدة تعرّضت للنور وأخرى كانت مغلّفة بپلاستيك. ثم انتقل إلى المرحلة الثانية والثالثة.



٢ **أُسْكب حوالى مئة سنتيمتر مكعّب** من الكحول القابل للاحتراق في قدح مقاوم للحرارة. ضع القدح المليء كحولًا في قِدْر تحوي ماءً فوق النار، وسخّن حتى يبدأ الكحول بالغليان، ثم أبْعد القدر وما فيها عن النار. وبواسطة ملقط غطّس كلًّا من الورقتين لدقيقتين بالماء الساخن ثم في القدح حتى يصبح لونهما شبه أبيض.



٣ **ضع كلّ ورقة** في صحن «بِتري» وصُبّ عليها نقطًا من اليود بواسطة القطّارة. تلاحظ أنّ الورقة التي كانت مغلّفة لا تحوي نشاء لأنّ اليود لم يتغيّر لونه، بينما تحوّل لون الورقة التي كانت معرّضة للنور إلى الأزرق القاتم. هذا يبيّن أنّ عمليّة التخليق الضوئيّ (وإنتاج النشاء) لا تتمّ إلّا في النور.



ورقة عاديّة
يشير اللون الأخضر إلى توفّر مادّة اليخضور.

ورقة محفوظة في الظلمة
يحوّل محلول اليود لون الورقة إلى الأصفر البرتقاليّ.

ورقة معرَّضة للنور
يحوّل محلول اليود لون الورقة إلى الأزرق القاتم.

النموّ والحركة

تبقى النباتات في نموّ دائم، بخلاف غالبية الحيوانات، ويساعدها النموّ على التنقّل. لا يعني ذلك أنّها تغيِّر المكان الذي نبتت فيه، وإنّما تستطيع أن تتحرّك وتتفاعل ضمن محيطها. وبينما تتّجِه السوق نحو الضوء، تتوغَّل الجذور في التراب. كما تلتفّ نباتات حول غيرها أو تتعلّق بها بواسطة خيوط نباتيّة. هذه التحرّكات الخاصّة التي تستجيب للعوامل الطبيعيّة الخارجيّة تُعرف بالانتحاء.

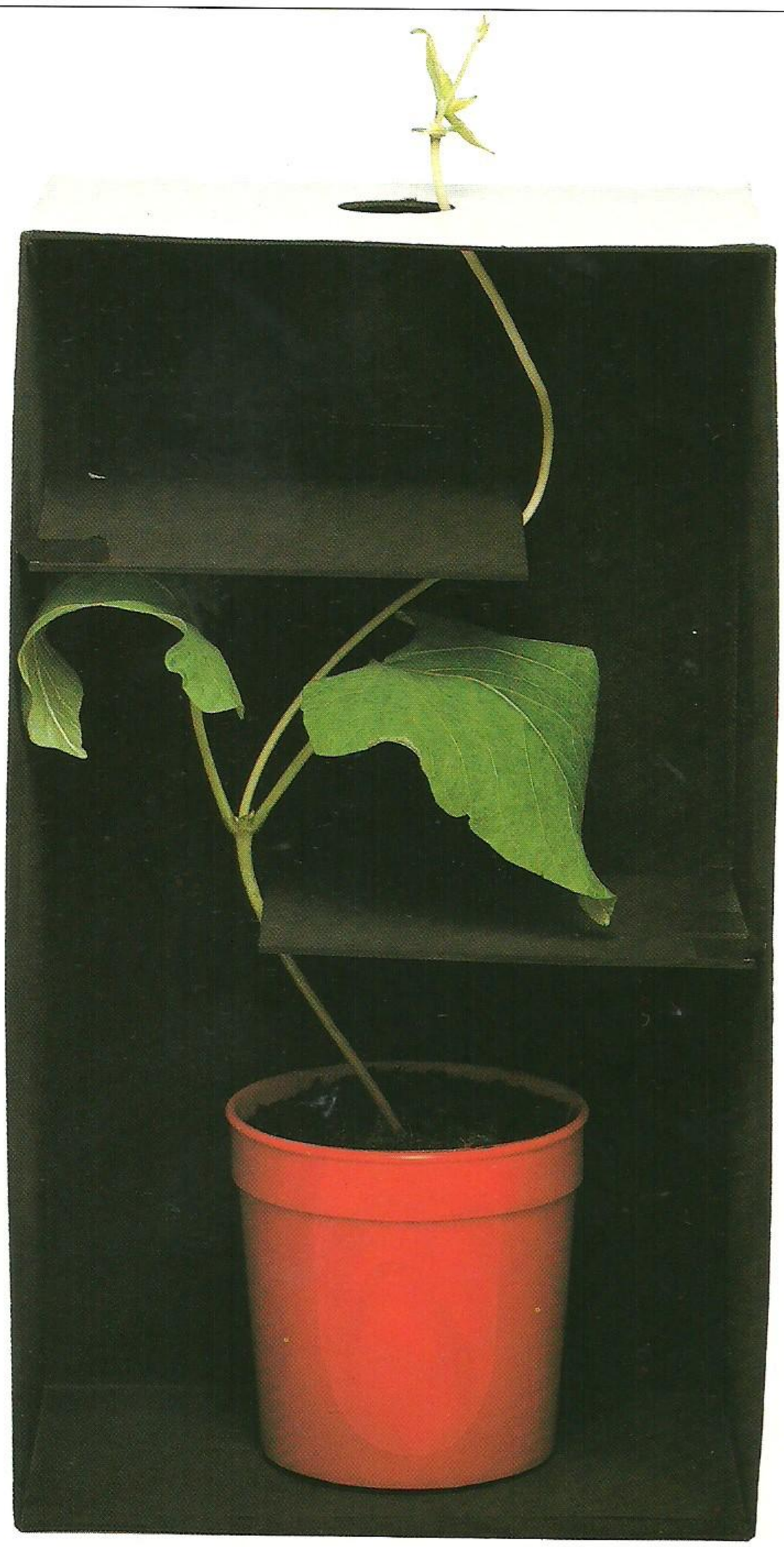
يعود «الانتحاء» إلى الاختلاف في سرعة نموّ الخلايا، أو إلى تنوّع أحجامها. فعندما تنمو النبتة في الخارج مثلًا تتلقّى أطراف الأغصان كلّها كميّة واحدة من النور تساعدها على النموّ بالسرعة نفسها. أمّا إذا كان قسم من الساق في الظلّ فإنّ الخلايا التي لا يصلها النور بشكل كافٍ تنمو بسرعة بينما تنحني الساق باتّجاه النور، وهذا ما يُعرف بالانتحاء الضوئيّ.

التعلّق

إذا زرعت نبتة معترشة، تستطيع أن تختبر كيفيّة تعلّقها. البسلّى والخيار وزهرة الآلام تناسب هذه التجربة. ومع ازدياد نموّ النبتة تمتدّ خيوطها إلى أن تلامس في طريقها عودًا، مثلًا، فتلتفّ أطرافها حوله وتشتدّ كالنابض، وتجرّ النبتة نحوه. يكفي أن نلمس طرف خيط نباتيّ طريّ لنلاحظ كيف ينحني كما لو أنّه يبدأ بالالتفاف وهذا ما يُعرف «بالانتحاء اللمسيّ».

فخّ مميت

«خانق الذباب» نبتة سريعة الحركة إلى حدّ أنّها تستطيع القبض على الحشرات. فكلّ ورقة لها طرف ينقسم إلى ورقتين تشبهان وسادتين صغيرتين مزوّدتين بشعيرات حسّاسة، وتتحرّك الورقتان حول مفصل يجمع طرفيهما. تكون الورقتان مفتوحتين عادةً، فإذا ما حطّت حشرة على إحداهما لامست الشعَيرات. فتخسر بذلك خلايا المفصل كميّة من الماء وتسقط، هذا ما يجعل الوسادتين تقفلان بسرعة فتعلق الحشرة كما في الفخ. تنمو نبتة «خانق الذباب» في الجنوب الشرقيّ من الولايات المتحدة، في أماكن رطبة وفي تربة فقيرة بالمواد المعدنيّة. وهي تلتقط الحشرات وتلتهم القسم الرخو منها، محافِظة بذلك على حياتها برغم فقر التربة.



اختبار
البحث عن النور

تحتاج النباتات إلى النور لتحيا، وهي تبحث عنه دائمًا كما تبحث الحيوانات عن غذائها. فالنور يجتذب النباتات، وتُعرف هذه الظاهرة «بالانتحاء الضوئيّ». يمكنك ملاحظة ذلك إذا عمدتَ إلى إنبات حبّة فاصوليا في علبة أحذية مقفلة، يدخلها النور من ثقب واحد، وهذا النور تعترضه حواجز من الكرتون تمنعه من الوصول مباشرة إلى الحبّة. ومن أجل التخفيف من انعكاس الضوء يجب أن تطلي داخل العلبة بدهان أسود.

يلزمك

- شريط لاصق • حبوب فاصوليا • طلاء أسود غير لامع • قطعة كرتون • علبة أحذية
- أصيص • تربة عضويّة

١ قُصّ قطعتين متشابهتين من الكرتون على أن يكونا بعلوّ العلبة ويبلغ طول كلّ منهما ثلثَي عرض العلبة.

٢ أُثقبْ علبة الأحذية من أحد جوانبها، وادهن داخل العلبة وقطعتي الكرتون بطلاء أسود.

٣ ثبّتْ قطعتي الكرتون داخل العلبة بواسطة شريط لاصق، وضعِ العلبة في وضعيّة عموديّة بحيث يكونَ الثقب في الجهة العليا.

٤ اِزرعْ حبّة الفاصوليا في الأصيص واسقِها، ثم ضع الأصيص في قعر العلبة.

٥ ثبِّتْ غطاء العلبة كي تحجب النور عنها كلِّيًا، إلّا من الثقب.

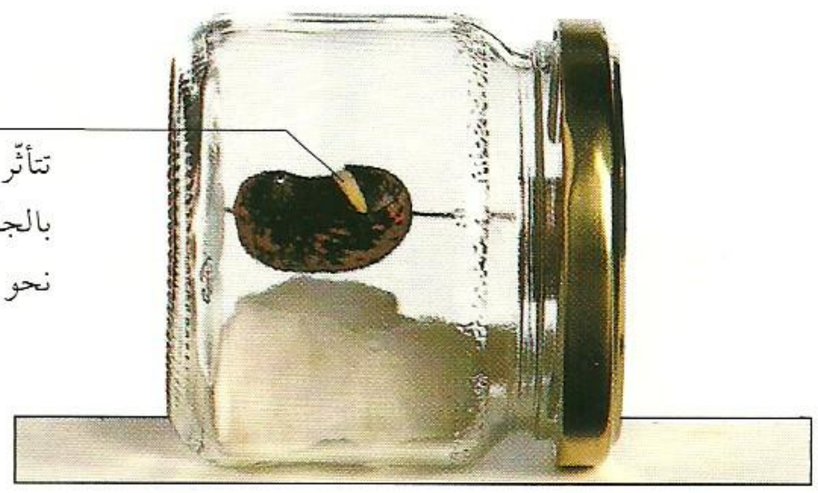
٦ اِفتح العلبة مرّةً في اليوم لتراقب نموّ النبتة. هل تنمو النبتة باتّجاه النور؟ ماذا يحدث لو زرعتَ حبّة أخرى من الفاصوليا قريبًا من الثقب؟

اختبار
الجذور والجاذبيّة

ترتفع ساق النبتة باتجاه النور، وتتوغّل جذورها في التراب. فالجذور تتأثّر بالجاذبيّة. لتتأكّد من ذلك حاول أن تُنبِت حبّة فاصوليا في مرطبان ممدَّد على جانبه. ثم أَدِر المرطبان ١٨٠ درجة ليصبح على جانبه المقابل.

يلزمك

- حبّة فاصوليا • سدادة فلينيّة • قطن • مرطبان • سلك معدنيّ صلب



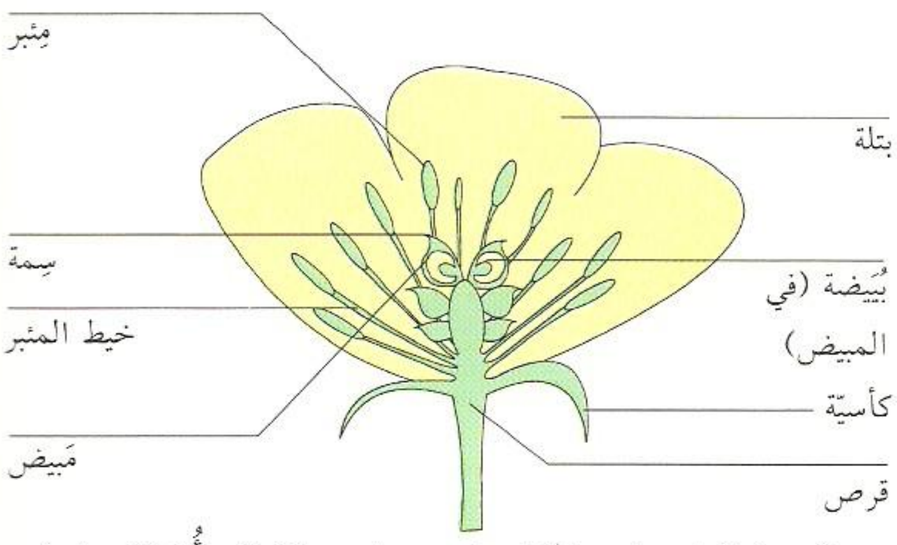
تتأثّر الجذور بالجاذبيّة فتنمو نحو الأسفل

١ اِنقع حبّة الفاصوليا مدّة ٢٤ ساعة. أَلصق السدادة في القسم الداخليّ من الغطاء، ثم اغرز السلك المعدنيّ في السدادة وثبِّت حبّة الفاصوليا في السلك وضع قطنًا مبلَّلًا داخل المرطبان.

٢ أقفِل الغطاء ثم مَدِّد المرطبان على جانبه. حين تفرخ الحبّة ويصل جذرها إلى طول ١سم، أدِر المرطبان إلى الجهة المقابلة بحيث يصبح اتجاه الجذور إلى الأعلى. ماذا يحدث عندها؟

بِنية الزهرة

تشير ألوان الأزهار الزاهية إلى وفرة سائل سكّريّ هو الرحيق. فالحشرات تحطّ عليها طلبًا للغذاء، بعد أن تجتذبها الألوان والروائح. وخلال عمليّة البحث داخل البتلات تعلق بالحشرة حُبَيبات اللَّقاح، وهي خلايا التكاثر الذكريّة، فتنقل الحشرة اللقاح إلى زهرة أخرى حيث تلتصق حبيباتٌ منه على الأقسام الأُنثويّة. فتُطَوِّر حُبَيبة اللقاح قناةً دقيقة تنزل فيها الخلايا التناسليّة لتلتقي البُيَيضة. وينتج عن هذا الإخصاب تكوين بزرة جديدة.



أقسام الزهرة

تجمع الزهرة الواحدة، بشكل عام، عناصر ذكريّة وأُنثويّة. فمِئبَر السَّداة هو العنصر الذكريّ الذي يعطي اللقاح، والسِّمة هي العنصر الأنثويّ الذي يلتصق به اللقاح، بالإضافة إلى المبيض الذي يحوي البُيَيضة. وفي عدد من الأزهار لا ينضج اللقاح والبُييضة معًا، ممّا يحرم الزهرة من أن تلقِّح نفسها بنفسها.

لزرّ الذهب، أعلاه، تركيب مستدير بسيط وبضع بتلات، وهي تلقَّح بواسطة الحشرات. الأجزاء الذكريّة والأُنثويّة فيها نامية إلى حدّ أنّ الحشرات لا تستطيع تجنّب الاحتكاك بها عندما تبحث عن الرحيق. لا تُلَقَّح الأزهار كلُّها بواسطة الحشرات، ذلك أنّ حيوانات أخرى كالعصافير والخفافيش تستطيع القيام بهذا الدور، إلى جانب الهواء والماء.

الزهرة
إذا كانت الزهرة زاهية اللون وقويّة الرّائحة، فهذا يعني أنّ الحشرات قد لقّحتها.

اختبار
تشريح زهرة

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

خذ زهرة بسيطة معدودة البتلات واجعلها قسمين متعادلين بواسطة مِشرَط. وبعدسة مكبِّرة يمكنك أن ترى بوضوح أقسام الزهرة المختلفة.

يلزمك

• زهرة • مقصّ • عدسة مكبِّرة • مِشرَط • ملقط

فصائل الزهر

تمتاز النباتات التي تنتمي إلى فصيلة واحدة بأنّ لها في الأساس شكلًا واحدًا. ومن الفصائل المنتشرة بكثرة فصيلة المركَّبات ومنها اللؤلؤيّة، وفصيلة القرنيّات ومنها البسلّى، ولهاتين الفصيلتين خصائص مميّزة. فزهرة المركّبات لها عدد كبير من الزُّهَيرات، منها زُهيرات خارجيّة ذات بتلة واحدة، وزُهيرات داخليّة من دون بتلات لكنّها تُنتج اللقاح والبُييضات. أمّا زهرة فصيلة القرنيّات فلها شكل غريب، إذ تتكوّن من خمس بتلات، بينها بتلتان ملتحمتان، كما تبرز بتلة عُليا مختلفة تشكّل غطاء للزهرة. غالبًا ما تنتج هذه الفصيلة بزورًا داخل قرون.

بيقة مُلتحية
(فصيلة القرنيّات)

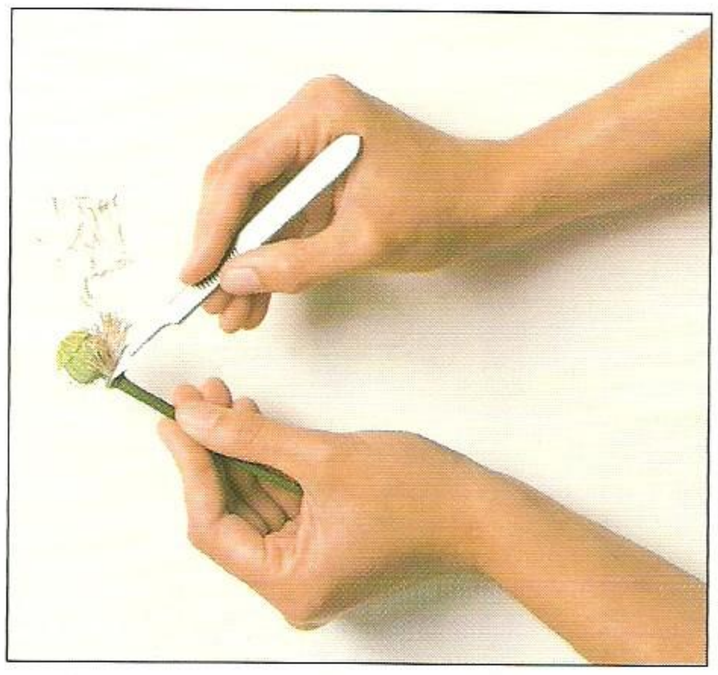
اللؤلؤيّة الكبيرة
(فصيلة المركَّبات)

البتلات

اِنزع بتلات زهرة واعرف عددها. فكل فصيلة من النباتات تجد لأزهارها عددًا معيّنًا من البتلات. وزهرة الخشخاش التي نراها هنا لها أربع بتلات، كسائر النباتات التي تنتمي إلى فصيلة الخشخاشيّات.

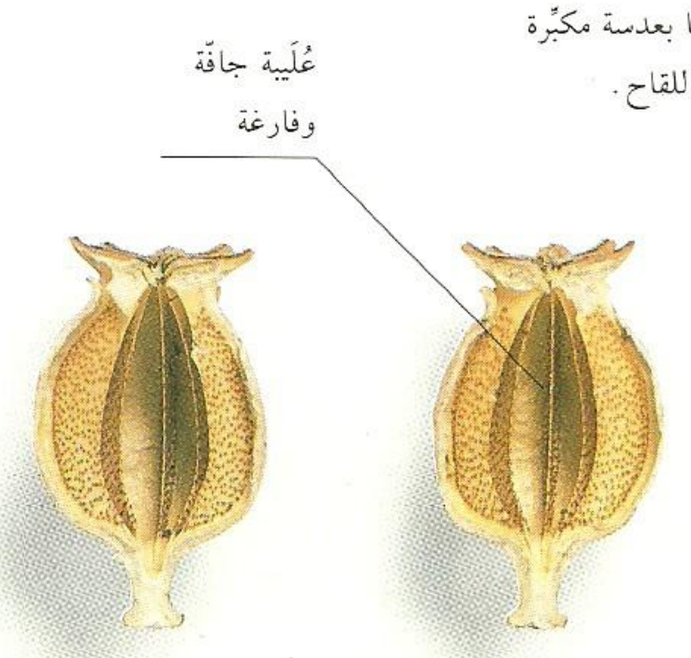
السَّداة

تستطيع، بعد نزع البتلات، أن ترى الأجزاء الذكَريّة في الزهرة. اقطع السَّداة بانتباه وحاوِل تفحّصها بعدسة مكبِّرة لترى في طرف كل جزء المِئبر الذي ينتج اللقاح.



البزور

إذا رأيت عُلَيبة زهرة جافة تستطيع أن تكتشف في داخلها البزور، إذا ما قطعتها.



المبيض

يلتصق اللقاح بالسِّمة وتمتدّ منه قناة تصل إلى البُيَيْضة، فتتكوّن البزرة. ولو قطعنا المبيض والسمة طوليًّا لرأينا البييضة في الداخل.

دراسة الأزهار

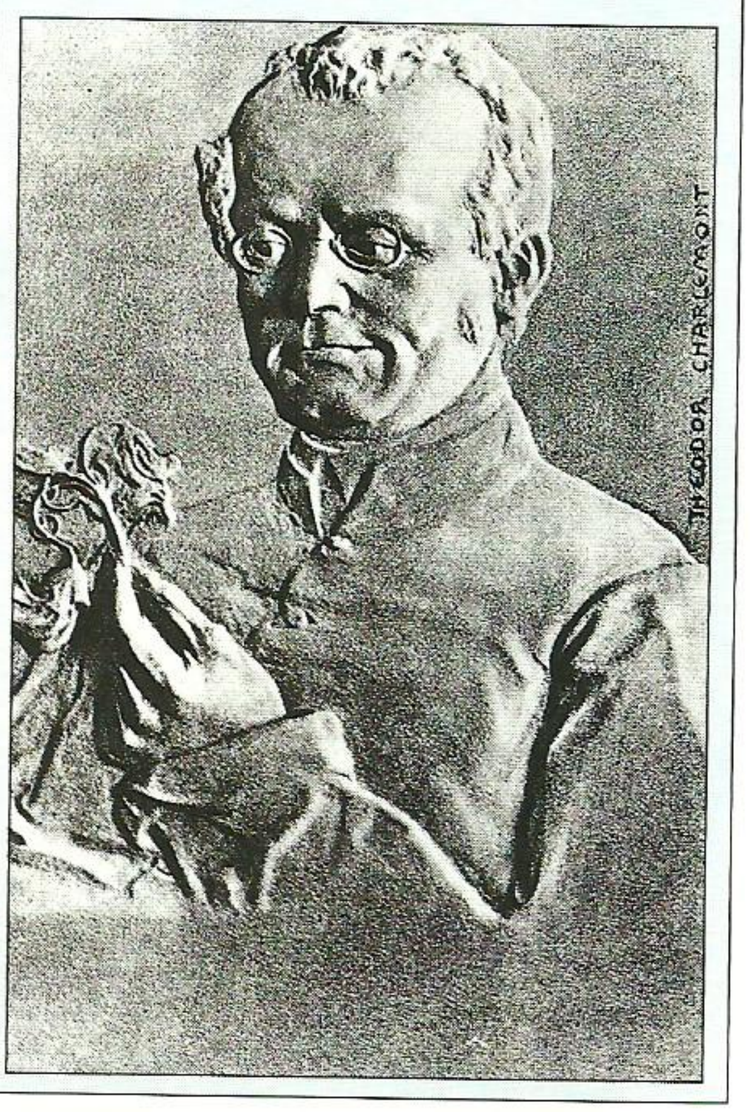
لدى دراسة زهرة معيَّنة يمكنك تحديد طريقة التلقيح التي تتّبعها، وكيفيّة تكوُّن بزورها وتوزُّعها، فضلًا عن الفصيلة التي تنتمي إليها النبتة. وقد جمع علماء النبات آلاف الأنواع من النباتات وأخضعوها للدرس، وحفظوا عددًا منها في «مَعاشِب»، كما وضعوا نماذج من هذه النباتات في متاحف خاصة.

وباستطاعتك أنت، لدى جمعك الأوراق والأزهار، أن تُنشِئ مَعْشَبك الخاص، وأن تجمع المعلومات المتعلِّقة بأزهارك المفضَّلة. ومن أجل حفظها يجب أوّلًا ضَغْطها أو تجفيفها.

■ اكتشاف ■

غريغور مندل

كان غريغور مندل (١٨٢٢-١٨٨٤) رائدًا في علم الوراثة، وهو دراسة انتقال الطبائع والخصائص العامة من جيل إلى جيل. فقد أجرى أبحاثه على نباتات مختلفة لا سيّما القرنيّات (البسلّى). وكان مندل يزرع منها أنواعًا مختلفة، ويلجأ إلى التهجين في أوقات التلقيح، فيزاوج بين هذه الأنواع، ثم يجمع البزور ويزرعها ليدرس خصائص النبتات الجديدة. وبفضل اختباراته نعرف اليوم أنّ الأولاد يرثون طبائع والديهم على شكل «جينات» منفصلة ومختلفة.



اختبار

النَّتْح

تمتصّ النباتات الماء بصورة دائمة عن طريق الجذور، وهذا ما يُعرف بالنَّتْح. وعندما يصل الماء إلى الأوراق يتبخّر قسم كبير منه عن طريق المَسام، وهي الثغيرات الصغيرة المنتشرة على الأوراق التي منها تمتصّ النبتة الغازات أو تخرجها (ص ٤١). في الزهرة يتبخّر الماء من البتلات. ويبيّن لك هذا الاختبار أنّ باستطاعة الماء حملَ العناصر المختلفة، من دون أن تتداخل ببعضها خلال سريان الماء في مختلف أجزاء ساق النبتة.

يلزمك

• قدحان زجاجيّان • مادة غذائيّة ملوِّنة • زهرة لونها باهت • سكّين حاد • شريط لاصق

١ اِملأ القدحين ماءً وأضف مادة ملوّنة إلى أحدهما ثم حرّك المزيج.

٢ اِقطع طوليًّا نصف ساق الزهرة، لتحصل على نصفين.

٣ أُربط نقطة التقاء النصفين بشريط لاصق كي لا تنقصف الساق.

٤ أَدخِل كل نصف في قدح وضعْ الزهرة على حافة شبّاك.

٥ يسري السائل الملوّن في الساق، فيتغيّر لون نصف البتلات، بعد مرور أقل من ساعة.

اختبار

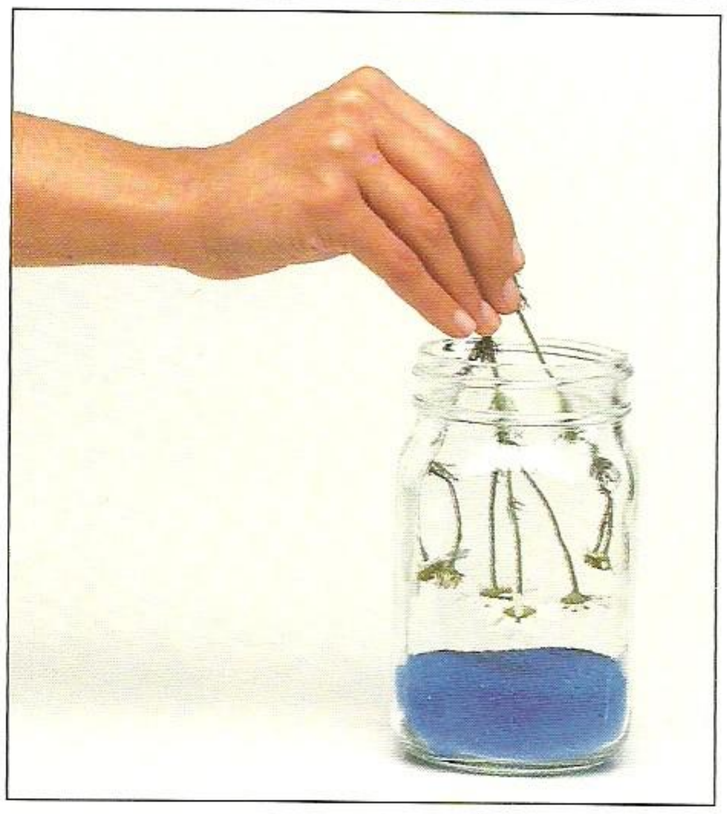
أزهـــار مجفَّفـــة

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

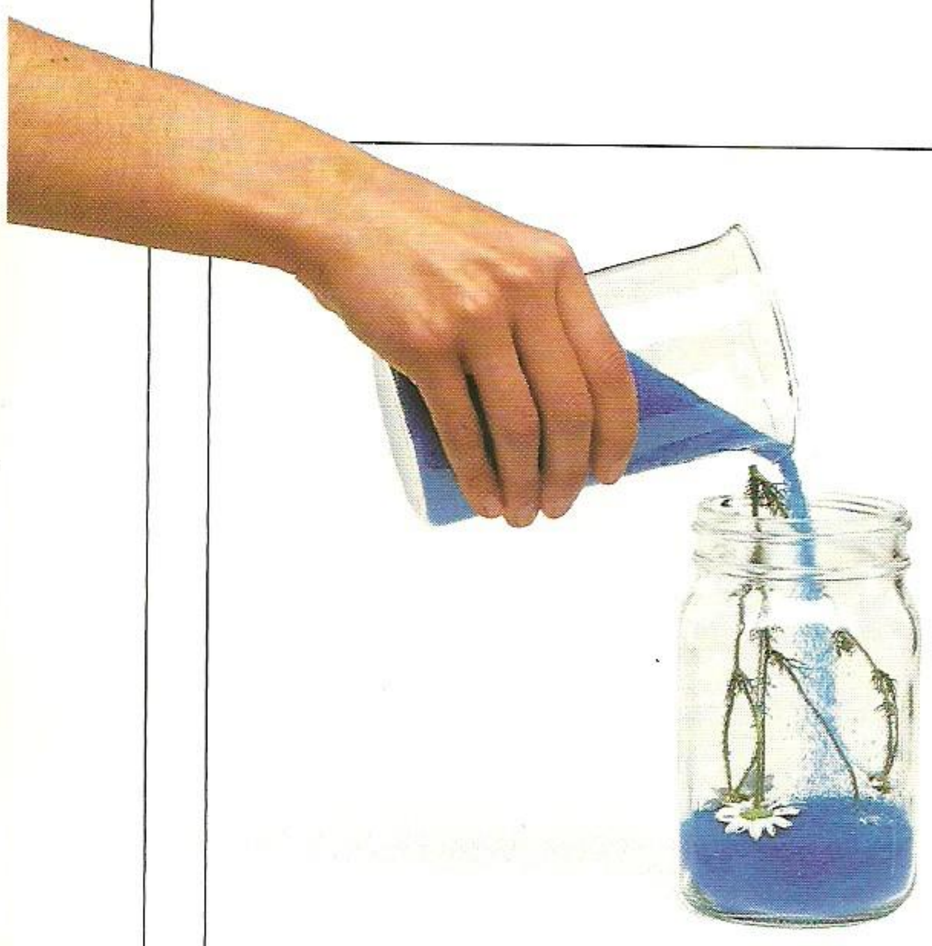
إنّ تجفيف الأزهار هو إحدى الطرق لحفظها. فحُبَيْبات الصوّان المجمَّد تكون زرقاء في حالة الجفاف، وتصبح ورديّة اللون إذا امتصّت الرطوبة. تستطيع استعمال حُبَيبات الصوّان مجدَّدًا بعد أن تجفّفها داخل فرن ضمن حرارة معتدلة.

يلزمك

• أزهار • مرطبان • حُبَيبات الصوّان التي تباع في متجر الخردوات



١ صبّ **قليلًا من حُبيبات الصوّان** في المرطبان ثم ضع الأزهار مقلوبة فوق طبقة الحبيبات.



٢ صبّ **حُبيبات الصوّان** مجدَّدًا حتى تغطّي بها الأزهار. ثم ضع الغطاء وانتظر مدّة لا تقلّ عن أسبوع لكي تجفّ الأزهار.

اختبار

أزهـــار مضغوطـــة

غالبًا ما يستخدم علماء النبات طريقة الضغط في حفظ النباتات والأزهار. يمكنك من أجل ذلك أن تشتري مِكبَس أزهار، إلّا أنّ اللوحة الخشبيّة والكتب تفي بالغرض. في هذا الاختبار يجب وضع النباتات بين ورقتي نشّاف قبل ضغطها. وتكون النتيجة أفضل إذا تمَّ اختيار نباتات لا تحوي الكثير من الماء.

يلزمك

• أزهار • ورق نشّاف • كتب أو لوحة خشبيّة أو مِكبَس أزهار

١ وزِّع الأزهار بشكل متفرّق على ورقة نشّافة، وضعْ فوقها ورقة نشّافة أخرى.

٢ ضعْ فوقها لوحة خشبيّة أو عددًا من الكتب. إن كنت تستعمل مِكبَس الأزهار عليك بإحكام الحزقة الحلزونيّة. بعد أسبوعين أَبْعِد بتأنٍّ اللوحة أو الكتب وانزع الورقة النشّافة فالأزهار المضغوطة.

الثمار وانتشار البزور

لا يستعمل علماء النبات كلمة ثمرة بمعناها المعروف، فالكلمة تشمل مثلًا قرون البسلّى، والبندق وعُليبة الخشخاش أيضًا لأنّها كلّها تنشأ وتنمو انطلاقًا من مبيض الزهرة، تمامًا كثمار الكرز والبرتقال. فبعد أن تُلَقَّح الزهرة تبدأ بالتحوّل إلى ثمرة، فتذبل بتلاتها ومآبرها ثم تسقط، مفسِحةً في المجال أمام نموّ أجزاء أخرى حول البزور التي سرعان ما تنضج وتنتشر.

غلاف واقٍ
ثمرة الكستناء هي الغلاف الشائك الذي يحمي البزور، ويشير تفتّح الغلاف إلى نضج هذه البزور.

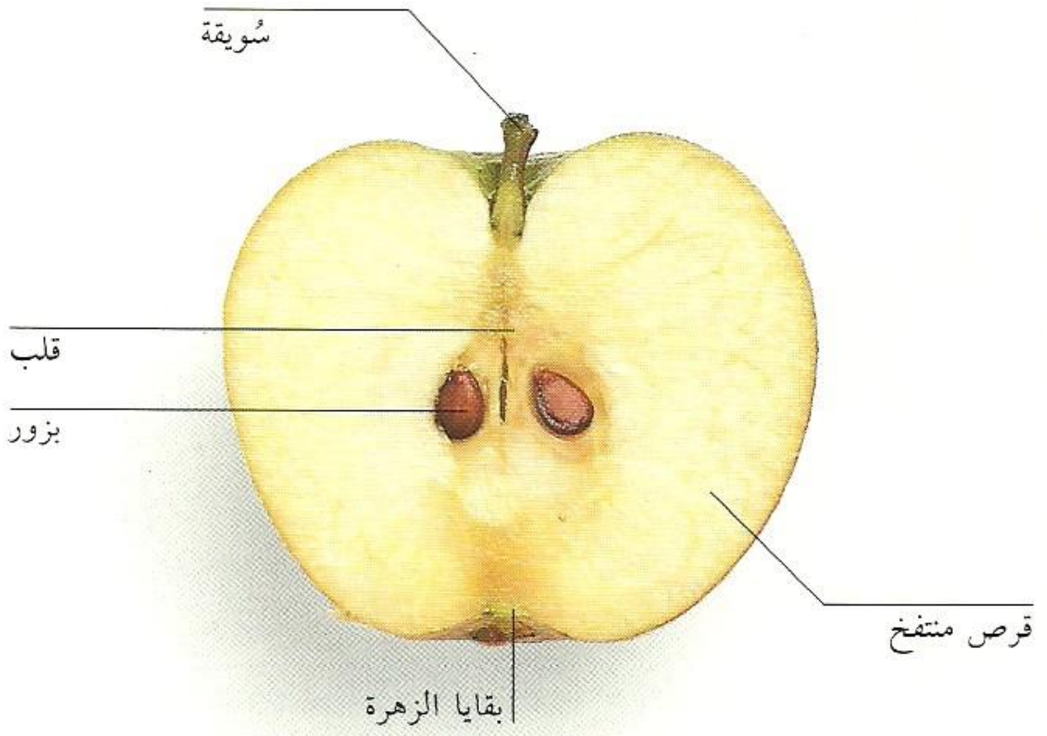
مراقبة الأثمار

يساعدك تفحّص بسيط لثمرة واحدة على معرفة طريقة تكوُّنها وكيفيّة انتشار بزورها، وإذا ما فتحت الثمرة قد تجد فيها بقايا من الزهرة. لا تجد داخل الثمرة الحقيقية إلّا الأجزاء الأُنثوية من الزهرة (المبيض حيث تتكوّن البزور)، أمّا «الثمار الكاذبة» (أدناه) ففيها أجزاء أخرى أيضًا. وكل ما هو كثيف اللبّ وذو طعم يشير إلى أنّ الحيوانات تتدخّل في انتشار بزوره، علمًا أنّ الثمار الجافّة تنشر بزورها بطرق متنوّعة (أُنظر الصفحة المقابلة).

عُلَيبة الخشخاش
إنّ عُلَيبة الخشخاش ثمرة جافة تحوي عددًا كبيرًا من البزور، تكون محفوظة داخل الثمرة خلال فترة نموّها. عندما تنضج، تجفّ العُلَيبات وتتشقّق في القسم الأعلى منها، فيحمل الهواء البزور إلى أماكن أخرى.

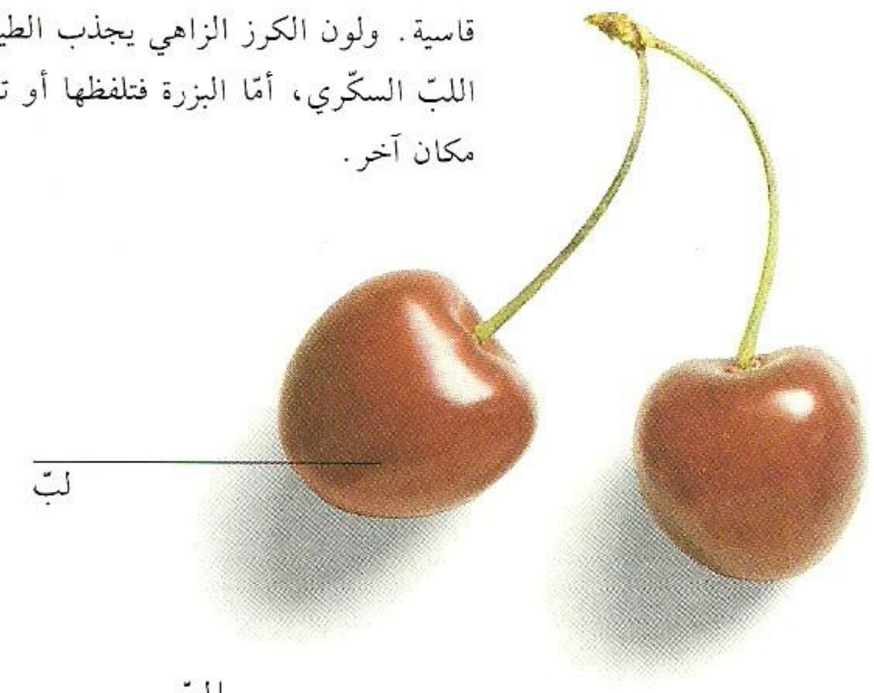
ثمرة كاذبة

ليست التفاحة والإجّاصة (الكُمَّثراة) ثمرتين حقيقيّتين، إذ إنّ قلب التفاحة هو الثمرة. أمّا اللبّ الريّان الذي يُؤكَل فيتكوّن انطلاقًا من قرص الزهرة (ص ٤٦) الذي ينتفخ حول الثمرة الحقيقيّة.



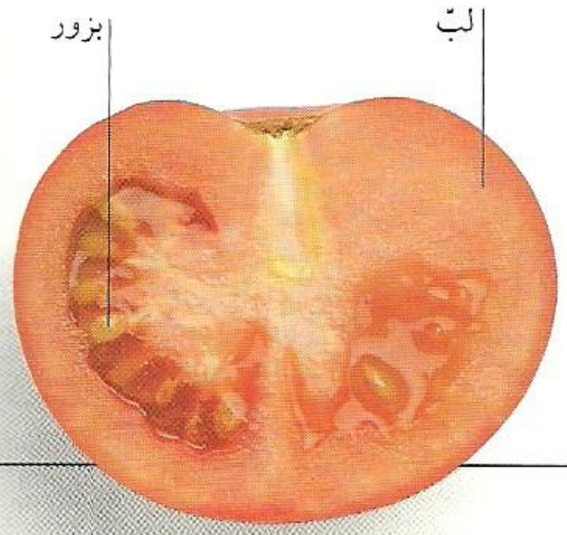
بزور في غلاف واقٍ

نجد داخل ثمرة الكرز بزرة واحدة هي النَّواة مغلَّفة بقشرة قاسية. ولون الكرز الزاهي يجذب الطيور التي تهضم اللبّ السكّري، أمّا البزرة فتلفظها أو تخرجها فتنمو في مكان آخر.



ثمار الخضرة

تعدّ البندورة (الطماطم) من الثمار في لغة علماء النبات، وكذلك الباذنجان واللوبياء والفليفلة والأفوكادو. فالبزور تُرى بوضوح وتؤكل مع الثمرة.



انتشار البزور

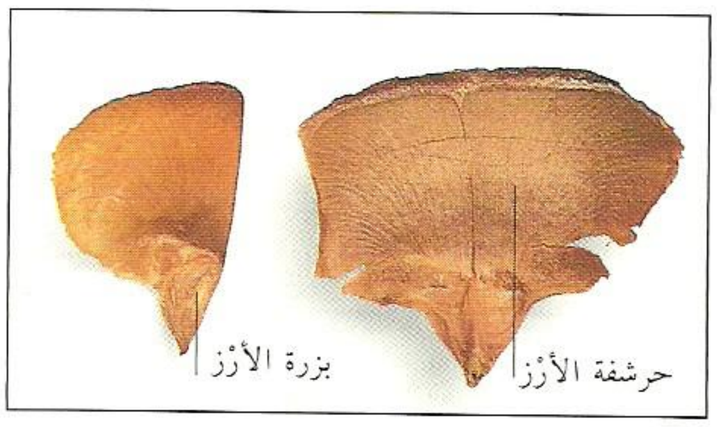
إذا نمت نبتة صغيرة بجوار مثيلاتها الكبيرة، فإنها تُحرم حتمًا من الضوء والرطوبة. وعدم قدرة النبتة على التنقّل يفرض نشر بزورها بعيدًا. يعطي القسم الأكبر من النباتات عددًا كبيرًا من البزور من أجل أن يجد بعضها حقلًا ملائمًا للنموّ. وتستعين النباتات بالهواء أو الماء أو الحيوانات لنشر بزورها، كما أنّ عددًا منها له ثمر خاصّ يستطيع بنفسه أن يرمي البزور بعيدًا.

دور الماء في نشر البزور

بعض النباتات تستعين بالماء لنشر بزورها، منها شجرة في أميركا الشماليّة تعيش على ضفاف الأنهار تُعرف باسم شجرة التوليب (شجرة الخُزامى). فعندما تنضج ثمارها وتجفّ تقع في مجرى الماء الذي يحملها إلى مكان آخر. أمّا ثمرة جوز الهند فتساعدها أليافها على أن تطفو، وفي داخلها مخزون من المياه مُعدّ لتغذية النبتة الجديدة.

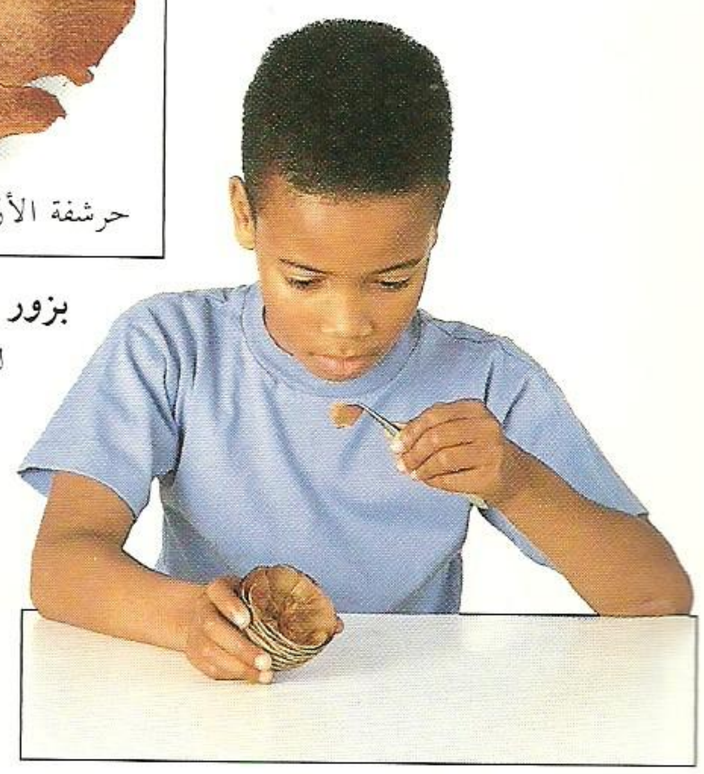
الطيران والتحليق

غالبًا ما تكون الثمار المحتوية على البزور ذات أشكال تساعد الهواء على حملها. فيكون لها زغب كثمرة الشوك، أو طرف جناح كثمرة القَيقب، أو مظلّات صغيرة كثمرة الطَّرَخْشَقون. وهذه الأشكال تساعد الهواء على حملها مسافات قد تبعد مئات الكيلومترات عن النبتة التي أنتجتها.



بزور الصنوبريّات

ليس للصنوبريّات ثمار، فبزورها تتكوّن داخل أكواز وتكون محميّة بحراشف. لدينا هنا بزور أرز، لكنّها شبيهة بأكواز الصنوبر فعندما تجفّ الأكواز تتفتّح محرّرةً البزور التي تكون قد أصبحت ناضجة.



الانتشار بواسطة الحيوانات

إذا ما اجتزتَ أحد الحقول، في آخر فصل الصيف، فقد تعلق بثيابك حُبَيبات ذات رؤوس شائكة وكُلّابية. ولدى تخلّصك منها فإنّ الحبيبات الواقعة تنبت وتنمو إذا توفّرت لها ظروف ملائمة. تجذبُ نباتات أخرى بعض الحيوانات، بما تقدّمه من حبوب مغذّية أو ثمار طيّبة. فالسناجب وسائر القوارض تتغذّى منها وتعمد إلى دفن بعضها من أجل ادّخارها لفصل الشتاء، غير أنّها (أي الحيوانات) لا تخرجها كلّها من الأرض، ممّا يجعلها تنتش.

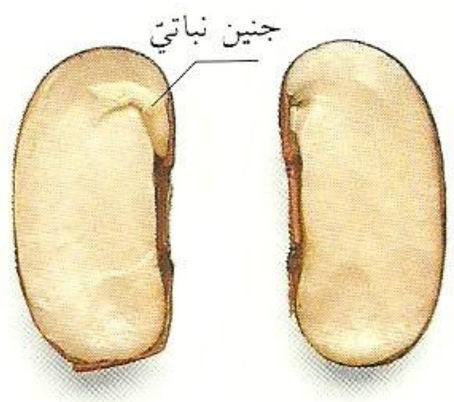
تحمل السناجب ثمار البلّوط بعيدًا وتدفنها

الانتشار الآليّ

لدى بعض النباتات طرق بارعة في نشر البزور، فإذا ما جفّت ثمارها تصبح على شكل مِقلاع أو قاذفة ترسل البزور بعيدًا، هذا ما نلاحظه في بزرة نبتة إبرة الراعي التي، إذا هزّها الهواء، تنطلق منها البزور في كل اتّجاه وهناك نباتات تنتشر بزورها عند تعرّضها للّمس. كما أنّ ثمار بعض النباتات، من فصيلة الخيار تنفجر لدى نضوجها وتقذف بزورها بعيدًا.

إنتاش البزور

تتكثّف في البزور الموادّ الحيّة، فكل بزرة تحوي فوفًا، أو جنينًا نباتيًّا، يتحوّل إلى نبتة، وفلقاتٍ توفّر الطاقة الضروريّة للنموّ، وهذه الطاقة يؤمّنها مخزون الغذاء. وتتّسم بعض البزور بالصلابة الزائدة فتبقى في حالة من الرقود يمكن أن تستمرّ أشهرًا أو سنوات أو حتى قرونًا. إلّا أنّ الحياة قد تعود إليها فجأة بفعل الرطوبة والنور والحرارة. وخلال عمليّة الإنتاش تنقسم البزرة لتعطي نبتة جديدة.



داخل البزرة
ضع حبّة فاصوليا في الماء مدّة ٢٤ ساعة، ثم افتحها فترى الجنين بارزًا.

اختبار
طرق متنوّعة للإنتاش

لماذا ينبت العشب من جديد بعد جزّه؟ فلنكتشف كيفيّة نموّ الخَضير (عشب الملاعب) والرَّشاد، بعد جزِّهما بالمقصّ.

يلزمك
- سماد خليط • بزور رَشاد
- بزور خَضير • مقصّ • وعاءان

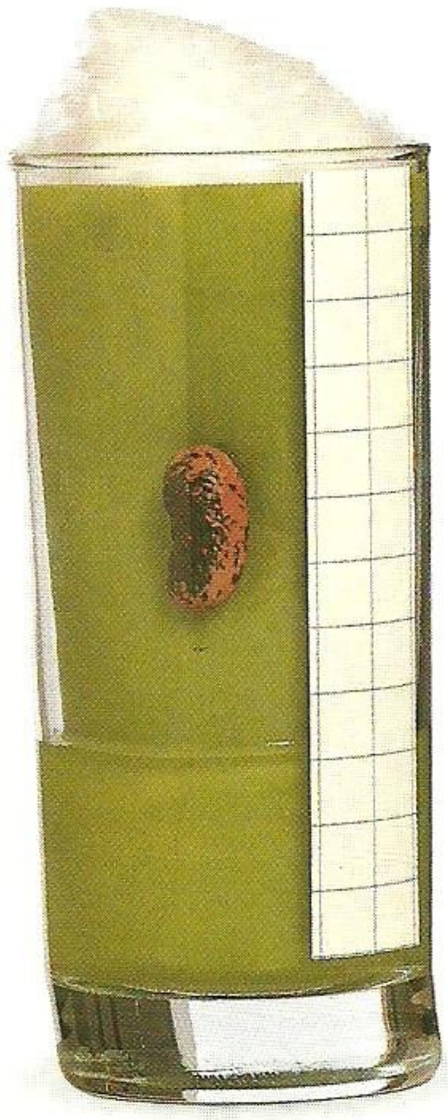
الخَضير بعد أسبوع
تنمو جذور البزور سريعًا، والأوراق الطويلة النامية والمتقاربة تشكّل بساطًا أخضر.

الخضير بعد أسبوع من جزّه
تكون نقاط نموّ العشب قريبة من مستوى التراب، فيستمرّ العشب بعد قصّه في النموّ.

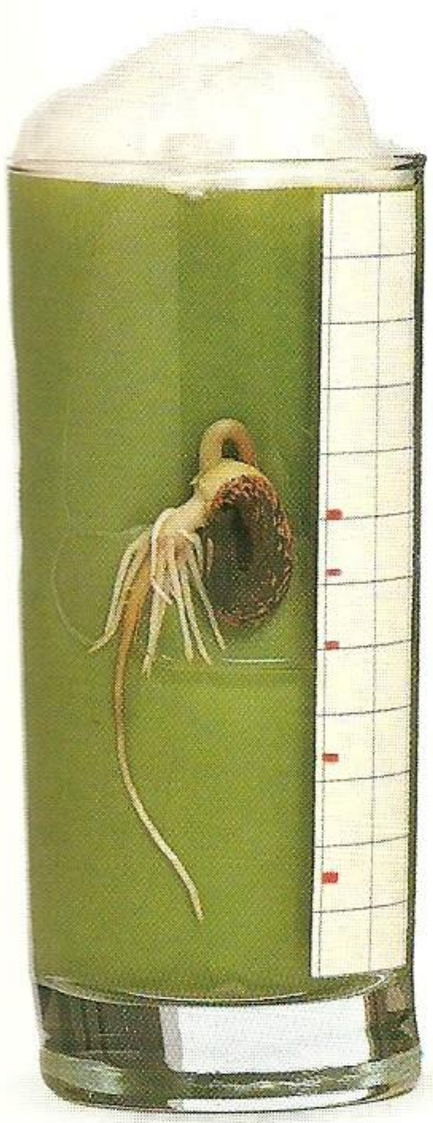
اختبار
الإنتاش وسرعة النموّ

تنتش البزور عادةً في التربة، ممّا يجعل مراقبة نموّها أمرًا صعبًا. أما إذا زرعنا البزور في أكواب زجاجيّة فنستطيع متابعة تطوّر نموّها. البزور المتنوّعة تنتش بطرق مختلفة، لذا نجري الاختبار هنا على بزور الفاصوليا والذرة ودَوّار الشمس. نبطّن داخل الأكواب بورق نَشّاف، ثم نحشوها بقطن يتشرّب الماء. ثم نضع البزور بين الزجاج والورق النشّاف ونصبُّ في الأكواب كميّة من الماء لا تغطي البزور. نضع الأكواب، بعد ذلك، في مكان مظلم، وندوّن يوميًّا علامات تسجِّل حركة نموّ البزرة، كما نضيف قليلاً من الماء للمحافظة على الرطوبة.

يلزمك
- بزور فاصوليا، ذرة، دَوّار الشمس • ورق نَشّاف
- أكواب زجاجيّة • أوراق بمربّعات • قطن • قلم تلْوين



بزرة الفاصوليا: اليوم الأوّل
يبدو أن شيئًا لا يحدث، مع ذلك فإن البزرة تتشرّب الماء وتبدأ في داخلها عمليّة إنتاش بطيئة.



بزرة الفاصوليا: اليوم الخامس
تنمو الجذور بسرعة، وتبرز من البزرة ساق منحنية. أمّا الفلقتان فإنهما لا تزالان داخل غلاف البزرة.

الرَّشاد بعد أسبوع

كل نبتة رَشاد تحوي فلقتين موصولتين بساق دقيقة.

الرَّشاد بعد أسبوع من جَزّه

تتوقّف النبتات عن النموّ لأن نقاط نموّها الموجودة في أعلى الساق قد قُطعت.

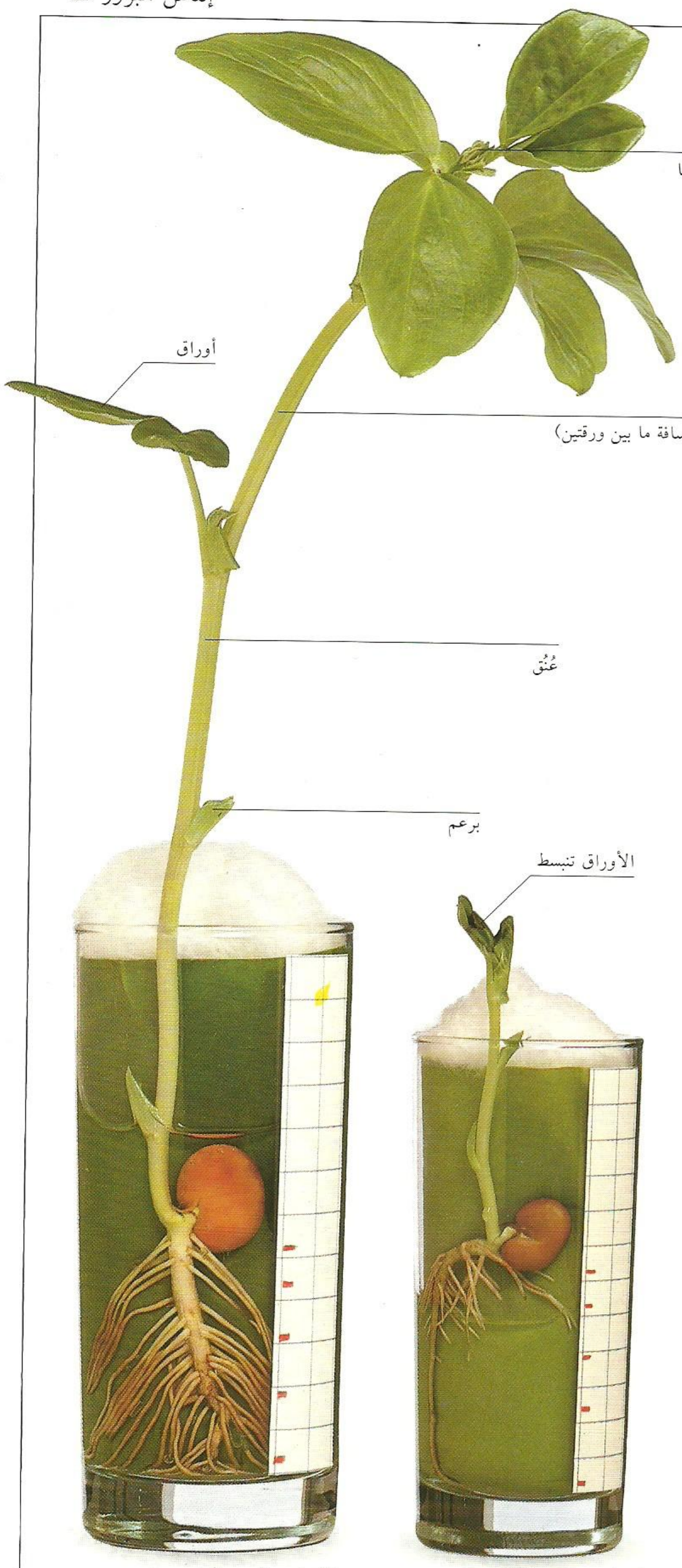
تصل الساق في نموّها إلى حدّها النهائيّ

أوراق

أنبوبة الساق (المسافة ما بين ورقتين)

عُنُق

برعم



الفول: اليوم الرابع عشر

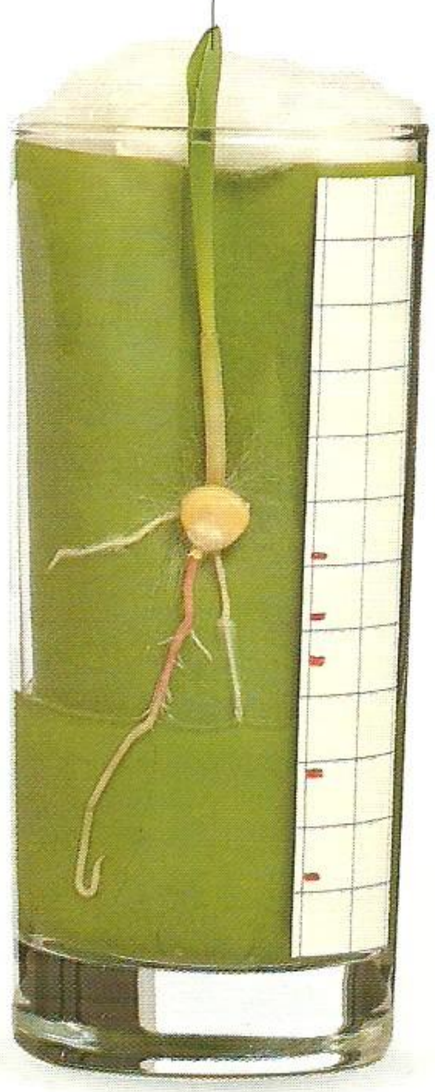
تكبر النبتة بسرعة، فتثبّتها الجذور القويّة، في حين أنّ الساق تزداد نموًّا بحثًا عن الضوء.

الأوراق تنبسط

الفول: اليوم الثامن

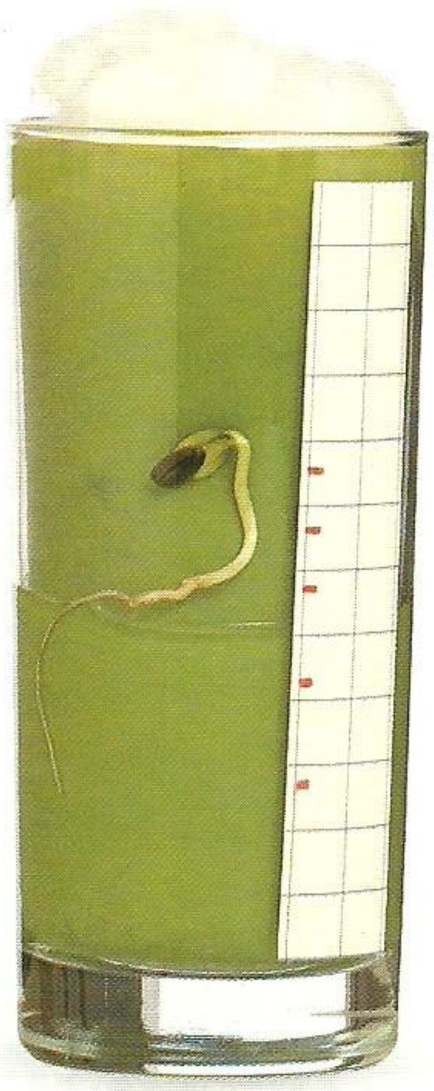
تبرز الورقة الأولى، ممّا يمكّن النبتة من تأمين غذائها بواسطة التخليق الضوئيّ.

أوراق ملتفّة حول الساق الأنبوبيّة



الذرة: اليوم الخامس

تعطي نبتة الذرة الجديدة عدّة جذور وتُنبت ساقًا طويلة أُنبوبيّة الشكل. والفلقة الوحيدة تبقى داخل الغلاف.



دَوّار الشمس: اليوم الخامس

ينمو من دَوّار الشمس جذر طويل ودقيق. وتحرّر الساق الفلْقتين من غلافهما.

الأشجار

تنتمي الأشجار إلى فصائل نباتيّة متنوّعة. فالفرق بين السنديان والصنوبر كالفرق بين العصفور والخفّاش، إلّا أنّ الأشكال المتقاربة تجعلنا نعتقد أنها متشابهة. الأشجار عند علماء النبات هي مجموعة من النباتات المتباينة التي تتبع نمطًا واحدًا، هو النموّ والارتفاع، والكفاح من أجل اكتساب النور.

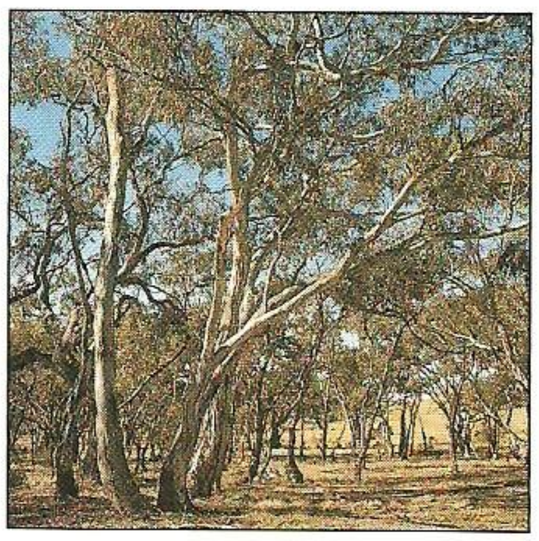
الشجرة نبتة كبيرة تطوّرت عبر تقوية ساقها أو جذعها كي تعلو فوق سائر النبتات وتلتقط النور. وخلال عمليّة التطوّر تحوّلت النبتات الصغيرة تدريجيًّا إلى أشجار، إذ إنّ عمليّة التكيّف نفسها تكرّرت عدّة مرّات.

حراشف كوز الصنوبر
تتفتّح في أوقات الحر وتحرّر بزورها.

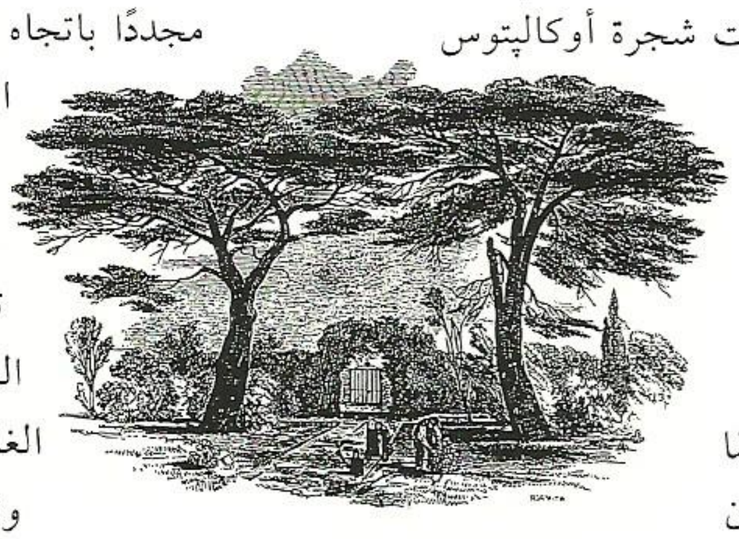
دائمًا نحو الأعلى

قضى الانتخاب الطبيعيّ (ص ٢٢) أن تشمخ الأشجار حتى تصل إلى ارتفاعها الأقصى. إنّ أعلى شجرة حيّة حاليًّا هي شجرة السّكُوية، في كاليفورنيا، ويصل ارتفاعها إلى ١١٢م. لكن هذا الارتفاع لا يُعدُّ رقمًا قياسيًّا، ففي القرن التاسع عشر سقطت شجرة أوكالبتوس في أستراليا، وعلى الرغم من فقدها القسم العُلوي، أي القمّة، فإنّ طولها تجاوز ١٣٠م، ممّا يعني أنّها ينبغي أن تكون أكثر من ١٥٠م. وقد عَرَفَتْ ولاية كولومبيا البريطانية في كندا، وولاية واشنطن في الولايات المتحدة عددًا كبيرًا من أشجار تنّوب دوغلاس العملاقة، لكنها سقطت منذ زمن طويل تحت ضربات فؤوس الحطّابين.

في الوقت الذي تمتدّ الجذوع نحو العلاء طلبًا لمزيد من النور، تقوى جذور الأشجار في الأرض. ولا تعني القوّة، بالضرورة، امتدادًا في الأعماق، فمعظم الأشجار تصادف صخورًا على عمق لا يتجاوز المتر الواحد، ممّا يجعل الجذور تنتشر في العرض، قدر الإمكان، على شكل مِرْوحيّ. فشجرة زان كبيرة يمكن أن يصل قطر جذورها إلى خمسة أمتار. ولدى بعض أشجار الغابات المطيرة جذور داعمة مقوَّسة تتكوّن من امتدادات صلبة للجذع (قد يصل عددها إلى أربعة أو أكثر). وهذه الجذور تنطلق عاليًا إلى ارتفاع أربعة أمتار ثم تمتدّ مجددًا باتجاه الأرض. كان الاعتقاد السائد أنّ دور هذه الجذور هو تدعيم الأشجار الضخمة في الغابات المطيرة. وقد أراد علماء الطبيعة مؤخّرًا التحقّق من هذه الفكرة، فكانت النتيجة أنّ هذه الأشجار التي تنبت في جذوعها جذور مقوَّسة لا ترتفع أكثر من سواها، وغالبًا ما تسقط بفعل العواصف. هذا لا يثبت الفكرة القائلة إنّ الجذور المقوَّسة تجعل الأشجار أكثر متانة من سواها، وإنّما يُبيِّن أنّ عالَم الأحياء ليس بسيطًا كما يبدو.



تصبح **أوراق الأوكالبتوس** قاسية وزَيْتيّة، ممّا يساعدها على تحمّل حرارة الشمس القويّة.



تملك **صنوبريّات كثيرة** جذوعًا من دون أغصان، ترتفع مستقيمة، وهذا ليس حال أشجار الأرز.

عندما تكون المياه قليلة تغوص الجذور، ويمكن أن تبلغ أعماقًا سحيقة. أعمق الجذور المعروفة هي جذور التين البرّي، إذ يمكن أن تصل إلى عمق أكثر من مئة متر، وذلك في تربة منطقة شبه صحراويّة من إفريقية الجنوبية حيث الصخور طريّة وسهلة التفتّت.

أنواع الأشجار

هناك اليوم خمس مجموعاتٍ من الأشجار، والنوعان الأكثر شيوعًا هما الصنوبريّات (كالصنوبر والتنّوب) والأشجار العريضة الورق (كالسنديان والقَيقب والأوكالِيْتوس والنخيل). والمجموعات الثلاث الباقية نادرة، وتتمثّل بالسرخس المتشجِّر (ص ٦٢-٦٣) والجِنْكة (شجرة المعبد) والسيكاس.

الصنوبريّات

هي الأشجار التي تثمر أكوازًا تغلّف بزورًا مخروطيّة الشكل، كالتي ينتجها شجر الصنوبر والتنّوب. هذا النوع يشمل الشربين والسكوية والعرعر والصندل والطَّقْسوس.

أنواع كثيرة من الأشجار العريضة الورق تثمر جوزًا أو حبوبًا كبيرة.

للصنوبريّات إجمالًا أوراق حادّة، دقيقة كالإبر، أو مسطَّحة ومتصلّبة كالجلد. تبقى هذه الأشجار بمعظمها خضراء وتحتفظ بأوراقها ثلاث أو أربع سنوات. فالأوراق إذًا ينبغي أن تكون متينة لتقاوم الحشرات. والواقع أن موادّ كيميائيّة صمغيّة هي الراتينَج، تعطي أوراقها رائحة صنوبريّة قويّة تبعد الحشرات. ويمكن التعرّف إلى أنواع عديدة من الصنوبريّات من خلال روائحها فقط، فالتنّوب له رائحة فاكهة مطبوخة، والأَرْز الأحمر له رائحة الأناناس.

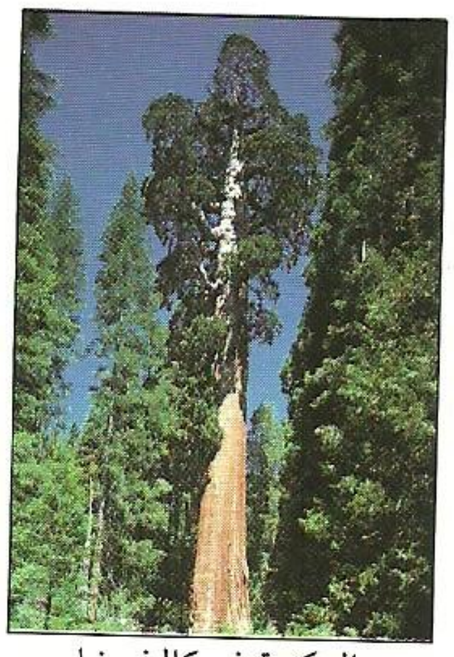
لا تثمر الصنوبريّات كلّها أكوازًا صلبة، فأكواز العرعر مثلًا تشبه الثمار العنبيّة لدى بعض النباتات المزهرة، وهي مثلها تجذب العصافير. وفي ذلك دلالة على التطوّر التقاربيّ، فالانتخاب الطبيعيّ أعطى التركيب نفسه لنبتتين مختلفتين كليًّا.

■ الأشجار العريضة الورق

هي نباتات مزهرة، فالكرز مثلًا ينتمي إلى فصيلة الورد، والأقاقيا تنتمي إلى فصيلة البسلّى. الأوراق في هذه الأشجار تكون عادةً عريضة ودقيقة، من هنا تسميتها بالوَريقة، مع العلم أنّ أوراق بعضها لا تنطبق عليها هذه الأوصاف.

تفقد بعض هذه الأشجار أوراقها مرّة في السنة. ففي المناطق المعتدلة، وخصوصًا في أوروبا وأميركا الشماليّة، تتساقط الأوراق في الخريف وتمضي الأشجار حياة بطيئة في الشتاء. وقُبيل سقوط الأوراق تتخذ الشجرة لنفسها كلّ ما يمكن أن يفيدها، وخلال ذلك تتبدّل ألوان الأوراق فتصبح حمراء أو صفراء برتقاليّة. وفي بعض المناطق المداريّة يؤدّي تقلّب المناخ بين الجفاف والرطوبة (مع رياح موسميّة) إلى تساقط الأوراق قبل أوانها.

أمّا النخيل فيشكّل مجموعة خاصّة من الأشجار الوَريقة، وينتمي إلى طائفة فرعية من النباتات المزهرة، هي طائفة وحيدات الفلقة. تشمل هذه المجموعة، فضلاً عن النخيل، العشب والسَّحْلَبيّة (الأُركيد) والزنبق والسوسن. هذه النباتات لا تتخذ بسهولة شكل الشجر بسبب طريقة نموّها، فجذع النخلة يختلف كلّيًّا عن جذع الصنوبر أو السنديان أو القَيْقب، إذ إنّه مكوَّن من أعناق الأوراق الساقطة القاسية التي تشكّل بنية صلبة شبيهة بالجذع.



السكوية في كاليفورنيا
هي أكبر الكائنات الحيّة على الأرض.

■ الجِنْكة

الجِنْكة نوع فريد من الأشجار، والصنوبريّات هي أقرب الأنواع إليه، لكنّه لا يثمر أكوازًا وليست أوراقه إبريّة الشكل. فالجنكة التي نصادفها في كثير من الحدائق والبساتين تشبه الصفصاف أو الدردار. وإذا ما تأمَّلناها عن قرب نلاحظ أنّ لها أوراقًا غريبة مثلّثة الشكل، تنطلق عروقها من العنق وتنفتح على شكل مروحة. لا نجد شجرة واحدة حيّة لها أوراق مماثلة، وإنّما نقع على شبيهة لها في أحافير يعود تاريخها إلى مئة وخمسين مليون سنة، ممّا يدلّ على أنّ الجنكة كانت منتشرة بكثرة.

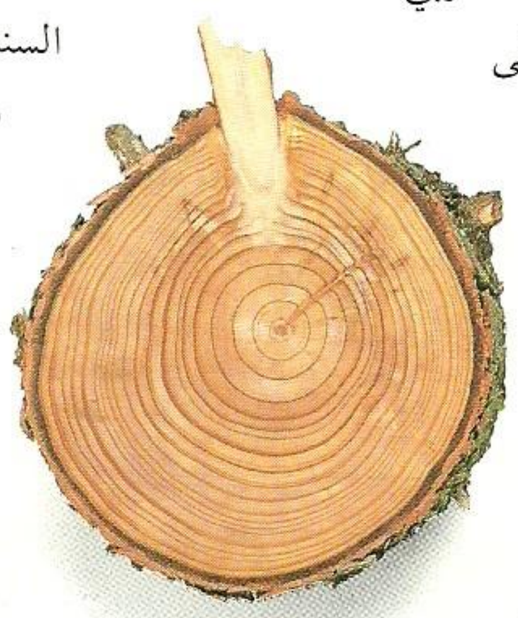
واكتشف علماء النبات الأوروبيّون شجرة الجنكة في القرن الثامن عشر، وذلك داخل المعابد البوذيّة في الصين واليابان، حيث كانت تُعتبر من الأشجار المقدّسة. وفي القرن العشرين اكتُشِفَت أنواع برّيّة من الجنكة في أحد أودية الصين كان يُعتقَد أنّها انقرضت منذ ملايين السنين.

تشير **الخطوط على سطح الورقة** إلى اتّجاه العروق التي تحمل الماء والعناصر الغذائيّة.

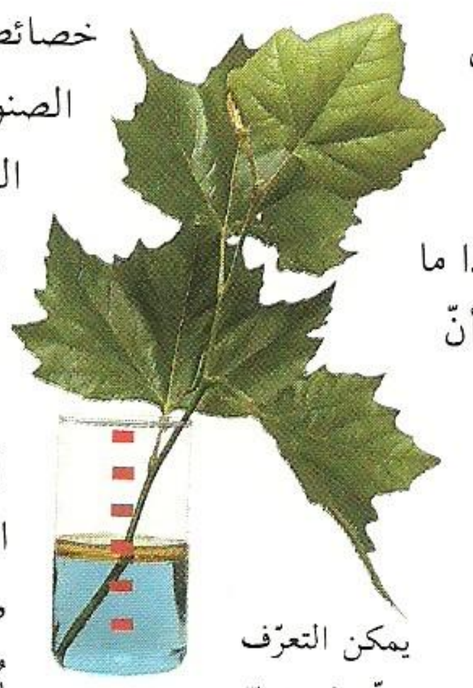
■ السيكاس

للأشجار النادرة هذه قرابة بعيدة من الصنوبريّات، ويمكن العثور عليها في المناطق المداريّة وشبه المداريّة. وهي تشبه أشجار النخيل الصغيرة الكثيفة، وتثمر أكوازًا ثقيلة يصل وزن بعضها إلى ستة وثلاثين كليوغرامًا. هذه الأكواز الهائلة تكون بعض أنواعها حمراء زاهية أو صفراء.

السيكاس، كالجنكة، لها خصائص أكثر بدائيّة من الصنوبريّات والأشجار الوريقة، فلقاحها يتحرّر بواسطة الخلايا الذكريّة ويتّجه نحو الخلايا الأنثويّة. والساغو دقيق يُستخرج من جذوع السيكاس وبزورها، وهو صالح للأكل بشرط أن يُطبَخ بعناية لأنه يحتوي على مادّة سامّة.



الحلقات الظاهرة
في هذا المقطع من جذع الصنوبر تدل على نموّ عاديّ وسريع.



يمكن التعرّف بدقّة إلى كميّة **المياه** التي تستهلكها ورقة.

بِنية الشجرة

الأشجار هي الكائنات الحيّة التي تعمّر طويلًا، وقد ساعدها تطوّر جذوعها على تجاوز النباتات الأخرى وتلقّي الكثير من النور. فإذا ما راقبْتَ شجرة في غابة أو في حقل مكشوف تلاحظ أنّ شكلها يتكيَّف مع المحيط الذي تنمو فيه. فالشجرة التي تتزاحم في الغابة مع مثيلاتها ترتفع عاليًا لتبلغ النور، وغالبًا ما تكون الأوراق مكثّفة في أغصانها العليا. أما التي تكون من النوع نفسه وتنمو في حقل مكشوف فلا تضطر إلى المزاحمة وبذل الجهد لبلوغ النور، ولهذا فإنّ شكلها غالبًا ما يكون عريضًا ومستديرًا.

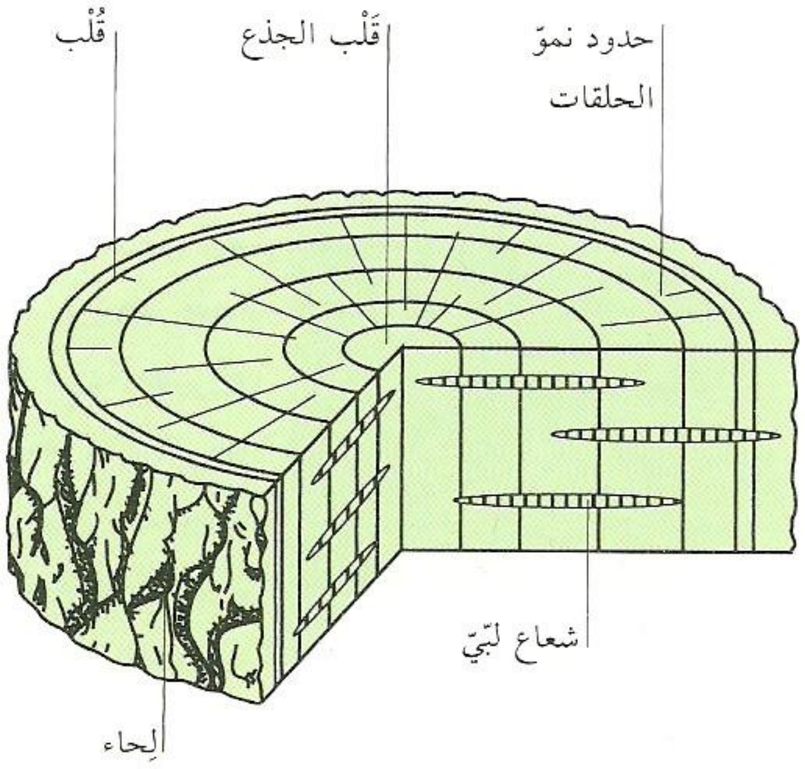
كما أنّ خشب الأشجار يختلف من نوع إلى آخر. فخشب البَلْسا هو أخفّ من الماء بعشر مرّات، في حين أنّ خشب الأبنوس الأسود هو أثقل من «البَلْسا» بخمس عشرة مرّة، فإن وضعناه في الماء غاص.

التكيّف مع المحيط

تنمو شجرة الزُّعرور هذه على رأس منحدر معرَّض للرياح. وهذه الرياح أعطتها شكلًا خاصًّا بعدما جفّفت براعمها من جهة واحدة.

مراقبة الخشب

تشير الحلقات المرسومة في الخشب إلى نموّه نحو الخارج. فتحت القشرة مباشرةً تقع طبقة خاصة تُعرف بالقُلْب، فيها تتكاثر الخلايا. وهذا ما يساعد على نشوء طبقة خشبيّة جديدة كل سنة.



خلال عمليّة نموّ الشجرة، تمتلئ الخلايا القديمة والقريبة من قلب الجذع تدريجيًّا من مادّة «الخَشَبين»، ثُم تموت. والخشبين مادّة تعطي الشجرة صلابتها. أمّا قلب الجذع فيتميّز بلونه القاتم. ويُلاحظ في الجذع وجود أشعّة لُبّيّة تصل بين طبقاته الخارجيّة والداخليّة.

اختبار

تقدير عمر الشجرة

يمكنك أن تقدّر عمر الشجرة عن طريق قياس محيط جذعها. ففي المناطق المعتدلة تنمو الأشجار بمعدَّل ٢,٥ سم كلّ سنة، وهذا ما يساعد على معرفة عمر الشجرة، إذا قَسمْت محيط الجذع على هذا العدد.
لكنّ الأشجار لا تخضع كلّها لهذا التقدير، فأشجار السكوية والأوكالبتوس وبعض أنواع التنّوب، يبلغ معدّل نموّها أكثر من ذلك. وبالمقابل فإنّ أشجار الطَّقسوس والليمون الحامض والكستناء (أبو فروة) تكون بطيئة النموّ. أمّا النخيل فيرتفع من دون أن يكبر حجمه.

يلزمك

- شريط قياس

١ اِستعن بشريط قياس لتقيس محيط جذع شجرة، على ارتفاع متر ونصف عن الأرض.

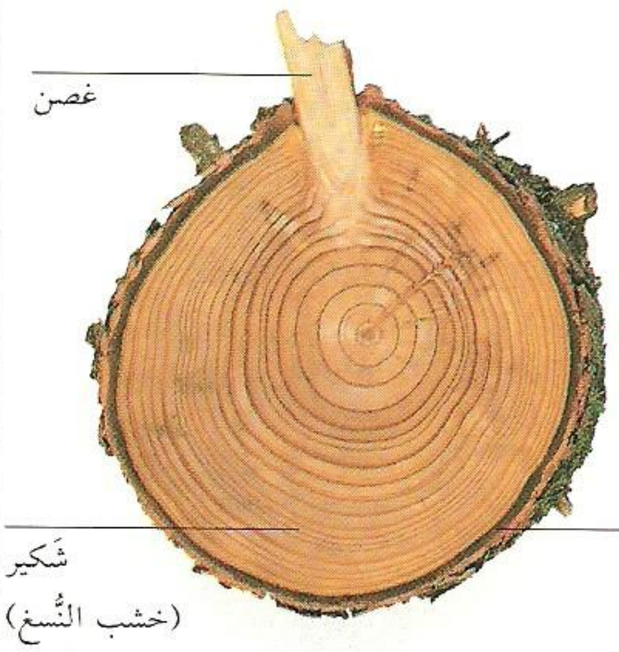
٢ اِقسم النتيجة على ٢,٥ سم لتعرف عمر الشجرة.

حلقات النموّ

تنمو الأشجار بشكل لافت في فصل الربيع، ذلك أنّ نموّها في الصيف يكون بطيئًا. إلّا أنّ خشب الأشجار في الصيف يكون أكثر كثافة منه في الربيع حتى إنّه يبدو كحلقات نُموّ. الحلقة العريضة تعني أنّ النموّ كان جيّدًا خلال السنة، والحلقة الضيّقة تعني أنّ النموّ كان بطيئًا لأنّ الشروط المناخيّة لم تكن ملائمة. وإذا ما نمت شجرة في حقل مكشوف ولكن معزول عن الرياح فإنّ حلقات جذعها تكون متساوية البعد في محيط الجذع كلّه. أمّا إذا نمت في الظلّ أو كانت عرضة للرياح فإنّ الحلقات من جهة النور أو الهواء تكون أكثر عرضًا.

نموّ مضطرب

تبدو حلقات هذه السنديانة متزاحمة وغير مركّزة. لأنّ جهة اليمين نمت بسرعة تفوق جهة اليسار.



نموّ طبيعيّ

يشير جذع هذه الصنوبرة إلى نموّ طبيعيّ. ومع أنّ حجمه هو بحجم السنديانة فحلقاته أقلّ عددًا لأنّ نموّه كان أسْرَع.

اختبار

قياس ارتفاع الشجرة

هذه طريقة تساعد على معرفة ارتفاع الشجرة من دون تسلّقها. وهي تقضي بإقامة مقارنة بين ارتفاع الشجرة وارتفاعٍ آخر معروف، كطول أحد الأصدقاء.

يلزمك

• شريط قياس • ورقة • قلم • صمغ

١ قِسْ طول صديقك ودوّنه على ورقة.

٢ ليقف صديقك قرب جذع الشجرة.

٣ اِمسك قلمًا بيد وقضيبًا خشبيًّا باليد الأخرى ومدَّه عموديًّا بطول ذراعك. وبنظرك اجمع بخط مستقيم بين رأس القضيب ورأس صديقك، ثم ضعْ على القضيب إشارة بقلمك في النقطة التي يصل إليها خط مستقيم من قدميه.

٤ من المكان نفسه اجمع بنظرك بين رأس الشجرة وطرف القضيب العلويّ.

٥ ضَعْ بقلمك علامة عند النقطة التي يصلها خط مستقيم من أسفل الجذع.

٦ تستطيع أن تحسب ارتفاع الشجرة لأنّ العلامتين على القضيب تعطيان نسبة الارتفاع. فإذا كان طول صديقك ١,٥م والشجرة عشرون مرّة أكبر، يكون ارتفاعها ٣٠ م.

اللِّحاء والأوراق

تطوّرت الأوراق من أجل التكيّف مع المناخات المتنوّعة. فأوراق الصنوبريّات إبريّة الشكل قويّة، تستطيع أن تقاوم برد الشتاء وحرّ الصيف وعواصف الجبال. أمّا الأشجار «الوريقة» فهي أقل تحمُّلًا ولا سيّما في المناطق المعتدلة. وبما أنّها تبدّل أوراقها كلّ سنة، فهي ليست بحاجة إلى حماية كبيرة ضدّ الثلج والشمس والرياح. إنّ الأشجار ذات الأوراق الدائمة، كشجر الأوكالبتوس، تمتلك أوراقًا سميكة وصلبة تدوم عدّة سنوات.

أمّا اللِّحاء، وهو غلاف جذع الشجرة وأغصانها، فقد يكون سميكًا خشنًا، أو رقيقًا ناعمًا. وهو يتمدَّد خلال عمليّة النموّ، ممّا يوجِد في الطبقة الخارجيّة منه شقوقًا وحراشف. ومع تعاقب السنين يتغيّر تركيب اللحاء، فغالبًا ما يكون في الأغصان مختلفًا عنه في الجذع.

نَقْل بَصمة اللِّحاء

يساعد نقل البصمات الخارجيّة للِّحاء على المقارنة بين أنواع الجذوع. ألْصِق ورقة على جذع شجرة وحكّها بقلم شمع، فتظهر عليها النتوءات والأثلام. كما يمكنك أخذ بصمات الأوراق، إذا ثبّتّها بإحكام تحت ورقة مماثلة.

اختبار
الضلوع والعروق

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

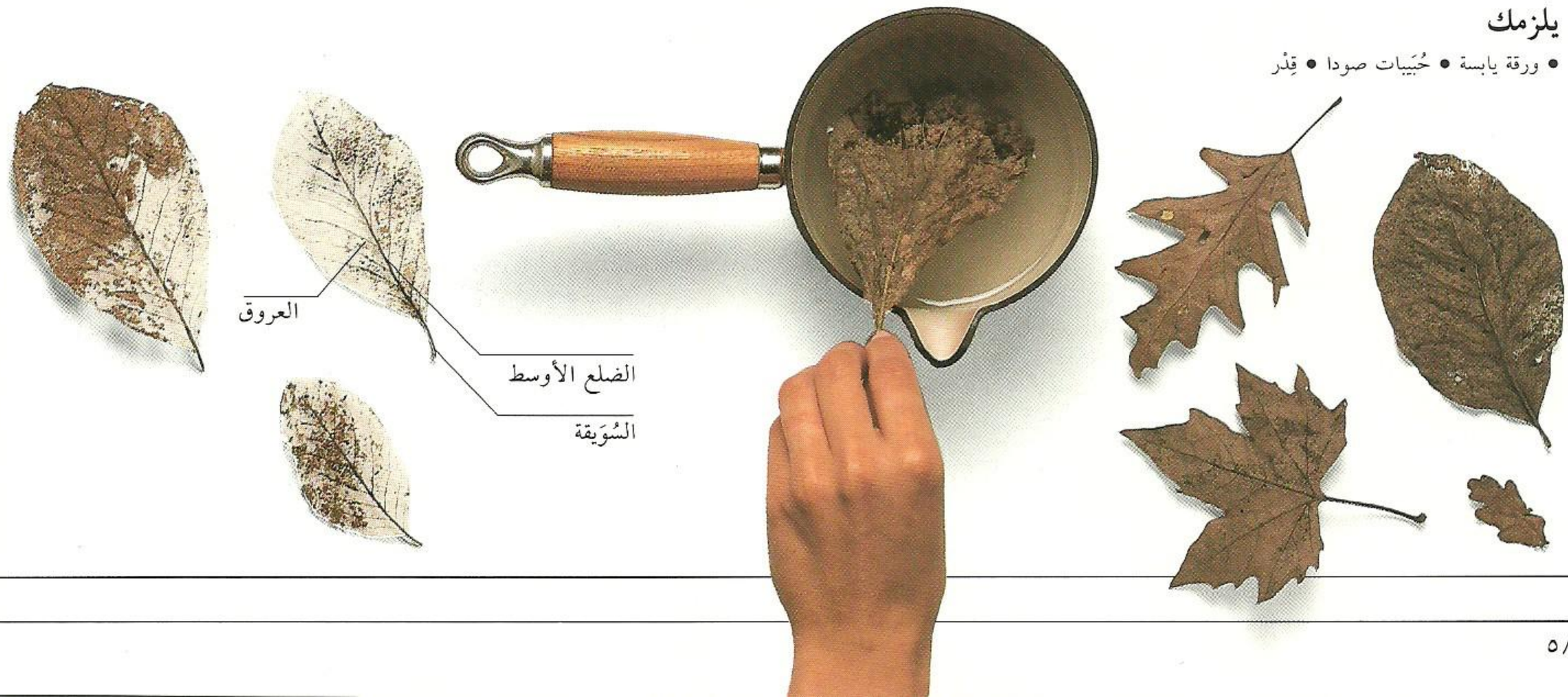
إذا نزعت من الورقة أقسامها الطريّة تبرز فيها السوَيْقة والضلع الأوسط والعروق.

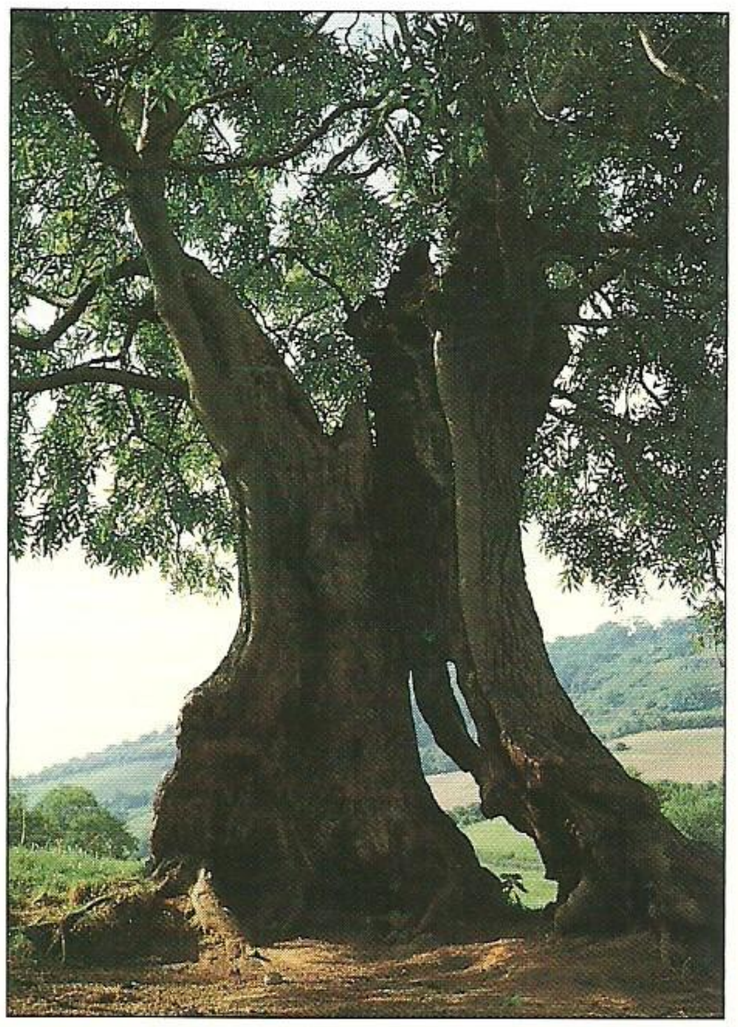
يلزمك

• ورقة يابسة • حُبَيبات صودا • قِدْر

١ **اِملأ القِدْر ماءً** وأَضِف إليه حُبيبات الصودا، بمعدّل ملعقتين صغيرتين لكلّ نصف ليتر ماء. سخِّن المزيج حتى درجة الغليان، ثم ارفع القِدْر عن النار. غطّس الأوراق في المزيج واتركها مدّة نصف ساعة على الأقلّ.

٢ **ضَعِ القِدْر** تحت الماء البارد لعدّة دقائق، واحْذَر أن تَتلَطَّخَ لأنّ الصودا تُتلف الجلد. هكذا تُتْلَف الأقسام الطرية للورقة ولا يبقى سوى الضلع الأوسط والعروق التي تستطيع تجفيفها وحفظها.





الخشب الحيّ

يجري الماء والموادّ الغذائيّة عبر الطبقات الخارجيّة للجذع والأغصان، وبالتحديد في الطبقة الواقعة مباشرةً تحت اللحاء، أمّا قلب الجذع فهو خشب ميت. وتبيّن الأشجار ذات الجذوع المجوّفة أنّ الطبقات الخارجيّة وحدها ضروريّة للحياة. لذلك فإنّ الشجرة تموت إذا ما نزعنا اللحاء عن جذعها.

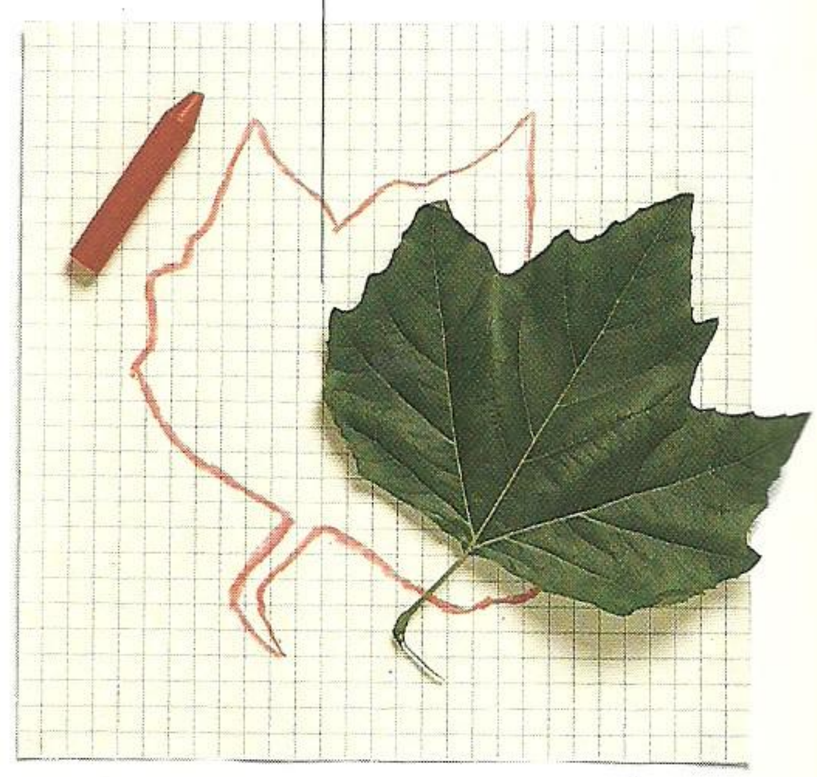
اختبار

نَتْح الأوراق

تجمع في هذا الاختبار بين التدوين والمراقبة لمعرفة كميّة الماء التي تمرّ عبر الورقة.

يلزمك

• غصن صغير مع أوراقه • وعاءان • زيت للطبخ • ورقة بمربّعات



قدِّر مساحة الورقة بتعداد المربّعات

١ **أُرسم حدود** ورقة شجرة على ورقة المربّعات، وعُدَّ المربّعات لتحدّد مساحتها. من أجل أن تعرف كميّة الماء التي تخسرها الورقة في كل مربّع يجب أن تقسم كميّة الماء المفقودة على مساحة الورقة. خُذ وعائين ورقّمهما من الخارج، وصُبّ فيهما ماءً حتى النصف، ثم أضف طبقة من الزيت وضعْ ساق الغصن المورق في أحدهما.

يرشح الماء بشكل خاصّ من الصفحة السفليّة للورقة

٢ **عَيِّن مستوى الماء** في الوعائين وضعهما في مكان مضيء. بعد ثماني ساعات عاينْ كميّة الماء التي نقصت من الوعائين، تلاحظ أنّ مستوى الماء الذي يحوي الزيت وساق الغصن قد نقص. فالماء الذي لا يمكنه أن يتبخّر لوجود الزيت، يتبخَّر عبر الأوراق.

النباتات البسيطة

ليست النباتات المُزهرة قديمة العهد قياسًا إلى غيرها، فالصنوبريّات (ص ٢٧) أقدم عهدًا. إلّا أنّ النباتات البسيطة غير المزهرة هي أقدم الأنواع، ومنها الكبديّات والحَزاز والسَّرْخس، وهي تشهد على تطوّر النبات عبر العصور.

نبتة ذنب الخيل العملاقة
كانت قديمًا شجرة ضخمة. أمّا اليوم فقلّما يتجاوز ارتفاعها المتر الواحد.

إذا تسلَّقْت شجرة أو أمسكتَ بأصيص قديم، فإنّ يديك قد تتلطّخان بغبار أخضر. هذا الغبار هو في الواقع غابة مجهريّة مكوَّنة من خلايا لا تُحصى لكائن عضويّ يُعرف بالكلوريل. إنّه من أكثر النباتات بساطة، وكل نبتة تتكوّن من خليّة واحدة مستديرة تحوي جهازًا لالتقاط الطاقة الشمسيّة عن طريق التخليق الضوئيّ (ص ٤٠ إلى ٤٣).

«الكلوريل» نوع من الأُشْنات يضمُّ ٢٥٠٠٠ نوع من النباتات البسيطة والمتنوعة. وهو يستطيع العيش في أيّ مكان رطب ومضيء، من بوّابة الحديقة إلى المنحدر الصخريّ. في غابات أميركا الجنوبيّة تنمو أُشْنات مماثلة في فرو الحيوانات الكسلانة، فتتّخذ لونًا مخضرًّا مموِّهًا. وللأُشْنات أهميّة كبرى لسائر أشكال الحياة، فعدد كبير من الأُشْنات البحريّة أو العوالق النباتيّة يشكّل غذاءً حيويًّا لبعض الحيوانات. ويعيش قسم منها مع أنواع أخرى، فينمو داخل الحزاز (ص ٦٢-٦٣) أو في أنسجة المرجان (ص ٩٥) أو داخل البَطْلينوس الذي يغذّيها.

يعيش **السَّرْخس المتشجِّر** في غابات أستراليا الشماليّة.

الحياة المشتركة

ليست الأُشْنات كلّها أُحاديّة الخليّة، فالقولقوكس مكوَّنة من خلايا فرديّة تعيش في تجمّعات كرويّة رائعة. ومنها ما هو مكوَّن من عدّة خلايا، تمامًا كالنباتات العاديّة. فاللولبيّة مثلًا هي سلسلة خلايا على شكل خيوط متجمّعة.

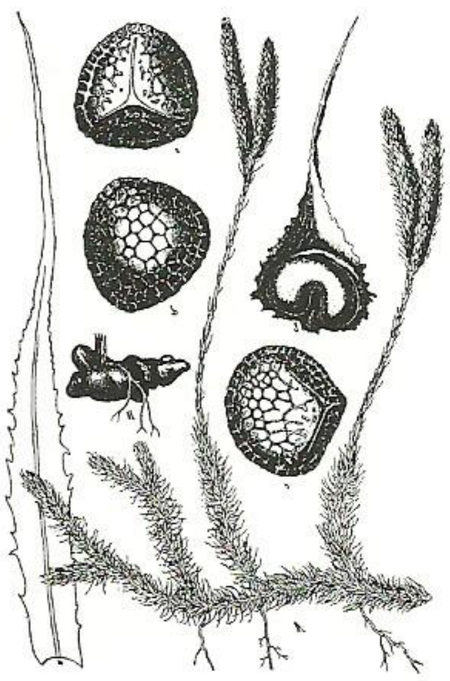
أمّا الأُشْنات البحريّة (ص ٩٦-٩٧) فهي الأكثر تعقيدًا إذ تتكوّن من عدّة أنواع من الخلايا، ولها أجسام ليّنة وقويّة تساعدها على تحمّل لطمات الأمواج.

الحزاز تجمّع حَيَويّ ما بين الأشنة والفطر.

التكيّف مع الحياة على اليابسة

على الرغم من أنّ نبتة «الكلوريل» تنمو على الصخور والجدران، فهي ليست نبتة بريّة، إذ لا تستطيع العيش إلّا بوجود الماء. وإذا ما حلّ بها الجفاف تنتقل إلى حالة السبات. وعلى الرغم من أنّها وُجِدت على الأرض منذ ملايين السنين، فقد حدّ من انتشارها حاجتها الماسّة إلى الماء.

إنّ أساس الحياة عند النباتات البرّية هو الجذور التي تمتصّ الماء من التربة وطبقة عازلة على الأوراق تحدّ من تبخّره. الطحالب والكبديّات نوعان من النباتات البسيطة التي تميل إلى هذا النوع من التكيّف.



الخُدْريّات
هي النباتات الأولى التي تكيّفت مع الحياة البرّية.

الكَبِديّات

هي من أقدم النباتات البرّية. عُرفت في أوروبا منذ أكثر من ألف سنة، وكانت تُستعمل كنبتة طبيّة. في ذلك العهد ساد الاعتقاد بأنّ الأعشاب تشفي من الجسم العضو الذي يشبهها. فالكبدِيّة لها شكل شبيه بالكبد، وكانت تُنقع وتُؤخَذ لمعالجة إصابات الكبد. ولهذه النبتة جذور بدائيّة تسمّى شبه الجذْر وأوراق غير صامدة للماء، وهي لا تنمو إلّا في الأماكن الرطبة، قرب الينابيع ومجاري المياه. وأحد أنواع الكبديّات، مَرْقَنْطية التي تنتشر داخل الدفيئات، تنتج أبواغًا، في نوابت مشيجيّة، على شكل مظلّات صغيرة.

الطُّحلُب

على الرغم من أنّ الطحلب يرجع في أساسه إلى أصل شبيه بالكبديّات، فإنّه يستطيع تحمّل الجفاف بشكل أفضل. وهو يعيش في الغابات الحَرَجيّة وعلى الأغصان حيث يتلقّى مياه الأقطار. كما ينمو بعضه ويصبح شديد الجفاف في أوقات الصيف الحارّة. يلجأ الطحلب إلى حيل «الكلوريل» من أجل مقاومة الجفاف.

إذا عثرت على

كومة من الطحلب الجافّ، تستطيع حفظها في مرطبانات. وبعد مرور سنة صُبَّ القليل من مياه المطر في أحد المرطبانات لترى أنّ الحياة تعود إلى الطحالب ثمّ انتظرْ سنتين وضعْ ماءً في المرطبان الثاني، وهكذا دواليك. فكم سنة يمكن أن يعيش الطحلب على هذه الحالة؟

هناك نوع يُعرف باسم إسفغنون يشرب الماء كالإسفنج، فإذا التقطت قطعة منه فإنّه يبدو ثقيلًا رطبًا. وإذا ما عصرته يسيل منه الماء ولا يبقى إلّا قبضة الطحلب الخفيفة والرخوة. فطحلب المناقِع الجاف هذا كثير الامتصاص، وقد اكتُشِف دوره في مداواة الجروح، سنة ١٨٨٠. وخلال الحرب العالميّة الأولى، كان الجيش البريطاني يستعمل منه نحو مليون ضمادة في الشهر لمعالجة الجرحى.

السَّرْخَس

يبدو السرْخس (أو الخنشار) بأوراقه الدقيقة أليفًا لدينا. وبالرغم من أنّ عددًا كبيرًا من أنواع هذا النبات ينمو كالطحالب في أماكن رطبة وظليلة فإنّ عددًا آخر ينمو ويكبر على المنحدرات وفي الأماكن الجافّة نسبيًّا، ومنه السرخس الملكيّ.

يُعَدّ السرخس محطّة متقدِّمة في عمليّة تطوّر النباتات، إذ نمت له الجذور وغدت أوراقه صامدة للماء. كما أنّ ساق النبتة مقوّاة بمادّة شبيهة بالخشب، وفيها قنوات تنقل الماء إلى الأوراق، ممّا يسمح للنبتة بأن تعلو أكثر من الطحالب. وكسائر النباتات يحتاج السرخس إلى الضوء، فارتفاعه عامل مقرِّر. ويبدو أنّ الطحالب والكبديات قد نجحت في العيش مكتفية بقليل من الضوء في محيط نباتيّ يزداد تزاحمًا.

تستطيع **الطحالب اللولبيّة** أن تغطّي المستنقعات بأليافها.

أكثر أنواع السرخس ارتفاعًا اليوم هي التي تنمو متشجِّرة في الغابات المداريّة وشبه المداريّة. هذه النباتات العملاقة والأنيقة تشبه النخيل الرفيع، إلّا أنّ أوراقها تنقسم إلى عدّة فروع كأوراق السرخس العاديّ. وهي تبدو قليلة الارتفاع قياسًا إلى أشجار الغابات المطيرة، فإذا ما كانت منفردة لا يتعدّى ارتفاعها ثمانية عشر مترًا، بينما قد تصل إلى ارتفاع خمسة وعشرين مترًا بين سائر الأشجار.

غالبًا ما نجد **الطحالب** في الأماكن الرطبة.

عمالقة الماضي

لم يستغلّ السرخس الارتفاع الذي كان يتمتّع به، بينما نجحت في ذلك نبتة الخُدْرِيّة ونبتة ذنب الخيل. فمنذ ٣٥٠ مليون سنة كان القسم الأكبر من الأرض مغطّى بغابات مستنقعيّة كثيفة من نباتات ذنب الخيل والخُدْريّات التي لم يقلّ ارتفاعها عن أربعين مترًا. أمّا اليوم فإنّ الخُدْريّة تبلغ بضع سنتيمترات، وأمستْ نبتة ذنب الخيل لا يتعدّى ارتفاعها المتر الواحد. عندما كانت هذه النباتات تصل إلى ارتفاع معيّن كانت تفقد ثباتها في أرض كلها مستنقعات، فتترنّح وتهوي، ثم تبلى تدريجيًّا، لأنّ التحلّل يكون بطيئًا تحت الماء. وبقيت الأشجار آلاف السنين تتساقط لتكوِّن طبقة كثيفة من الجذوع المتحلِّلة جزئيًّا. وكانت تتراصّ ويتحوّل لونها إلى سواد تحت ثقل الطبقات الجديدة، فشكّل ذلك ما نسمّيه اليوم الفحم.

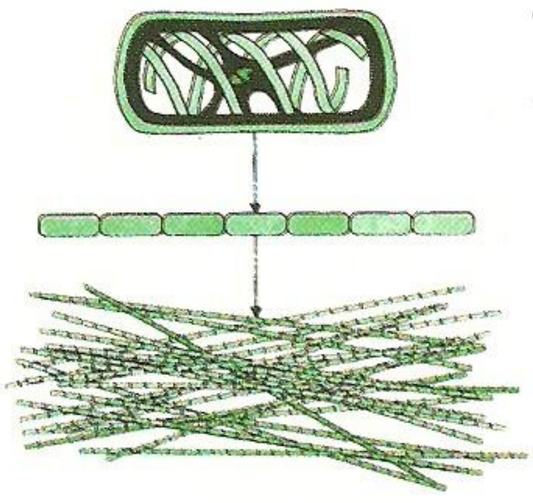
يعتبر الحزاز دليلًا مهمًّا على وجود التلوّث.

النباتات والتلوّث

وإن بدا ذلك غريبًا فإنّ بقاءنا على قيد الحياة اليوم يتعلّق بالنباتات البسيطة التي نمت منذ زمن بعيد.

فعندما تباشر عمليّة التخليق الضوئيّ تحوّل النباتاتُ ثاني أكسيد الكربون إلى موادّ سكّريّة. وهذا ما فعلته نباتات ذنب الخيل والخُدْرِيّات عندما التقطت ثاني أكسيد الكربون من الهواء وخزّنت مادّة الكربون في جذوعها.

عندما نُشعل الفحم أو نوعًا من الوقد الأحفوريّة كالنفط، فإنّ الكربون يتحوّل مجدَّدًا إلى ثاني أكسيد الكربون، وهذا ما يدفِّئ جوّ الأرض لأنّ ثاني أكسيد الكربون هو بمنزلة غطاء جوّيّ يحجز الحرارة ويمنع تسرّبها خارجًا. هذه هي ظاهرة الانحباس الجوّي الحراريّ أو «ظاهرة الدفيئات»، التي قد تؤدي إلى تغيير جذريّ في المناخ العالَميّ.



ترابط خلايا الطحالب اللولبيّة لتشكّل خيوطًا طويلة.

صحيح أنّ الزراعة الحديثة وصيد الأسماك وسائر النشاطات البشريّة تتعلّق كثيرًا بالوقد الأحفوريّة، لكنّها تتعلّق كذلك باستقرار المناخات. لذا فإنّ حرق بقايا النباتات البسيطة مفيد ومضرّ في الوقت نفسه.

تنمو **ورقة السَّرْخس** وتنبسط كالنابِض.

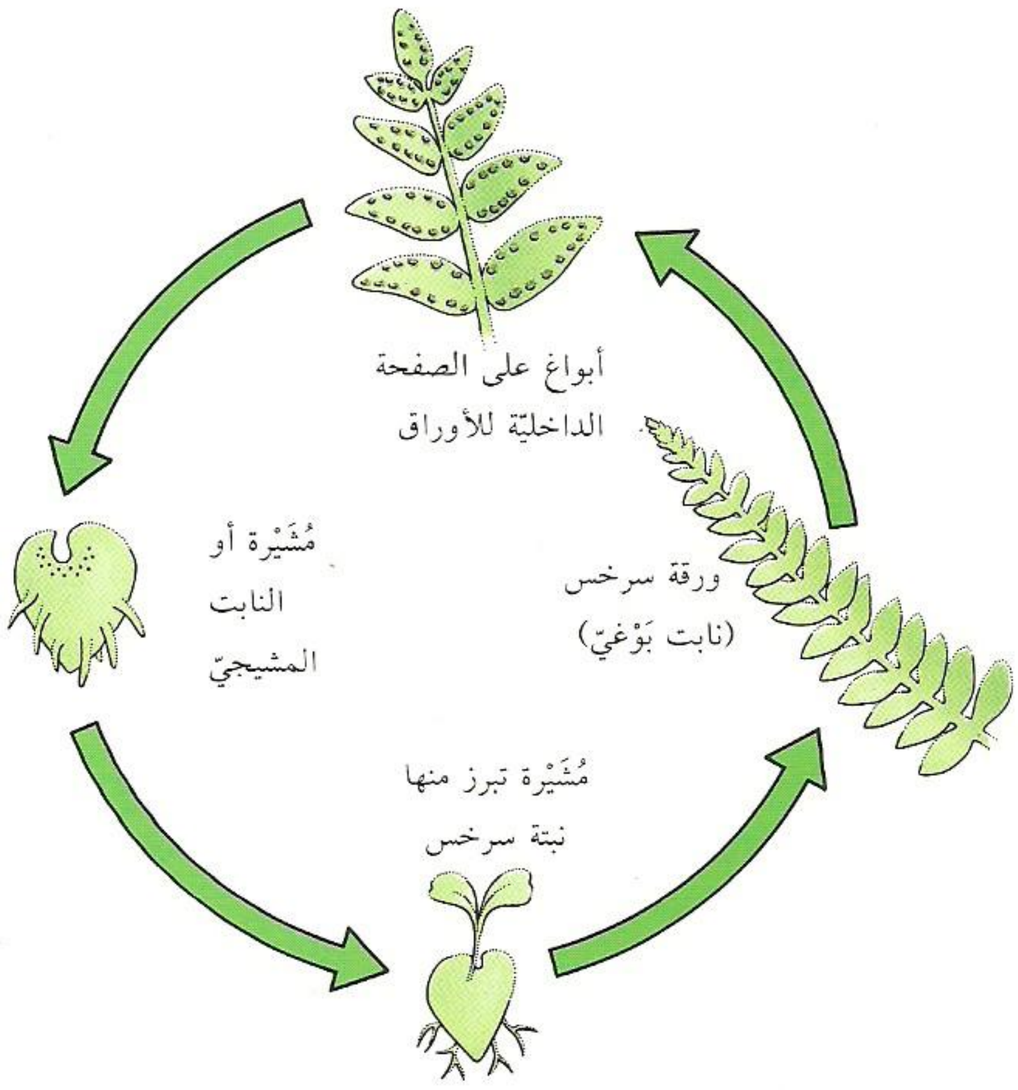
النباتات غير المُزْهِرة

تنتج النباتات البسيطة كلّها، أبواغًا هي عبارة عن حُبَيْبات مِجْهَريّة حيّة، يحيط بها غلاف منيع يؤمّن لها الحماية. وإذا ما سقط بوغ من نبتة سَرْخس في تربة ملائمة فقد يعطي نبتة جديدة. ولكنّه لا يتحوّل مباشرة إلى نبتة سرخس إنّما يبدأ على شكل قرص أخضر ويُعرف بالمُشَيْرة. نقطة الحياة الصغيرة هذه تكون سريعة العطب وتحتاج إلى تربة رطبة لتنمو. وتكون مهمّتها إتمام التناسل الشقّيّ، فتُطوِّر الجهاز التناسليّ، حيث تُلقِّح الخلايا الذكريّةُ الخلايا الأُنثويّةَ التي تصبح نابتًا بَوْغيًّا أو نبتة سرخس في بداية نموّها.

هاتان المرحلتان المنفصلتان من الدورة التكاثريّة مشتركتان لدى النباتات البسيطة. في الطحالب تندمج المرحلتان، إذ إنّ الطحلب نفسه هو المُشَيْرة أيضًا. أمّا النقط البنّية أو الحمراء فتتوافق مع المرحلة الثانية من الدورة التكاثريّة وهي نوابت بَوْغيّة في حالة إنتاج الأبواغ.

دورة التكاثر لدى السرخس

لمرحلتي الدورة التكاثريّة أسماء خاصة، فنبتة السرخس هي النابت البَوْغيّ (لأنها تنتج الأبواغ)، والمرحلة الأخرى هي المُشَيْرة أو النابت المشيجيّ (لأنها تنتج الأمشاج - م. مَشيج).



السرخس وأوراقه

إنّ القسم الأكبر من السرخس له أوراق مقطّعة إلى وُريقات على شكل أصابع. فالسرخس الذكَر أو الخنشار والبَسْفايَج (إلى اليمين) يمتازان بأوراق مقطّعة، وبعض أنواع السرخس، كنبتة كَفّ النَّسْر، له أوراق غير مقطّعة، على شكل شرائط. وتخرج الأوراق من الأرض ملتفّة كقوقعة الحلزون ثم تنبسط تدريجيًّا. وتنتج نباتات السرخس كلّها الأبواغ في أكياس صغيرة (أكياس البَوْغ) تقع على الصفحة الداخليّة للأوراق.

الخُدْرِيّة

«الكُفْعان» نبتة خدْريّة شبيهة بالسرخس. تنمو الخُدْريات اليوم في المناطق المداريّة، وشبه المداريّة. وعلى الرغم من صغرها فإنها تعود في أصلها إلى أشجار تحوّلت إلى مناجم فحم منذ مئات الملايين من السنين (ص ٦١).

اختبار

من الأبواغ إلى السرخس

من أجل أن تُنَمّي نبتة سرخس من أبواغها يمكنك مراقبة مرحلتَي دورة الحياة لدى هذه النبتة. وأفضل وقت لإجراء هذا الاختبار هو أواخر الربيع أو الصيف. إبحث عن ورقة سرخس في غابة رطبة، تحت كومة أشواك، على الجدران أو الصخور التي تكون في الظل. ولا تكون الأبواغ ناضجة إلّا في أوقات معيَّنة، لذا عليك أن تتفحّص صفحتها الداخليّة قبل أن تقطفها. فعندما تكون الأبواغ ناضجة تبدو شبيهة بمسحوق الكاكاو. إقطع الورقة وضَعْها في كيس بلاستيك.

يلزمك

• ورقة سرخس • صحن بِتري • تراب أو مزيج من رمل وخُثّ (تربة عضويّة)

١ **إقطف ورقة سَرْخَسْ ناضجة**، على صفحتها الداخليّة نقط بنّية اللون. ضعها في مكان حارّ وجافّ بضع ساعات ليسهل وقوع أبواغها.

٢ **إملأ الصحن بالتراب** أو بمزيج من الرمل والخُثّ، واسكب فوقها قليلًا من الماء. إحمل ورقة السرخس فوق الصحن واجعل صفحتها الداخليّة إلى الأسفل، ثم هزّ الورقة لتقع منها الأبواغ. لا تغطِّ الأبواغ بالتربة.

٣ **ضع الصحن** في مكان حارّ ورطب، وانتظر حتى تنتش الأبواغ وتعطي مُشَيرات صغيرة (أعلاه). هذه تجفّ عند ظهور السرخس. وعندما تظهر أوراق السرخس ضع النبتة في مكان مضيء.

ذنب الخيل

ينتمي ذنب الخيل إلى مجموعة نباتيّة قديمة يمكن العثور عليها في الأماكن الرطبة. فجذورها تتوغّل عميقًا في الأرض، إلى حدّ أنّها تنمو من جديد إذا توفّرت لها المساحة المطلوبة.

الطحالب

تحتاج الطحالب إلى الرطوبة والقليل منها يتحمّل الجفاف. ينمو الطحلب على الصخور قرب مجاري المياه.

الكبديّات

تتشابه الطحالب والكبديّات. في الصورة (أعلاه) مُشَيرةُ كبديّة تتكوّن خلاياها الذكريّة والأنثويّة ضمن بوتقات صغيرة تقع على سطحها.

الحَزاز

يحوي بعض الفطر نوعًا من الخلايا الطحلبيّة (ص ٦٥) تعرف باسم الحَزاز. هذه الخلايا تغذّي الفطر بفضل التخليق الضوئيّ. يتعايش هذا الثنائيّ جيّدًا ويقاوم البرد والجفاف.

الحَزاز على الأشجار

تموت أنواع كثيرة من الحَزاز على الشجر بسبب الأمطار الحمضيّة. فأنواع الحزاز على الأشجار تساعد على معرفة درجة تلوّث الهواء.

الفُطريّات

نتنشّق مع الهواء ملايين الأبواغ التي يُنتج الفطر قسمًا كبيرًا منها، والفطر أحد الأنواع التي نجحت في البقاء والاستمرار على الأرض. وهو يتغذّى بالموادّ الميتة أو المتحلّلة، أو يعيش طُفيليًّا على أجسام الكائنات الحيّة الأخرى. وبفضل الأبواغ الكثيرة التي يُنتجها انتشر الفطر في كلّ مكان وغزا الأنظمة البيئيّة على أنواعها.

عندما يُصبح الخبزُ عفنًا أو الثمر مهترئًا، يكون الفطر السبب. وعندما تسقط شجرة ويبدأ جذعها بالتفتّت فإنّ الفطر يتسبّب بتحلّله.

لدى الفطر تدابير كثيرة ومتنوّعة. فالفطر الرمّام يتسبّب بتعفّن الغذاء ويتغذّى من بقايا النباتات والحيوانات الميتة. وعلى الرغم من الأضرار التي يُحْدثها في المأكل فإنّ له فوائد كثيرة في البيئة، لأنّه ينظّف الطبيعة من بقايا الأجسام الميتة.

من الفطريّات ما يكون طفيليًّا يعيش على أجسام الكائنات الحيّة. ولحسن الحظّ أنّ أنواعًا قليلة منه تصيب الإنسان، كتلك التي تسبِّبُ القُلاع أو الفُطار.

أمّا الفطر المفترس فهو الذي يفتك بالكائنات الحيّة التي تكون أصغر حجمًا منه، فيقضي عليها ويتغذّى بها، كبعض الدولابيّات (أشباه الديدان) ووحيدات الخلايا، ومن بينها (الأَمِيبة) المُتَمَوِّرة (ص ٢٨).

يفتك **فطر الشتاء** بجذور الأشجار ويتسبّب بأضرار جسيمة.

الفطر وحبيكته

تشمل الفطريّات الصغيرة الخمائر التي تنتشر على الثمار الواقعة من الأشجار والتي نستعملها في تحضير الخبز وفي التخمير. أمّا الفطر الذي يمكن مشاهدته فهو ما يكون منتشرًا في الحقول والغابات. والواقع أنّ ما نراه لا يشكّل الجزء الأساسيّ للفطر، إنما هو عضو الإثمار الذي يُنتج الأبواغ وينشرها. أمّا الفطر نفسه فيكون داخل التربة، أو في رَوْث حيوان، أو داخل لحاء شجرة حيث تتمدَّد منه خيوط دقيقة مغذِّية هي الحبائك أو الخيوط الفطريّة، تمامًا كالعفونة التي نراها منتشرة فوق قطعة الخبز. وعندما تصبح الخيوط الفطريّة متينةً تُبرز إلى الخارج ثمرتها التي تنشر الأبواغ.

فطر من نوع فُقْع الذئب.

هل الفطر نبتة؟

يصنّف علماء النبات الفطر اليوم في مملكة خاصة، فهو ليس من النباتات ولا من الحيوانات، والقاسم المشترك الوحيد بين النباتات والفطر هو أنّ هذا الأخير ثابت لا يستطيع التنقّل كالحيوانات. فإذا تفحَّصْت حبيكة فطر في المجهر تلاحظ أنّها تُشبه كتْلة خيوط متداخلة.

جدران الحبيكة متينة ولكنّها ليست مكوَّنة من مادة «السلّيلوز» كما هي حال النبتة. والسائل داخل الحبيكة يتنقّل من جهة إلى أخرى، وهذا ما لا نجده في عالم النباتات. ثم إنّ الفطر لا ساق له ولا جذور، إنّما له خيوط تمتصّ الماء والغذاء.

حبيكة فطر الجذور العسليّ تحت لحاء شجرة.

والفطر المنتشر في الحقول هو أكثر تعقيدًا، لكنّه مع ذلك يتبع التكوين الأساسيّ نفسه، وهو يبدو بمتانة النبتة، لكنّه في الواقع عبارة عن خيوط متشابكة بصلابة.

طفيليّات النبات

يتسبّب الفطر الذي ينمو على النباتات بأضرار جسيمة في المزروعات، كالعفونة التي تظهر في البطاطس والجُنْجُل والكرمة. وما نراه ليس سوى عضو الإثمار، إذ تكون الحبيكة بين خلايا الأوراق وتمتص غذاءها.

يفتك نوع من الفطر بأزهار النباتات العشبيّة، بما في ذلك الحبوب، ويعطي حبوبًا سوداء قاسية هي عبارة عن «دابرة» سامّة تسبّب أمراضًا خطيرة إذا أُكِلت. وقد شهدت العصور الوسطى، في فرنسا وألمانيا، موجات من التسمّم سببُها الفطر. إلّا أنّ هذه الحبوب السوداء، أو «الدابرة»، يمكن أن تتحوّل دواءً لآلام الرأس المزمنة، شرط أن تُطهَّرَ قبل أن تُؤخذ حبوبًا وبكمّيات قليلة.

قُلَّيْبيّة

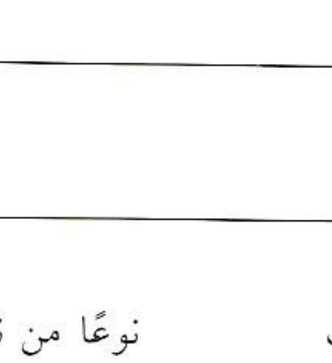
«والپنيسلين» ليس سوى مُنْتَج فطريّ آخر مستعمل في حقل الطبّ (ص ٦٧).

عندما يفتك الفطر بالنباتات يتغلغل في الخلايا بعد أن يحطّم جدار السلّيلوز، لكنّه يعجز عن اقتحام مادة «الخَشَبين» التي تكوّن جذع الشجرة وتعطي المتانة للأغصان. فالخشبين يعطي، خلال تكوُّنه، مادة كيميائيّة عازلة يصعب خرقها. وجُزَيئات الخشبين معقَّدة إلى حدّ أنّ خمائر محدَّدة (ص ١٨-١٩) تستطيع اقتحامها. بالرغم من ذلك نجد فطريّات مجهريّة قادرة على الفتك بجذوع الأشجار. وبروز كَدْسة فطر من جذع شجرة غالبًا ما يكون أوّل دليل على هجوم قاضٍ.

طفيليّات الحيوانات

إنّ أنواع الفطر التي تنمو في جلود الحيوانات أقلُّ عددًا من التي تنمو على النباتات. فللحيوانات وسائل دفاعيّة متنوّعة تكمن في جهاز المناعة. لا يُفسِح جهازُ المناعة عند الإنسان مجالًا للفطر كي يشكّل خطرًا إلّا عندما يصبح هذا الجهاز عاجزًا عن الدفاع. وهذا ما يحصل في بعض الأمراض الفتّاكة مثل «السيدا/ الإيدز»، أو عند زرع عضو يضطرّ معه المريض المعالَج إلى تناول الأدوية المخفِّفة للمناعة.

وقد تحوّلت فطريّات معيّنة إلى طفيليّات حيوانات كالحشرات والأسماك. ولدى الفتك بها تغيّر الحيوانات تصرّفها بشكل يثير الدهشة. مثال ذلك أنّ نوعًا من نمل الغابات المطيرة يُصاب بفطر يحمله على تسلّق الأشجار. فعندما تموت النملة يعلّقها الفطر على ورقة حيث يتكاثر عليها. وبما أنّ النملة تكون قد بلغت مكانًا عاليًا من الشجرة فإنّ الهواء ينثر أبواغ الفطر في كل اتجاه، بشكل أفضل ممّا لو كانت قريبة من أرض الغابة.



يمكن نقل **بصمة الأبواغ** على ورق البريستول المقوّى.

الفطر المفترس

الفطر المفترس أكثر إدهاشًا من الفطر الطفيليّ. ففي قاع بعض البِرك ينمو فطر يعمد إلى التقاط الأميبات بواسطة حبيكة لاصقة. وعند التقاطها يرسل الفطرُ في خليّة ضحيّته خيوطًا تمتصّ ما فيها.

الفطر الذي يلتقط الخيطيّات (نوع من الديدان) يعيش في التربة ويقبض على ضحاياه بواسطة حلقات حبيكته. فعندما تعلق دودة في شباك إحدى الحلقات تنتفخ الحلقة لتحبسها.

يكوِّن **الفطر** أبواغه في دعاماته.

وتلجأ أنواع من فطر البحيرات إلى وسيلة مختلفة لكن فعّالة لاقتناص الدولابيّات، وهي كائنات من أشباه الديدان تغتذي بالأُشْنات. تنمو هذه الأنواع بين الأُشْنات وتمدّ خيوطًا في طرفها أزرار لاصقة شبيهة بطعم صنّارة الصيد، فتأتي الدودة لتقضم بعضًا من الأُشْنات فتعلق بزِرّ الفطر الذي يلصق بالدودة ويلتهمها ممتصًّا محتويات جسمها.

الأَمانيت قاتل الذباب من الأنواع السامّة جدًّا.

مشاركة النباتات

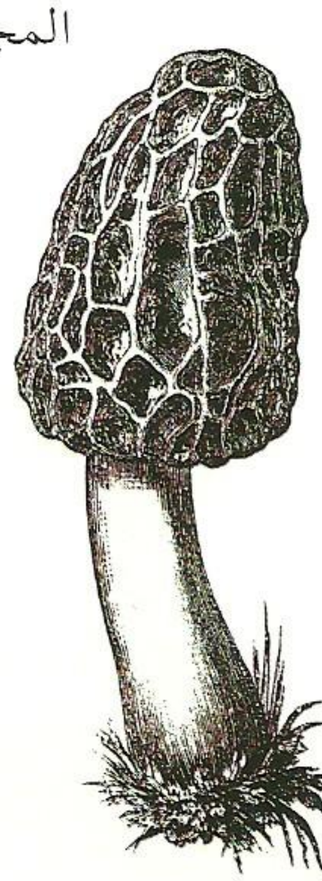
ليس الفطر كلّه من النوع العدائيّ أو المفترس، فبين الأنواع الكثيرة ما يشارك النباتات، إذ ينمو حول جذورها ويجتذب إليها الغذاء من الموادّ العضويّة الموجودة في التربة. وبالمقابل فإنّ النبتة تقدّم للفطر ما يحتاجه من موادّ سكّريّة. هذه المشاركة بين الفطر والنبتة، المعروفة بالجَذْرِ الفُطْر، تبدو ضروريّة لبعض النباتات كالسحلبيّات. أمّا الحزاز (ص ٦٠ إلى ٦٣) فعبارة عن تشارك فطر وأُشْنات من وحيدات الخلايا، فتنمو الأشنة في حبيكات الفطر المتشابكة، ويصلها من النور ما يكفي لعمليّة التخليق الضوئيّ. وهذا ما يسمح لها بتقديم ما يحتاجه الفطر من المواد السكّرية التي يصنّعها. إلّا أنّ المشاركة بين الفطر والأُشْنات ليست في مصلحة الأُشْنات التي تستطيع أن تنمو وحدها. فربّما كانت هذه الأُشْنات أسيرة فطر الحزاز، وهذه ظاهرة غير مألوفة إذ قلّما نرى كائنًا حيًّا يعيش طفيليًّا على كائن آخر أصغر منه. ولكن مع الفطر كل شيء ممكن. فهو أكثر الكائنات الحيّة إثارة للدهشة.

الفطر القَوْسيّ له حلقات نموّ شبيهة بما عند الأشجار.

تكاثر الفطر على لحاء جذع شجرة سندر.

أنواع الفطر

لطالما كان الفطر محور الخرافات والأساطير. ويعود ذلك إلى ظهوره المفاجئ وتكاثره السريع، وإلى أنّ عددًا كبيرًا منه يحمل القليل من السمّ وبعضه مميت. كما أنّ اختلاف أشكال الفطر وأحجامه يثير الدهشة، فثمار الفطر المعروف باسم «فقع الذئب» قد يصل قطرها إلى متر ونصف المتر، في حين أنّ الخمائر، وهي من وحيدات الخلايا، هي أصغر من أن تُرى بالعين المجرَّدة. وبالرغم من هذه الفوارق فإن كلّ أنواع الفطر تنتج الأبواغ. والطريقة التي تُنتجها بها تسمح لعلماء الأحياء بتصنيفها. فالخمائر مثلًا تتفرّع من «الزِّقّيات»، وفطر الحقول من رتبة «الدِّعاميّات»، وهناك نوع ثالث يُنْتِجُ أبواغه بطريقة أكثر بساطة، كما هي حال فطر العفونة.



غَوْشَنة

تُنتج الغَوْشَنة اللذيذة أبواغها في أثلام صفحتها المليئة بالأخاديد كالكُعْدة (في الأسفل إلى اليسار) وهي من الزِّقّيات.

فُطر الجذور العسليّ

يفتك هذا الفطر بالخشب، وهو من رتبة الدِّعاميّات الأكثر انتشارًا. وتتكوّن أبواغه على صُفَيْحات تقع تحت القبّعة.

فطر قَوْسيّ

يعطي هذا الفطر نتوءات أفقيّة على جذوع الأشجار وعلى جذوع الأشجار المقشورة الواقعة أرضًا، وتبقى طويلًا بعد تناثر الأبواغ. ويمتدّ هذا الفطر بواسطة طبقات متراكزة شبيهة بحلقات جذوع الأشجار.

يبرز الفطر القوسيّ نحو الخارج مكوِّنًا طبقات متراكزة مثل حلقات النمو.

كُعْدة

هذا الفطر هو من القرصيّات. تتكوّن أبواغه داخل أكياس مجهريّة في الجهة الداخليّة من الفطر.

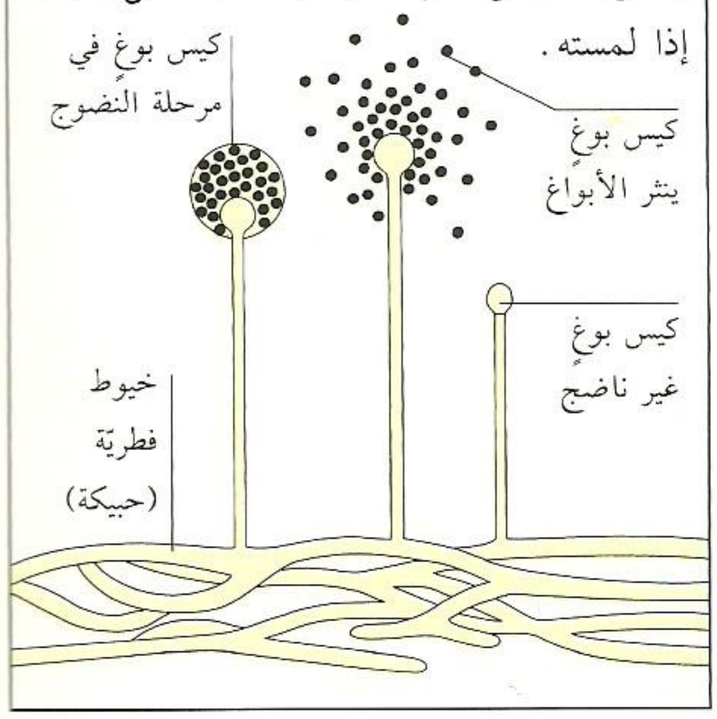
اختبار

تنمية العفونة

يلزمك

• خبز • صحن «بِتري»

ضع قطعة خبز في صحن «بِتري»، وانثر فوقها قليلًا من الغبار ليتلوّث بالأبواغ. أَضِف بضع نقط من الماء ثم غطِّ الصحن. خلال يومين يمتلئ الصحن عفونة. وعليك أن تغسل يديك إذا لمسته.



فطر مخاطيّ

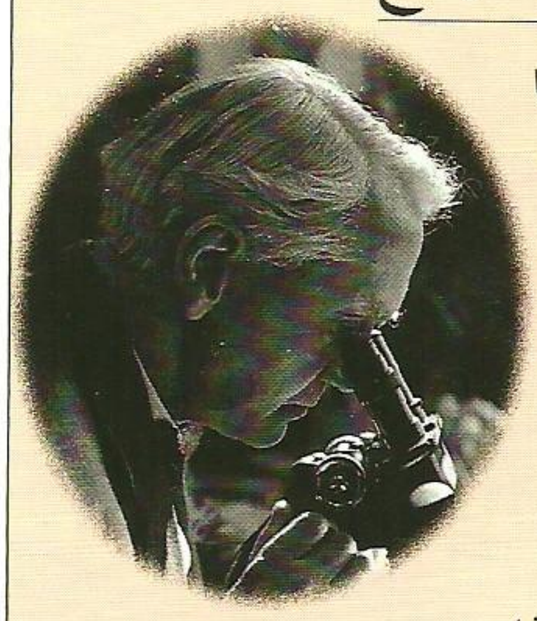
هذا الشيء الهلاميّ هو ثمرة مخاطيّة من فئة غريبة جدًّا من الفطر. والمخاطيّات تقضي معظم حياتها زاحفةً على الأرض مستهلكةً البكتيريا. بعضها يكوّن غطاءً يبدّل شكله باستمرار، وبعضها الآخر يعيش في خلايا منفردة. وعند التكاثر تُبرِز الأغطيةُ ثمارًا على الشكل الذي يبدو في الصورة. وتستطيع الخلايا المنفردة إنتاج الأبواغ عندما تلتحق بكتلة زاحفة.

قُلَّيبيّة

هذا نموذج من أنواع فطريّة كثيرة تنمو على الخشب الميت.
وهي تتحلَّل بسرعة بعد أن تنثر أبواغها.

■ اكتشاف ■

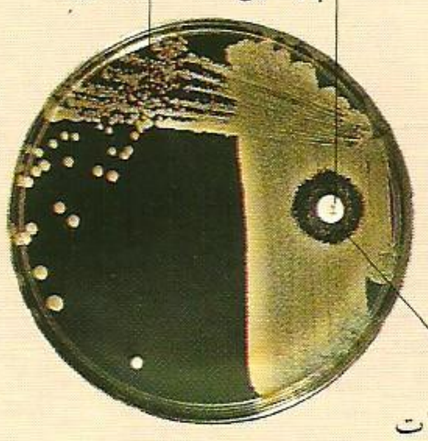
ألكسندر فليمنغ



في عام ١٩٢٨ استطاع عالم البكتيريا البريطانيّ، ألكسندر فليمنغ (١٨٨١-١٩٥٥)، أن يكتشف صدفةً فطرًا أحدث ثورة في حقل معالجة الالتهابات. فقد كان يستنبت بكتيريا في صحن بِتري عندما لاحظ أنّ عفونة فطريّة قد أفسدت الاختبار وقضت على البكتيريات من حولها. وقد دخل هذا الجسم الكيميائيّ، الذي أنتجته العفونة، البنيسلين، حقل الطبّ سنة ١٩٤٢. وفي عام ١٩٤٥ نال فليمنغ جائزة نوبل مع هاورد فلوري وإرنست شاين اللذين نقّيا الدواء واختبراه.

البنيسلين

هذا العلاج المهمّ هو نتاج فطريّ. وقد استخرجت مضادّات حيويّة أخرى من الفطر وهي تستعمل في حقل الطبّ.



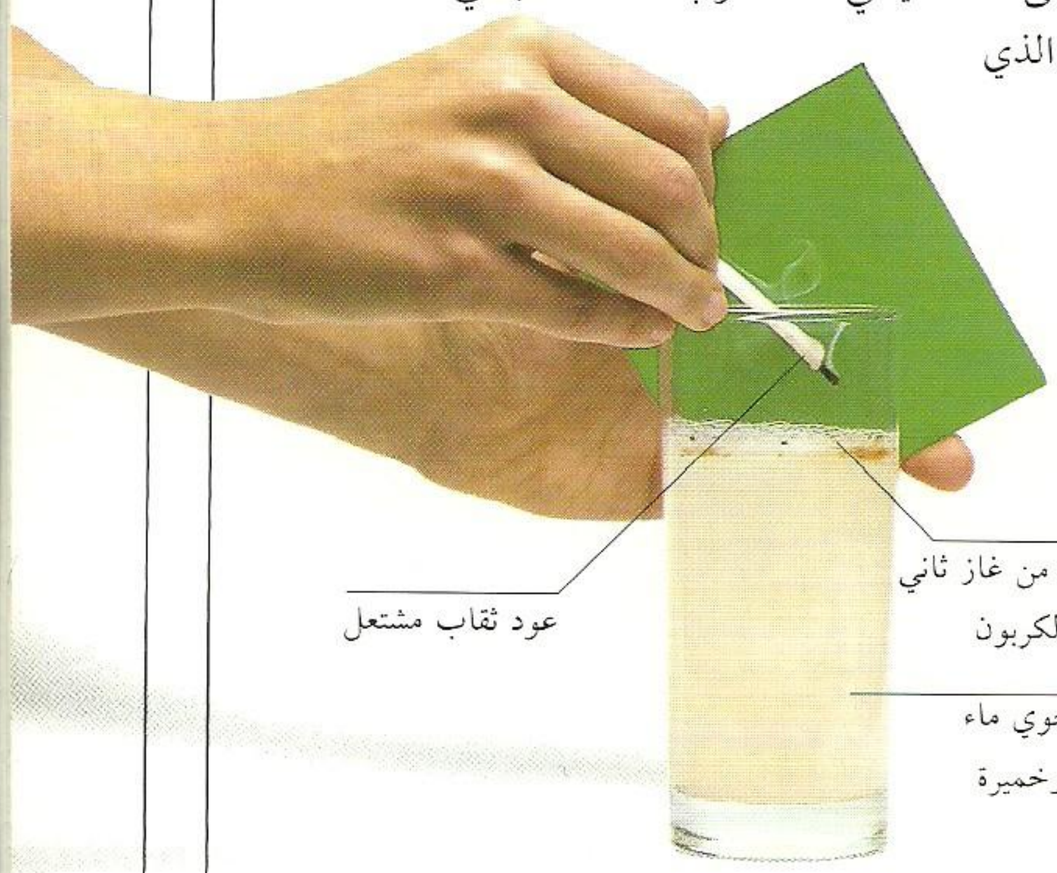
اختبار

نتائج التخمير

أفرِغ ملعقة من السكّر في كوب من الماء وأضِف قليلًا من الخميرة. حرِّك المزيج وضَعْ فوقه غطاء. اتركه حتى تظهر على سطحه فقّاعات. أبعِد الغطاء وقرّب من فوهة الكوب عود كبريت مشتعل، فتلاحظ أنه ينطفئ. هذا يعني أنّ الكوب قد امتلأ بثاني أكسيد الكربون الذي أنتجته الخميرة.

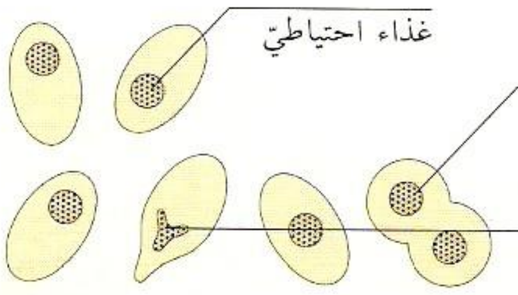
يلزمك

- خميرة
- قطعة كرتون
- كوب زجاجيّ
- علبة ثقاب
- سكّر



دور الخميرة

التخمّر هو تحلّل مادّة غذائيّة. في هذه العمليّة تتغذّى خلايا الخميرة بالسكّر وتحوّله إلى ثاني أكسيد الكربون وإلى كحول. وكل خليّة تنقسم بسرعة لدى امتصاصها الغذاء.



كيف يتكاثر الفطر

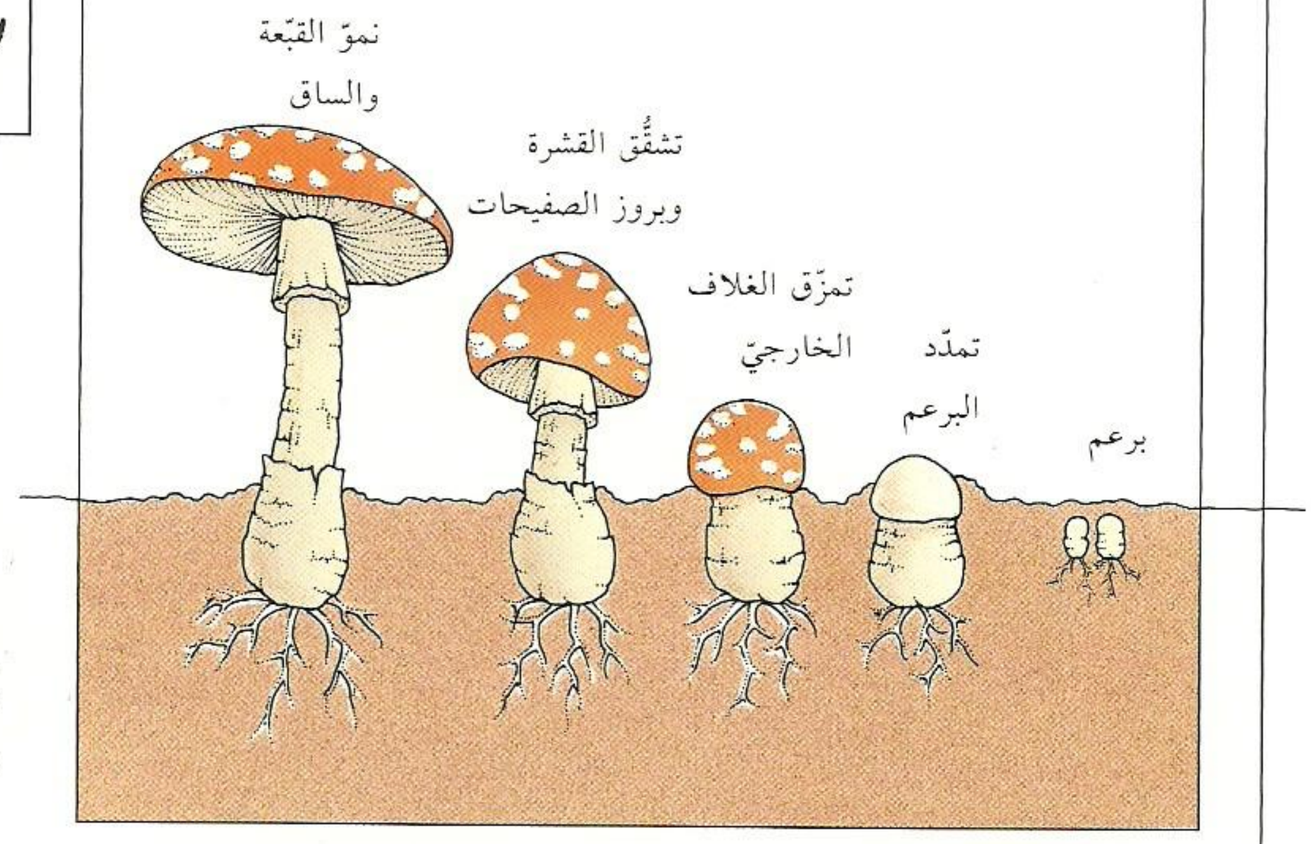
لفطر الحقول وظيفة واحدة هي إنتاج الأبواغ بكثرة، فخلال ساعة واحدة يمكن أن يحرّر الفطر الذي يُؤكل نحو ثلاثين مليون حُبيبة تُنثر في الهواء. وإذا قطفتَ ثمرة فطر وقَلَبْتَها تستطيع رؤية الأقسام التي تُنتج الأبواغ وتنثرها.

وتتكوّن الأبواغ، في بعض أنواع من الفطر، على صفيحات تقع تحت القبّعة، ممّا يجعل وقوعها أمرًا سهلًا. وهناك أنواع فطريّة لا صفيحات لها، فتقع أبواغها عن طريق أنابيب عموديّة.

الحبيكة
تكون خيوط فطر الجذور العسليّ طويلة ومتشعِّبة.

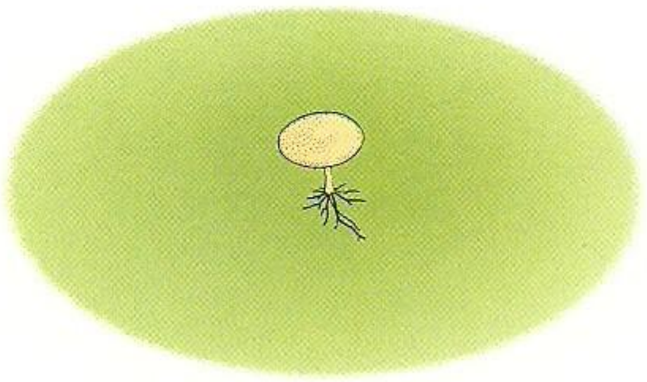
نموّ فطر الحقول

يتكوّن فطر الحقول من كتلة خيوط، أو حبيكات، تعيش داخل الخشب المتحلِّل أو تحت التراب. فالخيوط تكون أوّلًا على شكل برعم داخل التربة، ثم يكبر ممزِّقًا غلافه الخارجيّ لتظهر ساق فوقها قبّعة. وخلال نموّ الساق تتّسع القبّعة فتتشقّق القشرة لتُظهر الصفيحات التي تبدأ عمليّة نثر الأبواغ. ولا تستغرق عمليّة النموّ والبلوغ لدى بعض الأنواع سوى ساعات معدودة، ذلك أنّ كتلة الخيوط لا تحتاج إلّا لامتصاص الماء كي تصل إلى حجمها الطبيعيّ.

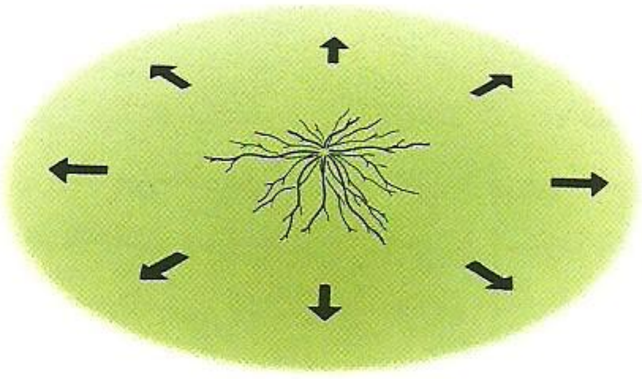


كيف يتكوّن الفُطْر الدِّعاميّ الحلقيّ النماء

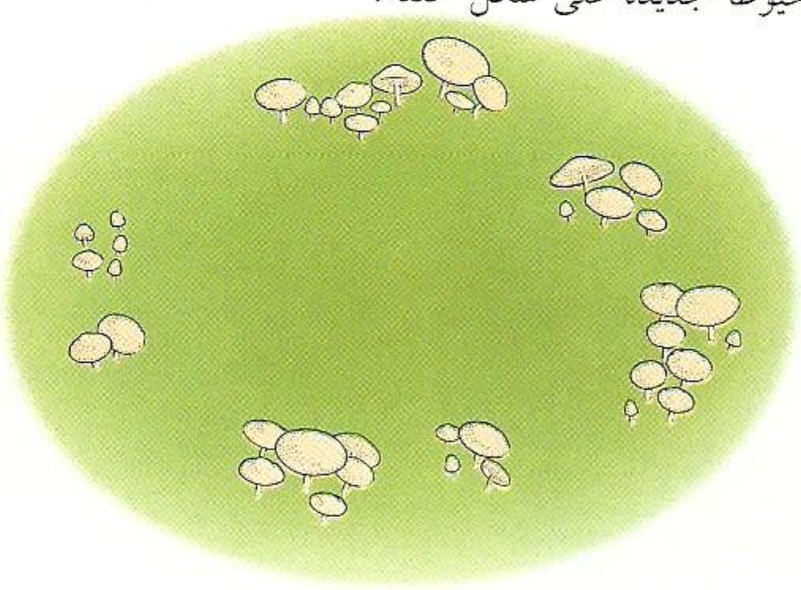
هذه الحلقات التي نراها بين الأعشاب تعود إلى نموّ أنواع متعدّدة من الفطر منها الطُّحلبيّات.



١ **يسقط بوغ ويُشكّل** تحت التراب شبكة من الخيوط (الحبيكة). ثم يبرز فطر وسرعان ما يذبل ويموت. إلّا أنّ الخيوط تكمل نموَّها تحت التراب.



٢ **تستنفد الخيوطُ** تدريجيًّا ما في التربة من غذاء، فتضطرّ إلى الابتعاد والاتساع بحثًا عن مصادر غذاء أخرى. فتموت الخيوط القديمة بعد أن تُكوِّنَ خيوطًا جديدة على شكل حلقة.



٣ **تتابع الحبيكة الجديدة** نموَّها نحو الخارج مشكّلة حلقة من الطُّحلبيّات.

تحلّل الفطر

ينمو فطر الزِّبْل الأَشعر بكثرة في البساتين والحقول. وعندما ينضج ينثر أبواغه في الهواء وتتحلّل صفيحاته إلى سائل أسود.

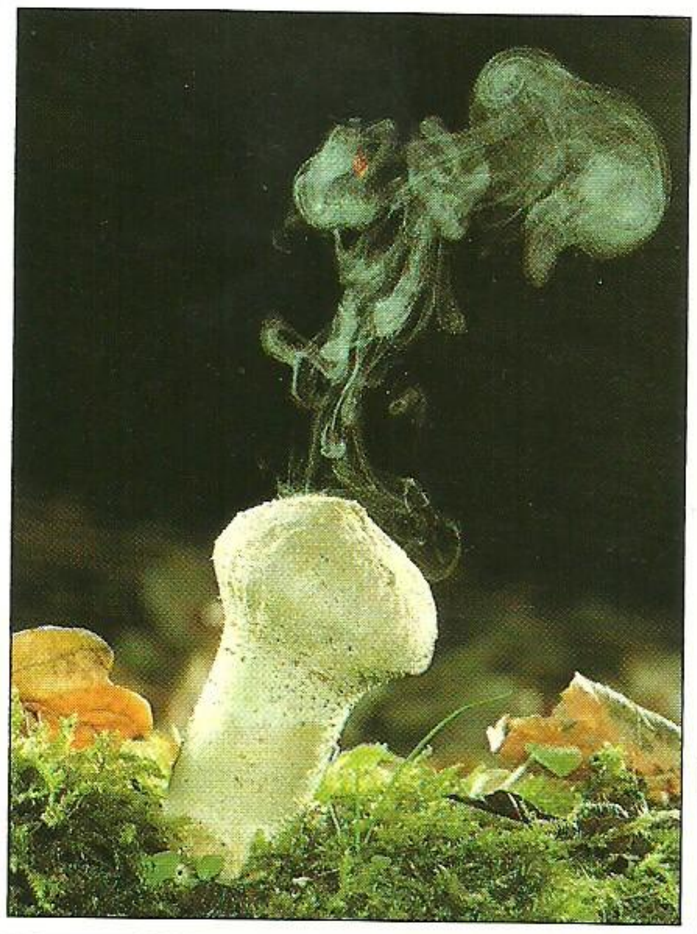
قد يكون الفطر سامًّا جدًّا، فلا تحاول تذوّقه.

الأَمانيت قاتل الذباب

يتميَّز فطر الأمانيت قاتل الذباب بألوانه الزاهية، وله صفيحات تمتدُّ بعضها من أسفل الساق إلى القبّعة، وصفيحات أخرى قصيرة تغطّي القبّعة التي تحميها من الشتاء. والساق المرتفعة تساعد الهواء على حمل الأبواغ لدى وقوعها. وينتشر هذا النوع من الفطر وما شابهه في نصف الكرة الشماليّ.

فُقْع الذئب

ليس لهذا النوع من الفطر صُفيحات، فالأبواغ تنمو داخل غشاء يجفّ تدريجيًّا ويصبح شبيهًا بكيس من الورق. وإذا مرّ بقربه حيوان مثلًا ومسَّه فإنّ الأبواغ تنزل من ثقب في وسط الفطر.



اختبار

أَخْذ بصمة الأبواغ

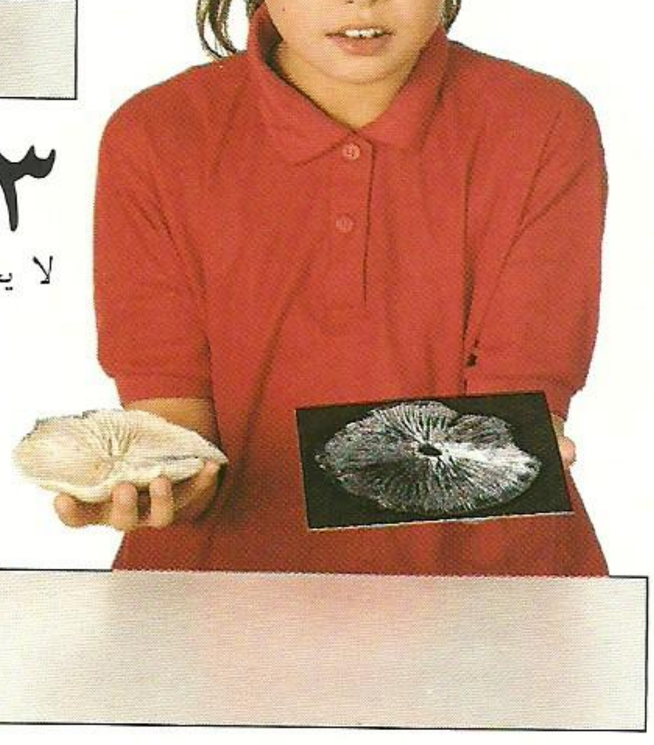
للأبواغ ألوان خاصة تتنوّع بين الأبيض والأصفر والأسود، ويمكنك أن تأخذ بصمتها.

يلزمك

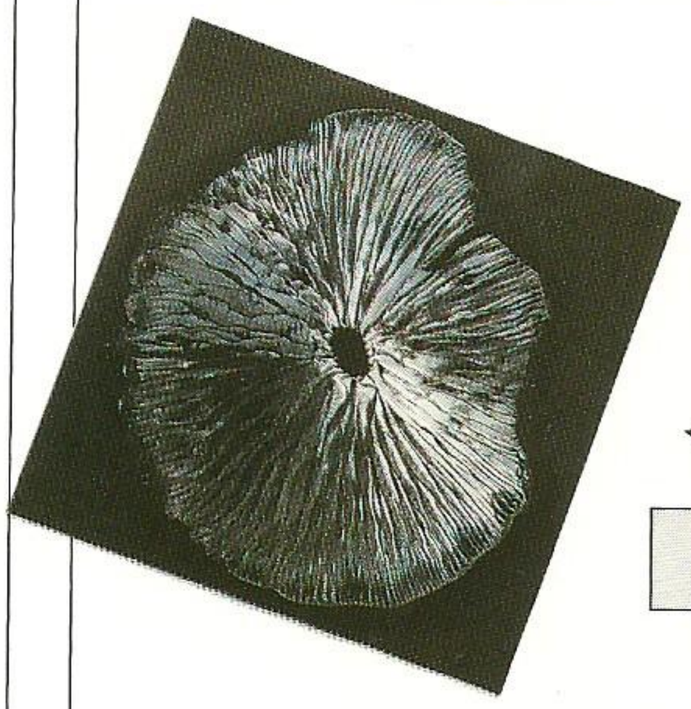
- قبّعات فطر • ورقة كرتون ملوَّنة • وعاء بلاستيكيّ
- مُثَبِّت للرسم

١ **ضَعْ قبّعة فطر** على ورقة الكرتونَ وغَطِّها بالوعاء.

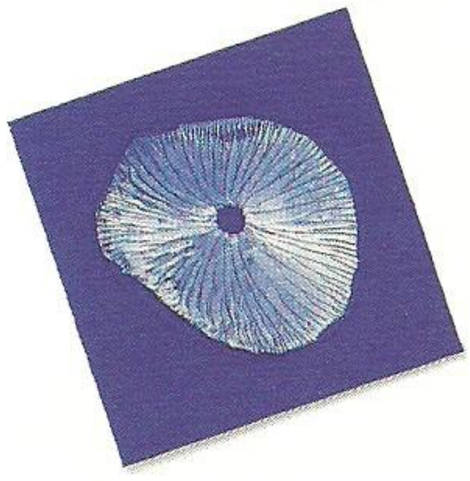
٢ **في اليوم التالي** اكشف الغطاء وارفعْ قبّعة الفطر بتمهّل، فترى أنّ الأبواغ قد تركت بصمتها. ولكي تحافظ على البصمة كما هي عليك ألّا تمسّ صفحة الكرتون.



٣ **اِسْتَعِن بُمثبِّت للرسم** ورشّ منه فوق بصمة الأبواغ لكي لا يحملها الهواء.



٤ **خذ بصمات أخرى** على ورق كرتون ملوَّن يُظهر تباين الألوان.

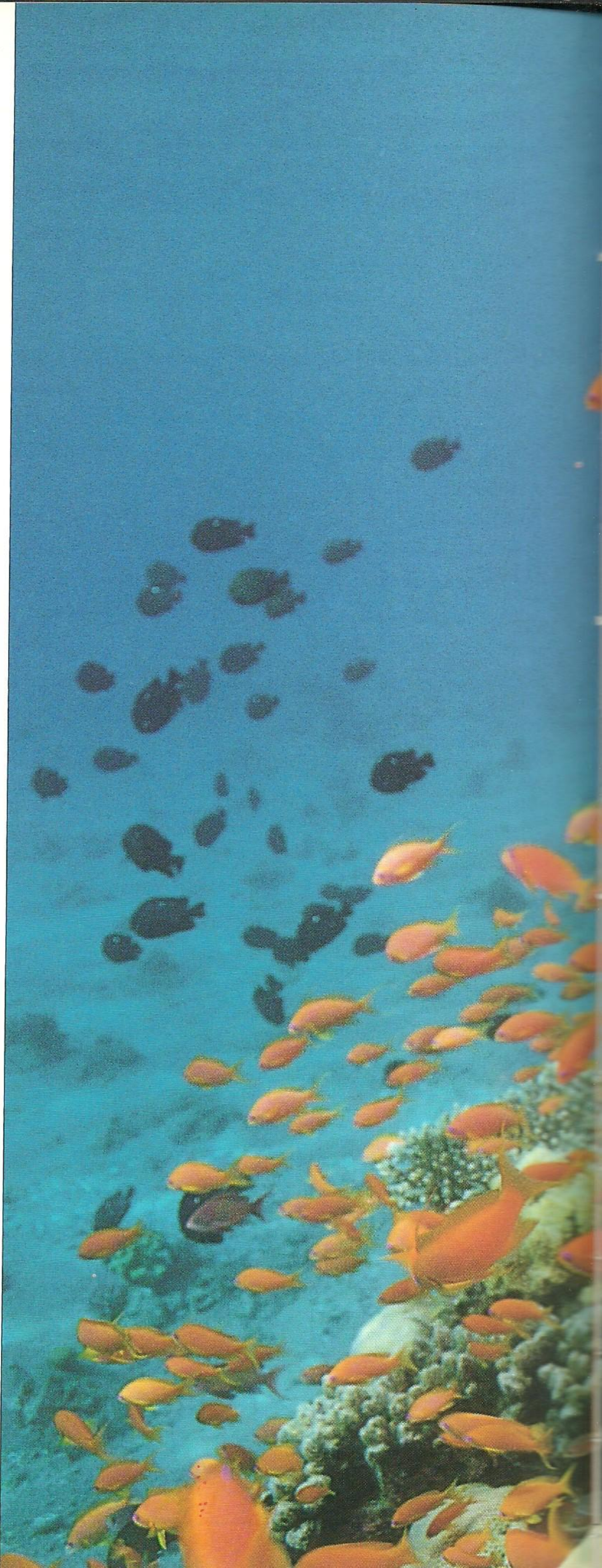


الحياة المائيّة

كائنات عجيبة

تُعَدّ الحيوانات والنباتات التي نجدها في الماء، ولا سيّما في البحار، من أكثر الأنواع غرابة في عالم الأحياء. صدفة النوتيّ (البحّار) هذه (أعلاه) تعيش في البحر، تمامًا كسرب السمك الذي يجول قرب جُرف من المرجان في أحد بحار أستراليا (إلى اليمين).

بدأت الحياة على الأرض في الماء قبل أن تنتشر تدريجيًّا على اليابسة، ولا تزال المياه موطنًا لعدد كبير من الكائنات الحيّة المتنوّعة. فمن أعماق البحار المعتمة إلى سطح المياه تتصارع أنواع مختلفة من الكائنات منذ ملايين السنين من أجل البقاء. كما اعتادت نباتات وحيوانات كثيرة على العيش في محيط مائيّ آخر، في المياه العذبة، أي في الأنهر والسواقي والبحيرات والبرك والمستنقعات.

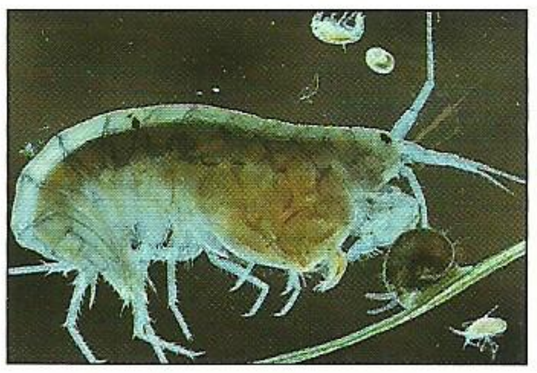


الحياة في المياه العذبة

الماء عنصر ضروريّ للحياة على كوكبنا، ومن المعروف أنّ المياه تغمر نحو ثلاثة أرباع مساحة الأرض، والمحيطات وحدها تضمّ ما يقارب المليار ونصف المليار من الكيلومترات المكعَّبة. أمّا البرك والبحيرات والأنهر فلا تمثّل إلّا جزءًا صغيرًا من هذا الحجم، ومع ذلك فإنّها تشكّل موطنًا مهمًّا لحياة بريّة يسهل علينا مراقبتها.

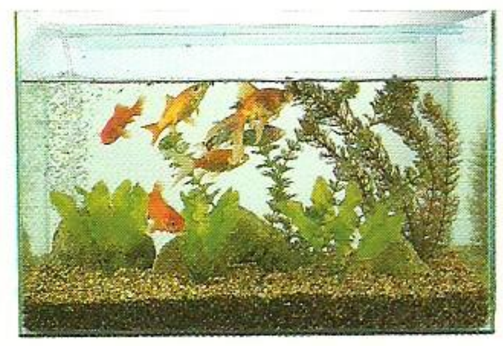
لدى إجراء الاختبار على قطعة البطاطس (ص ١٧)، تبيَّن لك كيف أنّ محلولًا من السكّر يسمح للماء بالانتقال عبر الخلايا عن طريق التناضح. فوجود الموادّ الذائبة أو عدم وجودها، كالسكّر والملح، يؤدّي دورًا مهمًّا في حياة الكائنات المائيّة.

منع تسرّب الماء



يجتذب النور **إربيان (جمبري) المياه العذبة**.

تحوي خلايا الكائنات كلّها نسبة معيَّنة من الأملاح الذائبة تبلغ خمسة وثلاثين في الألف، وهي النسبة عينُها التي نجدها في مياه البحر، ممّا يذكّرنا بأنّ الحياة بدأت فيه. كما أنّ نِسَبَ الأملاح المتنوّعة قريبة إلى حدّ بعيد من تلك التي في مياه البحر. ونسبة الملوحة الموجودة في الحيوانات البحريّة تعادل تلك الموجودة في المياه المحيطة بها. وبذلك لا يتسرّب الماء إلى خلاياها ولا يخرج منها. إلّا أنّ الأمور تختلف مع الحيوانات التي تعيش في المياه العذبة، إذ إنّ السائل داخل خلاياها هو أكثر ملوحة من المحيط المائيّ. وهذا ما يسبّب تناضح الماء إلى أجسامها. لكن هذه الحيوانات طوَّرت أجهزة خاصّة للحؤول دون هذا التناضح. فعددٌ كبير من وحيدات الخلايا تلفظ كميّة الماء التي تتلقّاها بواسطة فجوات متقلّصة داخل الخلايا. وللحيوانات المائية الكبيرة جلود كتيمة (لا ينفذها الماء). والأسماك التي تحيا في المياه العذبة تكون مُغطّاة بمادّة لزجة تمنع نفاذ الماء، بينما تحمي الحشرات نفسها بواسطة هيكلها الخارجيّ (ص ٧٤).

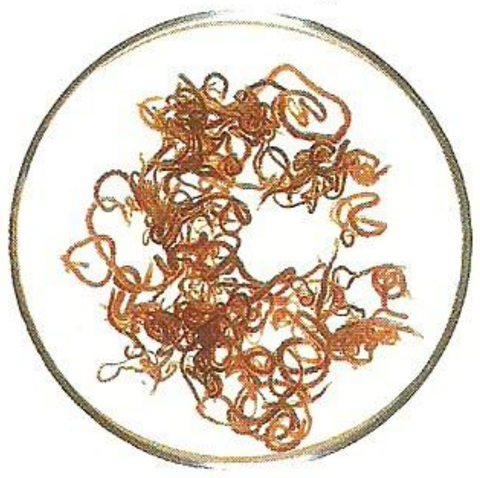


تحتاج **أسماك المياه العذبة** التي تعيش في أحواض إلى غذاء خاص.

تستطيع بعض الحيوانات كالأنقليس (ص ٨٢) وتلك التي تقطن في ثقوب الصخور (ص ٩٢) أن تتكيّف مع مختلف درجات الملوحة. إلّا أنّ الحيوانات المائيّة في معظمها لا تستطيع الانتقال من المياه العذبة إلى المالحة، أو العكس، فذلك يقضي عليها في الحال.

دورة الماء

تشترك الأنهر والبحيرات في دورة الماء. فالشمس تبخّر ماء البحر وتحوّله إلى غيوم تتساقط مطرًا، فتمتلئ البحيرات وتجري الأنهار، ويعود القسم الأكبر إلى البحر. وبما أنّ ملح البحر لا يتبخّر فإنّ الغيوم تنزل مياهًا عذبة وتنتهي دورتها عندما تعود مجدّدًا إلى البحر. أمّا الوقت الذي تستغرقه هذه الرحلة فيتوقّف على المكان الذي يسقط فيه المطر كما يؤثّر، على أشكال الحياة في المياه العذبة.



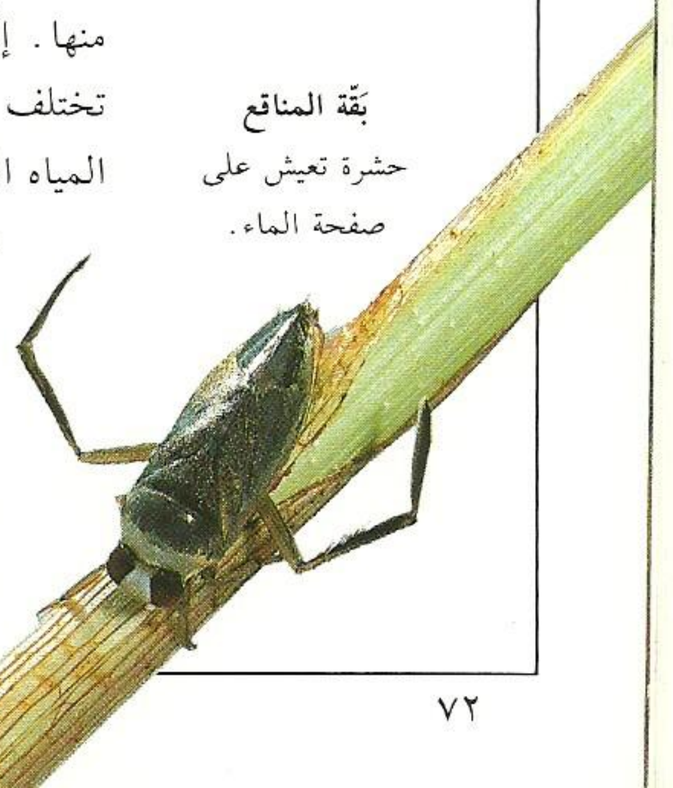
الديدان الخيطيّة هي غذاء السمك الأحمر.

الحياة في المياه الجارية

عندما تسقط مياه الأمطار على سفح جبل تنحدر مع مياه الشلّال لتلتقي النهر. المياه الباردة والمضطربة لها حسناتها وسيئاتها على الحياة البرّية، إذ إنّ تكسُّرَها على الصخور يَسْمح للأكسجين بالانحلال فيها. وتوفُّرُ الأُكسجين يجعل الحياة المائيّة مثاليّة لبعض الأسماك، كسمكة التَّروتة. لكنّ التيّار القويّ يجعل الحياة صعبة، فهو يجرف كل ما ليس ثابتًا وما لا يستطيع مقاومة التيّار. ويلاحَظ أنّ الكثير من الحيوانات الصغيرة التي تعيش في مجاري المياه العذبة قد طوّرت أجهزة تساعدها على التثبّت بالصخور والحجارة.

تفقد المياه قوّة اندفاعها لدى بلوغها نهاية المنحدر فتجري بكسل مقدِّمة فرصًا كثيرة لنموّ النباتات والحيوانات المائيّة، كالطحالب العائمة والقصب والأسَل وحَلَزون الماء والبطّ والأسماك.

ترتكز تقنيّة الصيد **لدى العلجوم** على المفاجأة والسرعة.



بَقّة المناقع حشرة تعيش على صفحة الماء.

فالحيوانات تتغذّى بالنباتات، وهي بدورها تغذّي الأسماك الكبيرة والسلاحف وكلاب الماء.

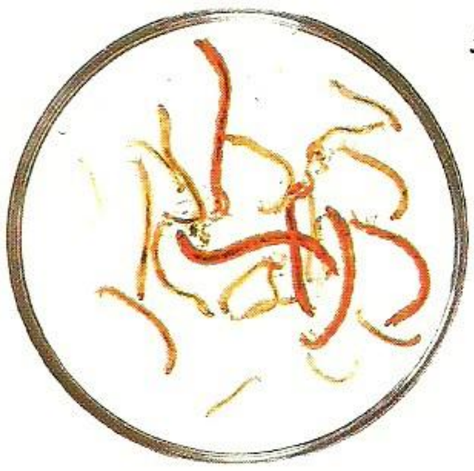
قد يستوجب وصول مياه النهر إلى البحر عدّة أيام، بل عدّة أسابيع، ولا تصبّ مياه الأمطار كلّها في المجاري السطحيّة والبحار، إنما يغور قسم منها في الأرض عبر الصخور ويكوّن مياهًا جوفيّة. وهناك مناطق كثيرة في العالم، حتى الجافة منها والصحراويّة، تحوي خزّانات هائلة من المياه الجوفيّة. هذه المياه تسيل ببطء فتنتقل مسافة قد تبلغ مترًا واحدًا في السنة، وتستمرّ بالتالي على هذه الحال آلاف السنين. وبما أنّها محرومة من الطاقة الشمسيّة فهي بالإجمال خالية من الحياة.

البحيرات والبرك

تحوي البحيرات والبرك كمّيات كبيرة من المياه العذبة، وتشكّل موطنًا طبيعيًّا يستحقّ اهتمام الدارسين. ففيها كائنات حيوانيّة دائمة، كما تستقبل حيوانات كثيرة لا تعيش في الماء إلّا عندما تكون صغيرة، كشَراغيف البرمائيّات (ص ٧٨ إلى ٨١) ويَرَقات الحشرات (ص ٧٤). فبفضل حياتها القابلة للتكيُّف تستطيع هذه الحيوانات أن تستفيد من مواطن مختلفة ومن مصادر غذائيّة متنوِّعة.

علجوم صغير
يتهيّأ للانتقال من الحياة المائيّة إلى الحياة على اليابسة.

تختلف المياه من بحيرة إلى أخرى، والفوارق في بعض التركيبات الكيميائيّة يمكن أن تؤثر على الحياة فيها وتغيّرها. غالبًا ما تكون برك السهول ومستنقعاتها غنيّة بالحشرات والنباتات الصغيرة، وهذا ما نلاحظه لدى تفحّصنا نقطة ماء منها بواسطة المجهر. عندما تكثر العناصر الغذائيّة في هذه المياه تنمو الطحالب بسرعة فيبدو المستنقع شبيهًا بطبق شوربة أخضر. وقد يضرّ ذلك بعناصر أخرى، خصوصًا عندما تموت الطحالب ويغطّيها العَفَن. نلاحظ في المقابل أنّ برك المرتفعات تكون صافية برّاقة ولكنّها لا تحوي الكثير من العناصر الحيّة.



تعيش **الديدان الدمَويّة** الدقيقة في مياه فقيرة بالأكسجين.

الحواجز الخفيّة المائيّة

عندما تسبح صيفًا في إحدى البرك تلاحظ أنّ الماء يبدو أكثر برودة حين تكون ساقاك في وضع عَموديّ. وتشعر بمُنْحَدر حراريّ، أي نقطة التقاء مياه السطح، الدافئة بفعل حرارة الشمس مع مياه الأعماق الأكثر برودة وكثافة.

وقد اكتشف علماء الأحياء أنّ تبدّل الحرارة مع الفصول له تأثيره على الحياة في البحيرات. فخلال فصل الصيف تطفو المياه الدافئة فوق المياه الباردة، وتنقسم البحيرة بذلك إلى طبقتين. لذلك فإن الأُشْنات العائمة تنمو بسرعة على وجه الماء وتتكاثر، وتتدلّى منها زوائد شبيهة بالسِّياط، أو تظهر منها عوّامات مليئة بالغازات.

تعيش **قشريّات صغيرة**، كهذا البَلْعَط، في المياه العذبة والمالحة. وهي الحيوانات المتعدّدة الخلايا الأكثر انتشارًا في العالم.

وتتزايد أنواع الأُشْنات مع استمرار الدفء حتى تستنفد العناصر الغذائيّة من الماء، فتموت وتتحلّل. ويبرد سطح الماء في فصل الخريف وتصبح حرارته كحرارة الأعماق، عندئذٍ تمتزج الطبقتان وتختلط مناسيب المياه. هذا الاختلاط مهمّ لأنّه يعيد العناصر الغذائيّة إلى سطح الماء حيث يمكن الاستفادة منها مجدّدًا.

وهناك نوع آخر من الحواجز الخفيّة التي تؤثّر على الحياة في البحيرات. فالنباتات المائيّة لا تنمو إلّا في محيط يصله ما يكفي من النور لإتمام عمليّة التخليق الضوئيّ، وكلّما توغّلت في الأعماق، تلقّت النباتات المائيّة كميّة أقل من النور، لهذا لا يمكنها أن تنبت إذا تخطّت عمقًا محدّدًا. وفي المياه العكرة تكون أقرب إلى سطح الماء منها في المياه الصافية.

يضع **السَّمَنْدل** بيضه في الماء كسائر البرمائيّات.

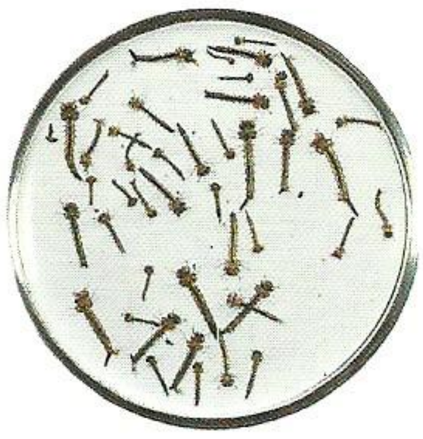
حيوانات البرك والسواقي

نجد في نواحي الأرض كلّها تجمّعات من الكائنات الحيّة التي تعيش في المياه العذبة، سواء أكانت المناطق جافّة أم رطبة. فحيث يكون المطر قليلًا يزداد الصراع على الحياة بين حيوانات المياه العذبة، إذ لا يكون أمامها أحيانًا إلّا أيام معدودة لتضع بيضها قبل جفاف الماء. وفي المناطق التي يتواصل فيها الشتاء تكون البرك والسواقي موطنًا ثابتًا للكائنات الحيّة كوحيدات الخلايا، ومنها الأَميبة، كما نجد فيها أنواعًا من الديدان العريضة والحَلَزون والحشرات. وتعتبر البرك بمثابة حضانة للكثير من الحيوانات، فالدعاميص تعيش في الماء لكنّها تنتقل إلى اليابسة بعد وصولها إلى مرحلة البلوغ.

مَنْقَعيّة

سكّان المياه العذبة

تشير الصوَر التالية إلى عدد من الحشرات التي تسكن البرك ومجاري المياه. وباستطاعتك أن تراها كلّها بالعين المجرّدة، علمًا أنّ العدسة المكبِّرة تبقى مفيدة في مراقبة براغيث الماء والبلاعِط. كما أنّ المياه العذبة تحوي حيوانات متناهية في الصغر يُحتاج إلى مجهر لرؤيتها.

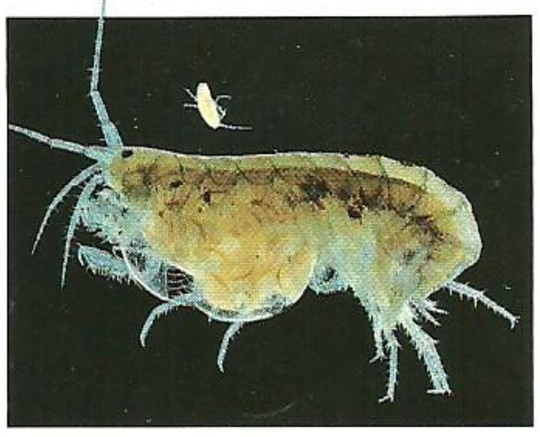


دعاميص البعوض

تبقى هذه الدعاميص على سطح الماء، لكنّها تغور هاربة عند الخطر الداهم.

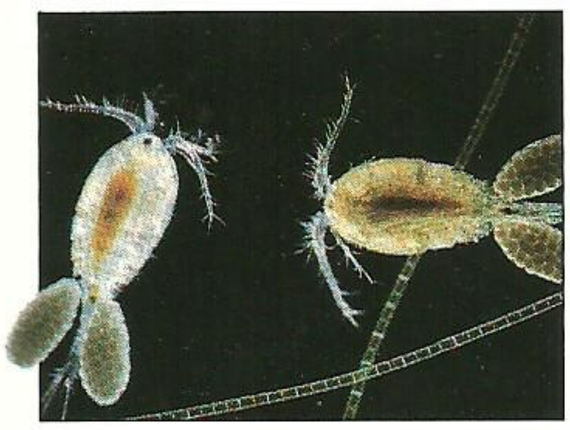
براغيث الماء

تتكاثر براغيث الماء بسرعة.



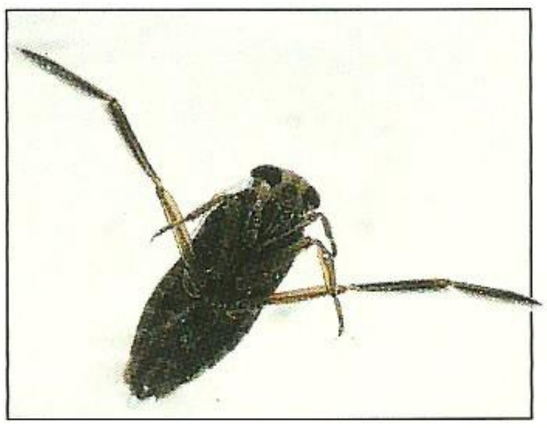
إربيان المياه العذبة

يعيش بين الصخور والحصى، ويتغذّى من بقايا الأشياء.



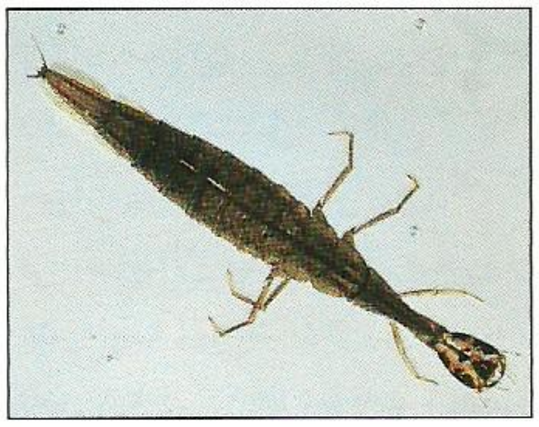
البلاعِط

هي صغيرة إلى حدّ أنّ نقطة ماء يمكن أن تستوعبها.



بَقّة المناقع

تسبح بقّة المناقع على ظهرها وتنتظر فريستها لتطعَنَها.



دعموصُ جُعَل الماء

هو صيّاد شرس، يأكل الشراغيف والأسماك الصغيرة.

دعموص اليعسوب

يختبئ هذا الدعموص في أوحال البرك.

الحلزون المائيّ الكبير

يقتلع هذا الحلزون غذاءه بواسطة لسانه الخشن.

■ اكتشاف ■

أسرار الحياة المائيّة

اشتُهِرَ عالِم الطبيعة الإنجليزي جيلبرت وايت (١٧٢٠-١٧٩٣) بكتابه «تاريخ سِلْبورن الطبيعيّ» الذي وضعه سنة ١٧٨٩. فقد تحقّقت له اكتشافات كثيرة حول النباتات والحيوانات بفضل ما أبداه من صبر في مراقبةٍ طويلة للكائنات الحيّة. لاحظ وايت أنّ السمكة تستطيع تحريك عينيها (في زمن كانوا فيه يعتقدون عكس ذلك)، وأنّ لها ردّات فعل على ما تلاحظه من تحرّكات فوق سطح الماء. كما اكتشف أنّ السمندل المائيّ يتنشق الهواء من خارج الماء، وأنّ اليعسوب يسهل اصطياده عندما يبلغ ويترك الماء.

اختبار

اكتشاف الحياة الليليّة في البرك

إذا سَلّطتَ الضوء ليلًا على بركة أو بحيرة، تلاحظ وجود أعداد كبيرة من الحيوانات الصغيرة تحت الماء، بينها فراخ سمك وقشريّات كبراغيث الماء. فهي تبحث ليلًا عن غذائها، لأنّها تكون أقلّ عرضة للوقوع فريسة حيوانات أخرى. يمكنك أن تنصب شَرَكًا يساعدك على تكوين فكرة أوضح عن الحياة الليليّة في البرك. هذا الشَّرَك يعمل كما تعمل شبكة صيد الكَرْكند، فالضوء يجذب الحيوانات الصغيرة التي تدخل الشرَك عن طريق القِمْع، ولا تستطيع بعدها الخروج. إنّما ينبغي، في نهاية الاختبار، أن تُعيد هذه الحيوانات إلى محيطها الطبيعيّ.

يلزمك

• شريط لاصق كتيم • قطعة بلاستيك سوداء • أربطة مطّاطيّة • قِمْع • زجاجة بغطاء • خيط متين • مصباح جيب • أنبوب بلاستيكيّ عريض بطول ٣٠ سم

١ أدخِل القِمْع في أحد طرفَي أُنبوب البلاستيك، على أن تكون فتحته الضيّقة متّجهة إلى داخل الأنبوب.

٢ أُربط طرفي الخيط في كل جهة من الأنبوب لتجعل من الخيط مقبضًا.

٣ أَشْعِل مصباح الجيب وضعه داخل الزجاجة بحيث يخترق الضوء قَعْرها، ثم أَقْفل الزجاجة بغطائها.

٤ ضع الزجاجة داخل الأنبوب واجعل نور المصباح يتّجه نحو القِمْع. ثم أقفل بإحكام طرف الأنبوب الثاني بواسطة قطعة بلاستيك سوداء، وثبّت القطعة بواسطة خيط مطّاطيّ.

٥ أنزل الشَّرَك في الماء على مَهل من دون أن تجعل القعر يضطرب، واتركه فيه ليلة كاملة.

٦ إرفع الشَّرَك وانزع منه قطعة البلاستيك وصبّ ماءه في وعاء، ثم راقب جيّدًا حصيلة عملك.

إنشاء بركة

وجود بركة في الحديقة فرصة حياة للحيوانات البريّة، وهناك ثلاث طرق لإنشاء الحوض: إمّا بواسطة الإسمنت، أو باستقدام حوض جاهز من البلاستيك، أو بتغطية حفرة بغطاء من البلاستيك الطريّ. لكنّ الإسمنت قد يتشقّق، وحوض البلاستيك يبدو في الغالب اصطناعيًّا، أمّا الغطاء البلاستيكيّ الطريّ فيسمح بإنشاء أحواض متينة ذات مظهر طبيعيّ. يُستحسن إذًا أن تحفر حفرة متدرّجة، كما يظهر في الرسم أدناه، وتغطيها بطبقة من الرمل أو بأوراق الصحف للتخفيف من حدّة الزوايا، ثم ضَع غطاء البلاستيك الطريّ واملأ الحفرة ماءً. إذا كان الماء قد جُلب من خزّان البيت، انتظر بضعة أيام لتتبخّر مادّة الكلور المطهّرة منه قبل وضع الحيوانات فيه.

مفترس مائيّ
يجب ألّا نضع في الحوض حشرات مفترسة كدعموص الجُعَل لأنها تجعل عدد سائر الحيوانات يتناقص بسرعة.

مراقبة بركة

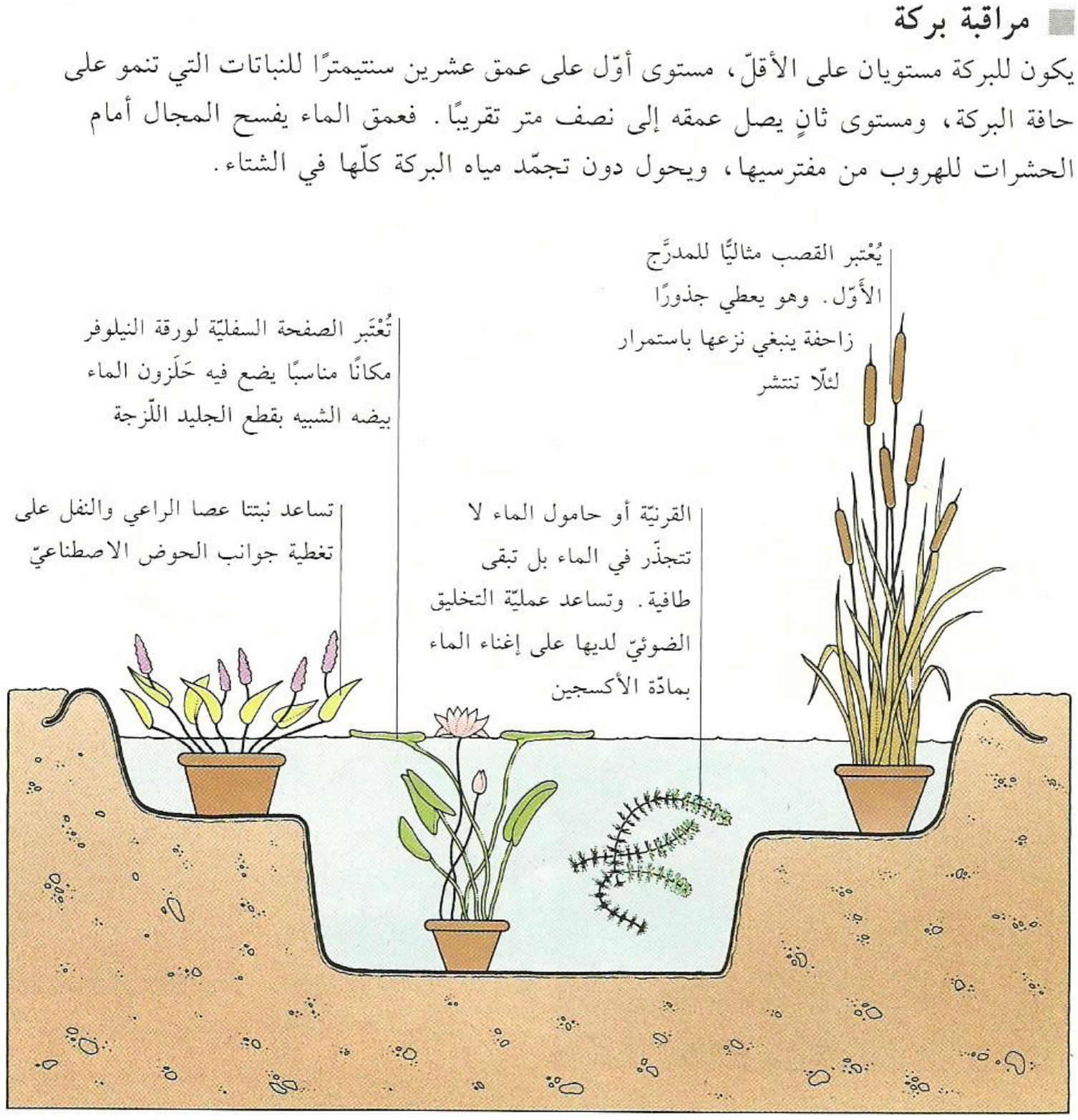
يكون للبركة مستويان على الأقلّ، مستوى أوّل على عمق عشرين سنتيمترًا للنباتات التي تنمو على حافة البركة، ومستوى ثانٍ يصل عمقه إلى نصف متر تقريبًا. فعمق الماء يفسح المجال أمام الحشرات للهروب من مفترسيها، ويحول دون تجمّد مياه البركة كلّها في الشتاء.

يُعْتبر القصب مثاليًّا للمدرَّج الأوّل. وهو يعطي جذورًا زاحفة ينبغي نزعها باستمرار لئلّا تنتشر

تُعْتَبر الصفحة السفليّة لورقة النيلوفر مكانًا مناسبًا يضع فيه حَلَزون الماء بيضه الشبيه بقطع الجليد اللّزجة

القرنيّة أو حامول الماء لا تتجذّر في الماء بل تبقى طافية. وتساعد عمليّة التخليق الضوئيّ لديها على إغناء الماء بمادّة الأكسجين

تساعد نبتتا عصا الراعي والنفل على تغطية جوانب الحوض الاصطناعيّ



اختبار

إنشاء حوض زجاجيّ

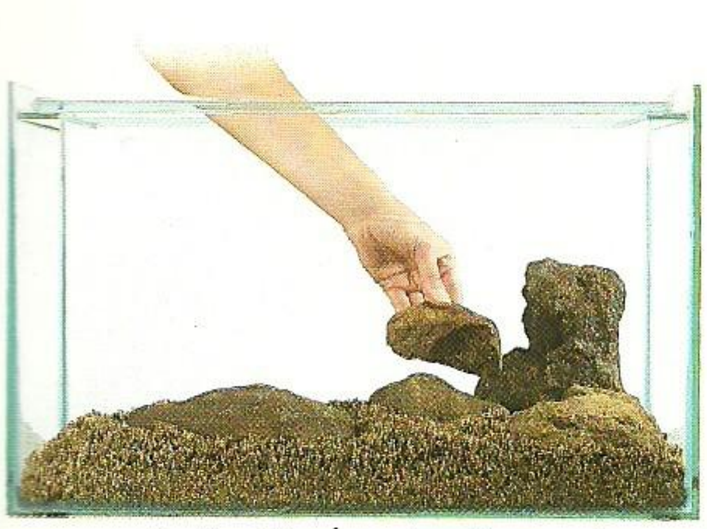
يساعدك الحوض الزجاجيّ على مراقبة الحيوانات المائيّة من دون إزعاجها.

فهو نظام بيئيّ مُغلَق يحتاج إلى ضوء الشمس وحده ليعمل. وتستلزم الحياة فيه تأمين ما يكفي من العناصر الغذائيّة والنباتات والحيوانات. وقد تنبت الأُشنات في الماء إذا كان غنيًّا بالمواد المعدنيّة وتستهلك القسم الأكبر من الأكسجين وتعكّر الماء. لذلك يجب استعمال الحصى المنظَّف، كما يُستحسن حفّ الحجارة وغسلها قبل وضعها في الحوض، مع التنبّه إلى عدم استعمال الحجارة الكلسيّة التي قد تذوب وتنحلّ.

يلزمك

- حوض زجاجيّ
- حصى
- نبتات مائيّة
- حيوانات مائيّة
- حجارة أو حطب
- مياه عذبة (من البرك أو مياه الشتاء)

١ **اِملأ قعر الحوض** بالحصى الدقيقة، بعد تنظيفه، تحاشيًا لنموّ الأُشنات.



٢ **اِستعن بالحجارة، أو بقطع الحطب،** لتكوين منظر مائيّ متنوّع، ومساحات تناسب الحلزون في عمليّة التغذية.

٣ **اِملأ الحوض ماءً** حتى يصل إلى نصفه، فكميّة مياه قليلة قد تحدّ من نسبة الأكسجين الذائب فيها.

٤ **وزّع النبتات** في الحوض، إنْ في أُصص أو اغْرِسْها بين الحجارة على أن يكون بعضها منتجًا للأكسجين وقابلًا للطفو بحريّة.

٥ **يمكنك الآن وضع ما تريده** من الحيوانات الصغيرة في الحوض. وإذا ما أَضفْت القليل من مياه البرك فإنك تُدخل عددًا من الحشرات المائيّة كبراغيث الماء (ص ٧٤).

٦ **ضع الحوض في مكان مضيء** لا تصل إليه أشعّة الشمس بشكل مباشر. فتنمو النبتات وتقدّم الغذاء للحيوانات.

قد تشكّل موادّ ميتة طبقة فوق الحصى، يجب إزالتها للحفاظ على نظافة الماء. وتتمّ عمليّة التنظيف من دون إفراغ الحوض، إذ يمكن سَفْط هذه البقايا بواسطة أنبوب

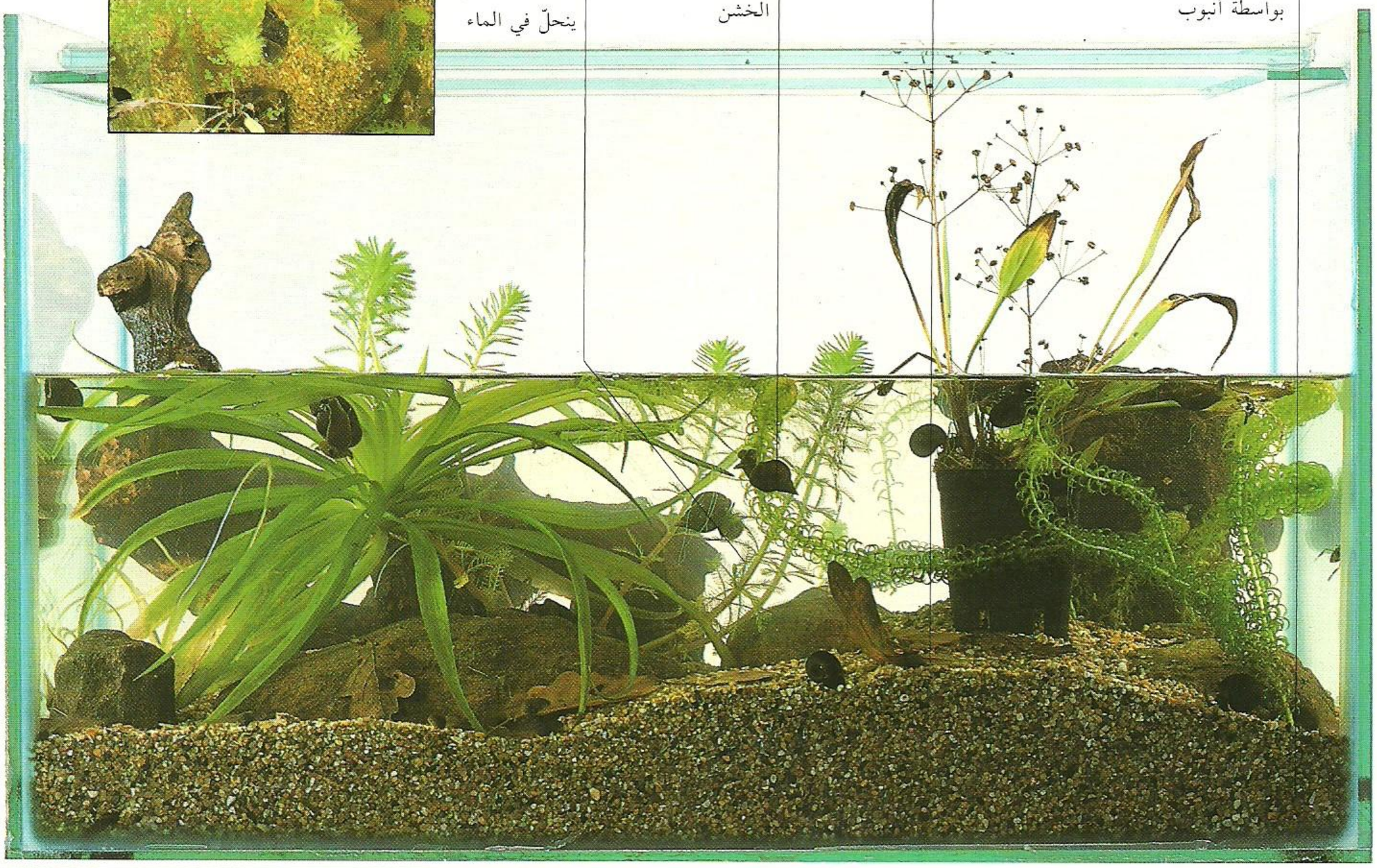
إذا أردت تربية شراغيف ينبغي تأمين أمكنة جافّة لها وعالية عن سطح الماء كي تستطيع فراخ الضفادع والعلاجيم الخروج إليها

تتغذى حلزونة الماء بالأشنات بعدما تُلصق بها لسانها الخشن

تُطلِق الأوراق المسنّنة الدقيقة كميّة كبيرة من الأُكسجين الذي ينحلّ في الماء

نبتات طافية

يتوزّع عدس الماء في هذا الحوض، ويمكن أن يؤدّي نموّه الكثيف إلى حجب الضوء عن النبتات الأخرى. وهذا ما يستوجب مراقبته والتخفيف منه.



البَرمائيّات

الماء موطن الضفدع والعُلْجوم والسَّمَنْدل، وهي من البَرمائيات أي تعيش نوعين من الحياة، أولى مائيّة وثانية برّية. وأنواع كثيرة منها تُمضي القسم الأكبر من الوقت برًّا، على الأشجار وبين الأعشاب والأشواك، ولا تعود إلى الماء إلّا لتضع بيضها. وتساعدها القوائم الخلفيّة القويّة في القفز على اليابسة، كما تكون بمثابة مجاذيف في الماء. وللسَّمَنْدل ذَنَب غير موجود عند الضفدع والعُلْجوم.

من البرمائيّات الغريبة

سمندل المكسيك لا يصل إلى مرحلة البلوغ، وإنّما يُصبح شُرغوفًا ضخمًا ذا غلاصم خارجيّة ورديّة اللون. وإذا ما أضفنا إلى الماء كميّة من اليود فإنّ سمندل المكسيك يبلغ وتختفي غلاصمه فهو كالإنسان يحتاج إلى مادّة اليود ليفرز هرمونات النموّ. وعلى عكس الشراغيف العادية يستطيع سمندل المكسيك التزاوج ووضع البيض، كسائر البرمائيّات.

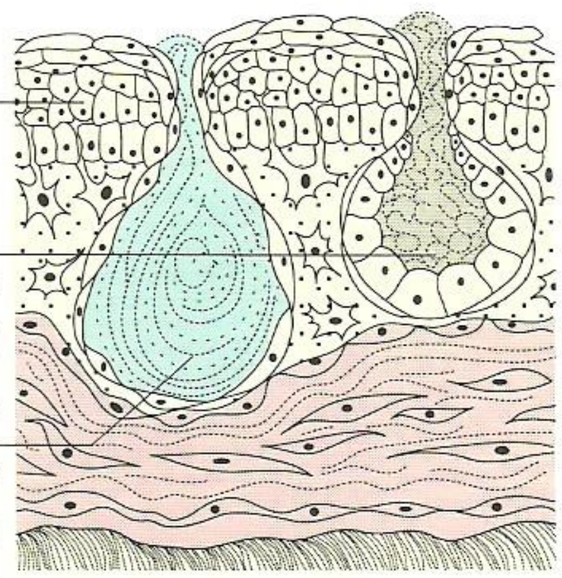
اللون المخيف

تحت جلد السمندل المبقَّع غدد سامّة تمنع الحيوانات المفترسة من الاقتراب، فجلده الأسود المبقّع باللون الأصفر يُعدّ إنذارًا طبيعيًّا. ويساعد هذا الثوب الواقي الحيوان على العيش طويلًا، فقد بقي بعض السمادل على قيد الحياة في الأَسْر خمسًا وعشرين سنة وهذا غريب بالنسبة إلى حيوان بهذا الصغر.

تساعد أَغْشية الخلايا على نفاذ الأُكسجين إلى الدم

تمنع الغدد المخاطيّة الجلد من الجفاف

تمنع الغدد السامّة الحيوانات المفترسة من الاقتراب



مقطع من جلد سَمَندل مبقّع

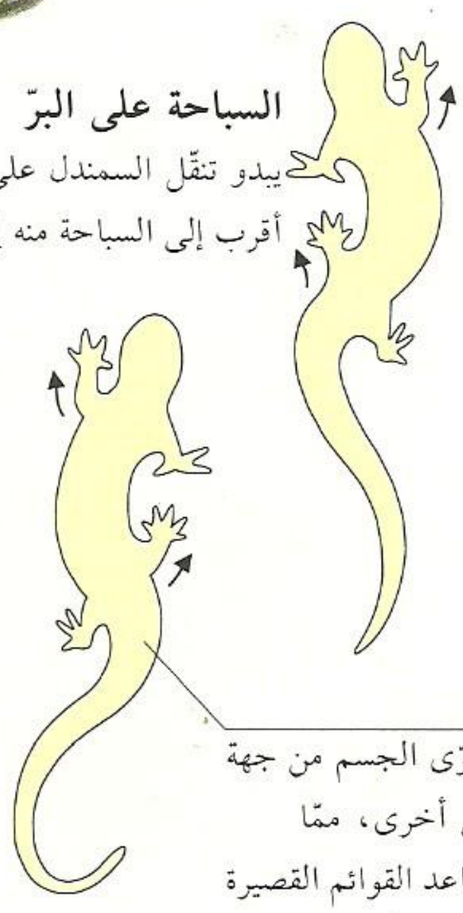
يساعد جلد السمندل على حمايته من الأخطار ووقايته من الجفاف، كما يساعده على التنفّس.

أربع أصابع في القائمتين الأماميّتين

تشير ألوان البقع الزاهية إلى أنّ الحيوان سامّ

خمس أصابع في القائمتين الخلفيّتين

جلد ناعم مطّاطيّ



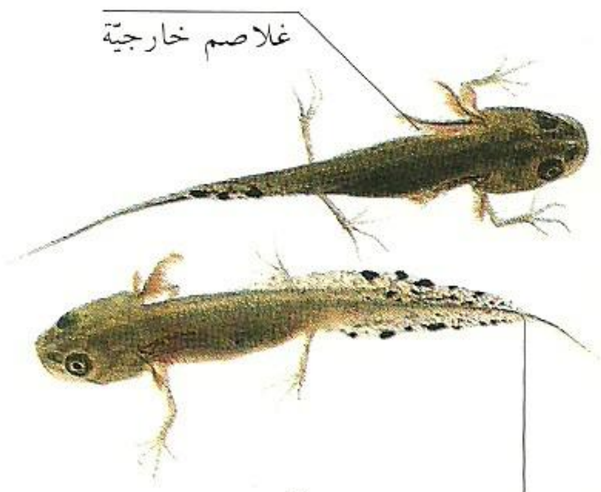
السباحة على البرّ

يبدو تنقّل السمندل على الأرض أقرب إلى السباحة منه إلى السَّير.

يتلوّى الجسم من جهة إلى أخرى، ممّا يساعد القوائم القصيرة على التنقّل

سمندل الماء

يبقى هذا السمندل الصغير في البرك ومجاري المياه البطيئة ستة أشهر تقريبًا. وفي ما بعد يمكن العثور عليه خارج الماء مختبئًا غالبًا في الأماكن الرطبة. وخلال عمليّة التزاوج المعقّدة يتراقص الذكر أمام الأنثى. والشراغيف المولودة تحمل غلاصم خارجيّة تختفي عند البلوغ.



الضفادع والعلاجيم

تحوي الطبيعة ٣٥٠٠ نوع من الضفادع والعلاجيم، و٣٦٠ نوعًا من السَّمادِل البرّيّة والسمادل المائيَّة. ويعود الفضل في بقاء البرمائيّات وتطوّرها إلى قوّة قوائمها الخلفيّة. وتستطيع بعض البرمائيّات أن تقفز مسافة ثلاثة أمتار، أي ما يساوي ستين مرّة حجمها. فلو كان للكَنْغر هذه القدرة على القفز لاستطاع اجتياز ملعب كرة قدم بقفزة واحدة.

هذه القدرة تسمح للضفادع والعلاجيم بالتنقّل بسرعة. وتستطيع بعض الضفادع اجتياز بركة بقفزة واحدة من دون أن تبتلّ.

اختبار

تغذية العلجوم

تتغذّى الضفادع والعلاجيم بالحيوانات. فالعلاجيم تتنقّل بكسل، لكنّ لسانها يلتقط الحشرات بسرعة مذهلة. ويمكنك ملاحظة ذلك إذا وضعت حشرة أمام علجوم. إنّ دعموصًا من مُغمَدات الأجنحة أو دودة طحين يفي بالغرض. يمكنك التأكّد من ردّة فعل العلجوم أمام تحرّك الدعموص بعد وضْع الدّعموص في البَرّاد فالبرد يخدّره. إلى أيّ مدى يصل لسانه لالتقاط الفريسة؟

يلزمك

- علجوم • دعموص من مُغمَدات الأجنحة

الاستدلال على الفريسة

يتنقّل العلجوم ببطء بحثًا عن غذائه. وعندما يتأكّد من وجود فريسة يراقبها جيّدًا ويقدّر المسافة التي تفصله عنها.

سرعة خاطفة في الهجوم

يكون لسان العلجوم في القسم الأماميّ من الفم. يتقدّم العلجوم ثم يمدّ لسانه الدَّبِق ملتقطًا فريسته بلمح البصر.

صيد موفَّق

ينطوي اللسان على الفريسة. فالضفادع والعلاجيم تأكل كل ما هو صغير ويمكن ابتلاعه، وهي تستعين أحيانًا بقوائمها لتدفع الغذاء داخل فمها.

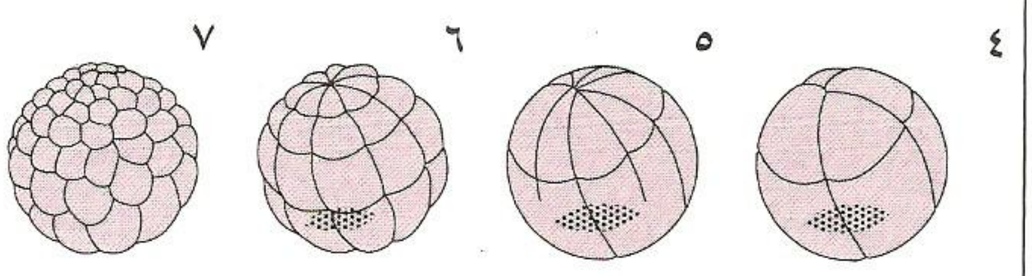
من الشُّرغوف إلى العُلْجوم

تخضع البرمائيّات خلال عمليّة النموّ لتحوّلات جذريّة في أشكال أجسامها إذ ينتقل الشرغوف من حياة صِرْف مائيّة إلى حياة برمائيّة.

في ما خلا المناطق الجافّة والمداريّة، يتكاثر كلّ نوع من الضفادع والعَلاجيم في أوقات محدّدة. ويكون وقت تكاثر العلاجيم في مطلع فصل الربيع، فتقصد الذكور التجمّعات المائيّة وتُعلن عن قدومها بنقيق حادّ، لاسيّما عند المساء. وتُجذب الإناث بهذا النوع من النقيق فتقصد بدورها الماء، وتكون أجسامها منتفخة من البيض الذي تحمله. فيشدُّ الذكر الأنثى إليه طوال يوم تضع الأنثى في آخره البيض، ويلقّحه الذكر.

تطوّر البيض

تتكوّن بيضة الضفدع أو العُلجوم أوّلًا من خليّة واحدة (١) تحوي بقعة رماديّة على شكل هلال. وتؤكّد الاختبارات أنّ هذه البقعة تضبط عمليّة نموّ البيضة. فإذا قسمنا بيضة إلى قسمين يحتوي كلّ منهما على جزء من البقعة حصلنا على شرغوفين طبيعيّين. وإذا خلا أحد القسمين من الجزء الرماديّ فإنّه يتطوّر إلى كتلة غير طبيعيّة من الخلايا. بعد وضع البيضة بنصف ساعة تنقسم الخليّة فيها إلى خليّتين (٢)، وبعد نصف ساعة أخرى تنقسم إلى أربع خلايا (٣) ثم إلى ثماني خلايا (٤). في هذه المراحل تنقسم الخلايا كلّها في وقت واحد (٥ و٦)، وبعد مرور ست ساعات تتسارع الانقسامات (٧) إذ تنقسم كل خليّة في الوقت المناسب لها.



بيض العلجوم
تضع أنثى العلجوم بيوضها على شكل شريط طويل متعرّج حول سُوق النباتات المائيّة. تجمع بين البيوض مادة كثيفة لزجة، ويمكن أن تضع الأنثى الواحدة الآلاف منها في كلّ مرّة. وتساعد العدسة المكبِّرة على مراقبة البيضة وملاحظة انقسام الخلايا التي تكوّن الجنين.

شراغيف العُلجوم
بعد تفريخ البيض تبقى الشراغيف يومًا أو يومين محاطة بالمادّة اللّزجة. ثم تبدأ بأكل هذه المادة وبالتغذي من الأشنات التي تنمو فيها. وهي لا تتحرّك إلّا عندما تشعر بحركة غريبة مزعجة. أمّا الغلاصم فتكون شبيهة برايات صغيرة.

مراحل النموّ الأولى

تتعلّق سرعة نموّ الشرغوف بحرارة الماء. وخلال عمليّة التطوّر تنمو الغلاصم بسرعة لتنشّق الأكسجين من الماء، وتكون أشبه بريش صغير. هذه الغلاصم تقرّب البرمائيّات من أسلافها، وهي الحيوانات التي كانت تشبه الأسماك. فالحيوانات القديمة التي خرجت من البحيرات والأنهر منذ ما يقارب ٣٨٠ مليون سنة كانت هي أيضًا ذات غلاصم.

تستخلص الغلاصم أُكسجين الماء

تغيّرات غير مرئيّة

تبدأ الرئتان بالتطوّر داخل جسم الشرغوف، وعندما تصبحان جاهزتين لتنشّق الهواء الخارجيّ تختفي الغلاصم داخل الجسم. وتتحوّل الأغذية التي تحملها الغلاصم إلى أعضاء جديدة.

يتحوّل الشرغوف تدريجيًّا من حيوان نباتيّ إلى لاحم

يمتدُّ من جانبي الشرغوف خطّ غير مرئيّ من الأعضاء الحسيّة

التهيّؤ لحياة اليابسة

تكبر قائمتا الشرغوف الخلفيّتان، وداخل الجسم السميك والمستدير تتكوّن القائمتان الأماميّتان، تحت طبقات الجلد ثم تخرجان فجأة بعد أن تتخذا شكلهما النهائيّ. وقد تخرج قائمة قبل الأخرى فيبدو الشرغوف بثلاث قوائم. لكنّ ذلك لا يدوم طويلًا ولا يخلق مشكلة للشرغوف إذ لا يزال كائنًا مائيًّا.

العُلجوم الصغير

بعد خروج القوائم كلها يبدأ الذنَب بالاختفاء داخل الجسم ليتحوّل إلى أعضاء جديدة، على غرار الغلاصم. لقد أوشك الشرغوف أن يصبح علجومًا وبدأ يمضي القسم الأكبر من وقته خارج الماء. وعند اختفاء الذنب كليًّا يهجر العلجوم البركة نهائيًّا ولا يعود إليها إلّا بعد عدّة سنوات عندما يحين وقت وضع البيض.

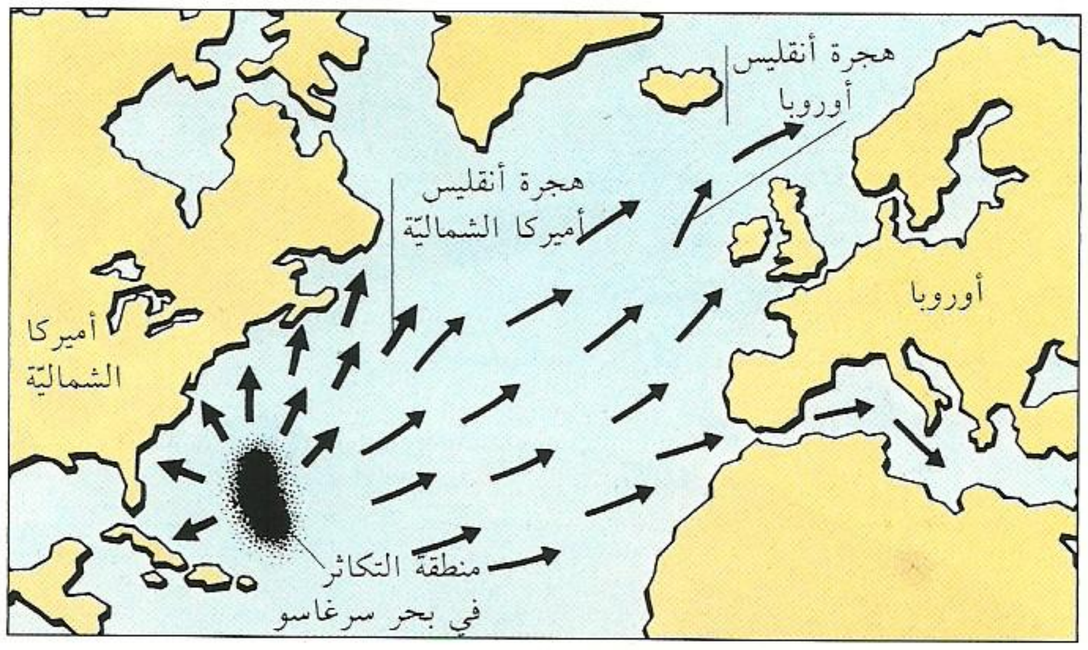
الأسماك

إنّ معظم الحيوانات التي تعيش في المياه هي من الأسماك، وهي مجهَّزة للعيش في محيطها بزعانف وحراشف، إذ تندفع بواسطة الزِّعنفة الذنبيّة، وتغيّر اتجاهاتها بالزعانف الأخرى التي تساعدها كذلك على التوازن. والحراشف التي تغطّي جسمها تتميّز بالليونة والنعومة وتساعد على تخفيف صدمات الماء. تستطيع أنواع من الأسماك التنقّل بعض الوقت على اليابسة، فالأَنْقَليس مثلًا يزحف ليلًا بين الأعشاب الرطبة، منتقلًا من مجرى ماء إلى آخر، ومَلّاح الطين الذي يعيش قرب الشواطئ يبحث بَرًّا عن غذائه في أوقات الجَزْر. هذان النوعان، كسائر الأسماك، لا يتنفّسان في الهواء الخارجيّ، إنّما يستخرجان الأُكسجين من خزّان مائيّ يقع حول الغلاصم.

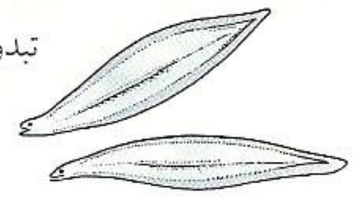
سمكة كلب البحر الأرقط
هي إحدى أصغر الأسماك الغضروفيّة.

هجرة الأنقليس

تعيش الأسماك إمّا في المياه العذبة أو في البحار، إلّا أنّ قلّة منها تملك القدرة على الانتقال من محيط إلى آخر. فالأنقليس الأوروبيّ والأميركيّ يعيش في الأنهر، ويبدو أنّه ينتقل إلى بحر سرغاسو للتكاثر. هذه الأسماك تضع بيضها وتموت مباشرةً بعد ذلك، فتقوم الدعاميص وحدها برحلة العودة.



دعاميص الأنقليس



تبدو هذه الدعاميص على شكل أوراق، وهي تقوم برحلة العودة تقودها غريزتها، بمساعدة التيّارات المائيّة التي تحملها.

الأنقليس البالغ
على الرغم من أنّ أحدًا لم يلتق الأنقليس البالغ يقوم برحلته فإنّ العلماء يعتقدون أنّه يعود إلى بحر سرغاسو ليضع بيضه.

نوعا السمك

تنقسم الأسماك إلى نوعين: العظميّة والغُضروفيّة. العظميّة أكثر عددًا وعظمها (الحَسَك) أبيض وقاسٍ كعظم الإنسان. أمّا الغُضروفيّة، كالقرش والشفْنين، فأسنانها وحدها كلسيّة، أمّا الهيكل فمن موادّ غضروفيّة (ص ١٥٨-١٥٩). ولكي تعرف ما هو الغضروف اضغط على طرف أنفك.

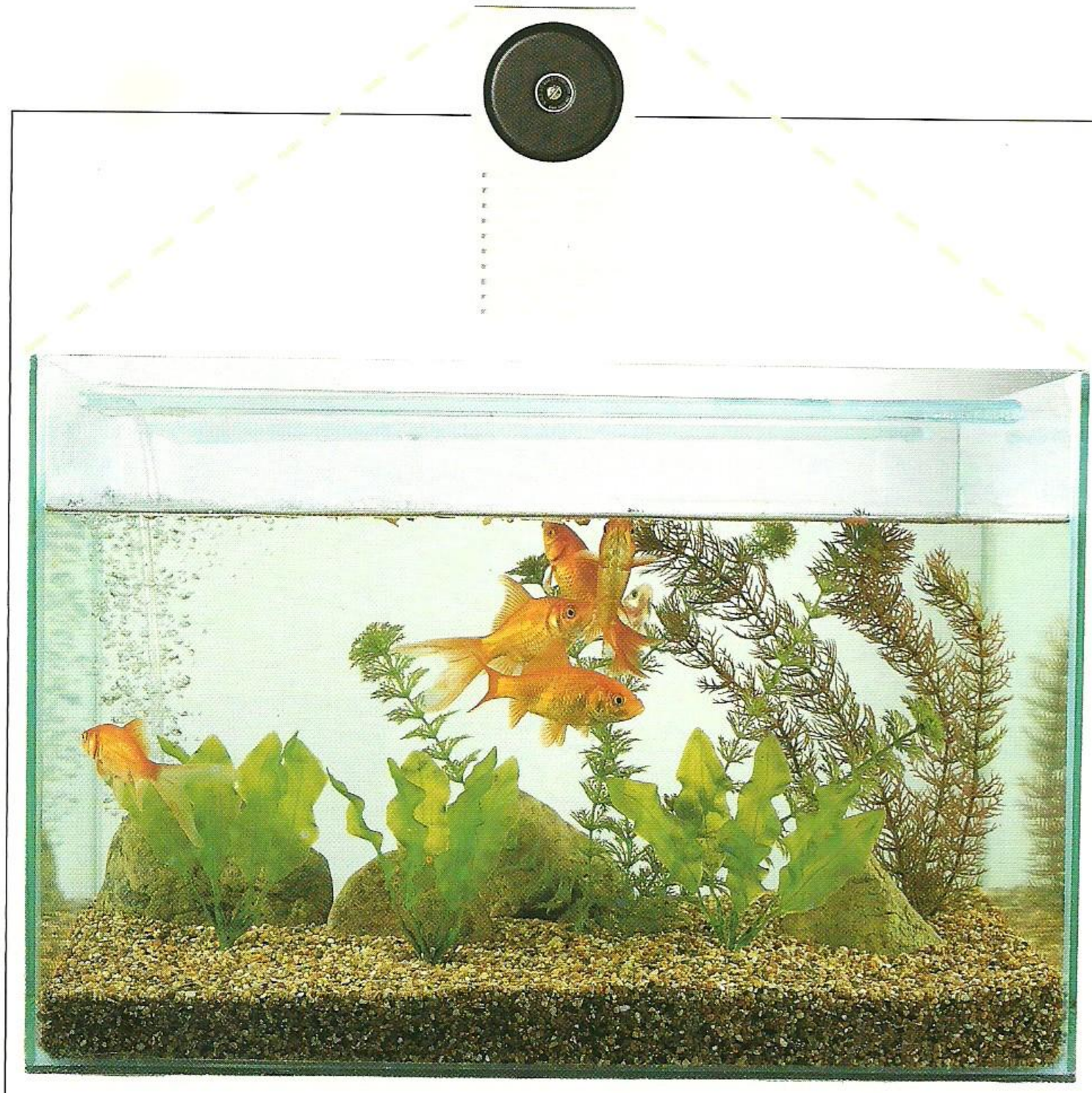
مَلاك البحر
لهذا السمك العظميّ شكل غريب يساعده على أن يقتات حيوانات الريف المرجانيّ البحريّة اللاحشويّة (المجوّفة البطن) والمستقرّة.

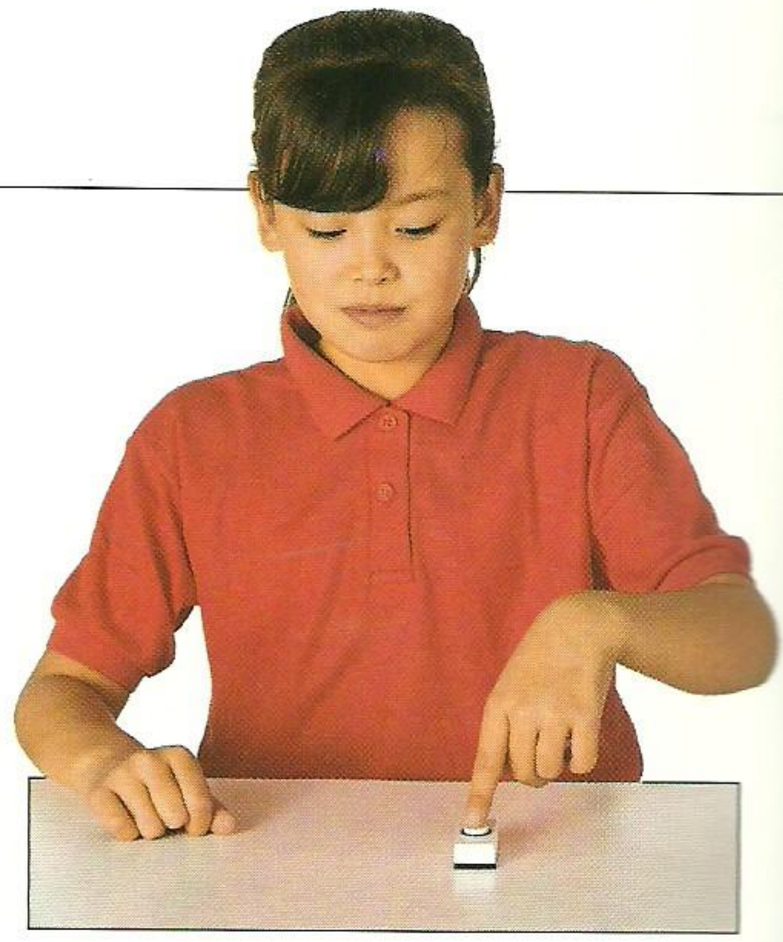
اختبار

تدريب
السمكة بواسطة الصوت

إذا كان لديك سمكة حمراء تستطيع أن تجري اختبارًا حول تصرّفها مولّدًا لديها ردّة فعل مشروطة. ففي كل مرّة تقدّم لها الطعام اقْرَعْ جرسًا صغيرًا، وسوف تلاحظ أنه كلّما قُرع الجرس تأتي السمكة لتناول الطعام.

يلزمك
- سمكة حمراء
- حوض زجاجيّ
- جرس كهربائيّ



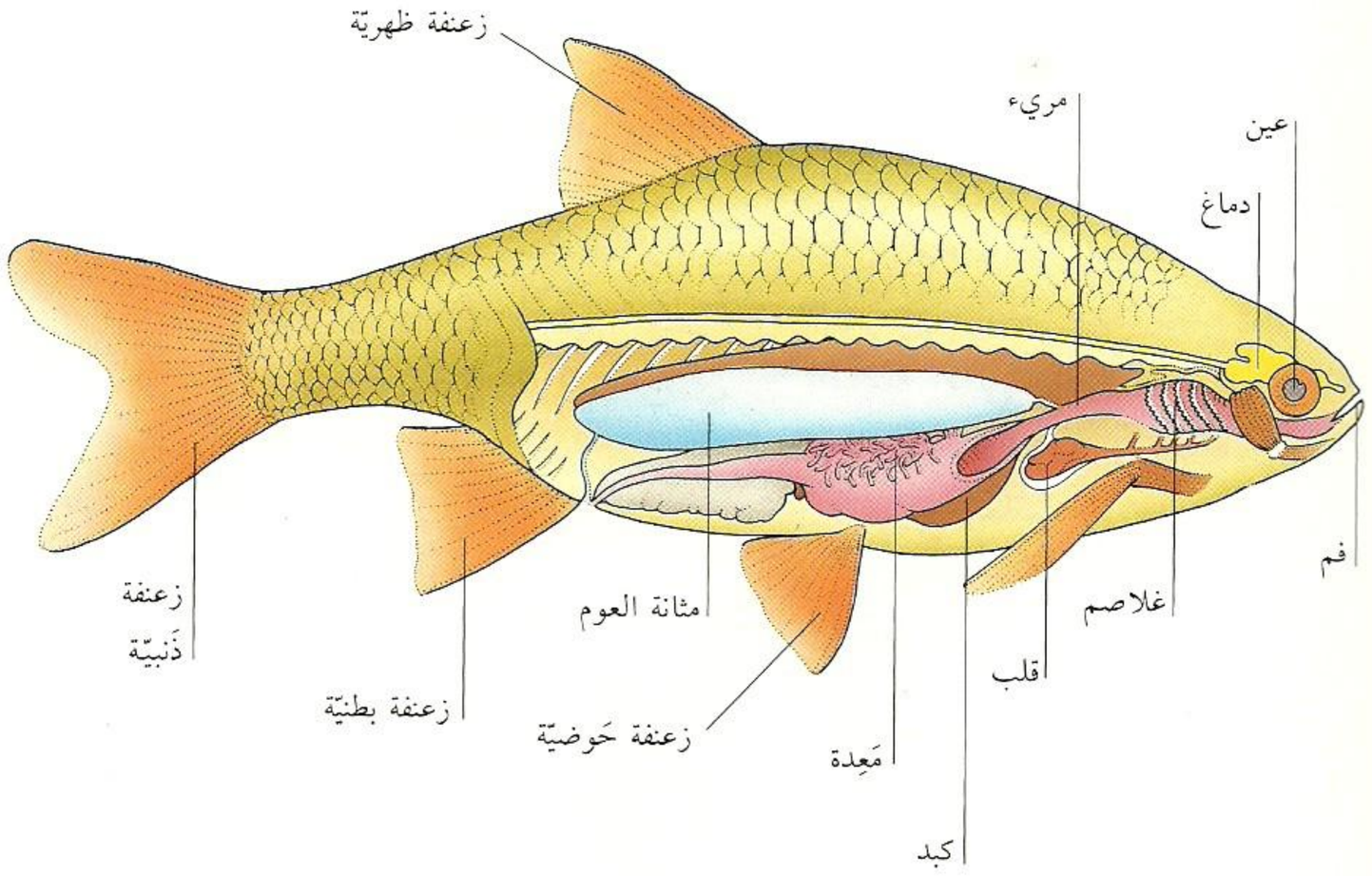


١ **هدف هذا الاختبار تنظيم غذاء السمك.**
حَضِّر الغذاء في مكان غير مرئيّ من الحوض ودقَّ الجرس، ثم أطعِم الأسماك بسرعة. قدّم لها الغذاء في أوقات متفاوتة من النهار.

٢ **بعد أسبوعين** اطلب مساعدة أحد الأصدقاء للتأكّد من تكيُّف السمك. إختبئ وراقب ردّة فعل السمك عندما يدقّ صديقك الجرس.

داخل سمكة عظميّة

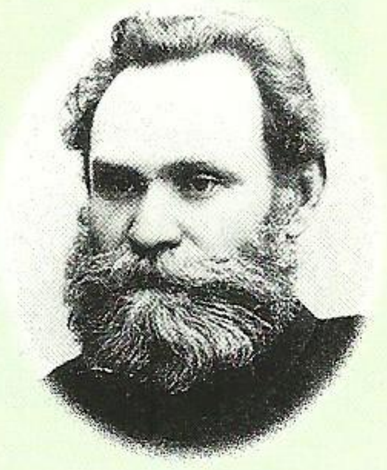
تملك الأسماك العظميّة كلّها عضوًا شبيهًا بالكرة، يُعرف باسم «مثانة العوم»، يحوي غازًا ويؤمّن للسمكة قابليّة العَوم. وتزداد كميّة الغاز أو تنقص تِبعًا للعمق الذي تطلبه السمكة. كان هذا العضو عند الأسماك القديمة بمثابة رئة تستطيع الاستعانة بها بدل الغلاصم إذا ما اضطرت إلى تنشّق الهواء الخارجيّ، خصوصًا إذا وُجدت في مياه راكدة فقيرة بمادّة الأكسجين. وهذا ما تقوم به اليوم الأسماك ذات الرئة التي تعيش في مستنقعات إفريقية المداريّة وأميركا الجنوبيّة.



■ اكتشاف ■

إيڤان پاڤلوڤ

ظهر الارتكاس (ردّ الفعل) الشَّرطيّ للمرّة الأولى مع العالِم الروسي إيڤان پاڤلوڤ (١٨٤٩-١٩٣٦). فقد استطاع أن يعوّد كلبه على الجمع بين صوت الجرس والغذاء. وعندما تكيّف الكلب مع هذا النمط كان يسيل لعابه كلّما سمع الجرس. وسيلان اللعاب قبل تناول الغذاء هو ارتكاس يُلاحظ لدى الإنسان أيضًا. وقد قام كارل ڤون فريش (ص ١١٥) بالاختبار نفسه على الأسماك واكتشف أنها قادرة على السمع.



الحياة على شاطئ البحر

يخضع شاطئ البحر لتغيّرات دائمة، ففيه تتنافس المياه واليابسة، وتُجبر الكائنات الحيّة على التكيّف مع حركة المدّ والجزر اليوميّة. وإذا ما استكشفنا الشواطئ نجد مجموعة من الحيوانات والنباتات المختلفة قد نجحت في التكيّف مع هذه الظروف المتغيّرة.

تتميّز الشواطئ البحريّة بحركة دائمة، خلافًا للمواطن البيئيّة الأخرى. عندما تتكسّر الأمواج على الشاطئ فإنّها تنحته شيئًا فشيئًا ويجرف التيار ما يتفتّت إلى البعيد. ففي بعض المناطق، كجنوب كاليفورنيا، يتقدّم البحر باتجاه اليابسة إلى مسافة قد تصل إلى عشرة أمتار في السنة، مفتّتًا الصخور. ويلاحظ أنّ عددًا من المنازل أمست اليوم معلّقة فوق المنحدرات الصخريّة، بعدما كانت من قبل محاطة بالأراضي وبعيدة عن خطر الانزلاق.

إلّا أنّ المواجهة بين البحر واليابسة لا تتّخذ دائمًا هذا المنحى، فإذا ما تقدّم البحر من جهة تراجع من جهة أخرى. مثال ذلك أنّ مدينة «إيغمورت» الفرنسيّة كانت قديمًا مرفأً مزدهرًا، بينما أمست اليوم بعيدة عن الشاطئ، وفي كل سنة يتراجع البحر تاركًا وراءه مساحة متنامية من الرمل.

يزحف نجم البحر بواسطة قوائم أنبوبيّة صغيرة، ويستعين بها لاستخراج الرخويّة من قوقعتها.

المدّ والجزْر والساعة البيولوجيّة

لا يشكّل تكسّر الأمواج الصعوبة الوحيدة أمام الحياة على الشواطئ. فالبحر يغمر بمدّه النباتات والحيوانات مرّتين كلّ يوم، ثم ينحسر كاشفًا عمّا غمره ومخلّفًا أرضًا قاحلة.

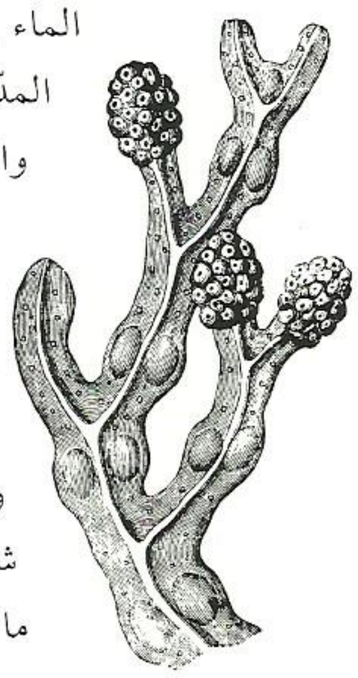
وقد لاحظ العلماء منذ آلاف السنين، أنّ عمليّة المدّ والجزر مرتبطة بموقعَي الشمس والقمر. ونعلم اليوم أنّ جاذبيّة الشمس والقمر تسبّب هذه الظاهرة. تُعتبر هذه الجاذبيّة ضئيلة إذا ما قيست بجاذبيّة الأرض، وتبقى مع ذلك هائلة إذ يكفي أنّها تحرّك كتلة ضخمة من المياه. فعندما تكون الشمس مع القمر على خطٍّ واحدٍ، وهذا يحدث كل خمسة عشر يومًا، فإنّ تأثير الجاذبيّة يزداد ويصل المدّ إلى أقصاه. أمّا إذا شكّلت الشمس مع القمر والأرض زاوية قائمة فإنّ المدّ يتراجع إلى حدّه الأدنى.

وتتناوب عمليّة المدّ والجزر بانتظام. لذا فإنّ الكثير من حيوانات الشاطئ تملك غريزة هي بمثابة ساعة بيولوجيّة تساعدها على مواجهة هذه الظاهرة. مثال ذلك أنّ سرطان الشاطئ يعيش في ثقوب المَنغرُوف ولا يخرج لطلب الغذاء إلّا وقت الجزر. فإذا ما وضعناه في حوض زجاجيّ مضيء نلاحظ أنّه يخرج من المخبأ المُعَدّ له في وقت الجزر، ويعود فيختبئ في وقت المدّ، وإن لم يكن هناك مدّ أو جزر.

هيكل صلب ناتج عن أحد الحيوانات المجهريّة من المرجان اللاحشويّ.

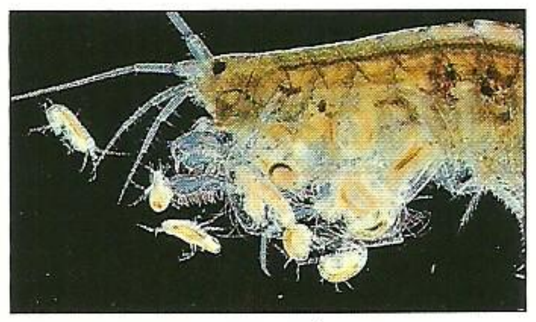
تنوّع الحياة على الشاطئ

للمدّ والجزر أثرهما الكبير على حياة الكائنات الشاطئيّة. فالتي لا تستطيع العيش خارج الماء تختار مكانًا يقع تحت مستوى الجزر، والتي لا تتمكن من البقاء حيّة إلّا خارج الماء يكون مكانها بعد أقصى المدّ. وداخل منطقة المدّ والجزر نقع على حيوانات ونباتات تستطيع التكيّف مع الظروف المتغيّرة، فنراها تارةً مغمورة بالماء وطورًا معرّضة للهواء. وهكذا فإنّ كل منطقة شاطئيّة لها كائناتها، وهذا ما يُعرف باسم «التوزيع المناطقيّ» (ص ٨٨) والذي يمكنك مراقبته في أثناء الجزر. عندما تسير على الشاطئ باتجاه البحر تلاحظ أنّ أنواع النباتات والحيوانات تتغيّر مع اقترابك من الماء. ولا مجال للصراع بين هذه الكائنات على الغذاء، إذ يكتفي كلٌّ بالمنطقة التي ينتمي إليها.



ورقة أُشْنة طافية بفضل جيوب هوائيّة.

أمّا حجم المنطقة فيتعلق بمدى المدّ والجزر اللّذين يتأثّران بالموقع الجغرافيّ. يصل المدّ عادةً إلى حدّه الأقصى في الخلجان الضيّقة والمنفتحة على المحيط. وهي تؤدّي دور القِمع إذ تجمع مياه البحر عندما تتقدّم نحو اليابسة. فعلى شاطئ كندا الشرقيّ يقع خليج «فوندي» الذي يشهد أقصى مدّ في العالم، إذ يبلغ الفرق في مستوى المياه بين المدّ والجزر ١٤,٥ م. أمّا في المتوسّط فإنّ عمليّة المدّ والجزر ضعيفة، ففي المناطق التي تكون



مزدوج أرجل مع صغاره، وهو من قشريّات المياه العذبة والمالحة.

رِخويّة صخريّة تنمو بشكل لولبيّ غير متناسق.

فيها قويّة نرى الشواطئ واسعة. وعندما يكون المدّ والجزر ضعيفين يتفاوت عرض الشواطئ بين واسع وضيّق.

التشبّث بالصخور

تكثر الكائنات الحيّة على الشواطئ الصخريّة، لأنّ الصخور تقدّم لها ما تعجز عنه الشواطئ الأخرى، وهو قوّة التشبّث. ففيها نجد مثلًا البرنقيل والبطلينوس المتكيّفان لمجابهة غضب الأمواج. والبطلينوس رِخْويّ يتنقل على الصخر ويقتلع أعشابًا صغيرة بلسانه، ولكلّ بطلينوس مسكنه وهو عبارة عن ثقب في الصخر يعود إليه بعد تناول غذائه. ويلصِق البطلينوس قوقعته بإحكام في الصخر، إلى حدّ أنّ الأمواج والطيور لا تستطيع اقتلاعها.

كان علماء الأحياء يعتقدون أنّ البرنقيل من الرخويّات. ثم راقبوا يرقاته وفهموا أنّ هذا الحيوان الصغير الذي يحمل درعًا هو من القشريّات. فبعد أن يكون يرقانة سابحة في الماء يُلصِق البرنقيل ظهره على صخرة ويفرز قوقعة تحميه ليس فقط من الأمواج بل من الشمس والرياح في أثناء الجزر أيضًا. وعندما تغمره المياه يفتح هذا الحيوان كوّة في أعلى قوقعته ويلتقط بقوائمه غذاءه. وقد يغطّي هذا النوع من الحيوانات الصخور، إذ يمكن أن نجد في بعض الأماكن ما يُقارب مئة ألف منه على مساحة متر مربّع واحد.

العيش في بيئة غير مستقرّة

عندما ينهار قسم من الصخر في البحر على أثر عاصفة قويّة، تفتّته المياه تدريجيًّا إلى أجزاء صغيرة. وأثناء عمليّة التفتّت هذه التي قد تستمرّ مئات السنين يتحوّل الصخر إلى حجارة، ثم إلى حصى فإلى حبوب رمليّة.

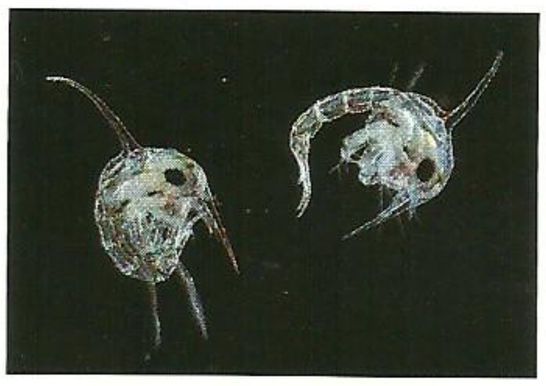
يُعتبر شاطئ الحصى مكانًا صعبًا لحياة النباتات والحيوانات، لأنّ الأمواج تقذف الحصى باتّجاه بعضها البعض وهذا ما يسحق الكائنات التي تعيش عليها. والمكان الوحيد الذي تستطيع الحيوانات والنباتات أن تعيش فيه يقع بعد مستوى أقصى المدّ، إلّا أنّ قلّة الرطوبة فيه تشكّل عائقًا آخر. قد تجد حيوانات صغيرة ملتصقة بالحطام الذي ترميه الأمواج، لكنّك لا تقع إلّا على قلّة من أشكال الحياة الأخرى. وعلى الرغم من أنّ الطبقات الرمليّة العليا تدوِّم خلال المدّ، إلّا أنّ الحيوانات تستطيع الاختباء فيها لتكون في مأمن. ففي الرمل لا تتعرّض الحيوانات لمخاطر الجفاف إلّا أنّ المشكلة الوحيدة تكمن في العثور على الغذاء. وتكتفي أنواع من الحيوانات بالرمل مصدرًا للغذاء، بينما تؤمّن أنواع أخرى غذاءها من البحر نفسه. فتعمد فئة إلى ضخّ المياه ولفظها باستمرار عن طريق ثقوب صغيرة تظهر بوضوح على الرمال. ويلجأ عدد من الحيوانات إلى مدّ لوامس طويلة تكون فخًّا تعلق به حيوانات صُغرى، وتلتقطها بعد انحسار الموج. أمّا الحيوانات الكبيرة كالسرطان فباستطاعتها العيش في أماكن مختلفة فينظّفها وهو يبحث عن الطعام. فسرطان المرجان يبحث بين الحواجز المرجانيّة عن غذائه، كما في الشواطئ الصخريّة والمناطق الرمليّة.

تُخبّئ أشواك توتياء البحر **قوقعة رائعة** من كربونات الكلسيوم.

الشواطئ الموحِلة

تحمل الأنهر الطمْي إلى البحر وتكوِّن شواطئ موحلة. فعندما يقترب النهر من مصبّه يصبح مجراه بطيئًا ويرسب الطمي على الشواطئ. ثم يحوِّل المدّ والجزر الشواطئ الموحلة إلى ضفاف عذبة.

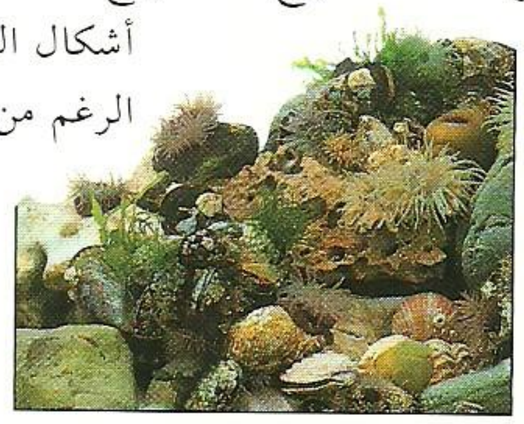
وتندر النباتات المائيّة في المياه الموحلة لأنّ النور لا يتسرّب بشكل كافٍ لتوفير عمليّة التخليق الضوئيّ (ص ٤٠ إلى ٤٣) كما لا تصلح الوحول مكانًا لعيش الحيوانات المفترسة لكنّها غنيّة بالعناصر الغذائيّة.



تطفو **يرقانة السرطان** في مياه البحر مع كثير من الأجسام الأخرى الصغيرة.

إنّ أنواعًا قليلة تكيّفت مع هذا المحيط المالح، إلّا أنّ التي توصّلت إلى العيش فيه نمت وتكاثرت. فإذا أخذْتَ كميّة من وحل الشاطئ ووضعْتَ جانبًا ما تحويه من كائنات حيّة لحصلْتَ على عدد كبير منها. وبعض هذه الحيوانات، كالقشريّات وديدان البحر والرخويّات، تجمع العناصر الغذائيّة من المياه المالحة، بينما تبحث حيوانات أخرى في الوحل عن البقايا أو عن حيوانات أُخرى. وقد أُجريتْ دراسة على متر مربَّع من شاطئ موحل في الدانمارك وأَمْكَنَ تعداد حوالى ستين ألف حَلَزونة تقتات من الشاطئ. فالشواطئ الموحلة تعجّ بالحياة، ولذلك فإنّها تُعتبر مناطق مفضّلة للطيور المائيّة الطويلة الساق مثل آكل المحار والكروان.

تحمي القوقعات الصلبة الأصداف السندانيّة وسائر الرخويّات من قوّة الأمواج.



بواسطة منظار تستطيع، عن قرب، رؤية الكائنات الحيّة التي تعيش في ثقوب الصخور.

يأوي **سرطان الشاطئ** داخل قوقعة الإسقلوب.

أنواع الشواطئ

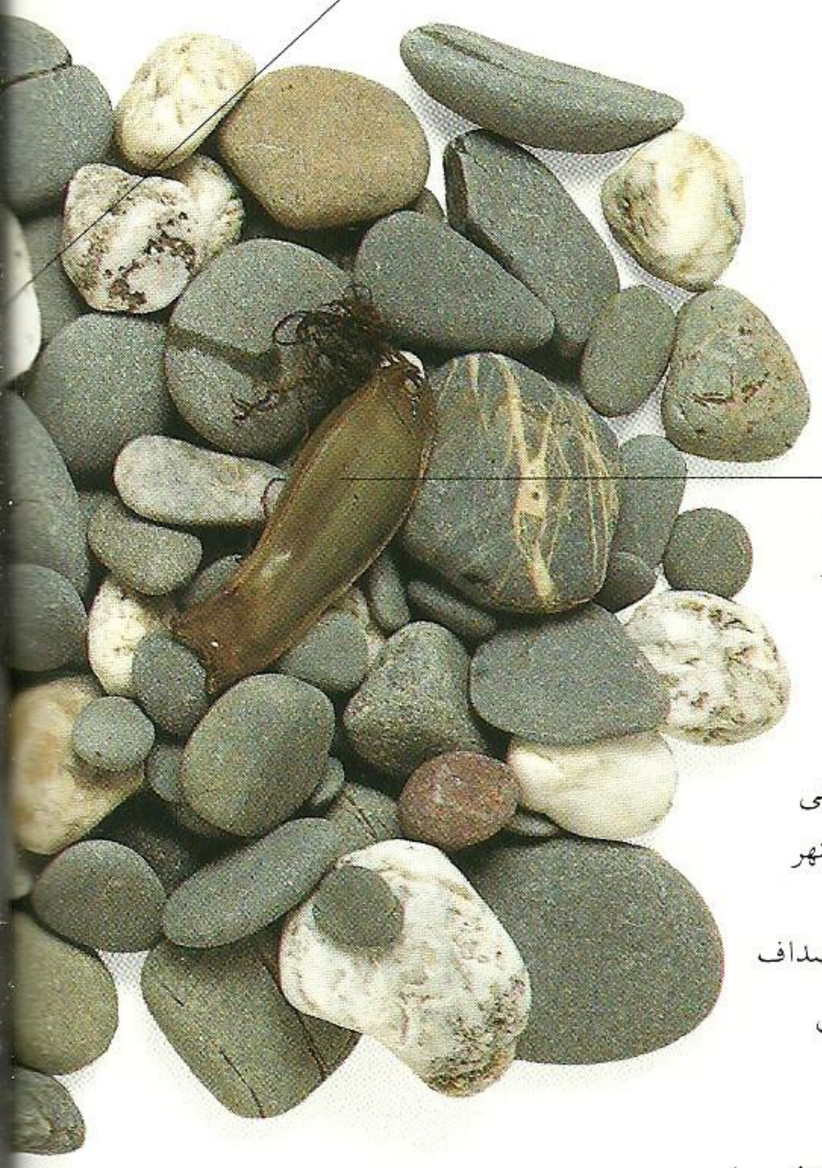
يبدي علماء الطبيعة اهتمامهم بكل أنواع الشواطئ، حتى الموحلة منها، ويجدون متعة في استكشافها. فإذا كنْتَ تسكن قرب شاطئ معرّض للمدّ والجزر، فإنّ الوقت الأنسب للبدء بعمليّة البحث هو الذي يسبق الجزر. فخلال تراجع المياه (ص ٨٤)، وقبل أن تصل إلى مستواها الأدنى، تشاهد الكثير من الحيوانات والنباتات التي تكون عادةً مغمورة بالمياه. وتهتمّ بعض الصحف المحليّة بنشر جداول المدّ والجزر، ممّا يساعد على تنظيم العمل.

غابة على الشاطئ

تنمو أشجار «المنغروف» في المناطق المداريّة على الشواطئ الموحلة وفي مياه قليلة العمق، فتكوّن مستنقعات قد يستحيل اجتيازها إذ تعلق الأوحال بجذورها المتداخلة وتتراكم لتشكّل في النهاية أرضًا صلبة. تستطيع أشجار المنغروف أن تعيش في مياه شديدة الملوحة، بخلاف عدد كبير من أنواع الأشجار الأخرى. وهي تملك جذورًا خاصة ترتفع في الهواء وتؤمّن للأشجار تنفّسها.

شاطئ الحصى

تتلاعب الأمواج بحصى الشواطئ، ممّا يجعل حياة النباتات والحيوانات صعبة. بإمكانك التأكد من ذلك في ما لو لوّنت مجموعة من حصى الشاطئ. فعندما يعلو مستوى البحر وتصل الأمواج إلى الحصى فإنّها تقلّبها وتغيّر مواضعها. وغالبًا ما تكون الحصى متباعدة، فتنفذ المياه بينها وتجرف معها كلّ الحيوانات. لذلك تكون الحياة أكثر أمانًا بعد حَدّ المدّ الأقصى، حيث يستطيع الحزاز والنباتات أن تنمو بعيدًا عن تأثير الأمواج. كما تستطيع طيور رسول الغيث وضع بيضها على شاطئ الحصى.



الرمل والوحل

يمكن أن تكون عمليّة استكشاف الشواطئ الرمليّة والموحلة اختبارًا مشوّقًا. فالقسم الأكبر من الحيوانات يعيش في ثقوب يمكن الاستدلال عليها من الفتحات الصغيرة في الرمل أثناء الجزر لكنّ الحيوانات تسرع للاختباء حين تشعر بوقع الخطى، لذلك عليك أن تمشي بخفّة. فإذا حفرْتَ بسرعة قرب أحد الثقوب تكتشف ديدان بحر وحيوانات تصفّي المياه ورخويّات مفترسة. وفي أوقات الجزر تجذب الشواطئ الموحلة الطيور الطويلة الساق.

شاطئ صخريّ

تشكّل الصخور الثابتة ملجأً للنباتات والحيوانات. وإذا فتّت البحر صخرة ما فإنّ بعض الكتل المكسّرة قد تكون ضخمة فتبقى في مكانها وتشكّل مكانًا آمنًا وثابتًا لبعض الحيوانات كالبَرَنْقيل. وإذا تحطّمت الكتل إلى حجارة أصغر حجمًا فإنّ كلّ ما يعيش عليها يُسحق بسرعة عندما تتدحرج ويجرفها البحر.

كتل كبيرة حَتَّتها مياه البحر

بقايا بَرَنقيل على صدفة بلح البحر

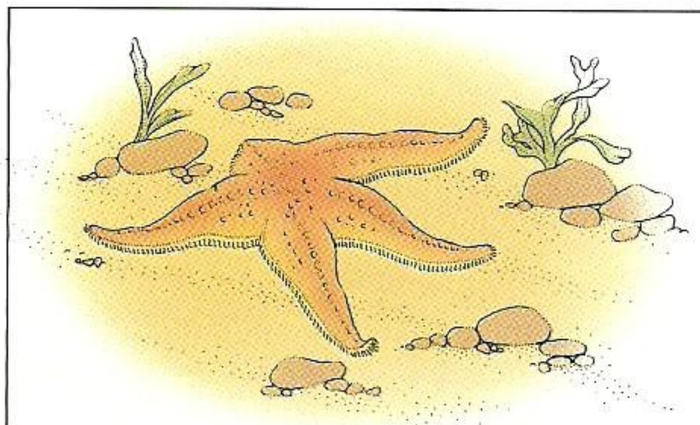
مِخْلَب سرطان أوقعه نورس

حصى ملساء بفعل الأمواج

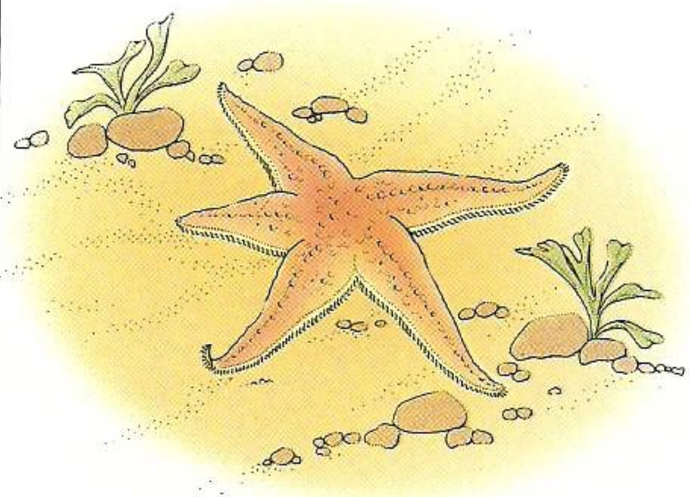
عظم حبّار (صدفة داخليّة)

أذرع تنمو من جديد

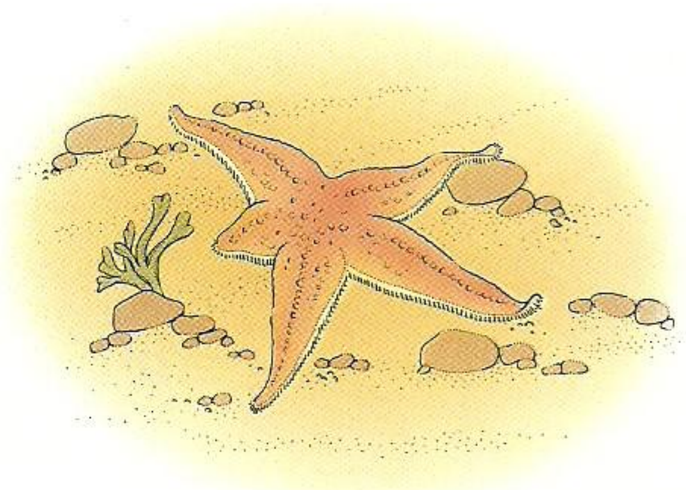
يُعد نجم البحر من اللافقاريّات البحريّة التي تعيش غالبًا قرب الشواطئ، والكثير منه من النوع السامّ. ويملك نجم البحر إجمالًا خمس أذرع، وفي كل ذراع صفّ من القوائم (المِجسّات) يستعين بها للتنقّل ولفضّ صدفة فريسته. وإذا خسر نجم البحر ذراعًا فإنّها تعود وتنمو من جديد.



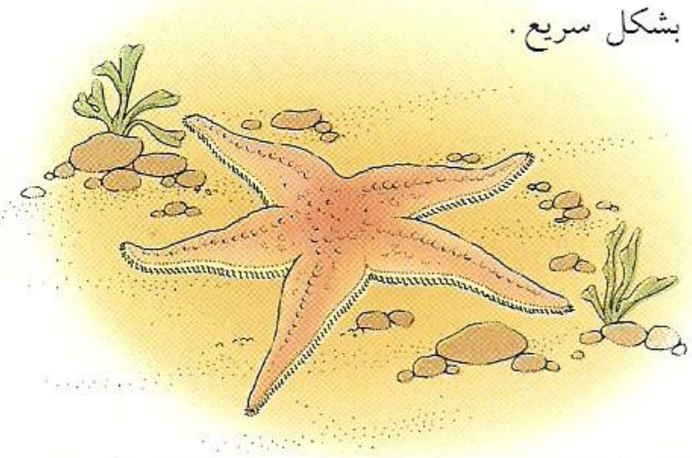
١ **قد يخسر نجم البحر** إحدى أذرعه بسبب تدحرج حجارة الشاطئ، أو يترك ذراعه بين فكّي حيوان مفترس ويهرب.



٢ **يلتئم الجرح على الفور**، وتبدأ خلايا الجزء المقطوع بالتكاثر بشكل سريع.



٣ **بعد مضيّ أسابيع قليلة** تعود الذراع إلى طبيعتها، وخلال ذلك يعتمد نجم البحر على أذرعه الباقية ليتغذّى ويتنقّل.



٤ قد تخسر أنواع من **نجم البحر** أربع أذرع ثم تعود مجدَّدًا إلى حالتها الطبيعيّة، ما دام القرص الأوسط سليمًا.

الحياة على الصخور

تعتبر الشواطئ الصخريّة موطنًا بيئيًّا صعبًا فالحيوانات والنباتات التي تعيش عليها تتحمّل تلاطم الأمواج وحالتَي المدّ والجزر (ص ٨٤). وإذا تفحّصْتَ الصخور تلاحظ أنّ الحياة بين المدّ والجزر منظّمة ضمن مناطق، إذ إنّ الأنواع المتقاربة تعيش في مناطق مختلفة، بحيث تنتفي المنافسة على الغذاء أو المجال الحيويّ.

الاختباء في صدفة

يحتمي السرطان من خطر الأمواج داخل شقوق الصخور.
وهذا السرطان وجد ملجأه في صدفة إسقلوب فارغة.

النموّ في عرض البحر

تعمد حيوانات صخريّة كثيرة إلى ترك البيض أو الصغار في مياه البحر. فأُنثى سرطان الشاطئ تحمل بيضها تحت بطنها، وهذا البيض يتفقّس يرقانات تسبح في الماء وتصبح جزءًا من العوالق وهي مجموعة النباتات والحيوانات التي تطفو بحرّيّة في عرض البحر وفي ما بعد تتحوّل اليرقانة إلى سرطان. والتكاثر بهذه الطريقة يؤدّي بالقشريّات وبحيوانات أُخرى إلى الانتشار في مناطق واسعة.

تقاسم الشاطئ

يُبيّن الرسم البيانيّ توزّع الأنواع المتشابهة في مناطق مختلفة بسبب المدّ والجزر. فعندما يكون المدّ والجزر ضعيفين تمتزج المناطق وتختلط، وتتّسع المناطق عندما يكون الفرق بين المدّ والجزر كبيرًا.

الحدّ الأقصى للمدّ. لا تصل المياه أبدًا إلى الشاطئ الذي يعلو عن هذا المستوى.

الحَدّ الأوسط للمدّ. يغمر المدّ العالي كليًّا أو جزئيًّا المنطقة الواقعة تحت هذا المستوى.

الحدّ الأدنى للمدّ. يغمر المدّ المنخفض كليًّا أو جزئيًّا، المنطقة الواقعة تحت هذا المستوى.

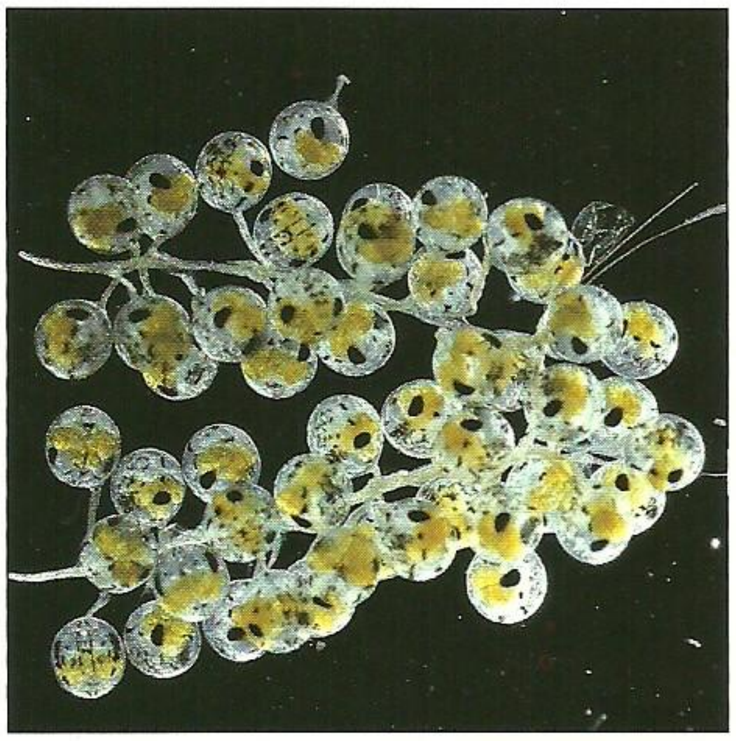
المستوى العادي للمياه. متوسط ارتفاع المياه.

الحدّ الأقصى للجزر. يكشف الجزر المنخفض كليًّا أو جزئيًّا، المنطقة الواقعة فوق هذا الحد.

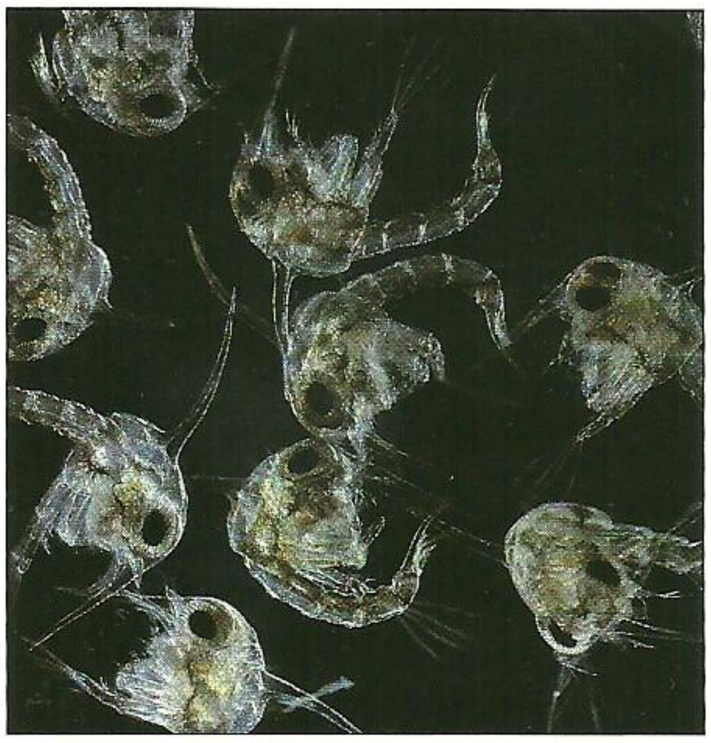
الحدّ الأوسط للجزر. يمكن أن تكون المنطقة الواقعة فوق هذا الحدّ مكشوفة كليًّا أو جزئيًّا شرط أن يكون الجزر قويًّا.

الحدّ الأدنى للجزر. تكون المنطقة الواقعة تحت هذا الحدّ مغمورة دائمًا بالمياه.

كتلة من البيض
تحمل أنثى سرطان الشاطئ كتلة من البيض تحت بطنها، وتعرّضها للماء الغنيّ بالأكسجين.



اقتراب التفقيس
يكون البيض مترابطًا بخيوط على شكل عنقود. ونستطيع رؤية عيون اليرقات السوداء داخل كلّ بيضة.

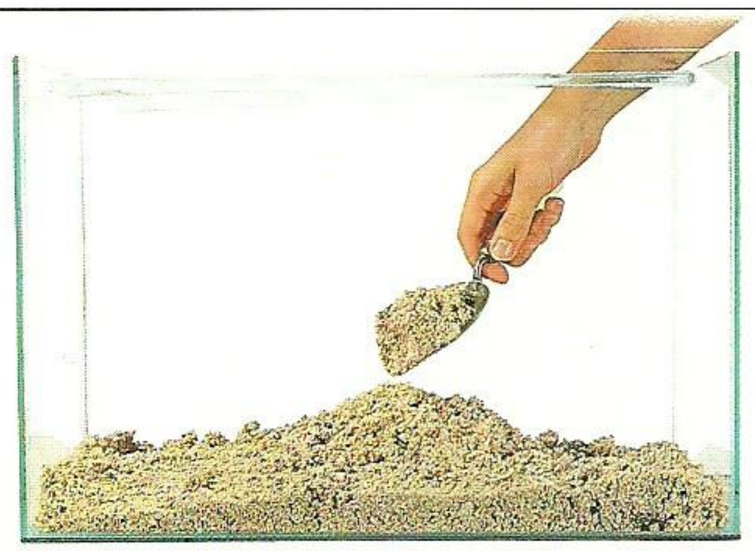


حياة في العوم
تعيش اليرقات في عرض البحر، ثم تتحوّل إلى يرقات نامية تمشي في قعر البحر ومنها إلى سرطانات مكتملة.

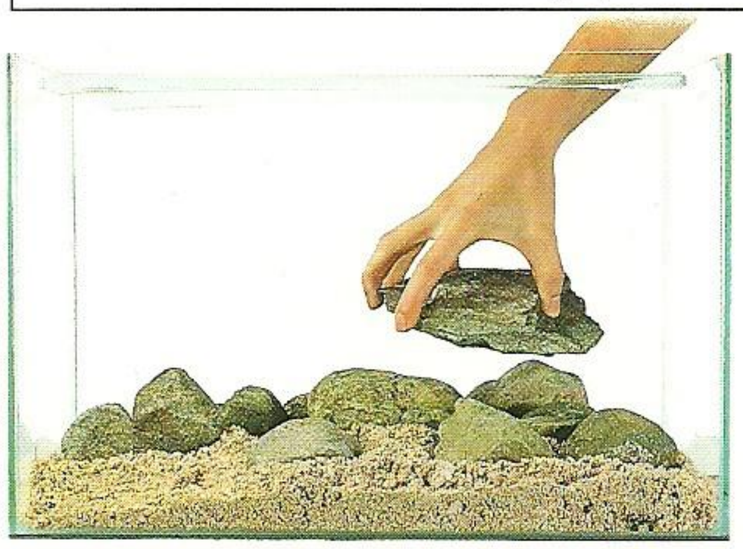
اختبار
شاطئ صخريّ في حوض زجاجيّ

راقب تصرّف الحيوانات، كالسرطان والقريدس (الجمبري)، بعد أن تضعها في حوض زجاجيّ تنشئ فيه شاطئًا صخريًّا صغيرًا. ويمكن أن تضع فيه مصفاة بأنابيب خزفيّة كي تتكاثر فوقها الأشنات والبكتيريا. فالبكتيريا تنظّف الحوض من فضلات الحيوانات.

يلزمك
- حجارة • رمل بحريّ • ماء من البحر • بلح البحر وقريدس وشقّار البحر وسرطان • حوض زجاجيّ
- مصفاة بأنابيب خزفيّة



١ **ضع رملًا** في قعر الحوض، فمادّة الكَلْسيوم التي يحويها تساعد الرخويّات والسرطان على تكوين قوقعات صلبة.



٢ **وزّع الحجارة** لتوفير مخبأ للسرطان ومكان لالتصاق الرِّخويّات وشقّار البحر ثم املأ الحوض ماءً من البحر.

٣ **وزّع الحيوانات** بهدوء داخل الحوض، وضع قطعًا صغيرة من اللحم لتغذية السرطان والقريدس وشقّار البحر. أما بلح البحر فيحتاج إلى غذاء مطحون جيّدًا (نجده في متاجر بيع أسماك الزينة).

الأصداف

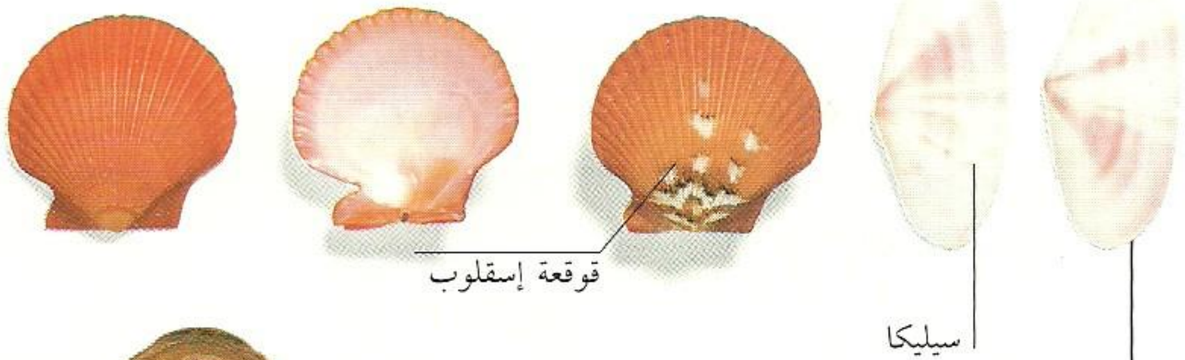
تُعتبر الصَّدَفة مبيتًا ودرعًا واقيًا. وأصداف هذه الصفحات هي من نوع الرخويّات التي تكوّن قوقعة صلبة. وتتكوّن القوقعة من مادة كربونات الكلسيوم، وهي المادة التي يتكوّن منها الطبشور. هذه المادة يفرزها نسيج في الرخويّة يُعرف باسم الدِّثار. وبقدر ما يكبر الحيوان تكبر القوقعة معه.

داخل صدفة نوتيّ (بحّار)
قُطعت هذه الصدفة إلى نصفين لإظهار النموّ اللولبيّ المتشابه عند كثير من الرخويّات ذوات القواقع.

تعيش الرخويّة في الفجوة الكبيرة منها والمفتوحة. ومع النموّ تعمد الرخويّة إلى إقفال أقسام الصدفة وراءها، مُحدِثةً بذلك مجموعة تجاويف تساعدها على العوم.

قوقعة بمصراعين
تكون قوقعتا السيليكا والإسقلوب بمصراعين عندما تكون الرخويّة على قيد الحياة. وغالبًا ما ينفصل القسمان عند موت الرخويّة.

متدرّجة
سُمِّيت هذه القوقعة بالمتدرّجة لأنها تشبه الدرج اللولبيّ.



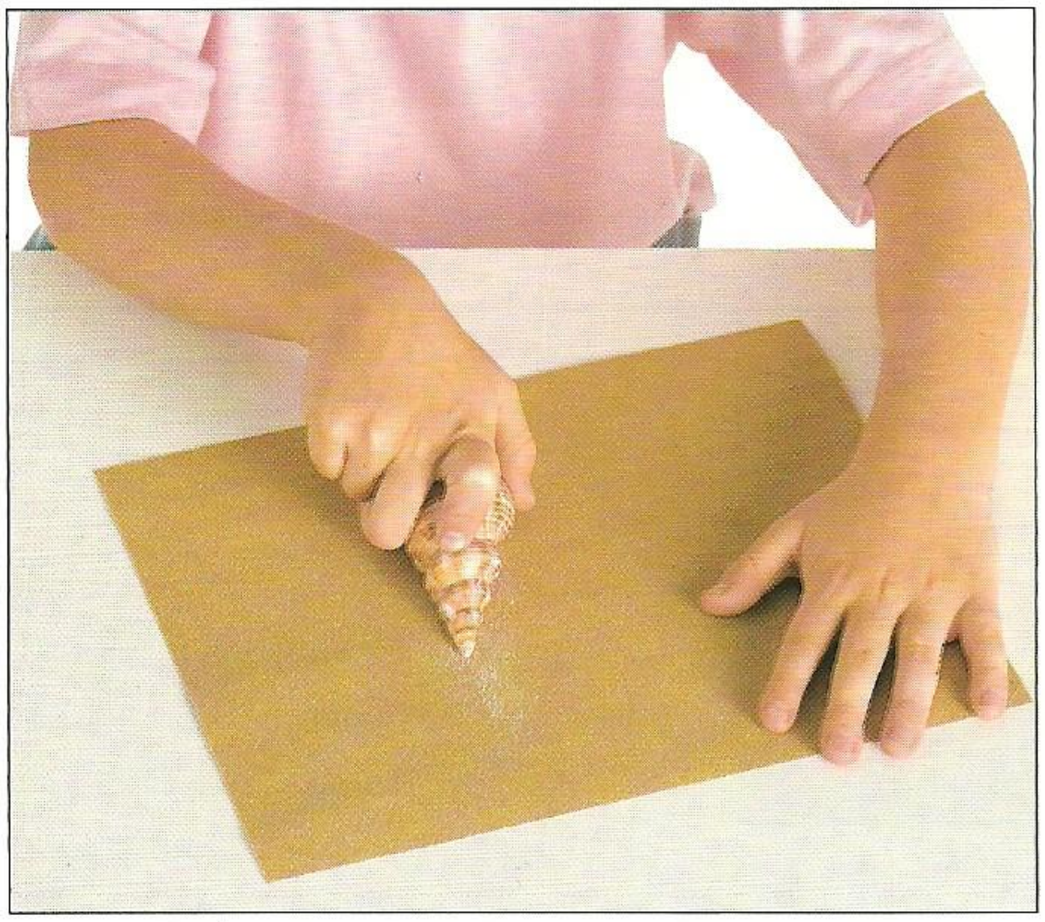
خيتون
تتكوّن قوقعة خيتون من ثماني صفائح، وتعيش ملتصقة بالصخور أو على أصداف أخرى.

محارة نابيّة خضراء
هي رخوية بحريّة تعيش في الرمال ولا يبرز منها إلّا طرف قوقعتها.

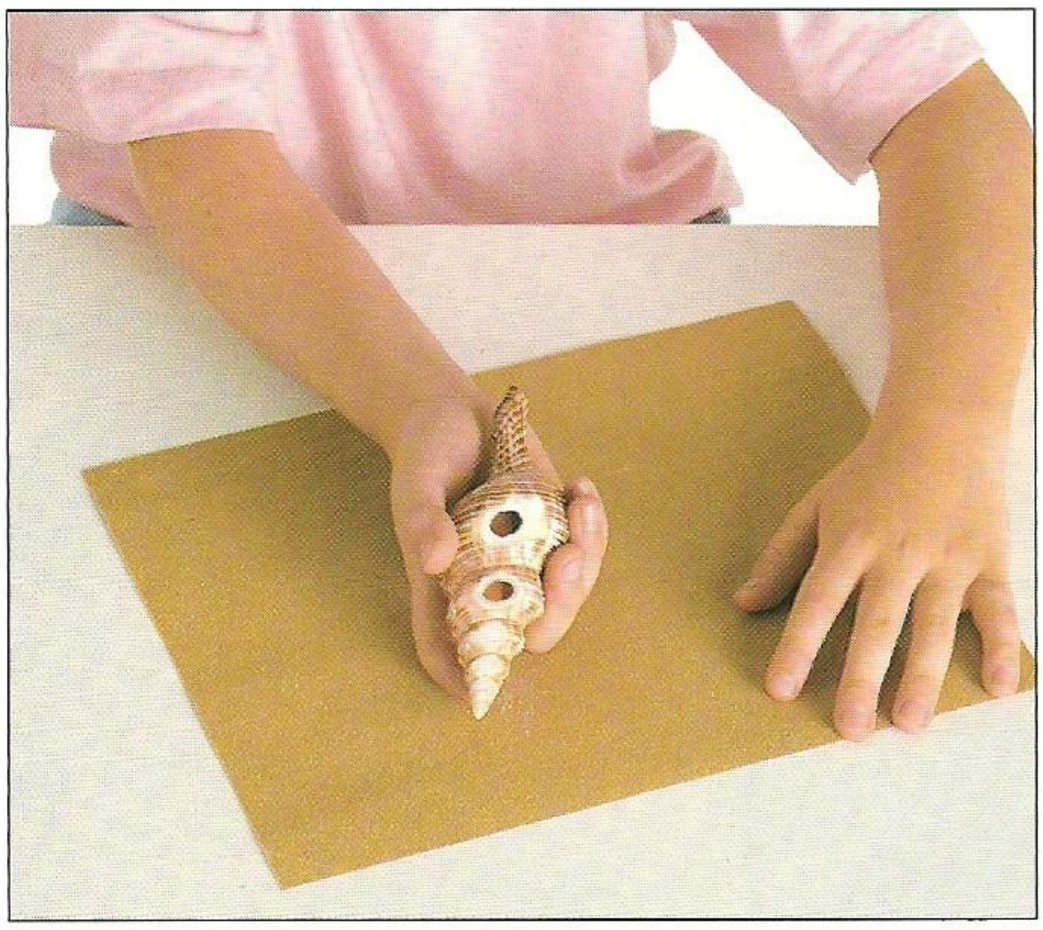
اختبار
رؤية ما في داخل الصَّدفة

تبدو القوقعة الحلزونية لبطنيّات الأقدام واحدة من أكثر الأشكال فتنةً. وإذا تفحّصت قوقعة عن قرب ترى فيها حلقات تدل على نموّها، شبيهة بحلقات جذوع الأشجار.

يلزمك
• صدفة • ورقة صنفرة خشنة



١ **اِمسك الصدفة جيّدًا** ثم افركها بقوّة على ورقة الصنفرة، وتنبّه إلى أصابعك لئلّا تُجرح.



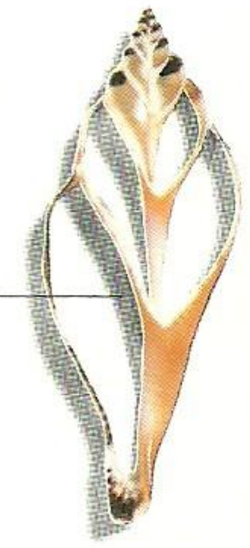
٢ **عندما يزول** قسم من القوقعة بسبب احتكاكها القويّ بورقة الصنفرة تستطيع رؤية الحلقات التي تكوّنت خلال نموّها.

اِحمِ الطبيعة

يبدو أنّ وجود الرخويّات البحريّة قد غدا مهدَّدًا من هواة جمع الأصداف الذين يلتقطون رخويّات حيّة فيقتلونها للاحتفاظ بأصدافها، مع العلم أنه ليس من ضررٍ في جمع القوقعات الفارغة.

أشكال الأصداف

إنّ الشكل اللولبيّ لقوقعات مَعِديّات الأرجل هو من أجمل ما صنعته الأجسام الحيّة.

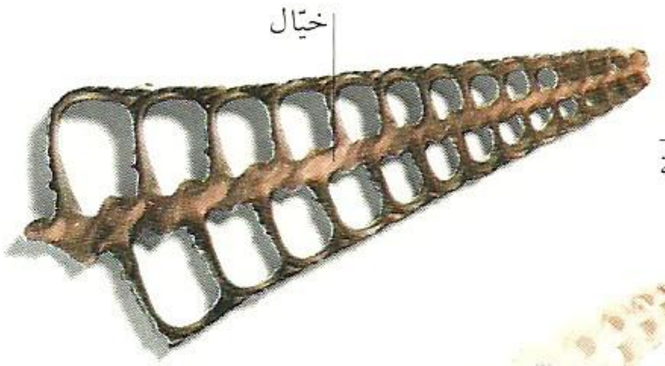


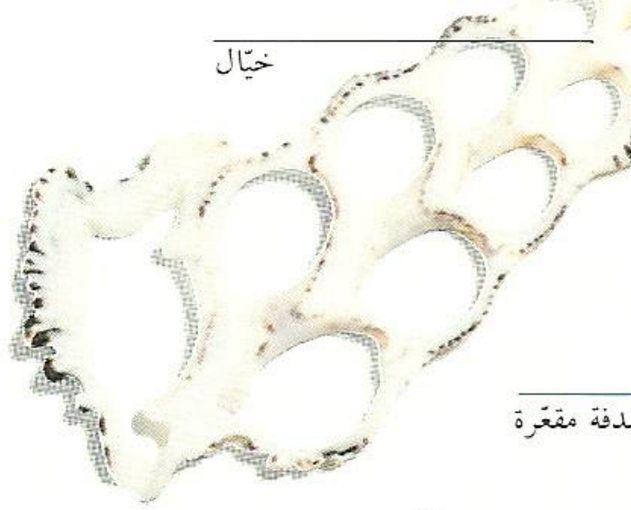
وِلْك بابل

مع كل دورة يكبر القطر الداخليّ لهذه القوقعة. وهذا يعطيها سماكة مع تَلَوْلُب قصير.

صدفة حافريّة

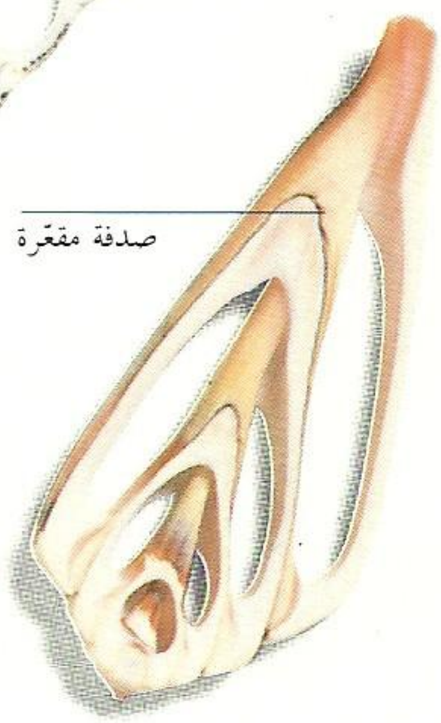
إنّ التجويفات الداخليّة لهذه الصدفة مُسَطّحة أكثر مما هي مستديرة، كما أنّ جوانبها مسطّحة أيضًا.

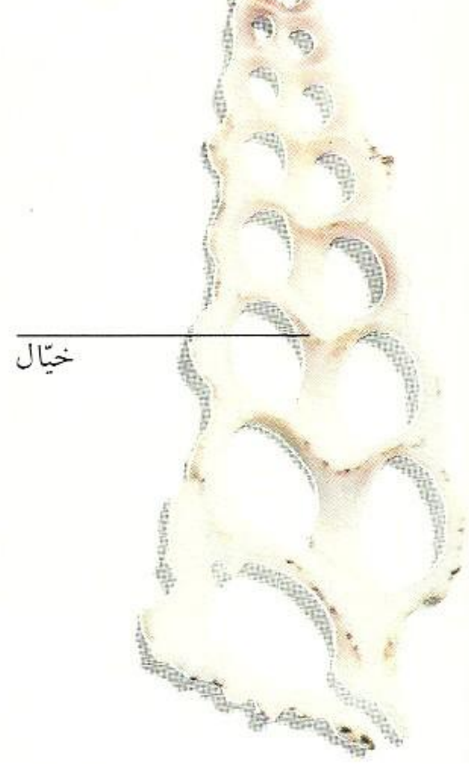




خيّال

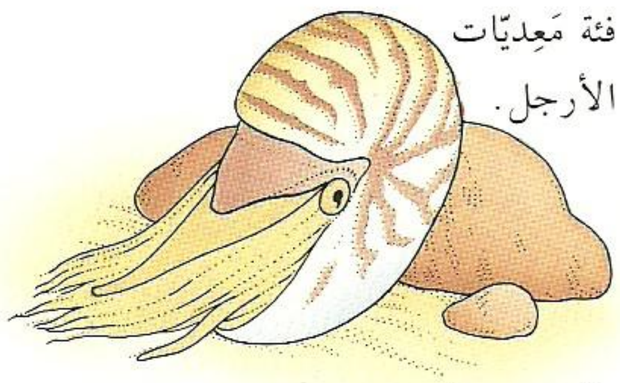
يمكن العثور على هذه الرخويّة في مياه البحار الحارّة. مع كلّ دورة يزداد القطر الداخليّ قليلًا، وهذا ما يعطي القوقعة شكلًا مستطيلًا، رفيعًا، والتفافًا متقاربًا.





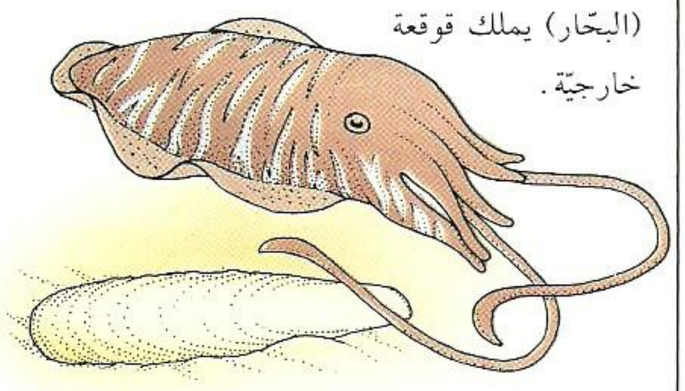
الرِّخويّات

يتوزّع القسم الأكبر من الرخويّات إلى ثلاثة أنواع: رأسيّات الأرجل، مَعِديّات الأرجل، وذوات المصراعَين. الحلزون هو النوع الوحيد الذي يعيش على اليابسة وينتمي إلى فئة مَعِديّات الأرجل.



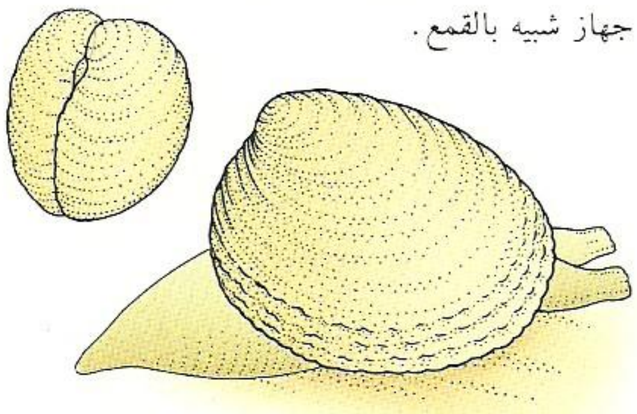
رأسيّات الأرجل بقوقعة خارجيّة

تتميّز رأسيّات الأرجل بلوامسها وعينيها الكبيرتين، وبدماغها الضخم، إلّا أنّ نوعًا واحدًا فقط هو النوتيّ (البحّار) يملك قوقعة خارجيّة.



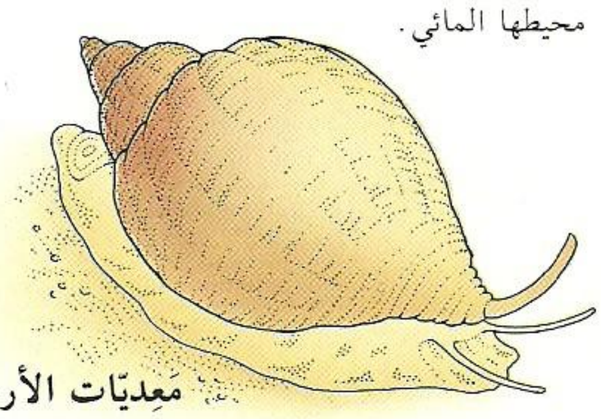
رأسيّات الأرجل بقوقعة داخليّة

لبعض رأسيّات الأرجل، كالحبّار والسَّبيدج، قوقعات داخليّة، وهي تسبح قاذفة الماء إلى الوراء بواسطة جهاز شبيه بالقمع.



ذوات المصراعَين

تتألّف قوقعة هذا النوع من نصفَين متّصلَين بمفصل. وتتغذّى الرخويّة داخلها من جُسَيمات تلتقطها من محيطها المائي.



مَعِديّات الأرجل

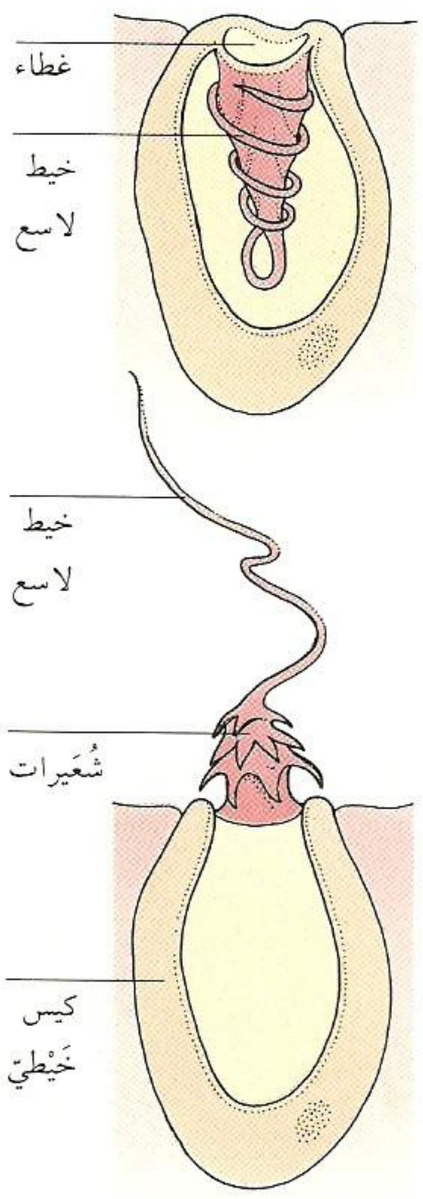
تمتاز قوقعة هذا النوع بشكلها اللولبيّ المستقيم. ويمكن العثور على وِلْك الأوحال في كل المحيطات وعلى الشواطئ أثناء الجزر.

البِرك الصخريّة

تصلح البِرك الصخريّة موطنًا دائمًا للكائنات الحيّة. وهذا ما لا نجده في البرك التي تخلّفها الأمطار الغزيرة. تشمل كائنات البِرك الصخريّة كلّ أنواع الأُشْنات وبعض اللافقاريّات كشقّار البحر والبطلينوس والقريدس. وقد تكيّفت هذه الأنواع مع الظروف المتبدّلة التي تختلف عن ظروف العيش في مياه البحر. فعندما ينحسر البحر مع الجزر عن البركة الصخريّة يتبخّر قسم من مياهها بفعل حرارة الشمس؛ ومع تدنّي مستوى الماء ترتفع نسبة الملوحة، فتصبح البركة حوضًا حارًّا ومالحًا. وعندما يعود المدّ تمتلئ البركة مجدَّدًا فتتبدَّل الحرارة والملوحة بشكل مفاجئ.

نجم البحر
يتميّز قنفذ البحر ونجم البحر بخمسة أجزاء متماثلة، وهذا نادر في المملكة الحيوانيّة.

خليّة شُقّار البحر اللاسعة



الخليّة قبل إطلاق الخيط
يكون الخيط اللاسع ملتفًّا داخل الخليّة وثابتًا بفضل الغطاء المقفل.

يُطلق على شُقّار البحر ورئة البحر والمرجان اسم العُدارات الرئويّة، وتمتلك كلّها خلايا لاسعة. والأنواع الكبيرة من شُقّار البحر تُطلق موادّ لاسعة وسامّة كافية لقتل سمكة.

الخليّة بعد إطلاق الخيط
ما إنْ يمسّ حيوان مفترسٌ الخليّة حتى ينفتح غطاؤها ويقفز الخيط اللاسع إلى الخارج ليضخّ سمّه.

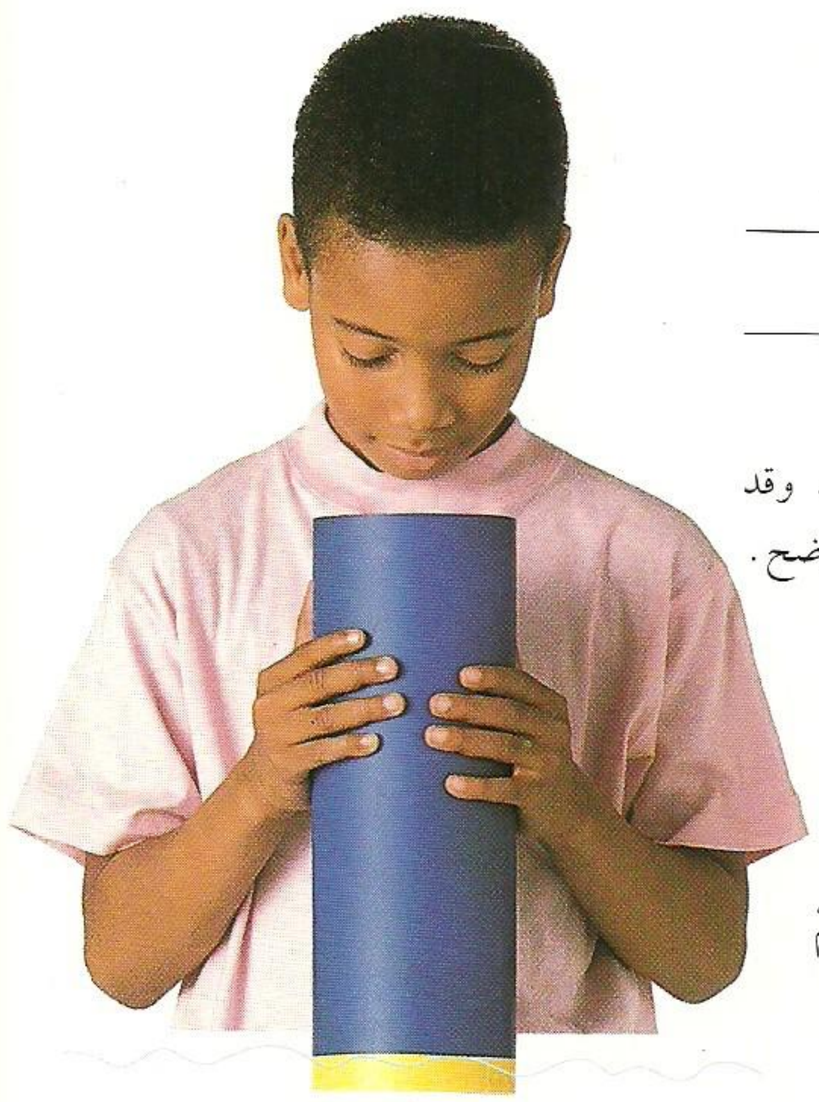
اختبار
كيف تجهّز منظارًا بحريًّا

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

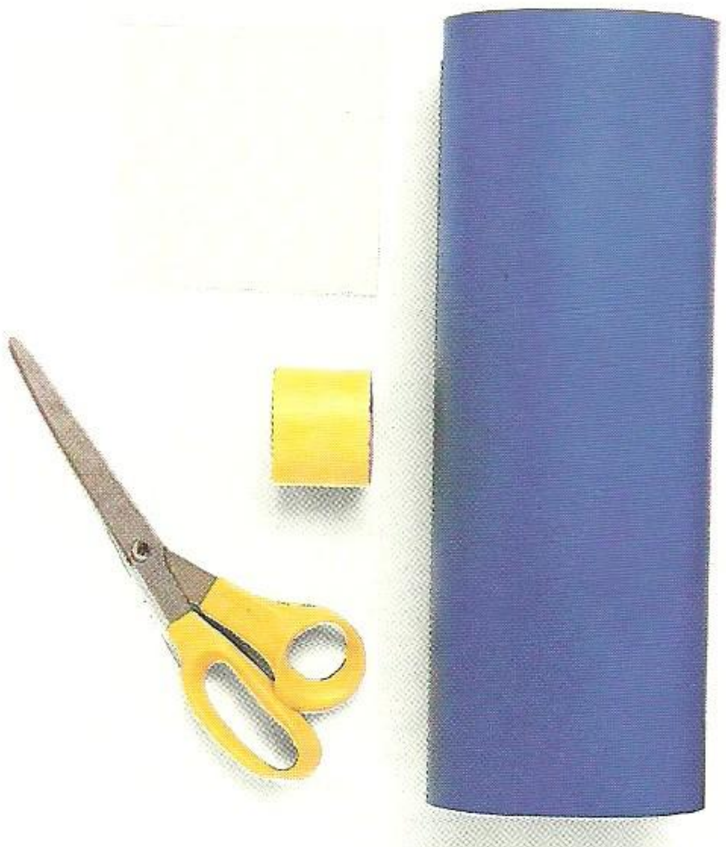
من الصعب مراقبة الحياة المائيّة من الخارج، لأنّ سطح الماء يعكس الضوء ويمنع الرؤية الواضحة. وقد تساعد النظّارات الشمسيّة المستقطَبة على تحسين الوضع، إلّا أنّ هذا المِنظار البسيط يضمن رؤية أوضح.

يلزمك

- أنبوب بلاستيكيّ ذو قطر كبير • ورقة شفّافة
- شريط لاصق كتيم • مقصّ • منشار • قلم لبّاديّ الرأس



ضع الأنبوب على الورقة الزجاجيّة الواقية وارسمْ محيطه بواسطة القلم، ثم اطلبْ من راشد أن يقطع لك الدائرة بواسطة المنشار. ثبّت الدائرة الزجاجيّة على الأنبوب بالشريط اللاصق الكتيم، ولا تترك أيّ ثقب يمكن أن يدخل منه الماء.



كيف يتغذّى شُقّار البحر؟

لِشُقّار البحر لوامس متموّجة تجعله أحيانًا شبيهًا بالنبتة. والواقع أنّ هذا الحيوان هو من آكلات اللحوم، يتغذّى بالحيوانات الصغيرة التي تقترب من لوامسه اللاسعة. وليس لشقّار البحر أعين، لذلك فإنه يكتشف غذاءه بواسطة المركّبات الكيميائيّة الموجودة في المياه. وباستطاعتك امتحان ردّة فعل الشقّار تجاه الغذاء عن طريق تقريب قطعة لحم من اللوامس. فخلايا الحواسّ لدى هذه الرخويّة تنقل إلى الجهاز العصبيّ الفطريّ خبر وصول الغذاء، فتتشنّج العضلات وتمدّ اللوامس باتجاه الفريسة. وتلتقط اللوامس الغذاء وتحمله إلى فم الشقّار. ويتصل الفم بفجوة تتمّ فيها عمليّة الهضم وامتصاص الغذاء، ثم تُرمى الفضلات من الفم.

الجوار المؤقَّت

تتقاسم مجموعة الشقّار هذه البركة الصخريّة مؤقّتًا مع نجم البحر إذ إنّ وجود الشقّار دائم بينما وجود نجم البحر مؤقّت.

الأذرع الممتدّة

تكون لوامس الشُّقّار ممتدّة تحت الماء، فإذا انحسرت عنه المياه مع الجزر تنقبض لوامسه وتأخذ شكل حبّة مستديرة ولزجة.

تكون كل لامسة مغطّاة بعدد من الخلايا اللاسعة

يخرج من فم الشقّار بيض تولد منه صغاره

بلح البحر يحمل برنقيلًا

شِعْب المَرجان

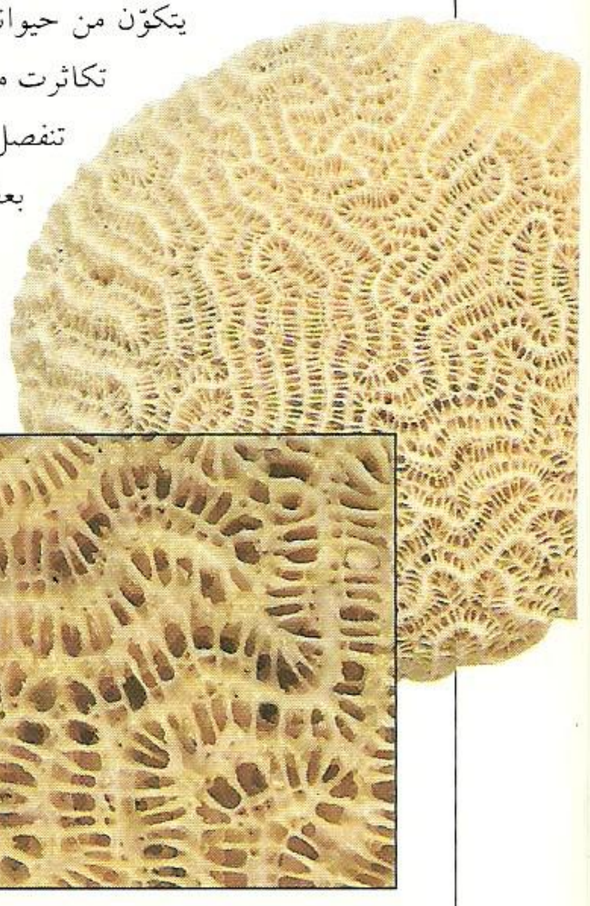
إنّ المرجان حيوان بحريّ، على الرغم من المظهر الخارجيّ الدالّ على أنّه من النباتات. وهو يشبه الشقّار (ص ٩٣) ويلتقط مثله الفرائس بلوامس لاسعة. والمرجان حيوان لاحَشْويّ قَعيد أي مُسْتَقِرّ من الرخويّات، وهو يفرز نخروبًا كلسيًّا مع ازدياد نموّه، ويتكاثر وحده إذ ينقسم على نفسه ويكبر في نخروبه. ويتكوّن شعب المرجان من ملايين الحيوانات التي تعيش في جماعات وهو يتشكّل مع تعاقب السنين.

المرجان الأحمر

لهذا المرجان لون أحمر زاهٍ، ومتفرّعات يبلغ طولها المترين أحيانًا. وتتوزّع الحيوانات حول ساق كلسيّة ذات خضاب أحمر. وعندما يموت المرجان يفقد لونه الزاهي.

مرجانيّة متعرِّجة

يمكن التعرّف إلى هذا النوع من المرجان بفضل أجزائه المترابطة والمتعرّجة. وهو يتكوّن من حيوانات تكاثرت من دون أن تنفصل كليًّا عن بعضها.



صورة مكبَّرة لمرجانيّة متعرِّجة

تشكّل حيوانات هذا المرجان سلاسل طويلة، وكلّ حيوان متصل بآخر ويشاركه في مجموعة كبيرة من اللوامس. كما يساعدها شكلها المستدير على مواجهة الأمواج وتحمّلها.

اِحمِ الطبيعة

يمكنك التمتّع بمنظر المرجان الرائع في المناطق البحريّة حيث مكانه الصحيح. يجب ألّا تبحث عنه في محلّات البيع، لأنّ الذين يجمعونه يتسبّبون بأضرار فادحة لشِعب المرجان. النماذج المعروضة هنا أُخذت صورها من متاحف بيولوجيّة خاصّة.

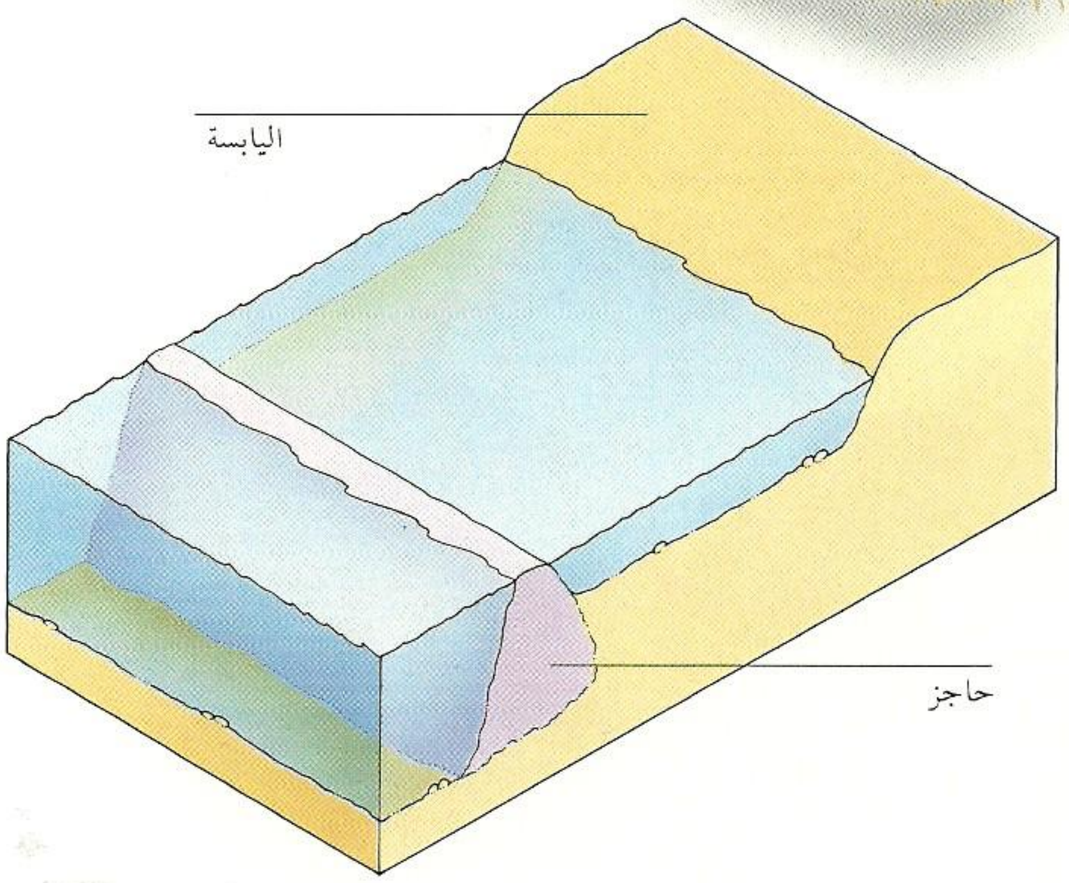
المرجان الفطريّ

يتكوّن هيكل هذا المرجان الفطريّ من حيوان واحد كبير. يستطيع هذا النوع أن يتحرّك ويتنقّل، على عكس سائر الأنواع. فإذا ما انقلب يستطيع العودة إلى وضعه الطبيعيّ.

شِعْب المَرجان

للمرجان ثلاثة أنواع من الشِّعاب: الحواجز المرجانيّة والكتل الشاطئيّة والجزر المرجانيّة. وهذا النوع الأخير عبارة عن حواجز دائريّة تحيط ببحيرات شاطئيّة. وقد زار شارلز داروين (ص ٢٠-٢١) الجزر المرجانيّة خلال رحلته في المحيط الهادي، وافترض أنّ هذه الحواجز تكوَّنت حول جزر بركانيّة، وهذه الجزر غاصت تدريجيًّا في المياه تحت ثقل الحواجز نفسها. وهذه النظرية تبنّاها العلم الحديث.

ينمو القسم الأكبر من المرجان في المياه المداريّة الحارة، وتتوافر أكثر الأنواع في البحار القريبة من أستراليا وجنوب شرق آسيا. يشير ذلك إلى أنّ المرجان لا يستطيع التكاثر إلّا في المياه الصافية.

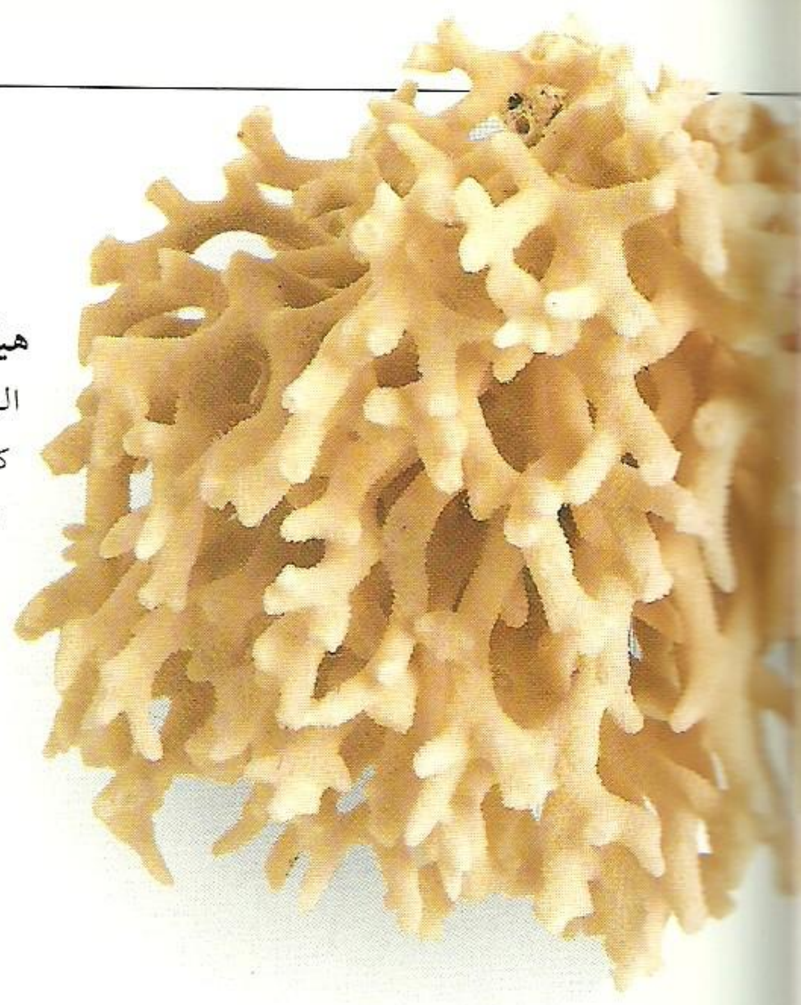


حاجز المرجان

يكون حاجز المرجان موازيًا للشاطئ ومنفصلًا عنه بقناة، ويرتفع من جهة المحيط بشكل عموديّ، فيستفيد ممّا تحمله إليه الأمواج من أكسجين وعناصر غذائية لينمو. أمّا من جهة اليابسة، فإنّ الرواسب المتنوّعة تتراكم وتكسر أجزاء منه.

الحاجز المرجانيّ الكبير

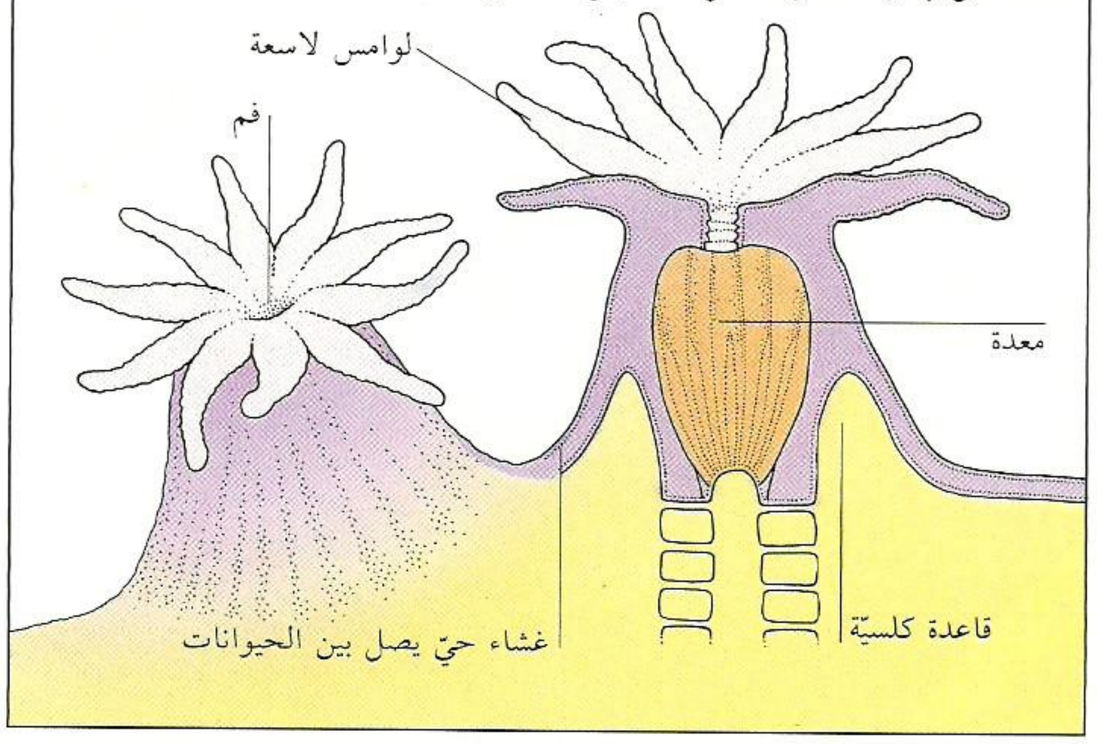
يشكّل الحاجز المرجاني الكبير الذي يمتد على مساحة ٢٠٠٠ كلم وعمق ١٠٠م من الشواطئ الأستراليّة أكبر بنية صنعتها كائنات حيّة حتى اليوم. ويُلاحَظ أنّ نوعًا سامًّا ومفترسًا من نجم البحر يدمّر باستمرار أجزاء من هذا الحاجز.



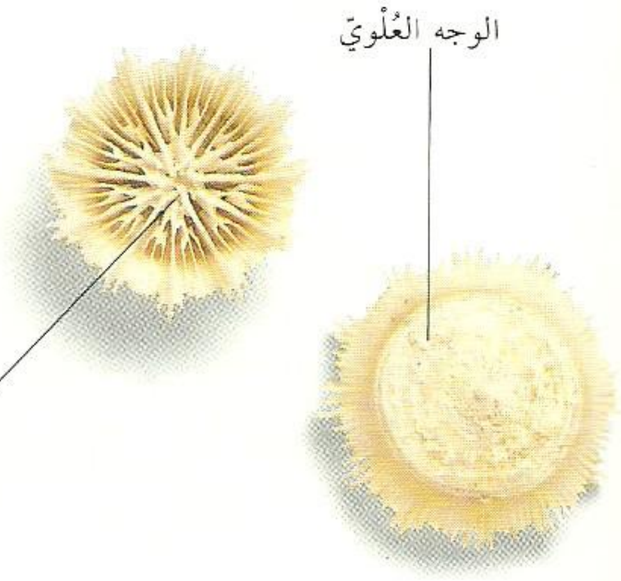
هيكل مرجانيّ
الهيكل المتشعّب لمرجان قَرْن الأيّل كوَّنته آلاف الحيوانات. الهياكل المماثلة تنمو ببطء شديد، بمعدّل بضعة سنتيمترات في السنة.

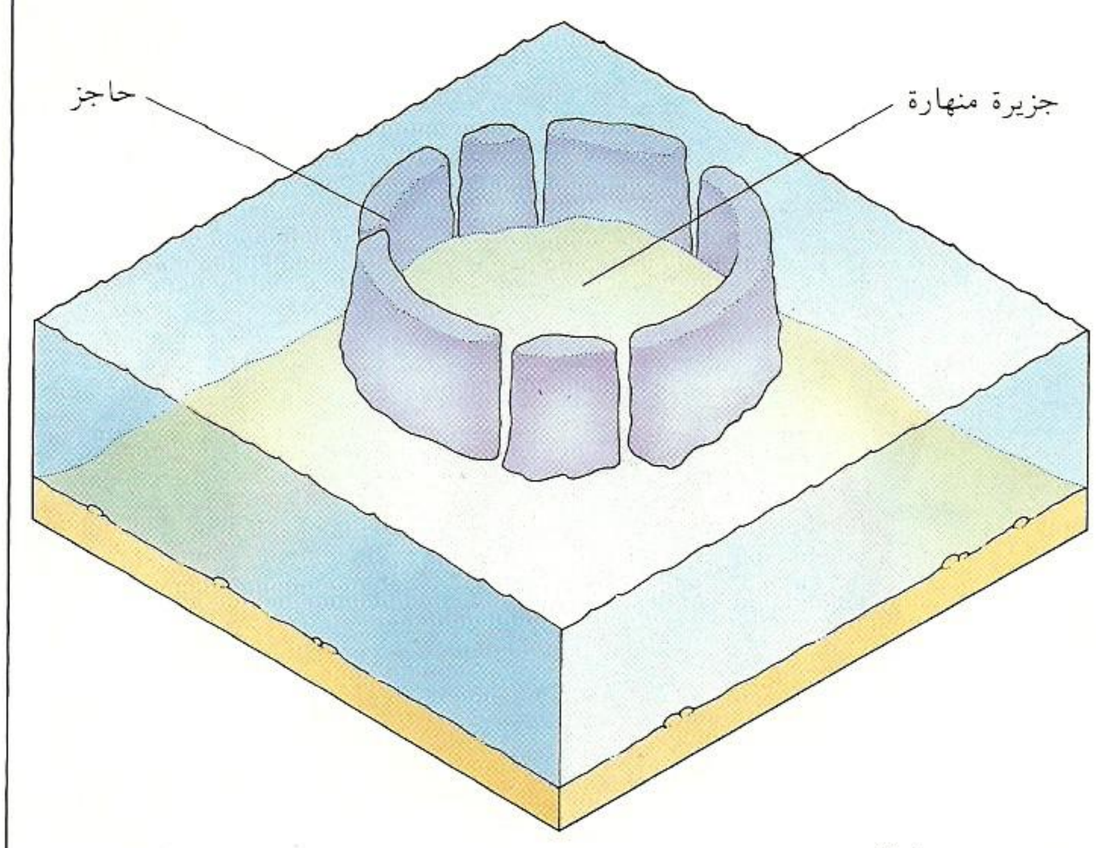
حيوانات المرجان

تتغذّى حيوانات المرجان من الحيوانات الصغيرة التي تلتقطها بلوامسها اللاسعة وتدفعها نحو فمها. وتستضيف بعض المرجانيّات أنواعًا من الأُشْنات الأحادية الخلايا في خلاياها، فتحميها وتؤمّن لنفسها الغذاء الذي تصنعه هذه الأُشْنات. وخلال نموّها تنشئ الحيوانات المرجانيّة تحتها نخاريب كلسيّة، وانطلاقًا منها يتكوّن شِعْب المَرجان. وليس المرجان الحيوان الوحيد الذي يبني الحواجز، فالإسفنج يترك في بعض المناطق بقايا كلسيّة أكثر ممّا يتركه المرجان.

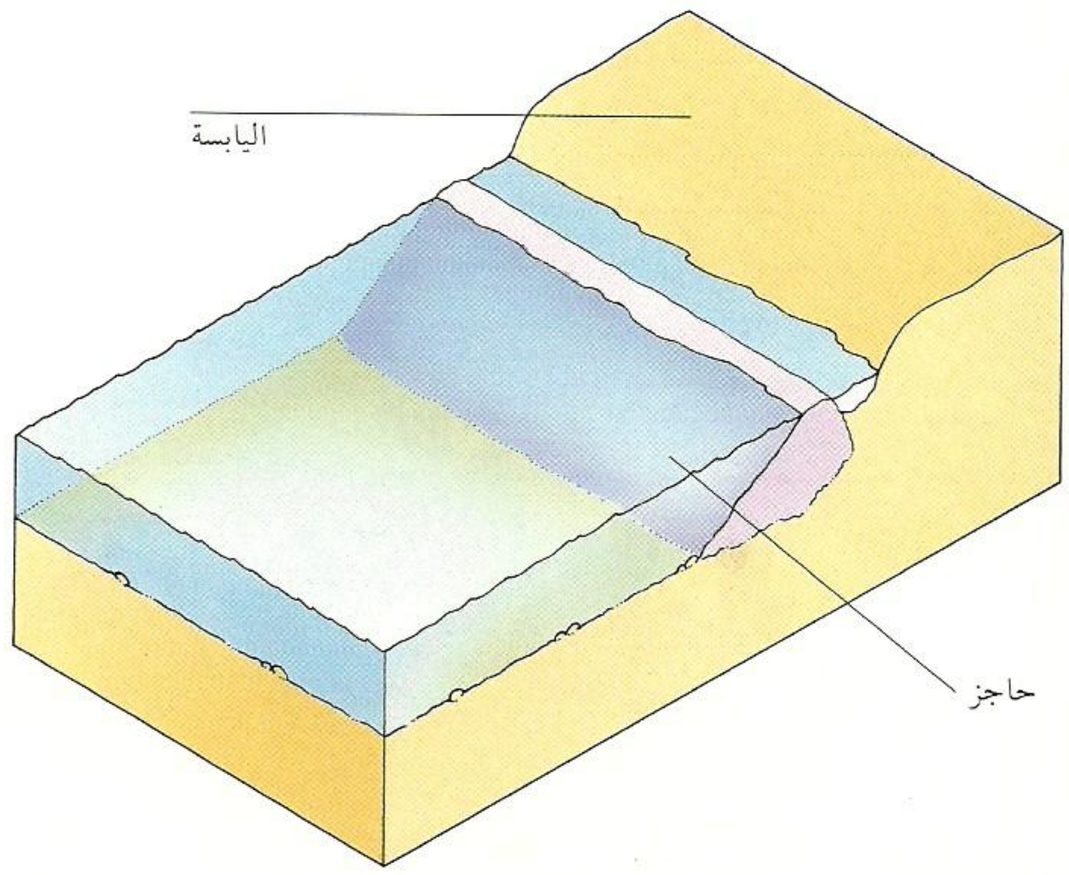


حيوان منفرد
لا يعيش المرجان دائمًا على شكل مجموعات. فهذا الهيكل الكلسيّ قد كوّنه حيوان منفرد.





جزيرة مرجانيّة
تنتشر الجزر المرجانيّة في المحيط الهادئ. وهي على شكل حلقات، ويكون قسم كبير منها مغطّى بالرمال، ممّا يساعد على نمّو نباتات معيَّنة كجوز الهند. المياه في وسط الحلقة تشكّل البحيرة الشاطئيّة، وهي قليلة العمق بينما تنحدر حواجز الجزيرة الخارجيّة عموديًّا إلى عمق يبلغ آلاف الأمتار.

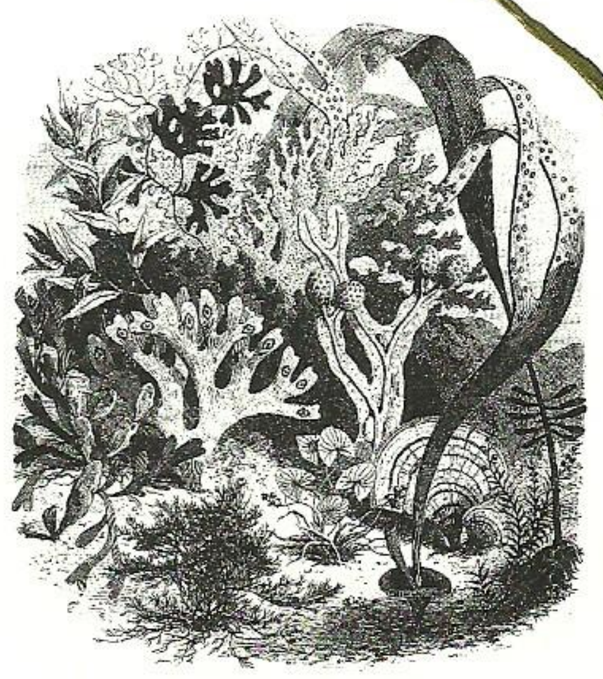


حاجز شاطئيّ
هذا الحاجز هو في مرحلة مبكّرة من نموّه، وهو يحصر الشاطئ ولا يترك بينه وبين البحر إلّا فسحة صغيرة. لا تتكوّن الحواجز الشاطئيّة قرب مصبّات الأنهر، لأنّ الأنهر تحمل الطمي الذي يعكّر المياه، وهذا ما لا يناسب نموّ المرجان. وأكثر الحواجز امتدادًا هي تلك التي تقع شرقي القارات، في فلوريدا واليابان مثلًا، حيث تحمل التيارات المياه الحارة من المناطق المداريّة باتجاه الشمال.

الأُشْنات البحريّة

تخيّلْ نبتة يزيد نموّها كل يوم ثلاثين سنتيمترًا، ويصل طولها في سنتها الأُولى إلى خمسين مترًا. هذا هو حال نبتة الفَوقَس الكاليفورنيّ الأسمر العملاق في مياه كاليفورنيا، أكبر الأُشْنات البحريّة وأسرعها نموًّا، وهي من اللازهريّات التي تتكاثر بواسطة الأبواغ. ولهذه النبتة سُويقات مطّاطيّة، وأوراق مستدقّة تحمل جيوبًا غازيّة تساعدها على الطَّفو.

إذا قصدت الشاطئ في أوقات الجزر تلاحظ وجود عدد كبير من الأُشْنات البحريّة البنّية ذات سويقات وأوراق شبيهة بتلك التي تحملها نبتة الفَوقَس الكاليفورنيّ الأسمر العملاق. أمّا في البرك الصخريّة وعلى ضفاف المياه فترى أُشْنات خضراء دقيقة وبسيطة التكوين، أو أُشْنات حمراء يحمل بعضها أصدافًا كلسيّة قاسية.



جمال تحت الماء
تكون الأشنات، في أوقات الجزر، مطروحة على الصخور أشبه بكتلة متّسخة ولزجة. وعندما يغمرها الماء تظهر أشكالها الرائعة.

شبيهة الأُشْنات البحريّة

لا تبدو الأُشْنات كلّها على حقيقتها. فهذه الكائنات الصغيرة والشبيهة بالأُشْنات هي في الواقع حيوانات طحلبيّة لا تتنقّل، لكنّها تعيش في مجموعات.

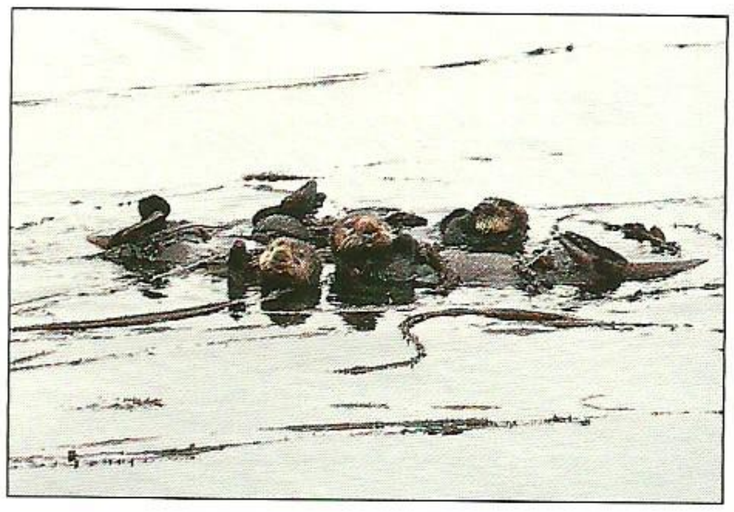
أوراق طافية

الفَوْقَس البُنّيّ نوع من الأشنات تطفو أوراقه بفضل ما تحمله من جيوب غازيّة. وتبلغ الجيوب الغازيّة من الكثرة والقوّة ما يسمح لها برفع الحجر الذي تنمو عليه.

أُشْنة حمراء

يكون اليخضور في الأشنة الحمراء (ص ٤٠) مغطّى بخضاب أحمر يجذب كميّة كبيرة من الضوء. وهذا ما يساعد الأشنة الحمراء على النموّ في أعماق لا تصلها الأشنة البنيّة أو الخضراء.

تنسَّلت أوراق الأشنة من أطرافها وتكسّرت بسبب قوّة الأمواج



العَيش بين الأعشاب البحريّة

تشكل غابات الفَوْقَس الأسمر العملاق، على شواطئ كاليفورنيا مكانًا مناسبًا لسكن ثعلب الماء. فهذه اللَّبونات البحريّة تصطاد وترتاح بين أوراق الفوقس، وقلّما تتجه نحو اليابسة.

الأشنة البنّية

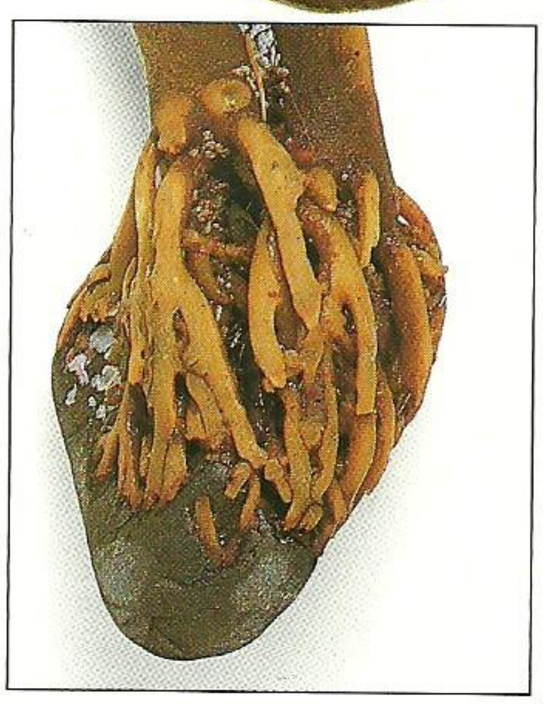
تتّخذ الأشنة أو الفوقس لونها البنيّ بفضل نوع من الخضاب يغطّي طبقة اليخضور. وهو، كالخضاب الأحمر، يلتقط الطاقة الشمسيّة وينقلها إلى اليخضور.

الأشنة الخضراء

تبدو الأشنة الخضراء شبيهة بالنباتات البرّيّة بلونها، بسبب مادّة اليخضور التي تحملها. وهي تنمو في مياه قليلة العمق، ويمكن العثور عليها على مستوى المدّ، كما ينمو بعضها في البرك المالحة، ونقع كذلك على أنواع من الأشنة الخضراء في المياه العذبة، في البحيرات والمستنقعات.

فَوقس نامٍ فوق صدفة بطلينوس

تنقسم الأوراق العريضة إلى جزأين

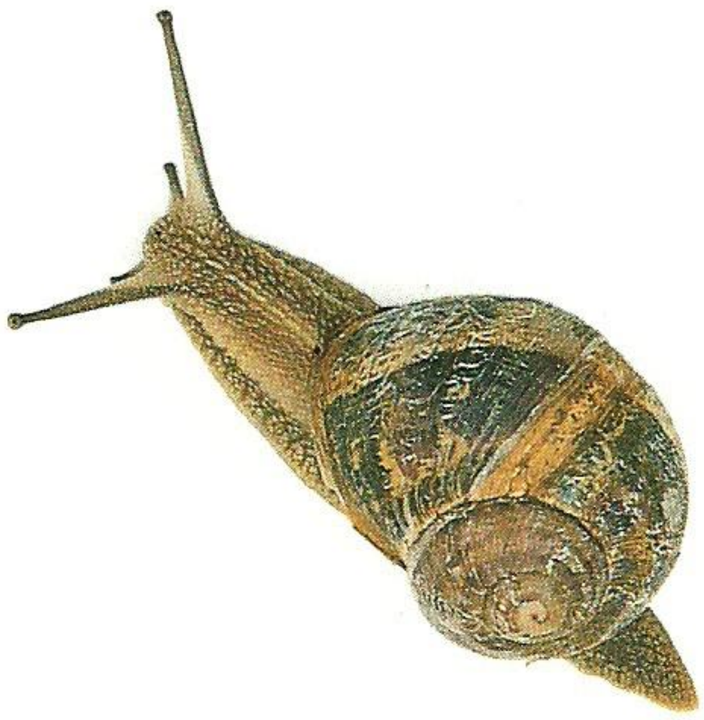


تمتاز سُوَيقة الفوقس الأسمر أو ساقه المطّاطيّة بالصلابة. ويمكنك التأكّد من ذلك إذا ما واصلت شدّها إلى الأعلى حتى تنكسر

التشبّث بقوّة

تتشبّث بصلة الفوقس الأسمر بقوّة بالحجر. لا تمتصّ البصلات الماء ولا الغذاء اللذين تحتاج إليهما النبتة، وهي ليست جذورًا حقيقيّة.

الحشرات وسائر اللافقاريّات



الروائع الصغيرة

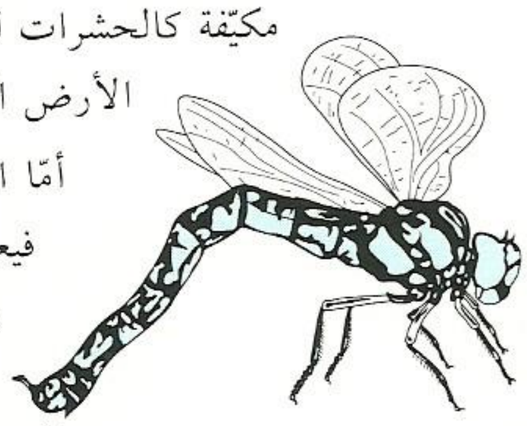
تشمل اللافقاريّات كائنات صغيرة الحجم عرفت نجاحًا تطوّريًّا ملحوظًا. فهذا حلزون الحدائق (أعلاه) يحمل بيته على ظهره، وهذا عنكبوت أميركا الجنوبيّة (إلى اليمين) يتقدّم على جذع شجرة يابسة متحسِّسًا طريقه بقوائمه.

تبلغ الحشرات أعدادًا عجزَ العلماء عن حصرها حتّى اليوم. فقد وصفوا ملايين الأنواع وتبقى ملايين أخرى لم يتسنَّ لهم وصفها. وتشكّل الحشرات، مع كائنات متنوِّعة أخرى، كالعناكب وديدان الأرض، عالم اللافقاريّات المليء بالفتنة والغرابة في العالم الحيوانيّ.

عالم اللافقاريّات

ليست الحشرات وكائنات أخرى زاحفة سوى دُويّبات صغيرة بالنسبة إلى كثيرين منّا. لكنّها، عند علماء الطبيعة، تشكّل حقلًا واسعًا للأبحاث المتنوّعة والمشوّقة.

يقسم علماء الأحياء المملكة الحيوانيّة إلى مجموعتين: الفقاريّات واللافقاريّات. ويُعتَبَر الإنسان من الفقاريّات لأنه يملك عمودًا فقريًّا. ولأنّ للإنسان عمودًا فقريًّا قد نتصوّر أنّ الفقاريّات كائنات أشدّ نجاحًا من سواها. لكنّ عدم وجود العمود الفقريّ لا يشكّل نقصًا لدى عدد كبير من الكائنات التي تُحسن تدبُّر أمورها من دون هذه الميزة. ثم إنّ عدد الفقاريّات ضئيل جدًّا قياسًا إلى اللافقاريّات، إذ لا يشكّل أكثر من ثلاثة بالمئة من الأنواع المعروفة.



اليعاسيب حشرات مفترِسة تلتقط فرائسها بواسطة الأجنحة.

أمّا المرجان والعناكب والفراشات فهي كلّها من اللافقاريّات.

هذه الشبكة تساعد على التقاط الحشرات ومراقبتها من دون إتلافها.

اللافقاريّات الصغيرة

اللافقاريّات الصغيرة حيوانات لا تُرى إلّا بواسطة المجهر. وهي تنتمي إلى عدّة أنواع يصعب حصرُها. هذه المجهريّات ليست معروفة إلّا من قبل علماء الأحياء ولا تحمل إلّا أسماء علميّة، والكثير منها وُجِد منذ مئات الملايين من السنين، من دون أن يعرف تطوّرًا ملموسًا. وينبغي أن تعيش داخل الماء، إذ إنّها ليست مكيّفة كالحشرات للعيش على الأرض الجافّة.

أمّا القسم الأكبر منها فيعيش في البحر والبحيرات والبرك، وقسم آخر يجد الحياة ممكنة في طبقة المياه الرقيقة التي تغطّي سطح الأرض (ص ١٢٢)، فيما يفضّل بعضها الآخر الأماكن الرطبة كالحفر والمزاريب وأوراق النباتات الرطبة كالطحالب.

ضع على الحلزون علامات تساعدك على دراسة تصرّفه.

من أشهر تلك الحيوانات الدقيقة تلك المعروفة بالدولابيّة والتي لها شكل إناء الأزهار ولها على رأسها ما يشبه الريش، به تضرب الماء باستمرار وتستخرج منه جسيمات غذائية. عندما ينضب الماء تتصلّب هذه الحيوانات وتدخل في حالة من السُّبات، ولا تستعيد وعيها وحيويّتها إلّا عندما تتبلّل بالماء من جديد.

أمّا الأمكنة الدائمة الرطوبة فهي جوف الحيوانات، لذلك فإنّ عددًا كبيرًا من اللافقاريّات هو من الطفيليّات التي تمتصّ غذاءها من السوائل الموجودة داخل جسم الحيوان المُضيف.

ويُعتقد غالبًا أنّ الحيوانات هي كائنات متحرّكة، والواقع أنّ عددًا من اللافقاريّات ثابت، يلزم مكانًا واحدًا لا يبرحه. وتستطيع لافقاريّات معيّنة، كشُقّار البحر، أن تتنقّل عند الضرورة، بينما يعجز الإسفنج عن التحرّك ويبقى ثابتًا في مكان واحد. يؤمّن عدد من هذه الحيوانات غذاءه من المياه المحيطة، فيتناول الجُسَيمات من الحيوانات السابحة وبعضًا من النباتات الطافية. هذه الكائنات لم تتطوّر، لأنها لا تتنقّل فلا عيون لها ولا رؤوس، وقد يصعب التمييز بينها وبين النباتات.

يتغذّى النحل بلقاح الأزهار، ناقلًا إيّاه من زهرة إلى أخرى.

اللافقاريّات الكبيرة

إنّ أضخم اللافقاريّات في العالم هو السَّبيدج العملاق، وهو أطول من أصغر الدولابيّات بخمسمئة ألف مرّة. يعيش السَّبيدج العملاق في الماء، والقبض عليه صعب إلى حدّ أنّ الباحثين لم يستطيعوا بعد رؤيته في موطنه الطبيعيّ.

تشير ألوان الزنبور الزاهية إلى وجود الخطر.

ترسل **الحُباحِب الأنثى** إشارات ضوئيّة لتجتذب الذكر.

وإذا كانت الأمواج قد حملت بعضًا من تلك الحيوانات إلى الشاطئ فلأنّها كانت جريحة أو مريضة أو ميتة. والسَّبيدج الذي يبلغ طوله ثمانية عشر مترًا يبدو شبيهًا بالحَبّار والأخطبوط. وله فم على شكل منقار تحيط به لوامس مسلَّحة بمحاجم لاصقة بينها اثنان قد يصل طولهما إلى ثلاثة عشر مترًا عند السَّبيدج الكبير، يستعين بها لالتقاط الفرائس وأكلها. ويتنقّل السَّبيدج بطريقة ارتكاسيّة، إذ يقذف الماء من أنبوب يقع في القسم الخلفيّ من رأسه.

بين السَّبيدج العملاق والدولابيّات المتناهية في الصغر هناك أنواع لا تحصى من الحيوانات، ولا نعرف إلّا عددًا محدودًا منها، كالحشرات والعناكب وديدان الأرض والقشريّات. والحشرات هي الأكثر انتشارًا على الأرض.

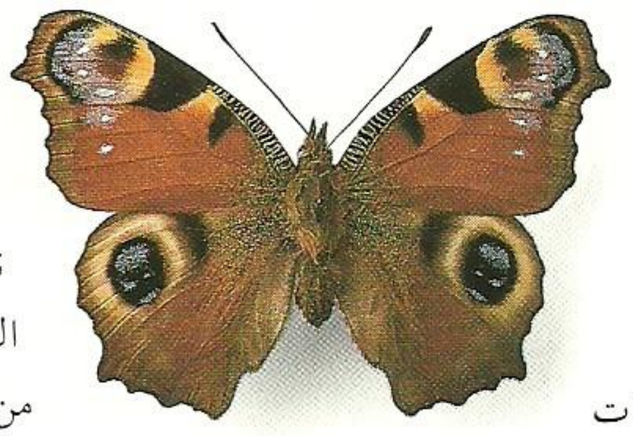
أنواع الحشرات

لدى مراقبة الزنبور تلاحظ أنّ له رقبة دقيقة وجسمًا رشيقًا، وأنّ جسمه ينقسم إلى ثلاثة أقسام: الرأس، والجَوشَن أو الصدر، والبطن، فضلًا عن الجناحَين المميَّزَين. هذا هو التركيب النموذجي لدى الحشرات. والمعروف أن الحشرات وحدها تستطيع أن تطير دون سائر اللافقاريّات.

ليس للحشرات الأوّلية أجنحة، كلاحسة السكّر وعُثّة الورق، ولكن كلّ الحشرات الأخرى تملك أجنحة ورثتها خلال التطوّر عن حشرات مجنَّحة. وتملك الحشرات، كسائر المفصليّات (ص ٢٨)، هيكلًا خارجيًّا تتحرّر منه عند مرحلة البلوغ.

الحشرات هي الأكثر انتشارًا بين الحيوانات كلّها، ويكفي من أجل ذلك أن نعلم أنّ مُغْمَدات الأجنحة تحوي وحدها ما يقارب الأربعمئة ألف نوع. ويعتقد بعض الخبراء أنّ هناك أكثر من عشرة ملايين نوع من الحشرات في الكرة الأرضيّة. وقد أُقيمت مؤخّرًا دراسة حول الحشرات المنتشرة في غابات البيرو، فتبيّن أنّ أربعة أخماس الحيوانات المكتَشَفة لم تكن معروفة من قبل.

ويبقى البحر، مع القطب الجليديّ، المكان الوحيد الذي يخلو من الحشرات، إذ غزته القشريّات قبل أنّ تتوصّل الحشرات إلى اقتحامه.



تمرّ **الفراشة** بمراحل تحوّل كاملة خلال نموّها.

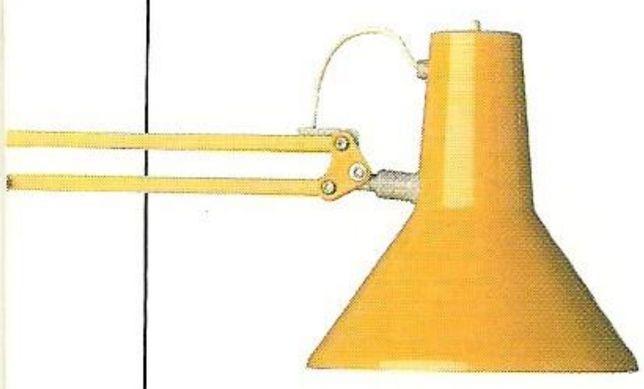
جان-هنري فابر (١٨٢٣-١٩١٥) أحد كبار علماء الحشرات.

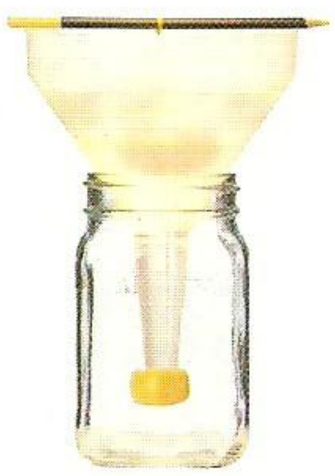
النجاح في الطيران

يبلغ طول أثقل حشرة، وهي الخنفساء، خمسة عشر سنتيمترًا، أمّا سائر الحشرات فهي أصغر من ذلك بكثير، فيسمح لها حجمها بالنموّ على كميّة قليلة من الغذاء. وهي تعيش فوق أو داخل كلّ ما يُؤكَل، فوق الحيوانات الحيّة أو الميتة، وداخل قشور الجذوع وفي قلب الخشب المُتفسِّخ والصابون، وحتّى في النفط الخام. ولبعض الحشرات فكّان قويّان يعطيانها القدرة على قضم اللحاء، ولبعضها الآخر مناقير دقيقة تثقب بها سوق النباتات أو جلود الحيوانات.

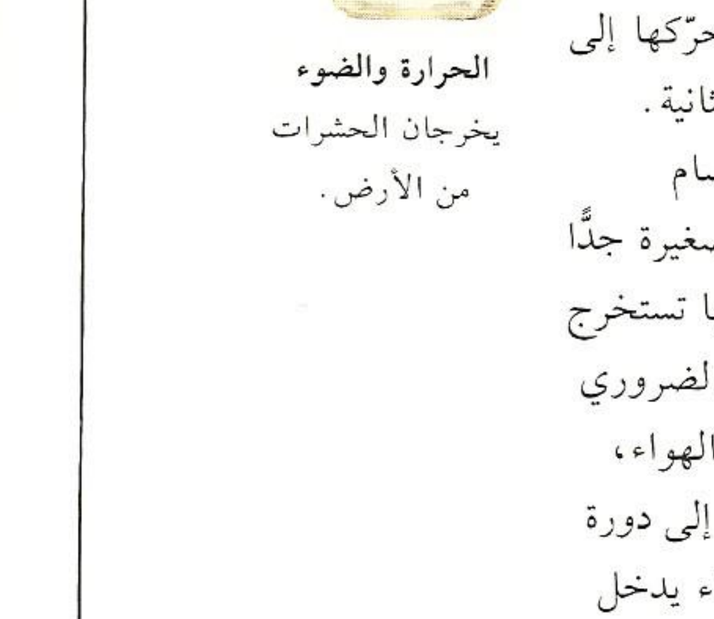
تؤدّي الأجنحة دورًا مهمًّا في حياة الحشرات، إذ تسمح لها بتغطية مساحات شاسعة. فأجنحة النحل والزنابير تخفق حوالى ٢٠٠ مرّة في الثانية، وتعطي طنينًا يُشعرنا بوجودها. أمّا طنين البعوض فهو صوت خَفْق أجنحتها التي تصل سرعة تحرّكها إلى ٥٠٠ مرّة في الثانية.

وبما أنّ أجسام الحشرات صغيرة جدًّا فإنّ عضلاتها تستخرج الأكسجين الضروري مباشرةً من الهواء، دونما حاجة إلى دورة دمويّة. فالهواء يدخل جسم الحشرة عن طريق فتحات تنفّسيّة شبيهة بنوافذ صغيرة تقع على جانِبَي الحشرة، ثم ينتقل إلى أنابيب دقيقة تصل إلى العضلات وهذه العضلات تحمل الأُكسجين إلى أقسام الجسم الّتي تحتاجه وتقذف بثاني أُكسيد الكربون إلى الخارج.





الحرارة والضوء يخرجان الحشرات من الأرض.



تستخدم **أنواع عديدة من السُّرَف** شعيراتها لتتّقي هجمات العصافير.

يخضع **الجراد** لعمليّات تحوّل غير كاملة خلال النموّ.

تربية الحشرات

إنّ تربية الحشرات ودراستها أمر مثير للاهتمام، وستجد في الصفحات التي تلي كيف يتمّ تجهيز قفص مناسب لتربية نوعين مختلفين من الحشرات: الجراد والفراشات. فالجراد الصغير يشبه الكبير، وباستطاعتك مراقبته وهو يكبر تدريجيًّا. أمّا السُّرفة فهي مختلفة كلّيًّا عن الفراشة، ويمكن ملاحظة عمليّة التطوّر الجذريّة التي تخضع لها عندما تصبح بالغة.

قبل المباشرة بتركيب القفص، ينبغي التنبّه إلى أنّ الجراد كثير الحركة ويمكن أن يهرب في أوّل فرصة. تأكَّدْ إذًا من أنّ أقسام القفص كلّها محكمة، وعندما تصبح حشراتك داخل القفص لا تنسَ أنّ بقاءها على قيد الحياة يتعلّق بمدى اهتمامك بها. فزيارة القفص اليوميّة ضروريّة للتأكّد من سلامة الحشرات ووفرة غذائها.

اختبار

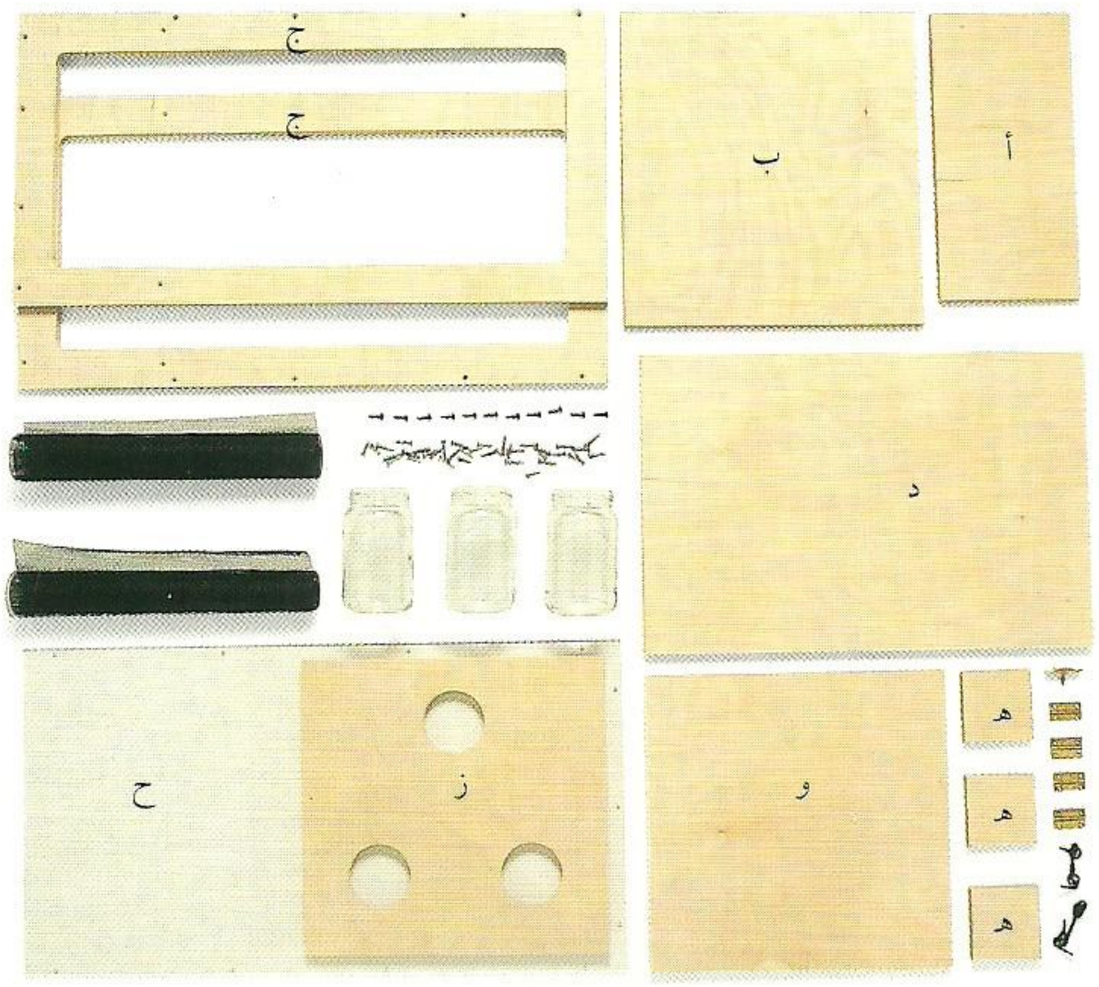
تحضير قفص للحشرات

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

يركَّب القفص من الخشب المعاكس، ومن قطعة بلاستيك صلبة وشفّافة توضع في الجهة الأماميّة فتساعد على مراقبة الحشرات عن قرب. وعلى الجانبين توضع شبيكة تؤمّن هواء التنفّس، كما يساعد غطاء بمفصّلة على الوصول إلى مكان تربية الحشرات. أمّا وجود باب خَلْفيّ في القفص فضروريّ للوصول إلى المرطبانات في الداخل. وبعد الانتهاء من استخدام القفص يجب وضعه في مكان مهوّى ومضيء، بعيدًا عن تيّار الهواء.

يلزمك

خشب معاكس بسمك ١٥ملم: (أ) الباب الخلفي ١٤,٥ × ٣٠سم (ب) السقف ٣٠,٥ × ٣٣سم (ج) الجانبان ٦٠ × ٣٠سم (د) الجهة الخلفية ٤٥ × ٣٠سم (هـ) ٣ دعامات للمرطبانات ٦ × ٦سم (و) أرضيّة القفص ٢٩ × ٣٠سم (ز) أرضيّة إضافية ٢٩ × ٣٠سم (ح) قطعة بلاستيك صلبة وشفّافة ٦٠ × ٣٣سم • أربع مفصّلات • مسماران معقوفان • مزلاج • ثلاثة مرطبانات توضع في ثقوب، قطر الواحد منها حوالى ٦سم • قطعتان من شبيكة معدنيّة دقيقة ٦٠ × ٣٠سم • بَراغي • غِراء • مِثْقب كهربائي • فتائل • منشار قطع النماذج • شريط قياس • قلم • كوس مثلّث لقياس الزوايا • منشار مسنَّن • مِفكّ للبراغي • ورق صنفرة



١ اِقطع الخشب المعاكس كما هو مبيَّن في الرسم. فرِّغ الأقسام الداخليّة من الجانبين (ج)، تاركًا إطارين بعرض ٤ سم. فصِّل الثقوب الثلاثة في القطعة رقم (ز) بسعة المرطبانات، وذلك في الأرضيّة الإضافيّة، ثم افرك جوانب الثقوب بورق زجاج.

٢ جهّز ثقوب البراغي في إطارَي الجانبين (ج) وفي قطعة البلاستيك الصلبة (ح).

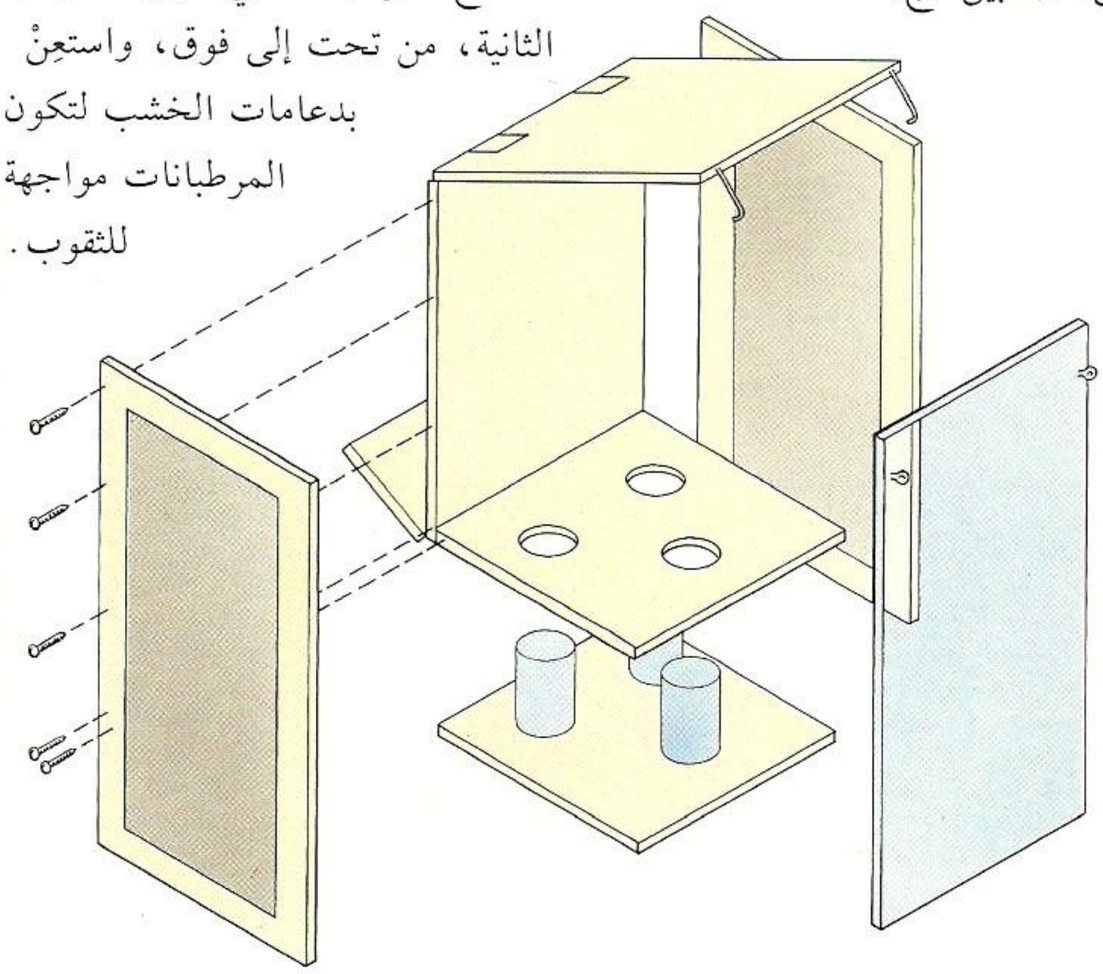
٣ أَلصِق قطعتَي الشبيكة المعدنيّة على الجانبين (ج).

٤ شدّ بالبراغي الجهة (د) والأرضيّة (و) والأرضية الإضافيّة (ز) إلى جهات أحد الجانبين (د).

٥ شدّ بالبراغي لوحة البلاستيك (ح) إلى الجانبين (د) والأرضيّة (و).

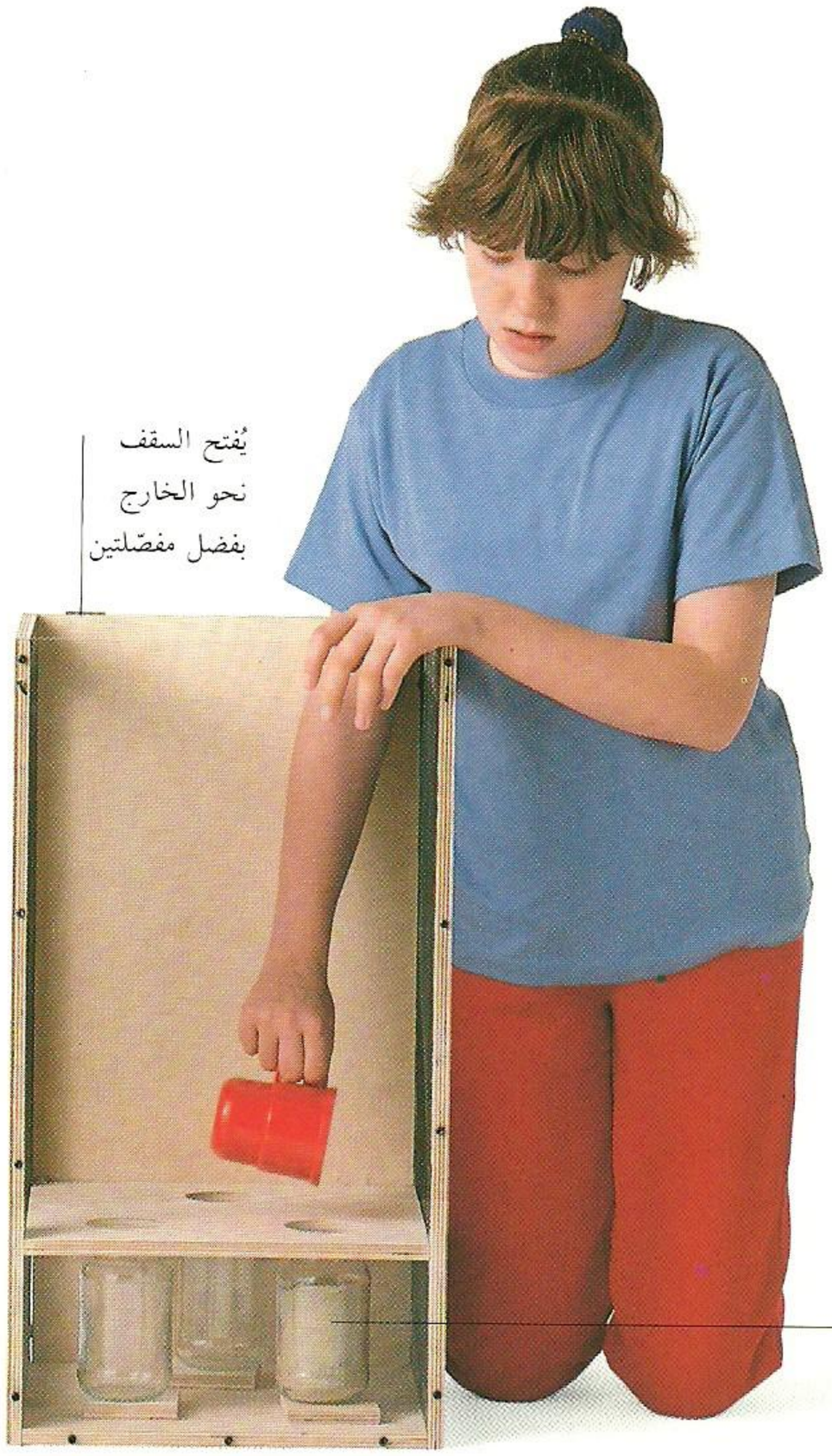
٦ علّق مفصّلتين للباب الخلفي (أ)، ومفصّلتين للسقف (ب) تُثبَّتان على الجهة الخلفيّة (د)، وثبِّت المسمارين المعقوفين في الجانبين (ج) عبر قطعة البلاستيك (ح). وثبّت على أحد الجانبين (ج) مزلاج الباب الخلفي.

٧ ضع المرطبانات في ثقوب الأرضيّة الثانية، من تحت إلى فوق، واستعِنْ بدعامات الخشب لتكون المرطبانات مواجهة للثقوب.



تربية الفراشات

لتربية الفراشات (ص ١٠٦-١٠٧) تصلح المرطبانات لاحتواء النباتات التي تتغذّى السُرف من أوراقها. إملأ المرطبانات ماءً وضعْ واحدًا مقابل كلّ من الثقوب على دعامات خشبيّة تحت الأرضيّة الإضافيّة. إقطع ثلاث دوائر من الكرتون وضعْ واحدة فوق كلّ ثقب واجعلْ في كل دائرة ثقبًا يكون بحجم ساق نبتة لمنع السُرف من بلوغ مياه المرطبانات عبر الساق.



تركيز المرطبانات

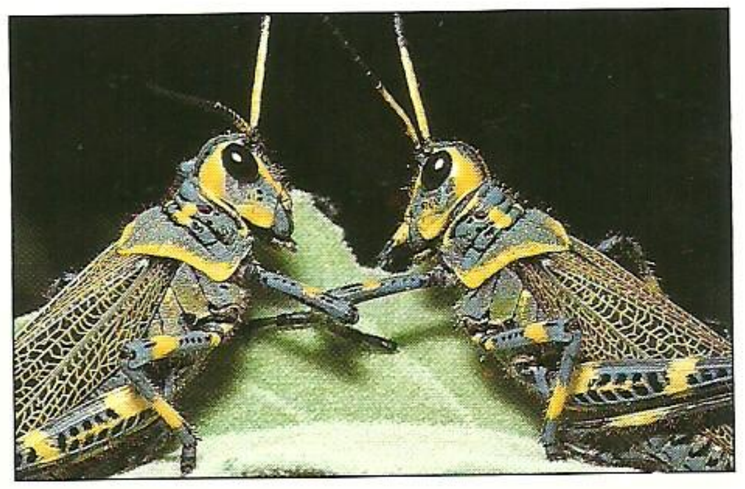
عندما يصبح القفص جاهزًا يجب ألّا يكون هناك أيّ فراغ بين فتحات المرطبانات والثقوب فوقها، وذلك من أجل منع الحشرات من الانتقال إلى القسم السفليّ من القفص.

تربية الجراد

يحتاج الجراد إلى الرمل من أجل وضع البيض. لذلك يمكنك وضع الرمل في المرطبانات. وعلى الرغم من قدرة الجراد على تحمّل الحرارة المتدنّية فإنّ الإناث تحتاج إلى حرارة مرتفعة نسبيًّا لوضع بيضها. فإذا لم تكن الحرارة مرتفعة يمكنك تأمين التدفئة المطلوبة (ص ١٠٥).

الجراد والجنادب

تستعين الجنادب بقوائمها الخلفيّة القويّة للقفز، والقسم الأكبر منها يستطيع، كالجراد، الطيران عند الضرورة. ونجد الجراد والجنادب منتشرة في كلّ المناطق الحارّة والجافّة، وهي تنتمي إلى رتبة مستقيمات الأجنحة. تعيش الجنادب منفردة في الحقول، أمّا الجراد فقد يشكّل، عند افتقاد الغذاء، أسرابًا تطير بأعداد هائلة فتبدو أشبه بغيوم كبيرة. وقد تضمّ غيوم الجراد ٥ مليارات من الحشرات التي تتلف المزروعات في دقائق معدودة.

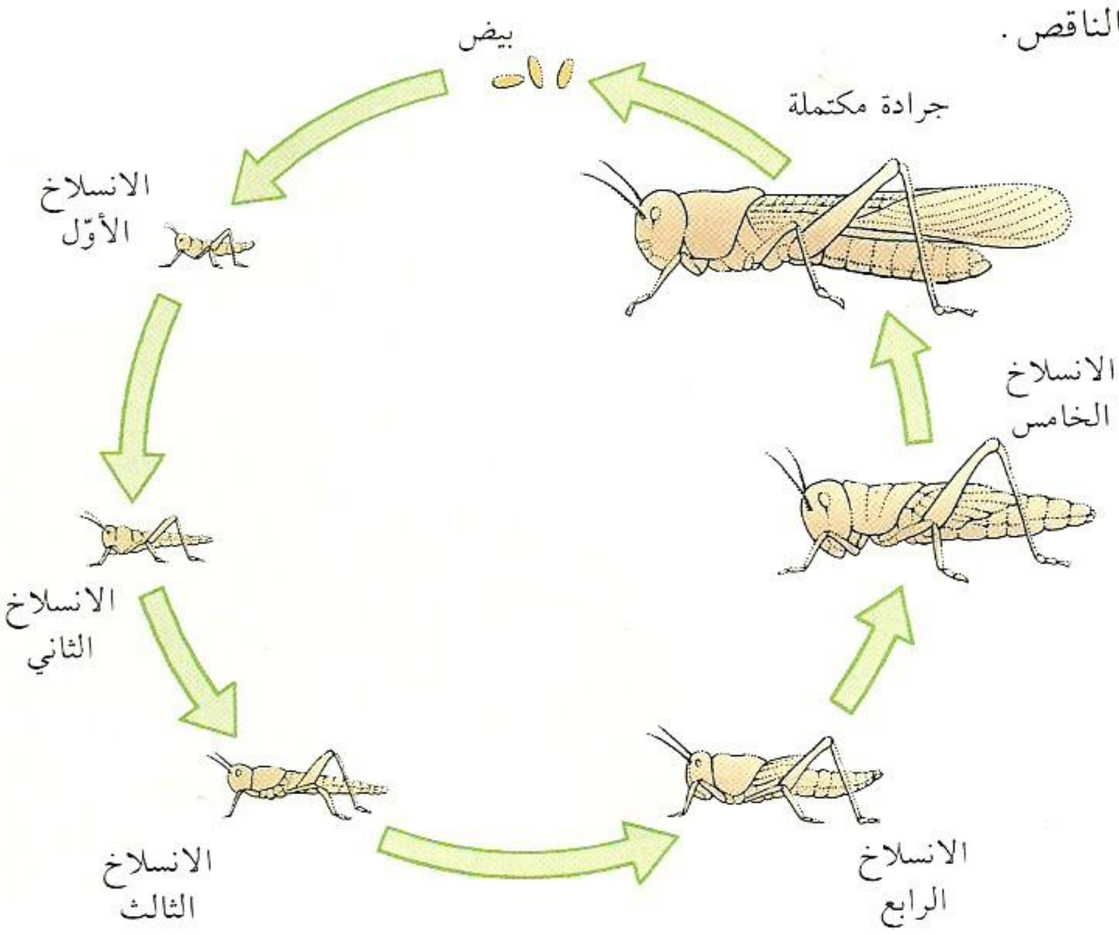


وجهًا لوجه

يتواجه جُنْدُبان ملوّنان فوق ورقة. تفرك أنواع كثيرة من الجَنادِب قوائمها بأجنحتها الغمديّة فتحدث أصواتًا تعرف بالصرير.

دورة حياة جرادة

تضع الجرادة بيضها في الرمل، فيفقس بعد نحو عشرة أيام، وتزحف الجرادات الصغيرة إلى السطح. يكون للجرادة الصغيرة، أو الحوراء، رأس كبير ولا يكون لها جناحان، لكنّها تشبه المكتملة إلى حدّ بعيد. ومع نموّها تسلخ الجرادة جلدها تباعًا، وتصل إلى مرحلة البلوغ بعد الانسلاخ الخامس، فيكتمل جناحاها وأعضاؤها التناسلية. فالجراد يبلغ شكله النهائي تدريجيًّا، دونما تغيُّر مفاجئ في الشكل، وهذا النوع من النموّ يُعرف بالتحوّل الناقص.



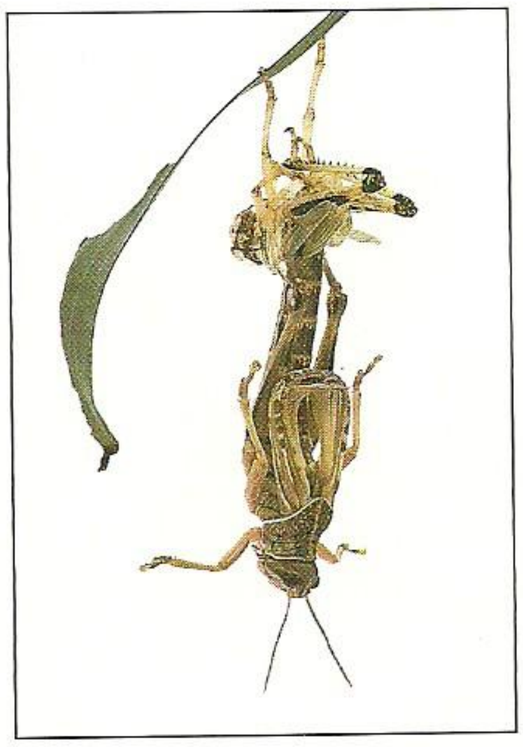
كيف تبدّل الجرادة جلدها

تتحرّر الجرادة من هيكلها الخارجي القاسي كي تستطيع أن تنمو، وهذا هو حال الحشرات بعامّة. نجد هنا جرادة في المرحلة الخامسة والأخيرة من انسلاخها. فجسم الجرادة المكتملة يكون قد اكتمل داخل الهيكل الخارجيّ، وبعد عمليّة الانسلاخ ينبسط الجناحان ليصلا إلى مداهما.

١ **تتشبّث الجرادة** بورقة نبتة بانتظار أن يتفتّق جلدها. ويبدو الرأس منتفخًا بفعل احتقان الدم.

٢ **يتشقّق الجلد الخارجيّ** طوليًّا ويخرج منه الرأس أوّلًا.

٣ **تتخبّط الجرادة** للخروج، ويتعلّق جلد قوائمها الخلفيّة بورقة النبتة.



٤ **سُلِخَ القسم الأكبر** من جلدها، حتى الغشاء الداخليّ للفم.

٥ **تضرب الجرادة** الجلد المنسلخ بقوائمها للتخلّص منه.

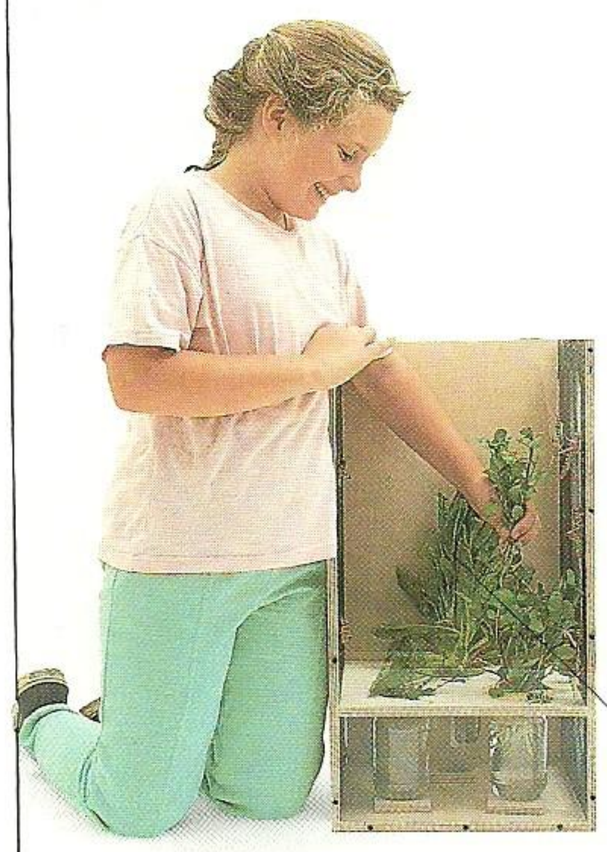
اختبار

تربية الجراد

يلزمك

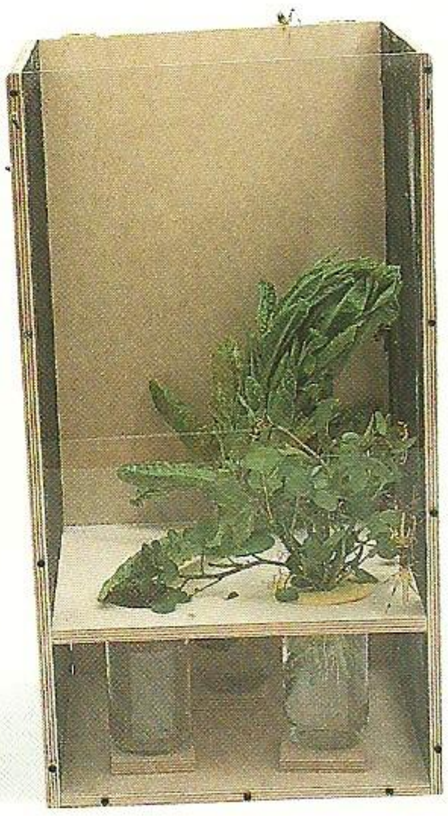
- قفص خاصّ بتربية الجراد (ص ١٠٣)
- مِصباح كهربائيّ (لمبة) • حامل لمبة
- سلك كهربائيّ ليِّن

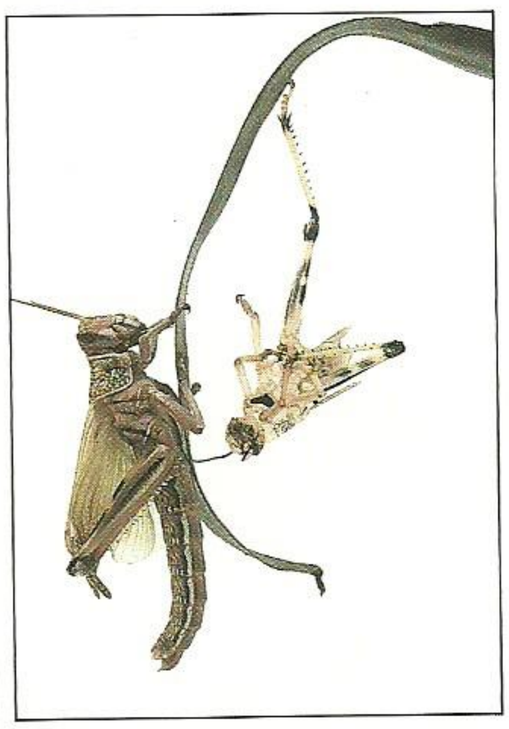
يسهل تربية الجراد في الأسْر. وهو يعيش في محيط جافّ وحارّ، لذلك يجب أن تكون حرارة القفص بحدود ٣٥°س، ممّا يساعد على وضع البيض. وفي المناطق الباردة يمكن أن يؤمّن المصباح الكهربائي الحرارة المطلوبة. فإذا أمّنْتَ الغذاء والحرارة وبعض الرمل لتبيض فيه الجرادة، تستطيع أن تراقب مراحل حياتها كلّها.



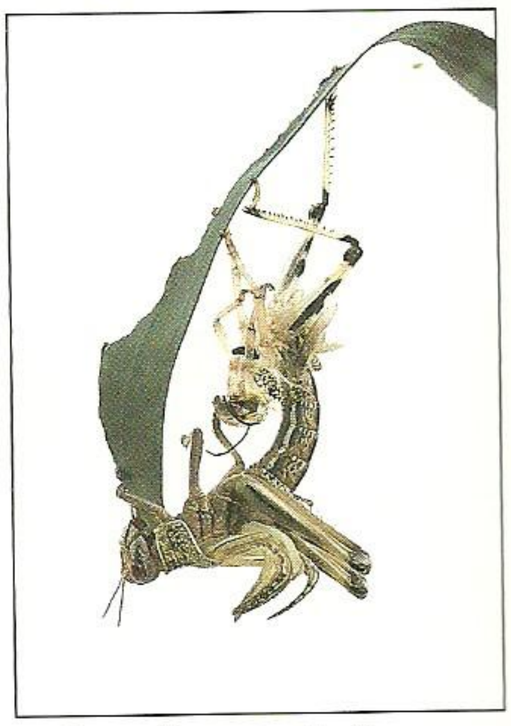
ضع أوراقًا طريّة في المرطبانات لتغذية الجراد

الجرادة حشرة قابلة للتدجين



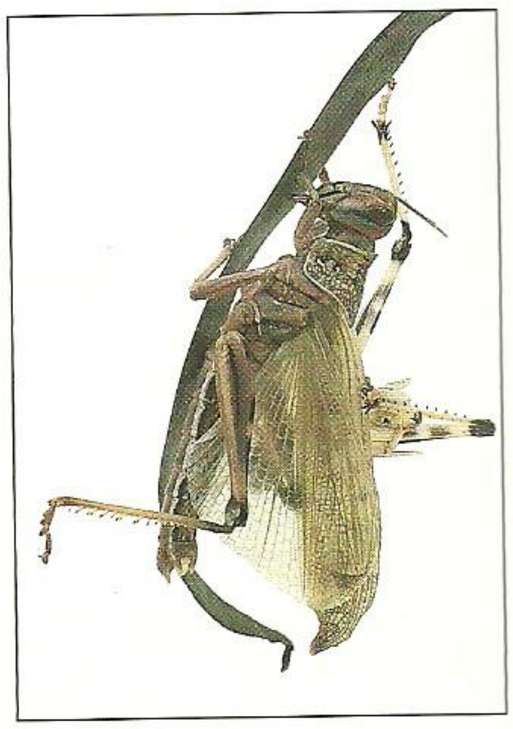


٦ تبذل الجرادة جهدًا مفاجئًا وتتعلّق بطرف الورقة.

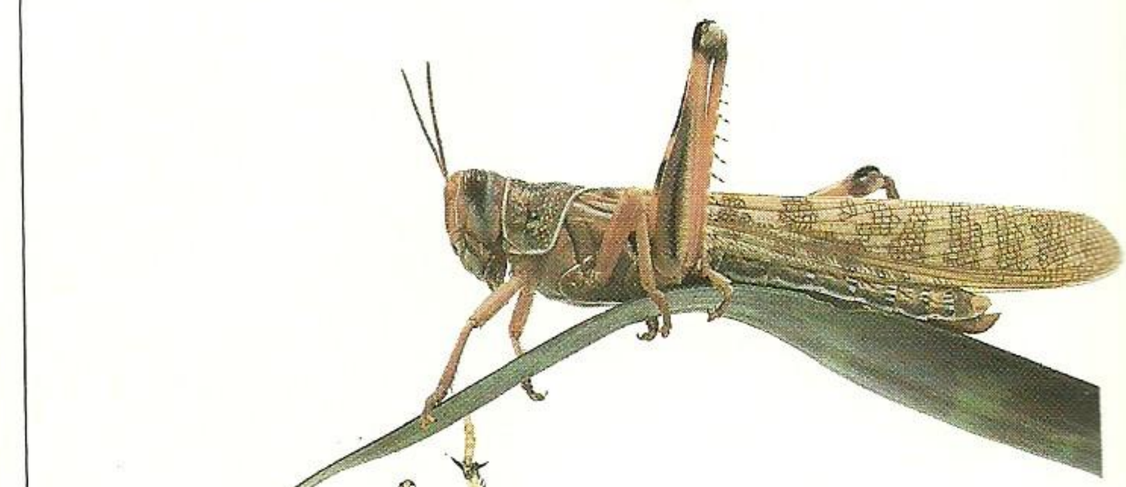


٧ تستعين الجرادة بالورقة من أجل أن تحرّر نفسها كلّيًا من جلدها القديم.

٨ يبدأ الجناحان بالامتداد وتأخذ الجرادة وضعًا يجعل جناحيها يتّجهان نحو الأسفل فتساعد الجاذبية على امتدادهما.



٩ يتدفّق الدم في الجناحين مع امتدادهما الذي ينبغي أن يبلغ أقصاه كي لا يُتلَف الجناحان.



١٠ يكون الجلد الجديد طريًّا ورخوًا وقابلًا للتمدّد، ممّا يساعد الجرادة على إكمال نموّها، وبعد ذلك يقسو.

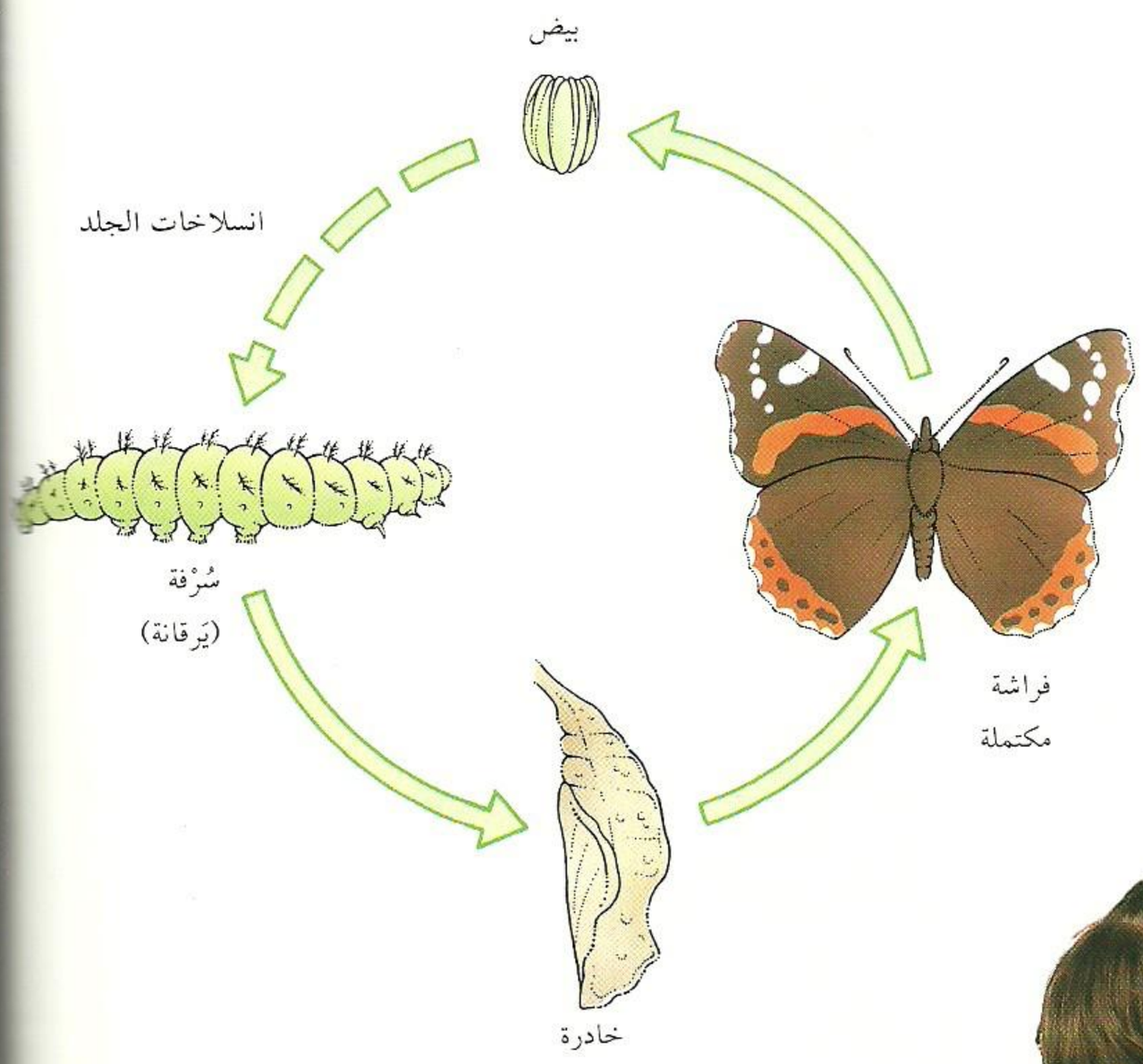
تربية الفراشات

قليلةٌ هي مناظر الطبيعة التي تحرِّكنا وتفتننا كمنظر فراشة تخرج من خادرتها (إلى اليسار)، أو شرْنقتها. فغلاف الخادرة ينفتح فجأة وتخرج الفراشة البالغة ببطء. وتكون الأجنحة في البداية طريّة متجعِّدة، ثم تأخذ حجمها وتشتدّ تدريجيًّا مع وصول الدم إليها. وخلال ساعة أو ساعتين تصبح الفراشة جاهزة للطيران. تنتمي الفراشات إلى رتبة الحَرْشَفِيّات، وهي رتبة حشرات قشريّة الأجنحة، تخضع خلال النموّ لعمليّات انسلاخ كاملة، وتغيِّر مع كل مرحلة شكلها الخارجيّ وطريقة عيشها. يمكنك متابعة هذا التطوّر عن قرب إذا ما جمعْتَ بيض فراشات وجعلته يفقس في قفص خاص.

بيض الفراشات
تضع أنواع من الفراشات بيضها بكمّيّات كبيرة، وتعيش السُّرَف مجتمعة وتتغذّى معًا.

دورة حياة الفراشة

يفقس بيض الفراشة وتخرج منه السُّرَف. وسُرْفة الفراشة هي اليرقانة التي تخضع لعدّة انسلاخات خلال نموّها. وبعدما تصل السُّرْفة إلى مرحلة التطوّر الأخيرة تتحوّل إلى خادرة يتكوّنُ في داخلها جسم الفراشة البالغة. ولدى خروج الفراشات البالغة تتزاوج وتضع الإناث البيض.



اختبار
تربية الفراشات

يلزمك

- قفص مجهَّز لتربية الفراشات (ص ١٠٣)

يساعد هذا القفص على تربية السُّرَف ومراقبة تحوّلاتها، حتى وصولها إلى مرحلة الاكتمال. ويجب تأمين كميّة كبيرة من أوراق النبات الطريّة لأنّ السُّرَف تأكل كثيرًا. واحْرصْ على إحضار الأوراق التي وجَدْتَ عليها السُّرَف أو بيضها، إذ لا تأكل هذه الحشرات كلّ أنواع الورق.

١ بَشّورة الصيف (النوع الذي نقيم عليه الاختبار) تضع بيضها على أوراق نبتة القُرّاص، وتعيش سُرَفها منفردة.

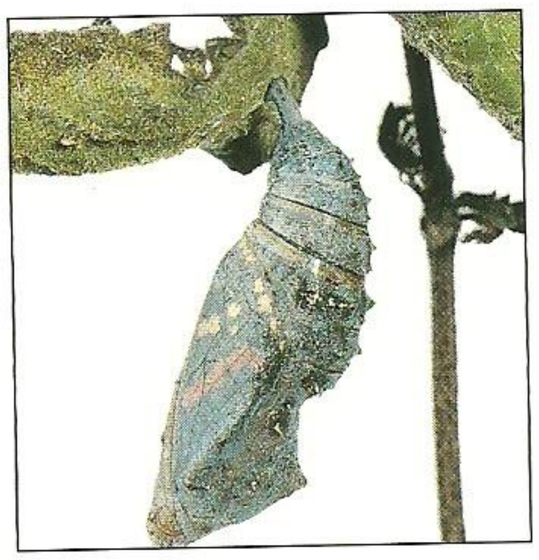
الغذاء المائيّ

ضعْ ماءً في المرطبانات التي تحوي سوق الأوراق المعدّة لغذاء السُّرَف، واجعل المرطبانات تحت الأرضيّة الإضافيّة.

٢ **لدى خروجها من البيضة** تأكل السُّرفة بشراهة، ويشكّل غلاف البيضة الوجْبة الأُولى لبعض الأنواع. ونجد في جسم عدد كبير من السُّرَف شُعَيرات تحميها من الحيوانات المفترسة.

٣ **في مرحلة النموّ** تكوّن السُّرْفة الخادرة، أو الشَّرْنَقة، على ورقة النبتة التي تتغذّى منها، أو على الأرض، وذلك بحسب الأنواع. وتكوّن بَشّورة الصيف خادرتها على ورقة قرّاص.

٤ **داخل هذه الخادرة** ينحلّ القسم الأكبر من أنسجة السرفة، وتتشكّل أعضاء وأنسجة جديدة تكوّن الفراشة البالغة.



٥ **بعد مضيّ أسبوعين** يصبح شكل بشّورة الصيف كاملًا داخل الخادرة. وبإمكاننا رؤية الأجنحة عبر غشاء الخادرة الشفّاف.

٦ **تفتح الفراشة الخادرة** وتخرج بهدوء متشبِّثة بورقة. فيسري الدم في الأجنحة ويقوّيها استعدادًا لمرحلة الطيران.

٧ **على الرغم من أنّ عددًا** من الفراشات يعيش سنوات، فإنّ القسم الأكبر لا يعيش إلّا أسابيع، أو بضعة أيّام، أي الوقت المطلوب للتزاوج، ووضع البيض. وللفراشة لسان طويل ملتفّ يساعد على امتصاص رحيق الأزهار.

الفراشات الليليّة

يفوق عددُ الفراشات الليليّة عددَ الفراشات النهاريّة في العالم، ومع ذلك فهي مجهولة عند الكثيرين. ويُعرف أكبر الأنواع بالفراشات الطاووسيّة التي يبلغ مدى انبساط أجنحتها ٢٥سم. أمّا أصغر الأنواع، الفراشات القَزَمة، فلا يتعدّى انبساط أجنحتها الخمسة ميلّيمترات، وسُرَف هذا النوع هي من الصغر بحيث تتمكّن من العيش بين صفحتَي ورقة النبتة بعد أن تحفر فيها أخاديد متعرّجة متغذّيةً منها. وأشكال الأجسام هي المعيار الذي يساعد على تمييز الفراشات الليليّة عن غيرها من الفراشات.

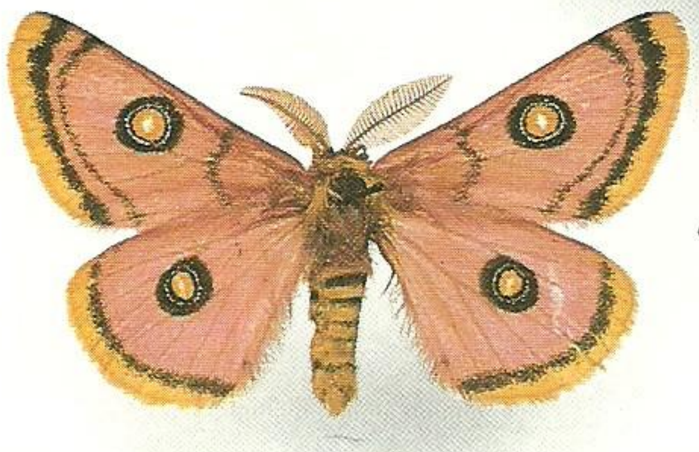
فأجسام هذه الفراشات ثقيلة إجمالًا وذات شُعَيرات، وتُبقي أجنحتها منبسطة عندما تحطّ على الأرض.

الحَذِرة
هناك أكثر من ٢٥ ألف نوع من الفراشات الليليّة، ويلجأ قسم كبير منها إلى التمويه، كما هي حال هذه «الحذرة» التي تبدو بلون أوراق الأشجار المتساقطة أو الخشب.

الفراشة الصفصافيّة
تأخذ اسمها من نوع الطعام الذي تغتذي به وهو نوع من الصفصاف. يكتسي جسم هذه الفراشة بشُعَيرات تحفظ حرارة عضلاتها.

الهَوْليّة
يساعد جناحا الهَوليّة الأماميّان على الطيران طويلًا. وتتغذّى سُرَفها من البطاطا الحلوة.

طاووس الليل
هذه الفراشة هي من النوع الكبير، وتكون أجنحتها مزيَّنة ببقع شبيهة بالعيون. وهذا النوع ينتشر في جنوب إفريقية.



اكتشاف الروائح

تجتذب إناث الفراشات الذكورَ عن طريق إطلاق جُسَيمات كيميائية قويّة الرائحة هي الفيرومون. فتقوم بتصرّفات خاصّة، كما هي حال عدد كبير من الحشرات (ص ١١٠). وعندما يشتمّ الذكر الرائحة ينطلق في طيران متعرّج بعكس الهواء، قاصدًا مصدر الرائحة، وهذا ما يقوده مباشرةً إلى الفراشة.

اكتشاف الفيرومون

تملك أعداد كبيرة من الفراشات الليليّة قرون استشعار ريشيّة الشكل. تكون هذه القرون عند الذكور منبسطة تساعدها على التقاط فيرومون الإناث، وهي بالغة الحساسيّة إلى حدّ أنّها تكتشف الرائحة لدى التقاطها جزيئة واحدة.

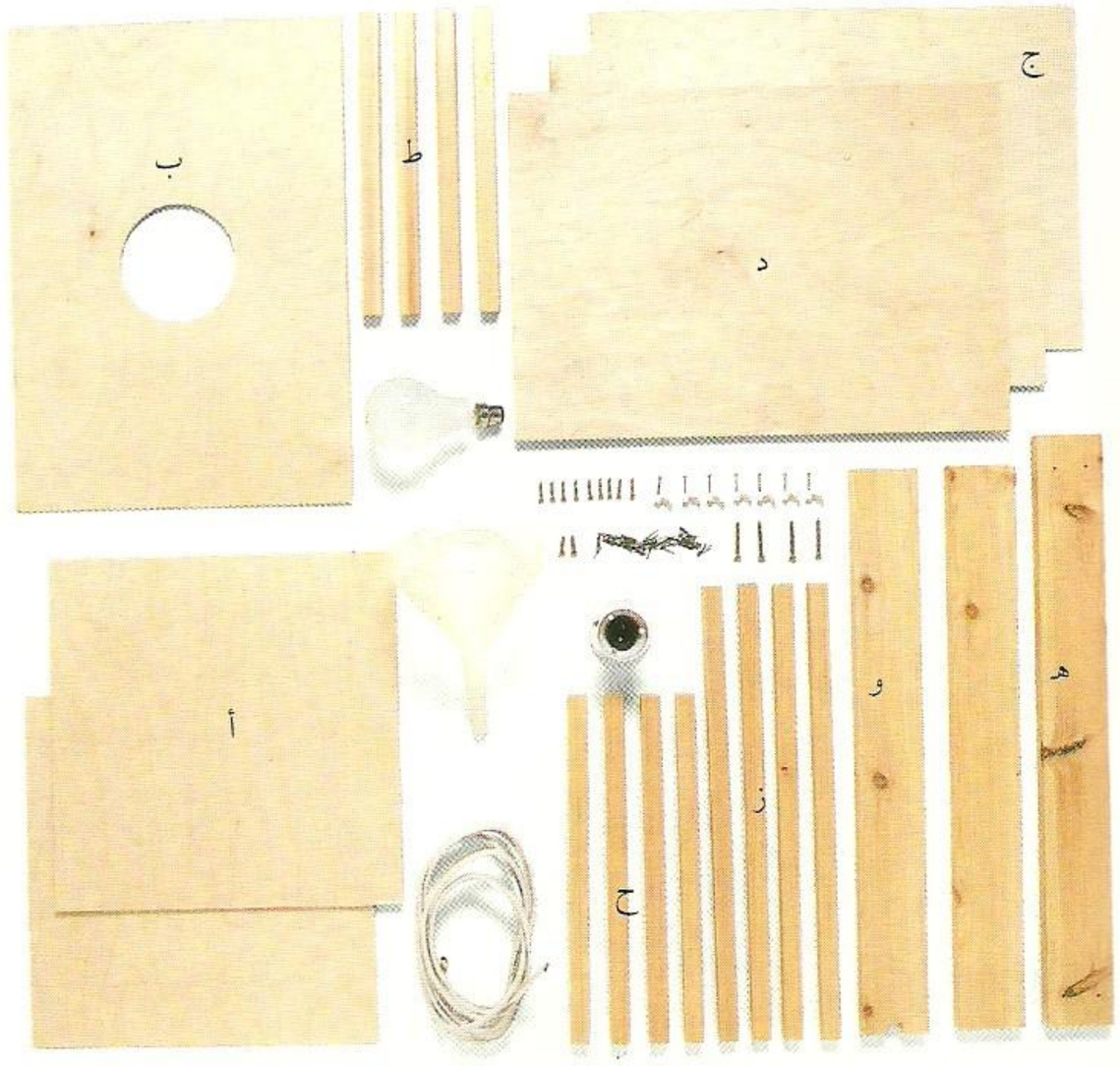
في قرون الاستشعار شُعَيرات دقيقة تساعد على تغطية مساحات كبيرة، ممّا يزيد في نسبة نجاح اكتشاف الفيرومون.

اختبار

تجهيز فخّ

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

يجتذب النور فراشات الليل، وعندما تتجه الفراشات نحو مصباح كهربائيّ (لمبة) يمكن إيقاعها في قمع واحتجازها في فخّ.



يلزمك

خشب معاكس بسُمك ٤ ملم: (أ) الجانبان ٣٦ × ٣٦سم (ب) الغطاء ٥٠,٧٥ × ٣٥,٢٥سم مع فتحة في الوسط قطرها ١٢سم (ج) الجهتان الأماميّة والخلفيّة ٥٠,٧٥ × ٣٦سم (د) الأرضيّة ٥٠,٧٥ × ٣٥,٢٥ سم • خشب بسمك ٢ × ٦سم: (هـ) عارضة بطول ٦٠سم (و) عارضتان جانبيّتان بطول ٥٧.سم • خشب بسمك ٢ سم :(ز) أربع عارضات بطول ٤٦ سم (ح) أربع عارضات جانبيّة بطول ٣٥,٢٥ سم (ط) أربع عارضات جانبية بطول ٣١,٥ سم • مثبّتات لشريط كهربائي • لوحة بيض من الكرتون • شريط كهربائي ليّن • قمع كبير • لمبة • حامل لمبة • براغيّ

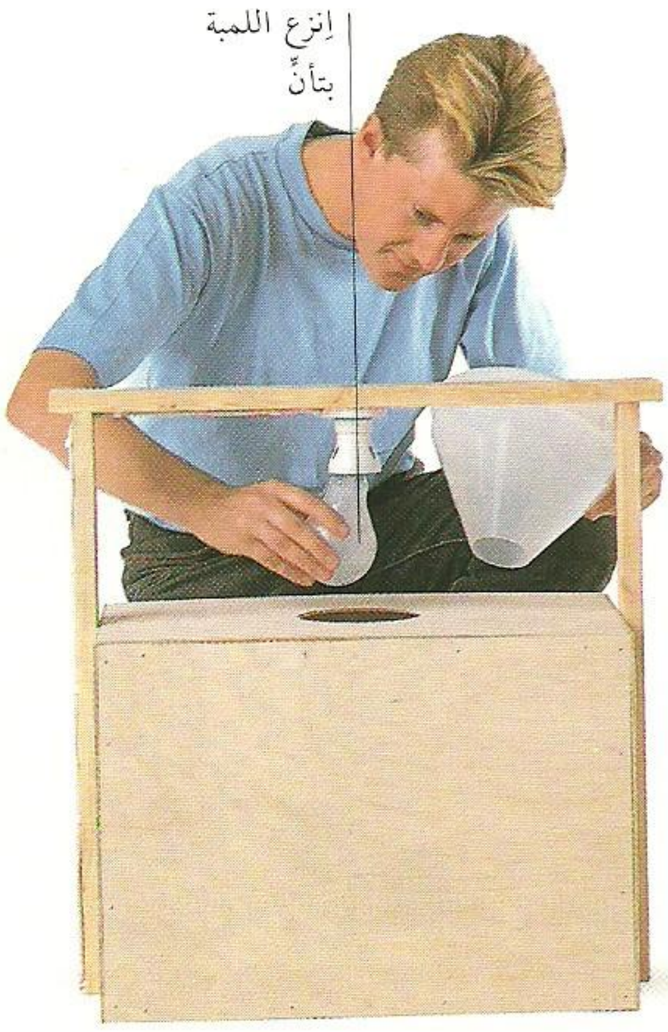
١ أوصِل الشريط الكهربائيّ بحامل اللمبة وثبِّت الحامل في وسط العارضة العليا (هـ). ثم ثبِّت الشريط الكهربائيّ إلى العارضة بواسطة المُثَبِّتات، واثقب إحدى العارضتين (و) لتمرير الشريط.

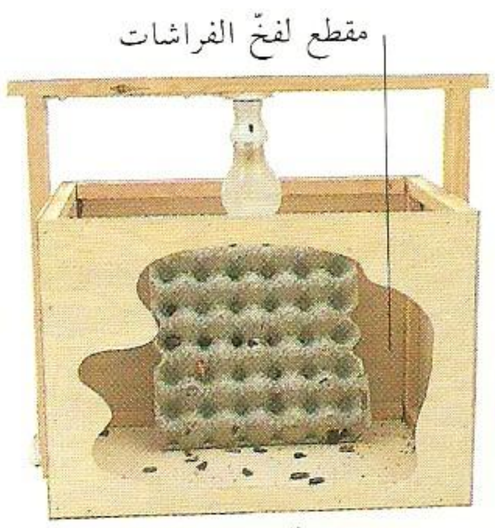
٢ شُدَّ العوارض (ح) و (ط) إلى جوانب اللوحتين (أ). ثم ثبِّت العوارض الجانبيّة (ز) إلى جوانب اللوحتين الأماميّة والخلفيّة (ج)، واتركْ مسافة ٥ ملم بين العوارض والأطراف.

٣ اِجمع اللوحات الجانبيّة والأماميّة والخلفيّة والأرضيّة أ، ج، د لتشكِّل علبة متينة، وضع لوحة البيض في الداخل. ثبِّت عوارض اللوحات بالبراغي وأَوصِلْها بالعارضة العليا.

٤ اِجعلْ في الغطاء فتحة بقطر ١٢سم، وضع الغطاء فوق العلب من دون تثبيته.

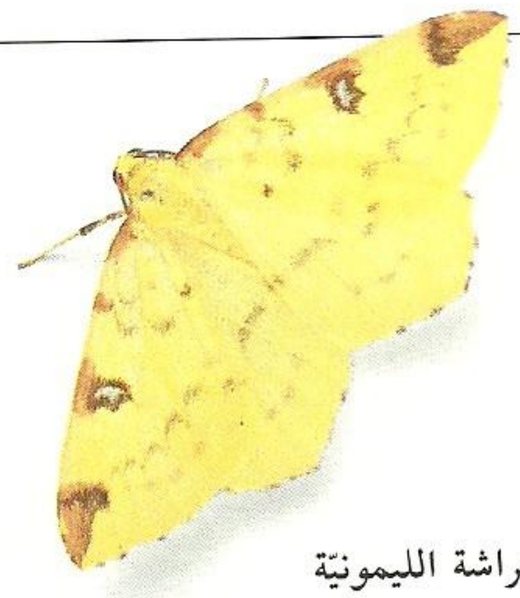
٥ اِقطع القسم السفليّ من القمع لتحصل على مخرج جديد بقطر ٤ سم، ثم أَنزل القمع في فتحة الغطاء، وعلّق اللمبة ليصبح الفخّ جاهزًا. ضع الفخّ في مكان معتم وجافّ، وأضئ اللمبة، وترقّب.





حصيلة الفخّ

أَطفئ النور واترك اللمبة تبرد قبل نزعها. ثم ارفع القمع والغطاء، واحملْ لوحة الكرتون بحذر. فإذا قمت بعملك بحذر وسرعة تستطيع أن تتعرّف إلى عدد كبير من الفراشات قبل أن تطير.

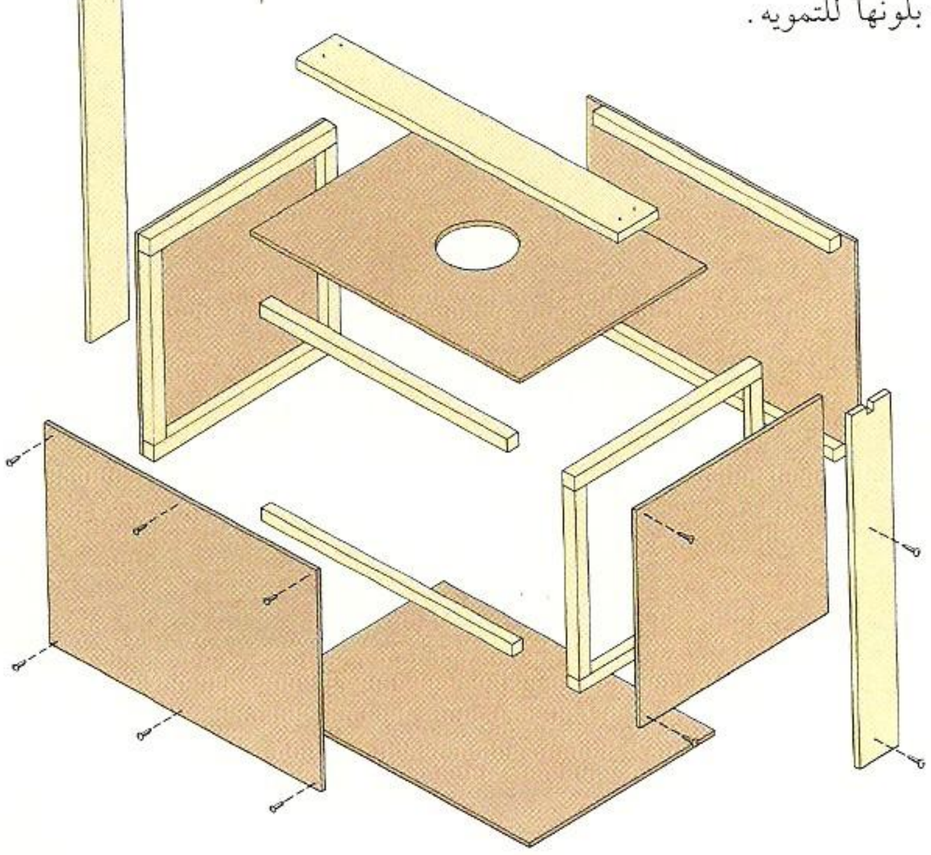


الفراشة الليمونيّة الصدئيّة

تتنقّل سرفة هذه الفراشة بشكل ملتو، وهذا من خصائص الأُرْفِيّات من الفراشات. وهي تختبئ بين البراعم مستعينة بلونها للتمويه.

فراشة الزعرور الليليّة

يساعد لون هذه الفراشة على التمويه لدى اختبائها بين الحزاز.



النمل والأَرَض

تعيش حشرات كثيرة في تجمّعات بهدف تأمين الغذاء والدفاع المشترك. وقد تحوّل العيش المشترك عند بعض المجموعات نمطًا حياتيًّا له خصائص مميَّزة. هذا ما نراه بوضوح لدى النمل والنحل والزنابير وسائر غِشائيّات الأجنحة، ولدى الأَرَض. قليلة هي النقاط المشتركة بين النملة والأَرَضة، إلّا أنّ نمط الحياة لديهما يبدو واحدًا، إذ تعمد كلٌّ منهما إلى تجهيز مبيتها داخل التربة، وتبحث بالطريقة نفسها عن الغذاء، وكثيرًا ما تتشابه في الشكل وطريقة التصرّف، وهذا مثال آخر على التطوّر المتقارِب (ص ٢٠-٢١). فالحشرات التي تعيش معًا تتقاسم الأعمال لتلبّي حاجات المجموعة. وفي هذه المجموعات يكون الإنجاب من مهمّات الملكة. أمّا الواجبات الأخرى، كتوفير الغذاء وتربية الصغار وتأمين الحراسة، فتقوم بها سائر الحشرات التي تتحرّك غريزيًّا استجابةً لما ترسله الملكة من رسائل كيميائيّة (الفيرومون).

آلة تفقيس

تبدو الأَرَضة الملكة منتفخة وتبيض بكثرة. ويُعتقد أنّ الأَرَضة هي الحشرة الأولى التي اعتمدت تنظيمًا اجتماعيًّا.

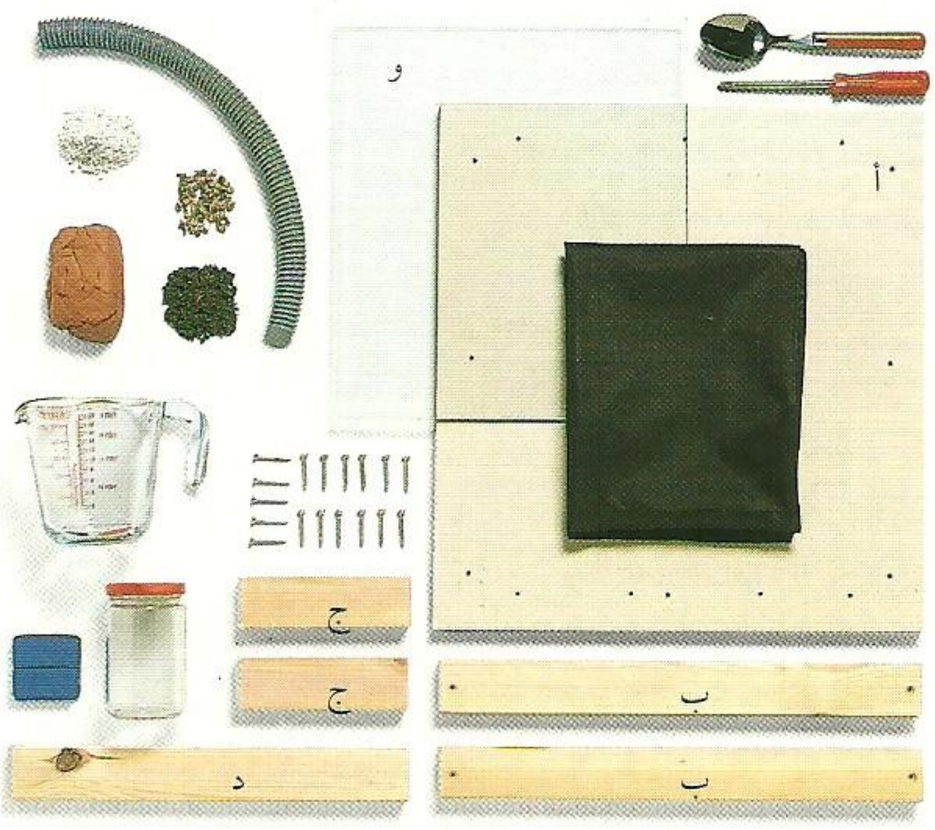
اختبار
بناء خليّة للنمل

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

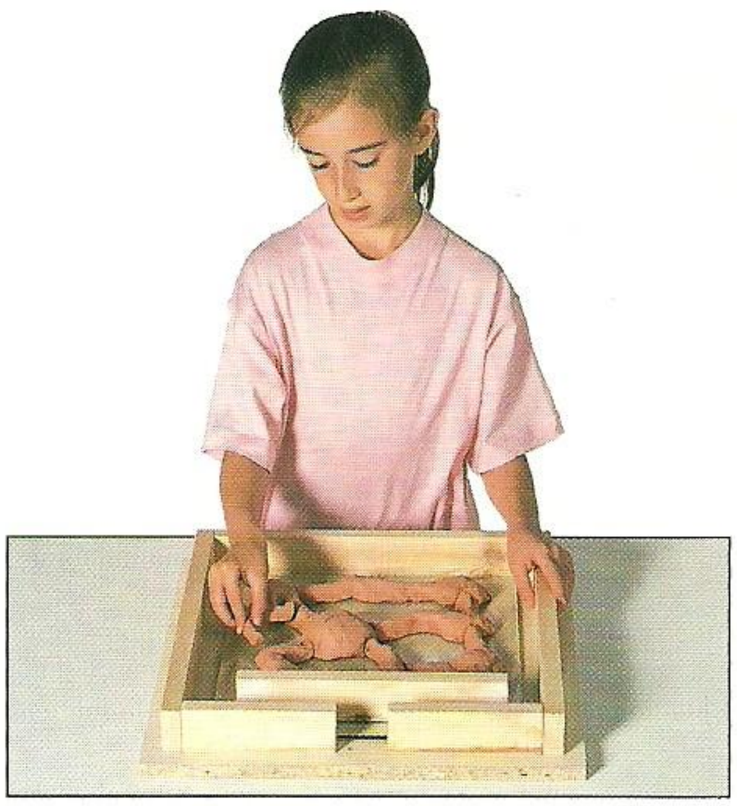
يمكنك أن تبني خليّة للنمل لدراسة كيفيّة تصرّف هذه الحشرات في حياتها الجماعيّة.

يلزمك

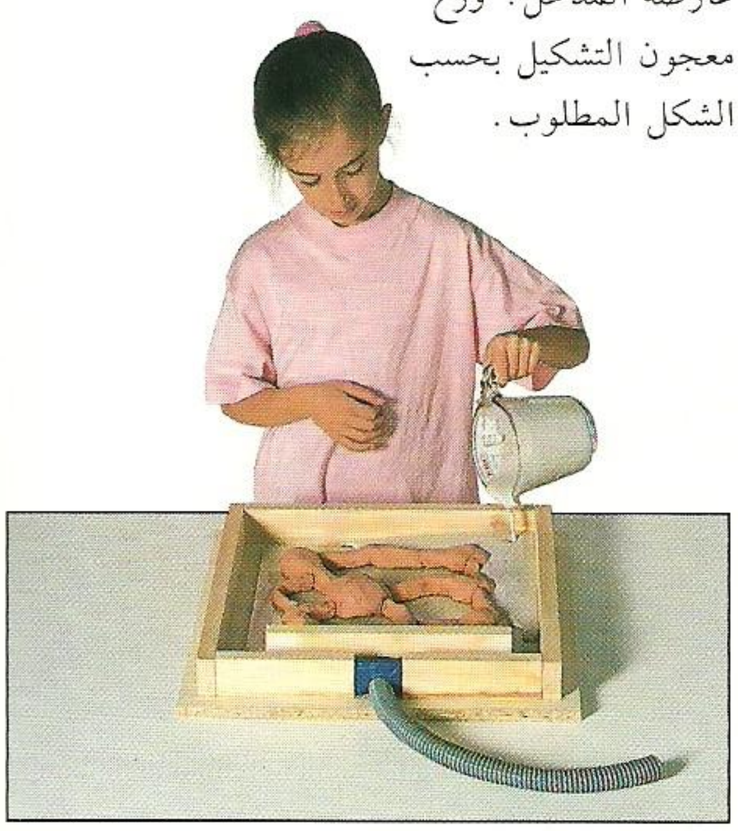
- قطعة قماش سوداء • مرطبان • معجون تشكيل • كميّة من الجصّ • بَراغي • حبوب • أنبوب
- مجموعة من النمل مع الملكة • لوح بلاستيكيّ صلب وشفّاف • شريط لاصق



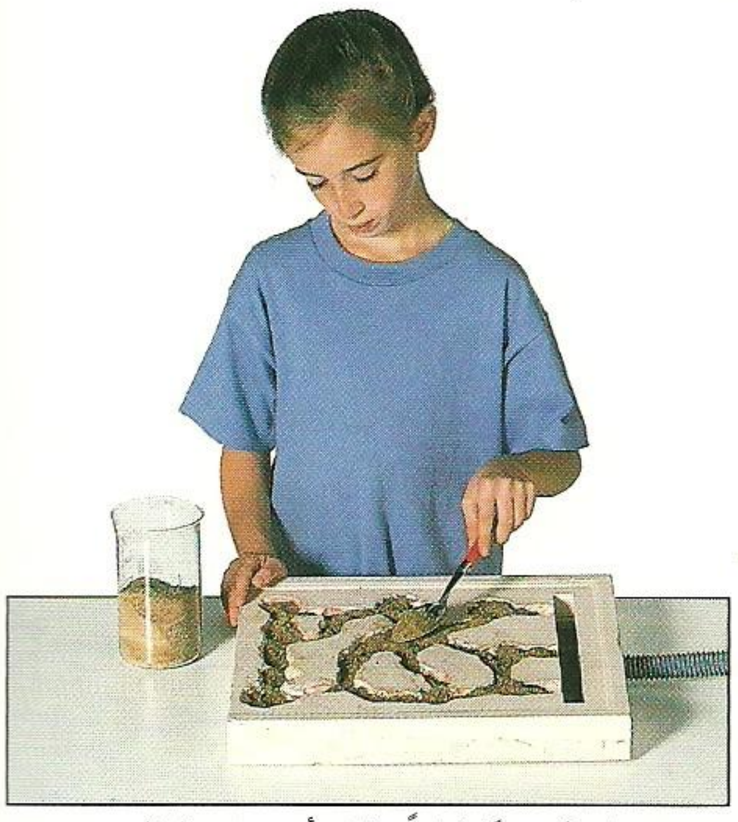
(أ) قاعدة القالب من الخشب المعاكس ٤٤ × ٤١ سم، قضبان خشبيّة ٤ × ٢سم:
(ب) جانبان من القالب بطول ٤١ سم،
(ج) جانبان من القالب بطول ١٥ سم،
(د) جانب من القالب بطول ٣٤ سم،
(هـ) عارضة المدخل بطول ٢٥ سم،
(و) لوح بلاستيكيّ صلب وشفّاف ٣٥ × ٣٠ سم.



١ **ثبِّت الجوانب** على القاعدة. ضع اللوح البلاستيكيّ الصلب والشفّاف، وأضف عارضة المدخل. وزّع معجون التشكيل بحسب الشكل المطلوب.



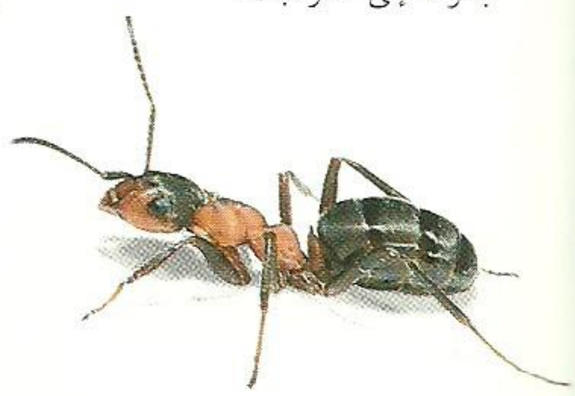
٢ **ثبِّت الأنبوب** في مكانه بواسطة معجون التشكيل، وجهِّز الجصّ المذاب ثم صبَّه بالتساوي على مساحة القالب.



٣ **اِنتظر** يومًا كاملًا قبل أن ترفع القالب بتأنٍّ، ثم وزّع التربة في الشقوق.

حذار من النمل

كن حذرًا لدى التقاطك النمل، لأنّ بعضه يعضّ ويوجع. ضع قفّازين سميكين لحماية يديك وانقل النمل بسرعة إلى المرطبان.



خليّة النمل

عدد كبير من النمل يبني خليّته تحت الحجارة الملساء.

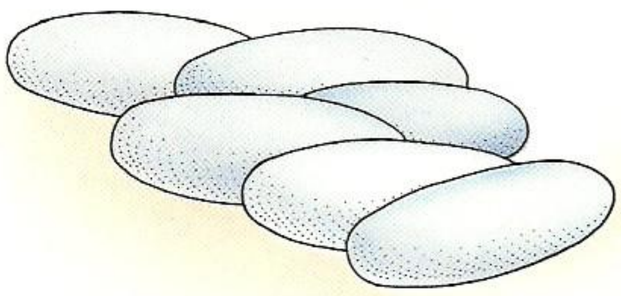
ضع فوق خليّة النمل غطاءً بلاستيكيًّا شفّافًا

٤ **أُثقبْ غطاء المرطبان** وثبِّت فيه الأنبوب بواسطة معجون التشكيل، وأَوصل الأنبوب إلى مدخل خليّة النمل. ضع حبوبًا في المرطبان ثم أقفله. أُنقل النمل إلى الخليّة وضع الغطاء البلاستيكيّ الشفّاف فوقها، مثبّتًا الغطاء بالورق اللاصق لئلّا يهرب النمل. ضع فوق الغطاء الشفّاف قطعة قماش سوداء وانتظرْ أن يعتاد النمل المكان.

غذاء داخل المرطبان

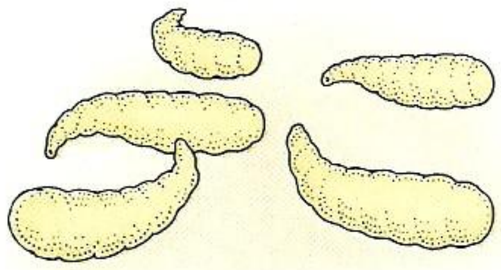
نموّ النمل وأشكاله

يبدأ نموّ النملة بعد خروجها من البيضة التي تضعها الملكة. فالبيضة تعطي يرقة، وتتحوّل اليرقة إلى خادرة أو شرنقة، ثم إلى نملة مكتملة. تختلف أشكال النمل البالغ باختلاف وظائفه. وفي بعض خلايا النمل يكون حجم الجنديّ خمسين مرّة أثقل وزنًا من النملة العاملة.



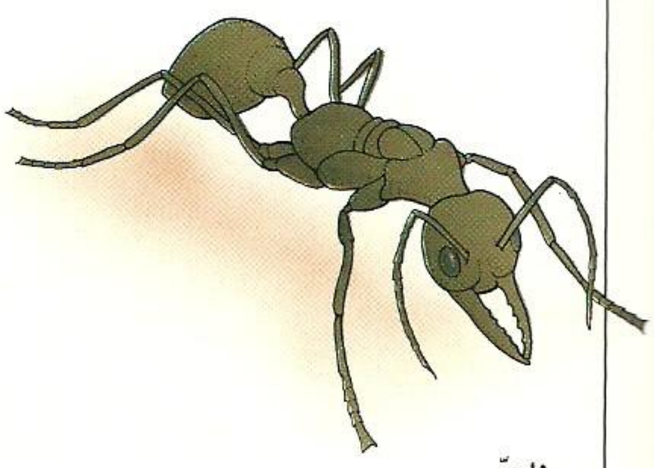
البيض

تضع الملكة البيض فتحمله العاملات وتجمعه في غرف حيث تحضنه مجموعة من النمل.



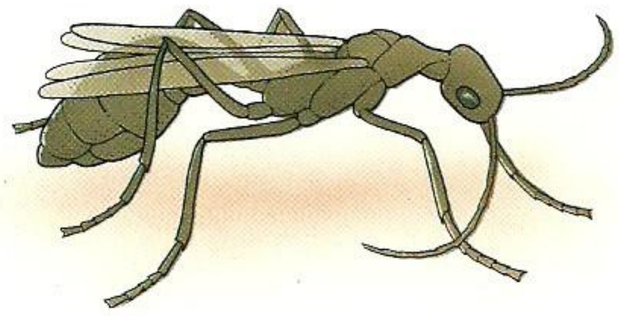
اليرقات

تخرج اليرقات من البيض من دون أجنحة، ثم تكوِّن الخادرات، أو الشرانق. غالبًا ما يعتقد بعضهم، عن خطأ، أنّ الخادرة هي بيضة.



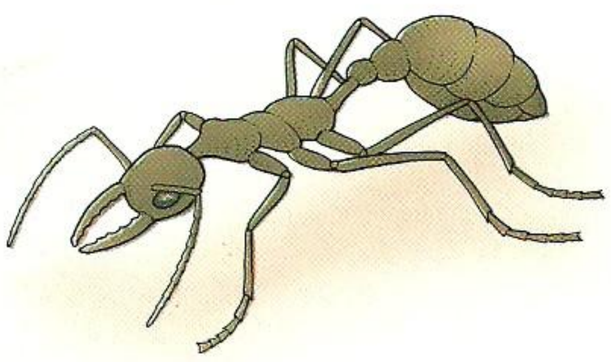
جنديّ

للجنود فكّان قويّان تهاجم بهما الدخلاء. فقد يتدخّل نمل غريب فيخرّب الخليّة ويجبر العاملات على تغذيته.



نملة مجنَّحة

يطير النمل المجنَّح بعيدًا عن الخليّة من أجل التزاوج، فيموت الذكور بعد ذلك وتبدأ الإناث ببناء خليّة جديدة.



نملة عاملة

تضمُّ خليّة النمل عددًا كبيرًا من العاملات، تتراوح بين المئات والملايين لدى بعض الأجناس المداريّة.

النحل والزنابير

إذا كان النمل والأَرَض يعيش متجمِّعًا فإنّ أنواعًا كثيرة من النحل والزنابير تتبع نمطًا مختلفًا. فالإناث لدى بعض الأنواع التي تعيش منفردة تضع عددًا كبيرًا من البيض الذي تكتمل حشراته وتطير وحيدة من دون أن تشكّل خليّة. مقابل ذلك نجد أنّ نَحْل العَسَل يعيش في تجمّع منظَّم ضمن القفران، ويضم كل قفير نحو ثمانين ألف عضو. وبين هذين الطرفين النقيضين أنواع هائلة من النحل والزنابير تشكّل جماعات بأعداد متنوّعة. يتغذّى النحل، على أنواعه، من النباتات، لكنّ الكثير من الزنابير يلتهم الحشرات أيضًا.

الغذاء من الزهر
تجمع هذه الطنّانة الرحيق من الهندباء البرّيّة.

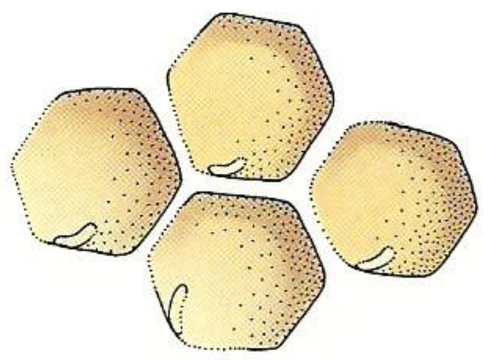
اختبار
تجهيز عشّ للحشرات الطنّانة

غالبًا ما تعيش الحشرات الطنّانة في تجمّعات صغيرة أوكارها تحت الأرض. وبدلًا من أن تحفر في التربة تستخدم الملكة وكر الفأر، بعد أن تجتذبها إليه الرائحة. وبما أنّ إمكان تجهيز عشّ في الحقل أمر صعب، فإنه من السهل تحضير عشّ اصطناعيّ مقبول لدى الحشرات الطنّانة، ومطلع الربيع هو الوقت المناسب لذلك.

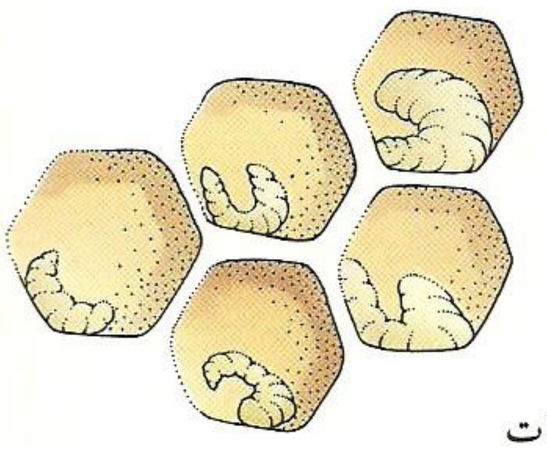
يلزمك
- أصيص مثقوب لتصريف الماء • ٤ سدادات • غطاء خشبيّ بقياس ١٢ × ١٢سم
- نُشارة خشب

الحياة داخل قفير نحل العسل

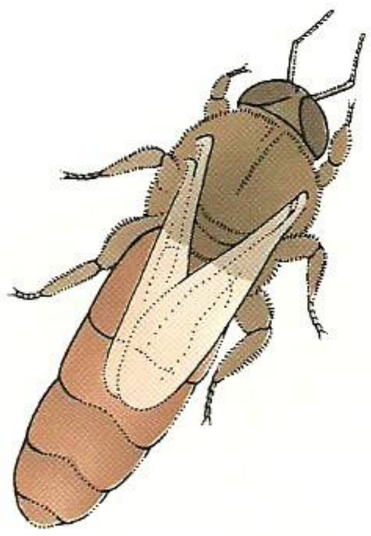
لقفير نحل العسل نظام فريد بين سائر أنواع الحشرات، فكلّ نحلة تتصرّف كخليّة في جسم متكامل، وما تُرسله الملكة من إشارات كيميائيّة يبدو شبيهًا بعمل الأعصاب والهرمونات ويؤمِّن تناسق الأعمال داخل القفير. فالنحل يجمع الغذاء ويربّي الصغار داخل نخاريب من الشمع مسدَّسة الشكل.



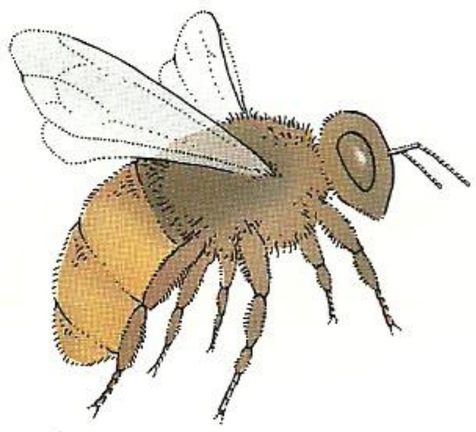
البيض
لكل بيضة خليّة، وتتفحّص الملكة الخلايا لتتأكّد من كون البيض ملقَّحًا أو غير ملقَّح. فالملقَّح من البيض يعطي الملكات والعاملات، بينما يعطي غير الملقَّح ذكور النحل.



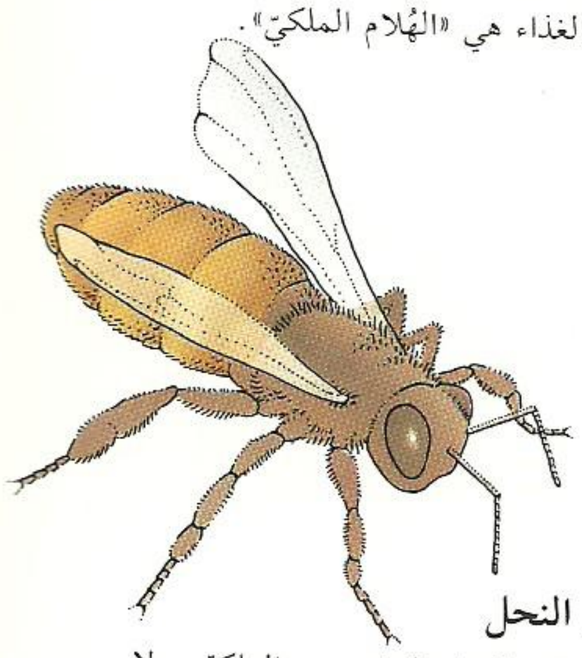
اليرقات
يستغرق نموّ اليرقة نحوًا من ثلاثة أسابيع حتى تصبح نحلة بالغة. واليرقات التي ستصبح ملكات تقتات فقط مادّة غنيّة بالغذاء هي «الهُلام الملكيّ».



الملكة
تتزاوج الملكة مرّة واحدة بعدما تطير من القفير الذي وُلدت فيه، وتمضي بقيّة حياتها تبيض. والعاملات هي التي تهتمّ بها وتقدّم لها الغذاء.

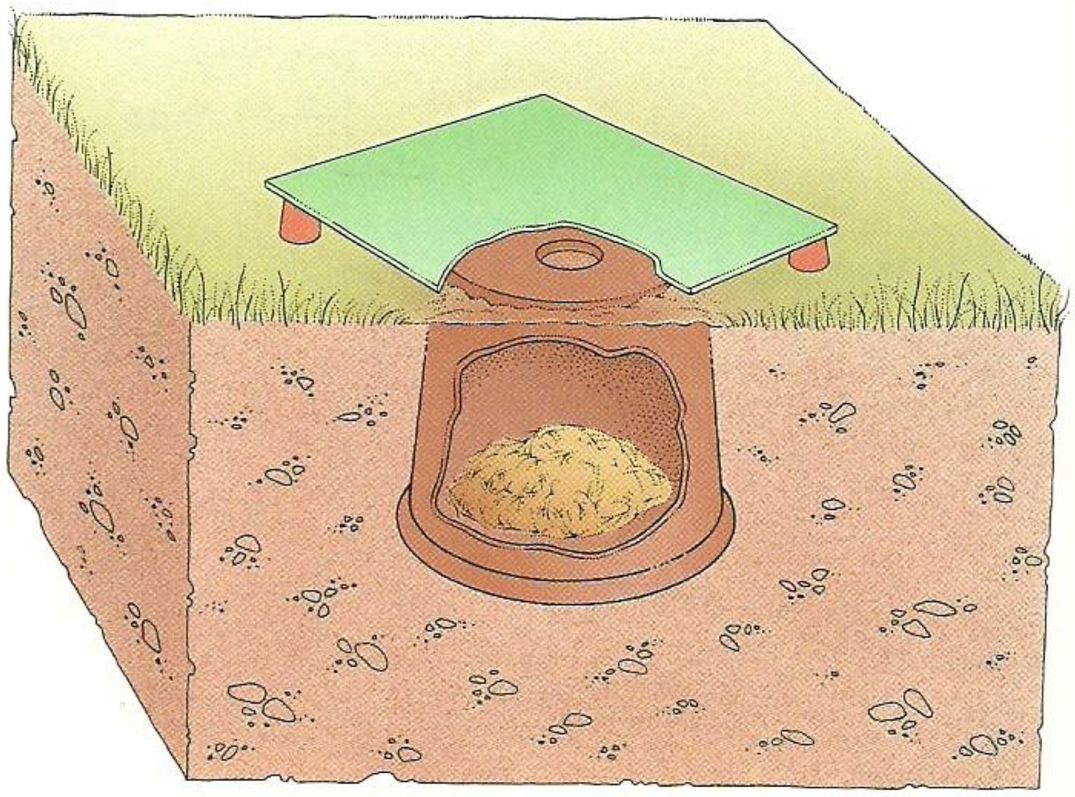


العاملة
العاملات كلّها من الإناث، وهي تعيش مدّة شهرين تقريبًا تقوم خلالهما بمهمّات متنوّعة، داخل القفير أوّلًا، ثم خارجه حيث تجمع رحيق الأزهار.



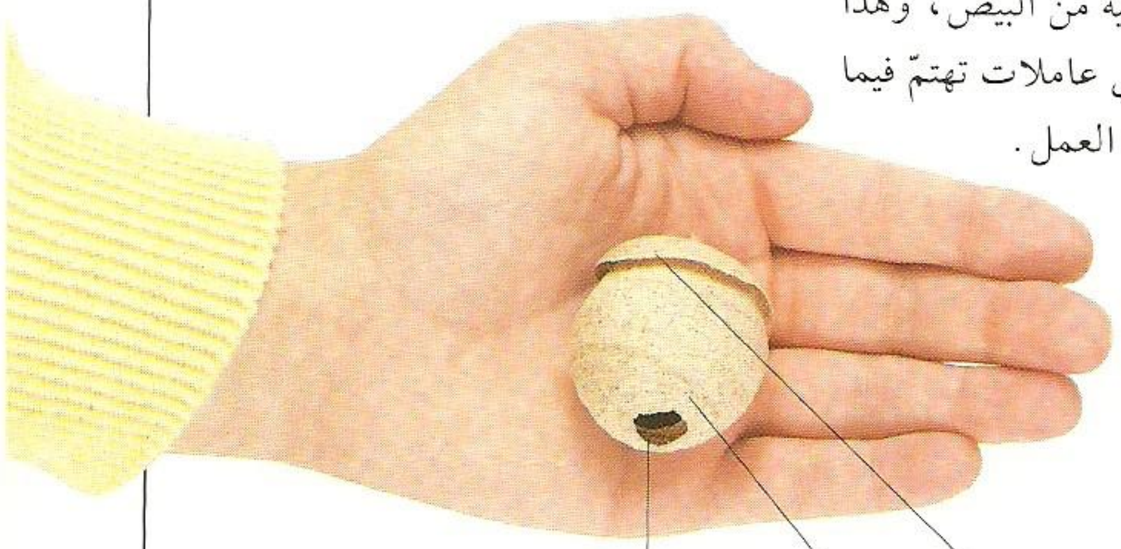
ذكر النحل
مهمّة ذكر النحل التزاوج مع الملكة، ولا تضمّ الخليّة سوى بضعة ذكور تموت بعد التزاوج.

أُنقب حفرة عميقة في الأرض تستوعب الأصيص. ضع في قعر الأصيص بعض النُّشارة وانقلْه إلى الحفرة مقلوبًا. اِجعل الغطاء الخشبيّ فوق ثقب الأصيص مستلقيًا على السِّدادات، فلا يقفل الثقب الذي يمكن أن تدخل منه حشرة طنّانة وتبني عشّها.



عشّ زنابير

تبني غالبيّة الزنابير أعشاشها عن طريق مضغ فتات الخشب فتجعله أشبه بعجينة بعد مزجه بلعابها. وتعمد الملكة أوَّلًا إلى تحضير قسم من العشّ تضع فيه كميّة من البيض، وهذا البيض يعطي عاملات تهتمّ فيما بعد بإكمال العمل.



يتكوّن العشّ من قوقعات متراكزة

تكون النخاريب مخبَّأةً داخل طبقات القوقعة

عندما تكون الزنابير في عشّها تُقام حراسة شديدة على مداخل القوقعات

ترميم طارئ

إنّ أعشاش الزنابير سريعة العطب، وهذا العشّ تضرَّرت نخاريبه وتهتمّ الزنابير بإصلاحه عن طريق إضافة عجينة فتات الخشب.

الزنابير في الشتاء

يموت القسم الأكبر من الزنابير لدى تساقط الثلج وتكوُّن طبقة جليديّة في البلدان الباردة. أمّا الملكات فتبحث عن مكان جافّ ودافئ، كطيّ ستار تسبت فيه وجناحاها تحت قوائمها. وتستيقظ في الربيع للبحث عن مكان تقيم فيه عشّها.

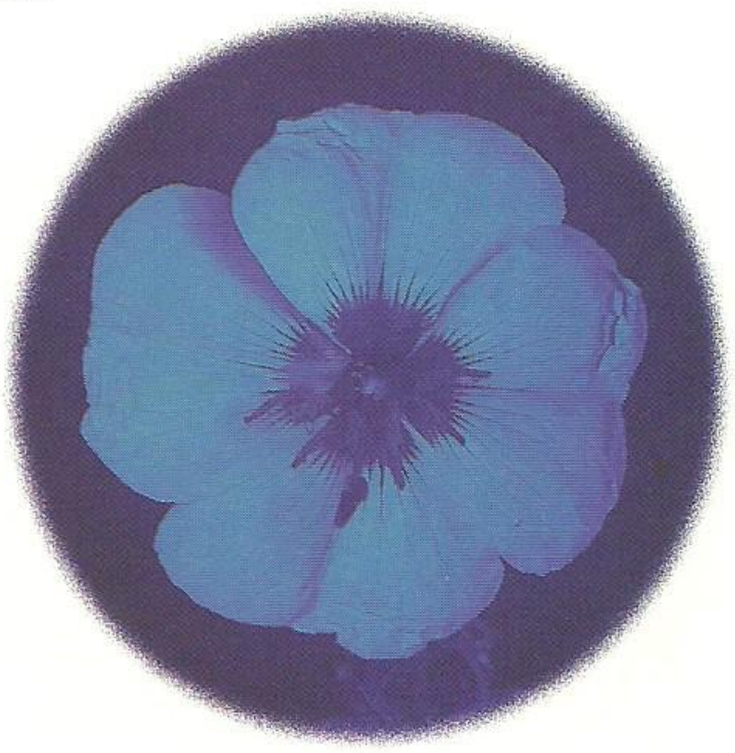
تنبَّه!

يستعين النحل والزنابير بإبرها للدفاع عن نفسها. لذلك عليك أن تتحاشى الحركات المفاجئة لدى مراقبتها.

تأكل الزنابير من كلّ شيء، إلّا أنها تفضّل الثمار السكّرية على سواها

النحل والغذاء

يحتاج نحل العسل إلى الغذاء من أجل البقاء وإطعام اليرقات. فمن الصباح إلى المساء يتدفَّق النحل خارج القفير لجمع رحيق الأزهار الغنيّ بالسكّر واللَّقاح. تخرج العاملات من القفير، خلال حياتها القصيرة، آلاف المرّات. ولدى امتصاصها الرحيق بألسنتها الخرطوميّة، يعلق اللَّقاح بشُعَيرات أجسامها. ثم يتجمَّع اللّقاح في تجاويف قوائمها الخلفيّة، وتُعرف هذه التجاويف بسلال اللّقاح. وبعد عودتها إلى القفير تُحوِّل الحشرات الرحيق واللّقاح إلى عسل وتختزنه لأوقات الشتاء. لا تبحث العاملات عن غذائها كيفما اتّفق، إنّما لديها نظام تواصل عجيب يساعد النحلة على إرشاد رفيقاتها إلى مصدر الغذاء. وهذا ما تستطيع اكتشافه بنفسك في اختبارنا هنا. فبعد أن تكتشف النحلة الغذاء تعود مسرعة إلى القفير وتقوم برقصة خاصّة يفهمها سائر النحل. فتطير العاملات بكثرة في الاتجاه الصحيح، وبعد بضع دقائق يصبح مصدر الغذاء مغطّى بأعداد وفيرة منها.



حواسّ خاصّة

يتأثر النحل بالأشعّة فوق البنفسجيّة التي نعجز عن رؤيتها. هذه الزهرة التي صوّرت بواسطة فيلم يتأثّر بالأشعّة فوق البنفسجيّة تُظهر دليل العسل، وهو عبارة عن إشارات ترشد النحل إلى الرحيق.

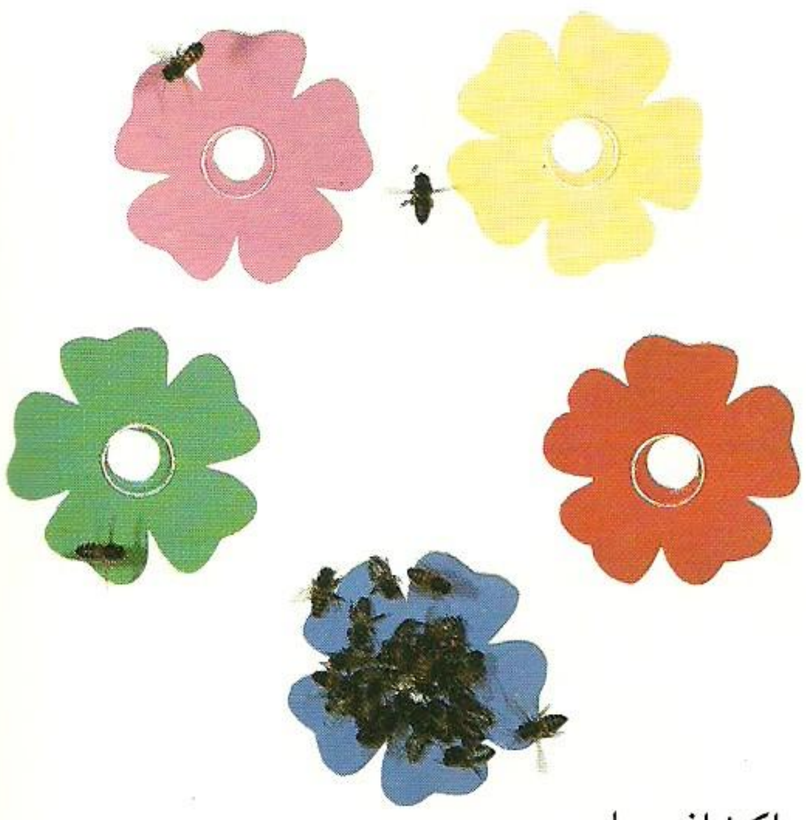
اختبار

توجيه النحل

يمكنك، خلال هذا الاختبار الأوَّل، توجيه النحل نحو زهرة اصطناعيّة من كرتون، فتضع في وسطها قليلًا من السكّر الذي ترغبه النحلة. يمكنك بالتالي أن تفهم كيف ترشد النحلة رفيقاتها إلى مكان وجود الزهرة.

يلزمك

• كرتون ملوَّن • ٥ سِدادات متشابهة • سكّر • ماء



اكتشاف حلو

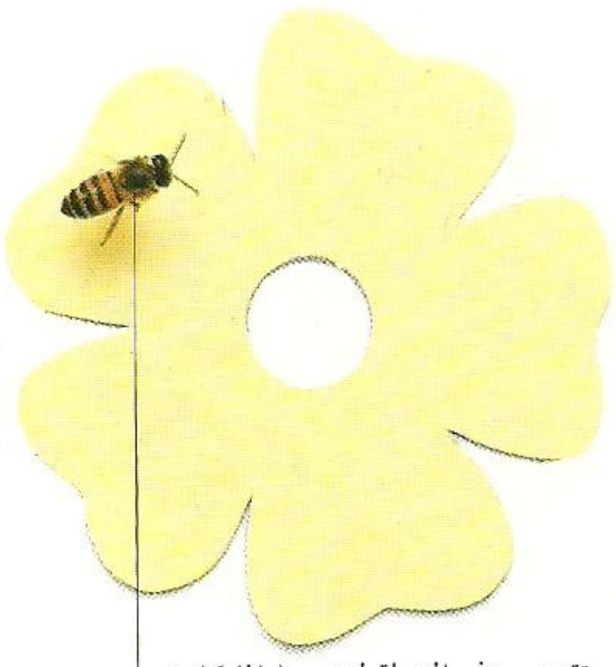
اِصْنَع من الكرتون الملوّن زهرات متعدِّدة الألوان متشابهة الأشكال. ضع الزهرات في الخارج وفي وسط كلّ منها سدادة. اِملأ إحداها ماءً محلّى بالسكّر. وستهتدي إحدى النحلات إلى هذه الزهرة وترشد رفيقاتها إليها.

اختبار

اختبار الموضع واللـون

عندما تعتاد نحلاتك التوجّه إلى لون معيَّن تستطيع أن تختبر طريقة بحثها عن الغذاء. اِنزعْ أوَّلًا سداة الزهرات كلّها ثم ضع الماء المحلَّى على زهرة من اللون نفسه، موضوعة على مسافة غير قريبة. أيتّجه النحل نحو الزهرة؟ ضع الماء المحلَّى على زهرة أقرب من لون آخر. هل يؤثّر اختلاف اللون على تصرّف النحل؟

لا تحوي هذه الزهرة أيّ غذاء، لذلك يتجاهل النحل وجودها



تقترب هذه النحلة لترى ما إذا كانت الزهرة الصفراء تحوي الغذاء

حمّام رحيق

إذا ما اقتربْتَ بهدوء من النحل، خلال تناوله الغذاء، يمكنك رؤيته وهو يشرب. تكون النحلات منهمكة إلى حدّ أنّها لا تفرّ إلّا إذا أخافتها حركة مفاجئة. وهي تستطيع الوصول بسهولة إلى الماء المحلّى فتلعقه بألسنتها. وقد يكون الرحيق في قعر الزهرة فتضطرّ النحلات إلى مدّ خرطومها للوصول إليه.

العثور على الغذاء

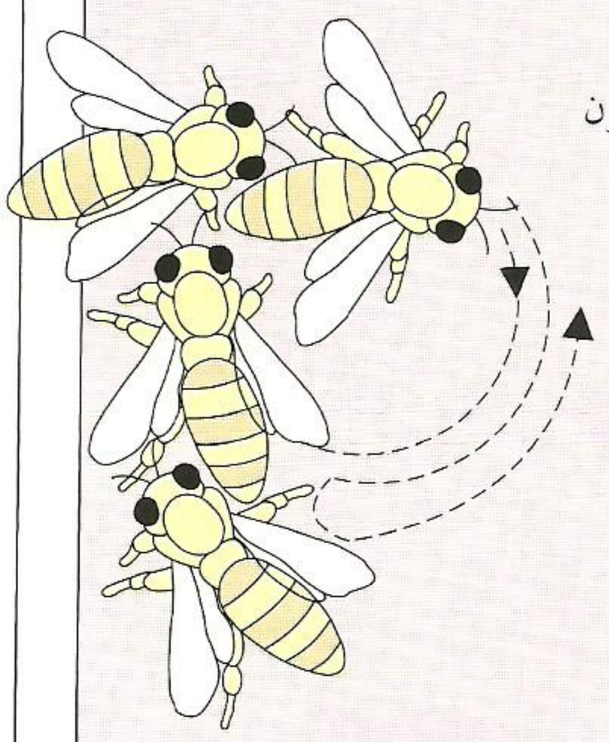
عندما تعثر النحلة على مصدر الغذاء تسرع إلى مناداة رفيقاتها، وخلال لحظات يجتاح النحل الزهرة.

■ اكتشاف ■

كارل ڤون فريش

درس العالِم النمساوي كارل ڤون فريش (١٨٨٦-١٩٨٢) تصرّف الحيوانات، خلال عدّة سنوات. اكتشف أنّ النحل يبلِّغ عن مكان الزهر الغنيّ بالرحيق بواسطة الروائح وبطريقة خاصة في الرقص. هذا الرقص يتمّ فوق قرص العسل داخل القفير. ويقوم النحل بنوعين من الرقص: الرقص الدائريّ وفيه تشير العاملة إلى أنّ الزهر قريب من القفير، والرقص الاهتزازيّ ويدلّ على أنَّ الزهر بعيد ويشير إلى وجهته. في هذا الرقص ترسم النحلة دوائر ثم ترسم قطر هذه الدوائر باهتزاز جسمها. وقد اكتشف ڤون فريش أنّ الزاوية التي تبدأ منها العاملة برسم قطر الدوائر تشير إلى الوجهة التي ينبغي أن تسلك بالنسبة إلى موقع الشمس. وكلّما كان الرقص سريعًا كان مصدر الغذاء بعيدًا.

هذا النوع من الاتصال المعقّد كان موضوع جدال طويل عندما وصفه ڤون فريش للمرّة الأولى.



رقص دائريّ

نحلة عاملة ترشد رفيقاتها إلى الغذاء القريب من القفير. فالرقص الدائري، بخلاف الرقص الاهتزازيّ، لا يعيِّن بالتحديد مكان الغذاء، فتنطلق العاملات في اتجاهات مختلفة بحثًا عنه.

التفاعل مع المحيط

تملك اللافقاريّات جهازًا عصبيًّا بدائيًّا قياسًا إلى الطيور واللبونات. ولا يعني ذلك أنّها لا تستطيع التفاعل مع محيطها، فهي كالفقاريّات تتكاثر وتبحث عن غذائها وتسعى إلى حماية نفسها. فتصرّفها يساعدها على البقاء بقدر ما يساعدها حجمها وشكلها.

هناك دائمًا قرارات تأخذها الحيوانات، فهي تقرّر التنقّل في اتجاه دون آخر، والتآلف مع حيوان أو إبعاده، والبحث عن الغذاء لنفسها ولصغارها. تقوم دراسة تصرّف الحيوانات في محيطها الطبيعيّ على ملاحظة الخيارات المتعدّدة التي يتحتّم على هذه الحيوانات القيام بها، وهذا ما يُعرف بعلم الطبائع.

حتى الحلزون ودويّبات عيْر قبّان لها نماذج من التصرّف معقّدة جدًّا.

اختبار
تعقّب الحلزون

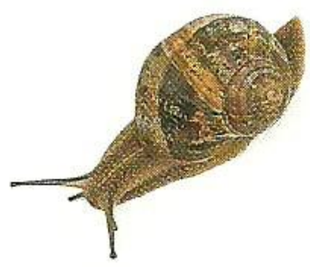
يُعتبر وضع العلامات على الحيوانات من الطرق المهمّة التي تساعد على دراسة تصرّفها مدّة معيّنة. فالقليل من الطِّلاء يجعلك تكتشف أشياء كثيرة حول الحياة الخاصة لدى الحلزون.

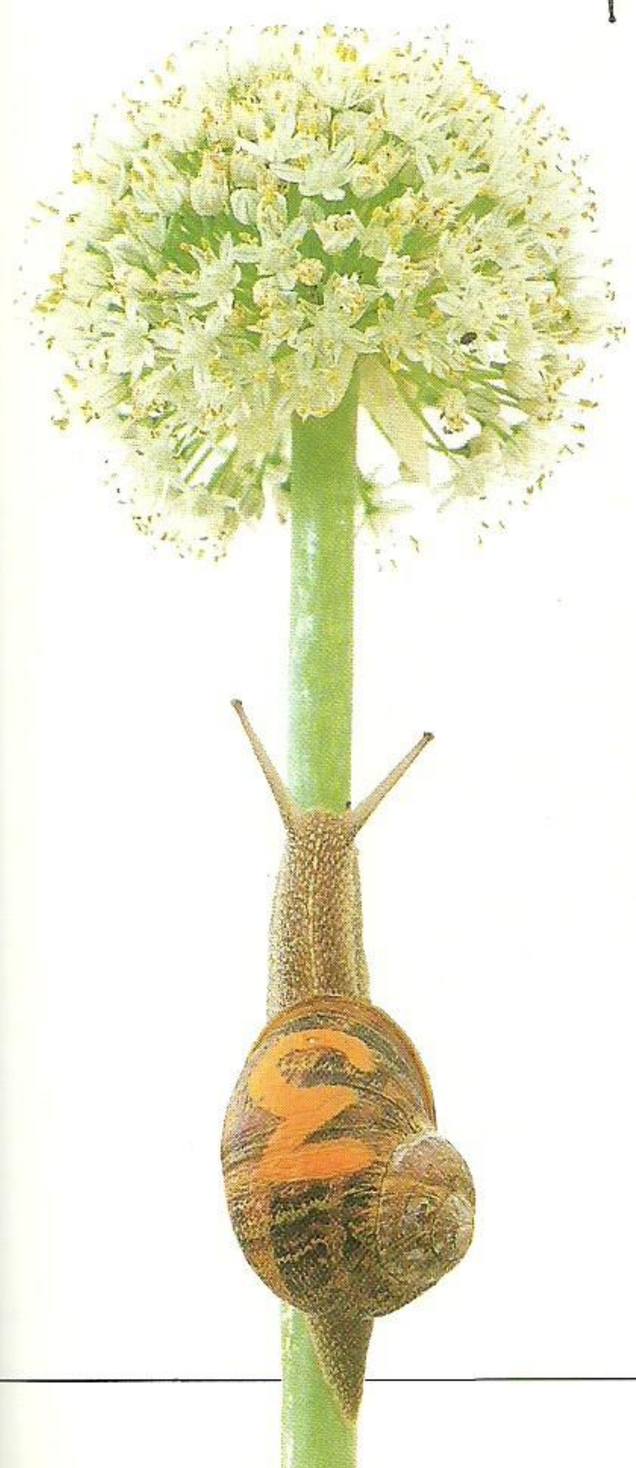
يلزمك

- طِلاء بالميناء
- فرشة رسم
- بضع حلزونات
- أصيص

ترقيم الحلزونات

إحمل الحلزونة بتأنٍّ ممسكًا بقوقعتها، وضعْ رقمًا على هذه القوقعة، واحرص على ألّا يلحق الطلاء الجسمَ.





ذهاب وإياب

يمكنك أن تحصي الحلزونات التي تعود إلى الأصيص في الليلة الثانية. فهل عادت كلّها؟ وهل عاد غيرها معها؟ وكم هو عدد الحلزونات الجديدة بينها؟

مراقبة المَبيت

يفضّل الحَلَزون الأماكن الرطبة. ضَعْ أصيصًا مقلوبًا في الخارج وارفعه قليلًا من جهة معيَّنة. وفي صباح اليوم التالي أخرج الحلزونات التي تجدها داخله وضعْ على كل واحدة منها رقمًا، ثمّ أرجعها إلى الأصيص.

اختبار

اختيار المبيت

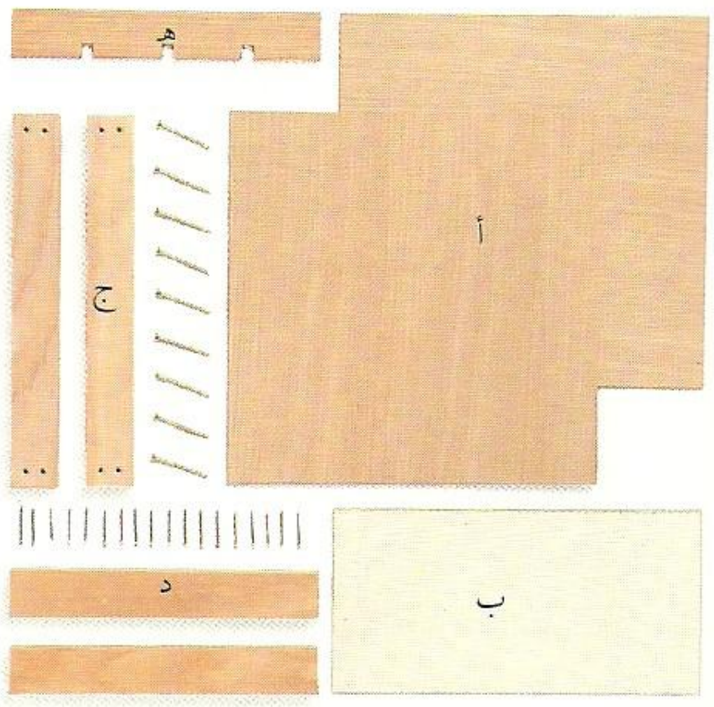
في هذه العلبة المقسومة إلى حجرتين، تستطيع دويّبات عَيْر قبّان أن تختار بين مكان فيه بعض الرطوبة ومكان فيه بعض الضوء. وبين الحجرتين منافذ تساعد هذه القشريّات الصغيرة على الانتقال من مكان إلى آخر.

١ ثبِّت جوانب القاعدة واثقبْ ثلاثة منافذ واسعة في أسفل الحاجز الفاصل، وثبِّت هذا الحاجز في الوسط ليقسم العلبة إلى حجرتين.

٢ ضع حشرات عَيْر قبّان في العلبة وغطِّها. ثم تحقّق، في اليوم التالي، من انتشار الحشرات بالتساوي في الحجرتين. فإذا لم تغيّر أمكنتها فهذا يعني أنّ في العلبة شيئًا مؤثّرًا على الحشرات جعلها لا تتحرك.

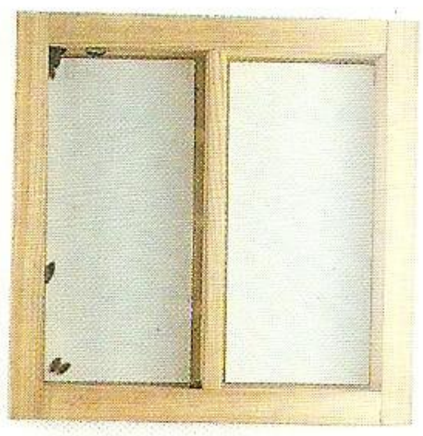
يلزمك

• براغيّ • دبابيس رسم • منشار (أ) قاعدة وغطاء من الخشب المعاكس، مربّعا الشكل، طول الجانب ٢٤سم، (ب) غطاءان من البلاستيك الصلب والشفّاف، أحدهما مربَّع بطول ٢٤سم للجهة، والآخر بقياس ٢٤ × ١٢سم. (ج) جانبان بطول ٢٤سم وبسُمك ٣ × ٢سم (د) جانبان بطول ٢٠ سم وبسمك ٣ × ٢ سم. (هـ) جانبا الحاجز بين الحجرتين بطول ٢٠سم وبسمك ٣ × ١سم



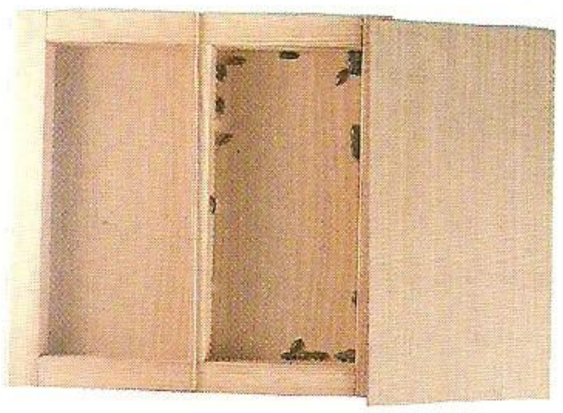
التقاط دويّبات عَيْر قبّان

نجد هذه الحشرات تحت الحجارة أو بين الأخشاب، وهي غير مؤذية. ويمكن جمعها في صحن بِتري ونقلها من ثم إلى العلبة المقسّمة.



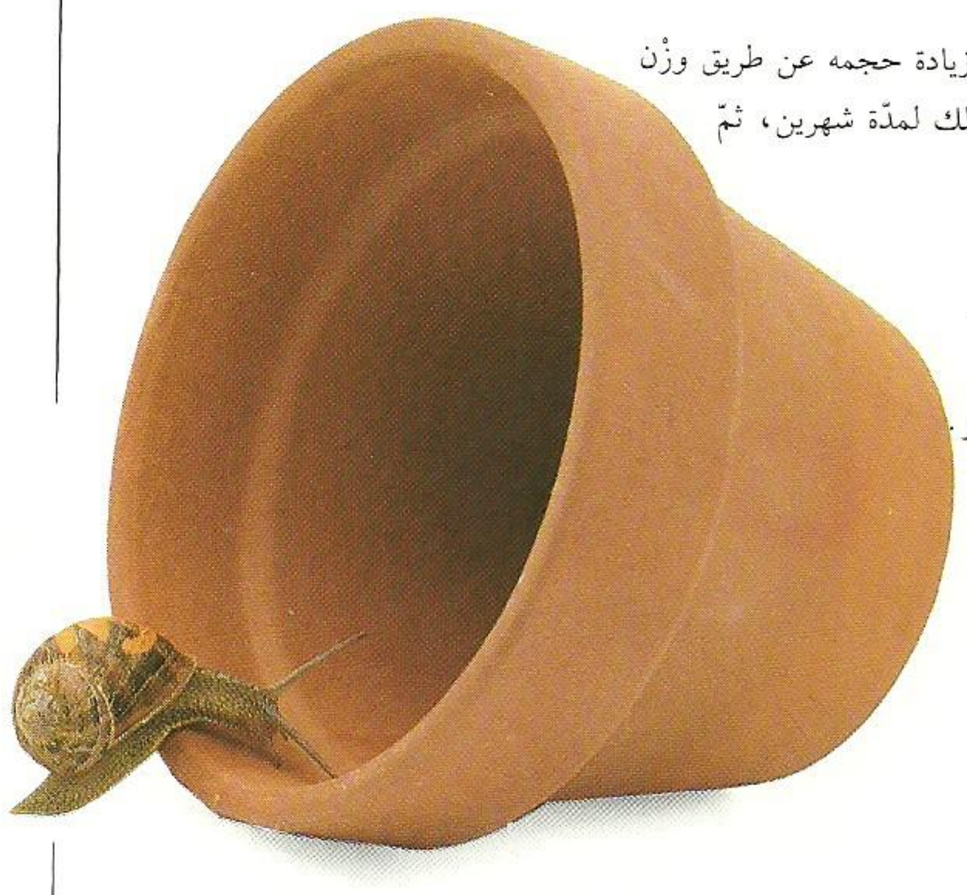
جفاف أم رطوبة؟

ضعْ قطنة رطبة في إحدى الحجرتين لتعرف ردّة فعل الحشرات تجاه الرطوبة ثمّ ضع الحشرات وأقفل العلبة. وسترى في اليوم التالي كيف تتوزّع بين الحجرتين.



نور أم ظلمة؟

ضعْ غطاء من البلاستيك الشفّاف فوق إحدى الحجرتين، وغطاءً من خشب فوق الحجرة الثانية. وبعد يوم كامل عُدْ إلى مبيت الحشرات وانظر أين تكون مجتمعة. تستطيع بعد ذلك أن تتحقّق من أهميّة عامِلَي الظلمة والرطوبة، فتُحَضِّر حجرة رطبة ومضيئة (قطن رطب وغطاء شفّاف) وأخرى معتمة وجافة (غطاء من خشب).



قياس النموّ

ما هي سرعة نموّ الحلزون؟ راقب زيادة حجمه عن طريق وزْن الحلزونات المرقَّمة كل أسبوع، وذلك لمدّة شهرين، ثمّ ارسم جدولًا يُبيّن سرعة النموّ.

ارسم كذلك منحنى بيانيًّا لكل حلزونة يبيّن المدّة على محور والوزن على محور آخر.

الغذاء المفضَّل

قدّم نوعين مختلفين من النباتات التي تنمو في حديقتك غذاءً لمجموعتين من الحلزون المرقّم وبعد أيام اترك الحلزونات حرّةً بين هذين النوعين وراقب أيّ واحد تختار.

التمويه والتكيُّف

يلجأ عدد كبير من الحشرات إلى الخداع والتضليل، لأنّ الهلاك قد يكون بانتظار الحشرة المنكشفة. وهي تتّخذ مظاهر متنوّعة لتضليل أعدائها والنجاة منها، «فالورقة اليابسة» أو «الحجر» أو «قطعة الخشب» لا تسترعي انتباه الحيوانات المفترسة. لكنّ هذا التمويه لا ينجح إلّا إذا ثبتت الحشرة من دون حراك. فإذا ما تحرّك الحجر أو الورقة اليابسة يزول السحر. وتلجأ حشرات أخرى إلى وسائل مختلفة للتضليل، كأن تتّخذ ألوانًا زاهية توحي بوجود السمّ فيها فيتحاشاها الأعداء. هذه التدابير برهنت فاعليّتها، ممّا جعل حشرات كثيرة مسالمة تلجأ إليها لتضمن بقاءها.

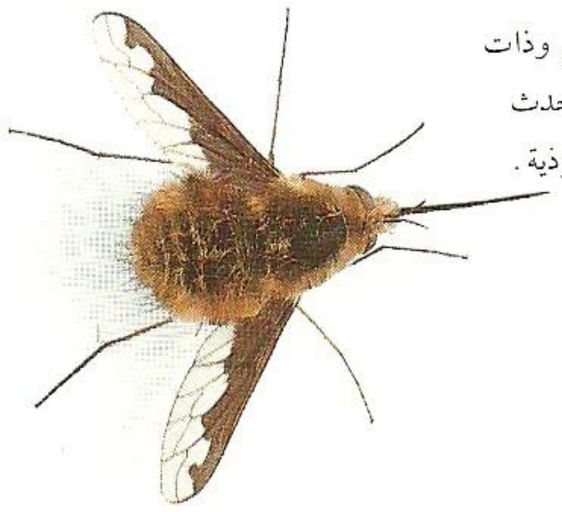
وضعيّة شائكة
يصعب التمييز، مع هذه الألوان، بين الفراشة والشوكة.

البقاء بفضل الخداع

تتحاشى الطيور النحل والزنابير خوفًا من اللسعات المؤلمة. لذلك فإنّ حشرات أخرى، غير مؤذية، راحت تتشبّه بالنحل والزنابير خلال مراحل تطوّرها، فاتخذت ألوانًا وأشكالًا قريبة من النحل أو الزنابير. هذا النوع من التكيّف يمكن ملاحظته في كل مكان، وعلى الأخص في الحدائق والبساتين.

ذبابة النحل

إنّ ذبابة النحل الدائريّة الشكل وذات الشعيرات شبيهة بالزنبور، وتحدث أصواتًا مماثلة، ولكنها غير مؤذية.



الألوان المضلِّلة

توحي ألوان ذبابة الأرْق بأنّها مؤذية كالزنبور.

الأجنحة الكاشفة

ليس لذبابة الأرْق إبرة. وتبيِّن الصورة المكبّرة أنّ لها زوجًا من الأجنحة، في حين أنّ الزنبور له زوجان.

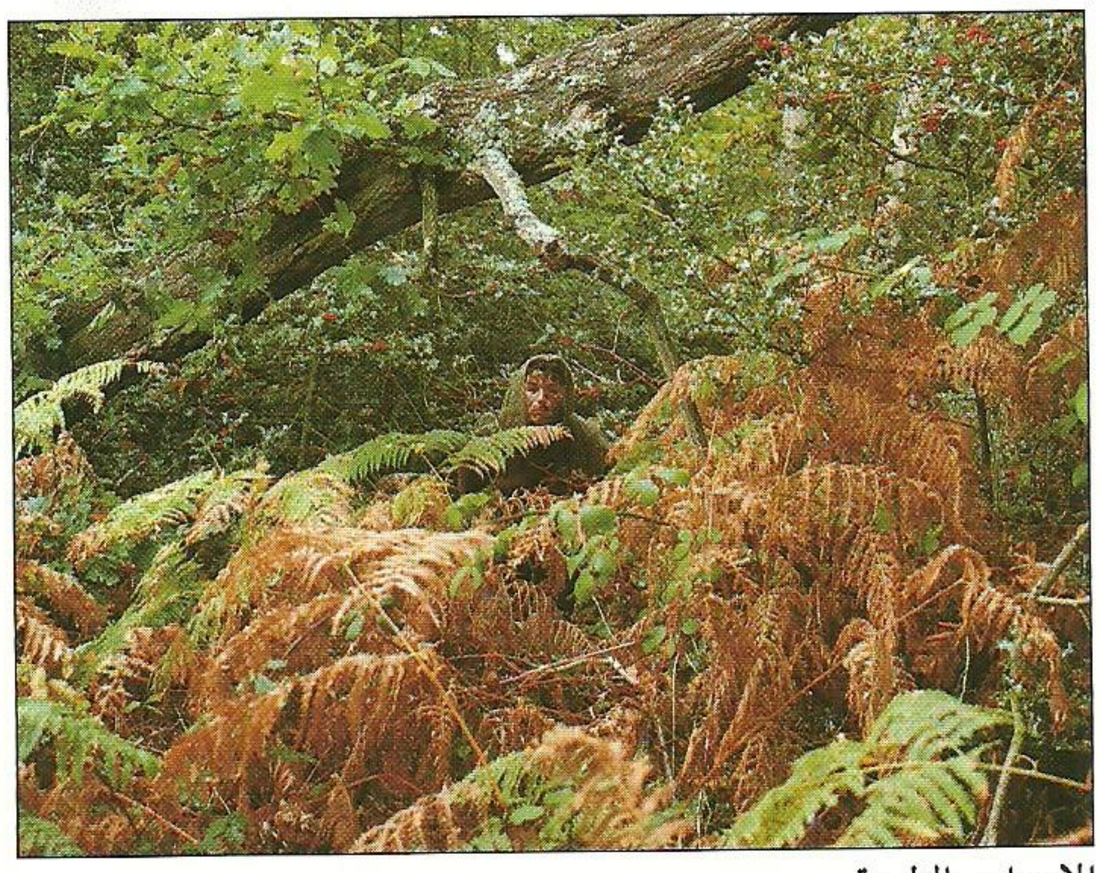
اختبار

التمويه بهدف تضليل الحيوانات

لا شيء يخيف الحيوانات كرؤية إنسان يتحرّك. لذلك يمكنك الاختباء داخل مكمن (ص ١٤١) والثبات من دون حراك لتراقب الحيوانات المحيطة بك. ويُستحسن اللجوء إلى التمويه فتضع على رأسك شبكة وتطلي وجهك بمساحيق تغيّر ملامحه.

يلزمك

• طلاء للتمويه • شبكة

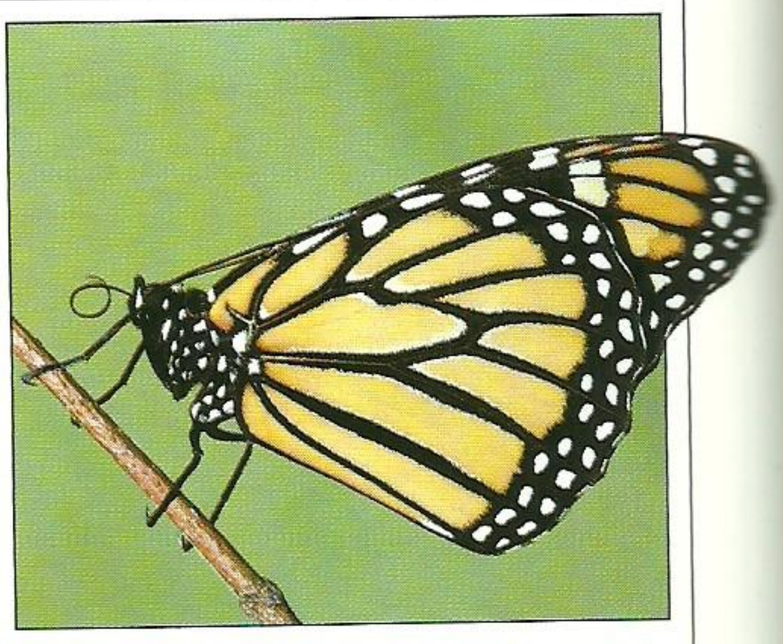


الامتزاج بالطبيعة

يمكنك أن تخبّئ القسم الأكبر من جسمك بين النباتات، ويصعب على الحيوانات ملاحظة رأسك المغطّى ووجهك المطليّ.

التمويه التامّ

طوّرت الفراشات الليليّة والنهاريّة كلّ وسائل التنكّر لتختبئ من أعدائها. فتبدو سرف كثيرة كبراعم الأغصان، وأخرى شبيهة بذرق العصافير. وتضمّ الفراشات المكتملة أجنحتها فتبدو كأوراق الأغصان.

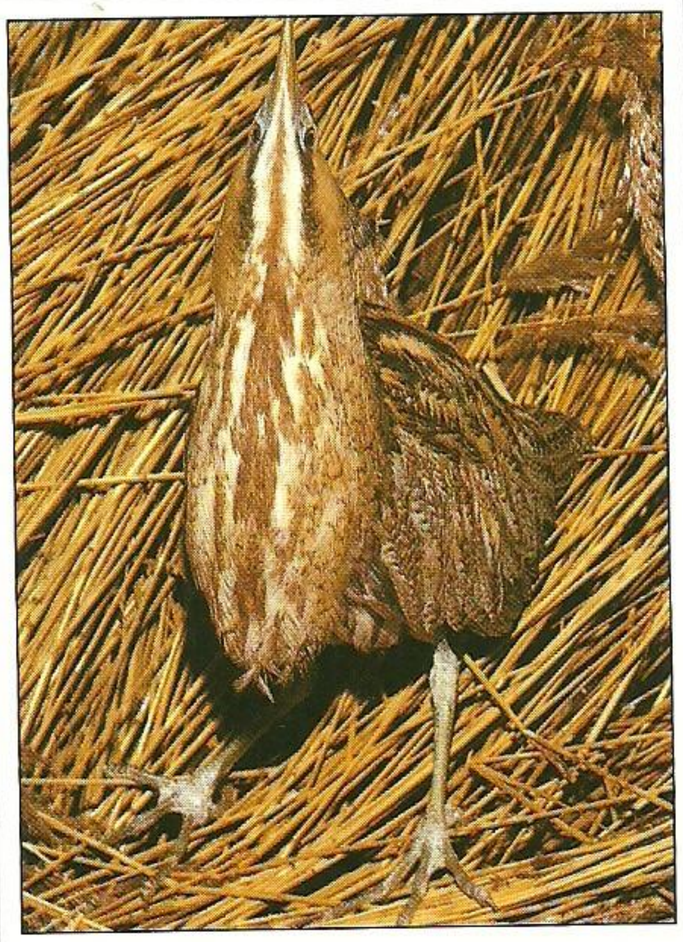


ألوان مُحذِّرة

الفراشة فريسة مُغرية للطيور الجائعة، لكنّ هذه الطيور تتجنّب الفراشة الإمبراطوريّة المنتشرة في أميركا الشماليّة، فألوانها الزاهية تشير إلى أنّ جسمها مليء بالسمّ. وكلّ طائر يلتهم إحدى هذه الفراشات يقع مريضًا ويتعلّم ألّا يدنو منها مجدّدًا. فالسُّرفة تختزن السمّ من بعض النباتات التي تقتاتها، ويبقى هذا السمّ في الفراشة البالغة. وفعاليّة هذا التمويه جعلت نوعًا آخر، غير مؤذٍ، من الفراشات يعتمده. ففراشة الحور الأميركيّة اكتسبت ألوانًا تشبه ألوان الفراشة الإمبراطوريّة ممّا يسمح لها بأن تؤمّن الحماية لنفسها.

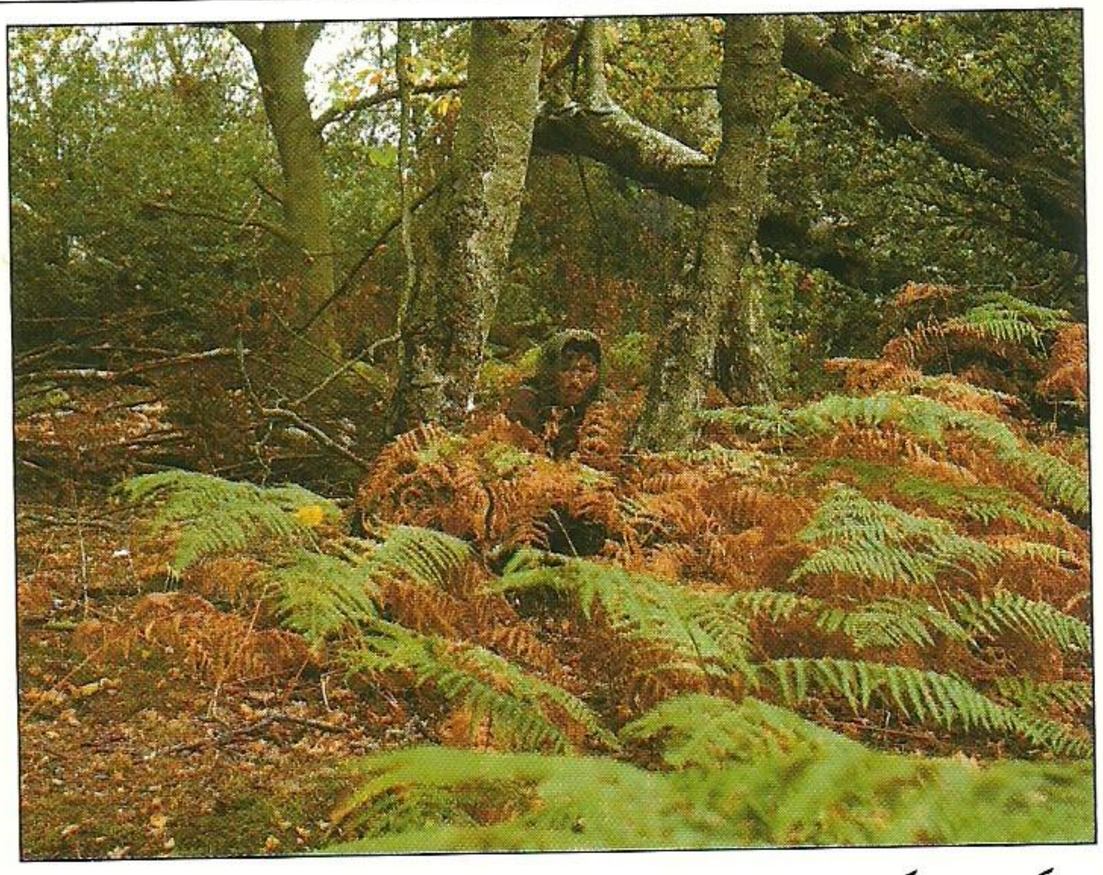
ورقة تتحرّك

تشبه «فراشة الهند» ورقة شجرة يابسة، ويبدو الخطّ الذي يجتاز أجنحتها كضلع الورقة.



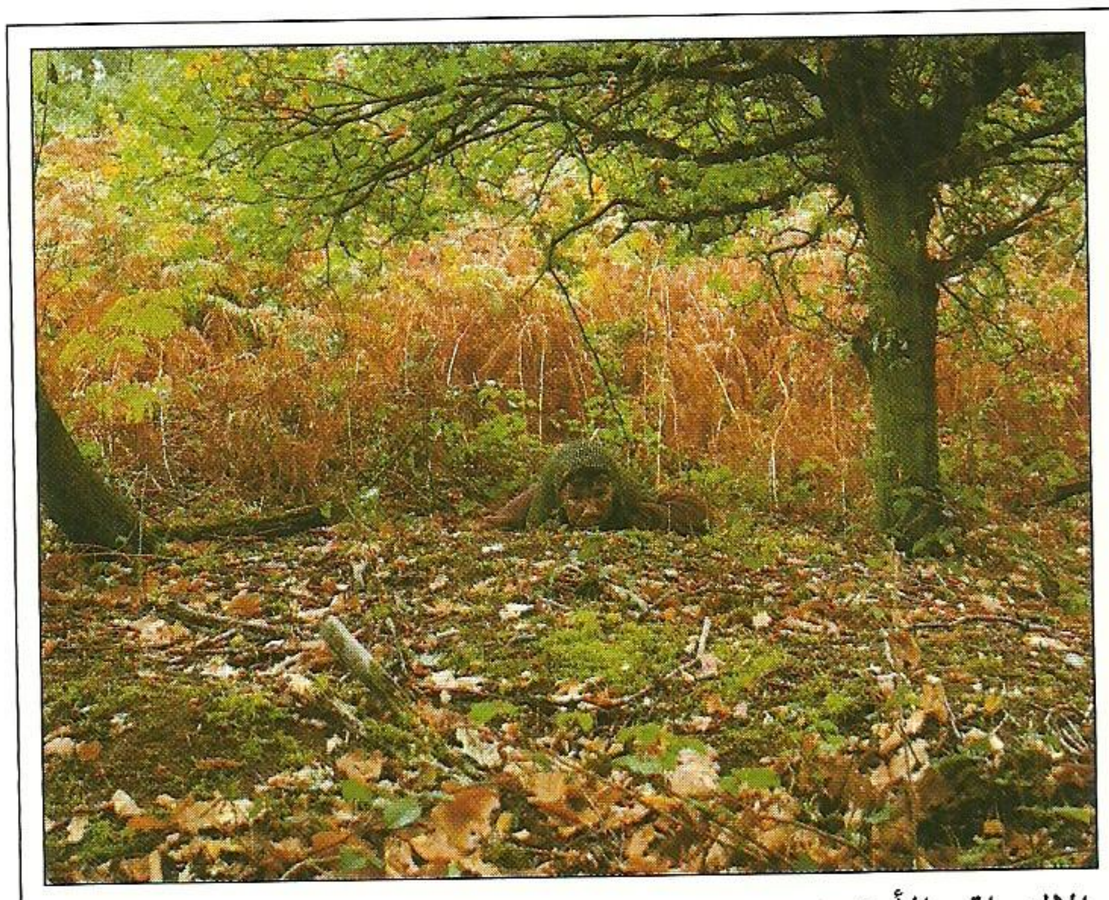
الاِختباء بين القصب

يُعتبر طير «الواق» نموذجًا مثاليًّا في التمويه. فهو يعيش بين القصب ويجعله ريشه الأسود والبنّيّ غير مرئيّ. وعند مداهمة الخطر يرفع رأسه ويجمد وتبقى عيناه مسمَّرَتين نحو الدخيل. وإذا ما تحرَّك الدَّخيل يتحرّك «الواق» معه بهدوء ليبقى مواجهًا له. وإذا حرَّك الريح القصب يتحرّك هو أيضًا ليكون تنكّره تامًّا.



سكوت وسكون

اِبحث عن مكان خفيّ ومريح تختبئ فيه. ويساعد السكون والسكوت على التمويه الكامل.



الالتصاق بالأرض

يثير الإنسان الواقف الكثير من الشكوك. فابقَ ملتصقًا بالأرض وراء تلّة صغيرة فلا تراك الحيوانات.

الحياة في التربة

الأرض تحت قدميك محيط يعجّ بالحياة. يمكننا أن نجد في باطن الأرض وعلى سطحها أشكالًا متنوّعة من الكائنات المجهريّة، حتى في المناطق القاحلة التي تصعب فيها الحياة، كالصحاري. أمّا المناطق الخصبة فيكفي أن نأخذ من تربتها كميّة صغيرة كافية لملء علبة ثقاب حتى نجدها تعجّ بملايين الكائنات المتعضّية (ص ٦٨-٦٩). هناك أنواع كبيرة من الحيوانات التي تُرى بالعين المجرّدة، كالحشرات غير المجنَّحة وديدان الأرض (ص ١٢٤-١٢٥)، وهناك أيضًا أنواع كثيرة من الحجم الأصغر كالقُراديّات والخيطيّات.

للأجسام الحيّة في باطن التربة دور أساسيّ بالنسبة إلى سائر الكائنات، فهي تحلِّل النباتات والحيوانات الميتة، وتحرّر ما فيها من موادّ غذائيّة.

ويحتاج القسم الأكبر من هذه الأجسام إلى الأُكسجين من أجل البقاء، لذلك فإنّ تقليب التربة يُدخل الأُكسجين إلى باطن الأرض ويسهّل عمليّة التحلّل.

اختبار

قياس نسبة الحموضة والقِلْويّة في التربة

تتعلّق الحياة داخل التربة بتكوين هذه التربة وبالعوامل الكيميائيّة التي تخضع لها. فالتربة الرطبة والحِمْضيّة لا تستقبل إلّا عددًا قليلًا من الكائنات، في حين أنّ التربة القلويّة تكون غنيّة بالموادّ المعدنيّة الضروريّة لحياة أنواع كثيرة من الحيوانات. ويمكنك قياس نسبة الحموضة عن طريق الاستعانة بورق دوّار الشمس المتوفّر في الصيدليّات.

يلزمك

- ملعقة من البلاستيك
- ماء مقطَّر • تربة
- مرطبان • ورق أحمر من دوّار الشمس
- ورق أزرق من دوّار الشمس

١ **ضع تربة** في المرطبان وامزجها جيّدًا لتصبح ناعمة.

٢ **أضف ماءً مقطَّرًا** إلى المرطبان حتّى نصفه، واقفله بإحكام.

٣ **حرّك المرطبان بهدوء** مدّة دقيقة، ثم ضعه لتستقرّ التربة في قعره.

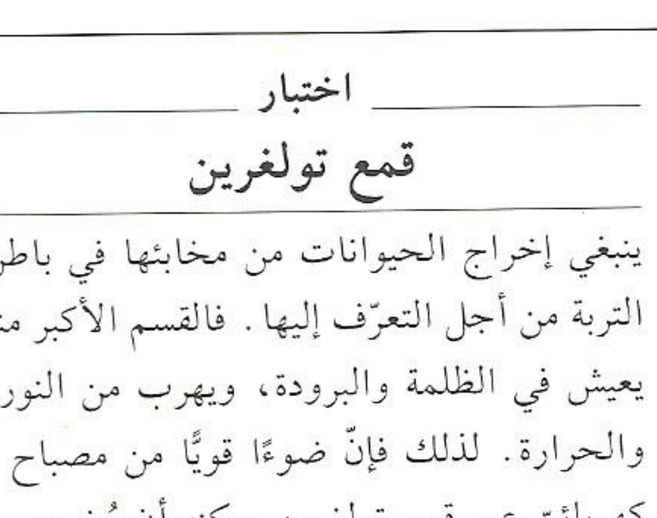
اختبار

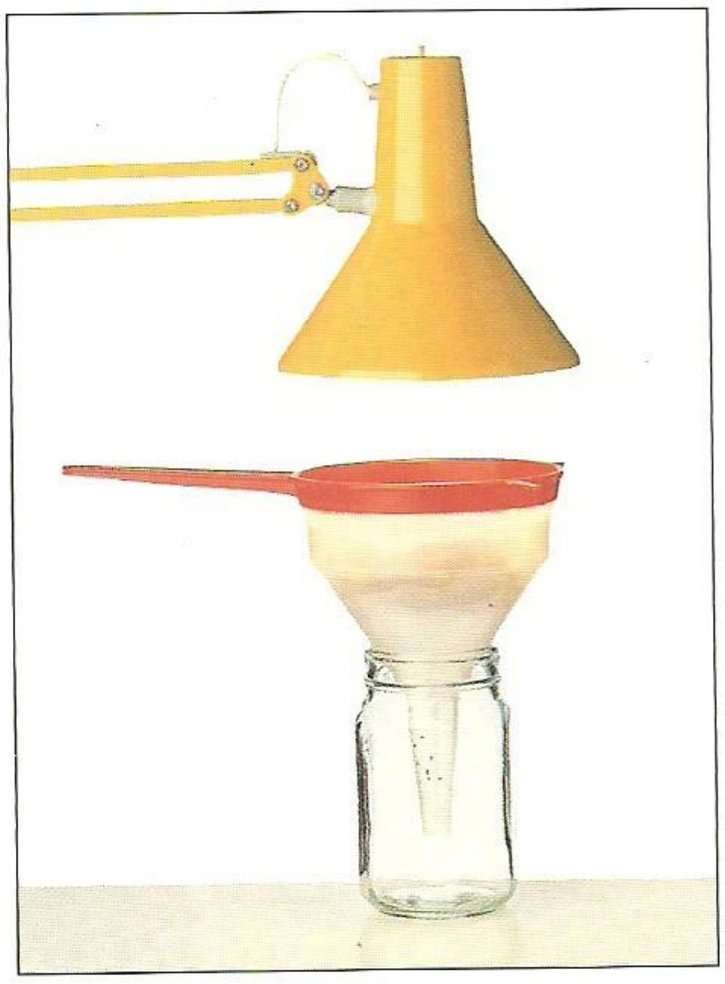
قمع تولغرين

ينبغي إخراج الحيوانات من مخابئها في باطن التربة من أجل التعرّف إليها. فالقسم الأكبر منها يعيش في الظلمة والبرودة، ويهرب من النور والحرارة. لذلك فإنّ ضوءًا قويًّا من مصباح كهربائيّ عبر قمع تولغرين يمكنه أن يُخرج الحيوانات الصغيرة لتقع في مرطبان حيث يصبح من السهل التعرّف إليها.

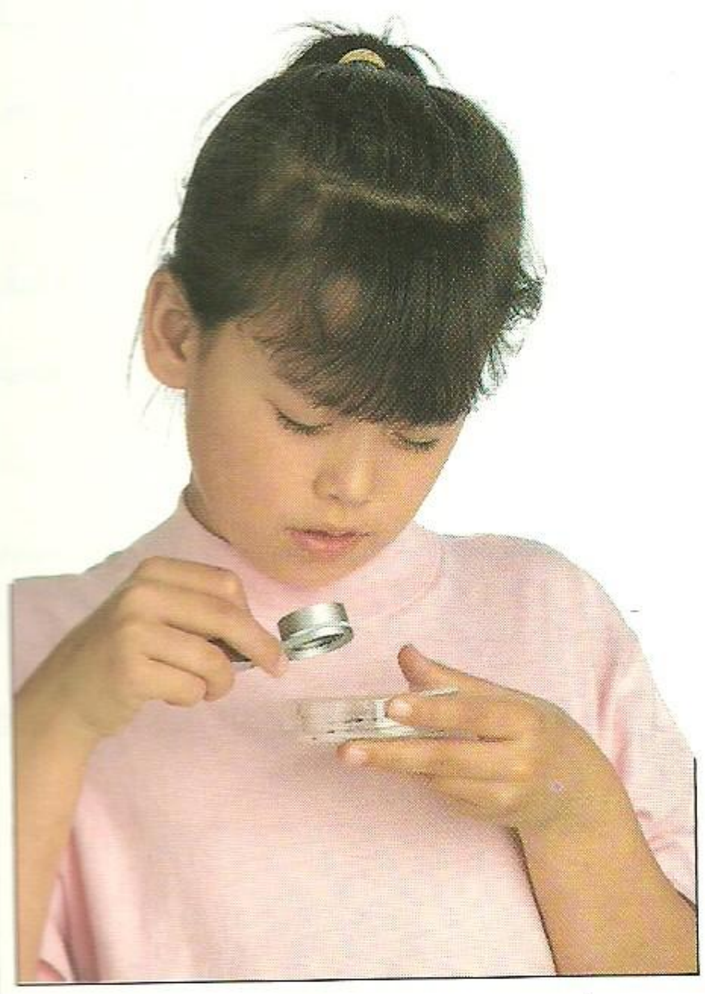
يلزمك

- مصباح كهربائيّ • مصفاة • قمع • تربة
- ملقط • مرطبان • عَدَسة مكبِّرة
- صحن صغير

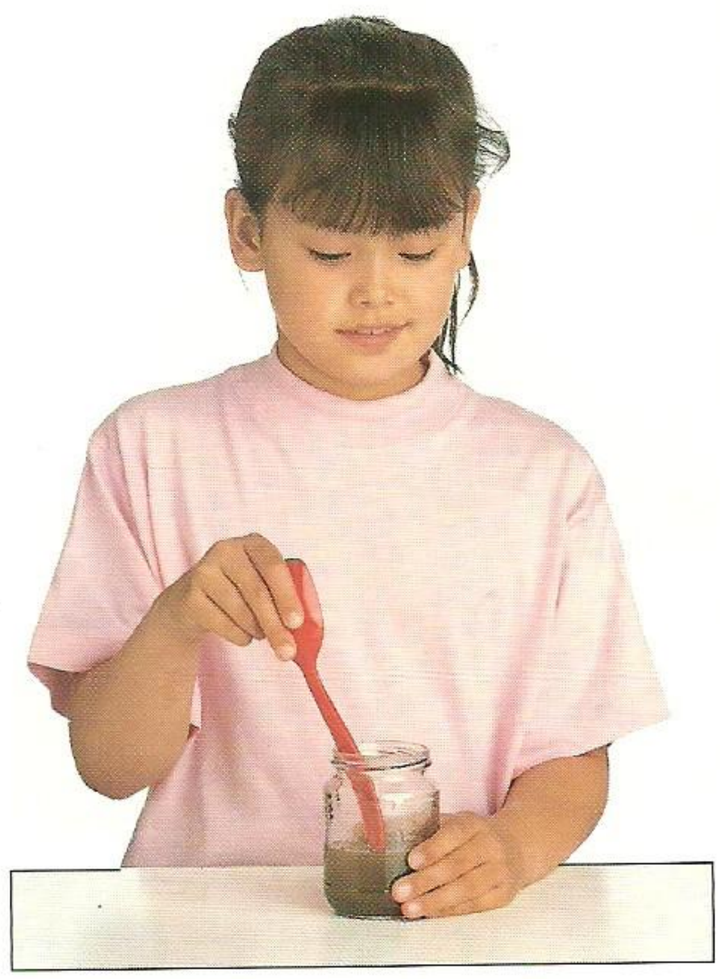




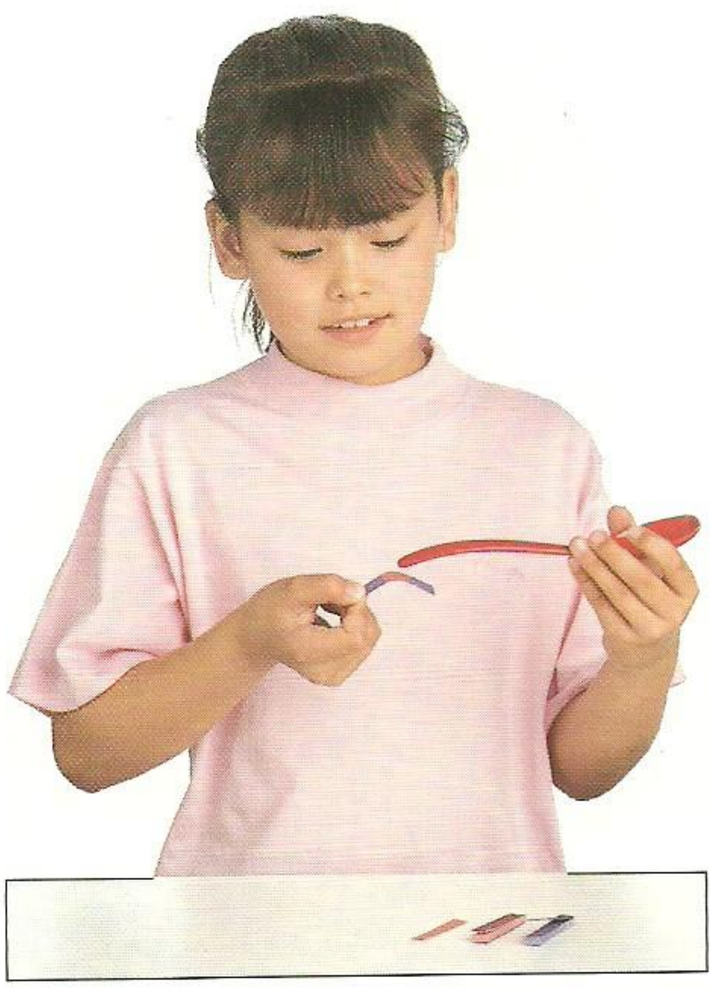
١ **ضع القمع** في المرطبان وفوقه المصفاة، واجعل في المصفاة كميّة من التراب، ثم أَشعِل المصبّاح فوق المصفاة ولا تلصقه بها. بعد نحو ساعة تلاحظ أنّ الحشرات في التراب ستضطرّ إلى التغلغل لتبتعد عن النور، فتسقط عبر المصفاة في المرطبان.



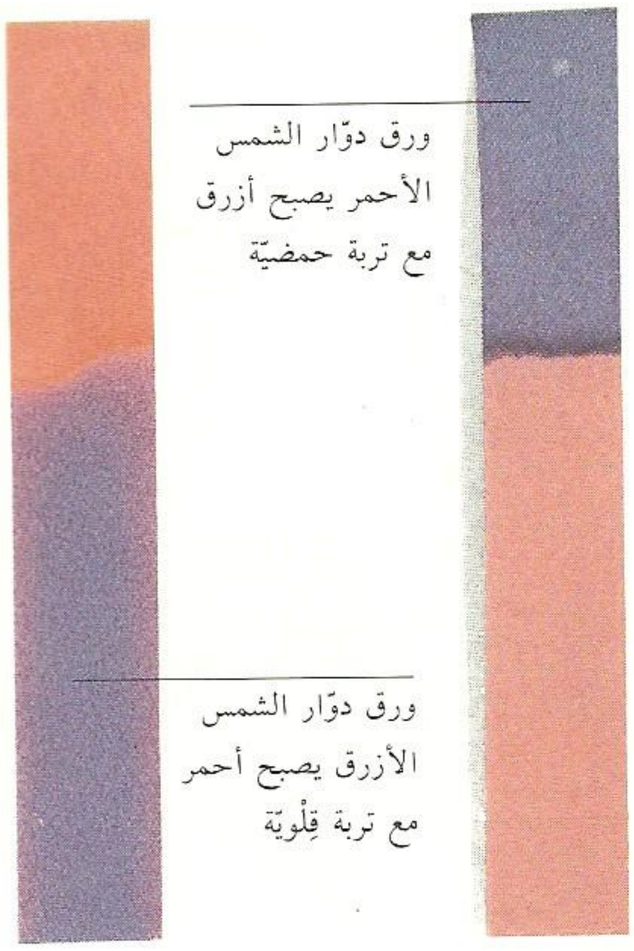
٢ **أَطفِئ المصباح** وأبعِد المصفاة والقمع. فرِّغ حيوانات المرطبان في صحن صغير، ثم استعِنْ بملقط صغير لعزْل الحشرات عن بعضها ولتفحّصها بواسطة عدسة مكبِّرة. يمكنك أن تُعيد الاختبار نفسه مع تربة من محيط آخر لترى إن كانت تحوي أنواعًا مختلفة من الحشرات.



٤ **اِفتح المرطبان** واغمس مسكة الملعقة البلاستيكيّة في الماء الموحل، ثم اسحبْها بهدوء.



٥ **ضعْ قليلًا من الماء** العالق بمسكة الملعقة على ورقتَي دوّار الشمس الحمراء والزرقاء.

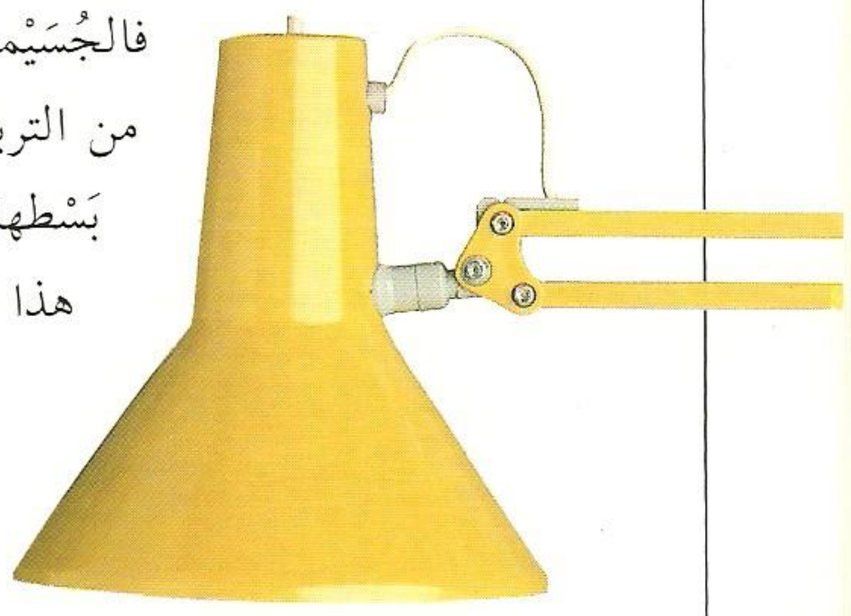


٦ **يتغيّر لون إحدى ورقتَي** دوّار الشمس ممّا يدلّ على أنّ التربة هي قِلويّة أو حمضيّة.

ماذا يوجد في التربة؟

لدى تفحّصك عن قرب كتلة من التراب تلاحظ أنها مكوَّنة من جُسيمات مختلفة. تجد فيها قطعًا صغيرة من الحصى، كما تجد أجزاء من الدُّبال أو الموادّ العُضْويّة، وهي بقايا نباتات وحيوانات ميتة. وتكون هذه الموادّ مقطَّعة إلى كِسَر والألياف لم تتحلّل بعد كلّيًّا. ونجد قريبًا من سطح التربة الخصبة كميّات من الموادّ العضويّة، وهذه الموادّ تقلّ نسبتها في باطن التربة، بينما تكثر كِسَر الحجارة المتأتّية من تأكّل الصخور. وهذه الحجارة تقدّم للنباتات الموادّ المعدنيّة الضروريّة لنموّها كالفوسفور والمغنسيوم.

فيما عدا المناطق الشديدة الجفاف، تحيط بالجُسَيْمات الدقيقة التي تتشكّل منها التربة طبقة فلميّة رقيقة من الماء. ونشير إلى أنّ مساحة صغيرة من التراب تحوي عددًا هائلًا من الجسيمات. فالجُسَيْمات المتوفّرة في سنتيمتر مكعَّب واحد من التربة الزراعيّة يمكن أن تغطّي، في حال بَسْطها تمامًا، مساحة خمسة أمتار مربَّعة. هذا يعطي البكتيريا والأجسام الأخرى مساحة واسعة للتكاثر.

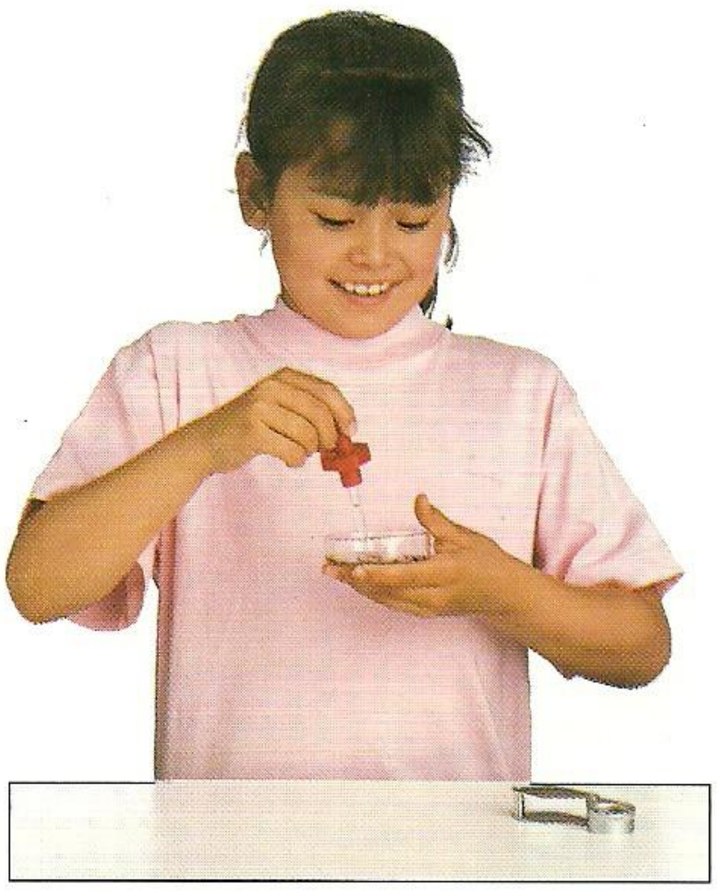


اختبار
قمع بيرمان

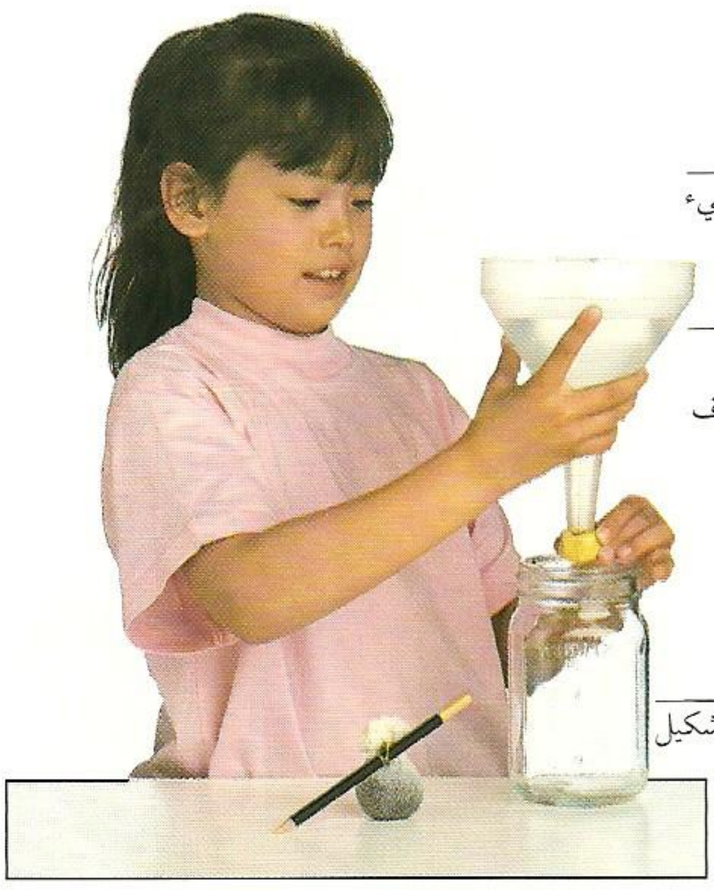
إنّ الطريقة المتَّبعة في هذا الاختبار تشبه، إلى حدّ ما، الطريقة السابقة (ص ١٢١). وهي تهدف إلى التقاط الحشرات الصغيرة التي تعيش في التربة الرطبة. فيُوضَع التراب في كيس من النسيج الشفّاف داخل القمع الذي يحوي ماءً، فتبتعد الحشرات عن الحرارة والنور وتتجمّع في القمع.

يلزمك

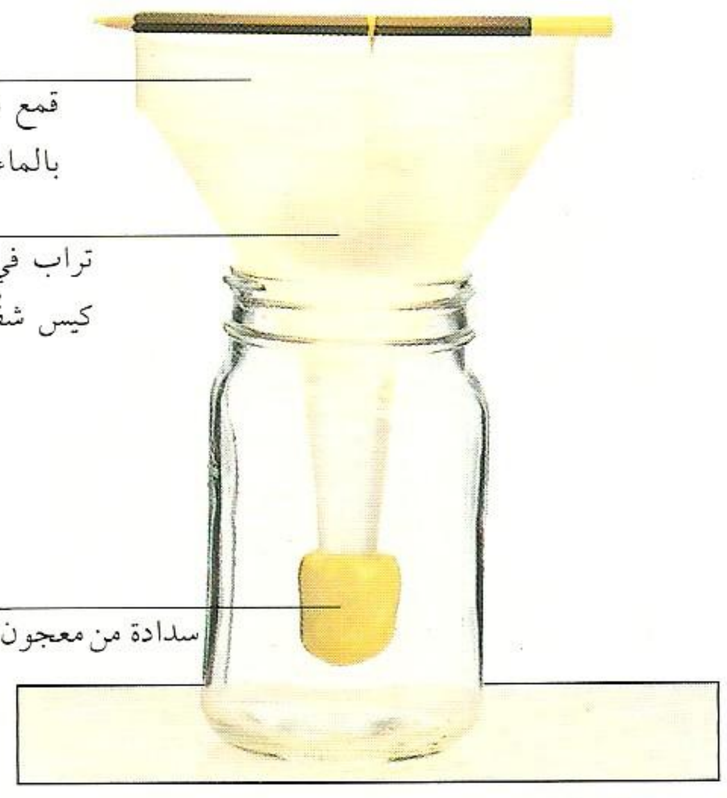
- مصباح • قمع • قلم • خيط متين • كيس من نسيج موصلين • مرطبان • قطّارة • عدسة مكبّرة • معجون تشكيل • صحن صغير



١ **أَقفلْ مخرج القمع** بمعجون تشكيل وضعه داخل المرطبان. ضعْ في كيس الموصلين كميّة من التراب. أقفِل الكيس بخيط واربط هذا الخيط بقلم يَسْتلقي على فتحة القمع، بعد أن تضع الكيس فيه. اِملأ القمع بالماء وأَشعِل المصباح.



٢ **أَطفِئْ المصباح** بعد مرور ساعة. النور وحرارته يطردان الحشرات من التربة الرطبة، فتجتاز الكيس وتتجمّع في قعر القمع. اِنزع السدادة العجينيّة من المخرج فينزل الماء ومعه الحشرات إلى المرطبان.



٣ **اِسْتعِنْ بقطّارة** لنقل الحشرات إلى صحن صغير، ثم راقِبْها بعَدَسة مكبِّرة. بعض هذه الحشرات يكون صغيرًا جدًّا، ولكي تتمكّن من رؤيتها خُذ نقطة من المرطبان وضعها على لوحة المِجْهَر وراقبها.

قنّاص الليل

يبلغ طول هذا الحيوان المرعب بضعة ملمترات. إنه من فصيلة العقربيّات الكاذبة، كما ينتمي إلى القوارض والحشرات القنّاصة. يعيش داخل التربة، لا سيّما بين أسمدة المزارع التي تشكّل طبقة التراب السطحيّة. ويخرج ليلًا ليصطاد الحشرات كالعناكب الصغيرة والقراديّات. وهو يلتقط الحشرة بكلّابيه ويقضي عليها بعضّة سامة. وهو لا يستطيع التهام الفريسة الصلبة، كما هي حال الكثير من العنكبوتيّات، ولذلك يحقن فريسته بخمائر تحلّل ما في داخلها وتجعله سائلًا مغذّيًا يمتصّه. هناك أكثر من ألفي نوع من هذه الحشرة المنتشرة في كلّ الأقطار، ما عدا القطبين الشمالي والجنوبي.

اختبار

تركيبة التربة

تختلف الموادّ التي تتركّب منها التربة من مكان إلى آخر. فالأرض التي تحمل كميّة كبيرة من التراب تكون في السهول المحيطة بالأنهر، كمنطقة دلتا النيل، أو تلك التي تحيط بالمناطق المنخفضة من مجرى نهر الميسيسبّي. هذه الأنهر تحمل كميّات هائلة من الطمي إلى السهول المجاورة في أوقات الفيضان فتزداد التربة اتّساعًا وخصبًا. وقد تتوقّع أن تكون تربة الغابات المطيرة عميقة وخصبة، لكنّنا على عكس ذلك نقع عادةً على طبقة رقيقة من التراب فوق القاعدة الصخريّة.

يمكنك أن تأخذ عيّنات مختلفة من التربة، من الحقول التي تجاورك. وللتعرّف إلى مركّبات عيّنة ما من التربة استعن بالماء. فالموادّ العضويّة تكون خفيفة وقليلة الكثافة فتطفو، في حين أنّ الحجارة الصغيرة ترسب. ويُلاحَظ أنّ الجُسَيْمات التي ترسب تكوّن طبقات، وذلك تبعًا لحجمها ولكثافتها. فالطبشور مثلًا يتكوّن من جُسَيْمات صغيرة هي ألف مرّة أصغر من جُسَيْمات الرمل.

يلزمك

• مرطبانات • عيّنات مختلفة من التربة • ماء

١ **اِجمع عيّنات** ترابيّة من أماكن مختلفة، وضع كل عيّنة في مرطبان.

٢ **اِملأ المرطبان ماءً** وأحكم إغلاقه.

٣ **خضّ المرطبان بقوّة** ثم اتركه حتى يرسب التراب.

٤ **نجد أنّ الموادّ العضويّة تطفو** بمعظمها، بينما ترسب الموادّ المعدنيّة.

ديدان الأرض

تنتمي ديدان الأرض إلى فصيلة الحَلَقيّات التي لا تمتلك عمودًا فقريًّا. فأجسامها تنقسم إلى حَلَقات، وهي تتنقّل بطريقة الانقباض والامتداد. فعضلاتها تشدّ وتضغط على فجوة مليئة بسائل هو السائل الجَوْفيّ.

تتغذّى ديدان الأرض من الموادّ العضويّة المتحلّلة. فهي تتناول التراب وتهضم ما فيه من غذاء، وتمرّ التربة الباقية عبر أجسامها وتُلْفَظ وراءها فتسدّ ما تحفره من أنفاق، أو تُلفَظ إلى سطح التراب فتكوّن كُتَل ترابيّة. بفضل هذا العمل ينتقل قسم من باطن التراب إلى السطح.

وتشكّل ديدان الأرض، في مناطق كثيرة من العالم، عنصرًا أساسيًّا للحياة في باطن الأرض. فهي تقلب التربة وتنقل إلى السطح الموادّ المعدنيّة، وتحمل إلى باطنها الموادّ العُضويّة. كما تساعد الأنفاق التي تحفرها على تهوئة الأرض وإدخال مياه الأمطار. فمن دون ديدان الأرض تغدو الحياة داخل التربة المتراصّة صعبة.

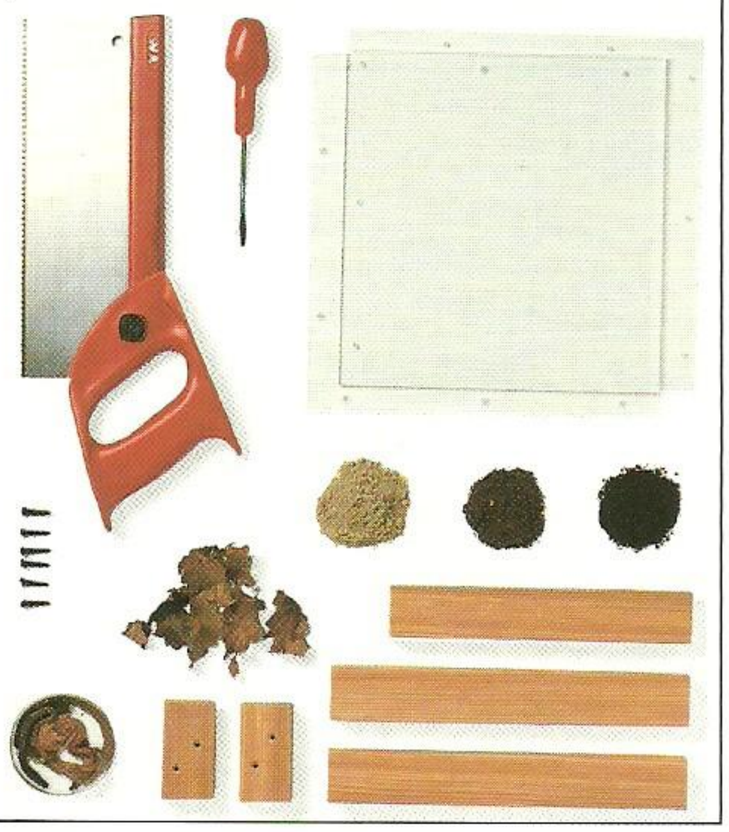
اختبار

تجهيز حَوْض لديدان الأرض

يمكنك أن تربّي ديدان الأرض في حوضٍ جوانبُه شفّافة وهذا ما يسمح لك برؤية الأنفاق التي تحفرها والطريقة التي تقلب فيها التربة. اِقلب التربة الرطبة بواسطة رفش أو مجرفة لتعثر على ديدان تضعها في مرطبان بانتظار أن يصبح حوضك جاهزًا.

يلزمك

• لوحتان من البلاستيك الصلب والشفّاف بقياس ٢٥ × ٢٥سم • عارضة خشبيّة بسُمك ٢ × ٣,٥سم مقسّمة إلى قطعتين بطول ٢٥سم وواحدة بطول ٢١سم واثنتين بطول ٦سم • أوراق • منشار • مفكّ براغي • ١٨ برغي • عيّنات تراب مختلفة



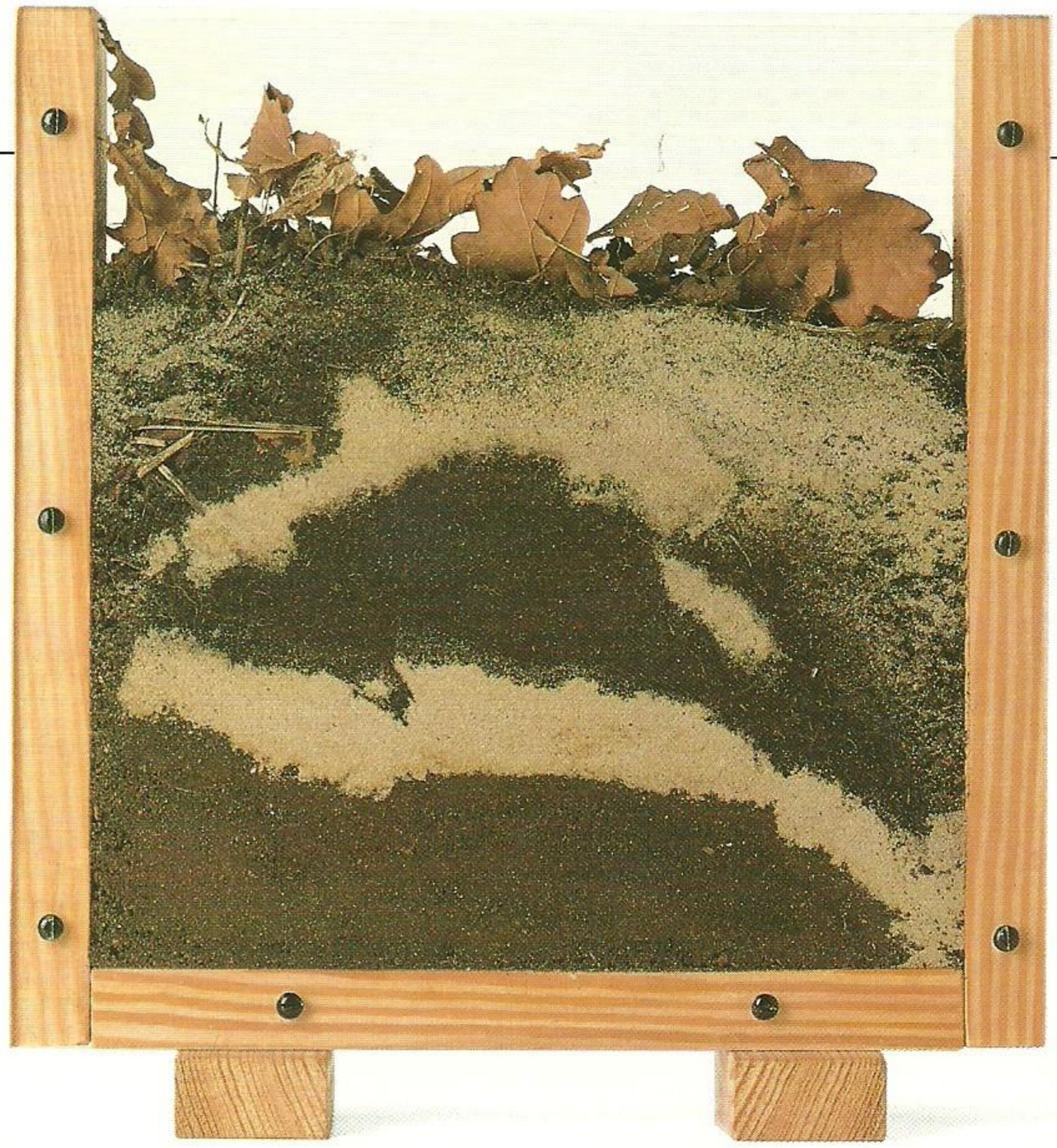
تزاوج ديدان الأرض

تملك دودة الأرض أعضاء تناسليّة مزدوجة، ذكريّة وأُنثويّة، ولكنها لا تستطيع التزاوج مع نفسها فتبحث عن دودة أخرى. وعندما تلتقي الدودتان فإنهما تلتصقان رأسًا على عقب وتنتج كل واحدة البيض والمنيّ. تتزاوج الديدان عادةً تحت التراب، لكنّ أنواعًا منها تتزاوج فوق التراب في الليالي الحارة والرطبة. باستطاعتك رؤيتها ليلًا بواسطة مصباح جيب يُغطّى بزجاجة بلاستيكيّة حمراء. نشير إلى أنّ الديدان تشعر بالارتجاجات، لذلك يُستحسن أن تسير بهدوء.

طول ديدان الأرض

لا يتعدّى طول دودة الأرض الثلاثين سنتيمترًا إجمالًا. إلّا أنّ هناك ديدانًا عملاقة في أستراليا وإفريقية تصل في امتدادها إلى المترين.

يساعد دودة الأرض في التنقّل مجموعتان من العضلات، دائريّة داخل كلّ حلقة تُطيل الجسم، وطوليّة تقبضه



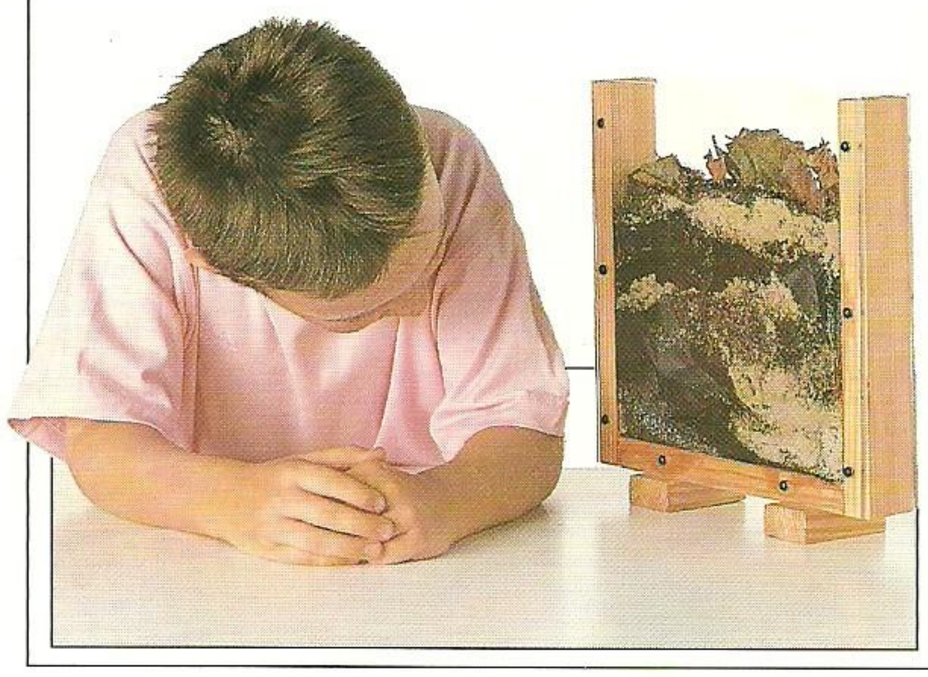
١ اِقطع الخشب بحسب القياسات المدوّنة.

٢ أُثقبْ في الجهات المتقابلة من لوحتَي البلاستيك ثلاثة ثقوب متساوية البعد، واثنين في الجهة الثالثة، واحدًا في وسط كلٍّ من قطعتَي الخشب الصغيرتين.

٣ اِجمع القطع الخشبيّة، بعضها إلى بعض، على شكل إطار، وثبّت عليه قطعتَي البلاستيك بواسطة براغي، ثم ثبِّتْ قطعتَي الخشب الصغيرتين لتشكّلا مرتكز القاعدة.

٤ اِملأ ثلاثة أرباع الحوض بطبقات مختلفة من تربة متباينة الألوان. وزّعْ فوقها مجموعة أوراق يابسة، وانضح الحوض بقليل من الماء لتصبح التربة رطبة. ضع بهدوء وتأنٍّ ديدان الأرض التي جمعت، واجعل فوق الحوض غطاء أسود، ثم انقل الحوض إلى مكان معتم ورطب. تحقق يوميًّا من رطوبة التربة.

٥ بعد بضعة أيام تبدأ بملاحظة الأَنْفاق، عندما تبدأ الديدان بأكل التراب وشقّ طرقاتها. أمّا إذا بقيت الديدان ساكنة فتأكد من أنّ التربة ليست جافة، وأنّ الديدان لا تشعر بالبرد أو الحرّ الشديد.



أثناء التزاوج، يفرز السَّرج غشاءً لزجًا تضع فيه الدودة بيضها ثم تنفصل عنه. هذا الغشاء يقسو ليشكّل شرنقة حول البيض

يُلاحَظ في كلّ حلقة من حلقات الدودة أربعة أزواج من شُعَيرات دقيقة حريريّة تكاد لا تُرى. تستعين بها الدودة لتتشبّث بجوانب النفق من أجل التنقّل. ويمكنك أن تشعر بوجود هذه الشعَيرات إذا مرّرت إصبعك فوق الدودة من ذنبها إلى رأسها، كما يمكن سماع حفيفها إذا مرّت الدودة فوق ورقة

يتميَّز ذنب الدودة بشدّة الحساسيّة، وهو ينقبض بسرعة لدى أدنى مسّ. وردّة الفعل هذه تسمح للدودة بالهرب والتخلّص من الطيور

الطيور

زينة وطيران

تبدو أنواع من الريش في غاية الجمال (أعلاه). وفضلًا عن مظهرها الأخّاذ فإنها أساسيّة في عمليّة الطيران المذهلة. وتبدو هنا ببَّغاوا مَقَو كبيرتان في إحدى الغابات المطيرة (إلى اليمين) بلوني الأزرق والذهبيّ. وهما تطيران فوق الأشجار بحثًا عن الحبوب والثمار.

استطاعت الحشرات والخفافيش والطيور

أن تغزو الجوّ دون سائر
الحيوانات. والطيور تجيد
الطيران أكثر من سواها بفضل
تجهيزها المثاليّ لذلك. فالريش
الذي تحمله يجعلها تحلّق عاليًا
وتمرّ مسرعةً عبر الأشجار
وتحوِّم فوق الأرض. ولا تجرؤ
الطيور كلّها على المغامرة بعيدًا
عن مبيتها، إلّا أنّ أنواعًا منها
تجوب أرجاء الأرض كلّها
خلال حياتها.

فنّ الطيران

هناك أكثر من ٨٥٠٠ نوع من الطيور في العالم. أثقل هذه الطيور النعامة الإفريقيّة التي لا تستطيع الطيران، والتي يصل وزنها إلى ١٢٥ كلغ، أي أنها بزنة إنسانين راشدين. وأخفّها الطنّان المنتشر في أميركا الوسطى، والذي لا يتعدّى وزنه الغرامين، أي ما يوازي نصف قطعة من السكّر.

لطالما سحرت الطيور الناس، فاهتمّ علماء الطبيعة بدراستها تفصيليًّا قبل سائر المجموعات الحيوانيّة. وتحمل إحدى أهمّ جمعيّات حماية البيئة اسم الفنّان الأميركي جون جايمس أودوبون (١٧٨٥-١٨٥١) الذي اشتُهر بلوحاته التي تمثّل طيور أميركا، والتي تضم أكثر من ألف طير مرسوم بأدقّ تفاصيله وفي حجمه الطبيعيّ. وتصعب الاستعانة بهذه اللوحات الغالية الثمن، للتعرّف إلى أنواع الطيور في موطنها الطبيعيّ، إلّا أنّ هناك اليوم كتبًا ترشدك.

هذا **العشّ الاصطناعيّ** يشجّع الطيور على وضع بيضها فيه فيسمح بمراقبتها.

أصل الطيور

في عام ١٨٦١ حقّق العلم قفزة نوعيّة في موضوع أصل الطيور، بعد اكتشاف مفاجئ ومثير في منطقة «سولنهوفن» بألمانيا الجنوبيّة. هذه المنطقة الأوروبية تقدّم لنا اليوم مشهدًا من مجموعة تلال تغطّيها الأشجار ويجتازها عدد من الأنهر تتّجه شمالًا لتلتقي نهر الدانوب. لكنّ هذا التوزُّع الجغرافيّ لم يكن كذلك منذ ملايين السنين، إذ كان يغمر تلك التلال بحر شاسع قليل العمق. وقد رسبت في القاع هياكل غنيّة بالموادّ الكلسيّة لحيوانات صغيرة، مشكّلة طبقة كثيفة. وعندما ترسب طبقة فوق أخرى تضغطها فتتحجّر الطبقة الدنيا. والمعروف أنّ صخور منطقة «سولنهوفن» الكلسيّة طريّة جدًّا، حتى أنّها قُطّعت في القرن التاسع عشر واستُعمِلت للنحت. وكانت الصفيحة المنحوتة تُمسح بالحبر وتُطبع الصورة بعد ذلك فوق الورق، وهذا ما يُسمّى بالطباعة الحجريّة.

أحفورة «المجنّح القديم» الذي اكتُشف في «سولنهوفن» بألمانيا نصفه طير ونصفه الآخر من الزواحف.

من أجل الحصول على هذه الصفائح كان العمّال يفجّرون الصخور ويقطّعونها صفائح رقيقة. وغالبًا ما كانت الصخور تُبرز، بعد تشقّقها، أحافير الحيوانات التي عاشت في البحر.

لفيظة **البومة** هذه تبيّن الموادّ التي تتغذّى منها.

وكانت منطقة «سولنهوفن» غنيّة بالأحافير بحيث لم يعد العثور على كثير منها أمرًا مستغربًا. إلّا أنّ إحدى الصفائح أبرزت، بعد اقتطاعها، أحفورًا غريبًا، فقد كانت تمثّل هيكلًا كاملًا وواضحًا لطائر صغير حفظته حبيبات الكلس. وبدا هيكل هذا الطائر غريبًا، إذ لم يُر من قبل مثيل له، لا سيّما في خطوط ريشه.

تطوّرت أشكال **الريش** وألوانه مع مرور الزمن.

لغز من الماضي

أُطلق على أحفور «سولنهوفن» اسم «المجنّح القديم»، وأثار وصفه العلماء فالمعروف أنّ شارلز داروين (ص٢٠-٢١) كان قد نشر، قبل ذلك بسنتين، كتابه «أصل الأنواع» وفيه يعلن نظريته حول التطوّر. أمّا الأحفور الذي اكتُشف فكان «الحلقة المفقودة»، وهو يمثّل حيوانًا نصفه طير والنصف الآخر من الزواحف. وهذا ما جاء يدعم نظريّة داروين والتي ترى أنّ الأنواع تتبدّل وتتطوّر مع مرور الزمن.

يحافظ الريش على حرارة جسم **الكتكوت**.

كان للطير المكتَشَف أسنان ومخالب وذنب طويل كزواحف اليوم. لكنه بالمقابل كان مكسوًّا بالريش كسائر الطيور اليوم. وقد اعتُقد أنّ هذا الكائن كان يطير، لكنّ العلماء ما زالوا يشكّون بذلك. فالطيران يفرض وجود عضلات قويّة متّصلة برافِدة القَصّ في صدر الطير. وهيكل «المجنّح القديم» لم يكن يحمل هذه الرافدة مما منعه من التحليق طويلًا في الجوّ.

يرى بعض العلماء أنّ «المجنّح القديم» كان يُمضي وقتًا طويلًا بين الأشجار ويستعين بجناحيه للتحليق. ويرى بعضهم الآخر أنه كان يعيش على الأرض ويستخدم جناحيه للقفز وراء الحشرات أو لالتقاط فرائسه.

الريش والطيران

إذا كنّا نجهل كيف كانت الطيور الأولى تستعمل ريشها، فإننا واثقون من أنّ الريش كان له الفضل في تفوّقها الجوّي. فالريش قويّ، خفيف وليّن، ويملك الطير عددًا كبيرًا منه ولا يؤثّر فَقْدُ بعضه على حيويّته. وتُبدِّل الطيور كلّها أكثر ريشها أقلّه مرّة سنويًّا، وهناك أنواع عديدة منها تبدّل الريش مرّتين أو ثلاثًا في السنة. وكثيرًا ما نقع على ريش أصابه التلف يكون قد تساقط لينمو ريش جديد مكانه. أمّا أجنحة الحشرات والخفافيش فتبقى هي نفسها طوال حياتها، وإذا ما أُتلفت يصعب إصلاحها. ولا يساعد الريش الطير على التحليق فحسب إنّما يجعل جسمه انسيابيًّا ويحفظ حرارته.

منذ عهد «المجنّح القديم»، أي منذ أكثر من ١٥٠ مليون سنة، شهد الريش تبدّلات كثيرة شملت الشكل والحجم. فالطاووس يبسط ريشه الذي يمكن أن يصل إلى متر ونصف، بينما لا يتعدّى طول ريش الجفن لدى العصفور الملمتر الواحد.

تغيّرات داخليّة وخارجيّة

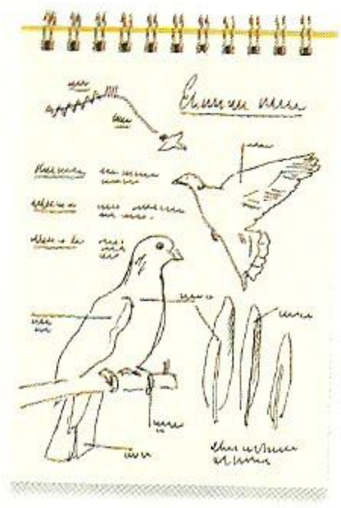
إنّ عمليّة الانتخاب الطبيعيّ التي استمرّت ملايين السنين قد صَقلت أجسام الطيور، كما يطوّر المهندس شكل الطائرة. فالأجنحة والريش هي عناصر أساسيّة للتحليق، إلّا أنّ تغييرات داخليّة أخرى حصلت وهي على درجة كبيرة من الأهميّة.

كونراد لورنز (١٩٠٣-١٩٨٩) وضع أبحاثًا حول بصمات الطيور وآثار قوائمها.

فالطيران يتطلّب بذل الكثير من الطاقة، وعضلات الأجنحة تصرف وحدات حراريّة، على غرار محرّكات الطائرة، أكثر بعشرين مرّة ممّا تبذله عضلات اللبونات. وهذا الأمر يستوجب التغذية بكميّات كبيرة من الأُكسجين، ففي رئة الطير حُجيرات متعددة تستخلص الأُكسجين من الهواء بفعّاليّة تزيد عن التي نظهرها نحن في هذا المجال.

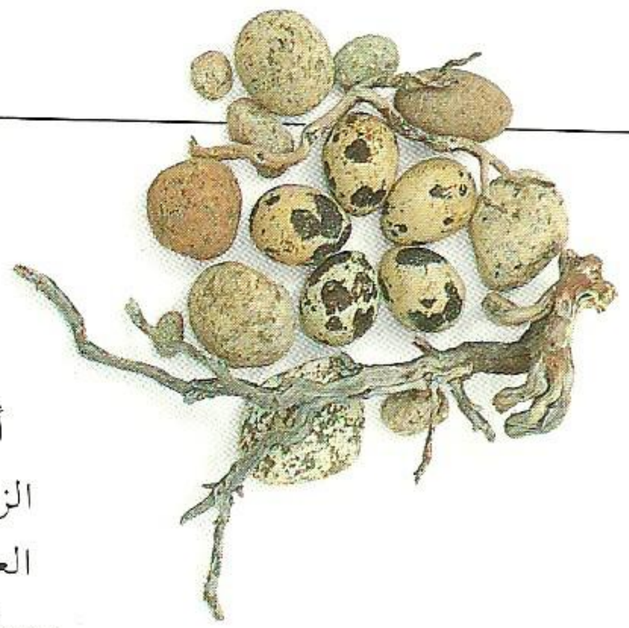
لأجنحة الطيور أشكال تتنوّع بتنوّع حاجاتها. فالطيور السريعة لها أجنحة مُسْتدقّة تساعد على التماسك في الجوّ. أمّا الأجنحة الواسعة المستديرة فهي أفضل من غيرها للمسافات القصيرة، وهي تساعد على الإقلاع السريع عند مطاردة فريسة أو الهرب مِن عدوّ.

ويجب أن تبذل عضلات الطير دفعًا كافيًا لتستطيع حمل الجسم. وخلال عمليّة التطوّر تحرّر جسم الطير من كلّ ثقل غير ضروريّ.



خلال مراقبتك الطيور **دوّن الملاحظات** على دفتر خاصّ.

وبالمقارنة مع أسلافه الزواحف نجد أنّ العظام أقلّ عددًا ومجوَّفة في معظمها. وبدل الأسنان الثقيلة ظهر المنقار الخفيف، كما غدت القوائم دقيقة إجمالًا. وتجدر الإشارة إلى أنّ بعض الأجهزة الداخليّة قد تطوّرت بهدف تخفيف الوزن، إذ لا نجد مثانة في الجهاز البوليّ لدى أكثريّة الطيور.



يساعد **التمويه** على إخفاء البيض الذي تضعه الطيور على الأرض.

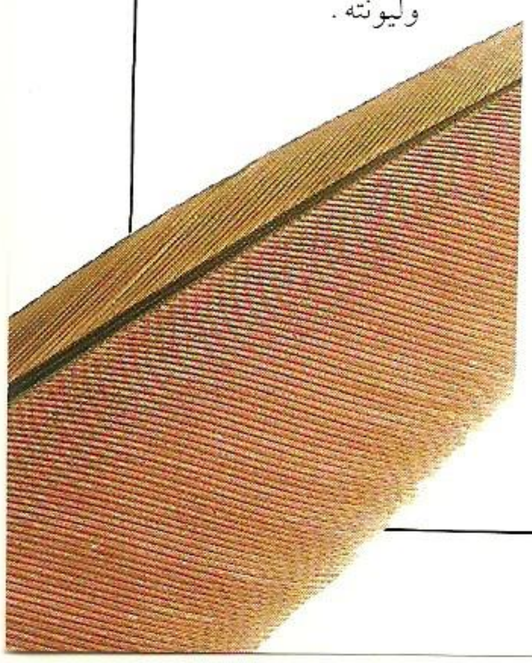
حدّة النظر

يقوم الطائر بحركات دقيقة ومتناسقة، تمامًا كقائد الطائرة النفّاثة. فعندما يندفع العصفور داخل غابة متداخلة الأغصان ينظّم وضعيّة جناحيه وذيله بشكل تلقائيّ وسريع، لئلا يصطدم بالأغصان. وهذا كلّه متعلّق بحاسّة النظر عنده.

تكون العيون لدى الكثير من الطيور بثقل الدماغ، وهي عند بعض الأنواع كبيرة الحجم إلى حدّ أنّها تتلامس داخل عظم الجمجمة. ولا تستعين الطيور بالنظر لتأمين سلامة الطيران وحسب، وإنما للبحث عن الغذاء أيضًا وتجنّب الحيوانات المفترسة والتودّد إلى طير من الجنس عينه، ولبناء عشّ تأوي إليه.

اكتشف العلماء، في السنوات الأخيرة، أنّ الطيور لا تتأثّر بنور الشمس المباشر فقط، وإنّما بالنور المستقطَب أو المنعكس أيضًا. فنور الشمس المنعكس بعد الغروب يساعد الطيور في اتجاهات طيرانها.

يسمح **المنظار بمراقبة** الطيور من دون إزعاجها.

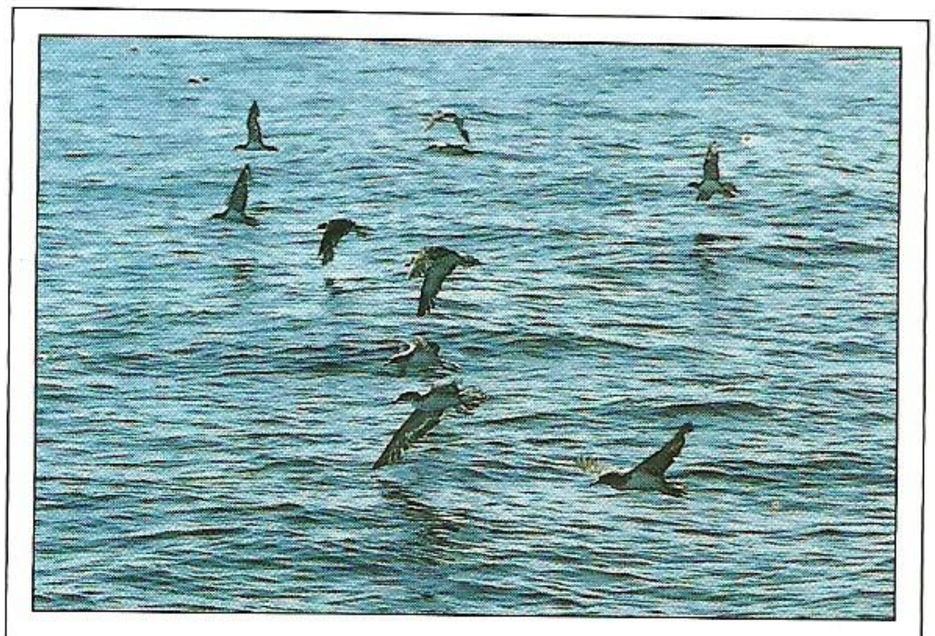


يؤمّن تداخل أطراف الريش متانته وليونته.

الأجنحة

لا بدّ لطائرة الورق التي تُطلق في الهواء من أن تقع عاجلًا أو آجلًا، وقد تتحطّم لدى ارتطامها بالأرض. أمّا العُقاب والنَّسر وسائر الطيور الكبيرة فإنّها تحلّق ساعات في الجوّ وتكاد لا تحرّك أجنحتها. وهي تحطّ في المكان الذي تختاره بدقّة متناهية. صمِّمَت الأجنحة خصّيصًا بهدف الطيران. فجانب الجناح مقوَّس، يساعد لدى اجتيازه الهواء على توليد قوّة رَفْع. وعندما تكون قوّة الرَّفْع هذه أقوى من وزن الطائر يرتفع هذا الأخير ويطير.

جناح حمامة
يتراكم ريش الجناح ليعطي مساحة صقيلة تنساب بسهولة في الهواء.



الهجرة الطويلة
تعتبر هجرة طيور جَلَم الماء القصير الذيل من أطول الهجرات، فهي تجتاز فوق المحيط الهادي مسافة ٣٢٠٠٠ كلم. وهي تضع بيضها في جزر مضيق «باس»، بين أستراليا وتسمانيا. ثم تقوم برحلة طويلة حول المحيط، وتعود بعد أشهر إلى الجزر التي انطلقت منها. وهناك أنواع أخرى تقوم برحلات مماثلة سنويًّا، فالخَرْشَنة القُطْبيّ يقوم برحلته من القطب الجنوبيّ إلى القطب الشماليّ.

سرّ الطيران

هذا ريش جناح حمامة. للحمام قوّة طيران هائلة، والقسم الأكبر من وزن الطير يتكوّن من كتل عضليّة تصل عظام الجناحين برافدة القصّ في الصدر. فالريش الأكبر حجمًا يساعد على الرَّفع، والريش الأصغر يعزل الجسم ويخفّف من ضغط الهواء.

كلّ ريشة من القوادم الخارجيّة تكون غير متناظرة.

القوادم الداخليّة

الريش الكاسي

الريش الكاسي
يغطّي مقدّمة الجناحين ويشكّل طبقة ناعمة يجري فوقها الهواء.

القوادم الخارجيّة
يكون لهذا الريش اتجاه جانبيّ (أعلاه) في حالة الطيران. وهو يؤمّن الرَّفْع ويسمح بالانحراف والتوجّه.

القوادم الداخليّة
تكمّل القوادم الداخليّة القوادم الخارجيّة وتساهم في توفير الرَّفْع. وهي متناسقة وتتوزّع بانتظام على جهتي عراق الريشة.

يتوزّع ريش الذيل بتناسق ويستعين به الطير في عمليّة التوجّه.

يغطّي الريش الكاسي قسمًا من الذيل ويشكّل طبقة ناعمة.

ريش كِفافيّ

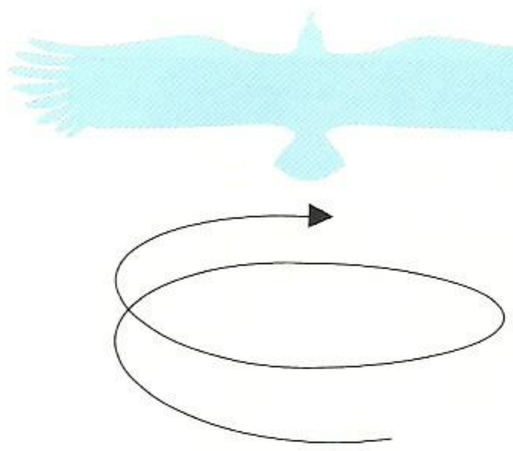
ريش كِفافيّ
للطيور أجسام انسيابيّة تخفّف من ضغط الهواء. ويتراكم الريش الكفافيّ فوق الجسم ليعطيه مساحة ناعمة.

أنواع الطيران

يستطيع عالِم الطيور المتمرِّس أن يحدّد نوع الطير من طريقة تحليقه. والواقع أنّ للطيور طرقًا متنوِّعة ومميَّزة في الطيران، تتعلّق بأشكال الأجنحة. فالطيور التي تبقى طويلًا في الجوّ، كالعقبان والقَطارِس، لها أجنحة كبيرة تساعدها على التحويم والتحليق عاليًا. ويصعب على هذه الطيور الكبيرة أن تغيّر اتجاهها بسرعة، لكنّ ذلك ليس له شأن في المسافات الطويلة. أمّا الطيور التي تجتاز مسافات قصيرة فعليها أن تتحاشى الحواجز وأن تتّقي الأعداء، ولها أجنحة مستديرة وقصيرة تلبّي الحاجة إلى التغيير الفجائيّ لوجهة الطيران.

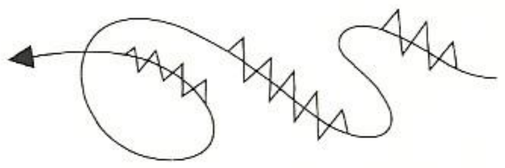
النَّسر

لا تبذل النسور جهدًا كبيرًا في الطيران، فهي ترتفع عاليًا مستعينة بالتيّارات الهوائيّة الساخنة وتحوِّم في مناطق حارّة. ويمكنها أن تنتقل بسهولة بين المناطق الجوّية العالية.



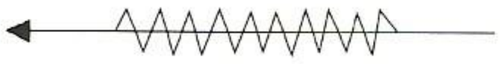
السَّمامة

تكيّفت أجنحة السَّمامة الضيّقة والمائلة إلى الوراء على الطيران السريع، ولا يترك جسمها الصغير والمسطّح أثرًا في الهواء. وطيران السَّمامة عبارة عن تصفيق متتابع للأجنحة يقطعه تحويم قصير.



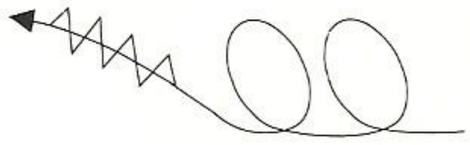
البطريق

خسر البطريق قدرة التحليق عاليًا بسبب ثقل جسمه، لكنّه يسبح «طائرًا» تحت الماء. ويعمل جناحا البطريق القصيران والصلبان كزعنفتي سمكة، فيساعدانه على الوصول إلى سرعة أربعين كيلومترًا في الساعة، ويعطيانه قوّة دَفع سريعة. كما يختزن ريش البطريق الهواءَ الذي يحفظ حرارة الجسم. وإذا ما تمادينا في الاقتراب قد يصفعنا الجناحان الصلبان بقوّة بالرغم من صغر حجمهما.



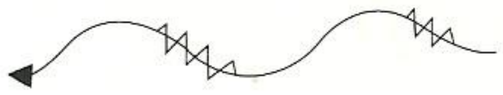
النَّورس

يجمع النورس بين التصفيق والتحويم في طيرانه. يتميَّز جناحاه بالطول والدقّة، وهما قريبان من جناحَي الطائرة الشِّراعيّة، ويزوّدانه بقوّة رفع تجعله ثابتًا في الرياح البحريّة القويّة. ولتغيير الاتّجاه يصفّق بجناحيه.



الشُّرشور

يعيش الشُّرشور في الحقول والأحراج، وقد تكيَّفَ جناحاه على الطيران المتقطّع للانتقال من غصن إلى آخر. كما أنّ شكل الجناحين بَيْضَويّ، يؤمِّن الدفع وسرعة الحركة، لكنّه يجعل الطائر يبذل طاقة كبيرة لمجابهة ضغط الهواء. يمكن التعرّف بسهولة إلى الشرشور من خلال الطريقة الراقصة في طيرانه، إذ يصفّق بجناحيه ثم يوقفهما مسافة قصيرة.



الطنّان والتحليق الثابت

يتميّز عصفور الطنّان بالتحليق الثابت. يستطيع جناحاه الصغيران أن يصفّقا بسرعة تصل إلى مئة مرّة في الثانية، وهذا ما يجعل النظر عاجزًا عن رؤية الجناحين يتحرّكان. هذا التحليق الثابت يفرض بذل طاقة كبيرة، ولولا تناوله رحيق الأزهار الغنيّ بالموادّ السكّرية التي تؤمّن له الطاقة لما استطاع الطنّان القيام بهذا التحليق.

العجز عن الطيران

يعيش طائر «الكيوي» في نيوزيلاندا، ويبلغ طول جناحيه خمسة سنتيمترات. وهو لا يقوى على الطيران. يتميَّز الكيوي بقوّة حاسة الشمّ، خلافًا لمعظم الطيور، فيستعين بها للعثور على الديدان والحشرات في التربة. ولم يكن التطوّر متواصلًا لدى بعض الكائنات، إذ انتكس ورجع إلى الوراء. فبعد أن اكتسبت أنواع من الطيور، ومنها الكيوي، القدرة على الطيران عادت ففقدتها، ولم يعد الطيران الوسيلة الوحيدة للبحث عن الغذاء أو الهرب من الحيوانات المفترسة. فالجناح تقلّص وأمسى صغيرًا عاجزًا عن حمل الطائر. هذه الطيور تعتمد غالبًا على حجمها وقوّتها لمواجهة الأخطار، كما هو حال النعامة والإيمو. أمّا الطيور الصغيرة مثل الكيوي والكاكاپو فتنتشر في جزر لا تكثر فيها الحيوانات المفترسة.

الريش

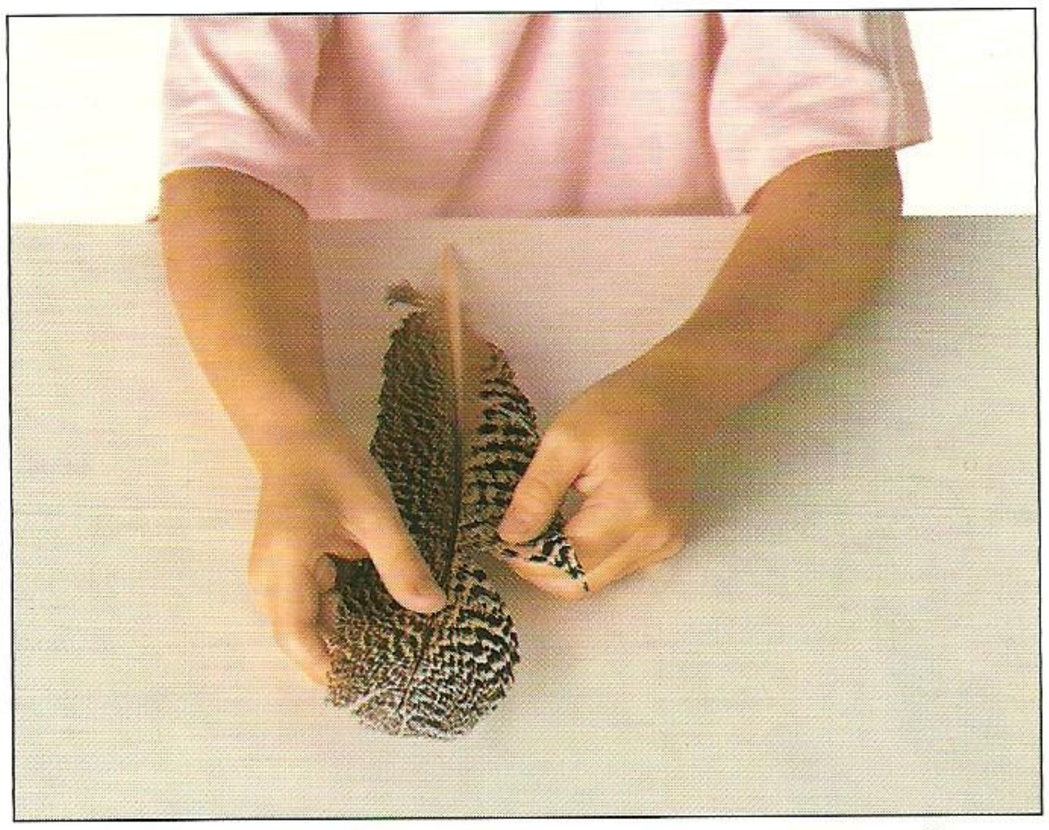
الريش للطيور هو كالفراء للّبونات، فهو غطاء حيويّ يحفظ حرارة الجسم. كما أنّه يؤدّي وظيفة أساسيّة في الطيران. وقد تطوّر الريش انطلاقًا من حراشف الدينوصورات التي هي أسلاف الطيور المباشرة. يتكوّن الريش من مادّة القَرنين، وهي مادّة بروتينيّة قويّة وليّنة تدخل في تكوين أنسجة جلد الإنسان وشعره وأظافره. فحراشف الزواحف هي من القَرنين الكثيف والصلب، أمّا الريش فمكوَّن من خيوط هذه المادّة (الأَسَلات) المتّصلة بعِراق الريشة. وعلى الرغم من خفّته فقد يكون وزن ريش الطائر ضعف وزن هيكله العظميّ. فلو أخذنا عُقابًا بوزن أربعة كيلوغرامات لوجدنا أنّ ريشها يزن ٦٧٠غ مقابل ٢٧٠غ فقط للعظام.

عَرْض أَرْياش

خلال أوقات التزاوج يرفع الطاووس ريش ذيله ليجتذب الإناث ويُبعد سائر الذكور.

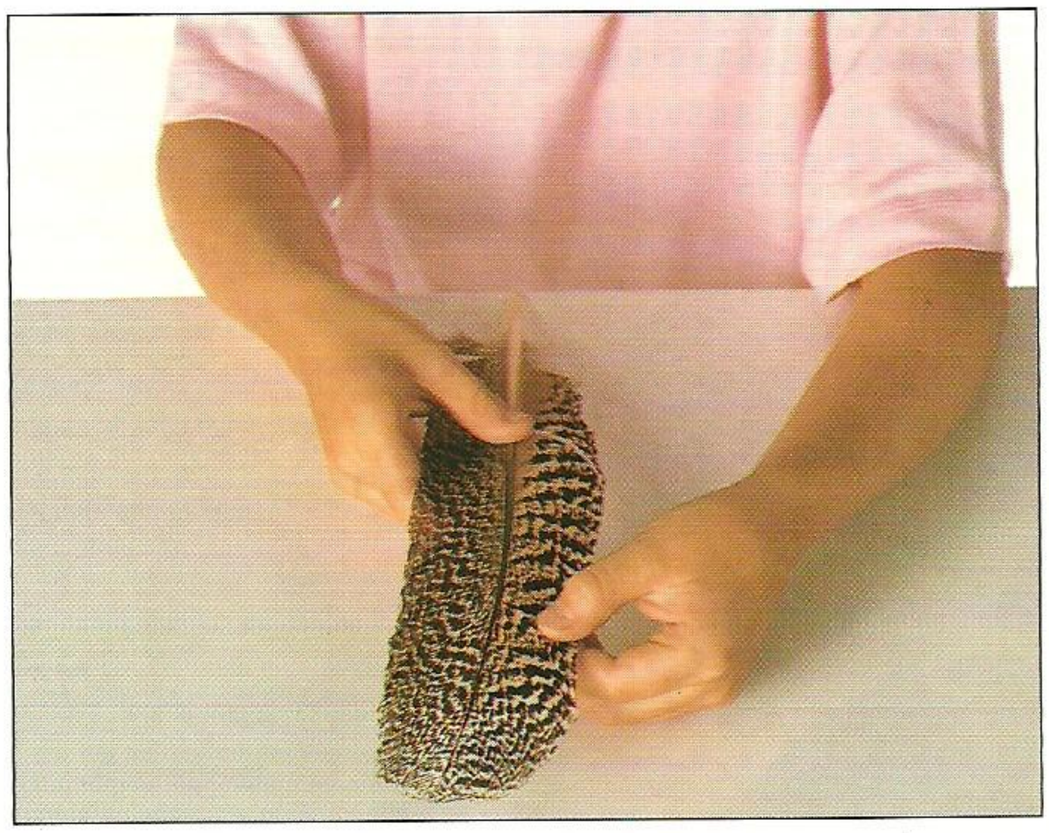
تكوين الريش

لدى تفحّصنا ريشة كبيرة نلاحظ أنّ الأسلات متّصلة ببعضها بواسطة صفّ متداخل الأطراف من الأُسَيلات التي تعمل تمامًا كأسنان السّحاب. ويمكنك تفريق أسلات الريشة بفصل أُسَيلاتها، فإذا مرَّرْت أصابعك من فوق إلى تحت بدت الريشة مفكّكة. وإذا مرّرْت أصابعك ثانيةً من تحت إلى فوق أمكنك أن تجعل الأسلات مليسةً مرّة أخرى. هذا ما تفعله الطيور، وإذا ما راقبتها تلاحظ أنها لا تكفّ عن تمرير مناقيرها على ريشها لتجعله ناعمًا وبرّاقًا.



فصل الأَسَلات

خذ الريشة بشكل أفقيّ ومرّرْ إصبعك باتجاه ذيلها. فتنفصل الأسلات بعد أن تُفكّ أُسَيلاتها.



تشبيك الأسلات

خذ الريشة بشكل أفقيّ ومرّر إصبعك من الذيل باتجاه الرأس. فتتشابك الأُسَيلات مجدّدًا وتختفي الفجوات بين الأسلات.

أنواع الريش

تطوَّر الريش إلى أنواع مختلفة، متكيِّفًا مع الأدوار التي وُجد لها. فصغار الطيور تكون مكسُوّة بالزغب الذي يحفظ الحرارة. ونجد عند بعض الطيور البالغة ريشًا كبيرًا يكون ذيله كتلةَ زغب، والقسم العُلويّ عريضًا وصلبًا. ويكون الزغب في كل ريشة مغطّى بالقسم العريض من ريشة أخرى، تمامًا كترتيب قرميد السطوح.

ريش الجسم

لهذا الريش دور العازل الحراري، فضلًا عمّا يقدّمه من أنماط متنوّعة وألوان زاهية.

يغطّي جسم طير «التُّدْرُج» ريش في قاعدته كتل من الزغب.

ريش الذيل

يساهم ريش الذيل في التوجّه خلال الطيران، وفي حفظ التوازن على البرّ. وهو يسهم في إعطاء مظهر دالّ على وقت التزاوج عند بعض الطيور.

ريشة ذيل ببّغاء

القوادم

لا نجد في قوادم الطيور زغبًا، فهي أُعدَّت لحمل الطير عاليًا، وتكون قويّة وناعمة وكتيمة. والقسم الخلفيّ منها أكثر اتساعًا من القسم الأماميّ وأكثر ليونة، ممّا يساعد في عملية خفق الأجنحة.

قوادم ببغاء

صورة ريشة مكبَّرة

إذا استعنت بعدسة مكبِّرة فإنك ترى كيف تربط الأسيلاتُ الأسلاتِ ببعضها البعض، وتعمل هذه الأُسَيلات تمامًا كأسنان السَّحّاب إلّا أنها أكثر تعقيدًا، إذ إنّ لكل منها ثلاث أو أربع أسنان تتعلّق بأُسَيلات الأسلة المجاورة.

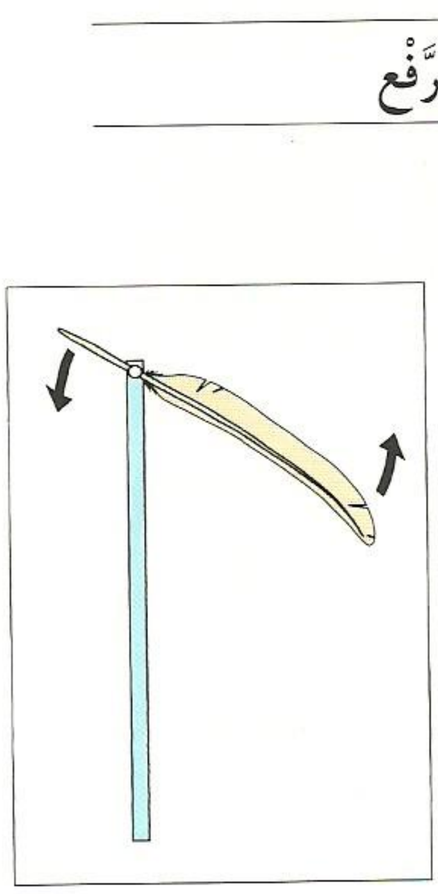
اختبار

كيف يولّد الريش قوّة الرَّفْع

إذا تفحَّصْت ريشة كبيرة لجناح طير فإنك تراها منحنية الشكل، وهكذا يكون الجناح كلّه، ممّا يولّد قوة الرّفع. وعندما ينطلق الطائر فإنّ الهواء الذي يمرّ فوق الصفحة المنحنية يكون أسرع من الهواء الذي يمرّ من تحت، وهذا الفارق بالسرعة يدفع الجناح إلى الارتفاع. يمكنك أن تتأكّد من ذلك إذا ما وجَّهت نحو ريشة هواءَ مجفِّفٍ للشعر.

يلزمك

- ريشة طير كبيرة (قادمة) • عارضة خشبيّة
- دبّوس رسم• مجفِّف للشعر



١ **علّق الريشة** بعارضة الخشب ولا تثبّتها، واجعل جهتها الضيّقة من ناحيتك.

٢ **وجِّه الهواء** نحو الريشة ولاحظ ما يجري. ضعْ الريشة بعكس ما كانت عليه وقمْ بالاختبار عينه.

اللَّفائظ المطروحة

تلتقط الطيور الطعام بمناقيرها، لكنّها لا تستطيع مضغه، فتبتلعه كما هو. وعندما تأكل البومة فأرة تبتلعها كما هي، بعظامها وجلدها، فتهضم معدتها الأجزاء الرخوة من الفريسة وتطرح الفضالة، ونسمّيها لفيظة، على شكل كتلة صغيرة تتقيؤها.

يكثر عدد الطيور التي تطرح اللَّفائظ، ويمكن العثور عليها قرب مبيت بومة مثلًا. هذه الكتل تجفّ بسرعة ولا رائحة لها. لذلك لا بأس إذا ما جمعْتَ بعضها ثم غسلْتَ يديك. فدراستها تساعدك على معرفة الكثير عن عالم الطيور، وعلى تحديد الموادّ الغذائيّة التي تتناولها.

البومة الصمعاء
تصطاد البومة الصمعاء فرائسها ليلًا، وهي منتشرة في الأقطار كلّها، ما عدا القطب الجنوبيّ، واللفيظة التي تطرحها تحوي بقايا لبونات وعصافير صغيرة.

اختبار
تفحّص لفيظة

يمكنك بعثرة لفيظة جافة بواسطة ملقط، لكنّ العظام الصغيرة سريعة الانكسار. وأفضل ما يمكن القيام به هو وضع اللَّفيظة في مياه تحوي سائل الجلي، والتقاط العظام بتأنٍّ منها بعد أن تصبح رخوة.

يلزمك

- ورقة كرتون
- غراء
- عدسة مكبِّرة
- ملقط
- مصفاة
- ماء وسائل جلي
- مرطبان
- لفيظة أحد الطيور

١ **اِملأ المرطبان ماءً حتى منتصفه** وأضف فوقه نقطة من سائل الجلي. ضع اللفيظة في المرطبان وأقفله، ثم خُضَّه مدّة نصف دقيقة تقريبًا.

٢ **ضع المرطبان** جانبًا مدّة خمس دقائق، ثم خضّه من جديد. فسائل الجلي يساعد الماء على التغلغل داخل اللفيظة التي تبدأ بالتفكّك. عندما تصبح متفكّكة أفرِغ محتوى المرطبان في مصفاة. تستطيع بعد ذلك التقاط العظام بملقط. ستكون عظام كل حيوان موزَّعة في اللفيظة، فتعثر بسهولة على الجمجمة والفكَّين وعظام الأرجل والأضلاع، وتجد بعض الصعوبة في رؤية الأسنان. ولأسنان الزَّبابة وفأرة البيت وفأرة الزرع خصائص مميّزة يمكن التعرّف إليها لدى مراقبتها بالعدسة المكبِّرة.

أنواع اللفائظ

تتقيّأ طيور كثيرة لفائظ بغية التخلّص من الموادّ التي لا تستطيع هضمها. فالبوم وسائر الطيور الجارحة تشكّل لفائظ لا تحوي إلّا بقايا الحيوانات. والمعروف أنّ العقبان والصقور تنتزع اللحم من العظام قبل ابتلاعها، بخلاف ما يفعله البوم، ولا تحوي لفائظها أيًّا من هذه العظام، باستثناء كِسَر صغيرة. كما تتقيّأ الغربان وبعض طيور البحر كالنَّورس لفائظ تحوي بقايا نباتات وقشور حبوب وقوقعات حيوانات مثل السرطان.

لفيظة طويل الساق

غالبًا ما تحوي لفائظ طويل الساق بقايا أصداف.

لفيظة غراب

تحوي لفيظة الغراب بقايا حشرات، فالغربان تأكل النباتات والحيوانات ولا سيّما الحشرات.

لفيظة البومة الصمعاء

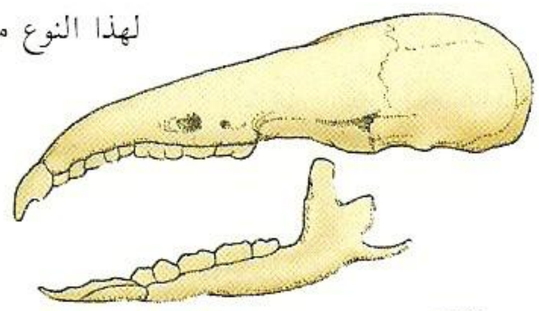
تكون كبيرة الحجم، مستديرة الشكل، وذات لون أسود أو رماديّ، وتُرى من الخارج أحيانًا عظام صغيرة.

لفيظة طير مغرّد

تتقيّأ العصافير الصغيرة أحيانًا لفائظ تحوي حبوبًا تعذَّرَ هضمها.

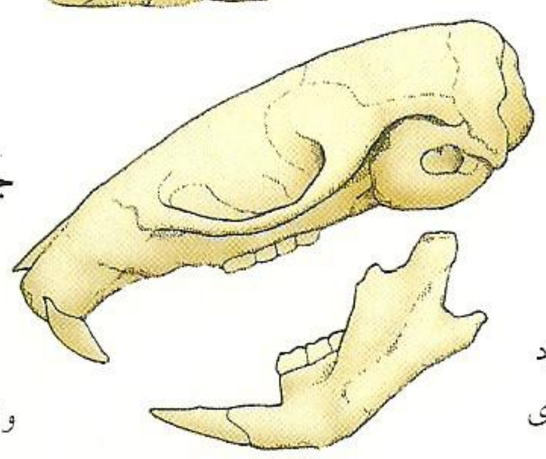
جمجمة الزَّبابة

لهذا النوع من الفئران جمجمة صغيرة وفكّان ضيّقان، كما أنّ الأسنان متلاصقة، والقواطع حادّة وبارزة. إمسك الجمجمة بتأنٍّ لأنها سريعة الانكسار.



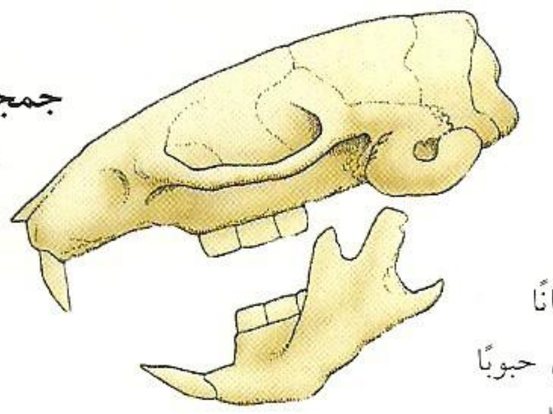
جمجمة فأر البيت

يسهل التعرّف إلى جمجمة فأر البيت بفضل المسافة الفاصلة بين الطواحن والقواطع.

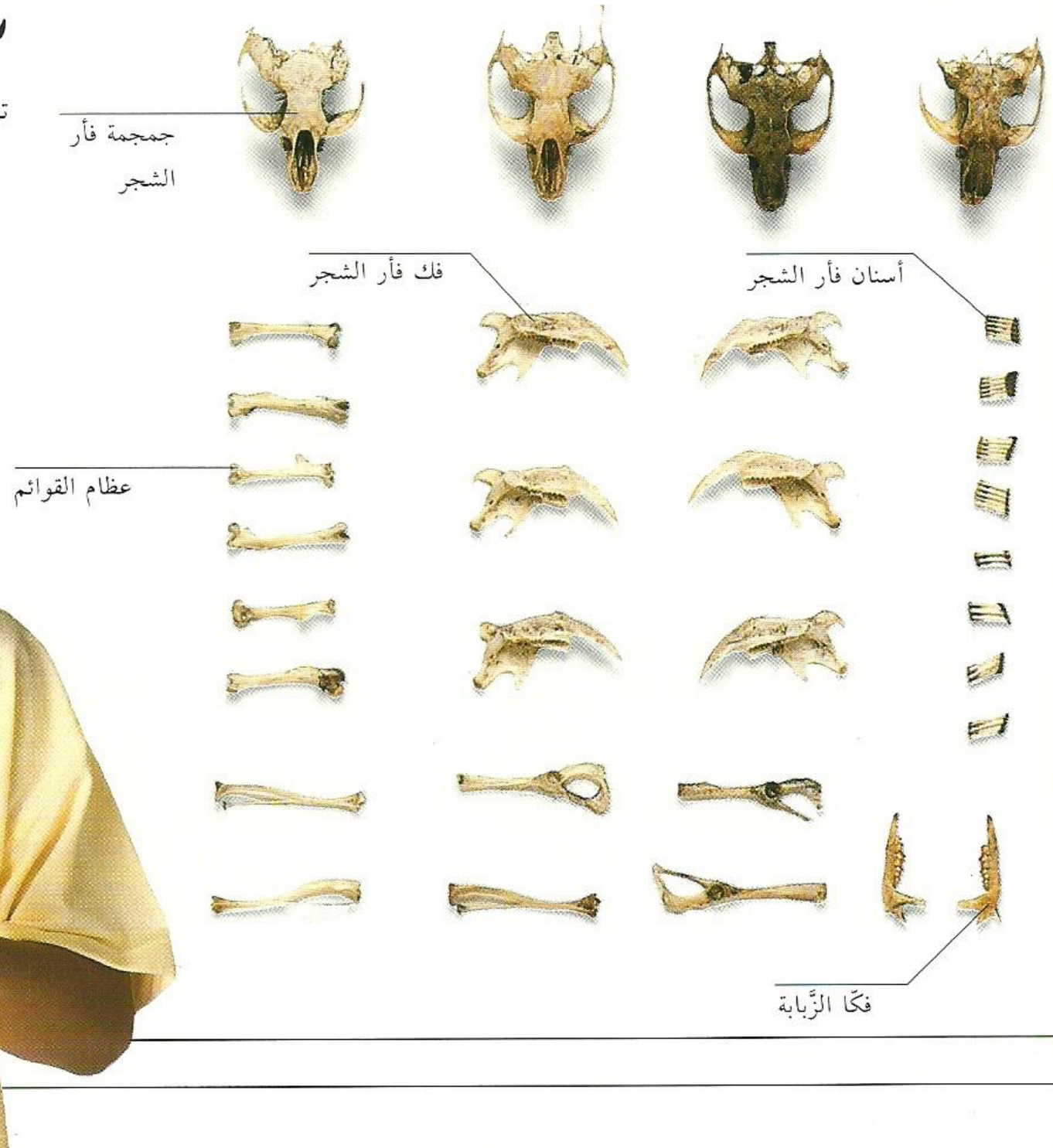


جمجمة فأر الشجر

تبدو الطواحن مسطّحة أُتْلِفَت لكثرة مضغ النباتات.



٣ **إغسل العظام** واتركها تجفّ. إستعنْ بالعدسة المكَبِّرة لمراقبتها وتصنيفها بحسب الأنواع. يمكنك بعد ذلك تعليقها على ورقة كرتون فتتشكّل لديك مجموعة نادرة.



البيض

تبدو بيضة الطائر شبيهة بمركبة فضائيّة. ففي داخلها كائن حيّ، هو الصوص (الكتكوت)، يتحتّم عليه أن يحيا في عالم عدوانيّ خارج بطن أمّه. وقشرة «كبسولته الفضائيّة» تؤمّن له الحماية وتوفّر له ما يحتاجه من ماء وغذاء. كما تكون البيضة مجهَّزة بجيب خاصّ لتجميع الفضلات.

والفارق الوحيد بين البيضة والكبسولة الفضائيّة هو إمكانيّة تسرّب الأُكسجين إليها، وهو أمر حَيويّ. فأُكسجين الهواء الخارجيّ يدخل عبر مسامّ متناهية في الصغر إلى حدّ أنّ الماء لا يخرج منها. وعندما يصل الصوص إلى درجة مناسبة من النموّ يكسر قشرته ويتحرّر منها.

بيض مموَّه

يُعتبر البيض غذاءً مهمًّا للحيوانات المفترسة، وهو يُؤكل بسرعة إذا لم يكن محميًّا أو مخبَّأً. فطير السُّمانى يضع بيضه على الأرض ويحضنه، وإذا ما اضطرّ إلى تركه يلجأ إلى تمويهه لئلا يلفت النظر. ويمكن التعرّف إليه من البقع التي تبدو بلون العشب والحصى.

اِستجلاء البيض

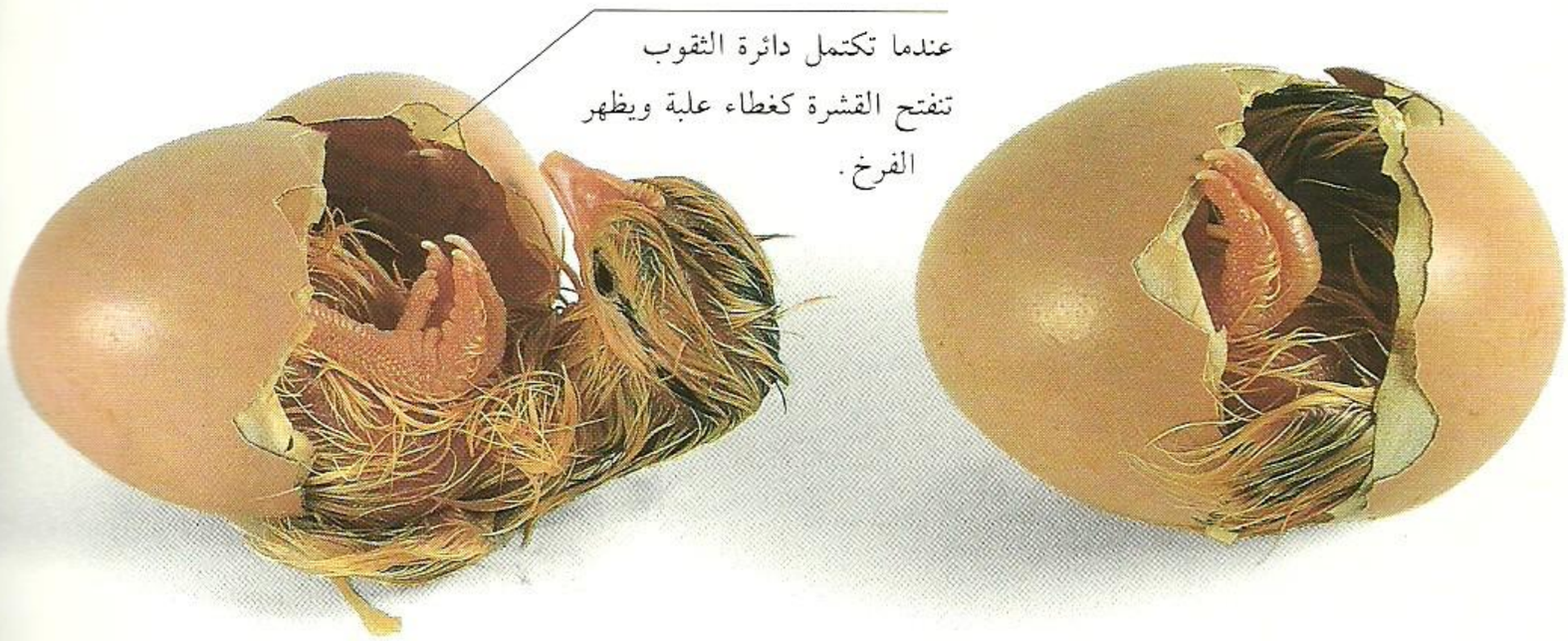
يساعد نور مصباح الجيب على استجلاء البيضة.

من الصوص إلى الدجاجة

تكون بيضة الدجاجة في البدء خليّة وحيدة، ثم تنقسم إلى خلايا عديدة بعد الإخصاب. تحضن الدجاجة البيضة بعد وضعها، فتحافظ بذلك على درجة الحرارة المطلوبة لينمو الفرخ بشكل طبيعيّ. وبعد ثلاثة أسابيع يكتمل نموّه داخل البيضة فيخرج منها. في بداية مرحلة الاحتضان، يتلقّى الفرخ الأُكسجين من أوعيته الدمويّة التي تكون متّصلة بالهواء القادم عبر القشرة. ومع مرور الوقت يخسر الماء تدريجيًّا ويتكوّن جيب هوائيّ في طرف البيضة المستدير بين الغشاءين اللذين يغلّفانها، وفيه يضع الفرخ منقاره للتنفّس بضعة أيّام قبل أن يفرخ.

١ **بعد نضوب مخزون الأكسجين من البيضة** يبحث الفرخ عن مصدر آخر له، فيثقب القشرة ويتنفّس مباشرةً من الهواء الخارجيّ. وعندما يحين وقت خروجه يُحدث في القشرة عدّة ثقوب بسنٍّ في رأس منقاره تسمّى سنّ التفريخ.

٢ **يدفع الفرخ** طرف القشرة المستدير بقائمتيه ويخرج، وبعد ذلك بساعات قليلة يستطيع التنقّل والبحث عن غذائه. ولا تستطيع صغار الطيور الأخرى أن تستقلّ مباشرةً بأمرها، فتلزم أعشاشها لتغذّيها أمّهاتها.



عندما تكتمل دائرة الثقوب تنفتح القشرة كغطاء علبة ويظهر الفرخ.

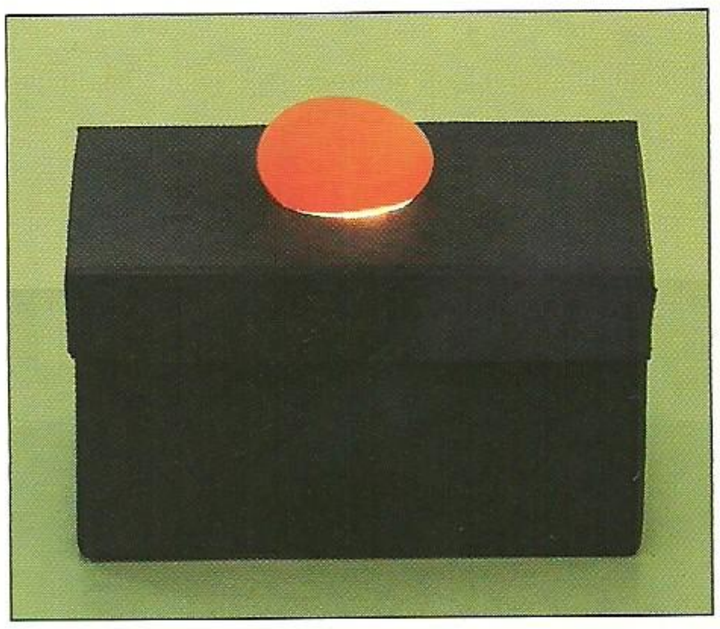
اختبار

تجهيز مُسْتَجْلٍ للبيض

يمكنك تجهيز مُسْتَجْلٍ لتفحّص ما في داخل البيضة. أُدْهُنْ داخل العلبة باللون الأسود، واثقب الغطاء على شكل بيضة. ثم ضعْ داخل العلبة مصباح جيب ووجِّهْ نوره نحو الثقب. ولدى وضعك بيضة فوق الثقب تتمكّن من رؤية محيط الجزء الأصفر منها. يلجأ المزارعون إلى هذه الوسيلة لتفريق البيض المخصَب عن البيض العاديّ. فالبيض المخصَب وحده يكوّن الفرخ الذي يظهر خياله داخل البيضة.

يلزمك

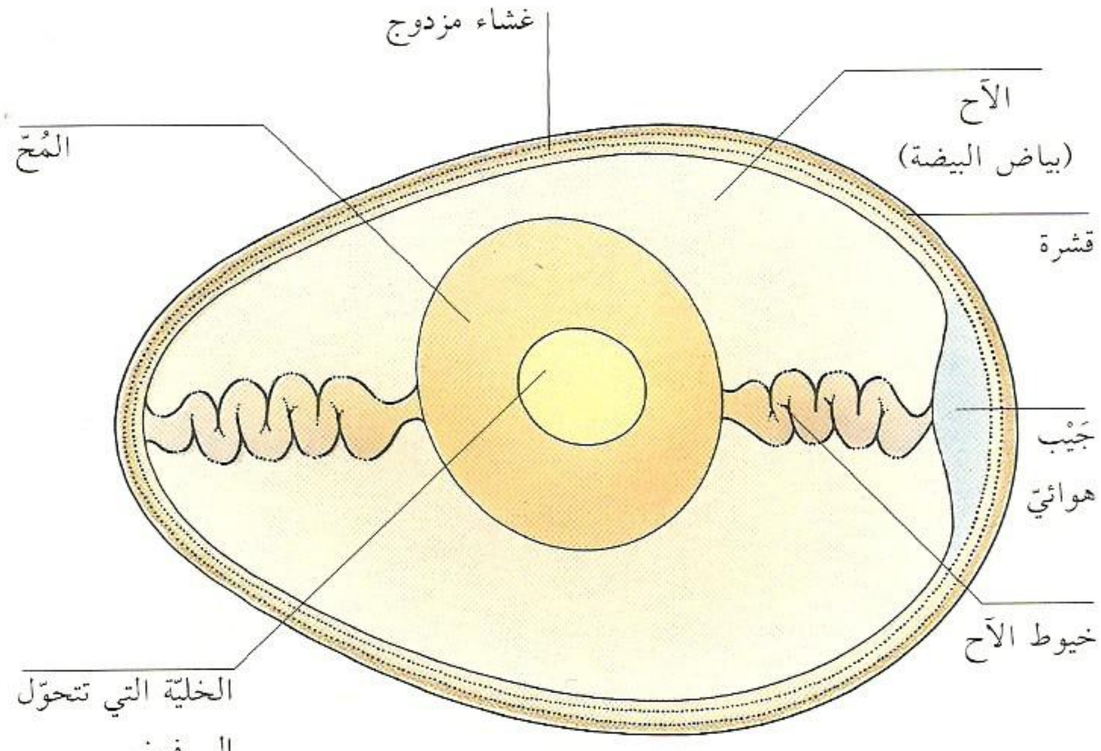
- علبة أحذية مطليّة بالأسود من الداخل
- بيضة • مصباح جَيْب



الرؤية من الأعلى

يُستحسن استعمال المُسْتَجْلي في غرفة معتمة.

داخل البيضة



تحوي البيضة المُحّ في وسطها، وهو المخزون الغذائيّ للطائر الصغير. يتماسك المُحّ في الوسط بواسطة خيطين لولبيّين يعرفان باسم «خيوط الآح». خلال فترة الحضانة تقلّب الدجاجة البيضة لتوفير تدفئة متجانسة، فيعيد الخيطان المُحّ إلى وضعه الطبيعيّ. أمّا البياض أو الآح فيختزن الماء للطائر الجنين. ويبيّن الرسم أقسام البيضة من أعلى.

٣ **يخرج الفرخ** برأس مكتمل وقائمتين تامَّتَي النموّ، لكنّ الجناحين يكونان صغيرين وغليظين. فهو لا يقوى على الطيران، لكنّه يستطيع الجري للهرب من الخطر. وبإمكانه تأمين غذائه، إذ ينقر كلَّ ما يبدو له صالحًا للأكل، وذلك بدافع الغريزة.

تقع سنّ التفريخ
بعد مرور وقت قصير
على خروج الفرخ من البيضة.

يكون جسم الفرخ مغطّى
بزغب رطب سرعان ما يجفّ.

٤ **يبدأ الفرخ بالتعرّف** إلى صوت أمّه وهو بعد داخل البيضة، وهو يتبعها منذ أن يبدأ بالسير. ثم يتعرّف بنظره إليها، ما يُعرف بالطابع السلوكيّ أو العلامة الغريزيّة (ص ١٤٠). أمّا الفرخ الذي تفرِّخه الحاضنة الاصطناعيّة فإنّه يتبع أوّل كائن يراه يتحرّك بعد خروجه من البيضة.

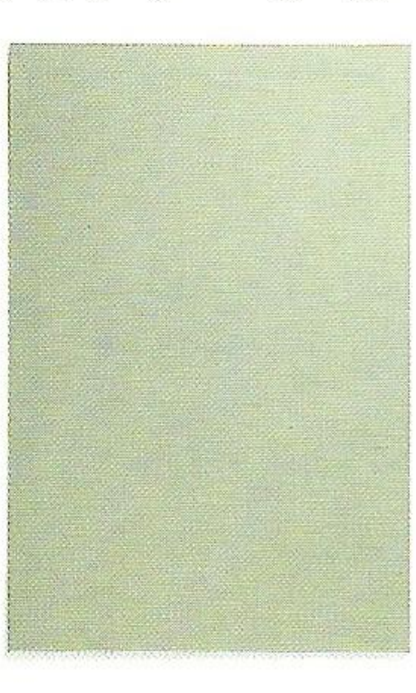
الأعشاش

قد لا تصدّق أنّ بعض الطيور تضع بيضها على الأرض ولا تبني أعشاشًا، أو تضعه على منحدرات الصخور وعلى أطراف الأغصان. أمّا تلك التي تبني الأعشاش فتتبع أساليب متنوعّة، فالحمام وبعض الطيور الجارحة تكدّس موادّ متنوّعة دونما تنظيم. هناك طيور أخرى كثيرة، بينها التي تراها في الحدائق، تمضي أيّامًا وأسابيع لبناء مبيتها. وتجد لدى بعض الأنواع أنّ الذكور والإناث تتعاون في بناء الأعشاش. وقد يكون تجهيز العشّ عملًا شاقًّا، فطائر السنونو يقوم بمئات الرحلات لنقل الأوحال التي يحتاجها. وبعد الفراغ من العشّ يمضي الطائر وقتًا طويلًا في تأمين الغذاء لصغاره.

اختبار
تفحُّصُ عشّ مهجور

اِحمِ الطبيعة

يجب ألّا تزعج الطائر في عشّه. إلّا أنه عندما ينتهي وقت احتضان البيض وتفريخه، في منتصف الصيف، يمكنك تفحّص الأعشاش الفارغة بعيدًا عن الخطر، لتتعرّف إلى كيفيّة تجهيزها. وينبغي التأكّد من أنّها لم تعد تُستعمل، فطيور كثيرة تحضن البيض غير مرّة في السنة.



يلزمك

- عشّ مهجور
- ملقط
- ورقة كرتون
- غِراء
- عدسة مكبِّرة

١ **اِرفع العشّ بهدوء** واقطعْ الأغصان التي قد يكون العشّ عالقًا بها، ثم ضع العشّ على طاولة وانظر ما بداخله. غالبًا ما تحوي الأعشاش القشور وبقايا موادّ غذائيّة، ممّا يساعد على معرفة بعض خصائص أصحابها. يمكنك بعد ذلك تفكيك العشّ بملقط لتتعرّف إلى الموادّ التي جُهِّز منها. وإيّاك أن تأكل شيئًا أو تلمس فمك قبل أن تغسل يديك عند الانتهاء من تفحّص العشّ.

اختبار

تجهيز عشّ اصطناعيّ

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

يجذب العشّ الاصطناعيّ في الحديقة العصافير. والمعروف أنّ عصافير كثيرة تضع بيضها في ثقوب الأشجار، فتجهيز علبة بفتحة قطرها ٣ سم يشكّل مكانًا مناسبًا لمبيت هذه العصافير ويمنع الكواسِر والحيوانات المفترسة من اقتحام المبيت. ولا تحاول الاقتراب من العشّ الاصطناعيّ ومراقبة ما في داخله، لأنّ ذلك قد يؤدّي بالعصفور إلى هجر مسكنه.

يلزمك

من الخشب بسُمك ٢ سم: (أ) لوحة خلفيّة بقياس ٢٥ × ١٥ سم (ب) أرضيّة العلبة ١١ × ١٥سم (ج) اللوحة الأماميّة ٢٠ × ١٥ سم (د) سقف العلبة ٢٠ × ٢٢ سم (هـ) لوحتان جانبيّتان بعرض ١٥سم، وارتفاع ٢٥ سم من الجهة الخلفيّة و٢٠سم من الجهة الأماميّة (و) عارضة تثبيت العلبة بقياس ٤٠ × ١٠سم

- منشار قطع النماذج • مِثْقَب يدويّ • براغي • مفكّ براغيّ • مسحاج • منشار • مفصّلة • خُطّاف
- ورق صنفرة

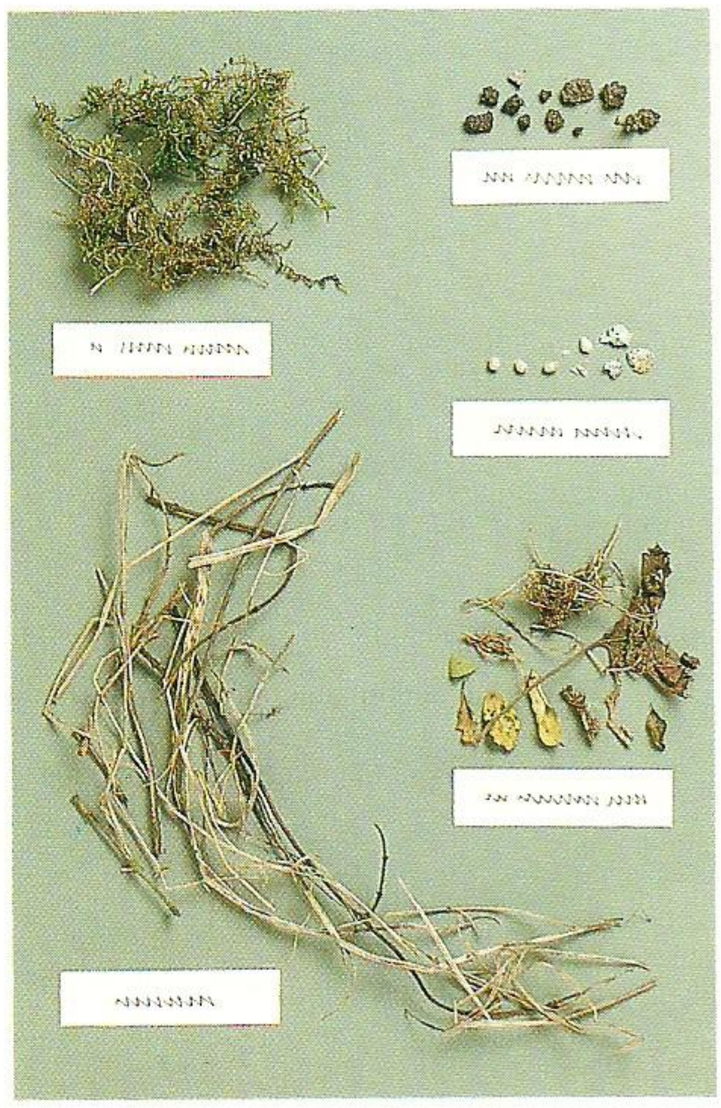
١ حضِّر الثقوب التي تدخل فيها البراغي، واثقب فتحة اللوحة الأماميّة (ج)، واسْتعِن بورقة الصنفرة لجعل الفتحة ناعمة.

٢ اِستعمل المسحاج لتنحت القسم العُلويّ من اللوحة الخلفيّة كي يتطابق مع السقف المائل للعلبة.

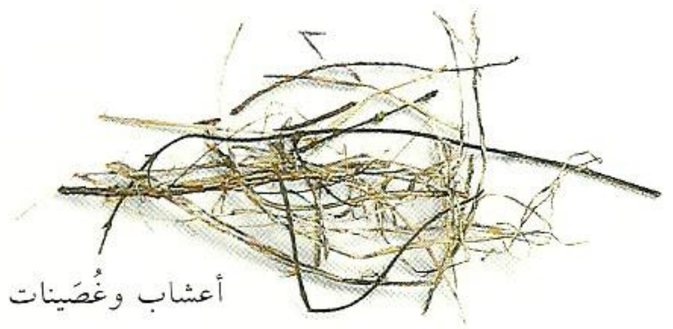
٣ ثبِّت العارضة الخلفيّة (و) في القسم الخارجيّ من اللوحة الخلفيّة (أ) ثم الجانبين (هـ) وأرضيّة العلبة (ب) على جوانب اللوحة الخلفيّة، وطابق اللوحة الأمامية (ج). بعد ذلك علِّق سقف العلبة بالمفصّلة وضع الخُطّاف.

المكان المناسب

بعد تجهيز العلبة سمِّرها على شجرة أو على حائط على علوّ مترين في مكان ظليل. ولا تعتقد أنّ العصفور سيُقبل مباشرةً إليها، فقرار اختيار المكان يتطلّب من العصفور بعض الوقت.



٢ **تساعدك ورقة كرتون** كهذه على حفظ الموادّ التي يُبنى منها العشّ. وللعصافير بعامّة موادّ مفضّلة، كالقضبان والغصينات والأوراق اليابسة والطحالب والشعر أو حتّى شعّ العنكبوت، تكدّسها بطرقها الخاصّة. وتلجأ طيور إلى تغليف القسم الداخليّ بالوحل أو الريش. في المدينة نجد أعشاشًا جُهِّزت من موادّ اصطناعيّة لا سيّما من الخيوط وموادّ التغليف. ومن المعروف أنّ بعض العصافير يبني أعشاشه من المسامير أو من الأسلاك المعدنيّة.



أعشاب وغُصَينات

وحل جافّ من الغلاف الداخليّ للعشّ

طحالب

أوراق

قشور بيض

مراقبة الطيور

حيثما تكن، في المدينة أو الريف، تجد أنّ الطيور هي أكثر الحيوانات عددًا من حولك، وهي أبدًا ناشطة وفي حركة دائمة ومتوتّرة. ويكون بعض تصرّف الطيور فطريًّا وبعضه الآخر مكتسبًا، فالدُّوريّ يعتمد على الغريزة في بناء عشّه من دون أن يحتاج إلى تدريب. هذه الغريزة هي نفسها التي تحمل الطيور على اختيار محيطها وإبعاد الدخلاء عنها، وهي نفسها تجعلها تهاجر إلى جهة معيَّنة في فترة محدَّدة من السنة.

وإذا ما استعنت بمنظار تستطيع مراقبة تصرّف الطيور وتدوين ما تلاحظه على دفتر خاصّ.

ويُستحسن، في مجال وضع دراسة جدّية، أن تبني مَرْقبًا أو مَكْمنًا تراقب منه الطيور من دون أن تشعر بوجودك.

خَتْم الطيور

يلجأ العلماء المهتمّون بهجرة الطيور إلى تعليق خواتم تشير إلى هويّة الطائر ومكان انطلاقه. ويلاحقون بذلك الطيور في تنقّلها وهجرتها ملاحقةً منتظمةً.

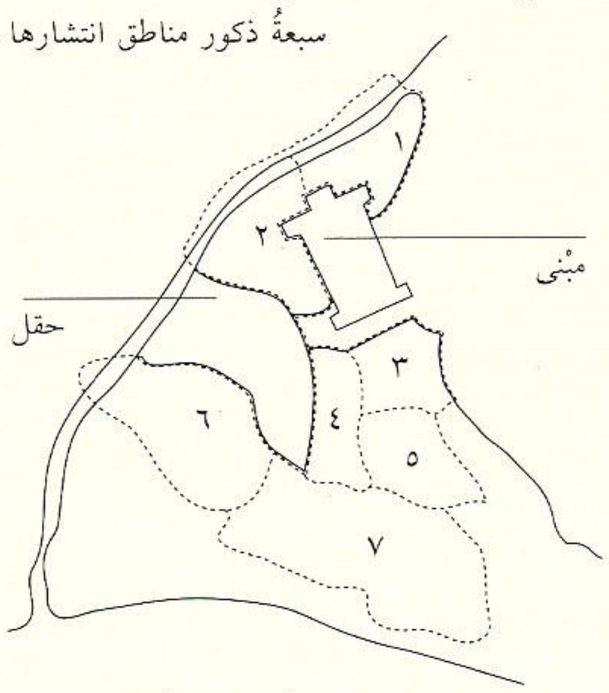
أقاليم الطيور

للطيور أقاليم محدَّدة تتنقّل بينها.

والخريطتان المرسومتان أدناه هما نتيجة دراسة مشهورة حول عصفور «أبو الحِنّاء» قام بها العالِم الإنكليزي «دايڤد لاك». فقد لاحظ، بعد مراقبة إقليم معيّن مدّة أربع سنوات، كيف يعدّل «أبو الحِنّاء» أماكن وجوده مع تعاقب الفصول.

في مطلع الربيع

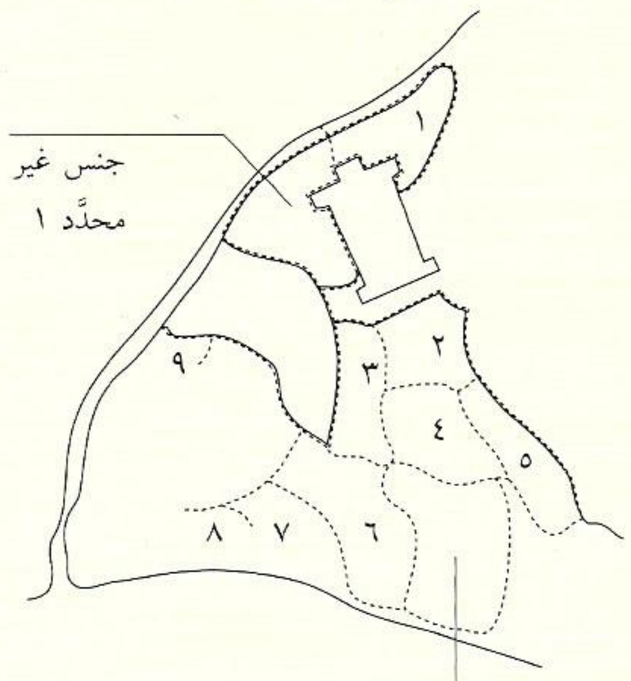
قلّما يعيش أبو الحِنّاء أكثر من سنة، لأنّ الكثير منه يموت جوعًا في الشتاء. وعندما يأتي الربيع يكون العدد في مستواه الأدنى. في هذه الخريطة حدّدت سبعةُ ذكور مناطق انتشارها.



مقياس ٩٠ م

في مطلع الشتاء

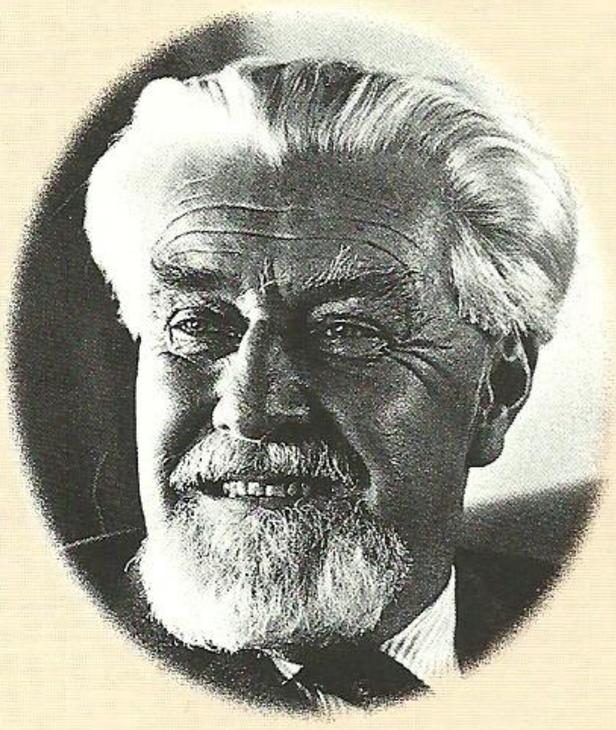
بعد تسعة أشهر يكثر عدد طيور أبو الحِنّاء، ويُخلي بعض الذكور أماكن لطيور أخرى. والذكور عند أكثر الأنواع هي التي تحمي الحدود، لكنّ طائر «أبو الحِنّاء» يشذّ عن القاعدة لأن الإناث يكون لها أماكن خاصّة بها وحدها في الخريف والشتاء.



■ اكتشاف ■

كونراد لورنز

ساهم العالِم النمساويّ كونراد لورنز (١٩٠٣-١٩٨٩) في دراسة تصرّفات الحيوانات. وركّز القسم الأكبر من أعماله على التفاعل ما بين السلوك الفطريّ والسلوك المُكتسَب. وقد أجرى سلسلة اختبارات مشهورة حول «الطابع السلوكيّ» أي كيفية تعلّق صغار الطيور غريزيًّا بأمّهاتها وحول العلاقة بين الطيور بعامّة. واكتشف أنّ التعلّق لدى فرخ الوزّ أو فرخ البطّ يتمّ في مرحلة حسّاسة تمتدّ إجمالًا بين الساعة الخامسة والساعة الرابعة والعشرين من خروج الطير الصغير من البيضة. فإذا ما وُجد إنسان قرب بيض الوزّ عند التفريخ وخلال المرحلة الحسّاسة فإنّ فراخ الوزّ تلحقه وتعتبره أُمًّا لها، ولا تنجح هذه العلاقة في وقت لاحق.



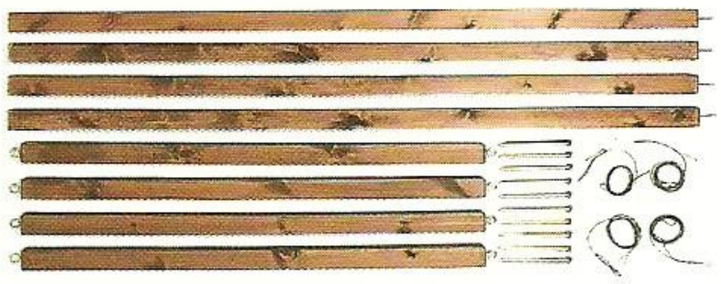
اختبار

تجهيز مَرْقَب

يؤمّن لك هذا المَرْقَب رؤية ضمن ٣٦٠ درجة، ويكون بكامله مموَّهًا. وهو يستوجب وجود شخصين لتركيبه. اِغرز مسمارًا في رأس كلّ ركيزة واتركه بارزًا خمسة سنتيمترات. أَدْخِل الحلقات في أطراف العوارض وضعْ معها الغِراء لتقويَتِها.

يلزمك

• أربع ركائز بطول ١,٥م للركيزة الواحدة • أربع عوارض بطول متر واحد للعارضة الواحدة • أربعة مسامير بطول ١٠سم للمسمار الواحد • ثماني حلقات معدِنيّة • عشرة أوتاد للخِيَم • أربعة حبال للخِيَم • غِراء للخشب • شبكة تمويه • مِطرقة

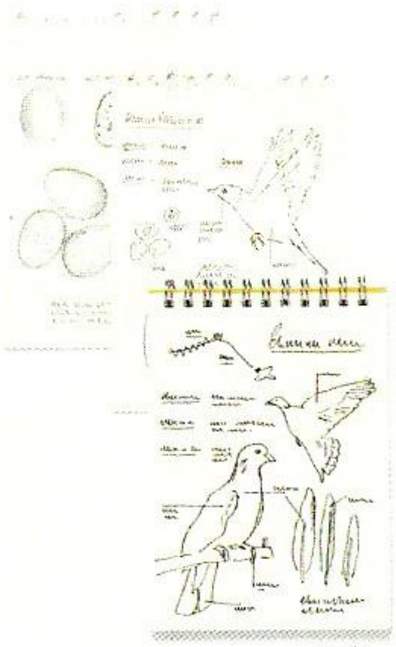


أدوات مراقبة الطيور

لا شكّ في أنّ المنظار ودفتر تدوين الملاحظات هما أهمّ ما يجب تأمينه في عمليّة المراقبة.

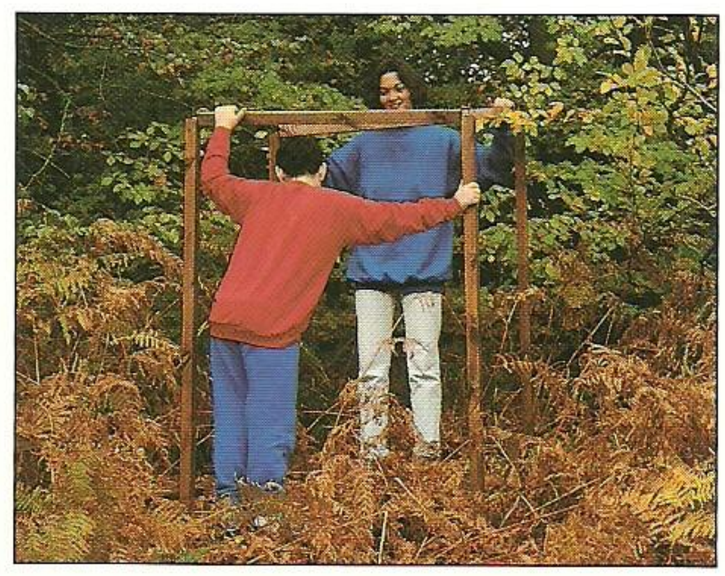
المنظار

يُستحسن أن يكون مجال المراقبة واسعًا وتركيز العدستين دقيقًا.



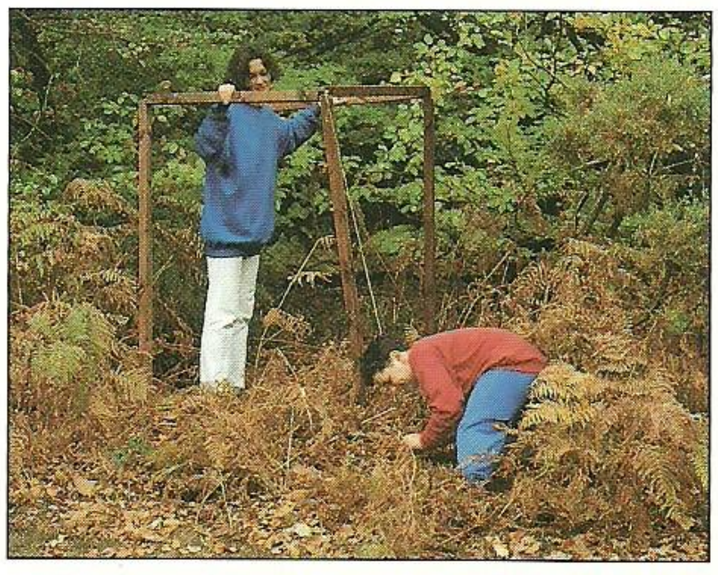
الدفتر

اِحتفظْ بدفتر صغير لترسم أشكال الطيور وأنماط ريشها، ولتدوين عمليّة طيرانها وكيفيّة تصرّفها.

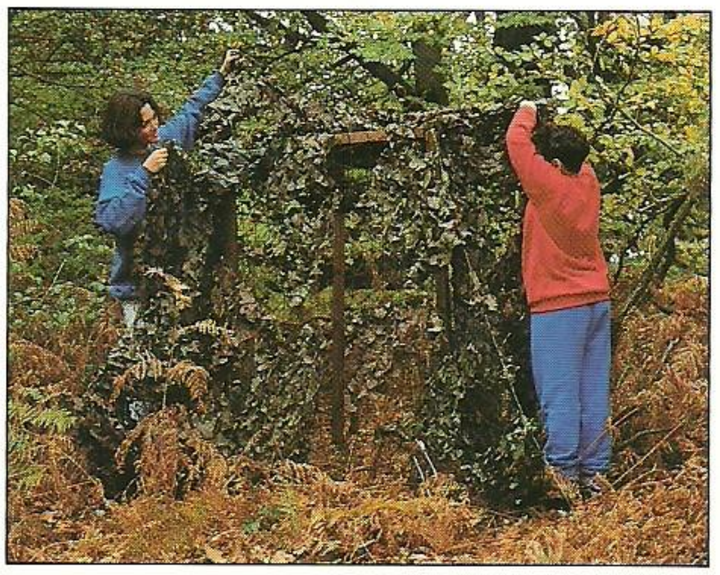


١ **ثبِّت عارضة** لكلّ ركيزتين بإدخال مسمارَي الركيزتين بحلقتَي العارضة. قوِّم الركائز وفوقها العارضتين.

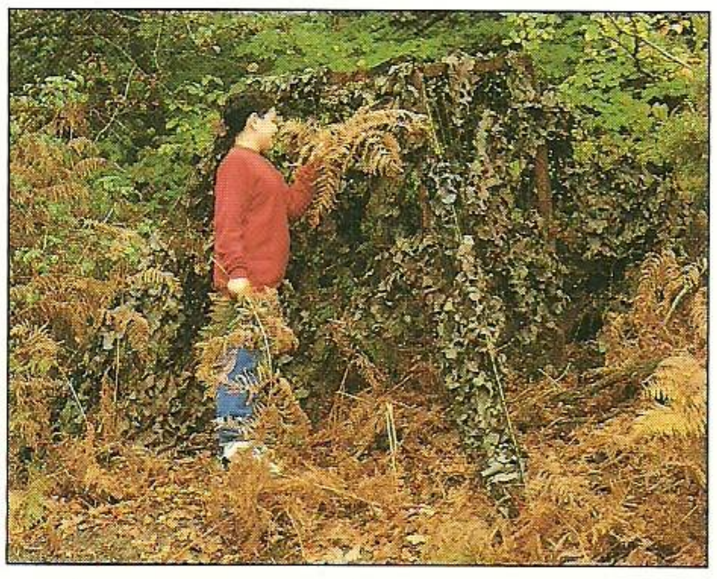
٢ **تحقَّقْ من أنّ الركائز** تعطي شكل المربَّع، ثمّ ضعِ العارضتين المتبقّيتين فوقها بمساعدة غيرك.



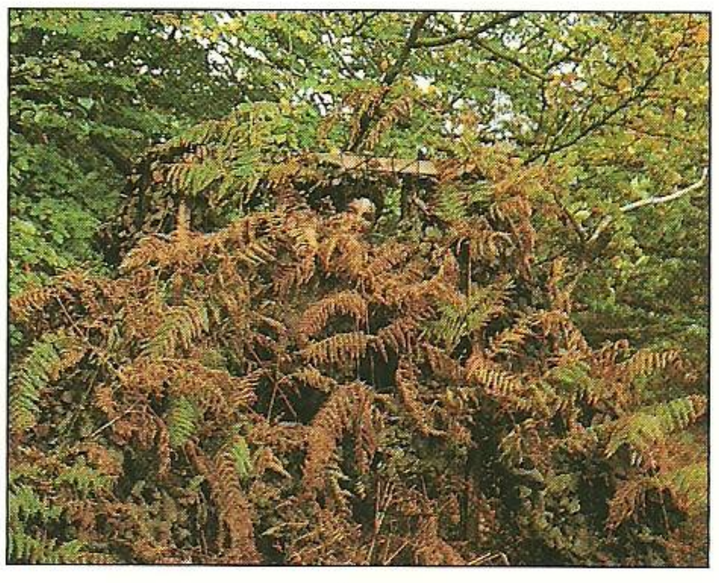
٣ **أُربطْ حبْلًا** في رأس كلّ ركيزة، وبعد أن تشدّ الحبل ليشكِّل مع الركيزة زاوية بـ ٤٥ درجة اربطه مشدودًا بوتد تدقّه في الأرض.



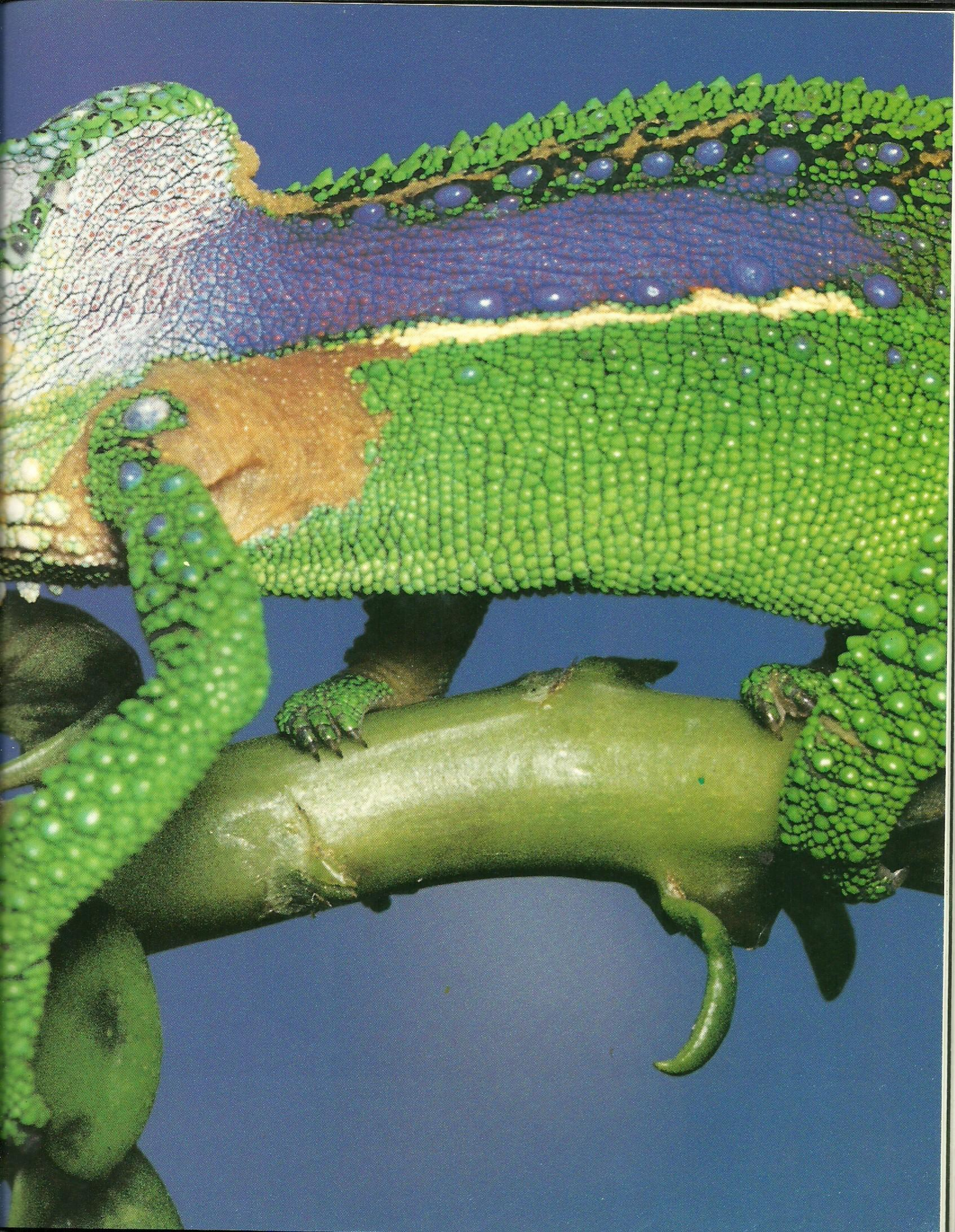
٤ **تحقّقْ من الشكل** المربَّع للعوارض، ومن أنّ الحبال مشدودة بقوّة إلى الأوتاد.



٥ **ضَعْ شبكة التمويه** فوق العوارض وشدّ أطرافها إلى الأوتاد، تاركًا ممرًّا إلى الداخل. ضعْ فوق الشبكة وحولها أوراقًا وأغصانًا لزيادة التمويه.



٦ **اِفتَح من الداخل** عدّة منافذ لتستطيع مراقبة كلّ الجهات، فيصبح المرقب جاهزًا.



الزواحف

تنوّع الزواحف

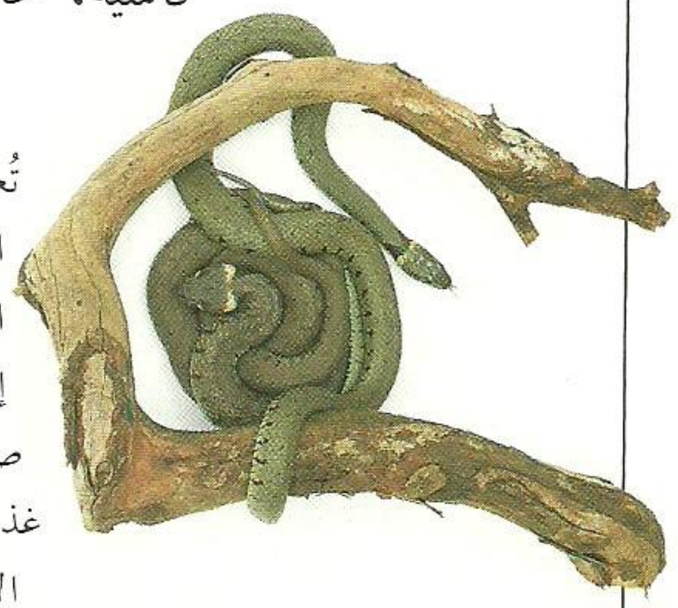
تحمي السلحفاة نفسها من الحيوانات المفترسة بدرع قويّ (أعلاه). وتستطيع الحرباء (إلى اليمين) أن تغيِّر لونها، كما هي حال عدد كبير من العظايا، لترسل الإشارات إلى أبناء جنسها، ولتضيع في محيطها فتنجو من الخطر.

بقيت الزواحف مدّة مئتي مليون سنة

تمثّل شكل الحياة المسيطر على الأرض. وفي عهد الديناصورات تطوّرت الزواحف حتى غدت أكبر الحيوانات حجمًا. لكنّ سيطرة الزواحف الطويلة انتهت مع انقراض الديناصورات. أمّا ذرِّيّاتها الحاليّة، كالحيّات والعظايا والسلاحف، فهي ذكرى حيّة لهيمنة مضت.

الزواحف في العالم

منذ ما يقارب ٢٦٠ مليون سنة ظهرت الزواحف الأولى على سطح الأرض. وقد تطوّرت انطلاقًا من البرمائيّات التي كانت أكبر بكثير من ذرّيّاتها الحاليّة (ص ٧٨-٧٩). وللزواحف بيض بقشور قاسية، خلافًا للبرمائيّات، وهذا ما سمح لها بالتحرّر من المياه والتحوّل كلّيًّا إلى حيوانات برّيّة.



بسبب دمها البارد لا تستطيع الحيّات أن تتنقّل إلّا بعد أن تخزّن الحرارة.

تُعتبر الزواحف أكبر الحيوانات البرّيّة من ذوات الدم البارد. وهي تحتاج إلى حرارة الشمس لتتدفّأ صباحًا ولتستطيع هضم غذائها. لذلك فإنّ القسم الأكبر منها يعيش في المناطق المداريّة. وهناك زواحف بحريّة تشمل السلاحف والحيّات وبعض العظايا كالإغْوانة في جزر غالاپاغوس.

أمّا المياه العذبة فهي مأوى السلاحف والتماسيح والحيّات العملاقة كحيّة أناكُنْدة في أميركا الجنوبيّة، وحيّة أكْروشورد في جاڤا الآسيويّة والتي لا تستطيع التحرّك على اليابسة.

يبدو أنّ بين العظايا ما يستطيع القيام بعمليّة طيران محدودة، وهذه هي حال التنّين الطائر في جنوب شرق آسيا. فعظام أضلاعه تتمدّد لتشكّل من كل جهة مروحة مغطّاة بجلد ليّن، مما يساعده على القفز الطَّيَرانيّ من شجرة إلى أخرى. وتكون أجسام الزواحف كلّها مغطّاة بحراشف متينة تجعلها تشعر بالأمان. وتتكوّن الحراشف من مادة القَرنين. وهي مادّة البروتين التي يتكوّن منها جلد الإنسان وأظافره وشَعره.

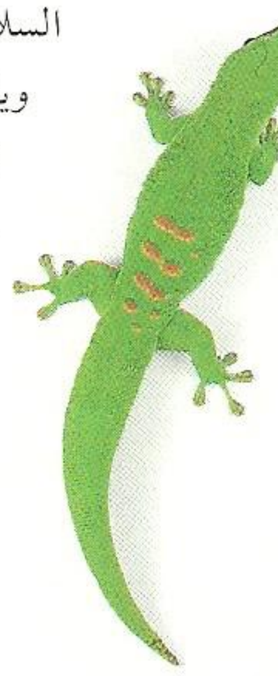
ولا تحتاج الحيّات إلى طبقة عازلة من الفرو أو الريش تحفظ حرارتها، لأن دمها بارد في الأساس. كما أنّ جلدها السميك والمغطّى بالحراشف يحميها من الأعداء التي تتهيّب مهاجمتها، ولا تجد في لحمها ما تبحث عنه من مذاق.

التمساح والتمساح الأميركي هما أقرب الأنواع إلى الديناصور.

بَيض الزواحف

خلافًا لبيض البرمائيّات فإنّ الماء لا يتسرّب إلى داخل بيض الزواحف. ولكنّ الأُكسجين يدخل إلى هذا البيض ويخرج منه ثاني أكسيد الكربون. كما تضع الزواحف بيضها في حفرة وتغطّيه بالتراب أو الرمل. وعلى الرغم من أنّ بعض البرمائيّات تحضن بيضها خارج الماء فتبقيه داخل أجسامها، إلّا أنّ القسم الأكبر منها يُجبَر على الرجوع إلى البرك والمستنقعات. وبعد تحرّر الزواحف الكلّيّ من الماء أصبح بإمكانها أن تعيش في المناطق الجافّة، كالصحارى حيث تتكيّف مع المناخ.

تترك أكثريّة الزواحف بيضها بعد وضعه، إذ إنّه لا يحتاج إلى الدفء كبيض الطيور. لكنّ بعض الحيّات تلفّ أجسامها حول البيض وتشدّ عضلاتها لتدفئه، كما تحفظ حيّات أخرى بيضها داخل جسمها وتلد الصغار. أمّا التماسيح (ص ١٤٨-١٤٩) فتراقب بيضها إلى أن يفقس ثم تحمل الصغار إلى الماء، لكنّ السلاحف تهجر بيضها.



تستطيع **الوَزَغة (أبو بريص)** أن تتسلّق الجدران وتتثبّت بالسقوف بفضل شعيرات قوائمها.

ويكون لدى الزواحف سنّ تساعدها على كسر القشرة عندما يحين وقت الولادة، وتقع السنّ بعد ذلك كما هي الحال لدى الصيصان وسائر صغار الطيور.

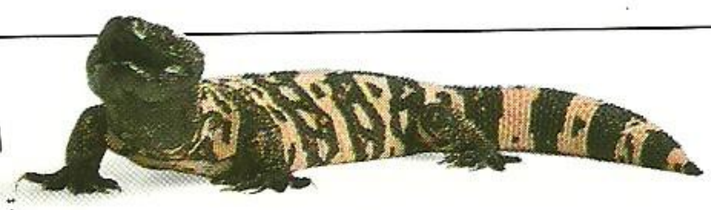
زواحف الماضي

تنقسم الزواحف اليوم إلى ثلاثة أنواع: الحيّات والعظايا، التماسيح والتماسيح الأميركية، السلاحف البريّة والبحريّة. وقد عُرفت في الماضي السحيق أنواع كثيرة أخرى، لا سيّما في عهد الديناصورات.

يعتقد بعض العلماء أنّ الديناصورات لم تكن من ذوات الدم البارد، إذ لا يُعقل أن تعتمد على الحرارة الخارجيّة فقط مع الحجم الهائل الذي كانت تحمله. أمّا أحافير البتيروصور، وهو من الزواحف المجنّحة التي وصلت بسطة أجنحتها إلى ثلاثة عشر مترًا فلديها في القسم الخارجيّ ما يُشبه الفرو الذي يحفظ حرارة الجسم، وهذا يعني أنّ هذه الزواحف كانت من ذوات الدم الحارّ.

عند مواجهة **الخطر تُدخل السلحفاة** رأسها وقوائمها في درعها.

يتكوّن درع السلاحف البريّة والبحريّة من عظام مغطاة بدرع.



الهِلوديرما هي العظاية الأكبر حجمًا في الولايات المتحدة، وهي أحد النوعين السامَّين في العالم.

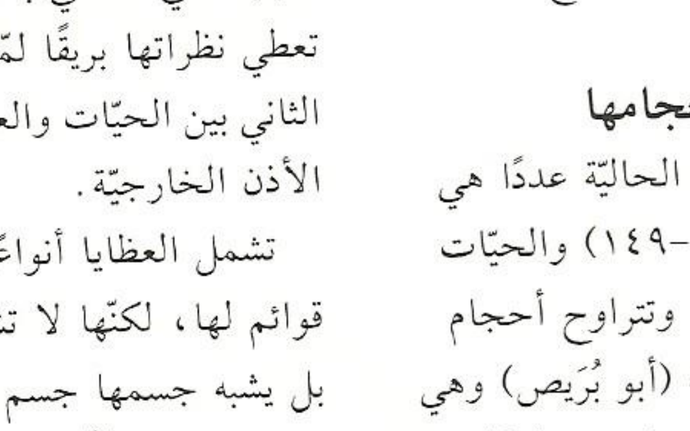
إذا كانت الديناصورات قد اختفت كلّها من الوجود، فإنها تركت ذرّيّات هي الطيور. فلدى تأمّلنا قوائم الدجاج نلاحظ أنّها مغطّاة بحراشف تذكّرنا بالزواحف أسلافه. كما أنّ أقسام بيض الدجاج الداخلية تشبه إلى حدّ بعيد أقسام بيض الزواحف.

من أنواع الزواحف القديمة التي انقرضت البِلِسيوصور البحريّ والإكْثيوصور، اللذان تحدّرا من زواحف برّية وقد كان للإكثيوصور زعانف، وكان يشبه إلى حدّ بعيد السمكة أو الدلفين. أمّا البِلِسيوصور فكان أقرب إلى فقمة طويلة الرقبة. وقد انقرض هذان النوعان في الوقت الذي انقرضت فيه الديناصورات، أي منذ نحو ٦٥ مليون سنة.

السلاحف البريّة والبحريّة

تُعتبر السلاحف أقدم أنواع الزواحف (ص ١٥٠)، وقد زوِّدت بدرع واقٍ وقاسٍ منذ ٢٦٠ مليون سنة تقريبًا، وقد أَمّن لها البقاء حتى أيامنا هذه. وقد أمسى الدرع من دون جدوى لدى بعض السلاحف، كجلديّة الظهر وهي سلحفاة بحريّة ضخمة تحوَّلَ درعها غلافًا مطّاطيًّا قاسيًا. فهي تتغذّى برئات البحر التي تؤمّن لها القليل من الكلسيوم الضروريّ لبناء الدرع والهيكل. إلّا أنها، بفضل طولها البالغ ٣ م، تستطيع الإفلات من الحيوانات المفترسة.

وفي المياه العذبة سلاحف تُعْرَف بذوات الدروع الليّنة تركت دروعها العظميّة، ممّا أمَّن لها سرعة الحركة في ملاحقة فرائسها، وما تبقّى من الدرع يكفي لحمايتها لأنه يُعطيها شكلًا مستديرًا وناعمًا لا يسمح للحيوانات المفترسة بالإمساك بها.



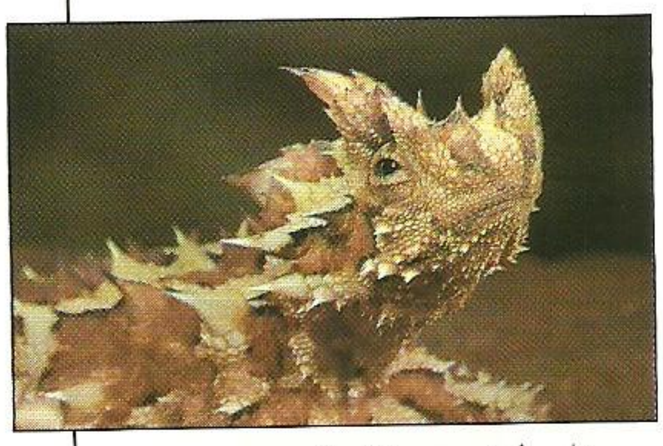
ليس للسلحفاة أسنان، فهي تستعين بلثتها القاسية لقضم غذائها.

التمساح والتمساح الأميركيّ

تُعتبر التماسيح والتماسيح الأميركيّة أقرب الحيوانات إلى الديناصورات بعد الطيور (ص ١٤٨-١٤٩). فهي أكبر الزواحف حجمًا، ولم يبقَ منها اليوم سوى ٢٢ نوعًا تعيش في المناطق المداريّة، وشبه المداريّة، وهي كلّها متكيّفة مع الحياة المائيّة. ويقع منخرا التمساح وعيناه في أعلى رأسه، ممّا يساعده على أن يتنفّس ويرى في الوقت الذي فيه يكون جسمه كلّه تحت الماء في بحيرة أو نهر أو مستنقع.

العظايا وأحجامها

إنّ أكثر الزواحف الحاليّة عددًا هي العظايا (ص ١٤٨-١٤٩) والحيّات (ص١٤٦-١٤٧). وتتراوح أحجام العظايا بين الوَزَغة (أبو بُرَيص) وهي بطول خمسة سنتيمترات، والوَرَل العملاق الذي لا نعثر عليه إلّا في أربع جزر صغيرة جنوب شرق آسيا. وقد يصل طول هذا الحيوان إلى ثلاثة أمتار، ويفترس الأيائل. أمّا الوَزَغَة فيقتصر غذاؤها على الذُّباب وعلى حشرات أخرى، ويساعدها جسمها الرفيع والخفيف على تسلّق الجذوع والجدران. كما تستطيع السير على سقوف البيوت بفضل وُسَيدات خاصّة في قوائمها.



على الرغم من منظره المرعب فإنّ «**المولوخ**» **الأسترالي** المغطّى بحراشف شائكة غير مؤذٍ، وهو يتغذّى بالنمل.

وتبدو أصابع قوائمها عريضة ومفلطحة على شكل بتلات الزهر وفي أسفلها عشرات النواتئ التي تتشبّث بأقل خشونة. نشير إلى أنّ البعض يرتاح لوجود الوَزَغة داخل البيت، ولا سيّما في المناطق المداريّة، لأنها تقضي على الحشرات المضرّة.

التنقّل من دون قوائم

تطوّرت الحيّات انطلاقًا من أسلافها العظايا منذ أكثر من مئة مليون سنة. وهي بعكس العظايا، لا تملك جفونًا تغطّي أعينها التي تحتمي بغشاوات شفّافة تعطي نظراتها بريقًا لمّاعًا. والفارق الثاني بين الحيّات والعظايا هو غياب الأذن الخارجيّة.

تشمل العظايا أنواعًا كثيرة لا قوائم لها، لكنّها لا تشبه الحيّات، بل يشبه جسمها جسم العظايا. ويبدو للعلماء أنّ هذه الأنواع قد تطوّرت انطلاقًا من العظايا منذ مدّة غير بعيدة، وهذا يعني في مفهوم التطوّر منذ بضعة ملايين من السنين.

تسلخ **الحيّات والعظايا** جلدها عدّة مرّات خلال نموّها.

«الأنولي» عظاية طويلة القوائم تبدّل لونها بهدف التمويه.

تشير جمجمة هذه العظاية إلى أهميّة النظر في البحث عن الغذاء.

الانسلاخ

عندما تنمو الحيّة يضيق عليها جلدها فتسلخه دوريًّا، كالحشرات والعظايا. ويحلّ مكان القديم جلد جديد.

آكلة البيض

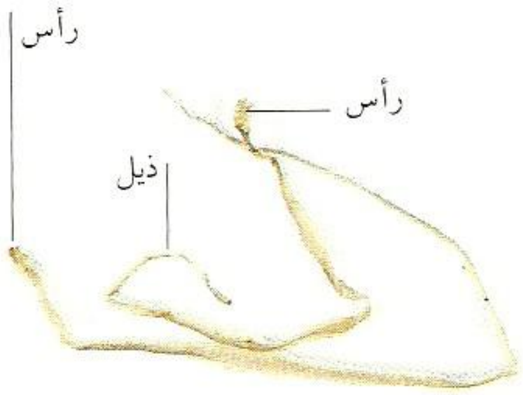
تبتلع هذه الحيّة البيضة فتتكسّر داخل جسمها، ثم تتجشّأ القشور.

آكلة جرذان مكتملة

هذا الجلد المنسلخ الكبير هو لِحيّة بالغة، وتُرى في بطنها حراشف كبيرة.

حيّة العشب

قارن بين هذا الجلد وذلك العائد لحيّة العشب في الصفحة السابقة، تلاحظ أنّ الجلد يغطّي حتى العينين.

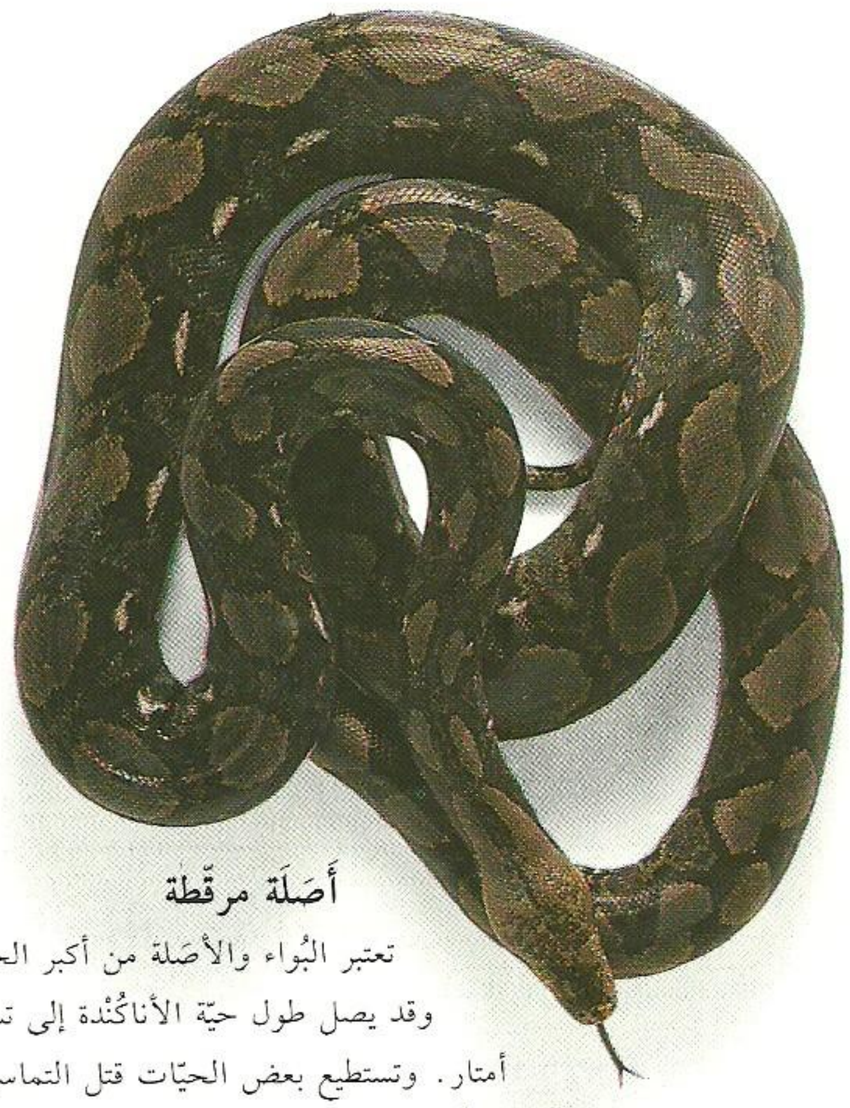


آكلة جرْذان حديثة الولادة

هذان الجلدان المنسلخان الصغيران تركتهما حيّتان من أكلة الجرذان، بعد مرور وقت قصير على خروجهما من البيض.

حيّات قابضة

عندما تقبض الأَصَلة أو البُواء على فريستها بأنيابها فإنّها تلفّ جسمها حولها وتضغط. فيموت الحيوان مختنقًا، إذ لا يعود باستطاعته التنفّس تحت الضغط المميت. وقد تتمكّن الحيّة القابضة، بهذه الطريقة، من القضاء على مجموعة حيوانات صغيرة، فتسحقها بالتتابع بواسطة حلقات جسمها المختلفة.

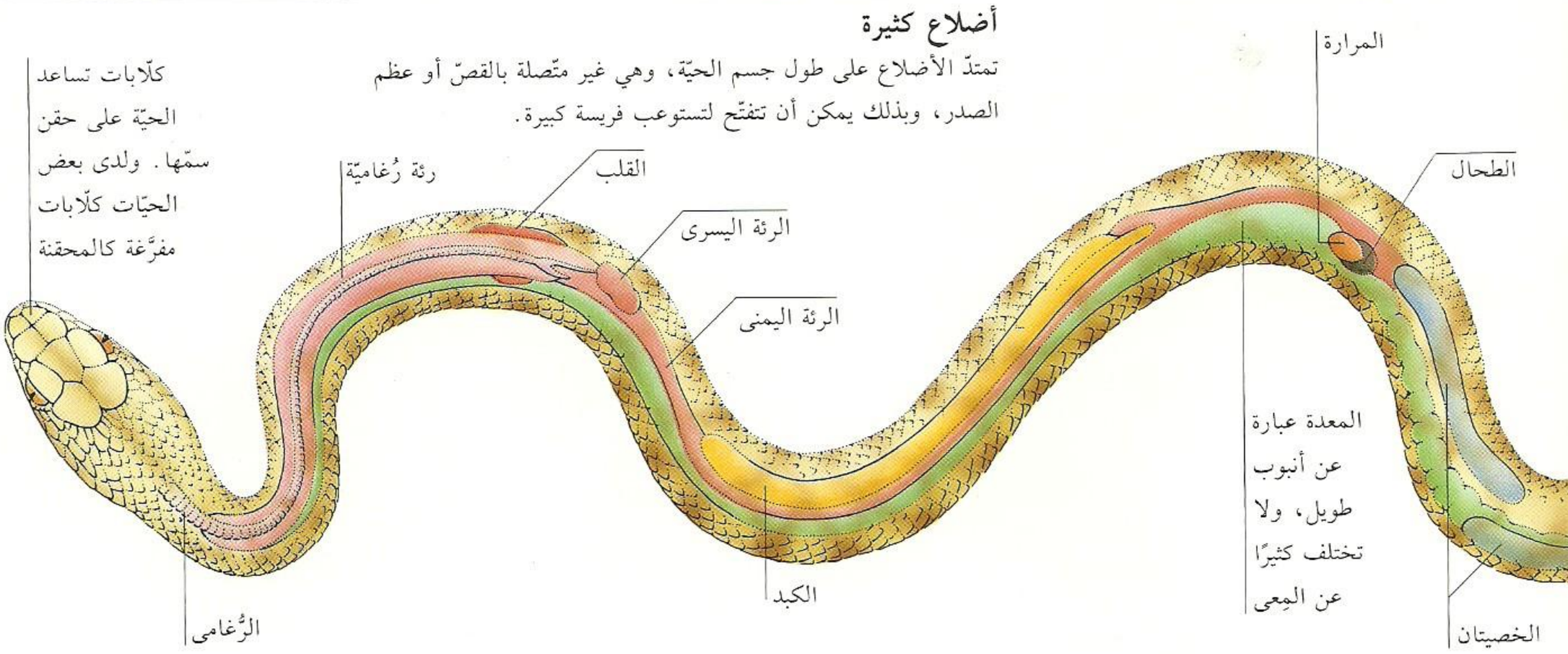


أَصَلَة مرقّطة

تعتبر البُواء والأَصَلة من أكبر الحيّات، وقد يصل طول حيّة الأناكُنْدة إلى تسعة أمتار. وتستطيع بعض الحيّات قتل التماسيح، كما تتغذّى أنواع منها بالأيائل والخنازير البرّية.

أضلاع كثيرة

تمتدّ الأضلاع على طول جسم الحيّة، وهي غير متّصلة بالقصّ أو عظم الصدر، وبذلك يمكن أن تتفتّح لتستوعب فريسة كبيرة.

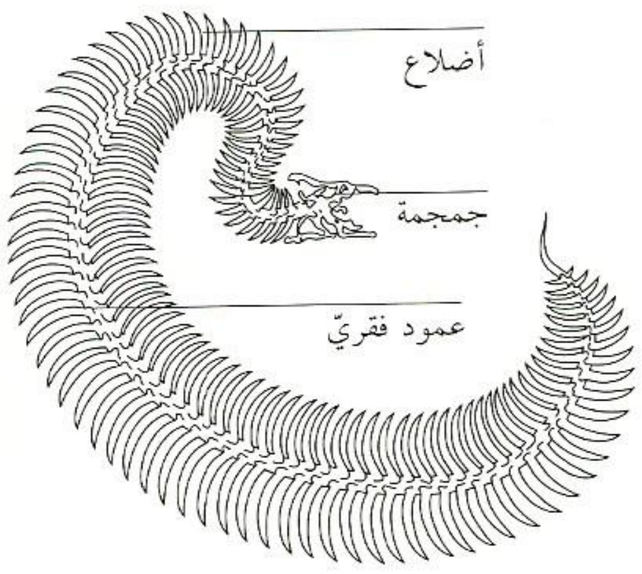


الحيّات

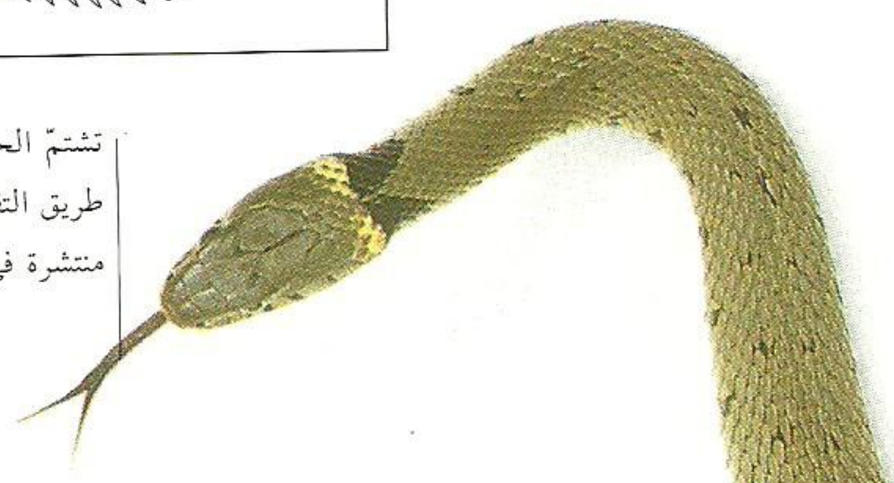
تنقسم الحيّات إلى نحو ٢٤٠٠ نوع، وأكثرها من النوع السامّ، إلّا أنّ عددًا قليلًا منها يعدّ خطرًا على الإنسان. خلال عمليّة التطوّر خسرت الحيّات قوائمها، فهي تتحدّر من زواحف كانت تشبه العظايا ذات أربع قوائم. وقد ساد الاعتقاد سابقًا أنّ الحيّات كانت حيوانات نقّابة، بسبب خلوّها من القوائم. لكنّ العلماء اكتشفوا أنّ العظايا الرفيعة والطويلة تستطيع أن تتنقّل بقوائمها الصغيرة داخل الأنفاق بسهولة تفوق سهولة الحيّات. لذلك فنحن لا نزال نجهل لماذا فقدت الحيّات قوائمها.

هيكل الحيّة

يتكوّن هيكل الحيّة من الجمجمة، ومن العمود الفقريّ الذي يمتدّ على طول الجسم ويتضمّن نحو ٤٥٠ زوجًا من الأضلاع. والحيّات الأقلّ تطوّرًا مثل البُواء والأَصلة تحتفظ بحزام حَوضيّ يقع في وسط الجسم.



تكون حراشف الحيّات قاسية وجافّة، وتملك أنواع منها حراشف كبيرة فوق بطنها يمكن أن ترفعها وتخفضها بعضلاتها. وهي تستعين بالحراشف لتتشبّث بالأرض خلال تنقّلها.



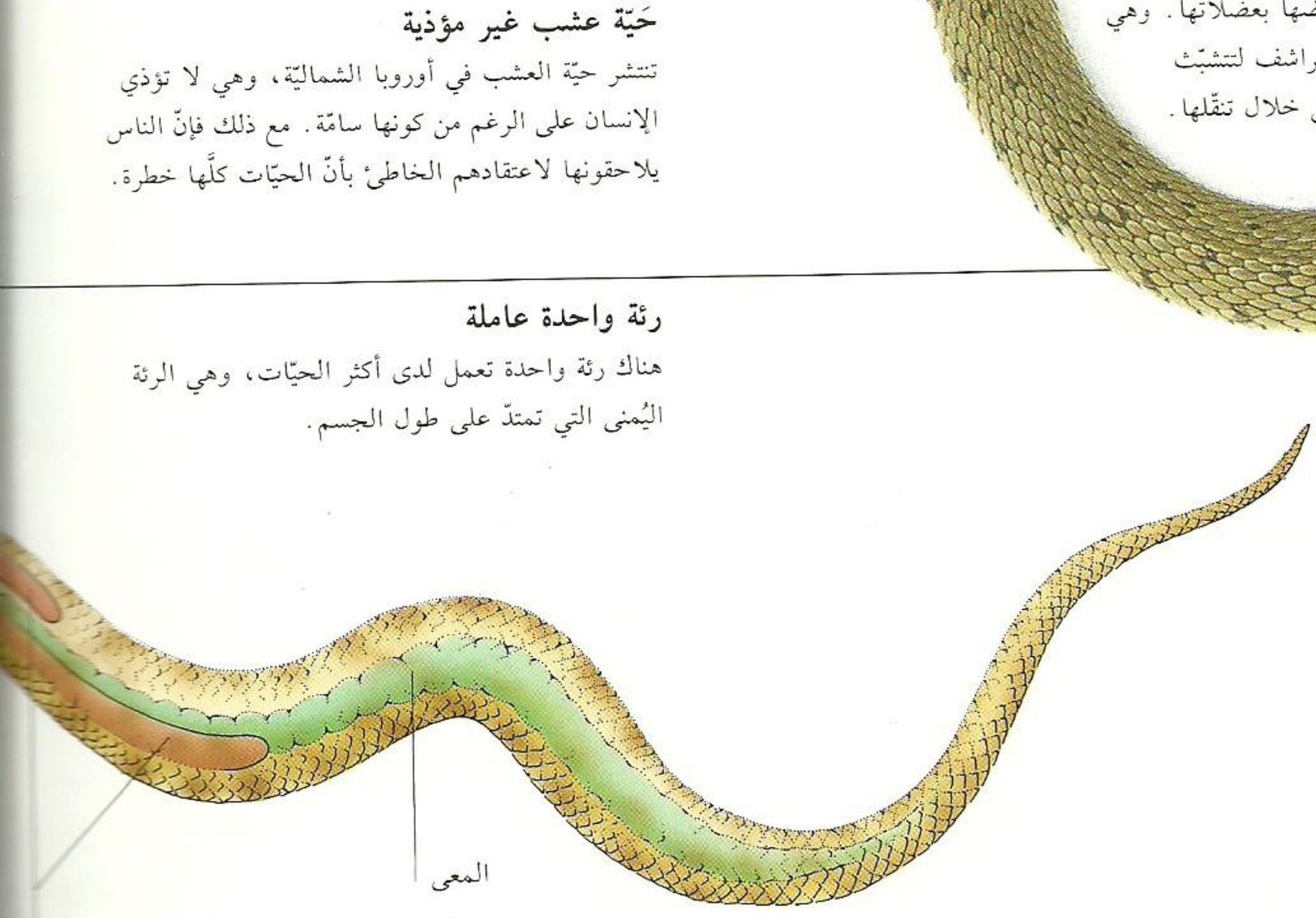
تشتمّ الحيّة بواسطة لسانها عن طريق التقاط جُزَيئات ذات رائحة، منتشرة في الهواء.

حَيّة عشب غير مؤذية

تنتشر حيّة العشب في أوروبا الشماليّة، وهي لا تؤذي الإنسان على الرغم من كونها سامّة. مع ذلك فإنّ الناس يلاحقونها لاعتقادهم الخاطئ بأنّ الحيّات كلّها خطرة.

رئة واحدة عاملة

هناك رئة واحدة تعمل لدى أكثر الحيّات، وهي الرئة اليُمنى التي تمتدّ على طول الجسم.



للحيّة كليتان متواجهتان وليستا متجاورتَين كما عند أكثر الحيوانات

تشريح الحيّة

كلّ شيء أملسُ ومتطاول داخل الحيّة، وتأتي الأعضاء متزاحمة لا فراغ بينها. وعلى الرغم من انتفاء الفراغ فإنّ بعض الحيّات تستطيع التهام حيوانات كبيرة كالأيِّل. ذلك أنّ لها عظامًا مستقلّة في الرأس والأضلاع تتفتّح وتسمح لها بابتلاع فريستها. وهذا ما تتميَّز به الحيّات في المناطق القاسية، كالصحراء، حيث الوجبات نادرة ومتباعدة. فالقسم الأكبر من الحيّات يأكل مرّة في الأسبوع، وبعضها يأكل مرّة في الشهر.

التمساح والتمساح الأميركي والعظاية

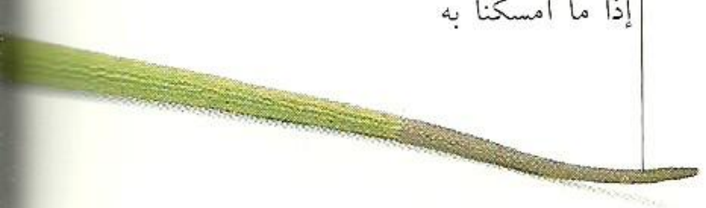
التماسيح والتماسيح الأميركيّة عمالقة الحيوانات الزاحفة، وأكبر الأنواع هي تماسيح مصبّات الأنهر في آسيا وإفريقية التي قد يصل طولها إلى ستّة أمتار. وتمتلك التماسيح والتماسيح الأميركيّة خصائص تساعدها على العيش في الماء، إذ إنّ للحيوان منها جفنين شفّافَين يساعدانه على الرؤية تحت الماء، وسِدادات تُقفل المنخرين والأذنين عند الغوص، ومصراعًا يسدّ الرُّغامى فيسمح له بالتهام فريسته تحت الماء من دون أن يغرق.

يعيش الغَرْيال (تمساح الهند) وتمساح النهر الآسيويّ في مناطق باردة من الهند والنيپال حيث الشتاء القارس. يملك هذان النوعان تقنيّة لتحمّل صقيع الليل، على الرغم من كونهما من ذوات الدم البارد (ص ١٤٤). فهما يغوصان إلى أعماق النهر أو البحيرة، ويجعلان أيضهما (نشاط جسمهما الحيويّ) في حدّه الأدنى، ممّا يخفّض بشكل كبير الحاجة إلى الأُكسجين. وهما لا يعودان إلى السطح للتنفّس إلّا نادرًا، متجنّبين بذلك الاحتكاك بالمياه الجليديّة.

التمساح القزم
لهذا التمساح فكّان قصيران، ولا يزيد طوله عن ١،٥م ويعيش في إفريقية الغربية.

العظايا

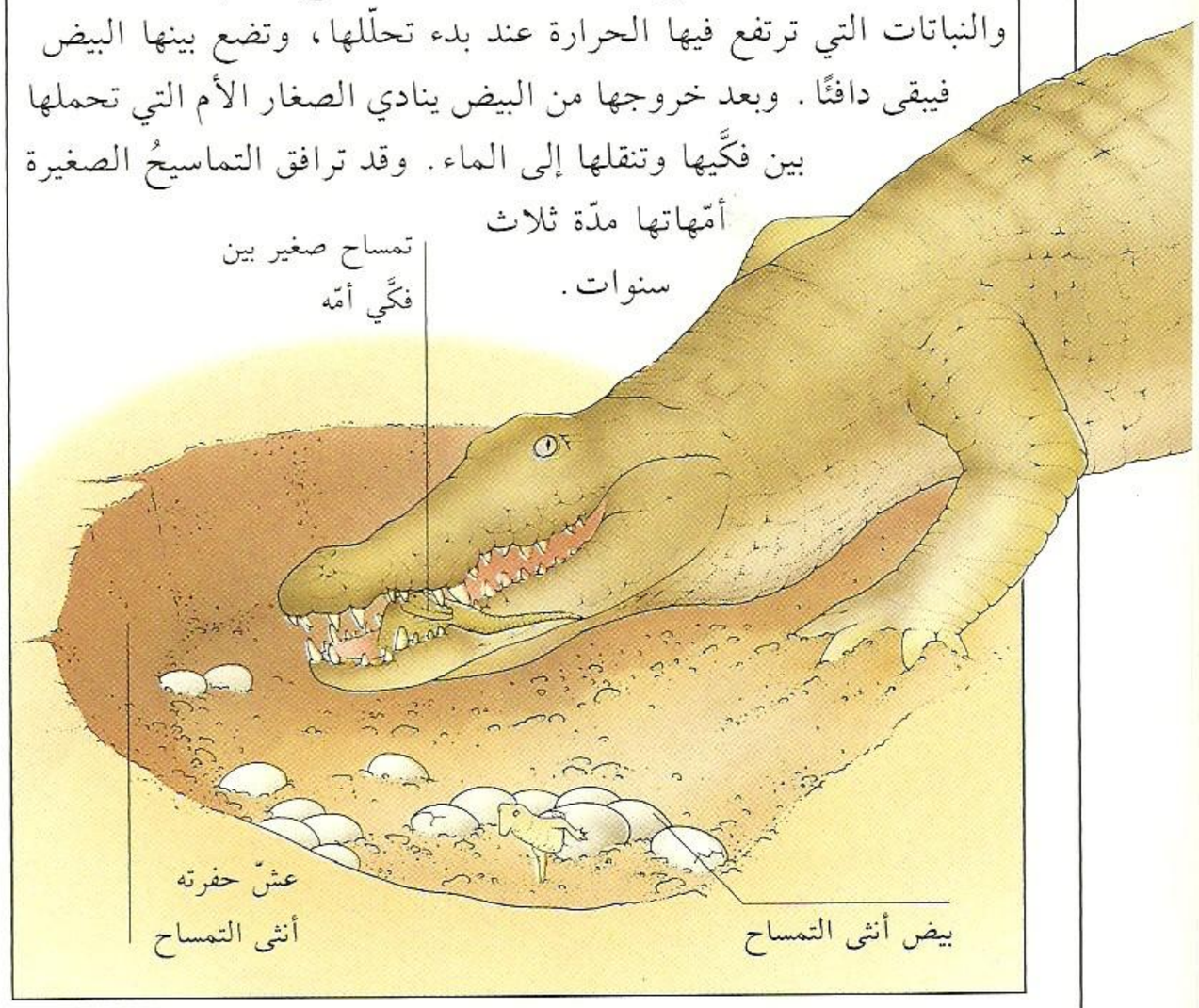
الحيّات أقرب الزواحف إلى العظايا (ص ١٤٦-١٤٧) لا التماسيح كما قد يعتقد البعض، ووجه الشبه بين العظاية والتمساح هو وجود الحراشف التي تغطّي الجسم. وإذا كان للعظاية أربع قوائم فإنّ أنواعًا منها لا قوائم لها. هذه الزواحف صغيرة الحجم إجمالًا وتتغذّى بالحشرات، ما عدا الوَرَل العملاق الذي يبحث عن فرائس كبيرة. وهناك نوعان سامّان منها: الهِلودِرما المتلألئة في أميركا الوسطى والهِلودِرما المخطَّطة في أميركا الشمالية.



ينقصف الذيل بسهولة إذا ما أمسكنا به

التماسيح تحرس صغارها

تظهر التماسيح والتماسيح الأميركيّة اهتمامًا زائدًا بصغارها، خلافًا لسائر الزواحف. فالإناث تحفر أعشاشًا تضع فيها بيضها، وتبقى في الجوار إلى أن يفقس. وتعمد تماسيح المياه المالحة إلى تجميع أكوام من الأعشاب والنباتات التي ترتفع فيها الحرارة عند بدء تحلّلها، وتضع بينها البيض فيبقى دافئًا. وبعد خروجها من البيض ينادي الصغار الأم التي تحملها بين فكّيها وتنقلها إلى الماء. وقد ترافق التماسيحُ الصغيرة أمّهاتها مدّة ثلاث سنوات.



جلد مدرَّع
يحمل التمساح في ظهره درعًا عظميًّا ثقيلًا. ولا تحتاج التماسيح البالغة إلى هذه الحماية المربكة، إنّما يقي الدرعُ الصغار من هجمات الطيور والعظايا.

عظاية قوس قزح

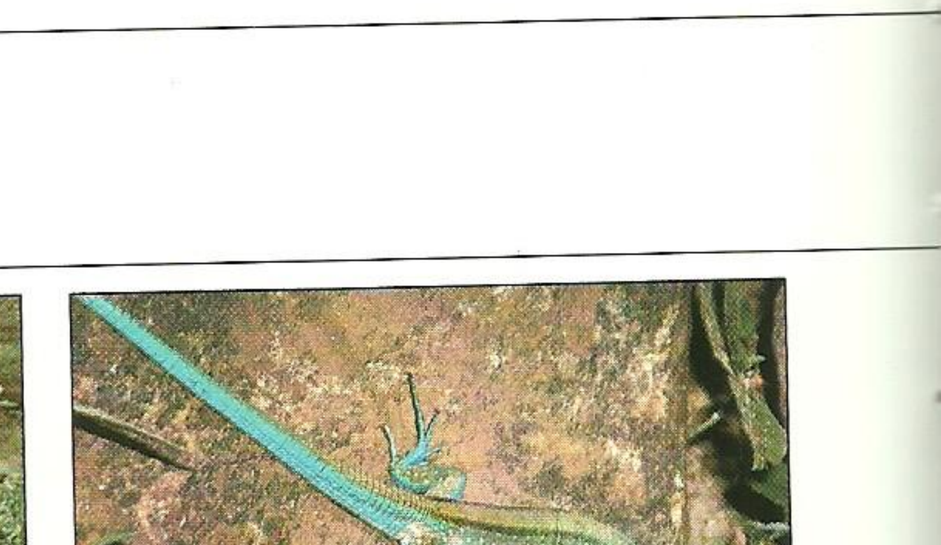
تعيش هذه العظاية في أميركا المداريّة، وتستعين بذيلها للدفاع عن نفسها، كسائر العظايا. وإذا ما قبض حيوان مفترس على ذيلها فإنه ينقصف وتنجو هاربة، ثم ينبت ذيل آخر مكانه.

السَّقنقور المخطَّط

هو من الفصيلة السقنقوريّة، وهي من أكبر فصائل العظايا إذ إنّها تضمّ ١٢٠٠ نوع، بينها أنواع قصيرة القوائم. ويتميّز جلدها بنعومة زائدة إلى حدّ أنها تبدو من الحيّات.

الأَنولي

هي من عظايا الأشجار، وتبدو قريبة في شكلها من الإغوانة. يساعدها اللون الأخضر الزاهي على حسن التمويه. وعندما تنزل على جذع شجرة أو تجتاز أرضًا ترابيّة تتحوّل بسرعة إلى اللون البنّي.



لون الجلد
قد يتغيّر

التمساح الأميركيّ

على الرغم من شبهه بالتمساح فإنّ التمساح الأميركيّ ينتمي إلى فصيلة أخرى. وهو كالتمساح له قلب أكثر تطوّرًا وتعقيدًا من سائر الزواحف ويقرب في شكله من قلب الطير. التماسيح الأميركيّة هي أقرب الحيوانات إلى الدينوصورات، وتتميّز بدماغها المعقّد والمتطوّر.

تمساح النيل

يصل طول تمساح النيل إلى خمسة أمتار. وهو يقبع ساكنًا في الماء فلا يتحرّك عندما يرصد فريسته، ويُبقي منخريه وعينيه فوق الماء. وإذا ما اقترب ظبي أو حيوان آخر ليشرب لا يلاحظ وجوده، فيمسكه من رأسه بسرعة ويجرّه إلى الماء ويُغرقه. لا يستطيع التمساح تقطيع فريسته ومضغ أجزائها، لذلك يثبّتها تحت صخرة في الماء ويغرز أسنانه في لحمها، ثم يدور على نفسه في الماء إلى أن ينتزع منها اللحم فيلتهمه.

قائمة خلفيّة مكفَّفة

يحتكّ جسم التمساح بالأرض

أسنان تشبه الأوتاد

دموع التماسيح

من الخرافات المتداوَلة أنّ التماسيح تبكي عند التهام فرائسها. وعبارة «ذرف دموع التماسيح» تعني أن يتظاهر الإنسان بالأسف على ما يكون ضمنًا مدعاة لفرحه. والحقيقة أنّ بعض التماسيح تحتاج إلى تصريف فائض الملح في جسمها فتذرف الدموع لهذه الغاية، وقد يحدث ذلك أثناء تناول الطعام.

السلاحف البرّيّة والمائيّة

ظهرت السلاحف منذ أكثر من ٢٦٠ مليون سنة، وذلك قبل الدينوصورات التي تعود معها إلى أصل واحد. يحمي الدرعُ هذه الحيوانات عندما تصل إلى مرحلة البلوغ. إلّا أنّ الصغار تكون معرّضة للخطر، ذلك أنّ السلاحف تتكاثر عن طريق وضع البيض، وهذا البيض يكون عرضة لهجمات حيوانات مفترسة. فالأنواع البحريّة تضع بيضها ليلًا على الشواطئ الرمليّة وتغدو مهدَّدةً من سائر الحيوانات. يضاف إلى ذلك أنّ الفنادق وأنوارها تخيف السلاحف وتنفّرها. لذلك فإنّ بعض الأنواع هي اليوم على طريق الانقراض.

طبقات الدرع

يمكنك العثور على قطع من درع في مكان ترتاده السلاحف. ولدى تفحّصك قطعة تلاحظ وجود طبقة عظميّة بيضاء تغطّيها طبقة بنّية من القَرْنين. فالدرع تتكوّن من طبقتين قاسيتين، وهي صلبة جدًّا. ولا يلتقي لحام صفائح القَرْنين مع لحام الصفائح العظميّة. معنى هذا أنّ النقاط الضعيفة في الصفائح العظميّة تكون محميّة بصفائح القَرْنين التي تقوّيها والعكس صحيح أيضًا. والمفاصل المتعرّجة والمتداخلة بين الصفائح العظميّة تقوّي الدرع ويصعب فكّها. هذه الصفائح هي نفسها نجدها في جماجم الحيوانات.

نحو المجهول

سلحفاة صغيرة تخرج من بيضتها. يكون قشر البيض قاسيًا لدى بعض السلاحف، لكنّ بعضه الآخر يكون ليّنًا كالجلد. ولا تحضن السلاحف بيضها أو تحرسه، فعلى السلحفاة الصغيرة أن تتدبّر أمرها منذ لحظة خروجها إلى العالم.

حمّام شمس

تتدفّأ هاتان السلحفاتان، وهما من السلاحف التي تعيش في المياه العذبة، فوق جذع شجرة. والمعروف أنّ السلاحف بعامةٍ تقتات الأعشاب، لكنّ هذا النوع يتغذّى بالأسماك والحشرات والديدان والضفادع.

اِحْم الطبيعة

أصبحت أنواع كثيرة من السلاحف مهدَّدة بالانقراض، بسبب المتاجرة بها. ونجد أنّ بيع السلاحف محظّر في بعض البلدان.

العيش داخل درع

يلتحم عمود السلحفاة الفقريّ بدرعها، وكذلك الأضلاع والحزامان الحوضيّ والكتفيّ. وتتكوّن الدرع نفسها من نحو ستين عظمة مختلفة. عندما تخرج السلحفاة من البيضة لا تكون عظام درعها متلاحمة، تمامًا كعظام الجمجمة لدى الوليد، ثم تتلاحم العظام تدريجيًّا مع نموّها. ولدى بعض أنواع السلاحف البحريّة دروع رخوة تجعل الجسم أخفّ وتساعد على سرعة السباحة.

البيض

تضع السلحفاة بيضها في حفرة على شاطئ رمليّ، وقد تتوصل أنواع إلى وضع ما يزيد عن مئتي بيضة. أمّا السلحفاة المسطّحة في إفريقية الشرقيّة فإنّها تضع بيضة واحدة فقط، وقد سمّيت هكذا لأنّ درعها مسطّحة وتسمح لها بالاختباء بين شقوق الصخور.

تربية السلاحف

إنّ تربية السلاحف في حوض مائيّ أمر ممكن وسهل، إنّما ينبغي التعرّف إلى مصدرها، إذ لا يستحسن شراء سلاحف التُقطت في الطبيعة لأنها تكون معرّضة للهلاك بسبب الوسائل المستعملة للإمساك بها وطرق نقلها. وتغيير ماء الحوض ضروريّ من وقت إلى آخر حفاظًا على النظافة، لأنّ الأوساخ التي تتركها تتحلّل في الماء وتلوّثه.

تجهيز الحوض

تحتاج السلاحف إلى الماء والصخور. وفي أوقات البرد أمّن الدفء للسلاحف بواسطة مصباح كهربائيّ تعلّقه فوق الحوض.

تنسيق الحوض

ضع أصيصًا بشكل جانبيّ لإيجاد مأوى تحت الماء.

تنظيف السلحفاة

قد تعلق الطحالب بدرع السلحفاة، فتُنظَّف بفرشاة للأسنان. إحمل السلحفاة بتأنٍّ خلال تنظيفها، واغسل يديك جيّدًا بعد ذلك، خوفًا من التقاط جراثيم قد تسبّب الأمراض.

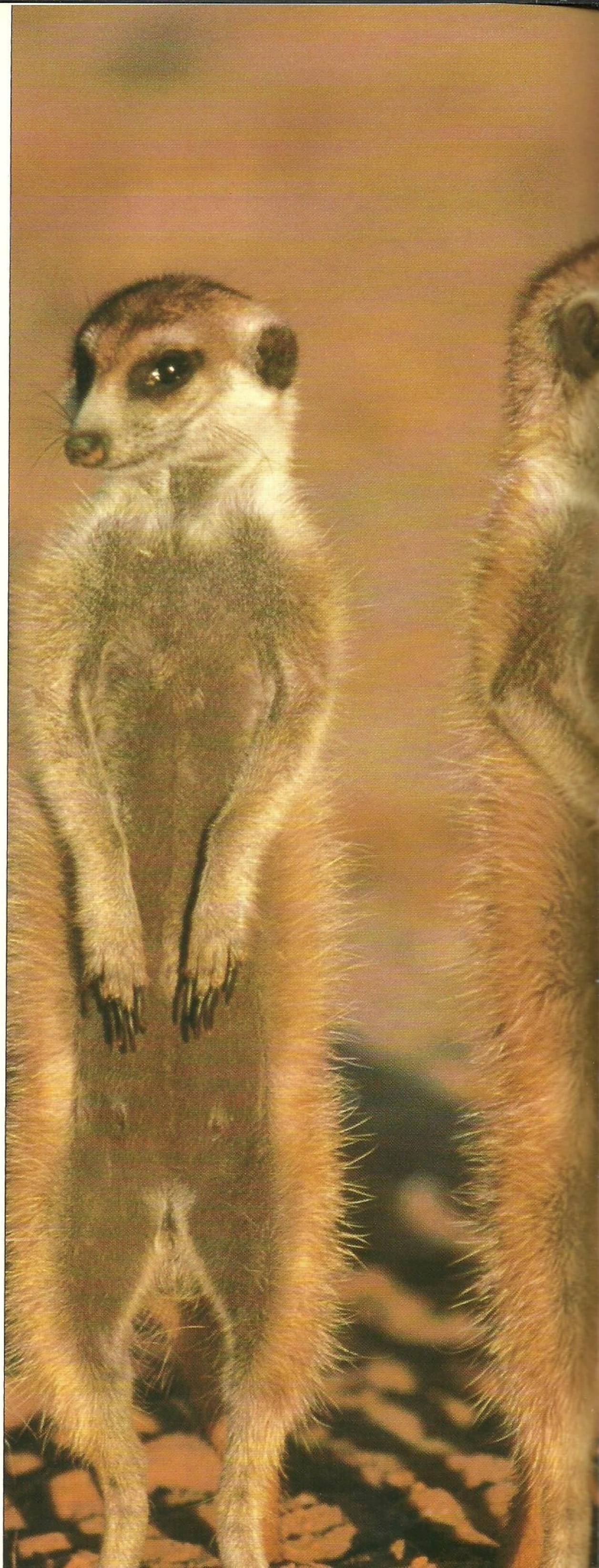
اللَّبونات

التكيّف

تبدو هذه الفئران الصغيرة في عشّها (أعلاه) ضعيفة عاجزة، وكلّ ما تقوم به يهدف إلى البقاء على قيد الحياة كما هي حال كلّ اللَّبونات. وهذه المجموعة من الحيوانات، من فصيلة النمس (إلى اليمين)، تعيش في صحراء ناميب، وهي تترقّب الخطر للدفاع عن نفسها.

هناك نحو أربعة آلاف نوع من اللَّبونات في العالم.

وهي تشتمل على أكبر الحيوانات البرّيّة والبحريّة، أي الفيلة والحيتان، وكذلك على المجترّات والمفترسات. أمّا الإنسان فهو الأكمل بين اللَّبونات.



أجسام اللَّبونات

كانت اللَّبونات الأُولى حيوانات صغيرة تتغذّى بشكل أساسيّ بالحشرات وتعيش في العصر الذي كانت فيه الدينوصورات مسيطرة على الأرض. وبعد انقراض الدينوصورات راحت هذه الحيوانات ذات الدم الحارّ والمغطّاة بالفرو تحلّ مكانها تدريجيًّا. وهناك اليوم أربعة آلاف نوع يعيش في أماكن تختلف مناخاتها بين الصحارى والمناطق القطبيّة.

دُهش المستكشفون الأوروبيّون الأُوَل لدى اكتشافهم حيوانات غريبة في أستراليا. فبدل الظبي والأيّل رأوا الكنغر والوَلَبي يقفزان على قائمتيهما الخلفيّتين عندما يخافان، والكُوالا يتسلّق أشجار الأوكالبتوس. وحيوانات أخرى غريبة. وما جعل الدهشة تزداد عند أولئك المستكشفين أنّ تلك الحيوانات كانت تحمل صغارها داخل أجربة (جيوب) في طيّات الجلد.

بعد تفحّص ذلك العالم الحيوانيّ الجديد برمّته، تأكّد للزائرين القادمين من مناطق بعيدة أنّ هناك قواسم مشتركة بينه وبين حيوانات أخرى معروفة. فهي ذات دم حارّ وتغذّي صغارها بالحليب، وجسمها مغطّى بجلد من الفرو. هذه الخصائص كانت كافية لتصنيفها ضمن الحيوانات اللَّبونة التي غزت الأرض كلّها.

تنمو الجرابيّات مطمئنة داخل جِراب الأم.

اللَّبونات البشريّة

يُصَنَّف الجنس البشريّ بين اللَّبونات التي تتغذّى من حليب الأم خلال الأسابيع أو الأشهر الأولى بعد الولادة. كما تشير الأسنان إلى فصيلة اللَّبونات. وخلافًا للزواحف التي تتشابه أسنانها كلّها فإنّ للإنسان ثلاثة أنواع من الأسنان، وكل نوع له وظيفته المحدّدة (ص ١٦٢-١٦٣). وهذا الترتيب في الأسنان جعل اللَّبونات قادرة على اتباع أنظمة غذائيّة متنوّعة خلال مراحل تطوّرها. ويبقى حليب الأم الغذاء الأمثل للوليد، إلى أن ينمو ويصبح قادرًا على مضغ الأغذية وابتلاعها وهضمها، تمامًا كالبالغين. والوقت الذي فيه تنتهي المرحلة الأولى ليتبدّل نوع الغذاء يُعرف بالفطام.

تساعد مراقبة جمجمة حيوان لبون على معرفة الكثير عن نمط عيشه.

يكفي أن تخرج في أوقات البرد لتعرف أنك من اللَّبونات، فإذا ما كنت ترتدي ثيابًا مناسبة يمكنك أن تسير وتركض من دون أن تشعر بالبرد بفضل دمك الحارّ.

ويمكنك، كسائر اللَّبونات، أن تحرق من مخزون الشحم عندك لتأمين الحرارة بشكل يحافظ فيه جسمك دائمًا على الحرارة نفسها، سواء أكنت في الصحراء أو في القطب. ولو كنتَ حيّة أو ضفدعًا لانخفضت حرارة جسمك أو ارتفعت، بحسب المنطقة التي تكون فيها. ولا تتميّز اللَّبونات وحدها بالدماء الحارّة، إذ تشاركها الطيور بهذه الخاصّة.

الحرارة والبرودة

يشير الشعر أيضًا إلى انتماء الإنسان إلى فصيلة اللَّبونات، وقد كان أجدادنا ذوي شعر قصير وكثيف يغطّي الجسم كلّه، ما عدا راحة الكفّ وأخمص القدم. وللهررة والكلاب والفئران ولبونات أخرى فرو خاص بالحيوانات ذات الدم الحارّ، وهذا الفرو يحفظ حرارة الجسم.

تصطاد **اللَّبونات** الليليّة وتؤمّن غذاءها في الليل.

لا ندري لماذا خسر الإنسان الفرو، وقد يكون السبب في أنّ جسمه يرشح كثيرًا، بعكس الكلاب التي تلهث لتبترد. فالارتشاح والفرو لا يتلاءمان، لأنّ الفرو يتّسخ ويمنع العرق من التبخّر بسرعة.

يهدف التعرّق إلى تأمين البرودة للجسم، وهو أكثر فعاليّة من اللهاث. لا شكّ في أنّ هذا التطوّر الذي عرفه أجدادنا قد بدأ عندما تركوا الغابة ليعيشوا في السهول الإفريقيّة المكشوفة حيث الحرارة مرتفعة، خصوصًا إذ كانوا قد اهتمّوا بمطاردة الحيوانات الكبيرة.

في ما بعد ترك الإنسان إفريقية إلى

يمكن جمع **عظام** اللَّبونات بعد تنظيفها.

مناطق أكثر برودة. كانت الهجرة سريعة، فتعلّم الإنسان كيفيّة استعمال جلود الحيوانات لِباسًا، واكتشف النار التي أمّنت له الدفء. ولو كانت الهجرة بطيئة لكان «الانتخاب الطبيعي» حتّمَ عودة الفرو إلى الجسم (ص ٢٢-٢٣). وفي عصرنا الحديث قد يكون من صالح الذين يعيشون في مناطق باردة، كأوروبا وأميركا الشماليّة، أن تُغطّى أجسامهم بجلود من الفرو، فذلك أفضل بكثير من الغدد العَرَقيّة.

لم يكن الإنسان الكائن الوحيد الذي خسر الفرو من بين اللَّبونات، فالفيل والكركدَّن وفرس النهر، وكلّها حيوانات ضخمة تعيش في مناطق حارّة، قد خسرت هي أيضًا الفرو. وكلّما كان الحيوان ضخمًا وجد صعوبة في تأمين الابتراد، لأنّ القسم المركزيّ من جسمه يكون بعيدًا عن القسم الخارجيّ منه. فالفرو يشكّل عبئًا مزعجًا بالنسبة إلى فيل إفريقية، بينما كان هذا الفرو ضروريًّا لفيل الماموث في العصر الجليديّ الأخير. كذلك خسرت اللَّبونات البحريّة فروها، كالحيتان والدلافين، لأنه يعوق السباحة، وإذا ما حاولت يومًا أن تسبح وأنت ترتدي ثيابك فإنك تدرك كم يبدو ذلك مزعجًا.

اللَّبونات المَشيميّة

هناك ثلاث مجموعات من اللَّبونات، والمجموعة التي ننتمي إليها هي اللَّبونات المشيميّة التي يتحقّق معها قسم كبير من نموّ الكائن داخل بطن الأم. فالجنين يتلقّى غذاءه الضروريّ من دم أمّه، من دون أن يدمج دمه بدمها. ففي الرحم يجري دم الجنين عبر مجموعة أوعية في المشيمة. أمّا العناصر الغذائية وجُزَيئات الأكسجين فتنتقل من الأمّ إلى الجنين عبر جدران الأوعية الدموية، وينتقل ثاني أكسيد الكربون والفضلات الأخرى باتجاه معاكس.

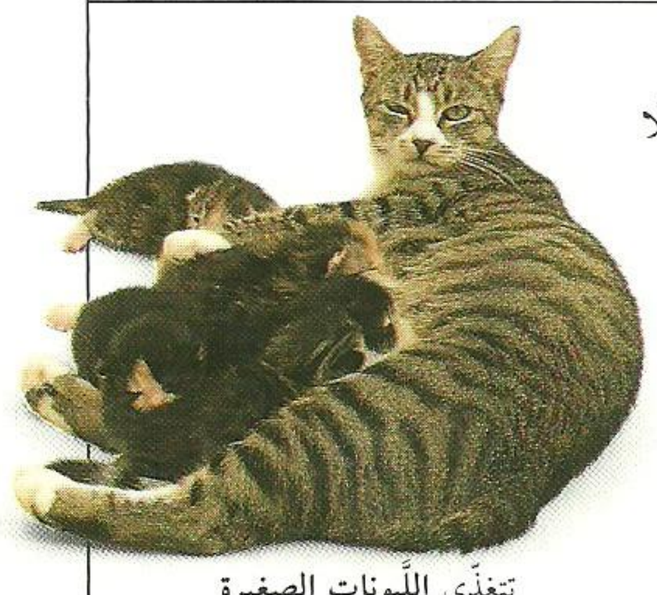
يرتبط الجنين بالمشيمة عن طريق حبل السرّة الذي يجري فيه الدم. وعندما يولد الطفل يُقطع حبل السرّة (تقضم الحيوانات هذا الحبل لقطعه)، والأثر الباقي في وسط البطن هو نقطة اتّصال هذا الحبل.

قنفذ النمل وخلد الماء وحدهما البيوضان بين الثدييّات.

الجرابيّات

الجرابيّات هي لبونات تحمل صغارها في جراب بطيّات جلدها. وقد اعتقد المستكشفون الأوروبيّون في أستراليا أنّ هذه الصغار تولد في الجراب، إلّا أنّ العلماء اكتشفوا، بعد مراقبة دقيقة، أن الصغار تولد قبل اكتمال نموّها وتكون على شكل دعاميص صغيرة زهرية اللون، ثم تزحف في فرو الأم لتصل إلى الجراب فتستقرّ فيه وتتغذّى من الحليب، إلى أن يكتمل نموّها.

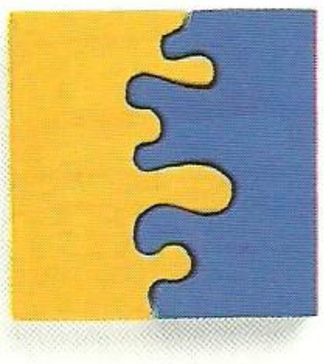
ويمكن القول إنّ الطريقة المتّبعة لدى الجرابيّات هي أفضل من تلك التي تتّبعها المشيميّات، إذ يمكن أن تهتمّ الجرابيّة بمجموعة صغار في مراحل مختلفة من النموّ: واحد في مرحلة الحمْل، وآخر صغير دخل لتوّه الجراب، وثالث وصل إلى مرحلة النموّ الكامل ويتهيّأ لترك جراب أمّه. وإذا ما تعسّرت ظروف العيش وغدت صعبة، لقلّة الماء أو الغذاء مثلًا، فإنّ الأمّ تُخرج صغيرها من جيبها لئلّا تمسي حياتها في خطر. وعندما تتحسّن الظروف يصبح بإمكان الجنين الذي يكون في مرحلة الحمْل أن يحلّ مكان الصغير الذي فُقد.



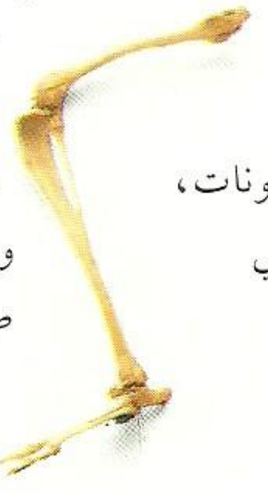
تتغذّى **اللَّبونات الصغيرة** من الحليب لبضعة أيام أو لبضعة شهور.

عزلة آمنة

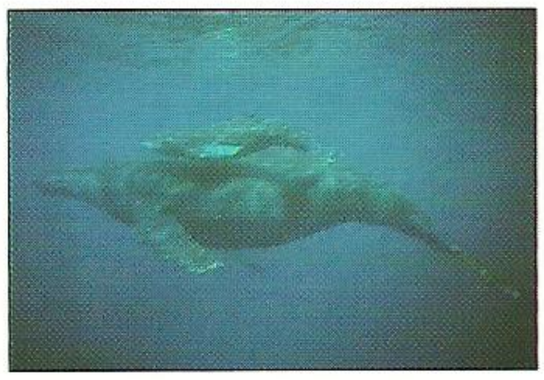
إنّ أسباب حلول المَشيميّات مكان الجرابيّات، في أكثر المناطق، لا تزال مجهولة. ولم تستمرّ الجرابيّات على قيد الحياة في أستراليا إلّا لأنها معزولة عن سائر المناطق في العالم، وقد انتقل وجودها إلى خارج هذه القارّة بفضل الإنسان الذي أدخلها إلى مناطق جديدة. وإذا وجدنا بعض الجرابيّات الصغيرة في أميركا اللاتينيّة فإنّ الكبيرة منها قد انقرضت لتحلّ مكانها الحيوانات المشيميّة. وقد كانت أستراليا ملجأ لنوع ثالث وغريب من اللَّبونات، يُعرف باسم «وحيدات المسالك»، لأنّ لأعضائها التناسليّة والبَوليّة والهضميّة مخرجًا واحدًا، كما أنها من النوع الذي يبيض. ولم يبقَ منها اليوم سوى ثلاثة أنواع هي خلد الماء ونوعان من قنفذ النمل. يُطلق على هذه الأنواع اسم «الأحافير الحيّة»، ذلك أنّها حيوانات متبقّية من مرحلة تحوّل الزواحف البَيوضة ذات الدم البارد والمغطّاة بحراشف إلى لبونات ذات دم حارّ ومغطّاة بفرو. يعيش خلد الماء في الأنهار ويتغذّى من اللافقاريّات، بينما يحفر القنفذ أوكار النمل بمخالبه ليقتات به.



هذا **الشكل المتداخل** يفهمنا كيف يتماسك الهيكل العظميّ.



يرتكز جسم **اللبونات** على القوائم.



يستطيع **الحوت الصغير** أن يرضع من أمّه تحت الماء.

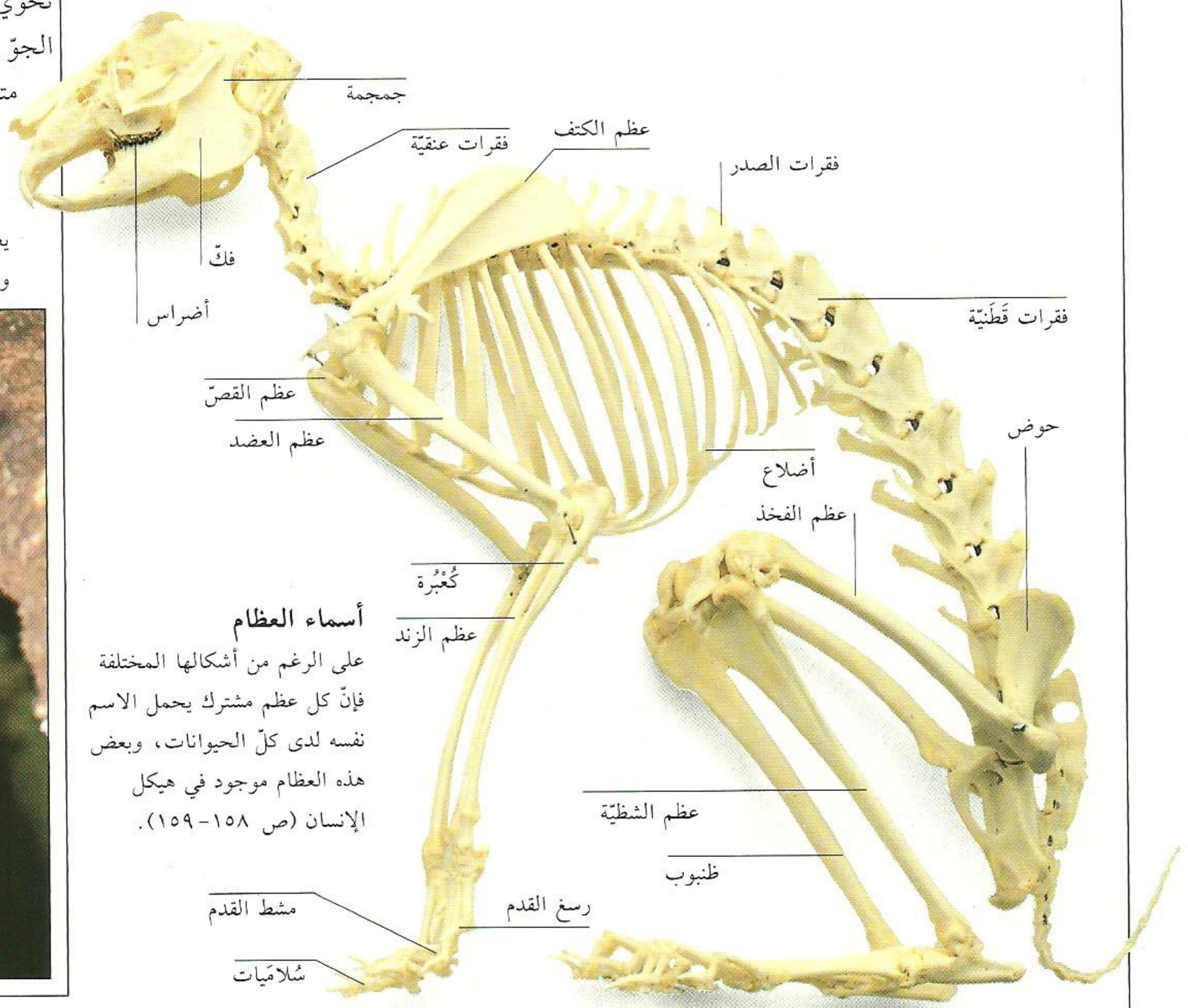
الهيكل العظميّ

يكون هيكل السرطان أو الجندب في القسم الخارجيّ من الجسم، فيشكِّل غلافًا صلبًا يبدّل بسواه مع نموّ الحيوان. أمّا عند اللَّبونات وسائر الفقاريّات فإنّ الهيكل يكون في الداخل، وهو عبارة عن بناء عظميّ تتعلّق به أعضاء الجسم.

يتكوّن الهيكل، قبل الولادة، من مادّة غضروفيّة أشبه بالپلاستيك. ويكون ليّنًا وقويًّا ولكنه لا يستطيع أن يحمل الجسم. عندما يكبر الحيوان أو الإنسان تزداد قوّة المادّة الغضروفيّة في هيكله، إذ تتخزّن داخل خلايا الهيكل أملاح معدنيّة تحوّله إلى مادة عظميّة قاسية. هذا التحوّل يُعرف عند الإنسان بالتكلّس ويستمر نحوًا من عشرين سنة، ويصل متوسّط ما يحويه الهيكل العظميّ من أملاح معدنيّة إلى خمسة كيلوغرامات.

خصائص الهيكل

إن لم تكن قد رأيت أرنبًا بعد فإنّ هيكله العظميّ يدلّك على أنه من أكلة العشب، وأنه يعتمد على حدّة نظره وسرعة عَدوه للنجاة من الخطر. وتبدو أسنانه مكوَّنة خصّيصًا لقضم الأعشاب ومضغها. أمّا محجراه الكبيران فيقعان على جانبَي الوجه ويدلّان على سعة حقل النظر عنده. كما تشير قوائمه الطويلة والرشيقة إلى قدرته على العدو السريع.



أسماء العظام

على الرغم من أشكالها المختلفة فإنّ كل عظم مشترك يحمل الاسم نفسه لدى كلّ الحيوانات، وبعض هذه العظام موجود في هيكل الإنسان (ص ١٥٨-١٥٩).

اختبار

تنظيف الجماجم

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

إنّ تجميع الجماجم هواية مثيرة، ولكن ينبغي تنظيفها من أجل الاحتفاظ بها. هناك لهذه الغاية وسائل متنوّعة، منها ما يعتمد على التحلّل الطبيعيّ الذي يتبعه تنظيف كيميائيّ. اِدفن الجمجمة في أصيص مليء بالتراب واطمُره. اُتركْه مدفونًا مدّة شهرين في أوقات الحرّ، وأكثر من ذلك في أوقات البرد.

يلزمك

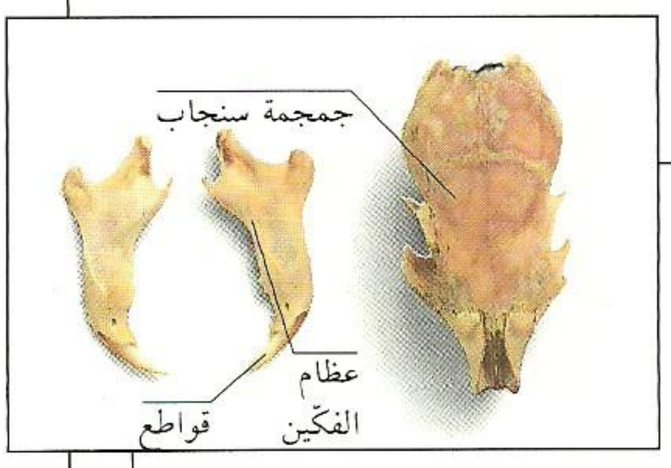
• كوب زجاجيّ • ماء الجافيل (مُبَيِّض) • أصيص • قلم • خيط متين • صودا الغسيل • تراب • ملعقة

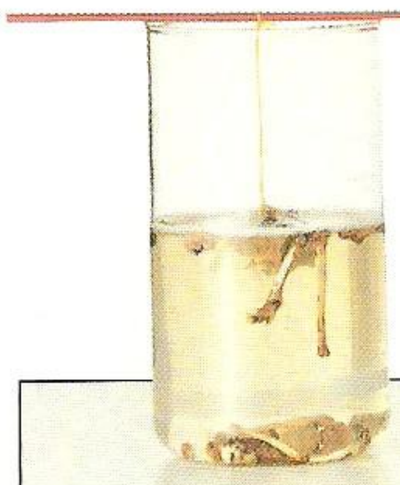
أشكال الأعضاء

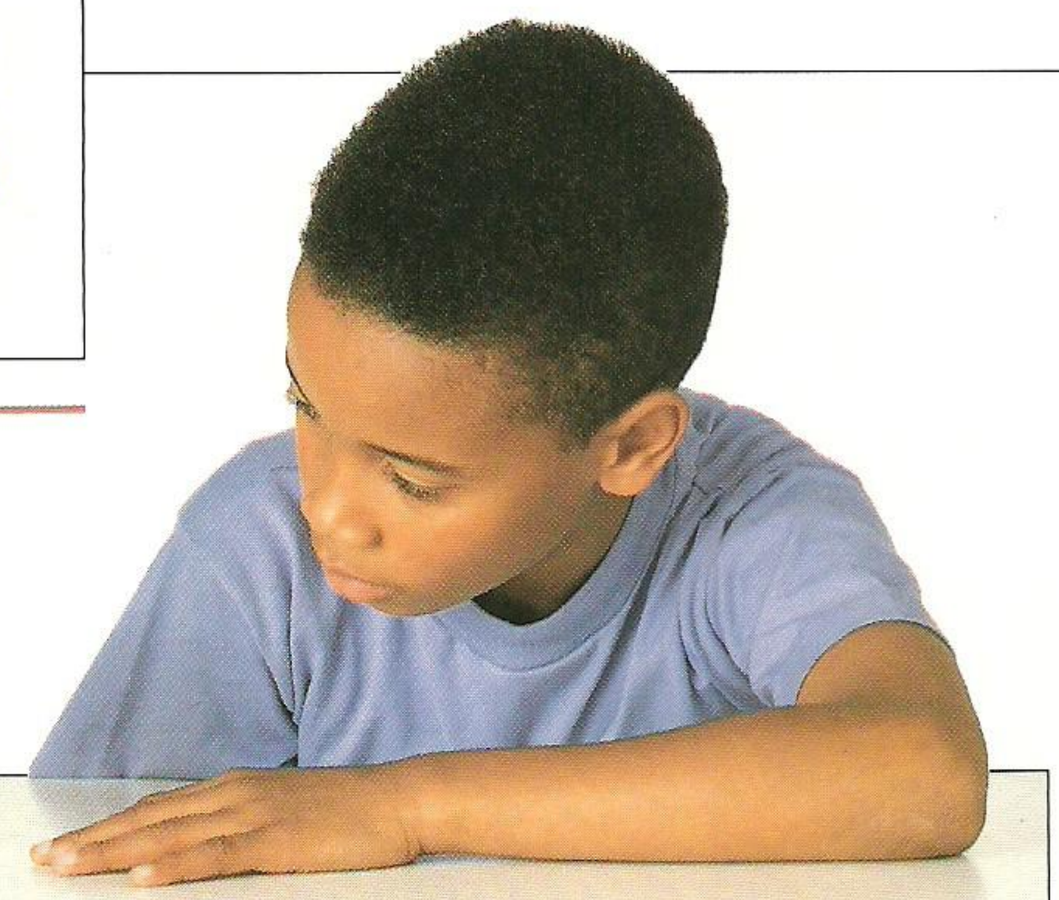
تحوي مناطق الأرض كلّها حيوانات لبونة، حتى الجوّ والمحيطات. وقد تطوّرت أعضاؤها بشكل متنوّع، بحسب ما تفرضه ظروف العيش وتأمين الغذاء، فكانت الأيدي والزعانف والأجنحة.

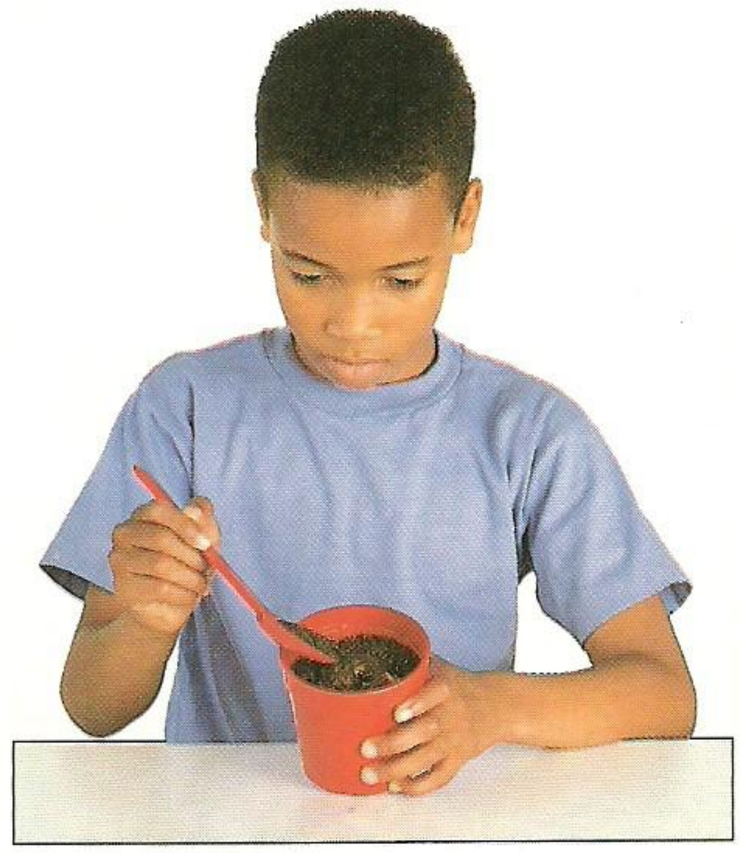
طريقة الصيد

يعيش قرد «الأَيأَي» على الأشجار في مدغشقر، ويستعين بالإصبع الثالثة والطويلة لالتقاط الحشرات.









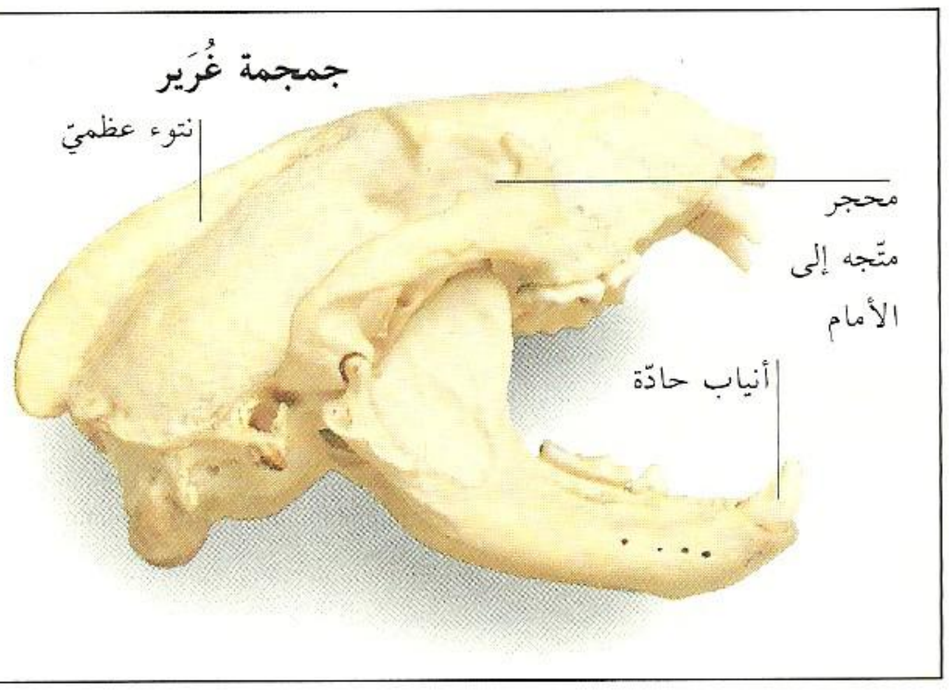
١ **غربِل التربة** لدى البحث عن الجمجمة، وتأكّد من أنّ اللحم قد زال كليًّا عن العظام، ثم اغسل العظام جيّدًا.

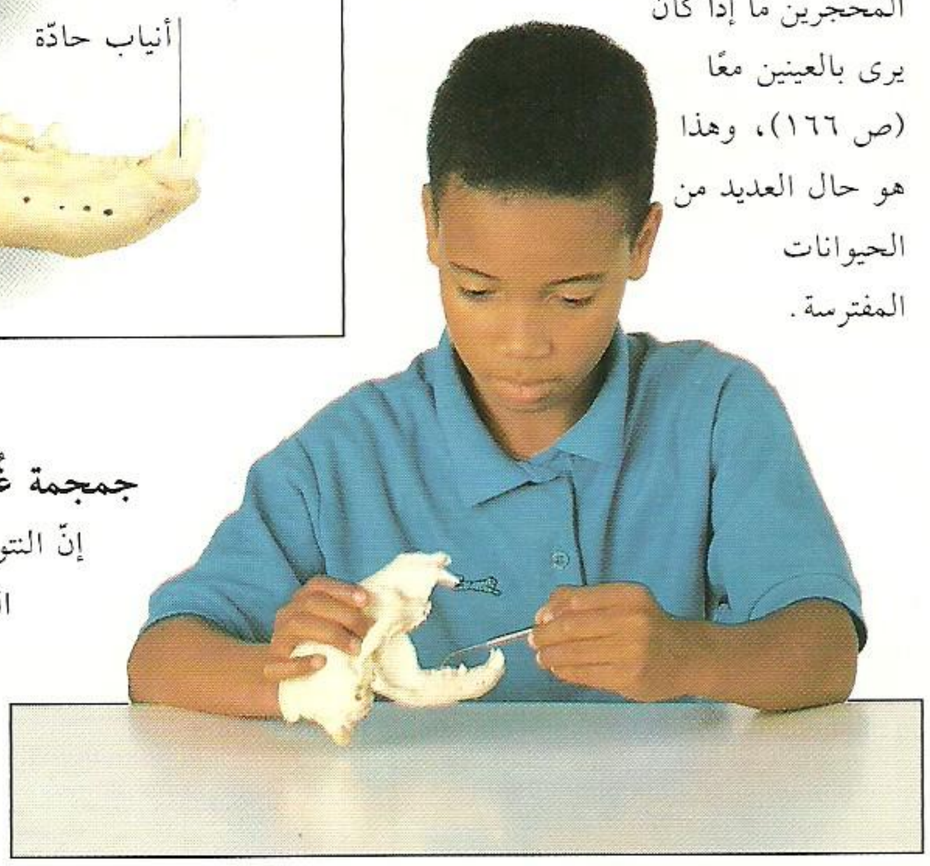
٢ **اِربط الجمجمة** بخيط إلى قلم واتركها مدّة أربع ساعات في محلول ساخن من صودا الغسيل.

٣ **أخرج العظام** من محلول الصودا، اغْسِلْها، ثم ضعها مدّة ساعتين في ماء الجاڤيل. أخرجها مجدّدًا واغسلْها بالماء ثم نشِّفها.

تفحّص جمجمة

الجمجمة هي تجمّع معقّد لعدّة عظام، بعضها متداخل ببعضها الآخر. تساعدك مراقبة الفكّين والأسنان على معرفة ما يتغذّى به الحيوان (ص ١٦٣). كما تُبيِّنُ وضعيّة المحجرين ما إذا كان يرى بالعينين معًا (ص ١٦٦)، وهذا هو حال العديد من الحيوانات المفترسة.





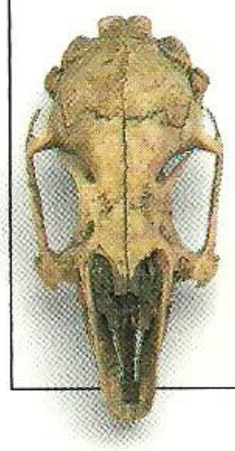
جمجمة غُرَير

إنّ النتوء العظميّ الذي ينطلق من وسط جمجمة الغرير هو نقطة ارتكاز العضلات التي يستعين بها في عضّ فريسته. وللغرير فكّان قويّان يقطع بهما اللحم ويمضغ العشب.

تستطيع اقتلاع أحد الأضراس، بواسطة ملقط معدنيّ قويّ، لترى كيف يكون مثبّتًا بالفكّ.

جمجمة ابن عرس

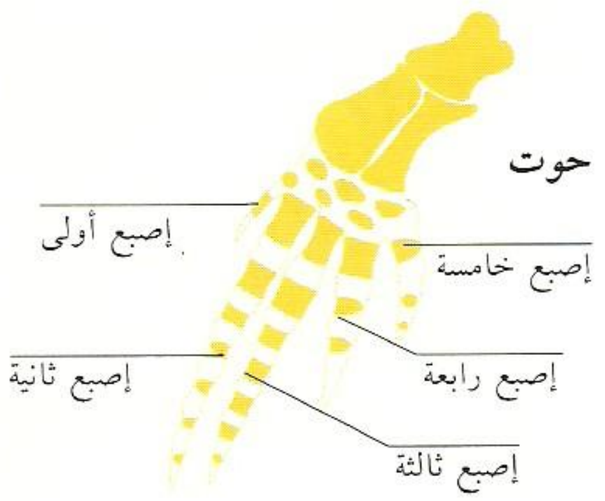
يعتبر ابن عرس صيّادًا مخيفًا على الرغم من صغر حجمه. وتساعده جمجمته الصغيرة على الدخول إلى الأوكار. كما يساعده فكّاه القويّان وأسنانه على القطع والمضغ.



جمجمة عظاية

للعظاية عينان كبيرتان تساعدانها على النظر إلى البعيد، ويتميّز محجراها بسعتهما. وتملك العظايا أسنانًا بسيطة ومتشابهة، خلافًا للّبونات.

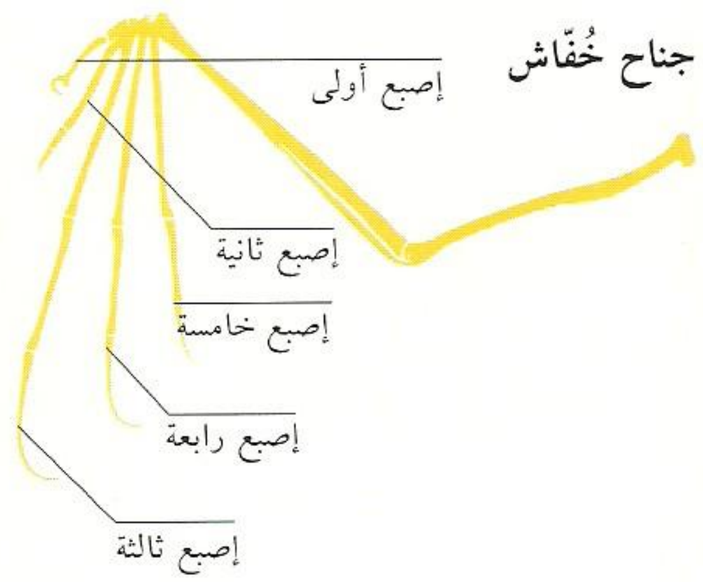
زعنفة حوت



عضو بخمس أصابع

للفقاريّات كلّها أعضاء مزوَّدة بخمس أصابع. وقد تطوّرت الأعضاء لدى اللّبونات إلى أشكال وأحجام مختلفة.

جناح خُفّاش



المفاصل والحركة

يتكوّن الهيكل العظميّ لدى الإنسان البالغ من نحو مئتي عظم تلتقي في أماكن تُعرف باسم «المفاصل». بعض هذه المفاصل ثابت لا يتحرّك، لكنّ القسم الأكبر منها متحرّك. ولا تتحرّك مفاصل العمود الفقريّ إلّا قليلًا، بينما تتحرّك مفاصل الأصابع بسهولة.

ينبغي أن تتأمَّن المادّة المُزَلِّقة بشكل دائم للمفاصل لئلّا تتصلّب. تكون العظام مغطّاة بمادّة غُضروفيّة في أماكن احتكاكها بغيرها، تسهيلًا للحركة، وهذه المادّة زَلِقة ومُزَيَّتة بسائل زلاليّ. كما تكون المفاصل مثبَّتة برباطات ومغلّفة بغشاء يمنع السائل الزلاليّ من الانزلاق خارجًا.

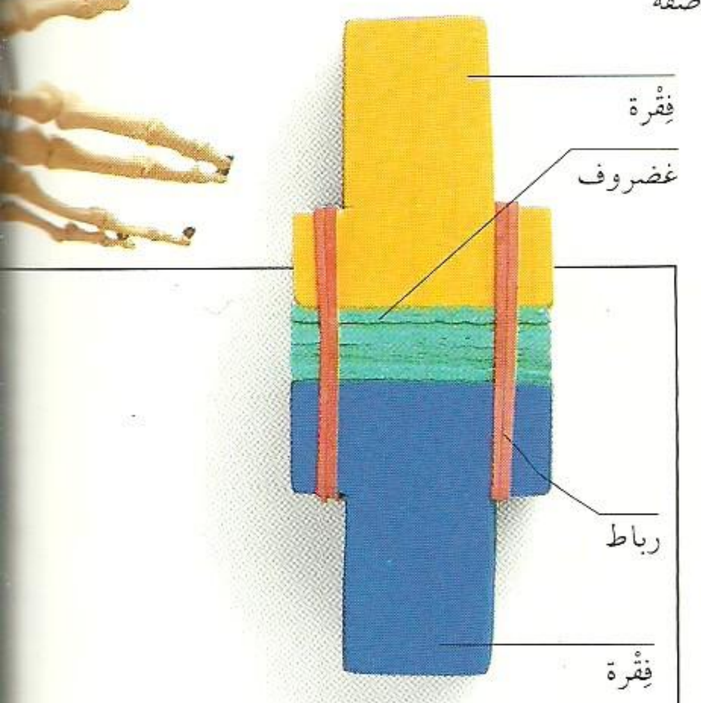
اختبار
نماذج من المفاصل

إشراف راشد ضروري لهذا الاختبار.

من أجل فهم عمل المفاصل يمكنك أن تُنجز نماذج من الخشب شبيهة بمفاصل عظمتين.

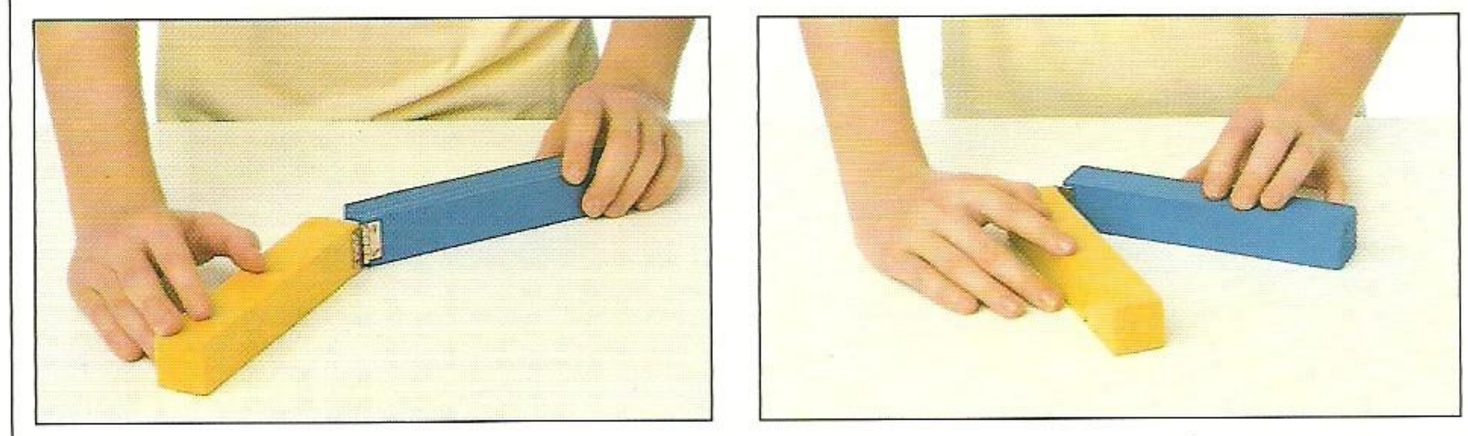
يلزمك

- أربطة مطّاطيّة
- ملزمة • مفصّلة
- منشار قطع
- النماذج • طلاء
- ورق صنفرة
- بَراغي
- منشار تلْسين
- إسفنجة



الفقرات

يتكوّن العمود الفقريّ من ٢٦ عظمًا أو فِقْرة، تتّصل ببعضها عن طريق المفاصل.



الكوع

يصل مفصل الكوع بين عظم العضد وعظمي الزَّند والكعبرة، ولا يسمح بالتحرّك إلّا من جهة واحدة.

ذراع مثنيّة

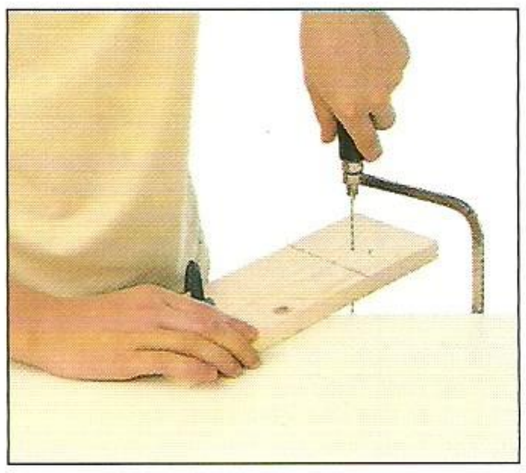
يمكن أن يُثنى مفصل الكوع كلّيًّا فيسمح للذراع بأن تنثني نحو الداخل.

ذراع ممتدّة

يمكن أن ينبسط المفصل حتى ١٨٠ درجة فقط.

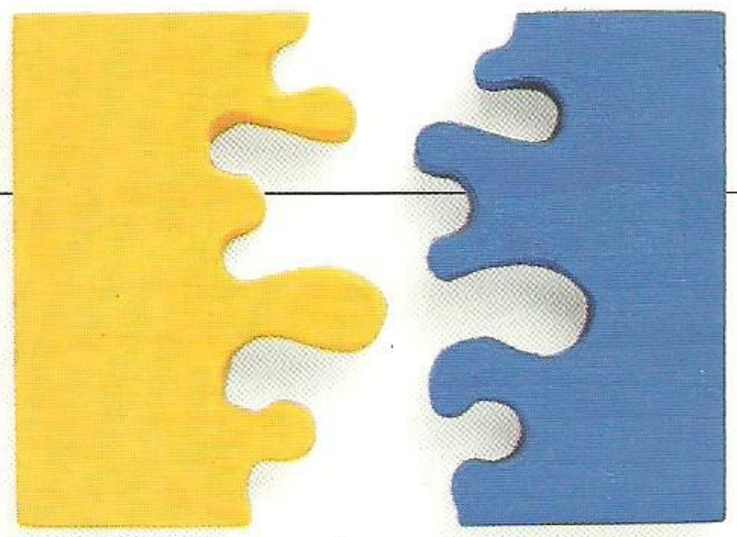
الجمجمة

في الجمجمة ثمانية عظام متلاحمة تحمي الدماغ. يُظهر هذا النموذج عمليّة التلاحم في صورة مكبّرة. فالعظام تتداخل تدريجيًّا بعد الولادة فتتلاحم وتختفي المفاصل عند بلوغ مرحلة الرشد.



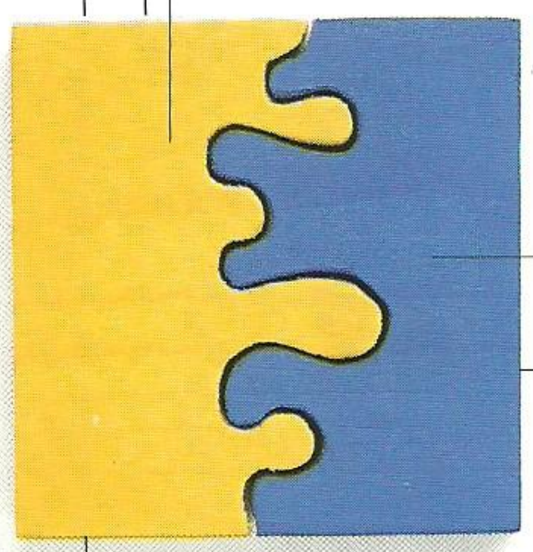
إنجاز مفصل

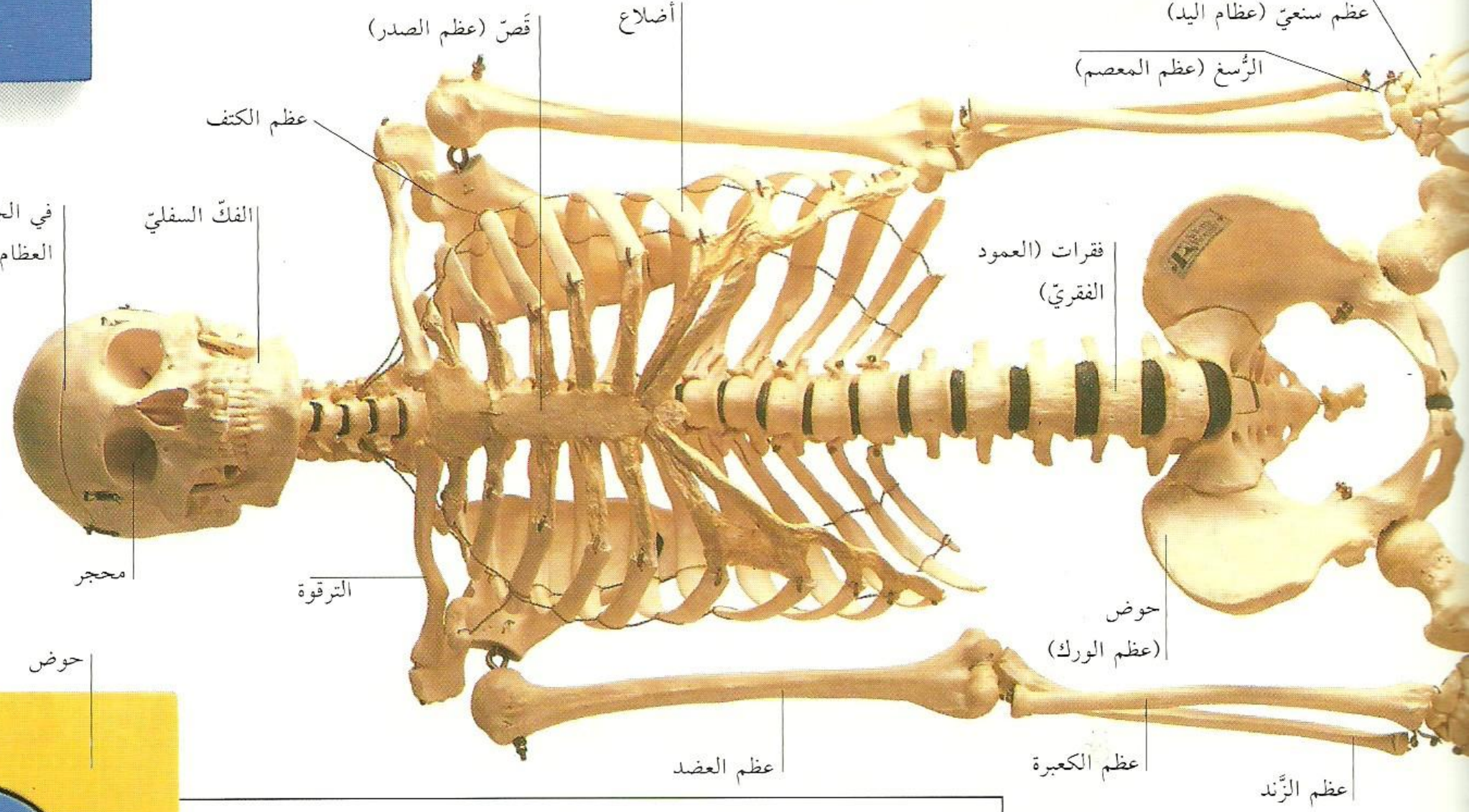
اِستعِنْ بمنشار قطع النماذج لشقّ قطعة خشبيّة عموديًّا وفي خط متعرّج، ثم افرك النتوءات الزائدة بورقة الصنفرة واطلِ القطعتين.

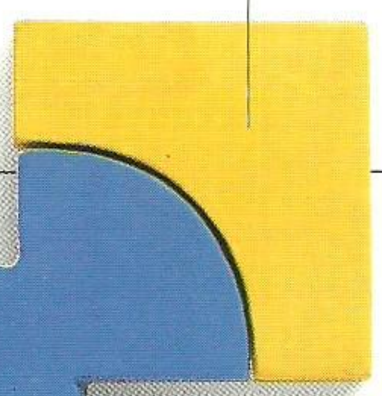


إدخال القطعتين

تتداخل العظام ببعضها كما تتداخل ألعاب الخشب المتعرّج. وتمنع الانحناءات والتعرّجات كل حركة بين العظمين.

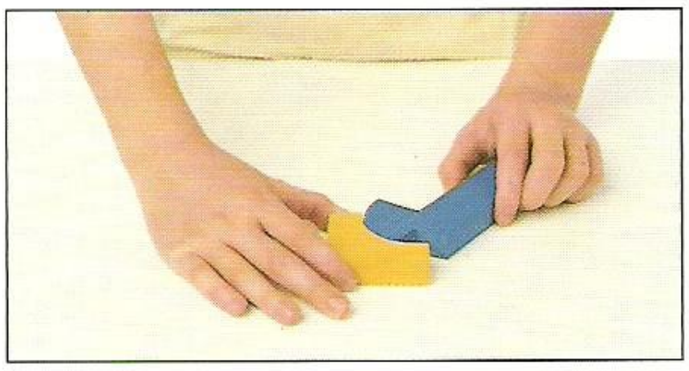






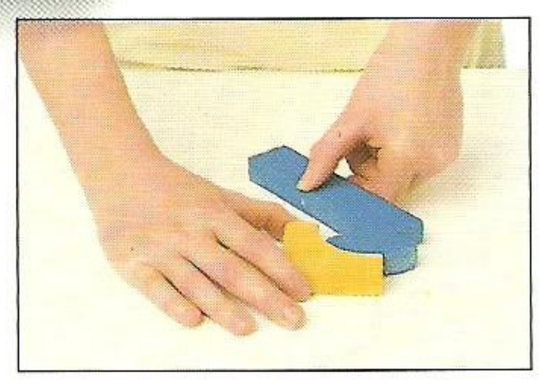
الورك

في هذا النموذج يمثّل القسم الأصفر الحوض (التجويف)، ويمثّل القسم الأزرق عظم الفخذ (الرأس المستدير).



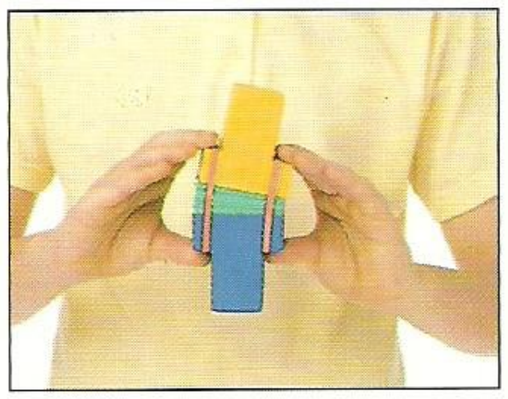
حركة نحو الخارج

لدى مراقبة الورك نلاحظ أنّ الرأس المستدير يتحرّك داخل التجويف ويتّجه عظم الفخذ نحو الخارج.



حركة نحو الداخل

يتحرّك الرأس المستدير في الاتجاه المعاكس ويتحرّك الفخذ نحو الداخل.



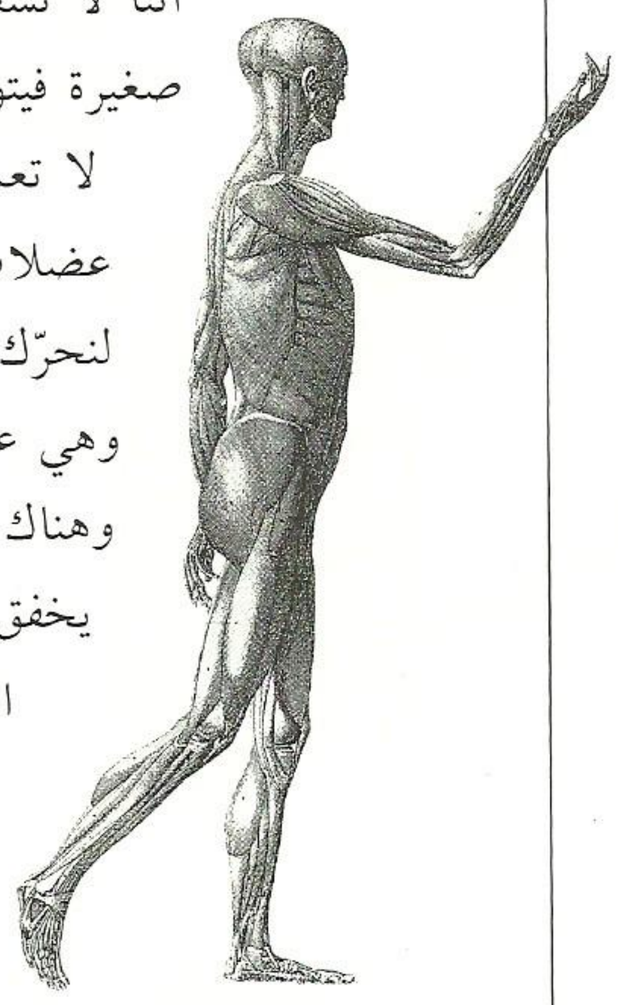
انحناء العمود الفقريّ

تفرّق الغضاريف بين العظام التي تترابط بعضلات ورباطات. وكل مفصل يتحرّك قليلًا، بينما يستطيع العمود الفقريّ أن يقوم بانحناءة كبيرة.

العضلات

مهمّة العضلات تحريك الجسم، وأكبرها - وهي عضلات الساق - تحرّك الجسم كلّه إذا عملت مجتمعة. وهناك عضلات متناهية في الصغر إلى حدّ أننا لا نشعر بوجودها، فعند القشعريرة تتقلّص عضلات صغيرة فيتوتّر شَعر الجسم.

لا تعمل العضلات كلّها بطريقة واحدة، إذ إنّ عضلات الهيكل العظميّ هي تلك التي نستعين بها لنحرّك الذراعين والرجلين وأجزاء أخرى من جسمنا، وهي عضلات إراديّة لأنّها تخضع لإرادتنا المباشرة. وهناك عضلات غير إراديّة كعضلة القلب التي تجعله يخفق، والعضلات الملساء التي تدفع بالأغذية في القناة الهضميّة. فهذه العضلات تؤمّن سلامة وظائف الجسم من دون أن تتلقّى الأوامر في مهمّاتها.



تحت الجلد

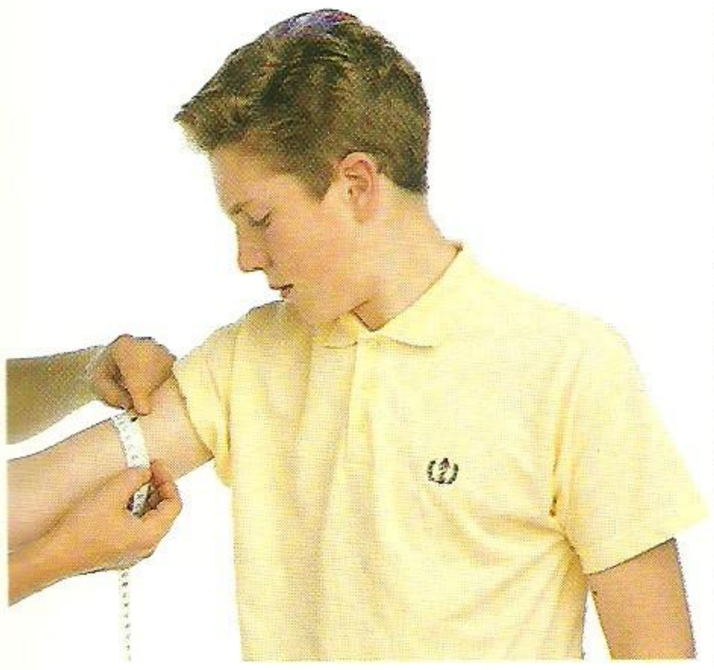
وضع علماء التشريح الأوائل رسمًا واضحًا للعضلات، لكنّهم كانوا يجهلون العامل المحرّك لهذه العضلات.

عوامل تحريك العضلات

تتحرّك العضلات بواسطة عَصَبونات محرِّكة (خلايا عصبيّة). فكل عصبون يسيِّر تيّارًا كهربائيًّا باتجاه ألياف عضليّة، وعندما يعطي إشارته تنقبض الألياف العضليّة. والإشارة التي تنتشر عبر العصبون المحرِّك لا تشبه تمامًا التيّار الذي يسري في سلك كهربائيّ، لكنّها تنتقل بسرعة كبيرة. فبعض العصبونات المحرِّكة يتعدّى طولها المتر الواحد، لكنّ الإشارة تجتازها بسرعة تبلغ $\frac{١}{١٠٠}$ من الثانية. والعصبون المحرِّك المعروض هنا قد رُسم مصغّرًا.

اختبار

قياس العضلات



ذراع ممتدّة

خذ قياس دائرة الذراع في أوسع نقطة.

مضيق رانفييه

هذه الثغرات الصغيرة في طبقة الغلاف تعمل كجهاز موصِل ينقل الإشارة عبر المحور العصبيّ.

غلاف النُّخاعِين

يحيط بالمحور العصبيّ خلايا خاصّة تُغلِّف الخليّة العصبيّة، وهذا الغلاف يؤدّي دورًا عازلًا.

المحور العصبيّ

المحور العصبيّ عبارة عن خُيط أو خيط دقيق، وهو القسم الطويل من الخليّة العصبيّة الذي ينقل الإشارة الكهربائية.

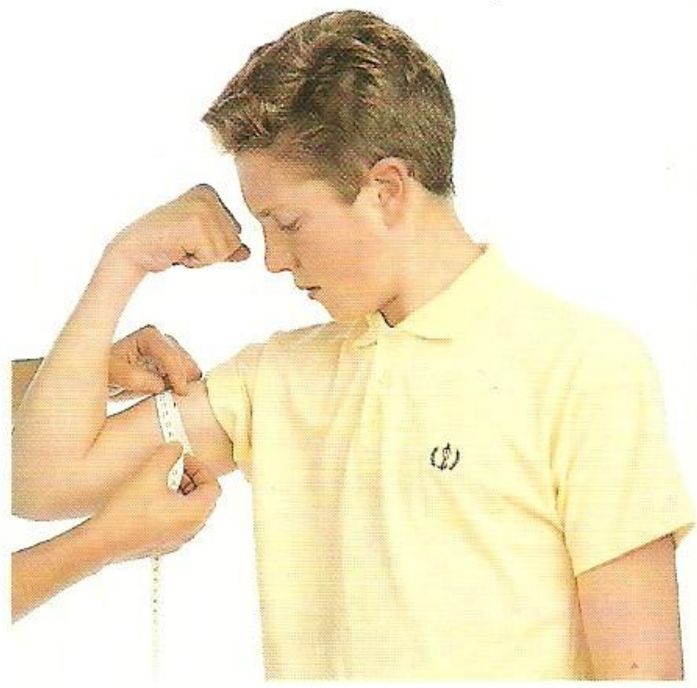
ليفة عصبيّة

تتكوّن العضلات المحرِّكة للجسم من حُزَم ليفيّة، وداخل كلّ ليفة مجموعة جزيئات بروتينيّة تزلق فوق بعضها لتنقبض العضلة.

النهايات العصبيّة

ينتهي العصبون المحرِّك عند الألياف العضليّة بمشبك محوريّ. وعند تلقّي إشارة ما تطلق النهايات العصبيّة هذه مادّة تجعل العضلة تتقلّص.

عندما تتقلّص العضلة تقصر وتتضخّم. في الذراع عضلتان: واحدة تتقلّص عندما تنبسط الأخرى.



ذراع مثنيّة

خُذ القياس مجدّدًا، هل تجد فرقًا؟ خُذ قياس الذراع في مكان آخر.

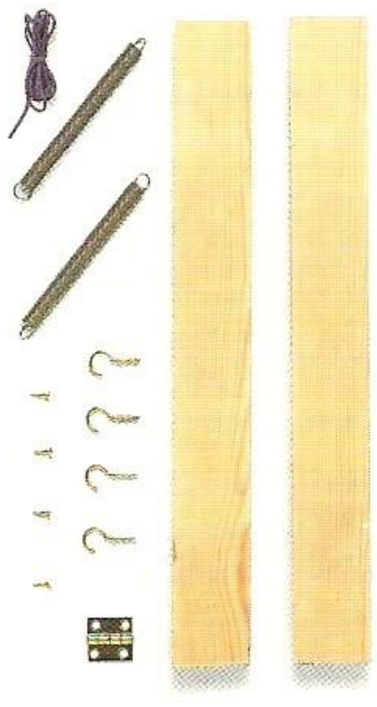
اختبار

عضلتان للشدّ

تستطيع العضلات أن تشدّ ولا تستطيع أن تدفع. ومن أجل تحريك الأعضاء تتجهّز العضلات بشكل «متضادّ»، فإحدى العضلات، وهي العضلة الثانية، تطوي المفصل، في حين أنّ عضلة أخرى، وهي العضلة الباسطة، تجعله ينبسط. وفي نموذج الذراع، في الرسم أدناه، يمثّل النابض العضلة، ويمثل الخيط الوتر أو الرباط الذي يصل العضلة بالهيكل العظميّ.

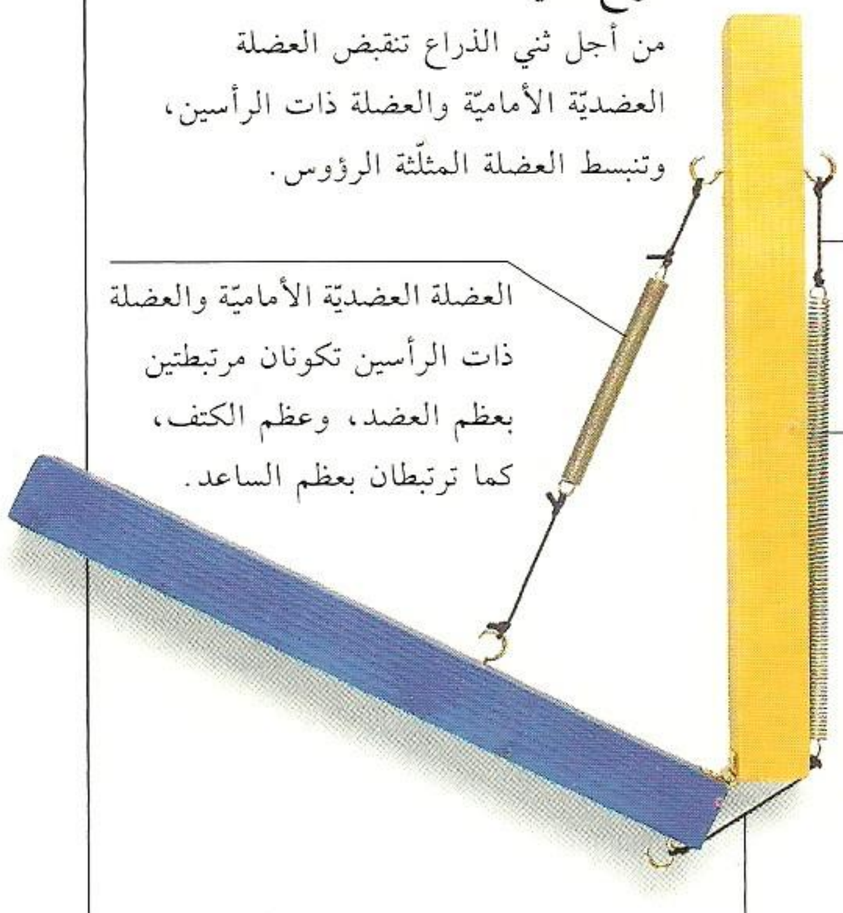
يلزمك

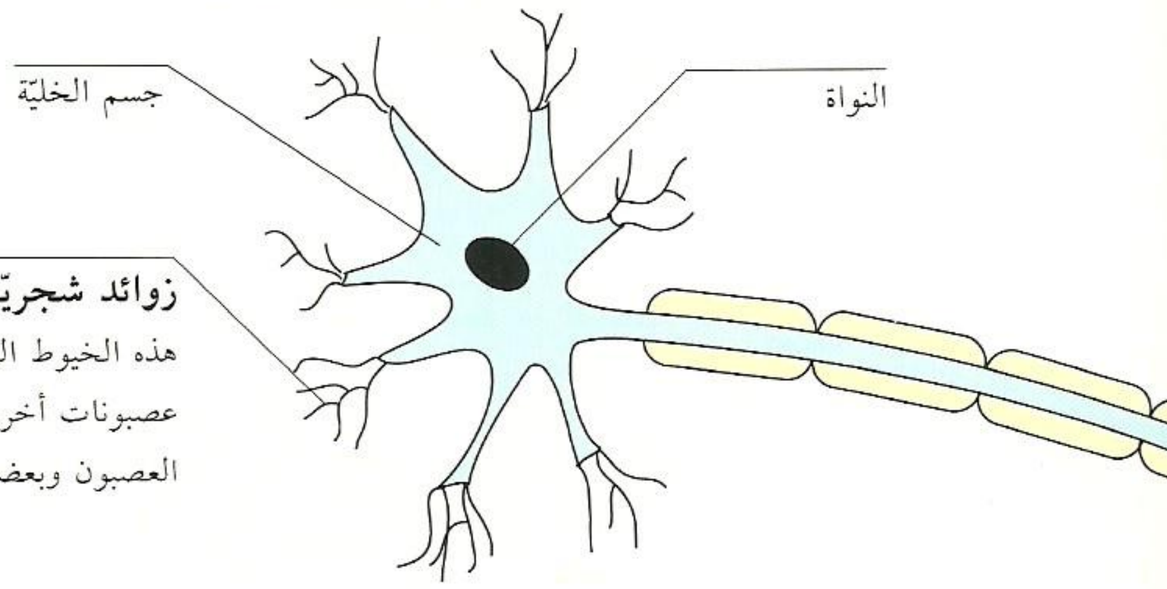
- مفصّلة • أربع خُطّافات
- أربعة براغي • نابضان
- خيط متين
- قطعتان من الخشب



ذراع مثنيّة

من أجل ثني الذراع تنقبض العضلة العضديّة الأماميّة والعضلة ذات الرأسين، وتنبسط العضلة المثلّثة الرؤوس.





زوائد شجريّة

هذه الخيوط الدقيقة تتسلّم الإشارات من عصبونات أخرى، فبعض الإشارات يحرّك العصبون وبعضها الآخر يُوقفها.

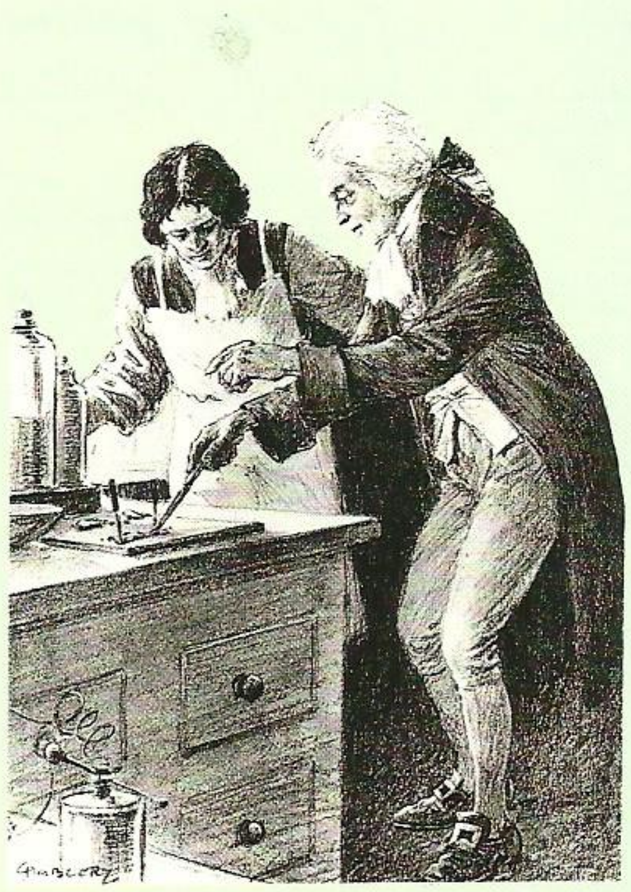
ذراع ممتدّة

تنقبض العضلة المثلّثة الرؤوس لمدّ الذراع، في حين أنّ العضلة ذات الرأسين والعضلة العضديّة تنبسطان.

■ اكتشاف ■

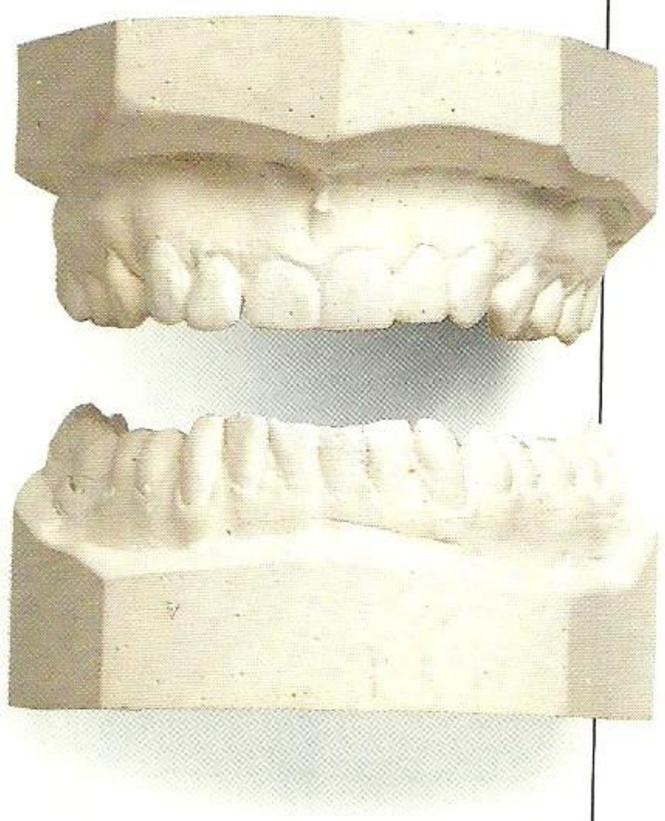
لويجي غالڤاني

كان البروفسور لويجي غالڤاني (١٧٣٧-١٧٩٨) أستاذًا في علم التشريح. وهو أوّل من أوضح دور الكهرباء في حركة الحيوانات، وجاء اكتشافه وليد الصدفة. فقد كان يشرّح ضفدعًا قرب آلة تصدر شرارات كهربائية، فكانت قوائم الضفدع تتقلص فجائيًّا بتأثير من الكهرباء. أظهر غالڤاني من خلال اختبارات أخرى أنّ الكهرباء هي المسؤولة عن الحركة الفجائيّة. وقد بقي اسم هذا العالم مرتبطًا بعملية «الغلڤنة»، وهي العملية الكهربائيّة التي بموجبها يُغطَّى الحديد بالزنك لمنع الصَّدأ.



الأسنان

ليست العظام الأقسام الأكثر صلابة في الجسم، كما قد يُظَنّ، وإنما هي الأسنان. فالمادة التي تتكوّن منها العظام صلبة جدًّا، لكنّها لا تستطيع أن تصمد أمام سنوات من المضغ. بالمقابل فإنّ المينا، وهي الغطاء المعدني للأسنان، من الصلابة بحيث يمكن أن تدوم مدى الحياة. وإذا ما بلغت الأسنان تكوينها الكامل تتوقّف عن النموّ، لكنّها تتبدّل في مرحلة النموّ الأولى. تبدأ الدفعة الأولى بالظهور عندما يبلغ الطفل ستّة أشهر، فتكون صغيرة الحجم وتُعرف بأسنان الحليب أو الأسنان اللبنيّة. ثم تتساقط تدريجيًّا لتحلّ مكانها أسنان دائمة وأكبر حجمًا. وقد تبدو هذه الأسنان، لدى بروزها، كبيرة الحجم نسبيًّا، لكنّ نموّ الجسم يؤدّي، في ما بعد، إلى التناسق.



أسنان كاملة
هذا قالب من الجصّ لأسنان كاملة عند إنسان بالغ.

أنواع الأسنان

لدى الإنسان ثلاثة أنواع من الأسنان، وكلّ نوع له وظيفته.

القواطع
لهذه الأسنان جوانب مسطّحة وحرف قاطع. فعند قضم الطعام تلتقي الأطراف العليا والسفلى الحادّة لقطعه.

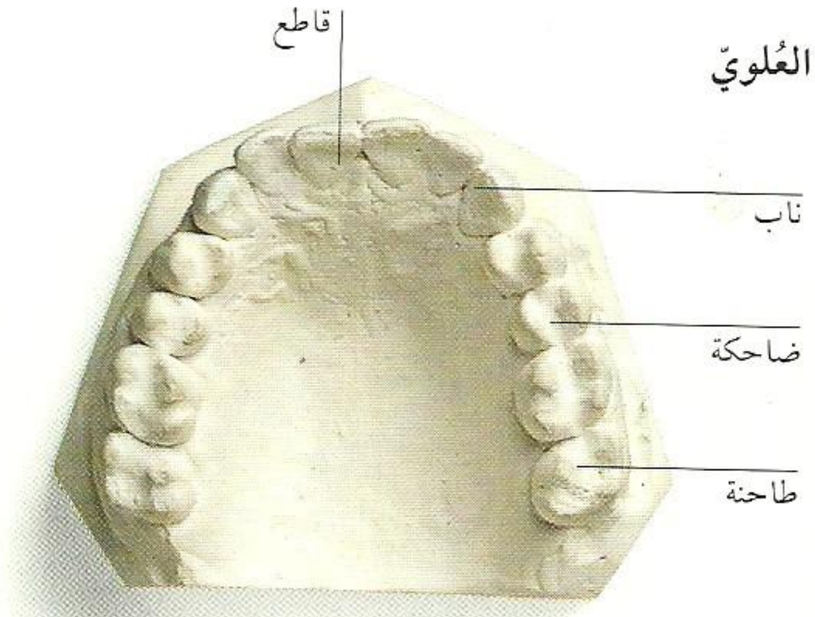
الأنياب
تلتقط الأنياب المستدقّة الغذاء وتهرمه. وبعد اختراع السكّين والشوكة أصبحت الاستعانة بالأنياب أقلّ ممّا كانت عليه.

الضواحك والطواحن
للضرس نتوءات تقابلها تجاويف في الضرس المقابل، وهذا ما يساعد على طحن الغذاء خلال عمليّة المضغ.

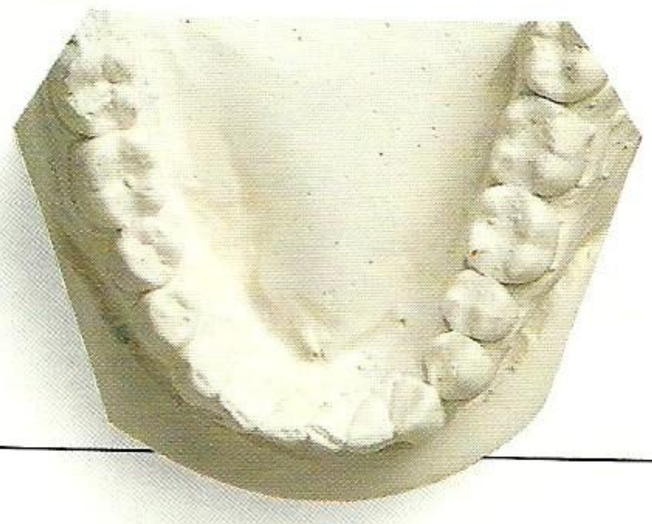
أسنان الفكّين

عندما تنبت الأسنان الدائمة كلّها يكون هناك ست عشرة سنًّا في كل فكّ (أربع قواطع، نابان، أربع ضواحك وستّ طواحن)، ومجموع الأسنان هو اثنان وثلاثون سنًّا. أمّا «أضراس العقل» التي تنمو في مؤخّرة الفكّ فقد لا تبرز قبل العشرين من العمر، كما قد لا تبرز أبدًا.

الفكّ العُلويّ



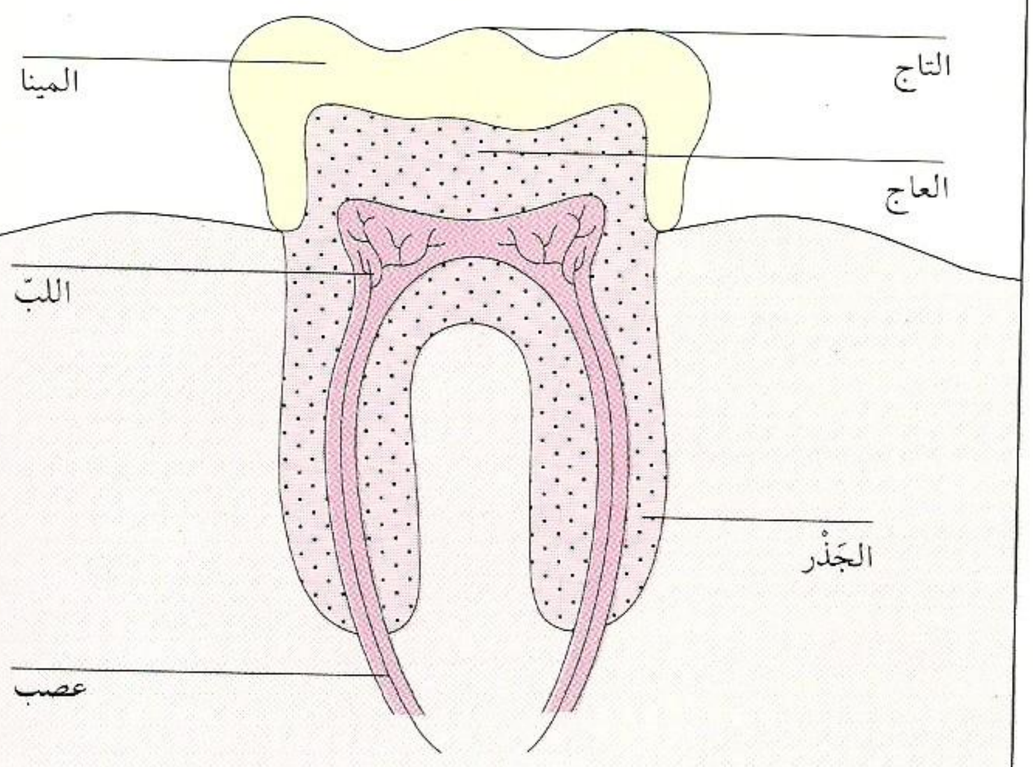
الفكّ السُّفليّ



أقسام السنّ

عندما تأكل المثلّجات لاحظْ ما قد تشعر به لدى تباطُئك في منتصف قضمة في فمك. فأسنانك تعتريها البرودة وتشعر بالانزعاج. والواقع أنّ في السنّ أطرافًا عصبيّة وأوردة دمويّة دقيقة، تلتقي في اللبّ وهو القلب الإسفنجي للسنّ. ويكون اللبّ محاطًا بمادّة شبيهة بالعظم، هي عاج السنّ أو السِّنّين. أمّا القسم الخارجيّ الذي يُستعان به في عمليّة المضغ فهو مغطّى بالميناء، وهي مادّة صلبة وقاسية.

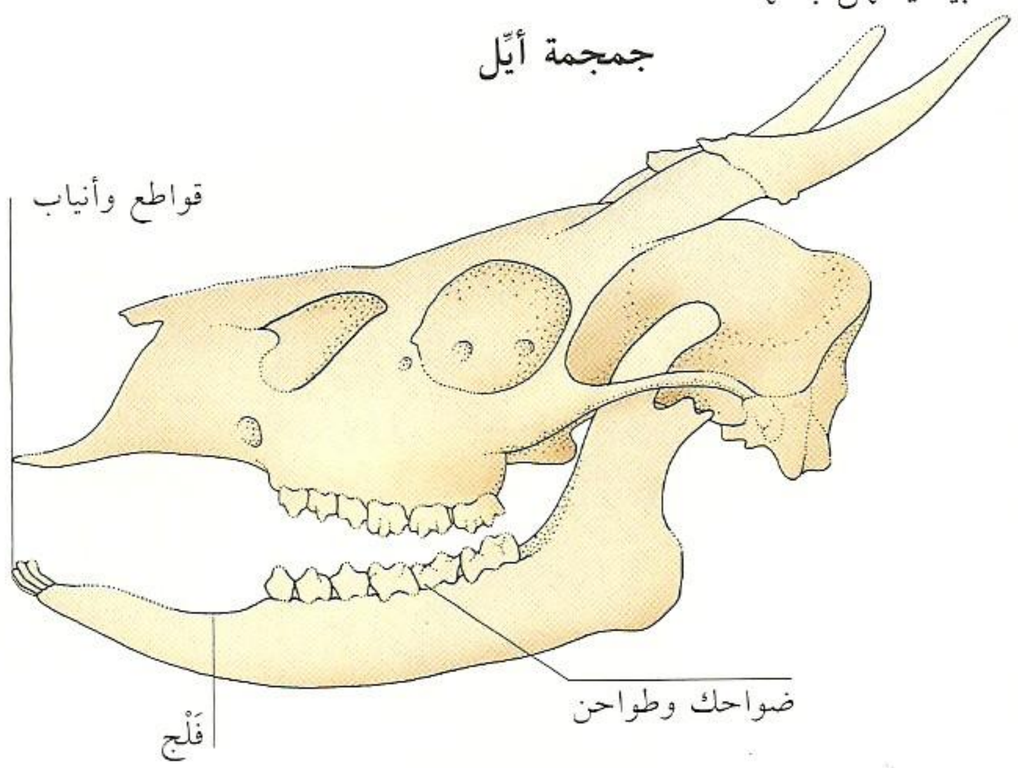
رسم مقطعيّ للضرس



أسنان آكلة العشب

لدينا هنا جمجمة أيِّل، أحد الأنواع الكثيرة التي لا تتغذّى إلّا من النباتات، وتساعده أسنانه على قضم العشب ومضغه. تتمّ عمليّة القرض بقواطعه وأنيابه التي تقع في مقدّمة الفكّ السفليّ فقط، أمّا الفكّ العلويّ فيشكّل مسندًا تضغط عليه الأسنان. يأتي بعد ذلك فَلْج عظميّ يعطي اللسان مجال تقليب الغذاء خلال مضغه. وبعد الفَلْج تقع مجموعة أضراس طاحنة في مؤخّرة الفم، إنّها الضواحك والطواحن. فعندما يمضغ الأيِّل يتحرّك فكّه السفليّ من أسفل إلى أعلى، كما يتحرّك أفقيًّا من جهة إلى أخرى فتحوِّل أضراسه الغذاء إلى عجينة عشبيّة يسهل بلعها.

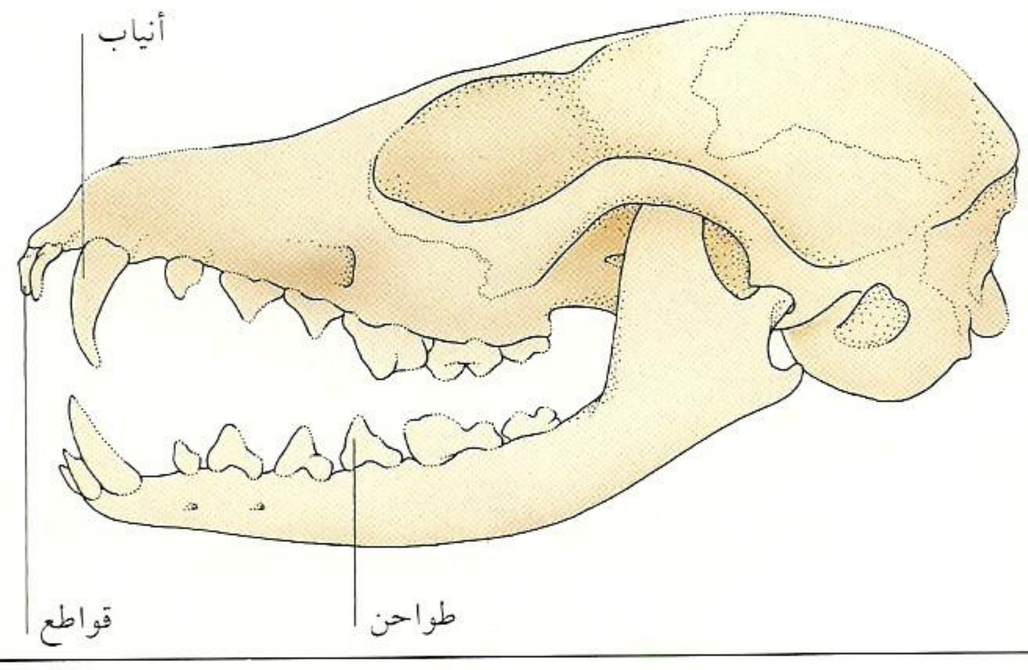
جمجمة أيِّل



أسنان آكلة اللحم

يشكّل اللحم غذاء عدد كبير من اللَّبونات، كالذئاب والثعالب، والسنّوريّات بدءًا بالهرّ الأليف وانتهاءً بالأسد والبَبْر. ولدينا هنا جمجمة ثعلب، وهي تتميّز بوجود قواطع أماميّة حادّة ومتراصّة. أمّا الأنياب الطويلة فهي لالتقاط الفريسة وتثبيتها وتمزيق لحمها، والطواحن هي لتقطيع الغذاء. ولطواحن اللواحم أطراف حادّة، بخلاف طواحن الإنسان، وفيها من القوّة ما يساعد على تكسير العظام بفضل قربها من مفصل الفكّين.

جمجمة ثعلب



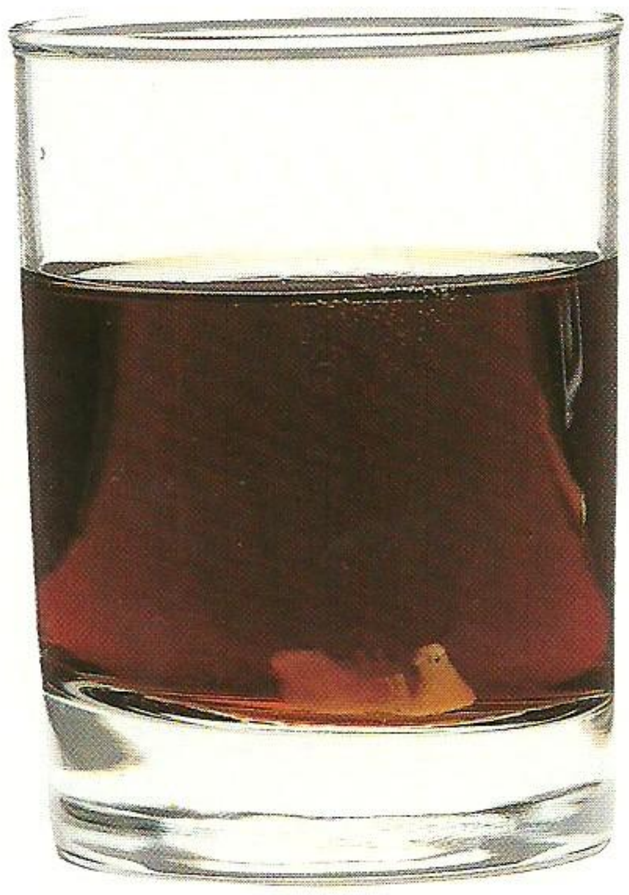
اختبار

تأكُّل السنّ

على الرغم من صلابة مينا الأسنان فإنّها تتعرّض لتأكُّلات كيميائيّة. فإذا ما أكلتَ كميّة من السكّر تحوّله البكتيريات الموجودة في الفم إلى موادّ حمضيّة تفتك بالمينا. والأمر نفسه يحصل مع بعض المشروبات المرطِّبة، فتصل البكتيريات إلى اللبّ وتمسي السنّ نخرة. للتأكّد من الأمر ضعْ سنًّا في كوب زجاجيّ يحوي مشروبًا مرطِّبًا من نوع «الكولا» مدّة أربع وعشرين ساعة، ثم راقب السنّ مجدَّدًا، ألا تجد فيها بعض التغييرات؟

يلزمك

• سنّ (إنسان أو حيوان) • مشروب كولا



ضحيّة الأسنان

الأنياب الدفاعيّة لدى الفيل لها شكل خاصّ، وهو يستعين بها لمحاربة أعدائه، وللحفر بحثًا عن الجذور، ولرفع جذوع الأشجار، كما يستعين بها لاستعراض قوّته أمام غيره من الفيلة. تستمرّ الأنياب الدفاعيّة بالنموّ ما دام الفيل حيًّا، فالفيل المعمَّر يملك أسنانًا طويلة. والمادّة العاجيّة التي تتكوّن منها هذه الأنياب حملت بعض الصيّادين في إفريقية على قتل الفيلة بقصد المتاجرة بأنيابها. وقد أصبحت تجارة العاج محظّرة، اليوم. لكننا لا نعرف بعد إن كانت الفيلة ستتمكّن من البقاء بعدما تعرّضت له من مجازر.

الجهاز التنفّسيّ

يحتاج الإنسان إلى الأُكسجين كي يبقى على قيد الحياة، وهذه حال سائر الحيوانات. يمتصّ الجسم أُكسجين الهواء بواسطة الرئتين اللتين تشبهان الإسفنج، ففي كلّ رئة قنوات دقيقة وحويصلات تمتلئ بالهواء عند التنفّس. فيجتاز الأكسجين الغشاء الرئويّ وينتقل إلى الأوعية الدمويّة. وفي الوقت نفسه يجتاز ثاني أُكسيد الكربون هذه الأغشية في اتّجاه معاكس، كونه فضلة (ص ١٨).

عندما تبذل جهدًا جسديًّا قويًّا، تزداد سرعة خفقان قلبك وسرعة تنفّسك. ليست عمليّة التنفّس آليّة كلّيًّا، كما هو حال خفقان القلب، إذ باستطاعتك أن تتحكّم بها.

اختبار
قياس سعة الرئتين

باستطاعتك أن تحدّد كميّة الهواء التي تستوعبها رئتاك مع جهاز قياس للتنفّس تحضّره بنفسك.

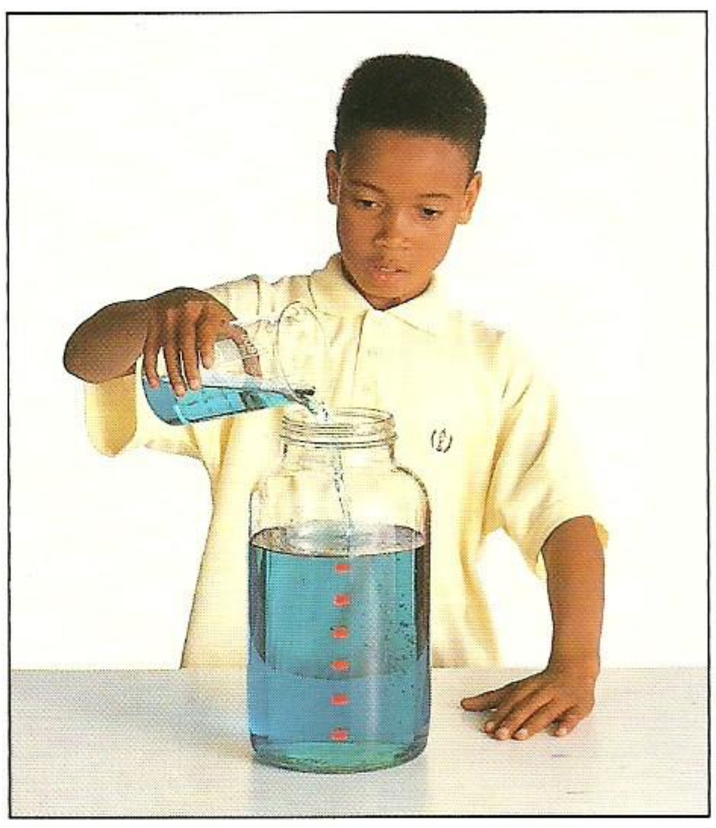
يلزمك

• مرطبان • وعاء بلاستيكيّ واسع • أُنبوب • قلم لبّاديّ الرأس • كوب مدرَّج

١ اِملأ الكوب المدرَّج ماءً عدّة مرّات بالكمّية نفسها وفرِّغْها في المرطبان، وفي كل مرّة ضع إشارة بالقلم عند الحدّ الذي يصله الماء. ثم أقفِل المرطبان بعدما يمتلئ.

٢ صبّ ماء في الوعاء البلاستيكيّ حتى نصفه، وضعْ فيه المرطبان مقلوبًا ثم انزع الغطاء.

٣ أَدخِل طرف الأُنبوب في الوعاء البلاستيكيّ، ومنه في المرطبان، من دون أن تدع الهواء ينفذ إليه. ضعْ فمك على الطرف الآخر من الأنبوب وانفخ بقدر ما تستطيع. تلاحظ أنّ الهواء الذي كان داخل رئتيك يَطردُ من داخل المرطبان كميّةً من الماء. تستطيع هكذا أن تقيس حجم الهواء بواسطة العلامات التي وضَعْتَها على المرطبان.



صبّ ماءً وضع علامات على المرطبان حتى أعلاه.

أُطلب من صديق لك أن يثبّت المرطبان بينما تنفخ

أَضِف إلى الماء ملوّن طعام لكي يُصبح الحدّ أكثر وضوحًا

اختبار
نموذج من الرئة

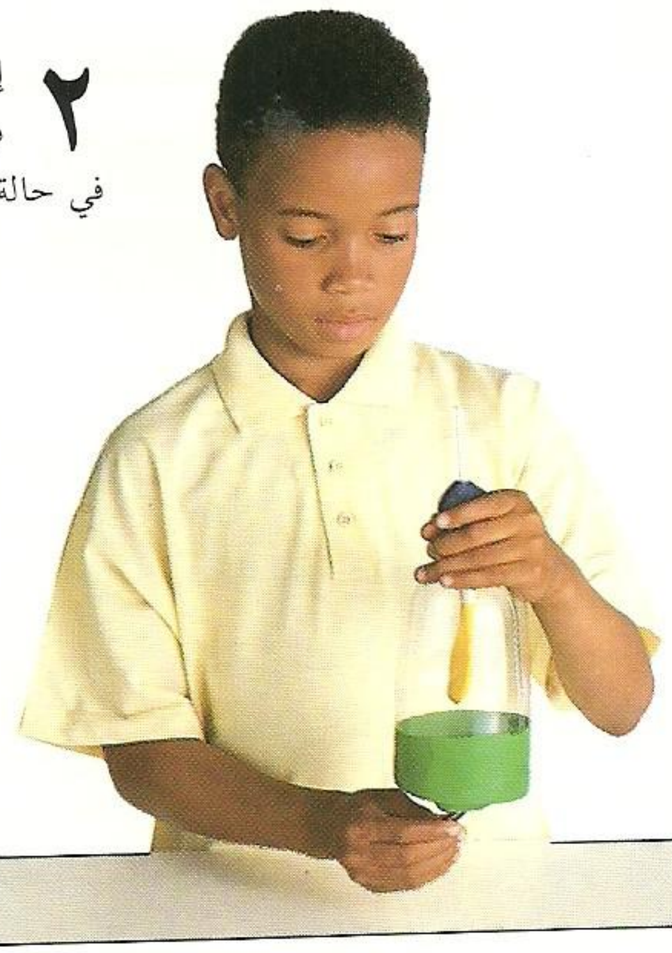
لدى تجهيز هذا النموذج سوف ترى كيف أنّ الحجاب الحاجز (عَضَلة تفصل التجويف الصدريّ عن البطن) يساعد على تعبئة الرئة بالهواء وعلى تفريغها. اِربط بالونًا إلى طرف أنبوب قلم مفرَّغ، فتحصل على نموذج من الرئة. ثم ضع البالون داخل القنّينة، وثبِّت أنبوب القلم عند عنق القنّينة بواسطة معجون تشكيل. ثم أَدخِل نصف بالون في القسم السفليّ من القنّينة وألصق خيطًا بطرف البالون، فتحصل على الحجاب الحاجز.

يلزمك

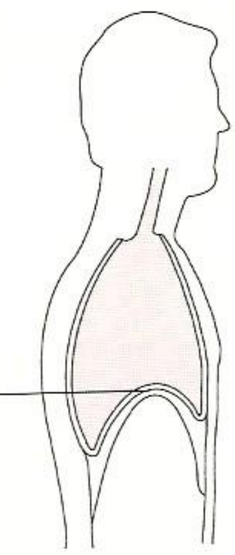
- النصف الأعلى من قنّينة بلاستيكيّة • أنبوب قلم حبر مفرّغ
- خيط متين • بالونان • معجون تشكيل
- شريط لاصق.

١ **عندما تشدّ بالخيط** نحو الأسفل يخفّ ضغط الهواء داخل القنّينة، فيدخل الهواء الخارجيّ إلى البالون عبر أنبوب القلم فينتفخ. وهذا ما يحصل بالتحديد عندما يتقلّص الحجاب الحاجز.

الشهيق
لدى تنشّق الهواء تتحرّك العضلات المتّصلة بالقفص الصدريّ والحجاب الحاجز لسفْط الهواء إلى الرئتين عبر الرُّغامى.



٢ **إذا أَرْخيت الخيط** يزداد ضغط الهواء داخل القنّينة فيخرج الهواء من داخل البالون، تمامًا كالرئتين في حالة الزفير.



الزفير
عند الزفير ترتخي عضلات القفص الصدريّ والحجاب الحاجز، ويخرج الهواء من الرئتين.

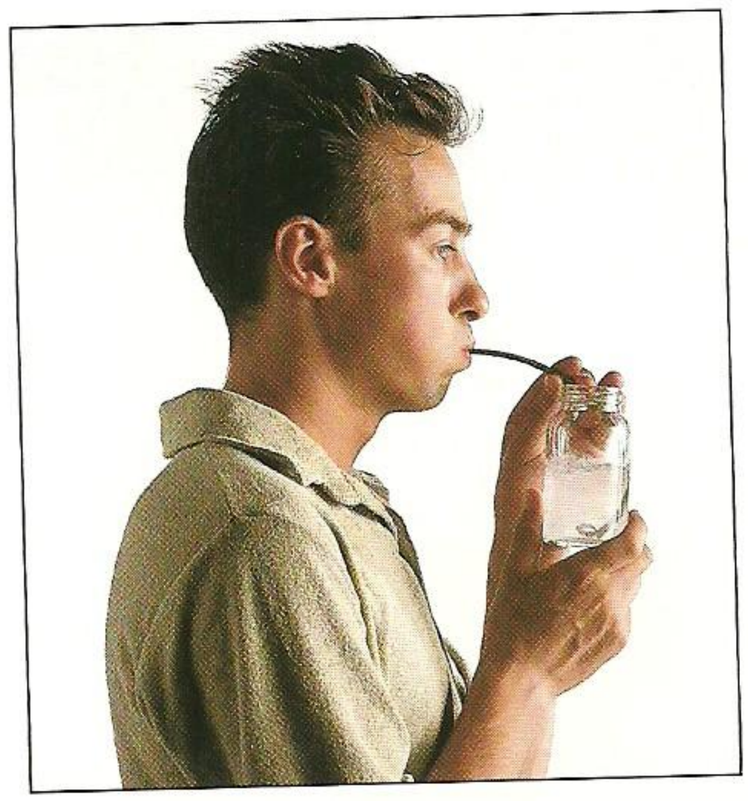
الحجاب الحاجز مرتخيًا

اختبار
تجربة تنفّسيّة

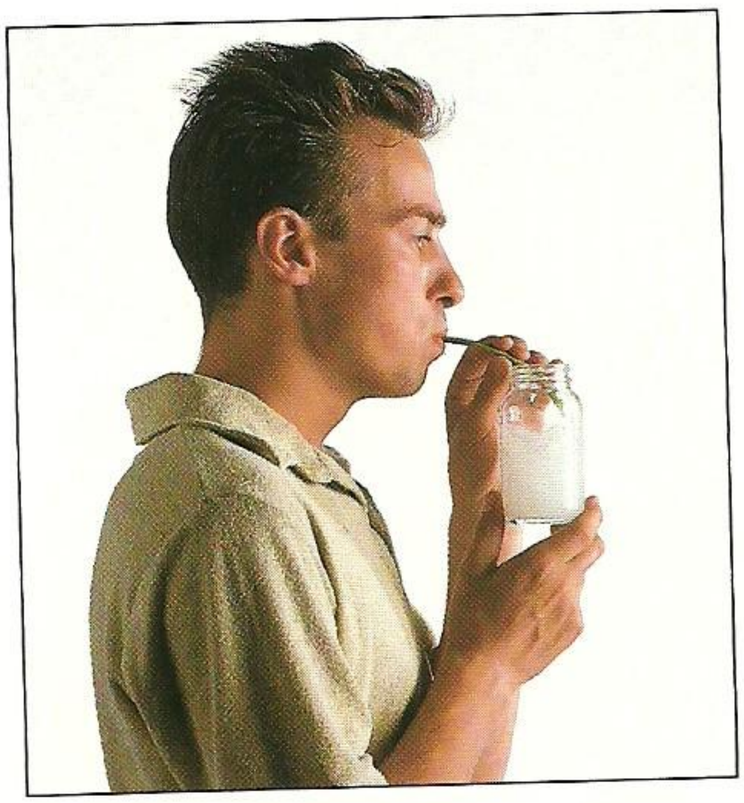
تدلّ هذه التجربة البسيطة، بواسطة ماء الكلس، على أنّ الهواء الذي تزفره غنيّ بثاني أُكسيد الكربون. ماء الكلس ليس مضرًّا، لكنّه ليس طيّب المذاق.

يلزمك

- مرطبان • قشّة شرب (شفّاطة) • ماء الكلس



١ **اِملأ المرطبان** بماء الكلس حتى نصفه. عندما تنفخ في الأنبوب يتفاعل ثاني أُكسيد الكربون مع ماء الكلس، فتتكوّن حبيبات من كربونات الكلسيوم، أو الكلس، وهي لا تنحلّ بالماء.



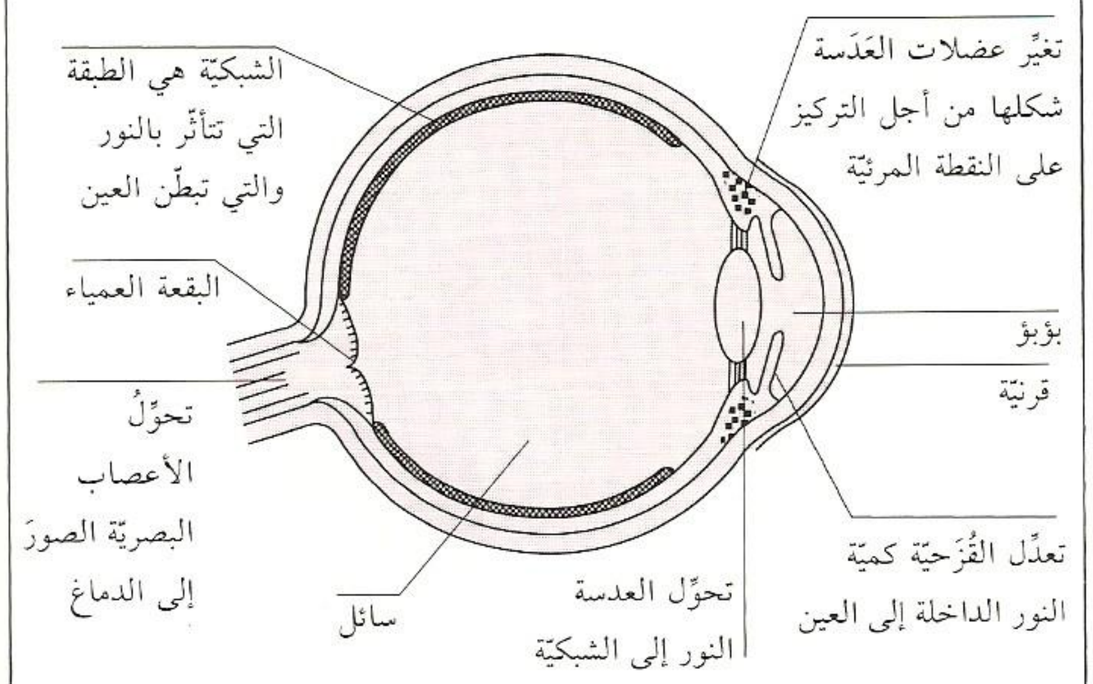
٢ **مع تكوّن حبيبات** كربونات الكلسيوم يميل لون الماء إلى البياض، ممّا يشير إلى أنّ الهواء الذي تنفخه يحوي ثاني أُكسيد الكربون.

البَصَر

للعين حساسيّة مميَّزة، فهي تستطيع التقاط بريق ضعيف لنجم بعيد، وأن تتكيَّف في لحظات مع نور غرفة ساطع حيث الطاقة الضوئيّة أقوى بملايين المرّات. فعيناك تلتقطان النور وتحوّلانه إلى رسالة كهربائيّة تُوجَّه إلى الدماغ. وخلافًا لأعين بعض اللَّبونات فإنّ عينيك تستطيعان رؤية الألوان وتفاصيل الأشياء. فوضعيّتهما في الجهة الأماميّة من الجمجمة تؤمِّن رؤية مجسَّمة (في العمق)، كما يمكنك أن ترى كلًّا من الجهتين من دون أن تحرِّك رأسك. ولبعض اللَّبونات حقل رؤية أوسع، إذ تستطيع أن ترى في كل عين من جهة لمراقبة المفترسات وهي تقترب.

أقسام العين

عندما يصل النور إلى العين فإنّ العَدَسة تحوِّله إلى الشَّبَكيّة التي هي بمثابة «شاشة» مكوَّنة من ملايين الخلايا الحسّاسة، ومن نابيت ومخاريط. تتأثّر النابيت بالأنوار المختلفة قوّةً وضعفًا، لكنّها لا تميِّز بين الألوان، بينما المخاريط، وهي أقلّ تأثّرًا، تستطيع التمييز بينها. أمّا «البقعة العمياء»، وهي موضع تلاقي الأعصاب البصريّة مع الشبكيّة، فلا تميِّز شيئًا.



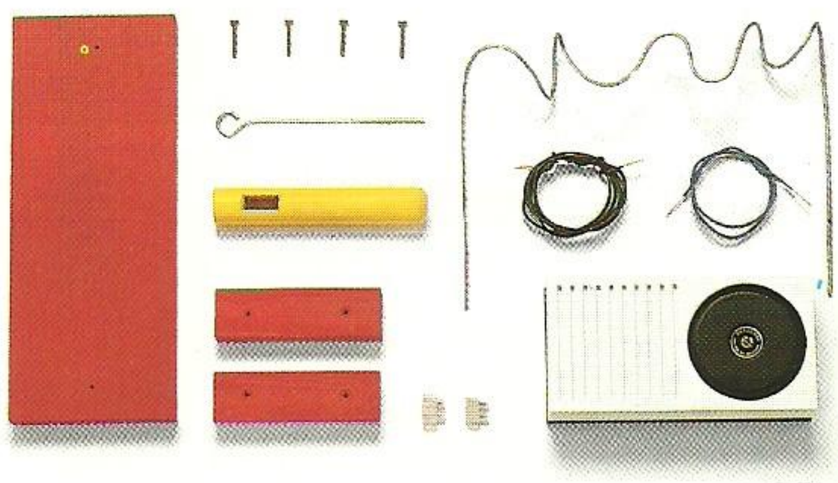
اختبار

الرؤية بالعينين

كيف تعمل العينان من أجل الرؤية بهما معًا؟ اكتشف ذلك واعرفْ كيف ترى المسافات.

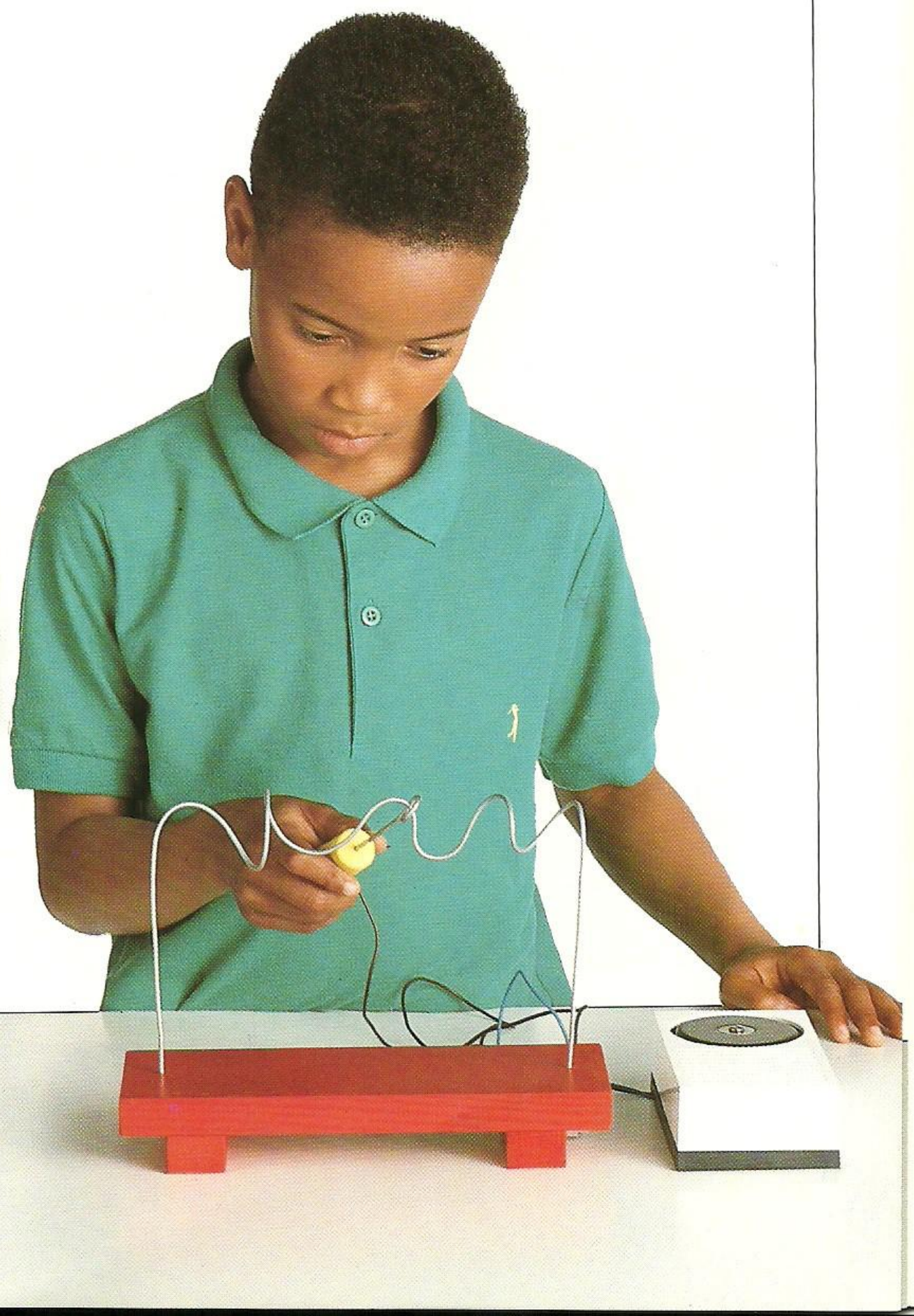
يلزمك

- سلك معدني سميك
- سلك كهربائيّ
- جرس كهربائيّ
- قطعتا دومينو لوصل طرفَي السلك الكهربائيّ
- براغي
- قاعدة خشبيّة
- مقبض خشبيّ



١ ثبِّت قطعتين خشبيّتين صغيرتين في القاعدة الخشبيّة لتشكِّلا قائمتيها، واثقب القاعدة في طرفيها. أُثْقب المقبض الخشبيّ واحفرْ فيه مكانًا لوضع قطعة دومينو. خذْ سلكًا معدنيًّا بطول ٦٠سم واجْعَلْه ملتويًا، واتركْ طرفيه مستقيمَين لتُدخلهما في ثقبَي القاعدة. ثم صِلْ أحد طرفَي هذا السلك بالجرس الكهربائيّ.

٢ اِقطعْ عشرة سنتيمترات من السلك المعدنيّ، واجعلْ رأسه حلقة مفتوحة. أَدخلْه في المقبض وصِلْه بالسلك الكهربائيّ بواسطة قطعة الدومينو ثم أَدْخِل الحلقة في السلك الحديديّ الملتوي. أمسك المقبض ومرِّر الحلقة عبر السلك المعدنيّ وحاول ألّا يرنّ الجرس. حاولْ تمرير الحلقة وأنت تغمض إحدى عينيك.



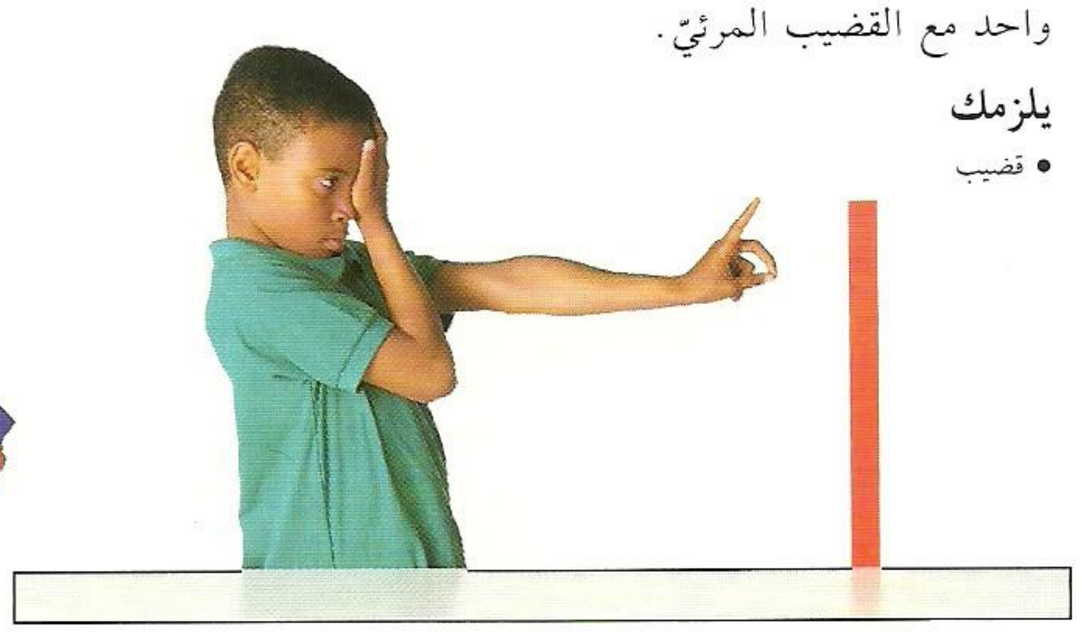
اختبار

العين المسيطرة

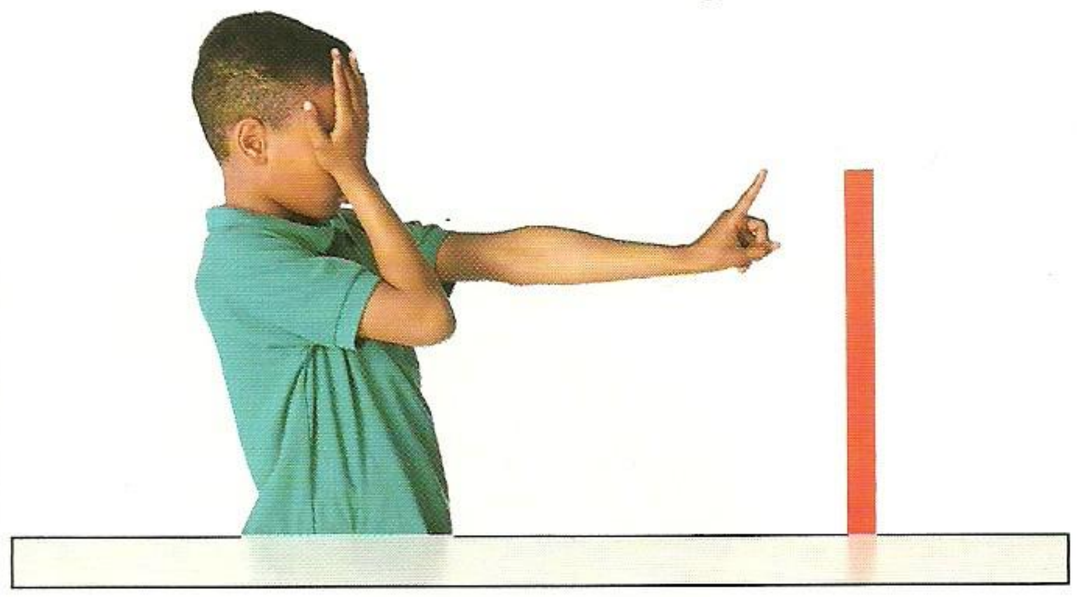
على الرغم من تلقّي الدماغ صورًا من العينين فإنّه يُلَبّي أوّلًا الصورة الآتية من «العين المسيطرة». من أجل التثبّت من ذلك اُنظر بعينيك معًا إلى قضيب منصوب عموديًّا. اِرفعْ سبّابتك على مسافة مدّ ذراعك، بين نظرك والقضيب. ثم أَغمِض بيدك كلّ عين على حِدة. فعندما تغطّي العين المسيطرة تلاحظ أنّ إصبعك قد تغيَّر مكانه فجأة، ولا يعود على خطّ واحد مع القضيب المرئيّ.

يلزمك

- قضيب

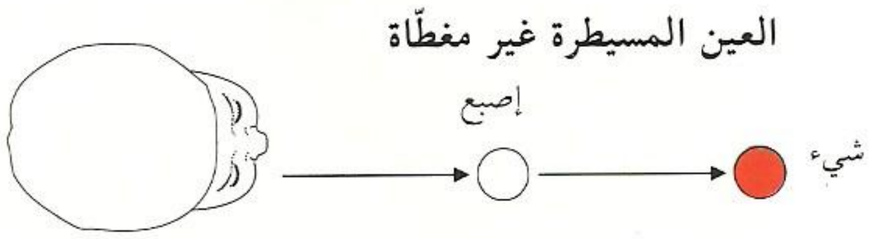


١ **عندما تكون العين المسيطرة** غير مغطّاة يبدو القضيب على خطّ واحد مع إصبعك.

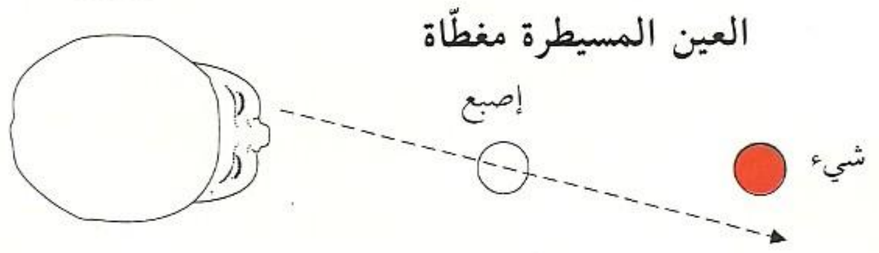


٢ **عندما تكون عينك المسيطرة** مغطّاة لا يتلقّى دماغك إلّا صورة العين الثانية. وبما أنّ نظر العين المنفتحة ليس على خطّ واحد مع إصبعك والقضيب المرئيّ، فإنّ الإصبع تبدو أنّها غيَّرت اتجاهها.

العين المسيطرة غير مغطّاة



العين المسيطرة مغطّاة



أَقِم التجربة نفسها مع أصدقائك لترى ما إذا كانت العين المسيطرة هي نفسها عند الأيمن والأعسر.

اختبار

الرؤية الجانبيّة

عندما تنظر أمامك تستطيع في الوقت نفسه أن ترى أشياء جانبيّة. والمدى الذي تبلغه الرؤية الجانبيّة يتعلّق، في قسم منه، بألوان الأشياء.

يلزمك

- زوجان من مربّعات الكرتون بألوان مختلفة (طول الجهة ١٠ سم تقريبًا).

اِجلسْ على كرسيّ وانظرْ أمامك. أُطلب إلى صديق أن يقف وراءك ويحمل مربّعين من اللون نفسه، واحدًا بكلّ يد، وأن يدنيهما معًا تدريجيًّا من الجانبين إلى أن تبدأ برؤيتهما. سجّل المسافة التي بدأتَ عندها برؤية المربّعين. أَعِد التجربة بمربّعين بلون مختلف ولاحِظْ ما إذا كانت الرؤية الجانبيّة تتغيّر.

اللَّمْس

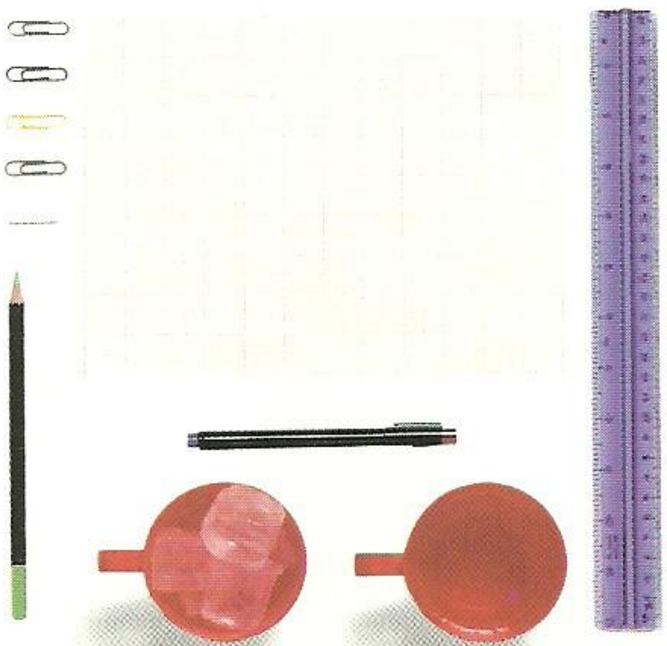
تستطيع أن تدرك أهمّية حاسّة اللمس إذا كنت قد لمست شيئًا شديد السخونة. عندما تكتشف نهايات اليد العصبيّة الحرارة فإنها ترسل إشارة إنذار عبر الجهاز العصبيّ. ولا تكون إذّاك بحاجة إلى التفكير بما يجب عمله، إذ تحصل ردّة فعل تلقائيّة، فتتقلّص عضلات الذراع وتبتعد اليد عن الخطر. يتمّ الإحساس باللَّمْس، في معظمه، عبر الجلد.

الجلد هو العضو الحسّيّ الأكثر اتساعًا، إذ يحوي ملايين الخلايا الحسّاسة التي تكتشف الضغوطات القويّة، والحرارة، والبرودة والألم. وتكون أعضاء معيَّنة من الجسم غنيّة بنهايات عصبيّة تجعلها أكثر حساسيّة من سواها، وهذه حال اليدين.

اختبار
رسم خريطة اللَّمس

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

تنتشر النهايات العصبيّة الدقيقة تحت الجلد مباشرةً. تساعدك المشابك الساخنة والباردة على تحديد أمكنة النهايات العصبيّة التي تتأثّر بالحرارة، وبواسطة قلم حادّ الرأس وإبرة يمكنك أن تحدِّد الأمكنة الحسّاسة للألم والضغط.



يلزمك

- قدحان بلاستيكيّان
- قطعة طبشور • ماء ساخن
- قطع ثلج • مشابكُ ورق معدنيّة • إبرة • قلم
- مسطرة • ورقة بمربّعات

اختبار
الحرارة والاعتياد

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

يحلّل الدماغ ما ترسله الأعضاء الحسّيّة من إشارات. فإذا ما أُعطِيَت إشارة ما لفترة غير قصيرة يبدأ الدماغ بالاعتياد عليها.

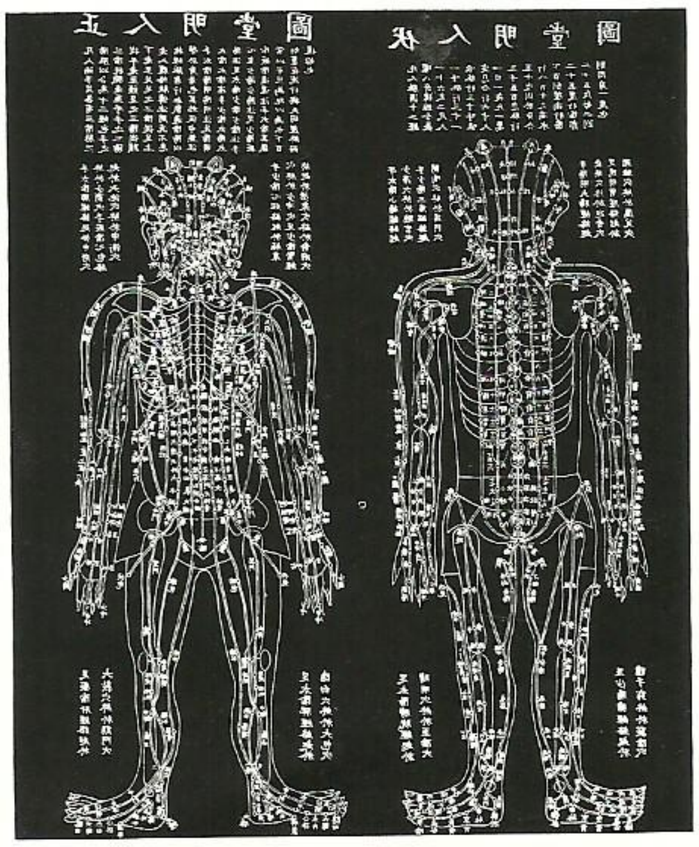
١ **حضِّر ثلاثة مرطبانات،** في الأوّل ماء ساخن، وفي الثاني ماء فاتر، وفي الثالث ماء بارد. غطّس إبهامًا في الماء الساخن وأخرى في الماء البارد واتركهما مدّة دقيقة.

سوف يعتاد دماغك على درجتَي الحرارة المختلفتين.

■ اكتشاف ■

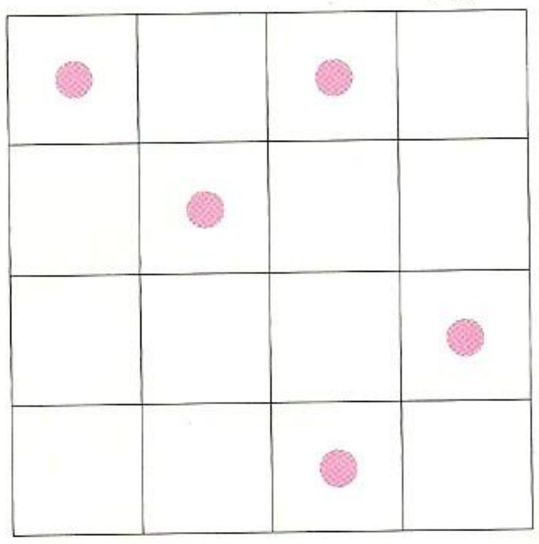
العلاج بواسطة الإبر

الوخز الإبريّ علاج من أصل صينيّ، فيه يعمد الطبيب إلى غَرْز إبر دقيقة في جلد المريض المعالَج، بعدما يختار نقاطًا محدَّدة على خرائط الجسم. لا نعرف بالتحديد كيف يَعْمَل العلاج بواسطة الإبر، إنما نعلم أنّه يساعد كثيرين على الشفاء وعلى تحمّل الأوجاع.



١ سخِّن مشبكًا وبرِّد آخر. وارسمْ شبكة مربَّعات على يدك.

٢ اِلمس برفق كلَّ مربَّع بواسطة المشبكين، وبواسطة القلم والإبرة. سجِّل الملاحظات والنتائج.



٣ في نهاية الاختبار سيكون لديك أربع خرائط لجلدك تبيِّن النهايات العصبيّة التي تستطيع اكتشاف الحرارة، والبرودة، والضغط والألم. كما تستطيع أن تتعرَّف إلى الأمكنة التي تكثر فيها النهايات العصبيّة.

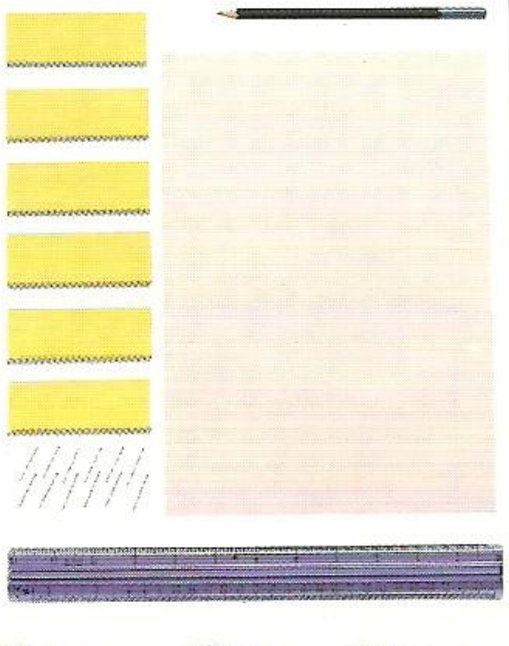
٢ ضع الإصبعين في الماء الفاتر. بماذا تشعر؟ فالإصبعان هما على احتكاك بالحرارة نفسها، ولكنّ الدماغ يكون استنتاجه مختلفًا.

اختبار

حساسيّة الجلد

إشراف راشد ضروريّ لهذا الاختبار.

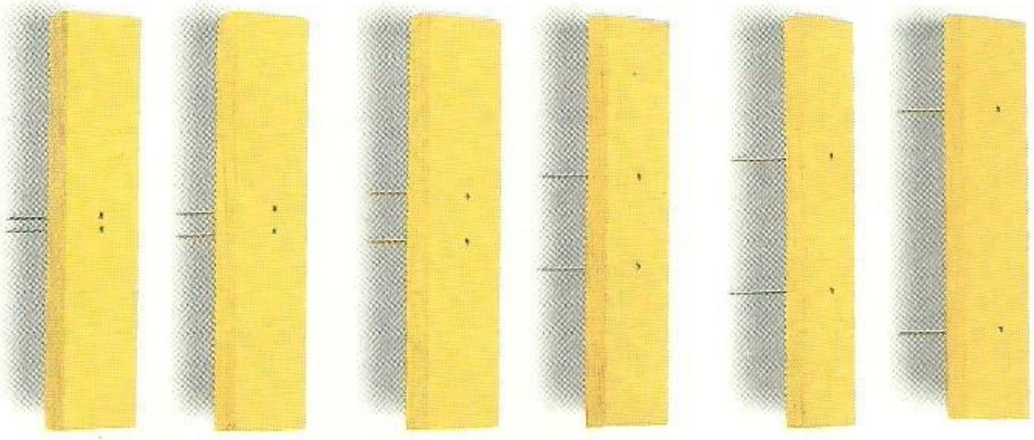
راقبْ كيف يفرّق جلدك بين منبِّهَين قريبين. اِلمس جلد صديق بواسطة إبرتين، واسأله: ما عدد الإبر التي يشعر بها؟ واحرص على أَلّا تسبِّب له الألم.



يلزمك

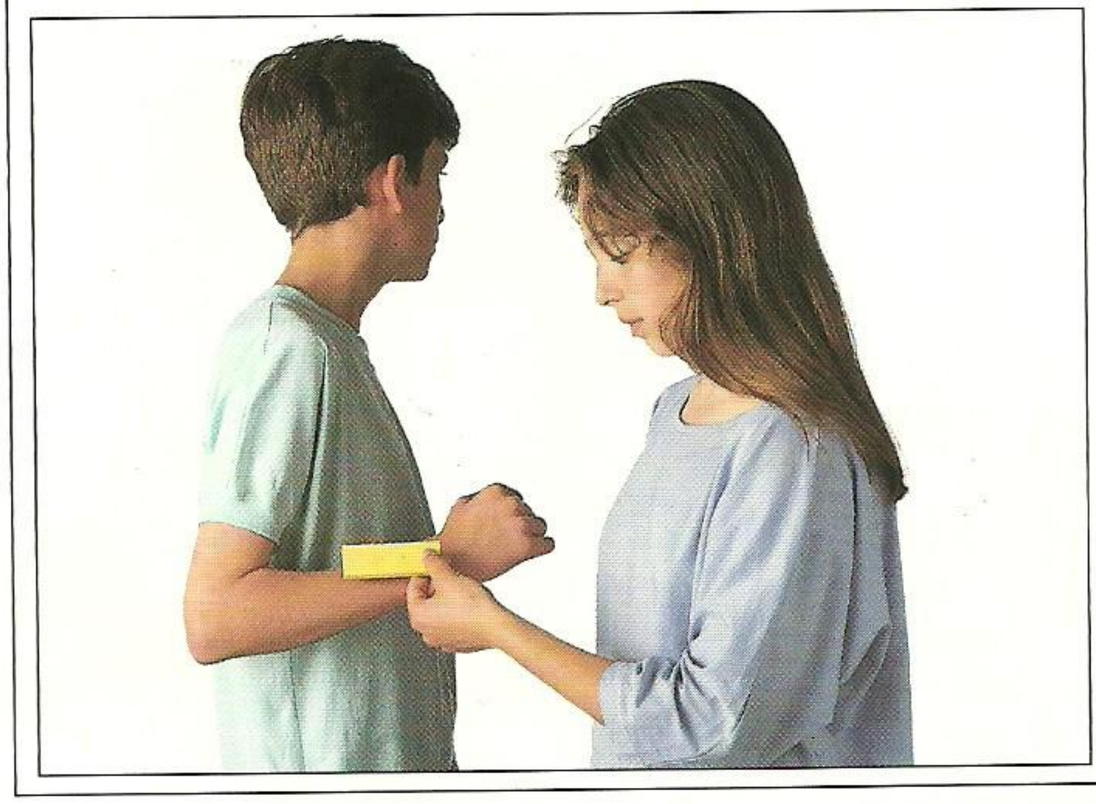
- ست قطع من الخشب الخفيف المقوّى (البلسا) • ورقة • قلم • مجموعة إبر • مسطرة

١ بانتباه بالغ اغرزْ إبرتين في كلّ قطعة خشب، مع المحافظة تباعًا على المسافات التالية بين إبرة وأخرى: ٢,٥سم؛ ٢سم؛ ١٥ملم؛ ١٠ملم؛ ٥ملم؛ ٢ملم.



٢ أُطلب إلى صديق لك أن يشيح بنظره، والمسْ ساعده بإبرتَي الخشبة الأولى المتباعدتين، واسأله عن عدد الإبر التي يشعر بها.

٣ كرِّر اللَّمس بواسطة القطع الأخرى حتى لا يعود يشعر إلّا بإبرة واحدة، ودوِّن ملاحظاتك في كلّ مرّة. أَقم التجربة نفسها على جهتَي الساعد لتحدّد الجهة الأكثر حساسيّة.



الذَّوق والشمّ

تستطيع حاسّتا الذوق والشمّ اكتشاف الموادّ الكيميائيّة. ويمكنك التعرّف إلى عدد كبير من الأغذية عن طريق تحديد أربعة أنواع من المذاقات، هي الحلْو والحامض والمالح والمرّ. يشترك الشمّ في عمليّة التحديد هذه عند تناولك الطعام، فيميّز بين مئات الأجسام الكيميائيّة، ويُسْهم مع الذوق في تقدير نكهة الطعام. وإذا ما كنت مصابًا بالزكام يصعب عليك إدراك روائح الأغذية، فتبدو عديمة الطعم.

الشمّ عند الإنسان أكثر تطوّرًا من الذوق. وعلى الرغم من أنّ حساسيّة الأنف عندنا لا تقارَن بحساسيّة أنف بعض الحيوانات، كالكلب مثلًا، فبإمكاننا اكتشاف بعض الروائح القويّة، حتى وإن كانت نسبتها لا تتعدّى الواحد على ثلاثين مليارًا في الهواء الذي يحيط بنا. أمّا الموادّ التي نتذوّقها فيجب أن تكون أكثر تركيزًا وكثافة، وأدوات الذوق هي الحُلَيمات الذوقيّة المنتشرة على اللسان.

اختبار

خريطة اللسان

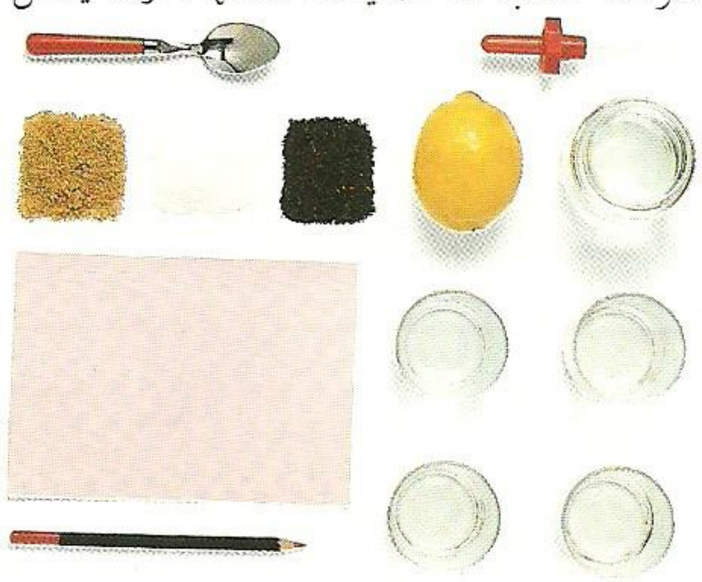
إذا لمست مادّة ما بطرف لسانك يمكنك التعرّف إلى حلاوتها، ولا يمكنك اكتشاف المرارة فيها. والواقع أنّ الحُلَيمات الذوقيّة التي تحدّد الأنواع الأربعة، الحلو والحامض والمالح والمرّ، تشكّل تجمّعات موزّعة في أماكن مختلفة من اللسان.

١ اِقطعْ ليمونة واعصر بعضًا منها في كوب. ثم ذوِّب في القليل من الماء ملعقة من السكّر في كوب ثانٍ، وملعقة ملح في كوب ثالث، وملعقة شاي أو بنّ في كوب رابع.

٢ اِخترْ واحدة من الموادّ المذوَّبة واشفط قليلًا منها بواسطة قطّارة، ثم ضع نقطة منها على مكان تختاره من لسان صديق، من دون أن يعرف المادة التي اخترت. اطلب منه أن يحدِّد مذاقها، وأن يغسل فمه فيما بعد.

يلزمك

- أربعة أكواب • ملعقة
- قطّارة • ماء • ليمونة
- سكّر • ملح
- شاي أو بُنّ
- قلم • ورقة

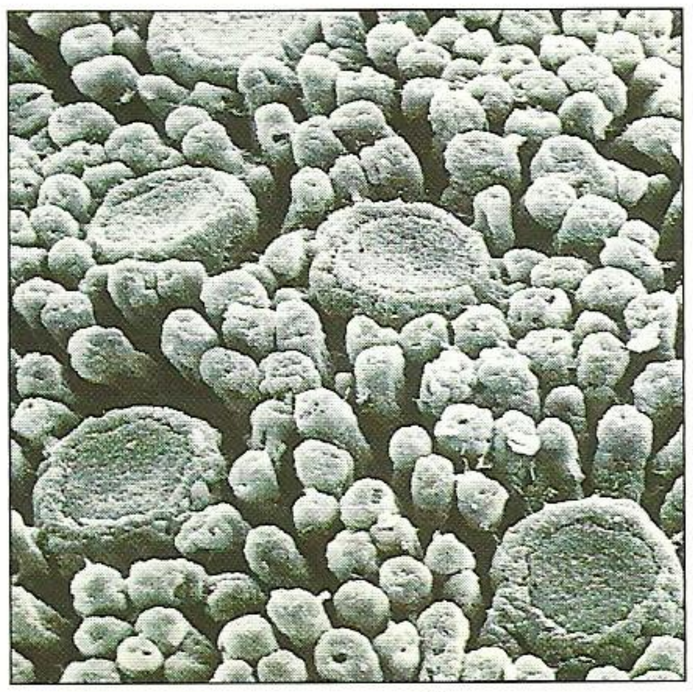


٣ إذا نجح صديقك في تحديد نوع المذاق، دوّن المكان الذي لمست على خريطة لسان تُرسم على ورقة.

٤ بعد غسل القطّارة أَعِد التجربة ثانيةً وثالثةً، آخذًا مادّةً ومكانًا جديدين تختارهما كيفما اتّفق. اختبرْ أماكن مختلفة من اللسان كي تستطيع رسم الخريطة.

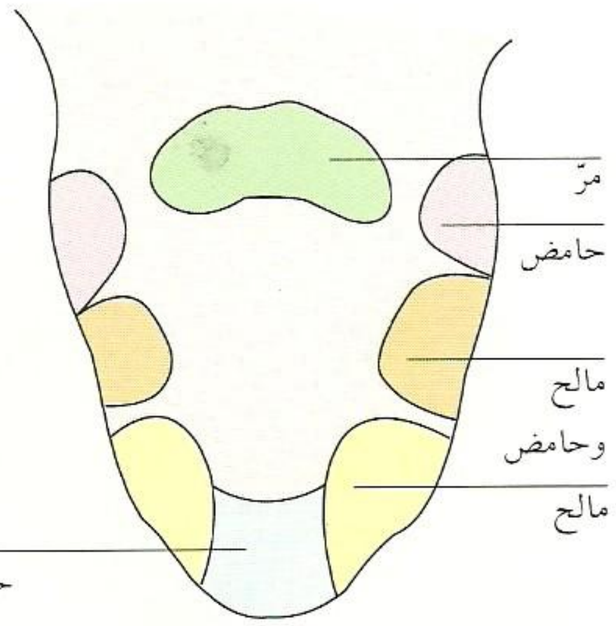
كيفيّة التذوّق

الحُلَيمات الذَوقيّة هي مجموعة خلايا تكشف الجُزيئات الكيميائيّة وتتّصل بأعصاب تنطلق من اللسان إلى الدماغ. فعندما تأكل تحرّك الموادّ الغذائيّة هذه الخلايا فتُطلق رسائل يحدِّد بموجبها الدماغ نوع المذاق بمساعدة حاسّة الشمّ.



صورة مجهريّة للِّسان

الحُلَيمات الذوقيّة التي تحيط أشكالًا مستديرة (أعلاه) هي أعضاء حسّية صغيرة. وتكون خلايا الحليمات سريعة الزوال فيتغيّر بعضها يوميًّا. أمّا الأنابيب الصغيرة البادية في الصورة فهي حليمات تغطّي صفحة اللسان العليا، لكنها لا تؤدي أيّ دور في عمليّة التذوّق.



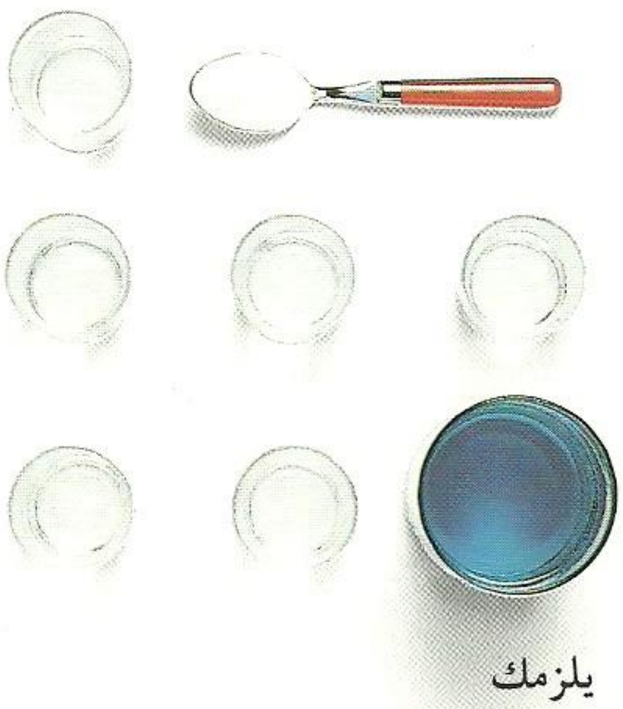
خريطة اللسان

في نهاية الاختبار تستنتج أنّ في اللسان أقسامًا ذوقيّة، وأنّ كل قسم يتأثّر بنوع من المذاقات ويحدّده. أمّا وسط اللسان فقلّما يؤدّي دورًا في العمليّة، ذلك أنّ الحليمات الذوقيّة تتجمّع في مؤخّرته وأطرافه.

اختبار

قياس
قوّة الذوق

ما القوّة التي ينبغي أن يبلغها طعم الشيء لكي نستطيع اكتشافه؟ إنّ هذا الاختبار يساعدك على معرفة مدى تأثّرك بطعم الملح، عن طريق ستّ عيّنات متنوّعة من الملح المذاب. فالعيّنة الأكثر كثافة تحوي ٢٥غ من الملح في ليتر واحد من الماء، أمّا العينات الخمس الباقية فتحصل عليها عن طريق قسم الكميّة في كلّ مرّة إلى اثنين.



يلزمك

- وعاء بسعة ليتر • ماء • ملح
- ستة أكواب • ملعقة • ميزان

١ **ذوِّب** ٢٥غ من الملح في ليتر ماء. وأَضِف نقطًا من ملوّن الطعام ليصبح السائل مرئيًّا في الوعاء.

٢ **دوِّن على الوعاء** علامة تدلّ على نصف حجمه، واملأ الكوب الأوّل. أَفْرِغ الوعاء إلى المستوى المشار إليه ثم املأ الوعاء مرّة ثانية كي تعوِّض عن الماء الذي أُفرغ منه. فتحصل هكذا على نسبة جديدة من الملوحة تقدَّر بنصف ما كانت عليه.

٣ **اِملأ الأكواب المتبقّية**، مكرّرًا ما قمت به في المرّة الأولى، ليصبح لديك ستّة أكواب في كلّ منها نصف ملوحة الكوب الذي يسبق.

٤ **اِبدأ بتذوّق الكوب الأخير** لتتأكد من إحساسك بالملوحة، وإلّا فانتقل إلى الكوب الذي يلي. وعندما تبدأ فعلًا بتذوّق الملوحة تكون قد بلغت الحدّ الذي معه تستطيع اكتشاف الطَّعْم.

السَّمْع

تهتزّ الأشياء فتُحدث أصواتًا. يحوِّل الراديو مثلًا الإشارات الإذاعيّة إلى حركات واهتزازات سريعة. مُكبِّر الصوت يرسل بدوره اهتزازات غير مرئيّة، ممّا يولّد في الهواء المحيط موجات نابضة من الطاقة تلتقطها الأذن وينتج عنها ما يسمّى بالصوت.

تعمل الأذن بطريقة معاكسة للراديو، فهي توجّه الاهتزازات الآتية من الخارج نحو فتحة في الجمجمة، وتلتقي الاهتزازات طبلة الأذن، وهي غشاء رقيق عند مدخل الأذن الداخلية، فتهتزّ الطبلة، وتنتقل اهتزازاتها عبر ثلاثة عظام صغيرة إلى قوقعة الأذن الداخلية. هذه القوقعة مليئة بسائل ومبطّنة بأعصاب حسّاسة لتغيّرات الضغط. عندما تهتزّ طبلة الأذن تضغط على السائل فترسل الأعصابُ إشارات كهربائية إلى الدماغ الذي يتعرّف إلى ماهيّة الصوت.

الرؤية بواسطة الصوت

تستعمل بعض الحيوانات الأصوات مكان النظر في تنقّلها. فعندما يطارد الخفّاش الحشرات ليلًا يرسل صريرًا متقطِّعًا حادًّا، ويرتطم الصوت بما يصادفه من أشياء وينعكس راجعًا، فيلتقط الخفّاش الصدى ويحدّد بذلك مكان فريسته.

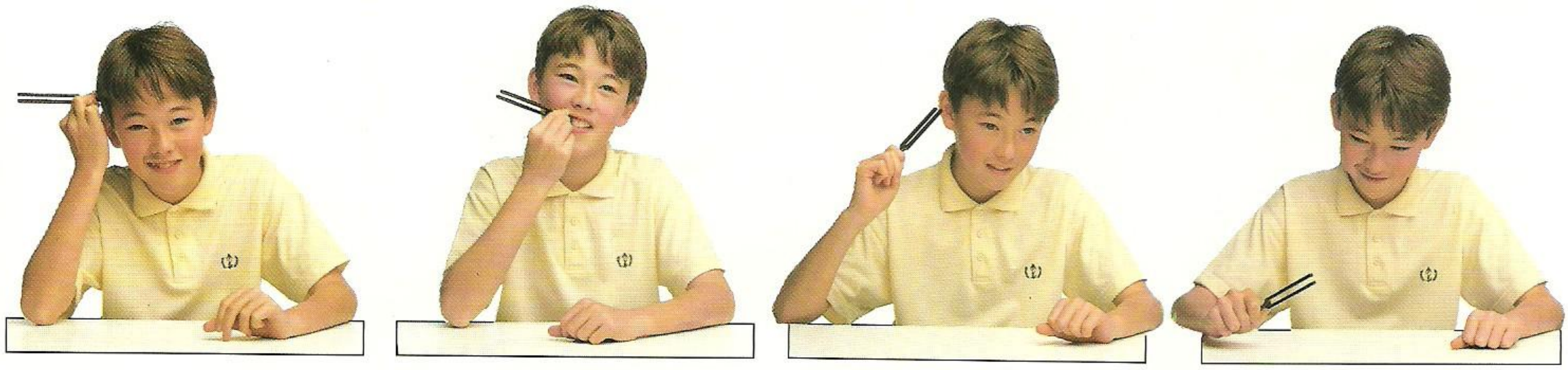
اختبار

السمع من دون أذن

لا يصل الصوت إلى الأذن عن طريق انتشاره في الهواء فقط، فالاهتزازات التي تشكّل الصوت تنتقل بسهولة عبر الأشياء الصلبة، ومنها الجسم. يمكنك التحقّق من ذلك بواسطة معيار النَّغم. فالصوت الذي يرسله معيار النغم هو علامة موسيقيّة محدَّدة، وهذا يعني أنّ الاهتزازات ليس لها سوى تواتر واحد.

يلزمك

- مِعيار نَغَم



١ **لدى قرع** معيار النغم على مساحة صلبة تعطي اهتزازاته علامة موسيقية محدَّدة ومكوَّنة من تواتر واحد.

٢ **قرِّب معيار النغم** من أذنك، فتلاحظ أنّ الصوت يكون في البدء قويًّا، ثم يضعف الصوت شيئًا فشيئًا مع تلاشي الاهتزازات في الهواء.

٣ **عند اختفاء الصوت** اجعل عقب معيار النغم يلامس أسنانك، فتتعرف إلى صوت من نوع جديد يصدر عنه.

٤ **عُد إلى المرحلتين الأولى والثانية من الاختبار**، ثم ضع عقب المعيار على رأسك. نقّله من موضع إلى آخر في رأسك، إلى أن تحظى بالمكان الذي يبدو الصوت عنده قويًّا.

اختبار

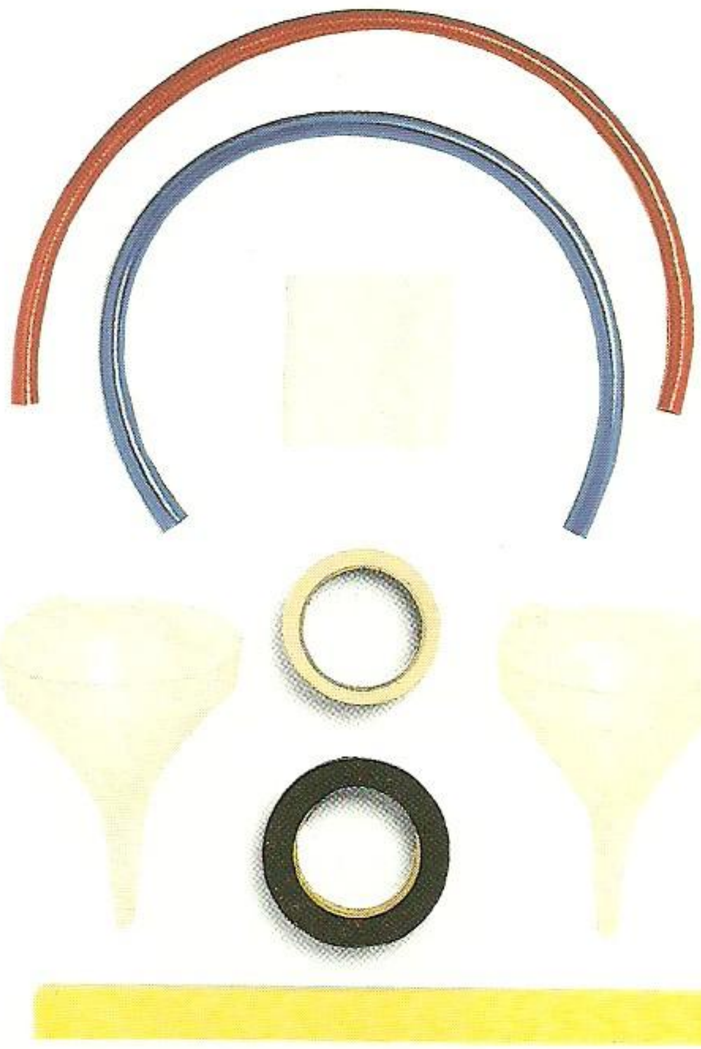
تعاكس الأذنين

لأنّ لك عينين اثنتين تستطيع تقدير المسافة بدقّة (ص ١٦٦-١٦٧)، ولأنّ لك أذنين اثنتين تستطيع تحديد مصدر الصوت. فعندما تسمع صوتًا ما، يقارن دماغك بين الإشارات الآتية من الأذنين ويحلّل الفروقات بين اللحظات التي يصل فيها الصوت إلى كلّ من الأذنين. وهذا ما يسمح له بتحديد موقع الصوت ومصدره.

يمكنك، بواسطة هذا الاختبار، أن تخدع الدماغ، وتبدّل الإشارات القادمة من أذنيك. فتصل كلّ أذن بقمع يلتقط الأصوات، عبر أنبوب يدخل طرفُه في القمع المقابل وستدهشك النتيجة.

يلزمك

- أنبوبان
- قمعان من البلاستيك
- عارضة خشبيّة
- شريط عازل
- شريط لاصق
- قطعة قماش صغيرة



١ **صِلْ كلّ أنبوب** بقمع وثبّتهما إلى عارضة خشبيّة، بشكل يكون فيه اتجاه القمعين متعاكسًا. أُربط بطرفَي الأنبوبين قطعتين من القماش تساعدانك على حصر السمع بالأنبوبين. فمن الضروري ألّا يصل إلى الأذنين أيّ صوت من خارج القمعَين.

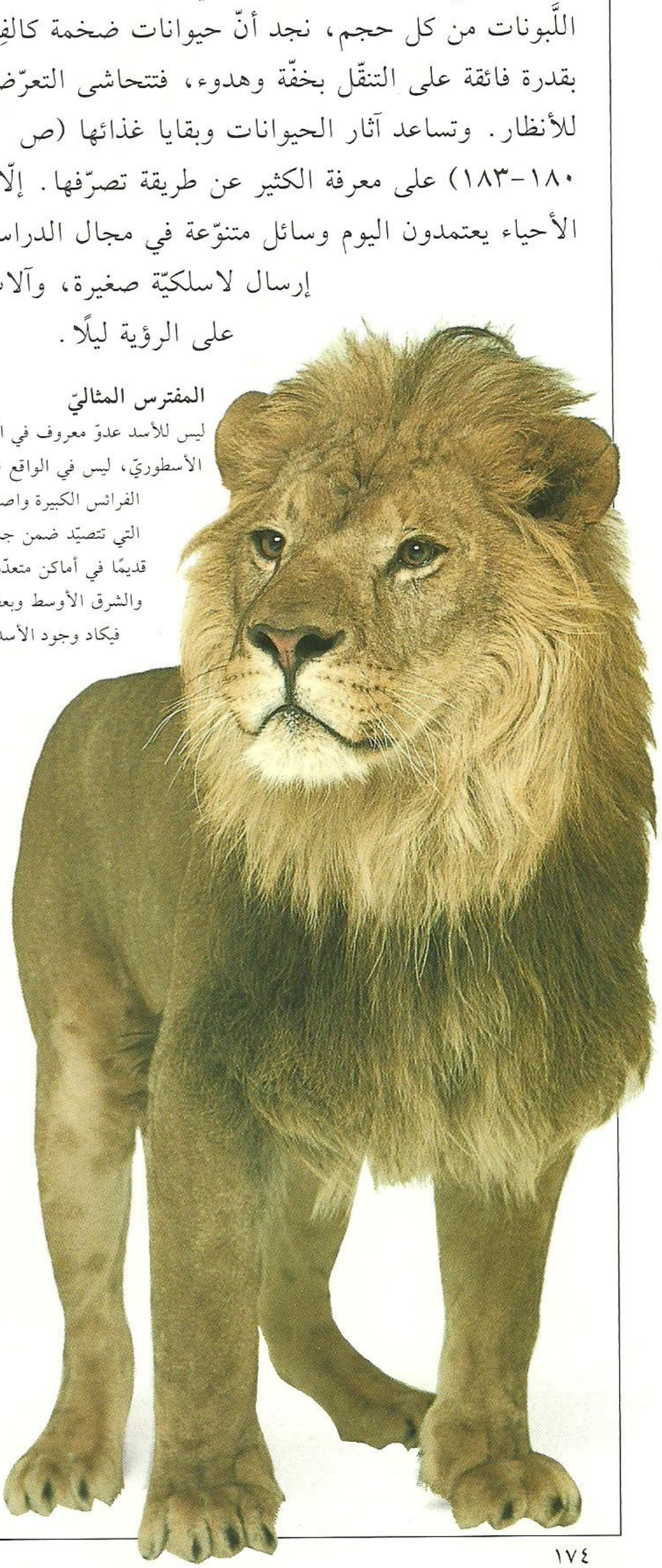
٢ **أغمض عينيك** واطلب إلى صديق أن يضرب بيديه في أماكن مختلفة من حولك، ثم يُحدث صوتًا حادًّا بواسطة صفّارة. حاول أن تحدّد مصدر الصوت. فهل تجد سهولة أكثر في تحديد مصدر الصوت؟

اللَّبونات البرّيّة

ليس من السهل دراسة اللَّبونات، لأنها كائنات تتمتّع بنسبة من الذكاء، وغالبًا ما تعيش في أماكن مخبّأة. حتى في سهول السڤانا العشبيّة، حيث تكثر اللَّبونات من كل حجم، نجد أنّ حيوانات ضخمة كالفِيلة تتمتّع بقدرة فائقة على التنقّل بخفّة وهدوء، فتتحاشى التعرّض للأنظار. وتساعد آثار الحيوانات وبقايا غذائها (ص ١٨٠-١٨٣) على معرفة الكثير عن طريقة تصرّفها. إلّا أنّ علماء الأحياء يعتمدون اليوم وسائل متنوّعة في مجال الدراسة، كاستعانتهم بأجهزة إرسال لاسلكيّة صغيرة، وآلات التصوير التي تساعد على الرؤية ليلًا.

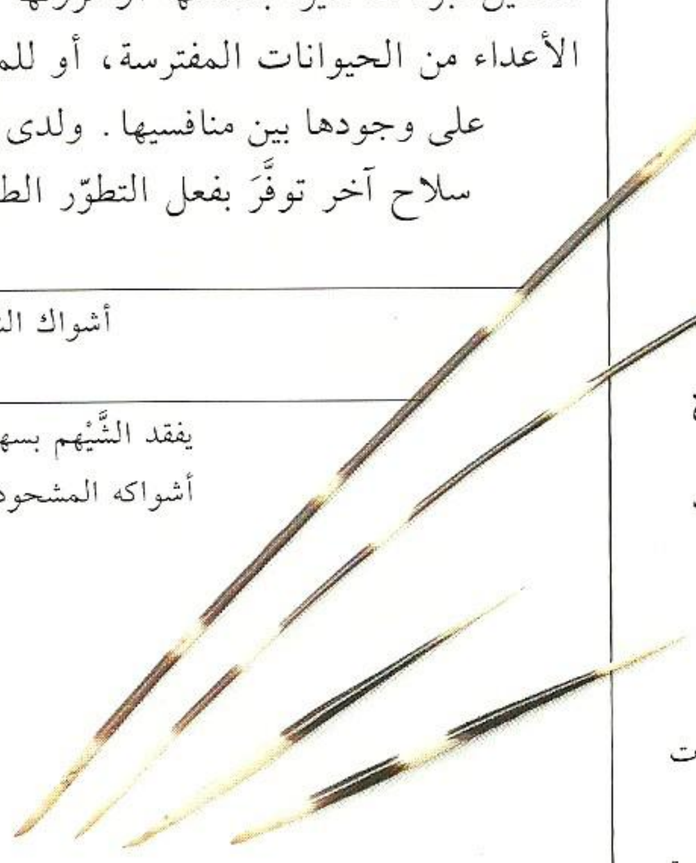
المفترس المثاليّ

ليس للأسد عدوّ معروف في الطبيعة. الذكر، وهو ملك الحيوانات الأسطوريّ، ليس في الواقع صيّادًا عظيمًا، إذ إنّ مهمّة تعقّب الفرائس الكبيرة واصطيادها تقع على عاتق الأنثى أو اللَّبوة التي تتصيّد ضمن جماعات. وقد كانت الأسود منتشرة قديمًا في أماكن متعدّدة من العالم القديم، في إفريقية والشرق الأوسط وبعض مناطق أوروبا الجنوبية. أمّا اليوم فيكاد وجود الأسد ينحصر في سهول السڤانا الإفريقيّة.



وسائل دفاعيّة

تستعين لبونات كثيرة بأسنانها أو قرونها لمقاتلة الأعداء من الحيوانات المفترسة، أو للمحافظة على وجودها بين منافسيها. ولدى بعضها سلاح آخر توفَّرَ بفعل التطوّر الطبيعيّ.



أشواك الشَّيْهم

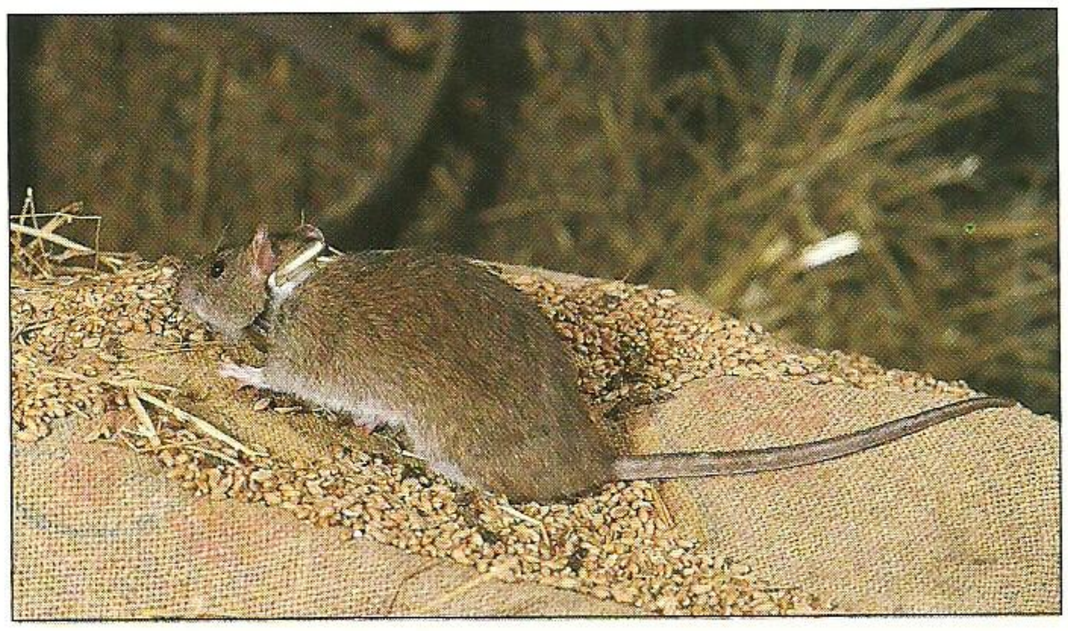
يفقد الشَّيْهم بسهولة أشواكه المشحوذة

الظهر باتجاه الخطر

يدير الشيهم ظهره نحو عدوّه، فيصدمه ويغرز أشواكه في جسمه. تنبت الأشواك باستمرار لتحلّ مكان تلك التي وقعت منه.

اقتفاء أثر اللَّبونات

يستعين العلماء بأجهزة إرسال لاسلكيّة صغيرة لاقتفاء آثار اللَّبونات. ويعلَّق هذا الجهاز بطوق حول عنق الحيوان بعد حقنه بمادّة منوِّمة.

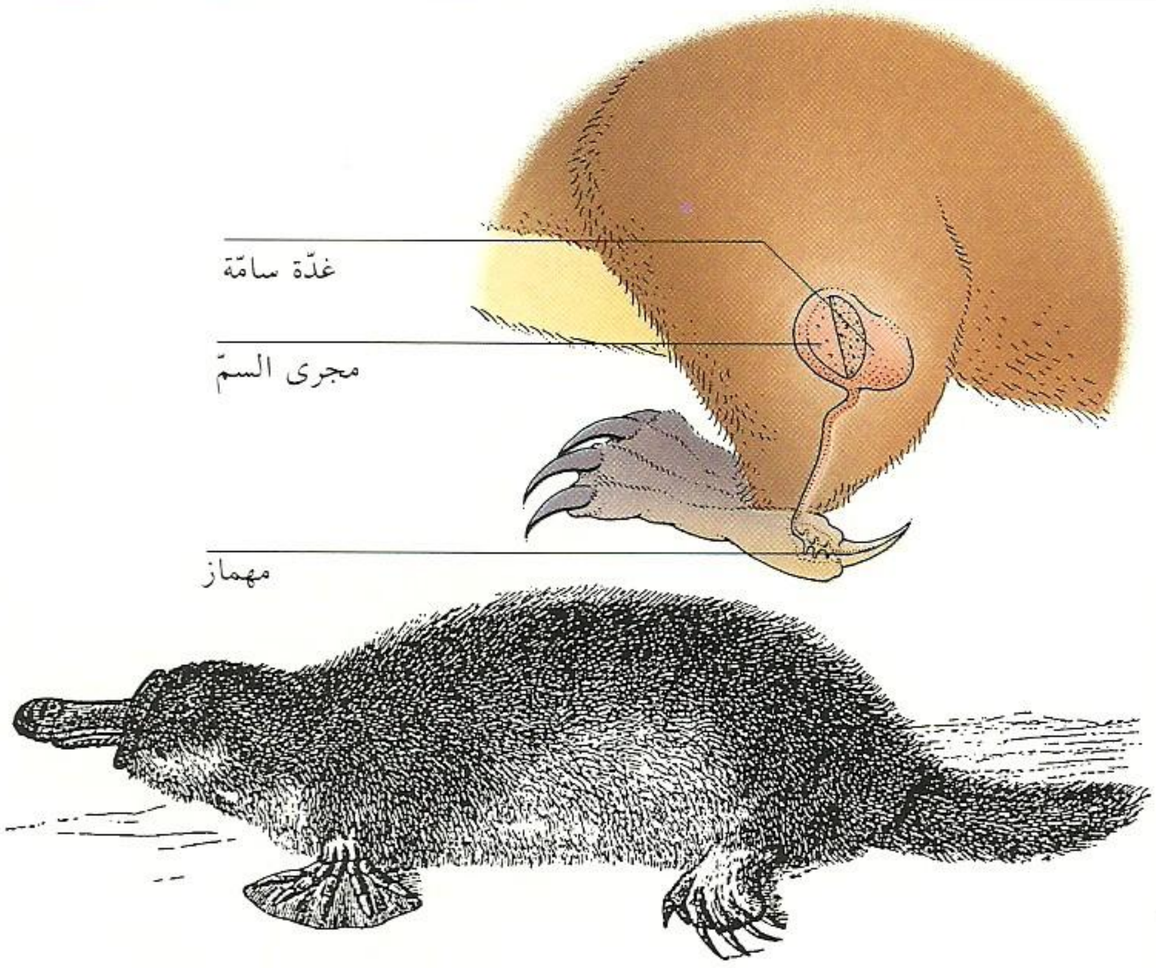


إرسال الإشارات

يرسل الجهاز في الطوق إشارات بتواتر خاصّ ومُعدَّل محدَّد، فيلتقط عالم الأحياء هذه الإشارات بواسطة هوائيّ اتّجاهيّ، ويحدّد مكان الحيوان وهو بعيد عنه. يستطيع العلماء ملاحقة الحيوانات الضخمة كالدببة والحيتان بواسطة أجهزة مماثلة ويلتقط قمر اصطناعيّ الإشارات المرسلة فيظهر مكان وجود الحيوان على شاشة الكمبيوتر.

دفاع كيميائي

تلجأ لبونات كثيرة إلى بثّ الروائح القويّة لتحديد المحيط الذي تنتمي إليه، وقد غدا هذا العمل وسيلة دفاع لدى الظَّرِبان. فعندما يشعر بالخطر يفرز سائلًا كريهًا ومثيرًا للقيء باتجاه مهاجمه، فيكون كافيًا لإبعاده. كما يُعتبر الفراء المخطّط علامة مُنبّهة تجعل الأعداء في حذر منه (ص ١١٨-١١٩). وبدل أن يلجأ إلى التمويه للاختباء، فإنه بمظهره ورائحته، يحذّر سائر الحيوانات من قدرته على الدفاع عن نفسه.



مهمازان سامّان

يُعدّ ذكر خلد الماء من اللَّبونات النادرة التي تحمل موادّ سامّة. ففي قائمتيه الخلفيّتين مهمازان يحقنان السمّ، وهو يستعين بهما لإبعاد الحيوانات المفترسة، كما يستعملهما لإبعاد سائر الذكور المنافسة. وفي هذا السمّ من القوّة ما يؤدّي إلى قتل الحيوانات الصغيرة وما يكفي للتسبّب بشلل جزئيّ لدى الإنسان. أمّا الإناث فليس لها أيّ مهماز.

الطوق المرشد

أُعِدّ هذا الطوق لمراقبة الحيوانات الصغيرة. تعمل بطّاريّة الجهاز المعلَّق فيه مدّة ستة أشهر، فيُستعاد الطوق قبل توقّف البطارية عن العمل، علمًا أنّ هناك أطواقًا تُفكّ تلقائيًّا من أعناق الحيوانات بعد انتهاء مدّة دراستها. يحمل الطوق، فضلًا عن الجهاز، أنبوبًا زجاجيًّا صغيرًا في داخله ضوء إشعاعيّ خفيض القدرة (ضوء بيتا) يساعد على تحديد موضع الحيوان لمسافات قصيرة، وذلك عندما يصبح استخدام جهاز الإرسال غير ملائم. إلّا أنّ استعمال الضوء وسيلة لتحديد موقع الحيوان له محاذيره لأنه يعرّضه لملاحقة الحيوانات المفترسة الأخرى.

الرؤية في العتمة

يُعدّ الغُرَير من الحيوانات التي تحرص على التخفّي، فهو ينام في وكره نهارًا ويخرج في المساء. وهو يجد طريقه في العتمة إذ يسلك دروبًا يعرفها، كما يستعين بحاسّة الشمّ للتعرّف إلى الأمكنة. ويساعد جهاز البثّ على ملاحقة الغُرَير وتحديد مكانه، لكنّه لا يبيّن نوع العمل الذي يقوم به. لذلك يستعين العلماء بمكبّر للصورة، وهو عبارة عن جهاز يسمح بالرؤية ليلًا عن طريق تكبير الأنوار الضعيفة. يتابع الحيوان حياته الليليّة العاديّة ولا يشعر بوجود من يراقبه إذا حرص العلماء على الاختباء أو الوقوف في مكان معاكس لاتّجاه الريح.

توالد اللَّبونات

تتوالد الحيوانات بطريقتين، طريقة التناسل اللاجنسيّ ويأتي معها المولود مطابقًا كلّيًّا للحيوان الذي أنجبه، وهذا ما يحصل للأَرْقة (ص ٣٤). وطريقة التناسل الجنسيّ التي تفرض وجود ذكر وأنثى يتلقّى منهما المولود مزيجًا من الخصائص المتنوّعة (ص ٤٨). اللَّبونات، ومنها الإنسان، لا تتوالد إلّا بالطريقة الثانية. عند التزاوج يخصب الحُييّ المنوي الذَّكَريّ البُيَيْضة داخل جسم الأنثى، فتتحوّل البُيَيضة بذلك إلى مُضْغة أو جنين يتغذّى من أمه. والجنين عند اللَّبونات المشيميّة، كالقطّة، يبقى داخل رحم أمه إلى أن يكتمل تكوينه. أمّا عند الجرابيّات كالوَلَبي فإنّ الجنين يكمل نموّه خارج جسم أمه.

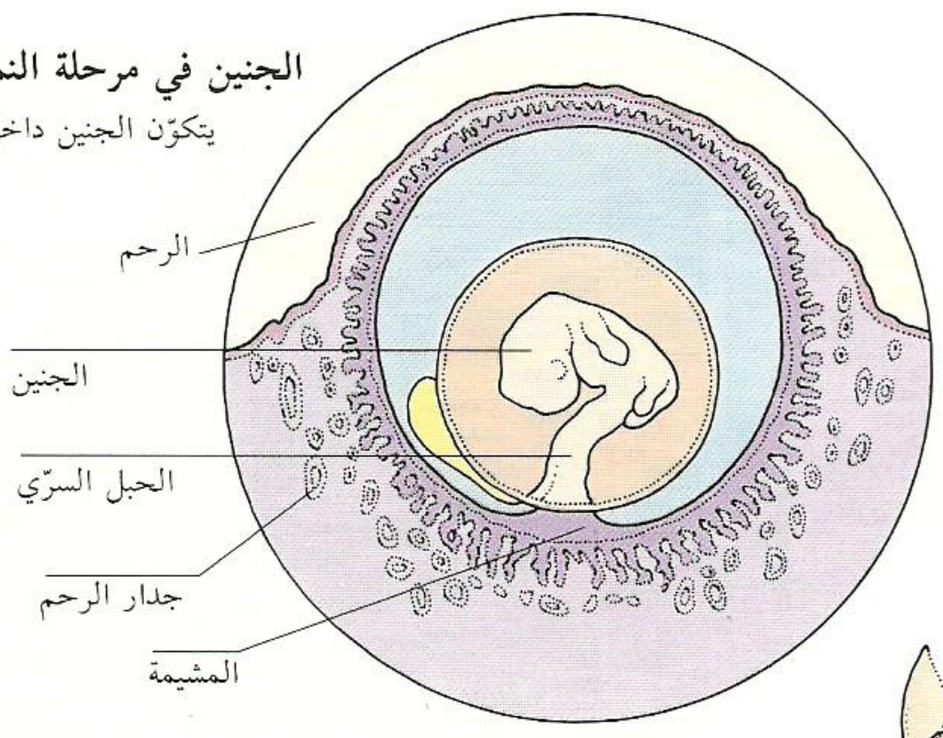
إخصاب البُيَيضة

عندما يتزاوج لبون تنتقل ملايين الحُيَيّات المنويّة من الذكر إلى الأنثى، وتبدأ رحلة لا تكتمل عند القسم الأكبر منها. تسبح الحُييّات داخل جسد الأنثى، محرِّكة أَذيالًا متناهية في الصغر، إلى أن تبلغ قناة فالوپ حيث البييضات. يصل عدد كبير من الحُيَيّات إلى البييضة، لكنّ حُيَيًّا مَنويًّا واحدًا يخترق غشاءها الذي يصبح على أثر ذلك غير قابل للاختراق. ثم تتّحد النواتان، نواة الحُيَيّ المنويّ ونواة البييضة، وتتمّ عمليّة الإخصاب، وتصبح الخليّة الجديدة جاهزة للتكاثر والنموّ.

توالد المَشيميّات

تشمل اللَّبونات المشيميّة أنواعًا مختلفة، انطلاقًا من الفأرة وانتهاءً بالإنسان. ولها طرق خاصّة في تغذية صغارها داخل جسم الأم. فبعد عمليّة الإخصاب تنتقل البييضة إلى القسم الداخليّ من الرحم حيث تحاط بخلايا جدار الرحم. ثم تنمو طبقة من الخلايا الإسفنجيّة في المكان الذي تكون فيه أوعية الأمّ الدمويّة قريبة من أوعية الجنين، وتشكّل هذه الطبقة المشيمة. ثم يبدأ الغذاء والأكسجين بالانتقال من دم الأم إلى دم الجنين، بينما تأخذ الفضلات طريقًا عكسيًّا، ويصل الحبل السرّي بين المشيمة والجنين.

الجنين في مرحلة النموّ
يتكوّن الجنين داخل جدار الرحم.



غذاء العائلة

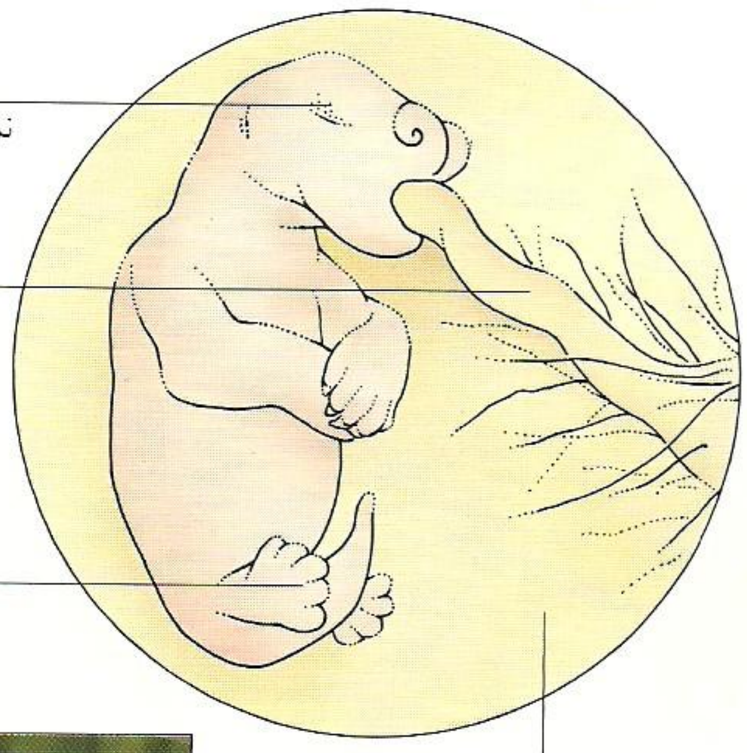
تؤمّن الفأرة الموادّ الغذائيّة لصغارها التي تنمو في داخلها. وبعد الولادة تغذّي الصغارَ بالحليب.

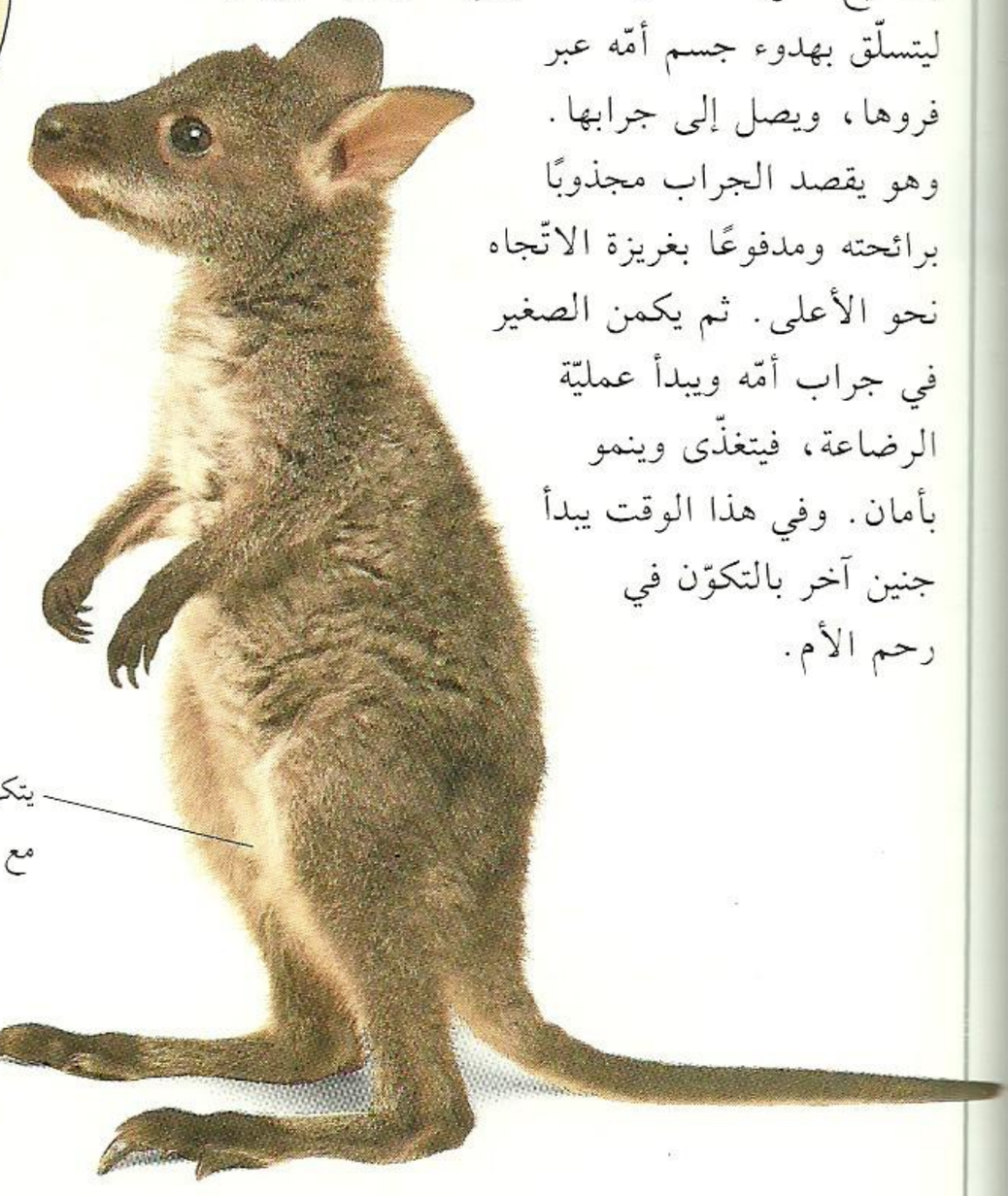
طفولة قصيرة

عند الولادة تكون الفئران الصغيرة غير قادرة على الدفاع عن نفسها. وبعد مرور أسبوعين تصبح قادرة على تدبّر أمرها.

توالد الجِرابيّات

أكثر المراحل خطورة في حياة صغار الوَلَبي هي تلك التي تمتدّ من وقت ولادتها إلى الوقت الذي تدخل فيه جراب الأم. عند الولادة يكون الحيوان الجرابيّ صغير الحجم، لا يرى ولا يسمع، كما يكون جلده خاليًا من الفرو. إنّما يستطيع تحريك قائمتيه الأماميّتين اللتين يستعين بهما ليتسلّق بهدوء جسم أمّه عبر فروها، ويصل إلى جرابها. وهو يقصد الجراب مجذوبًا برائحته ومدفوعًا بغريزة الاتّجاه نحو الأعلى. ثم يكمن الصغير في جراب أمّه ويبدأ عمليّة الرضاعة، فيتغذّى وينمو بأمان. وفي هذا الوقت يبدأ جنين آخر بالتكوّن في رحم الأم.





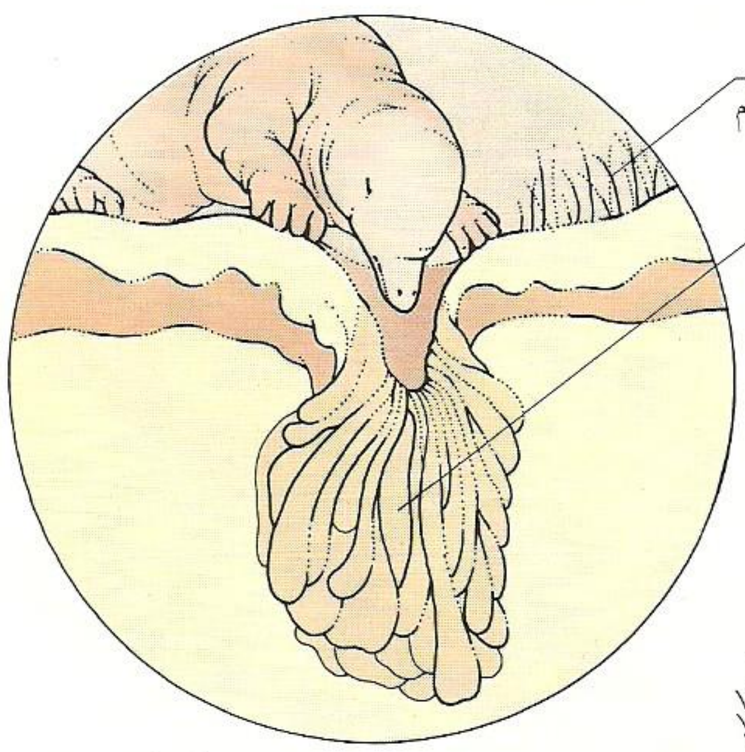
التظاهر بالموت

يعيش القسم الأكبر من الجرابيّات في أستراليا، لكنّ بعضًا منها يعيش في القارة الأميركيّة. فحيوان «الأوپوسوم» يمكن العثور عليه في المكسيك والولايات المتحدة وكندا. وهو يكفّ عن الحركة عندما يحدق الخطر به ويتظاهر بالموت فيزيد احتمال نجاته.

توالد وحيدات المَسْلك

تُعتبر وحيدات المسلك أكثر اللَّبونات غرابة، ولا نجد منها اليوم سوى خلد الماء ونوعين من قنفذ النمل، وهي لبونات بيوضة. فأنثى خلد الماء تضع بيضتين مغلّفتين بغطاء جلديّ وتحضنهما داخل عشّ. أمّا أنثى قنفذ النمل فتضع بيضة واحدة تحملها في جيب بطنيّ بطنها.

لوحيدات المسلك خصائص بدائيّة أخرى. فعلى الرغم من تغذية صغارها بالحليب فإنها تخلو من الحَلَمات، ويسيل الحليب على جلدها فيلعقه الصغار. لا تُعدّ وحيدات المسلك من ذوات الدم الحارّ كلّيًّا، إذ إنّ حرارة جسمها تكون أدنى بكثير من حرارة سائر اللَّبونات، وهي تتبدّل وتتراوح بين ٢٥ و٣٧°س. وسُمّيت وحيدات المسلك بهذا الاسم لأنّ لها مسلكًا أو مخرجًا واحدًا لأعضائها التناسليّة والبَوليّة والهضميّة.

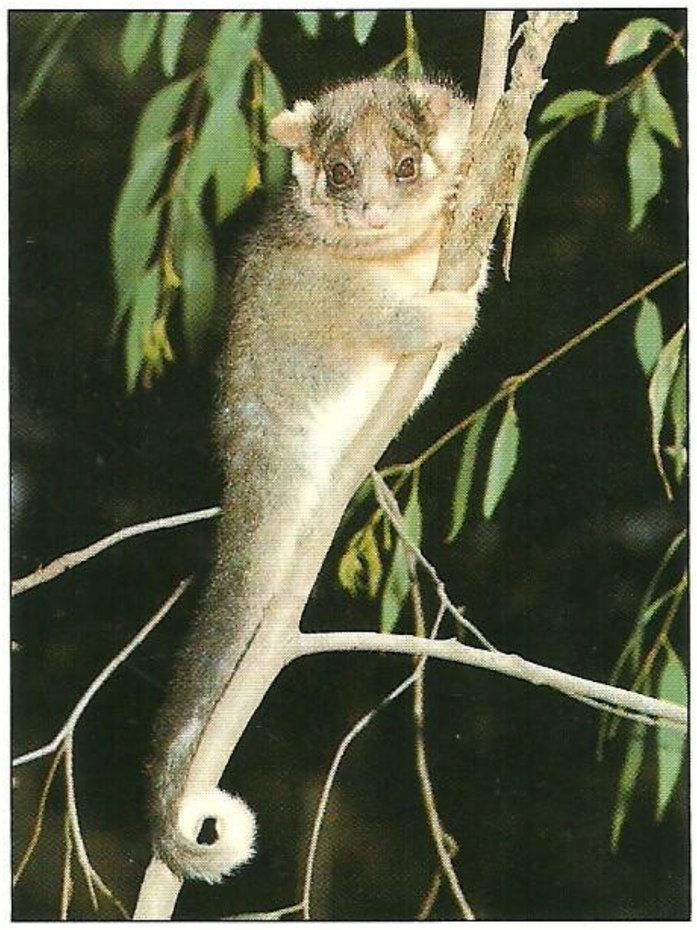


رضاعة عند مستوى الجلد

تضع أنثى قنفذ النمل بيضة واحدة تحفظها في جيب صغير ببطنها. بعدما يفقس الصغير يتغذّى من الحليب الذي يرشح من فرو الأم.

حياة الليل

يصنَّف عدد كبير من اللَّبونات بين الحيوانات الليليّة، وذلك خلافًا لحياة الناس، أي أنها تنام نهارًا وتنشط ليلًا. في العصور القديمة لم تكن اللَّبونات الأولى تتنقّل إلّا في الليل كي تنجو من الديناصورات المفترسة. وقد حافظت لبونات صغيرة وأخرى مفترسة على الحياة الليليّة، كالثعالب التي تبحث مع العتمة عن فرائسها.



الأوبوسوم

يُعد «الأوبوسوم» ذو الذيل الكثيف من الحيوانات النادرة التي استفادت من انتشار الحدائق والمنازل في أستراليا. هذه الحيوانات التي توازي الهررة حجمًا قلّما تخاف الناس، فترتاد الحدائق والبساتين بحثًا عن الثمار والأوراق والزهر. يسكن الأوبوسوم الأشجار، كما يقصد مخازن البيوت فيتسبّب ذهابه وإيابه بضجيج يوقظ النائمين. ويُطلق عليه اسم «الرماديّ الفضّيّ» لميل فروه إلى هذا اللون. وفي القرن التاسع عشر أُدخل الأوبوسوم إلى نيوزيلاندا، وهو يشكّل اليوم كارثة بيئيّة بعدما تكاثر، لقلّة أعدائه.

الثعالب

على الرغم من كون الثعالب حيوانات ليليّة النشاط، فقد تظهر في النهار، خصوصًا في فصل الصيف عندما تكون الليالي قصيرة. وهي تسلك دائمًا طرقًا محدَّدة، ويمكنك التعرّف إلى أماكن وجودها من خلال الدروب التي تشقّها والفجوات التي تحدثها في السياجات والأثلام التي تتركها بين الأعشاب العالية. كما تفرز غددها الشرجيّة موادّ قويّة الرائحة يمكن أن تشتمّها من وقت إلى آخر عندما تقتفي أثرها. وإذا ما اختبأتَ قريبًا من الدروب التي تسلكها الثعالب، مع هبوط الليل أو بزوغ الفجر، فقد يساعدك الحظّ على رؤيتها. إنّما يُستحسن ألّا تكون بمفردك بل مع أحد الراشدين.

في بعض البلدان، كبريطانيا، تقصد الثعالب المدن بحثًا عن فرائسها، كما تنبش القمامات وتأكل فضلات اللحوم. ومع الحذر الذي تتّصف به فإنّ عددًا كبيرًا من هذه الثعالب يذهب ضحيّة حوادث السير. والمعروف أنّ حياة الثعالب في المدن تكون أقصر من حياة الثعالب في الريف.

تربية يَرْبيل

إيجاد المحيط الملائم

يعيش اليَرْبيل في البراري الجافّة والصحراويّة، في إفريقية والصين. من أجل إيجاد محيط ملائم له يمكنك أن تغطّي قعر حوض بطبقة رمليّة.

يساعد الرمل اليَربيل على الحفر

قطع خشبيّة للقضم

تنمو أسنان اليَرْبيل بشكل دائم، كما هي حال سائر القوارض، وهذا ما يوجِد عنده حاجة ماسّة إلى القرض. لذلك ينبغي وضع قطع خشبيّة في الحوض.

راكون غاسل

يعيش الراكون الغاسل على ضفاف أنهر أميركا الشمالية الخضراء، كما يقصد المدن حيث الغذاء وفير. الضجّة التي تحدثها القمامة إثر انقلابها، وآثار القوائم على الثلج أو الوحل هي علامات تشير إلى وجود هذا الحيوان. وإذا ما سمعت الراكون الغاسل يأكل ليلًا فقد تتمكّن من رؤيته إذا ما خرجت بمصباح جَيْب (برفقة راشد).

التدريب

يعلّم اللعبُ صغارَ الثعالب التقاط الفرائس والإمساك بها.

قائمتان خلفيّتان طويلتان للحفر في الرمل.

يستعين بقائمتيه الأماميّتين لقضم الطعام.

ذيل طويل يساعد على التوازن.

الغذاء

تشكّل الحبوب غذاء حيويًّا لليَرْبيل، كالذرة الجافّة والشعير والبذور والقمح وقراقيش الذُّرة. كما يمكن أن تقدّم له بعض الأعشاب والنباتات البرّيّة شرط ألّا تكون سامّة كأوراق الراوَنْد.

الحوض الجاهز

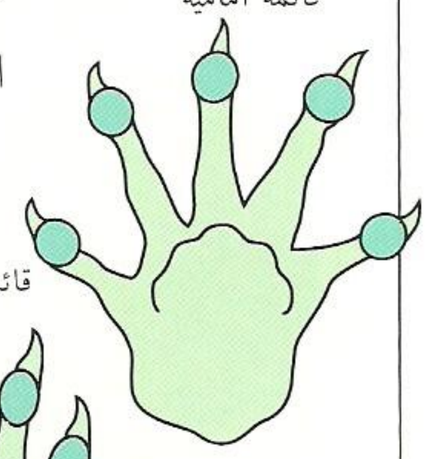
ضع الحوض في مكان حارّ وجافّ، إنّما لا تتركه وقتًا طويلًا في الشمس، واحرص على تنظيفه مرّة كلّ أسبوع.

آثار وبَصَمات

تتميّز لبونات كثيرة بالحذر الشديد، وتكون دائمًا متنبِّهة لأَقلّ تبدّل، فالحركة والصوت والرائحة تعني وجود خطر، وتحملها على الاختفاء بلمح البصر. إلّا أنّ تفحّص الأرض وما تتركه هذه الحيوانات من آثار، يساعدنا على دراسة تصرّفاتها.

تُعتبر التربة الرطبة والشديدة أفضل مكان للبحث عن الآثار التي تشير إلى كيفيّة تنقّل اللَّبونات. فالحيوانات ذات الحافر، كالأَيّل، تترك آثارًا واضحة، ذلك أنّ الثقل كلّه يرتكز على إصبع أو إصبعين في كلّ قدم. أمّا الحيوانات التي تمشي على أصابعها، وهي الإصبعيّات، فسريعة ورشيقة. هناك لبونات بطيئة في سيرها، وهي تترك آثارًا كبيرة قياسًا إلى حجمها كما هي حال الغُرَير والراكون الغاسل والدبّ. فالحيوانات الأخمصيّة المَشْي (تمشي على باطن القدم) تتنقّل بثقل وتكون آثار أقدامها متقاربة.

عندما ترى آثار أقدام حيوان حاوِلْ أن تعرف عدد أصابعه، وانظر ما إذا كان من ذوات المخالب. فالمخالب عند الكلاب والثعالب تكون بارزة، وتكون مرتدّة عند الهررة خلال السير فلا تظهر على التراب.



آثار الراكون الغاسل
يتوزّع ثقل الراكون الغاسل على أصابعه وعقبيه، وتكون أصابع قائمتيه الأماميّتين أكثر تباعدًا من أصابع قائمتيه الخلفيّتين.

آثار على الثلج

إنّ غالبيّة الحيوانات التي تعيش في مناطق يكون شتاؤها قاسيًا تهاجر نحو الجنوب، أو تدخل في سبات الشتاء. إلّا أنّ بعض اللَّبونات تبقى ناشطة وتبدو آثار قوائمها واضحة على الثلج الطريّ. هذه آثار حيوان الأَوس، أو الوشق، وفي قائمتيه الأماميّتين مخالب قويّة يستعين بها للقبض على فرائسه. وهو يتغذّى شتاءً من قوارض تعيش في سراديب تحت الثلج.

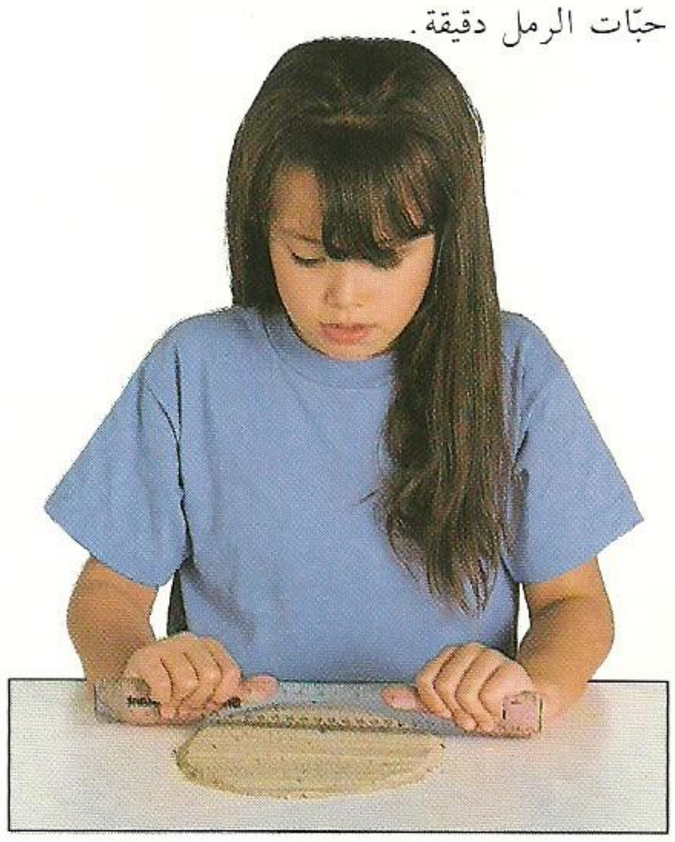
بفضل هشاشة الثلج فإنّ الآثار تظهر معالمها بسهولة فيه. وإذا ما تبعت آثار أحد المفترسات، كالثعلب مثلًا، يمكنك أن ترى فوق الثلج معالم تشير إلى المكان الذي التقط فيه فريسته.

اختبار

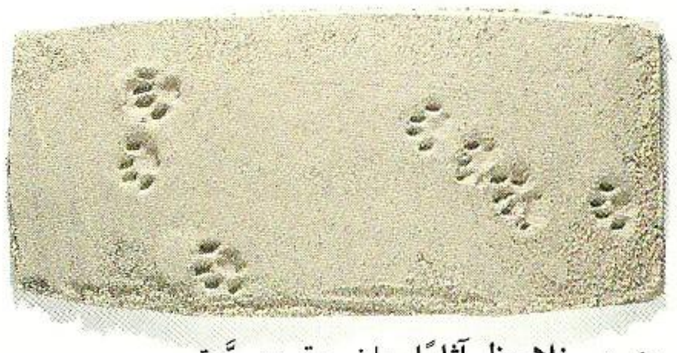
أخذ البَصَمات بواسطة الرمل

تكفي طبقة رقيقة من الرمل لكشف آثار الحيوانات.

١ **أَفرِغْ كمّيّة من الرمل** الرطب على الأرض أو على مسطّح، واحرص على أن تكون حبّات الرمل دقيقة.



٢ **مهِّد الطبقة الرمليّة** كي تصبح متساوية، واجعل أطراف المسطّح في مستوى التراب.



٣ **نلاحظ آثارًا** واضحة ومميَّزة لقوائم هرّ.

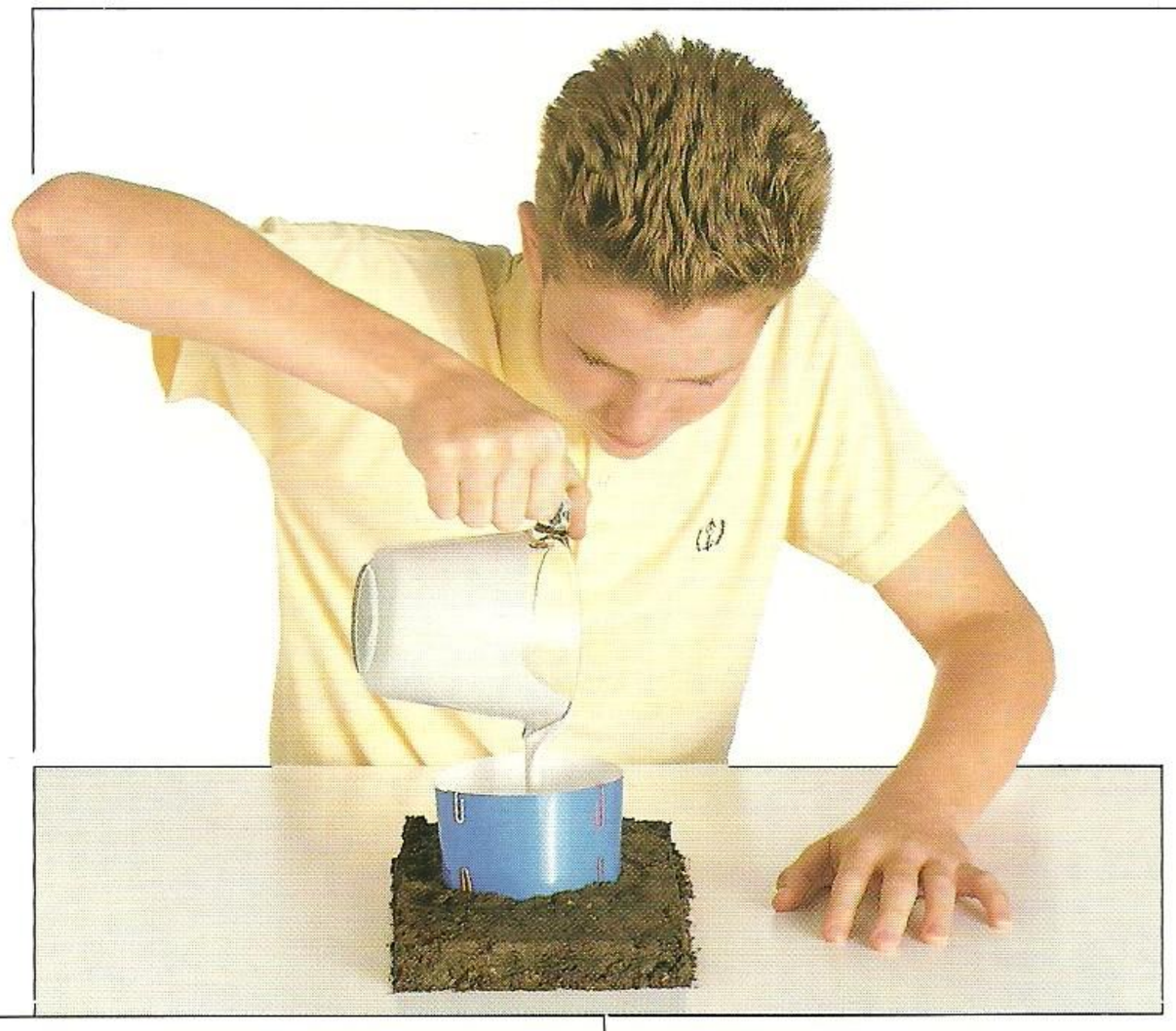
اختبار

قولبة الأثر

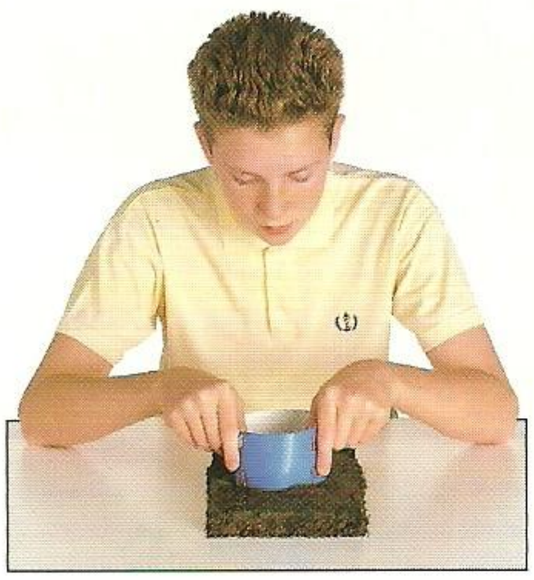
يمكنك الاحتفاظ ببصمات حيوان بواسطة الجصّ. هذا الأمر قابل للتحقيق مع آثار في أرض رطبة وشديدة، كتلك التي نقع عليها في جوار بِرْكة أو في طريق داخل غابة. ولا يتحقق الأمر مع الآثار على الثلج لأنّ الجصّ يكون ساخنًا ويمحو الأثر.

يلزمك

- قطعة كرتون • وعاء • مشابك ورق
- طاس زجاجيّ • جصّ • مقصّ • ملعقة

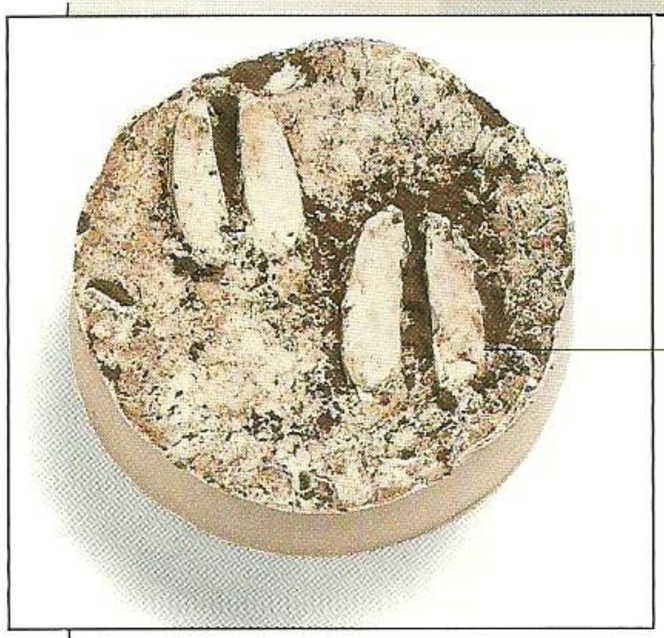


١ **أَبعِد** الأوراق والحصى عن مكان الأثر لئلّا تعلق بالجصّ.



٢ **جهِّز حلقة عريضة** من قطعة الكرتون، مستعينًا بالمشابك، وضعها فوق الأثر، ولا تترك أيّ فراغ في القسم السفليّ.

٣ **ذوِّب قليلًا من الجصّ** في الماء حتّى تحصل على مزيجٍ سائلٍ، ثم صُبّ المزيج فوق الأثر داخل الحلقة، واجعل صفحة الجصّ متساوية قبل أن ينشف.



قالب لأثر بارز

٤ **اِرفع الحلقة ومعها الجصّ** عندما ينشف، واتركه يومًا كاملًا قبل أن تزيل حلقة الكرتون.

أنواع الآثار

تسجّل طبقة الرمل آثارًا لحيوانات متنوّعة، من اللَّبونات والزواحف والبرمائيّات والطيور واللافقاريّات. حاوِل أن تضع طبقة الرمل بمكان واحد في النهار وفي الليل، لترى كيف يتبدّل الأثر.

آثار مخطّطة تركها ضفدع

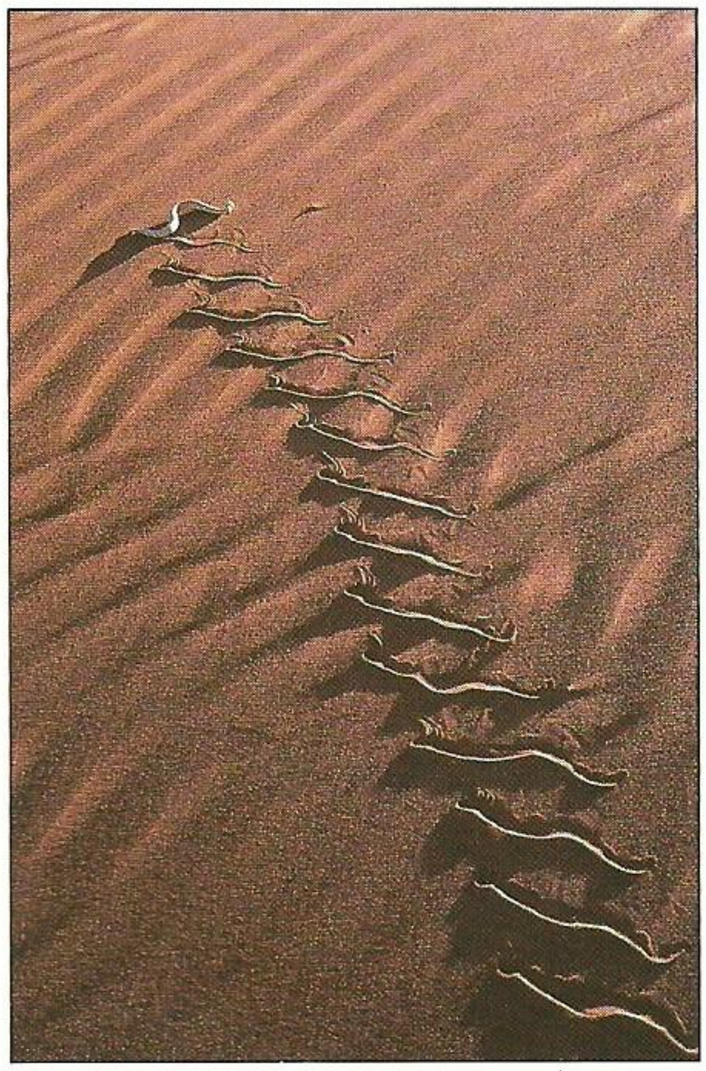
الضفادع والعلاجيم

عندما تزحف الضفادع على الرمل تترك أقدامها آثارًا طويلة. وهي كالعلاجيم (ص ٧٨-٧٩) تتنقّل زحفًا أو قفزًا. فهي تزحف للبحث عن الغذاء وتقفز للهرب من الخطر. والمعروف أنّ الضفادع والعلاجيم حيوانات ليليّة النشاط.

آثار متوازية

اللافقاريّات

يبدو هنا أثر دويبة عَيْر قبّان زاحفةً على الرمل. هذه الدويبة لها جسم ثقيل وهي واحدة من مجموعة لافقاريّات تخرج ليلًا طلبًا للغذاء. ومن اللافقاريّات التي تترك آثارًا واضحة الخنافسُ والجنادب والكثيرة الأرجل والعقارب.



زخرف طبيعيّ

تترك الحيّة ذات الأجراس أثرًا مميَّزًا في الرمل. فهي تتحدّب في سيرها بشكل لا يمسّ معه جسمها الأرض إلّا في نقطتين أو ثلاث.

بقايا الطعام

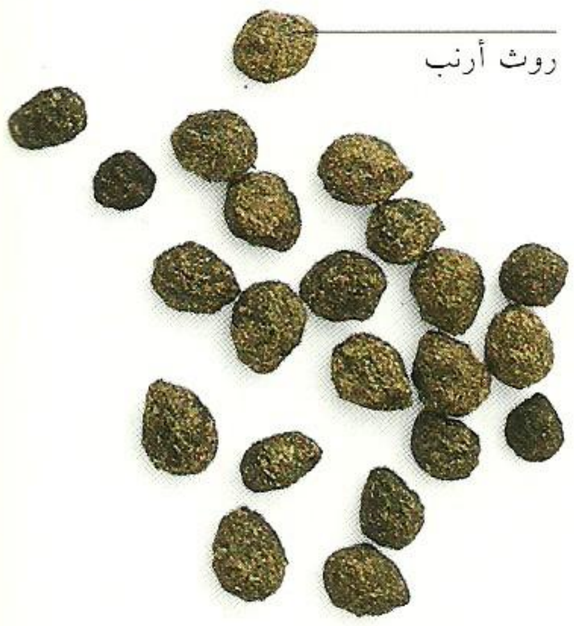
إنّ اكتشاف بقايا الطعام والتعرّف إلى أنواعها عند الحيوانات عمل لا يخلو من العناء. يمكنك، من خلال العلامات المتناثرة في منطقة معيّنة، أن تكوّن أفكارًا عن جوانب متعدّدة من حياة الحيوانات. فالريش المبعثر، والجذوع المقشّرة، والرَّوْث والقوقعات المُكسَّرة، والحبوب الممضوغة، كلّها علامات يمكن الإفادة منها.

تتعلّق كميّة العلامات التي تجدها بنوع الغذاء الذي يتناوله الحيوان. هناك لبونات عاشبة كثيرة، كالأرنب والأيِّل، تقضي معظم الوقت في الأكل، وغالبًا ما تعود إلى الأمكنة نفسها. وتأتي بقايا الأعشاب الممضوغة، وكذلك الرَّوْث، لتشهد على مرورها ولتدلّ على الأماكن التي ترتادها. وتعمد لبونات كثيرة كالأرنب والغُرَير إلى ترك رَوْثها في أماكن محدَّدة، مشيرة بذلك إلى أنّ المكان محتلّ. أمّا العلامات التي تتركها الحيوانات اللاحمة فهي أقلّ كميّة، ذلك أنّها تأكل في أوقات متباعدة، وتبتلع فريستها كاملةً. فالثعلب يترك الريش في المكان الذي افترس فيه الطائر، لكنّه لا يترك من جُحْر الفئران، بعد نبشه، سوى حفرة صغيرة في الأرض.

علامات بروائح

تضع الأرانب روثها فوق كومة من العشب، وتكون الروائح المنبعثة تنبيهًا لسائر الأرانب إلى أنّ المكان محتلّ.

الأرنب حيوان عاشب ويكون روثه ليفيًّا ومستدير الشكل. أمّا الأيِّل فيأكل كثيرًا ولكن طعامه غير مغذٍّ، وهو يترك كمّيّة كبيرة من الروث. ويكون روث الحيوانات المفترسة مُرَوَّسًا ويحوي قطع عظام ونتفًا من الفرو والشعر.



روث أرنب

كوز متقشِّر

الِاغتذاء من أكواز الصنوبر

تنزع حيوانات كثيرة حراشف أكواز الصنوبر لاستخراج بزورها.

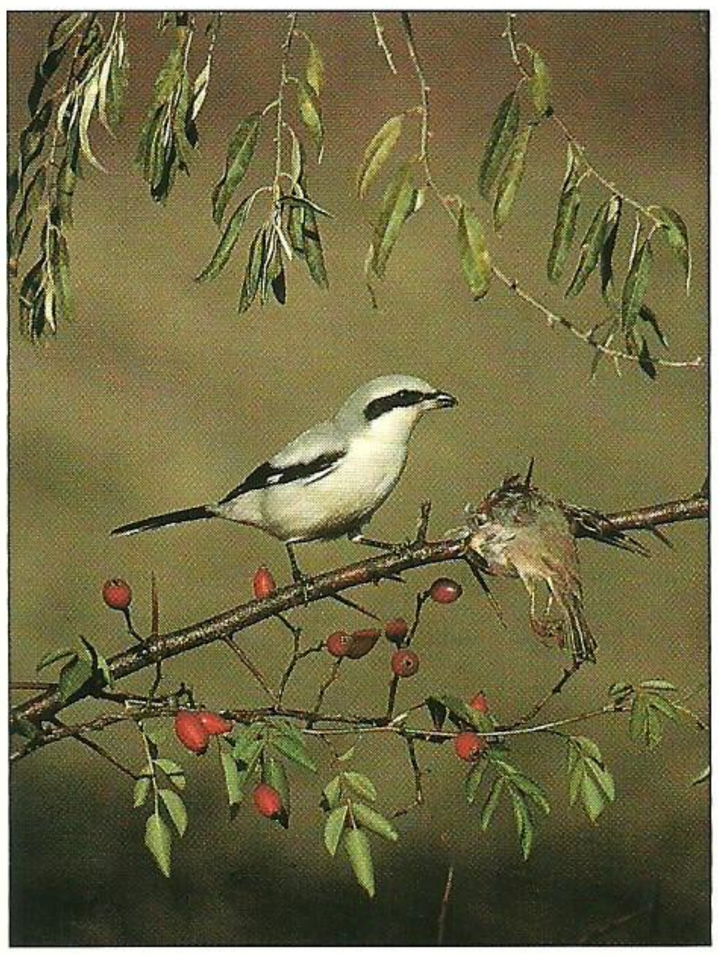
قشور البندق

قشور الجوز

لدى تأمّل الطريقة التي فُتحت فيها القشور يمكنك التعرّف إلى الحيوان الذي أكل الثمار، وهو هنا فأر الشجر.

بقايا أخرى

تترك الكائنات الحيّة كلّها بقايا من الأغذية التي تتناولها. للطيور أماكن مفضّلة تعود إليها لتناول الطعام. ولدى مراقبة البقايا في هذه الأمكنة يمكن تحديد أنواع الغذاء التي تتناولها الطيور.

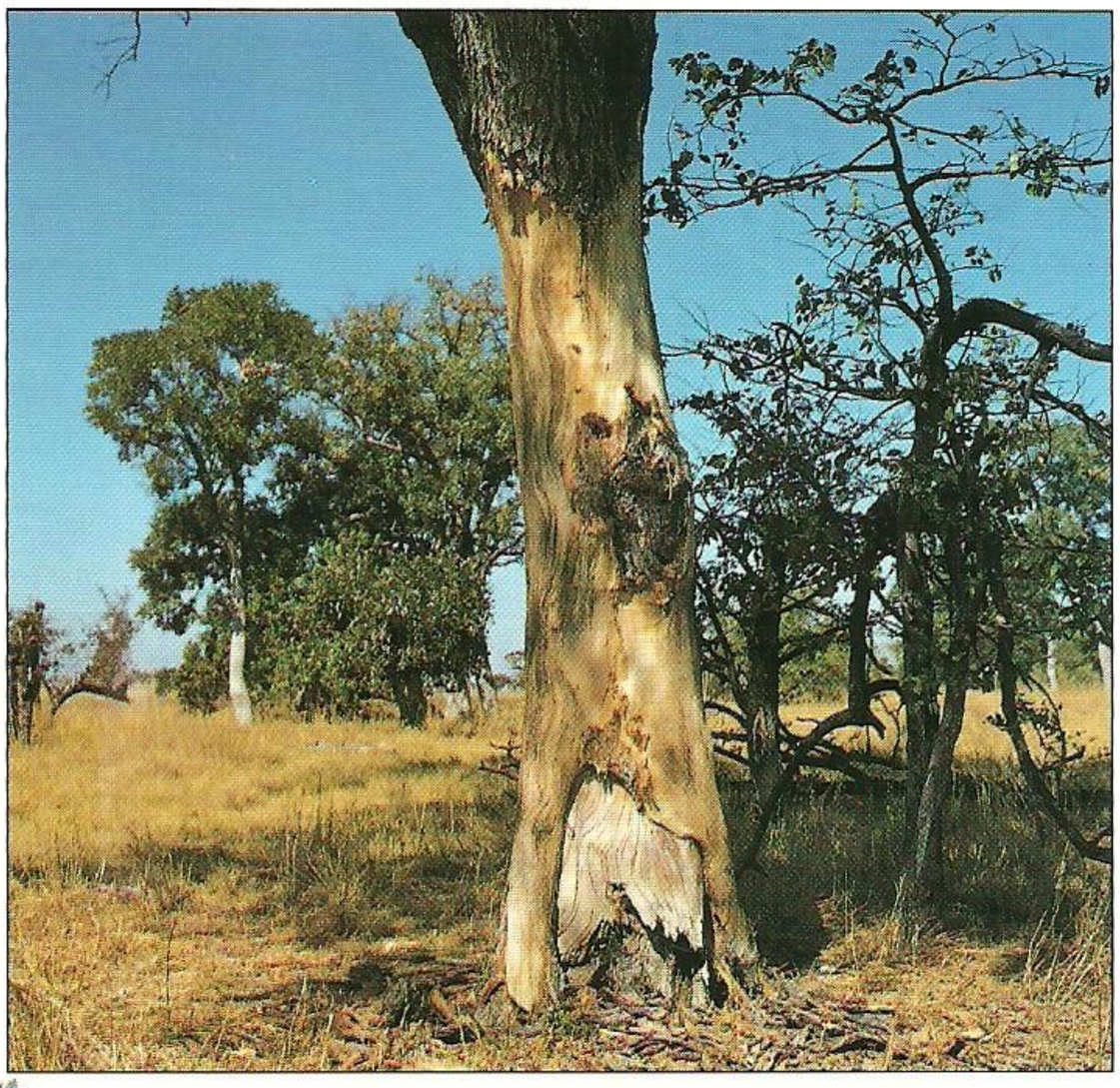


مكان حفظ الطعام لدى الصُّرَد

يتغذّى طائر الصُّرَد بالحشرات، واللَّبونات الصغيرة، وأحيانًا بالعصافير. يعمد هذا الطائر إلى تعليق فريسته بشوكة كبيرة أو على سلك معدنيّ شائك، فيثبّتها وينتزع منها قطعًا يأكلها.

بقايا حشرات

بقايا أجنحة الفراشات هذه تركها أحد الطيور بعدما أكل القسم الطريّ منها.



أشجار الفِيَلة

نجد عددًا كبيرًا من جذوع الأشجار المقشّرة والأغصان المُنْتزَعة في إفريقية، وهي تشير إلى مرور الفِيَلة. كما تتغذّى لبونات كثيرة بلحاء الجذوع، خصوصًا في الشتاء القاسي الذي تختفي معه الموادّ المغذّية المطلوبة.

فريسة ثعلب

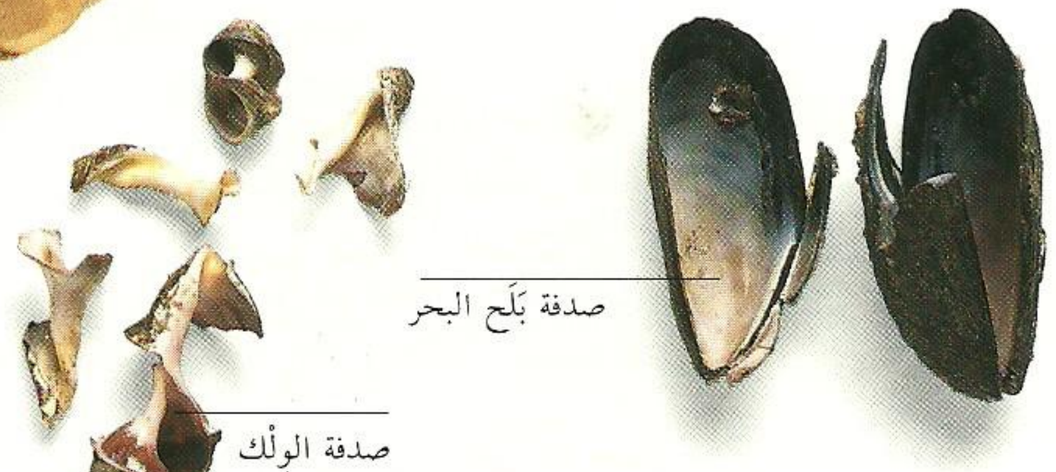
يشير ما تبقّى من جناح طائر أبو زريق إلى المكان الذي التهمه فيه الثعلب تاركًا وراءه الريش لخلوّه من اللحم.

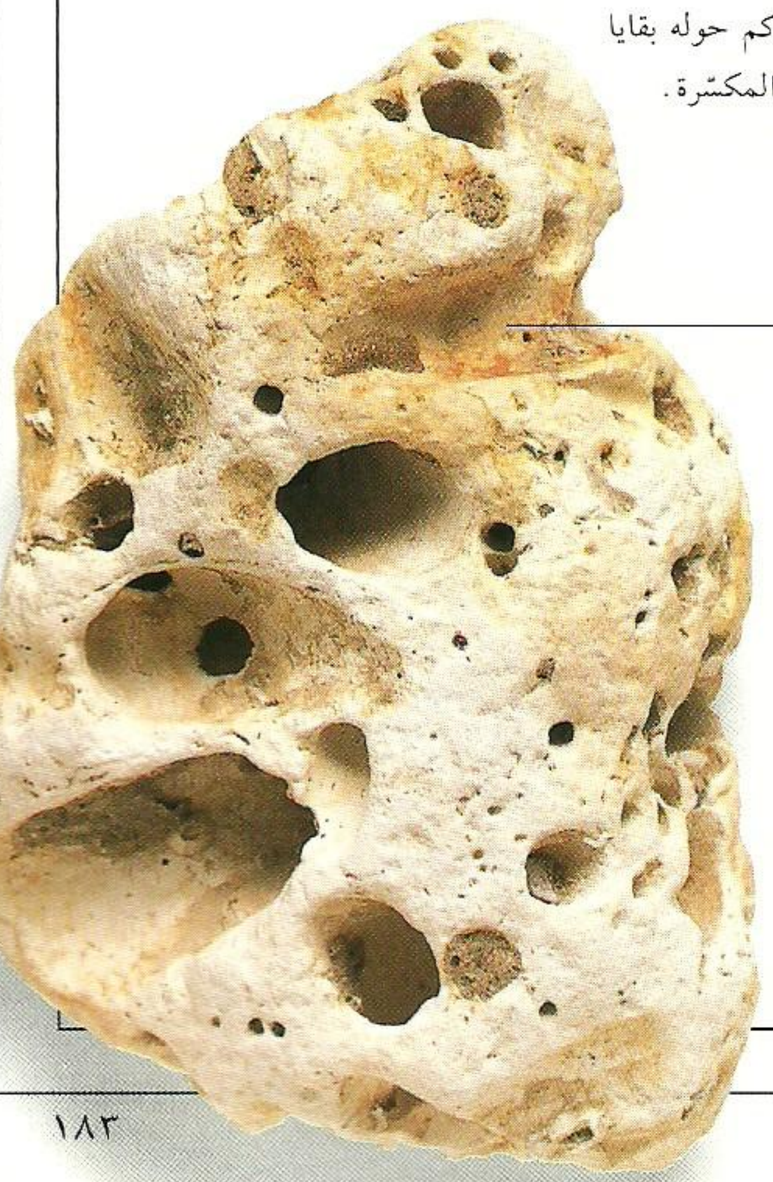
وجبة النورس

لدى تنقّلك على شاطئ صخريّ قد تعثر على بقايا أصداف وقوائم سرطان مبعثرة. وهي ما يخلّفه النورس بعدما يوقعها على الصخر ليفتحها.

سندان طائر السمنة

يبحث نوع من السمنة عن الحلزون وهو طعامه المفضّل. وبدل أن يُخرج الرخويّة من صدفتها يحملها إلى صخرة، هي سندانه، ويكسر الصدفة ثم يلتهم ما بداخلها. لكلّ سمنة سندانها حيث تتراكم حوله بقايا الأصداف المكسّرة.





الرخويّات

هذه الثقوب في الحجر الطبشوريّ حفرتْها رخويّات بقوقعاتها. وتعمد رخويّات مماثلة تتغذّى بالأخشاب إلى حفر أنفاق طويلة في جذوع الأشجار.

تعريفات

تقدّم الصفحات الأربع التالية شرحًا مقتضبًا للمصطلحات البيولوجيّة المستعملة في الكتاب. تتناول التعريفات الناحية الإجماليّة للكائنات الحيّة، ولا تتوقّف عند الجزئيّات. لمزيد من المعلومات يمكنك مراجعة المسرد (ص ١٨٨-١٨٩).

أحفورة بقايا حيوان أو نبتة تحجَّرت. Fossil

إخصاب مرحلة من التناسل الجنسيّ تلتقي فيها الخلايا الذكريّة بالخلايا الأُنثويّة وتلقّح البُيَيْضة. Fertilization

أُظفور جذر عارض قصير يتّخذه الطحلب أداة للتثبّت بالصخر. Holdfast

اعتياد عمليّة يعتاد خلالها الدماغ على الإشارة المتكررة والآتية من الحواسّ، فلا يعمل بها. Habituation

إنتاش (إنبات) تطوّر يؤدّي إلى نموّ البزرة أو البوغ. Germination

انتحاء انحراف عضو نباتيّ إلى جهة ما بتأثير الضوء أو الجاذبيّة مثلًا. Tropism

انتخاب طبيعيّ نتيجة عمليّة تطوّر بواسطة عوامل طبيعيّة، كالمناخ والغذاء. ومع التطوّر يؤمَّن البقاء للكائنات المتكيّفة مع محيطها. Natural selection

انسلاخ عمليّة إسقاط الجلد أو الريش أو الفرو. Moulting

أَيْض مجموعة التفاعلات الكيميائيّة التي تحدث داخل جسم حيّ. Metabolism

بروتينات أجسام كيميائيّة تدخل في تكوين الأنسجة، وتكثر في اللبن والبيض واللحم. تتكوّن بواسطة الأحماض الأمينيّة، وهي ضروريّة لكل الكائنات الحيّة، وتكون على أنواع، منها الخمائر والقَرنين. Protein

بزرة غلاف نباتيّ صغير وصلب، يغلِّف الفَوْق أو الجنين النباتيّ ومخزونه من الغذاء. وبعد الإنتاش يمكن أن تتحوَّل البزرة إلى نبتة جديدة. وتتكوّن البزور خلال عمليّة التوالد. Seed

بطن هو القسم الأبعد عن الرأس عند الحشرات والعنكبوتيّات والقشريّات، ويكون متّصلًا بالصدر. Abdomen

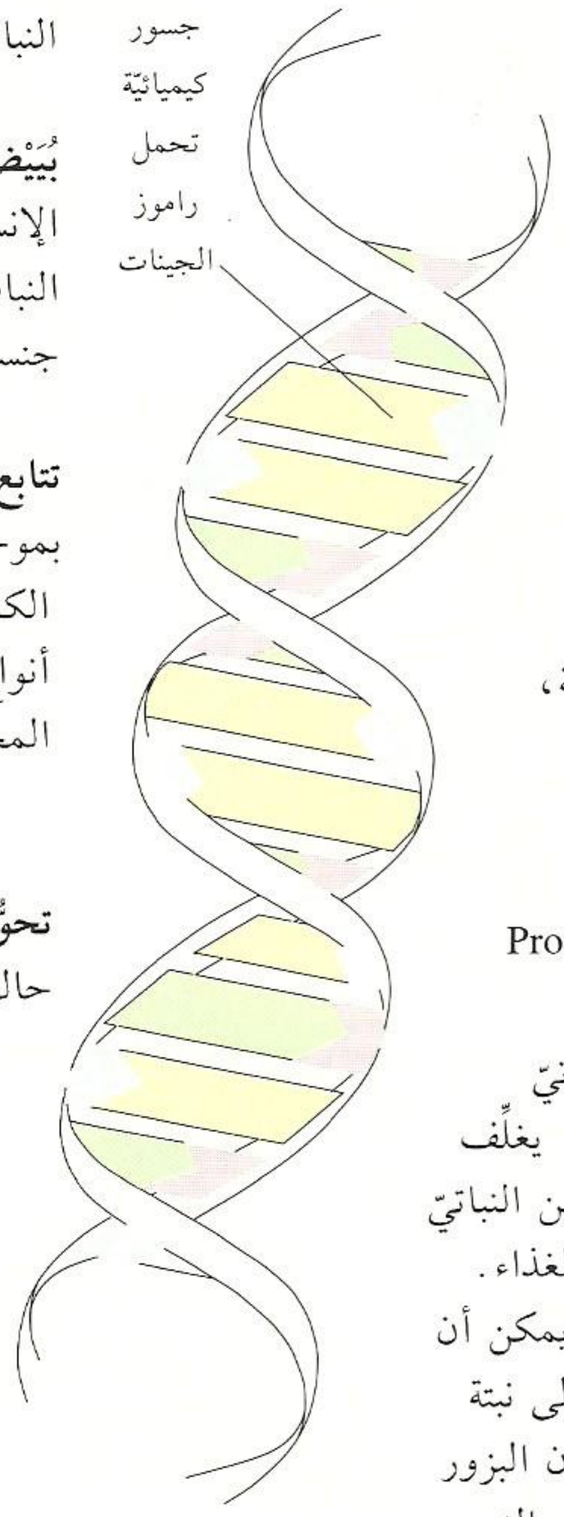
بَوغ مجموعة من الخلايا داخل غشاء صلب في الفطر، وظيفته إحداث التناسل اللاجنسيّ. والغُبَيرة أصغر حجمًا من البزرة ولا تحوي الفَوق (الجنين النباتيّ). Spore

بُيَيْضة خليّة أنثويّة لدى الإنسان أو الحيوان أو النبات. أُنظر تناسل جنسيّ. Egg cell

تتابع عمليّة تحلّ بموجبها أنواع من الكائنات الحيّة مكان أنواع أخرى، لدى تغيّر المحيط. Succession

تحوُّل تغيُّر الحشرة من حالة يرقة إلى حالة خادرة ففراشة. Metamorphosis

تخليق ضوئيّ عمليّة تستعمل النباتات بواسطتها الطاقة الشمسيّة. Photosynthesis



جزيئة د ن أ
تبدو الجزيئة، بشكل حلزونيّ مزدوج الخيوط، شبيهة بسُلّم ملْتوٍ.

تطوّر عمليّة بطيئة جدًّا تخضع فيها الكائنات الحيّة للتغيُّر. وقد ينتج عنها تغيُّر تدريجيّ لخصائص نوع وبروز خصائص أخرى جديدة انطلاقًا من القديمة. الانتخاب الطبيعيّ هو عامل التطوّر الأبرز في هذه العمليّة. Evolution

تطوّر متقارب عمليّة يتطوّر بموجبها كائنان حيّان بالطريقة نفسها، ضمن معطيات بيئية واحدة. Convergent Evolution

تكلّس تصلُّب في مخزون كربونات الكلسيوم داخل الخلايا. Calcification

تكيُّف شبه يأخذه كائن حيّ مع كائن آخر (حيوان أو نبات) ليَحمي نفسه من المفترسات. Mimicry

تلقيح إخصاب الأزهار الأنثويّة بلقاح الأزهار الذكريّة. Pollination

تناسل جنسيّ عمليّة تكاثر تتطلّب وجود عنصرين: ذكر وأنثى. يحمل بعده الصغير صِبْغيّات من الذكر والأنثى، وخصائص من العنصرين. Sexual Reproduction

تناسل لاجنسيّ هو إنتاج لا تزاوجيّ، أي أنه تكاثر من عضو واحد، ويأتي معه الصغير مطابقًا للعضو الذي أنجبه، ويحمل الصِّبغيّات عينها والخصائص نفسها. Asexual reproduction

ثُغَيْرات مسامّ صغيرة على صفحة الورقة في النبتة وعلى ساقها تسمح بمرور الأُكسجين وثاني أُكسيد الكربون. Stoma

ثمرة هي بالمعنى النباتيّ تركيبة عضويّة في داخلها بزور. وغالبًا ما تكون الثمرة ملوَّنة، طيّبة المذاق وعُصاريّة. Fruit

ثنائيّ النظر النظر بالعينين معًا لتحديد الرؤية. Binocular vision

جُبيلات هي حُبيبات اليخضور، إنها العناصر المكوّنة للخليّة النباتيّة، حيث تتمّ عمليّة التخليق الضوئيّ. Chloroplast

جُزَيء ذرّتان أو أكثر متّصلة ببعضها. وبالكاد يمكننا أن نرى أكبر الجزيئات حتى بواسطة المجهر الأكثر تطوّرًا. Molecule

جُزَيء عضويّ كلّ عنصر من العناصر التي تتألّف منها الخليّة. Organelle

جنين أو فَوق حيوان أو نبات في المراحل الأولى من التكوّن، عندما يكون داخل رحم أمّه (عند اللَّبونات)، أو في البيضة (عند الطيور والزواحف)، أو في البزرة (لدى النبتة). Embryo

جَوْشَن صدر الحشرة الذي يحمل الأجنحة والأرجل، عند العنكبوتيّات والقشريّات. Thorax

جينة وحدة تنقل السمات الوراثيّة من الأهل إلى الأبناء. ولبعض الجينات تأثير معروف فهي مسؤولة، مثلًا، عن لون العينين. والجينة جزء من الـ د ن أ داخل الخليّة، وكلّ جينة تضبط تجمّع بروتين معيّن. Gene

حامض أميني عنصر مكوِّن للبروتينات، وهناك عشرون نوعًا من الحوامض الأمينيّة، تجتمع بتسلسل خاصّ لتشكّل أنواع البروتينات المختلفة. Amino acid

حُبَيْبَة خيطيّة جُزَيء داخل الخليّة يؤمِّن الطاقة من الغذاء. Mitochondrion

حبيكة خيوط غذائيّة تشكّل جسم الفطر. Hypha

حيوان ذو دم بارد حيوان يعجز عن تأمين حرارته الذاتيّة، وترتبط حرارته بالمحيط الذي يكون فيه، فيكون جسمه باردًا أو دافئًا أو حارًّا. Cold-blooded animal

حيوان ذو دم حارّ حيوان تتأمّن حرارة دمه عن طريق إحراق مخزون الطاقة عنده، فيحافظ على حرارة واحدة برغم تغيّر ظروف المناخ الخارجيّة. Warm-blooded animal

خادرة حشرة في الطور الانتقاليّ بين اليرقة والحشرة المكتملة. Chrysalis, Pupa

خَشَبين مادّة متوفّرة في النباتات، ولا سيّما الأشجار، وهي التي تُحدث الخشب. Lignin

خلايا وحدات حيّة تتشكّل منها الأجسام، وهي تتكوّن من هيولى هُلاميّة مغلَّفة بغشاء، وفي قلبها النواة. Cells

خليّة أو قرية مجموعة كائنات حيّة تنتمي إلى الفصيلة نفسها وتتكاثر معًا، كالنحل والنمل. Colony

خميرة بروتينات خاصة تسيّر كلّ التفاعلات الكيميائية في جسم حيّ. Enzyme

خيوط نباتيّة بنية مستطيلة ورفيعة ولولبيّة تتميّز بها النباتات التي تتعلّق بالأغصان وعلى الجدران أو أيّ دعامة أخرى. وهذه الخيوط النباتيّة تطوّرت، مع مرور الزمن، انطلاقًا من الأوراق. Tendril

د ن أ الحامض النوويّ الريبيّ المنقوص الأُكسجين، وهو مادّة أساسيّة لتأمين وجود الكائن الحيّ وإبقائه على قيد الحياة. D.N.A

دبال بقايا نباتات وحيوانات تشكِّل طبقة فوق التربة. Humus

دِعامة خلايا تُنتج البَوْغ أو غُبَيرات الدعاميّات من الفطر. وقد تلتقي ملايين الدعامات تحت قبّعة الفطر. Basidium

دهن مجموعة أجسام كيميائية غنيّة بالطاقة، لا تمتزج بالماء، وتكون إمّا جامدة وإمّا سائلة. Fats

ذَرّة أصغر جزء في المادّة، وهي بسيطة لا تنشطر إلّا بصعوبة، وكلّ شيء مكوّن من ذرّات. لا تحوي العناصر الكيميائية إلّا نوعًا واحدًا من الذرّات، بينما تتكوّن معظم الأجسام من أنواع مختلفة من الذرّات التي تشكّل الجُزيئات. وتتكوّن بعض الجزيئات من نوعٍ واحدٍ من الذرّات. Atom

رِباط خيط ليفي متين وليّن، يربط بين عظمين عند المفصل. Ligament

رَحيق سائل سكّري تنتجه النبتة في الزهرة. Nectar

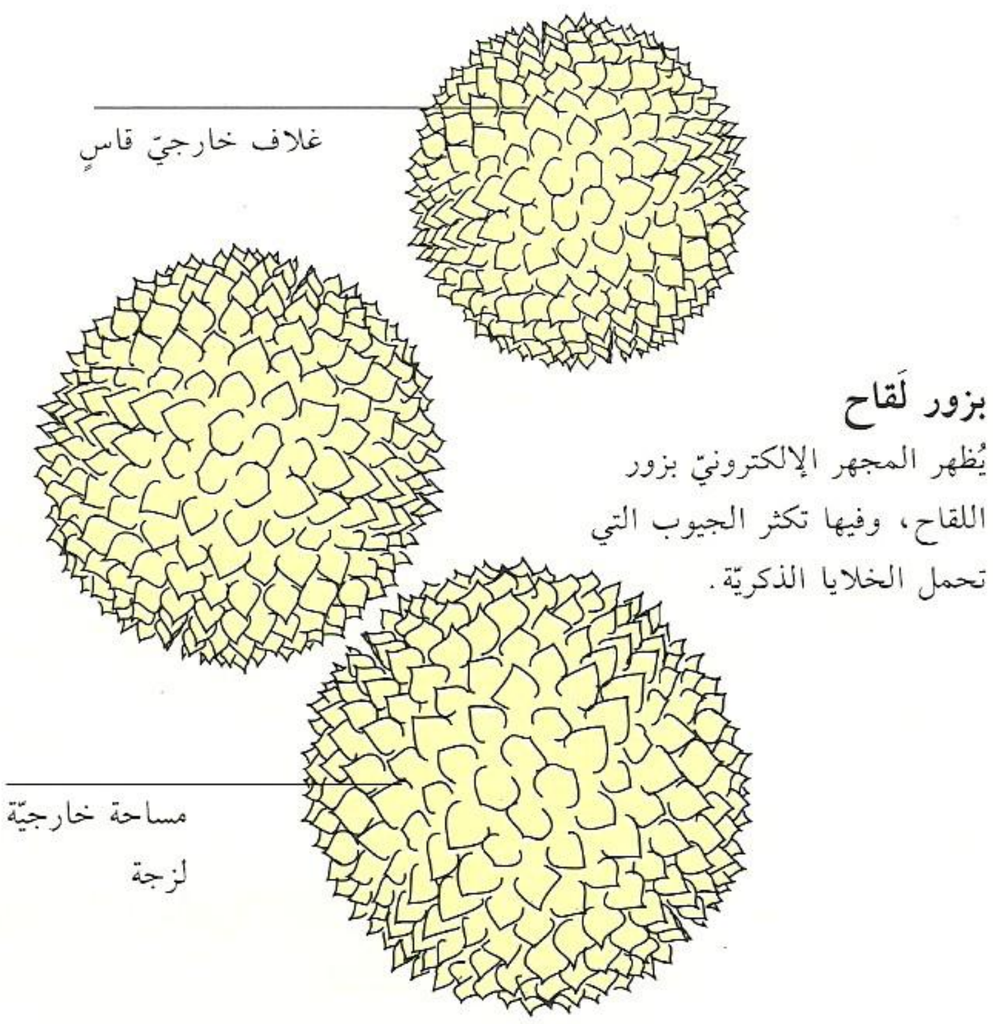
الرُّغامى قناة تصل بين الحَلق والرئتين لدى الفقريات. Trachea

رَمّام كائن حيّ يعيش على العُضويّات المتحلِّلة. Saprobe

ر ن أ الحامض النوويّ الريبيّ، وهو مادّة تدخل في تكوين البروتينات. R.N.A

سائل زُلاليّ سائل يؤمّن الرطوبة والطراوة للمفاصل العظميّة. Synovial fluid

سُرفة دودة الفراش لدى خروجها



بزور لَقاح
يُظهر المجهر الإلكترونيّ بزور اللقاح، وفيها تكثر الجيوب التي تحمل الخلايا الذكريّة.

من البيضة حتى تتحوّل إلى خادرة. Caterpillar

سلّيلوز مادّة تؤلف الجزء الأساسيّ من جدران خلايا النبات. Cellulose

شبكة غذائيّة رسم بيانيّ يُظهر كيف ينتقل الغذاء والطاقة من كائن إلى آخر، في نظام بيئيّ واحد. Food web

شبكة الهيولى الباطنيّة كُيَيْس محاط بغشاء، يكون داخل الخليّة النباتيّة أو الحيوانيّة، يختزن كمّية من البروتينات. Endoplasmic reticulum

شُرغوف مرحلة أولى من مراحل توالد البرمائيّات. Tadpole

صِبْغيّات خيوط مصنوعة من مادة الـ د ن أ موجودة في الخلايا وتحتوي على المُدَوَّنة الضرورية لضبط بنية الخليّة ونموّها. تحوي معظم الخلايا نسختين عن كلّ صبغيّة. Chromosomes

صرير صوت تُحدثه أنواع من الحشرات عن طريق احتكاك أعضائها. Stridulation

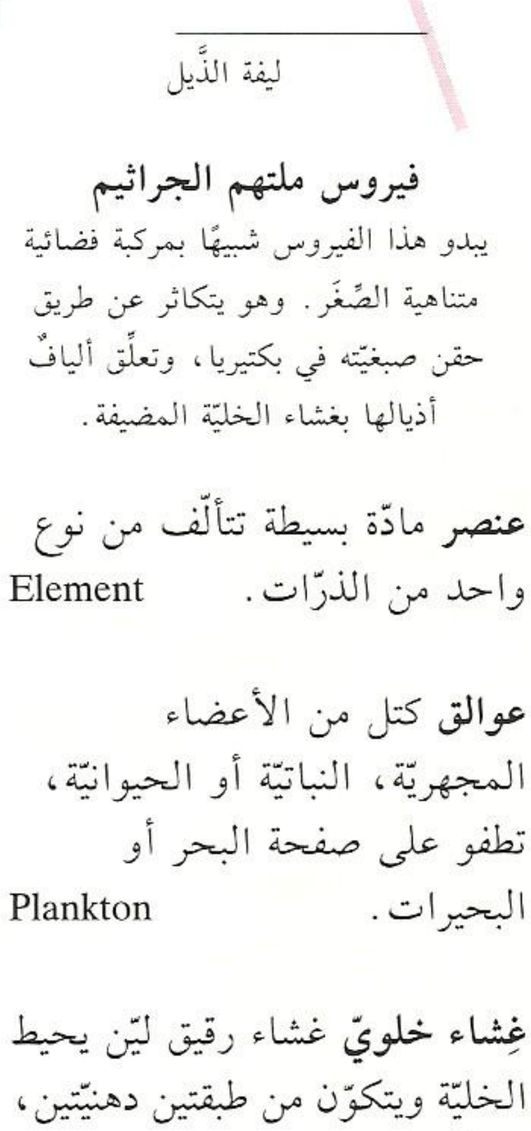
صفيحة (الفطر) وُرَيقة في الفطر متّجهة إلى الأسفل وتحمل الغُبَيرات. Gill (Fungi)

طفيليّ عضو يؤمِّن غذاءه من عضو آخر ويعيش عالة عليه. Parasite

عاشب حيوان يتغذّى من النباتات. Herbivore

عُسْقول جزء من ساق نباتيّة أو من جذر نباتيّ يكتنز بالموادّ الغذائيّة. Tuber

علم البيئة فرع من علم الأحياء يدرس العلاقات بين الكائنات الحيّة وبيئتها. Ecology



فيروس ملتهم الجراثيم
يبدو هذا الفيروس شبيهًا بمركبة فضائية متناهية الصِّغَر. وهو يتكاثر عن طريق حقن صبغيّته في بكتيريا، وتعلّق ألياف أذيالها بغشاء الخليّة المضيفة.

عنصر مادّة بسيطة تتألّف من نوع واحد من الذرّات. Element

عوالق كتل من الأعضاء المجهريّة، النباتيّة أو الحيوانيّة، تطفو على صفحة البحر أو البحيرات. Plankton

غِشاء خلويّ غشاء رقيق ليّن يحيط الخليّة ويتكوّن من طبقتين دهنيّتين، ولكلّ خليّة غشاء. Membrane

غُضروف مادّة من البروتين ليّنة هي في أساس تكوين الهيكل العظمي. والتكلّس يقوّي الغضروف ويحوّله إلى عظم. Cartilage

غلاصم أعضاء التنفّس لدى الأسماك وسائر الحيوانات المائيّة. Gill (fish)

الغلوكوز نوع من السكّر أو الكربوهيدرات، يؤمّن الطاقة لمعظم الكائنات الحيّة. Glucose

فجوة جزء من الخليّة النباتيّة أو الحيوانيّة، يحدّها جدار الخليّة، وفي داخلها سائل خلويّ. Vacuole

فجوة القولوم فجوة داخل جسم دودة الأرض تحوي سائلًا، تستعين بها الدودة للتنقّل بالانقباض والانبساط. Coelom

فقاريّ حيوان له عمود فقريّ. Vertebrate

فوهة تنفسيّة فتحة في الجسم تسمح للهواء بالدخول والخروج لدى بعض الحيوانات. Spiracle

فيروس شريط من الـ د ن أ أو الـ ر ن أ داخل كبسولة واقية من البروتين ولا يمكنه التكاثر إلّا عن طريق غزو خليّة حيّة. Virus

فيرومون مادّة كيميائيّة ينتجها حيوان تؤدّي إلى توليد ردّة فعل لدى كائن آخر من الجنس نفسه. Pheromone

قرن استشعار لامسة عند اللافقاريّات، به تشمّ وتتذوّق، ولكلّ حيوان قرنان. Antenna

قَرْنين مادة بروتينيّة تشكّل الجلد والشعر والأظافر والحوافر. Keratin

قُلْب طبقة من الخلايا واقعة بين لحاء الشجرة وخشبها، تؤمِّن نموَّها. وتتوفَّر هذه الطبقة في الأغصان والجذور أيضًا. Cambium

كربوهيدرات (أو هيدرات الكربون) مجموعة من الأجسام الكيميائية كالسكّر والنشاء والسلّيلوز والكيتين. Carbohydrates

كيتين مادّة هيدرات الكربون الصلبة وهي تشكّل جزءًا من الهيكل الخارجيّ للحشرات والقشريّات والعنكبوتيّات كما تدخل في تكوين جدران خلايا الفطريّات. Chitin

كيس البَوْغ جزء من الفطر، أو السرخس وسائر اللازهريّات، يحوي الأبواغ. Sporangium

كيس خيطيّ خليّة لاسعة لشُقّار البحر وحيوانات بحريّة أخرى. Nematocyte

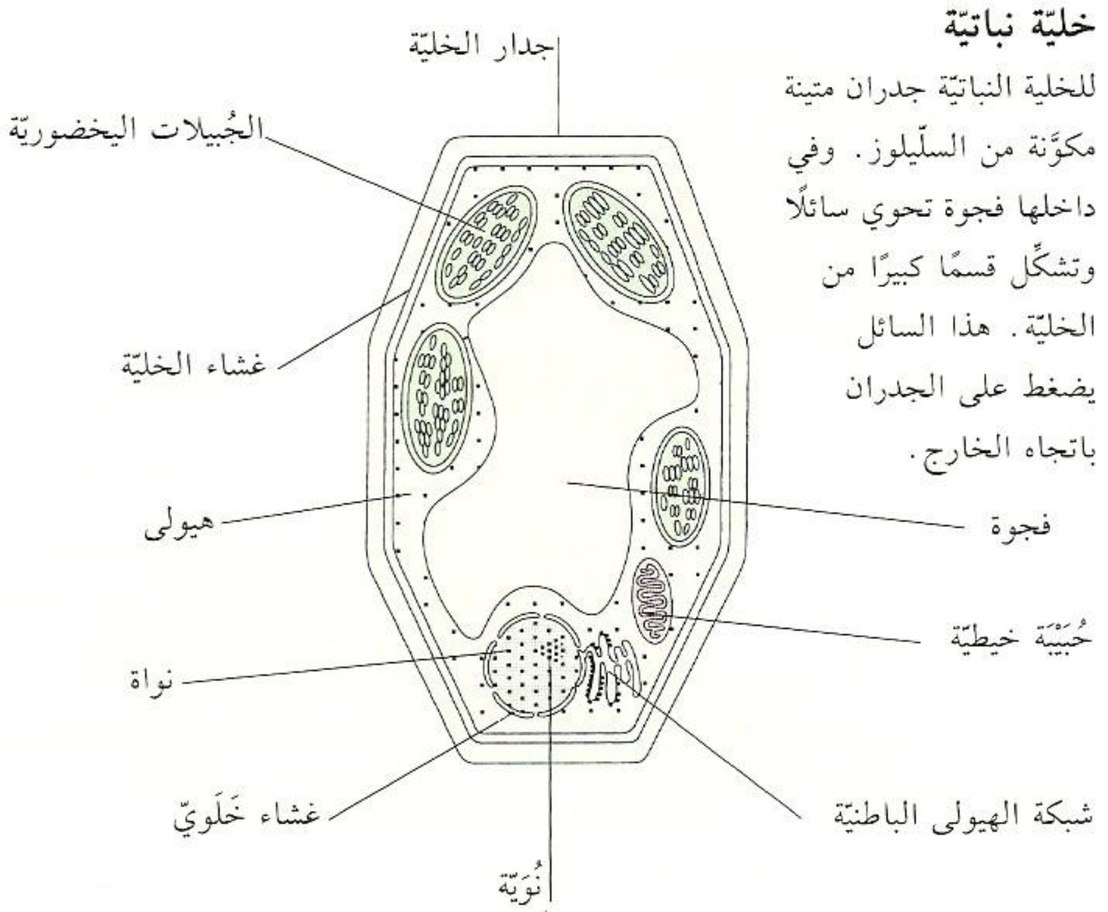
لاحِم حيوان يتغذّى من حيوان آخر. Carnivore

لافقاريّ حيوان من دون عمود فقريّ. Invertebrate

لَقاح غُبار غالبًا ما يكون مائلًا إلى اللون الأصفر، تنتجه الزهرة ويحمل الخلايا التناسليّة الذكريّة. Pollen

لون مُحذِّر لون زاهٍ لبعض الحيوانات ينذر بأنّ الحيوان تصعب مهاجمته، من ذلك الخطوط السوداء والصفراء عند النحل والزنابير. Warning coloration

خليّة نباتيّة



للخلية النباتيّة جدران متينة مكوَّنة من السّليلوز. وفي داخلها فجوة تحوي سائلًا وتشكّل قسمًا كبيرًا من الخليّة. هذا السائل يضغط على الجدران باتجاه الخارج.

لَيليّ حيوان ينشط ليلًا. Nocturnal

مَبيض عضو في حيوان أو جزء في نبات يُنتج خلايا التكاثر الأنثويّة. Ovary

مثانة عوم كيس يملأه الغاز ووظيفته تأمين توازن السمكة على عمق معيّن. Swimbladder

محيط حيويّ كلّ مناطق العالم التي تعيش فيها الكائنات الحيّة. Biosphere

مَدّ تحرّك صاعد لمياه البحر، يحدث عندما تلتقي جاذبيّة الشمس وجاذبيّة القمر. Spring tide

مَرْجان جنس حيوانات بحريّة من المجوَّفات. Coral

مستهلك كائن حيّ يغتذي من كائن حيّ آخر. والكائنات الحيّة كلّها مستهلكة ما عدا النبات الذي ينتج غذاءه بنفسه. Consumer

مشيمة (لبونات) غشاء الجنين الذي يخرج منه عند الولادة، وبواسطته يتأمَّن الغذاء والأُكسجين من دم الأمّ. Placenta

معدنيّ عنصر كيميائيّ ضروريّ للكائنات الحيّة، كالحديد. Mineral

مفترس حيوان يصطاد حيوانات أخرى. Predator

مَفْصل مكان التقاء عَظْمين. Joint

مَلِكة الأنثى التي تضع البيض، وذلك في عالم النمل والنحل والأرضات. ولا يكون في الخليّة سوى ملكة واحدة وهي العنصر الذي يؤمن عملية التكاثر. Queen

مُنْتِج (علم البيئة) جسم ينتج غذاءه. وتتشكّل غالبيّة المنتجات من النباتات والبكتيريا التي تستخدم الطاقة الشمسيّة. Producer

موطن بيئيّ محيط تتوفّر فيه شروط البقاء على قيد الحياة لنوع معيَّن من المخلوقات الحيّة. Habitat

ميناء مادّة صلبة تغطي القسم الخارجيّ من السنّ. Enamel

نَتْح امتصاص النبتة ماء التربة من الجذور إلى الأوراق. Transpiration

نشاء نوع من هيدرات الكربون، يشكّل مخزون الطاقة لدى بعض النباتات، كالبطاطس والأرزّ والقمح. Starch

نهاريّ حيوان ينشط خلال النهار. Diurnal

نواة القسم المركزيّ من الخليّة والذي يحوي الصِّبْغيات، ولا وجود لنواة في خليّة البكتيريا. Nucleus

نَوع مجموعة كائنات حيّة تتكاثر عناصرها فيما بينها، ولا تستطيع التزاوج بنجاح من كائنات أخرى من خارج النوع. Species

نَوَيّة جزء داكن من النواة يسهم في تكوين البروتينات. Nucleolus

هُجرة انتقال بعض الحيوانات دوريًّا من مكان إلى آخر. Migration

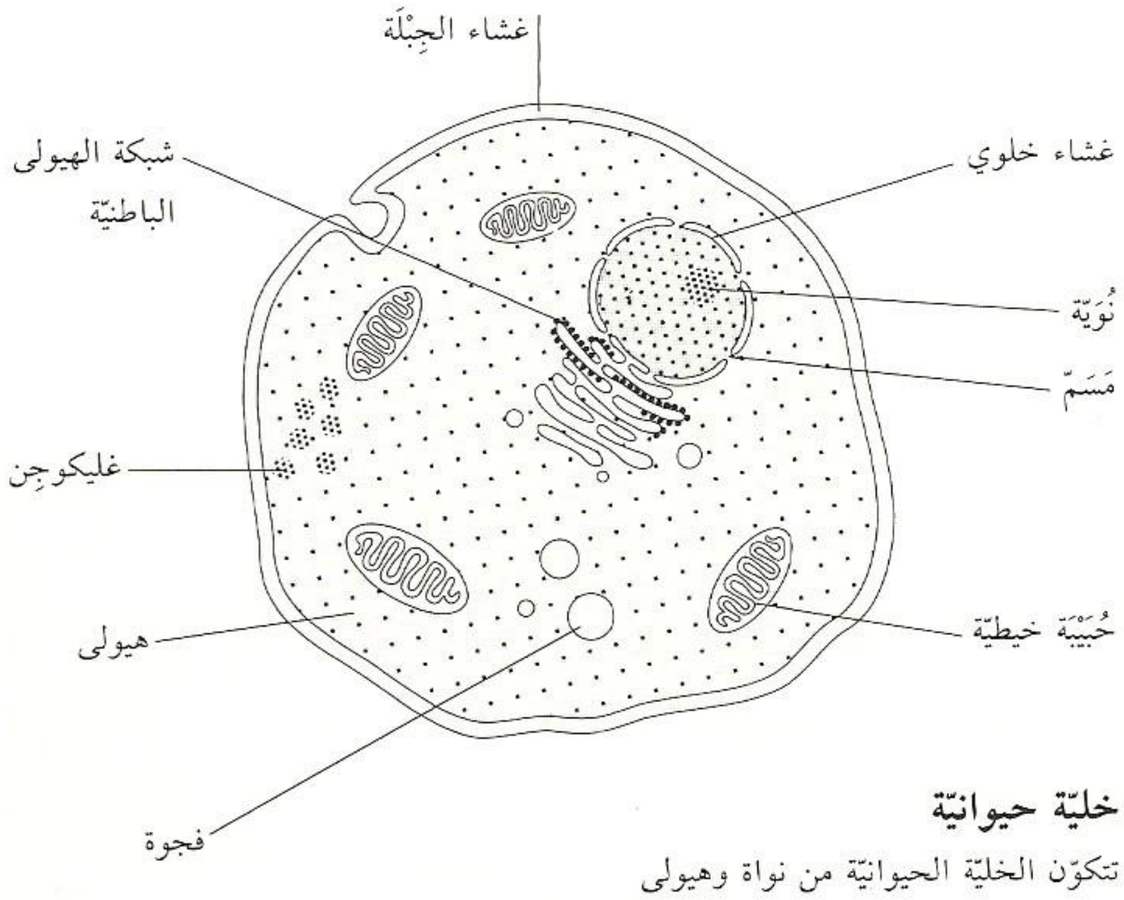
هُرمون مادّة تفرزها الغدد الصمّاء فتزيد في نشاط الأعضاء. Hormone

هيولى داخل الخليّة وما فيها من عناصر، ما عدا النواة. cytoplasm

وَتَر رباط قويّ يشدّ العضلة إلى العظم. Tendon

يَخْضور مادّة كيميائية تلتقط الطاقة الشمسيّة خلال عمليّة التخليق الضوئيّ. Chlorophyll

يَرقة مرحلة مبكِّرة للحيوان اللافقاريّ، لا يكون فيها شبيهًا بأبويه كيرقة الفراشة. Larva



خليّة حيوانيّة

تتكوّن الخليّة الحيوانيّة من نواة وهيولى يحيطها غشاء وتحوي الهيولى جُزَيْئات عضويّة متنوِّعة.

مَسْـــرَد (كَشّاف)

أ

إبرة الراعي، انتشار البزور ٥١
ابن عرس، جمجمة ١٥٧
أبنوس ٥٦
أبو الحِنّ، أقاليم ١٤٠
أبواغ ٦٤
- أخْذ بصمة أبواغ الفطر ٦٩
- أُشنات ٩٦
اتصال، النحل ١١٥
آثار اللبونات ١٨٠-١٨١
إجاص ٥٠
أجنحة ١٣٠-١٣١
- أشكال ١٢٩
أحاديّة الفلقة ٥٥
أحافير ١٤
- أحافير حيّة ١٥٥
- دراسة داروين ٢١
- زواحف ١٤٤-١٤٥
- المجنَّح القديم ١٢٨-١٢٩
اِحتراس، ألوان محذّرة
- حشرات ١١٨-١١٩
- سمّور ١٧٥
أدوات تثبيت للاختبارات ١٠
أدوات
- كهربائيّة ١٠
- للاختبارات ١١
- للخشب ١١
أذنان، السمع ١٧٢-١٧٣
اِرتكاس ١٦٨
اِرتكاس شرطيّ لأسماك حمراء ٨٢-٨٣
أَرقات ٣٨
- تكاثر ٣٤
أرنب، هيكل عظميّ ١٥٦
أزهار مضغوطة ٤٩
أسد ١٧٤
إسفَغْنون ٦١
إسفنج ١٠٠
أسماك
- تصنيف ٨٢
- فُطار (داء) ٦٥
أسنان ١٦٢-١٦٣
أسنان الحليب ١٦٢
أشجار ٥٤-٥٧
- أنواع مختلفة ٥٤-٥٥
- أوراق ولحاء ٥٨-٥٩
- بنية ٥٦ - ٥٧
- تحديد العمر ٥٦
- حزاز، دالٌّ على تلوّث الهواء ٦٣
- شبكات غذائيّة في الشجرة ٣٤-٣٥
- فطر ٦٥
- قياس الارتفاع ٥٧
أُشنة ٦٠
- بحريّة ٨٥، ٩٦-٩٧
- على المرجان ٩٥
- في البرك والبحيرات ٧٣
- في الحزاز ٦٣، ٦٥
أصداف ٩٠-٩١
أصل الأنواع (داروين) ٢١
أَصَلة ١٤٧
إضاءة للاختبارات ١٠
أعشاش ١٣٨-١٣٩
- بناء عشّ ١٣٩
أعصاب، بِنية ١٦٠-١٦١
أغاف (نبتة صحراويّة) ٣٩
إفراخ بيضة دجاجة ١٣٦-١٣٧
أفوكادو ٥٠
إكثيوصور ١٤٥
اِلتقاط الصوت، اختبارات ١٧٢-١٧٣
أمانيت قاتل الذباب ٦٩
أميبة ٢٨
- يلتقطها الفطر ٦٥
إنبات البزور ٥٢-٥٣
اِنتحاء ٤٤-٤٥
اِنتحاء ضوئيّ ٤٤-٤٥
اِنتحاء لمسيّ ٤٤
انتخاب طبيعي ٢٢-٢٣
اِنسلاخ
- جراد ١٠٤-١٠٥
أنقليس، هجرة ٨٢
أنواع الشواطئ ٨٦-٨٧
أنياب
- إنسان ١٦٢
- ثعلب ١٦٣
أَوانٍ مطبخيّة للاختبارات ٩
أوپوسوم ١٧٨
- فأر العسل ٣٩
أودوبون، جون جايمس ١٢٨
أوراق ٥٨-٥٩
- تخليق ضوئيّ، اختبار ٤٣
- ضلوع وعروق ٥٨
- مورِقة (أشجار) ٥٥
- نَتْح، اختبار ٥٩
أوعية للاختبارات ١١
أوّليّات ٢٨

ب

باذنجان ٥٠
پاستور، لويس ١٥
پاڤلوڤ، إيڤان ٨٣
بَبْر، تصنيف ٢٤
بتلات ٤٧
بحث في المبادئ السكانيّة (مَلتوس) ٢٢
بحيرات ٧٣
- بحيرة مرجانيّة شاطئيّة ٩٥
- تتابع نباتيّ ٣١
- دورة المياه ٧٢
براغيث الماء ٢٣، ٧٤
برك ٧٣
- اِكتشاف الحياة الليليّة في البرك ٧٥
- إنشاء بركة ٧٦-٧٧
- تتابع نباتيّ ٣١
- طريقة عيش الحيوان ٧٤-٧٧
برك الصخور ٩٢
برمائيّات ٧٨-٨١
- تصنيف ٢٩
بَرَنْقيل، تصنيف ٨٥
بروتينات ١٨-١٩
- بحث ١٩
- خمائر ١٨
- رمز ١٥
بزور
- إنتاش ٥٢-٥٣
- انتشار ٥٠-٥١
بشريّ ١٥٤
- هيكل عظميّ ١٥٨-١٥٩
بَشّورة الصيف ١٠٦-١٠٧
بطريق، شكل الأجنحة ١٣١
بقايا الطعام ١٨٢-١٨٣
بَقّة المناقع ٧٤
بكتيريا ٢٦
- تثبيت النتروجين ٣٠
بلاعِط ٧٤
بَلْسا ٥٦
پْلِسيوصور ١٤٥
بَنْقِسْيَة ٣٩
بندورة (طماطم)، ثمرة ٥٠
پنيسلين ٦٧
بُواء ١٤٧
بومة صمعاء، لفائظ ١٣٤-١٣٥
بيض
- إفراخ صوص ١٣٦-١٣٧
- زواحف ١٤٤
- طيور ١٣٦-١٣٧
- مُسْتَجْلٍ للبيض ١٣٧
بيض علجوم ٨٠

ت

تحوّل
- برمائيّات ٨٠-٨١
تخليق ضوئيّ ٣٨، ٤٠-٤٣
تخمير ٦٧
تربة ١٢٠-١٢٣
- بِنية ١٢٣
- حموضة ١٢٠-١٢١
- عيّنة ١٢٢-١٢٣
تصرّف الحيوان
- آثار اللبونات ١٨٠-١٨١
- أثر الحلزون ١١٦-١١٧

- إرتكاس شرطيّ للأسماك الحمراء ٨٢-٨٣
- بقايا طعام اللبونات ١٨٢-١٨٣
- تعلُّق (لورنز) ١٤٠
- توجيه النحل ١١٤-١١٥
- حياة اللبونات البرّية ١٧٤-١٧٥
- غذاء العلجوم ٧٩
- مبيت عَيْر قبّان ١١٧

تصنيف الكائنات الحيّة ٢٤-٢٩
تطوّر ٢٠-٢١
تعقّب اللبونات بواسطة جهاز إرسال ١٧٤-١٧٥
تعلّق الطيور، دراسة ١٤٠
تفّاح ٥٠
تكاثر، تزاوج
- أرقات ٣٤
- ذاتيّ ١٧٦
- لبونات ١٧٦-١٧٧

تكيّف ١١٨-١١٩
تلقيح ٣٨-٣٩
- زرّ الذهب ٤٦
- ونموّ الثمرة ٥٠

تلوّث
- الجوّ ٦٣
- علم البيئة ٣٠-٣١
- الهواء وحَزاز الأشجار ٦٣

تماسيح ١٤٨-١٤٩
- تصنيف ٢٩
- تطوّر ١٤٥

تمساح أميركيّ ١٤٨-١٤٩
- تطوّر ١٤٥

تمويه ١١٨-١١٩
- بيض سُمانى ١٣٦
- مَرْقَب ١١٨-١١٩

تناضُح ١٧
تنفّس اللبونات ١٦٤-١٦٥
تنوّع الحياة على الشاطئ ٨٤

ث

ثعالب ١٧٨-١٧٩
- بقايا طعام ١٨٢-١٨٣
- جمجمة ١٦٣

ثعلب الماء ٩٧
ثلج، آثار حيوانات ١٨٠
ثمار
- تعريف علماء النبات ٥٠
- خضار ٥٠
- مزيّفة ٥٠

ج

جُبيلات اليخضور ٤٢
جذور
- إختبار مع الجاذبيّة ٤٥
- داعمة مقوَّسة ٥٤

جرابيّات ١٥٥
- تكاثر ١٧٧

جراد ١٠٤-١٠٥
- تربية ١٠٣، ١٠٥

جزر مرجانيّة ٩٤-٩٥
جَلَم الماء، هجرة ١٣٠
جمجمة
- ابن عرس ١٥٧
- إنسان، نموذج ١٥٩
- أيّل ١٦٣
- تنظيف ١٥٦-١٥٧
- ثعلب ١٦٣
- سنجاب ١٥٧
- في اللفائظ المطروحة ١٣٥

جِنكة (شجرة) ٥٥
جهاز التنفّس ١٦٤-١٦٥
جهاز قياس التنفّس ١٦٤
جينات ١٥
- إرث جينيّ ٤٨

ح

حاجز مرجان ٩٤
حاجز مرجان كبير ٩٤
حاسّة ١٦٦-١٧٣
- الذوق ١٧٠-١٧١
- السمع ١٧٢-١٧٣
- الشمّ ١٧٠
- اللمس ١٦٨-١٦٩
- النظر ١٦٦-١٦٧

الحامض الأميني ١٤
الحامض النووي الريبيّ المنقوص الأكسجين (أُنظر دنأ)
حبّار عملاق ١٠٠-١٠١
حبل السرّة ١٥٥
حَبْليّات، يلتقطها الفطر ٦٥
حُبيبة خيطيّة ١٦
حرارة
- إعتياد، اختبار ١٦٨
- خريطة الحرّ والبرد ١٦٨-١٦٩
- ضبط حرارة اللبونات ١٥٤-١٥٥
- ظاهرة الدفيئات ٦١

حراشف، زواحف ١٤٤
حرْشفيّات ١٠٦
حركة علماء البيئة ٣٨
حَزاز ٦٣، ٦٥
حشرات ١٠٠-١٠٩
- اجتماعية ١١٠-١١٥
- برك ٧٤
- تربية ١٠٢-١٠٧
- تربية فراشات ١٠٣، ١٠٦-١٠٧
- تصنيف ٢٨
- تمويه وتكيّف ١١٨-١١٩
- جراد ١٠٤-١٠٥
- صيدُ خانق الذباب ٤٤
- فراشات ليليّة ١٠٨-١٠٩
- فطريّ (داء) ٦٥
- مُلَقِّح ٣٨-٣٩، ٤٦
- نمل وسرف ١١٠-١١١

حقيبة أدوات التشريح ٨
حلزون
- بقايا طعام ١٨٣
- تعقّب الأثر ١١٦-١١٧
- مائي كبير ٧٤

حلزونيّ مزدوج، (أُنظر دنأ)
حَلَقيّات ٢٨
- ديدان الأرض ١٢٤-١٢٥

حمامة، قوادِم ١٣٠
حماية البيئة ٣١
حموضة التربة ١٢٠-١٢١
حوض زجاجيّ
- شاطئ صخريّ ٨٩
- للسلاحف ١٥١
- للمياه العذبة ٧٦-٧٧

حياة في المياه العذبة ٧٢-٨٣
حيّات ١٤٦-١٤٧
- آثار الحيّة ذات الأجراس ١٨١
- بيض ١٤٤
- تصنيف ٢٩
- تطوّر ١٤٥
- سامّة ١٤٦

حَيّة عشب ١٤٦
حيتان، زعانف ١٥٧
حيوانات
- انتشار البزور ٥١
- تصنيف ٢٤-٢٥، ٢٨-٢٩
- فطر ٦٥

حيوانات الشواطئ الرمليّة ٨٥، ٨٦
حيوانات طحلبيّة ٩٦
حيوانات ليليّة ١٧٨-١٧٩
حُيَيّ منويّ ٧٦

خ

خانق الذباب ٤٤
خدريّات ٦٠
خشب
- أنواع ٥٦
- خشب حيّ ٥٩
- للاختبارات ٩

خشخاش، انتشار البزور ٥٠
خصائص الكائنات الحيّة ١٤-١٥
خضاب
- أُشْنات بحريّة ٩٦، ٩٧
- نباتات ٤٠

خضار ٥٠
خفّاش
- إلتقاط بالموجات ما فوق الصوتيّة ١٧٢
- تلقيح ٣٩

- هيكل جناح ١٥٧
خلايا ١٦-١٧
- أجسام كيميائيّة ١٨-١٩
- حيوانيّة ١٦
- نباتيّة ١٧
خلايا بصلة ١٦
- طحلب ١٦
خلد الماء ١٥٥
- تكاثر ١٧٧
- مهمازان سامّان ١٧٥
خليج فوندي (كندا) ٨٤
خمائر ١٨
خميرة ٦٤
خيوط نباتيّة ٤٤

د

دابرة
- إستعمال طبيّ ٦٥
- تسمّم ٦٤-٦٥
داروين، شارلز ٢٠-٢١
- إنتخاب طبيعيّ ٢١، ٢٢
- جزر مرجانيّة ٩٤
دُبال ١٢٢
درع سلحفاة ١٥٠-١٥١
دعموص السمندل ٧٨-٧٩
- تصنيف ٢٩
دنأ (الحامض النووي الريبيّ المنقوص الأكسجين) ١٥
- شموليّة ٢١، ٢٥
- نموذج ١٤
دهن ١٨
- اختبار ١٩
دوّار الشمس، نموّ البزور ٥٣
دورة المياه ٧٢-٧٣
دولابيّات ١٠٠
ديدان
- حوض ديدان الأرض ١٢٤-١٢٥
- عريضة ٧٤
دينوصورات ١٤٤-١٤٥

ذ

ذبابة النحل ١١٨
ذنب الخيل ٦١، ٦٣
الذوق، حاسّة ١٧٠-١٧١

ر

راكون غاسِل ١٧٩
- آثار ١٨٠
ربو ٣٩
رحيق ٣٩، ٤٦
- تحوّل إلى عسل ١١٤
- غذاء ١٣١
رخويّات ٩٠-٩١
- بقايا طعام ١٨٣
رشاد، زراعة ٥٣
روائح، اللبونات ١٧٥، ١٨٢
روث ١٨٢
روث أرنب ١٨٢
رؤية
- ألوان ١٦٦
- بالعينين ١٦٦
- جانبيّة ١٦٧
ريش ١٢٩-١٣٣
- بِنية ١٣٢-١٣٣
- تطوّر ١٣٢
- قوادِم ١٣٠-١٣١

ز

زنابير ١٠١، ١١٢-١١٣
- تكيّف ١١٨
زواحف
- تصنيف ٢٩
- تطوّر ١٤٤-١٤٥
- تماسيح ١٤٨-١٤٩
- تمساح أميركيّ ١٤٨-١٤٩
- حيّات ١٤٦-١٤٧
- سلاحف برّيّة وبحريّة ١٥٠-١٥١
- عظايا ١٤٨-١٤٩
زواحف طائرة ١٤٤-١٤٥
زئبق، تراكم لدى اللبونات البحريّة ٣٠-٣١

س

سُبات ٦٠-٦١
سحلبيّات ٣٨
- مشاركة مع الفطر ٦٥
سرخس ٦١-٦٣
- تكاثر، أبواغ ٦٣
سرطان ٨٨-٨٩
سُرْفة ١٠٦-١٠٧، ١١٠
سَقَنقور مُخطَّط ١٤٩
سلاحف ١٥٠-١٥١
- تطوّر ١٤٥
سمامة، شكل الجناح ١٣١
السمع ١٧٢-١٧٣
سَمَنْدل ٧٨-٧٩
- تصنيف ٢٩
- سامّ ٧٨
سمندل المكسيك ٧٨
سمّور ١٧٥
سناجب
- انتشار البذور ٥١
- جمجمة ١٥٧
سواقٍ
- دورة المياه ٧٢
- سلاحف ١٤٥
- شواطئ موحِلة ٨٦
- علم الحياة ٧٢-٧٣
سيكاس ٥٥

ش

شاين، إرنست ٦٧
شبكيّات غذائيّة ٣٤-٣٥
- في الغابة ٣٥
شجرة جوز الهند، انتشار الثمار ٥١
شُرشور
- جزر غالاپاغوس ٢٠-٢١
- شكل الجناح ١٣١
شرغوف ٢٩
- في حوض زجاجيّ ٧٧
- إلى عُلجوم ٨٠-٨١
شِعْب
- شاطئيّة ٩٥
- مرجانيّة ٩٤-٩٥
شِفنين ٢٩
شقّار البحر ٩٢-٩٣
الشمّ ١٧٠
شواطئ ٨٤-٩٧
- برك الصخور ٩٢-٩٣
- رمليّة ٨٥، ٨٦
- شِعْب المَرجان ٩٤-٩٥
- صخريّة ٨٧
- صخور ٨٨-٨٩
- المدّ والجزر ٨٤
- من الحصى ٨٦
- موحِلة ٨٥، ٨٦
شوان، تيودور ١٧
شوكيّات ٢٩
شَيهم ١٧٤

ص

صبغيّات ١٥
صُرَد ١٨٢
صنوبريّات ٥٤-٥٥
- إبر ٥٤-٥٨
- انتشار البزور ٥١

ض

ضفادع ٧٨-٨١
- آثار ١٨١
- تصنيف ٢٩
ضوء
- إنتحاء ضوئيّ ٤٤-٤٥
- تخليق ضوئيّ ٣٨، ٤٠-٤٣

ط

طاووس الليل ١٠٨
طفيليّات ١٠٠

- فطر ٦٤-٦٥
- ڤيروس ١٥

طفيليّة مخاطيّة ٦٧

طنّانة
- تجهيز عشّ ١١٢-١١٣
- تكيّف ١١٨

طواحن الإنسان ١٦٢

طويلات الساق ٨٥-٨٦

طيران ١٢٨-١٣٣
- طرق الطيران ١٣١

طيور
- أصلها ١٢٨-١٢٩
- أقاليم ١٤٠
- أنواع الطيران ١٢٨-١٣٣
- بيض ١٣٦-١٣٧
- تصنيف ٢٩
- رؤية ١٢٩
- طويلات الساق ٨٥، ٨٦
- لا تطير ١٣١
- لفائف مطروحة ١٣٤-١٣٥
- مراقبة ١٤٠-١٤١
- مُلَقِّحة ٣٩

ظ

ظاهرة الدفيئات ٦١

ع

عاج، وسائل دفاع الفيل ١٦٣

عاشب، أسنان ١٦٣

عُدارات رئويّة ٩٢

عدسة الماء ٣٨
- حوض زجاجيّ ٧٧

عدسة مكبِّرة ٨

عشبة
- رَبو ٣٩
- نموّ ٥٢

عصفور طنّان ١٣١

عضلات ١٦٠-١٦١

عظام (أُنظر هيكل عظميّ)

عظايا ١٤٨-١٤٩
- تصنيف ٢٩
- تطوّر ١٤٥
- تنّين طائر ١٤٤
- جمجمة ١٥٧

عفونة ٦٦

عقربيّ كاذب ١٢٣

علاجيم ٧٨-٨١
- آثار ١٨١
- تحوّل ٨٠-٨١
- تصنيف ٢٩
- غذاء، اختبار ٧٩

علم البيئة ٣٠-٣١

علم الطبائع، (أُنظر تصرّف الحيوان)

علم الطيور ١٤٠-١٤١

عمود فقريّ (الإنسان) ١٥٨-١٥٩

عناصر كيميائيّة ١٤

عناكب، تصنيف ٢٨

عوالق ٨٨

عَيْر قبّان
- آثار ١٨١
- علبة مقسّمة إلى حجيرات ١١٧

غ

غابة مطيرة، غابة مداريّة ٣١
- سرخس متشجِّر ٦١

غالاپاغوس (جزر) ٢٠-٢١

غالڤاني، لويجي ١٦١

غرير
- جمجمة ١٥٧
- جهاز إرسال ١٧٥

غضروف
- مفاصل ١٥٨

غَوْشَنة ٦٦

ف

فأر العسل ٣٩

فاصوليا ٥٢

فحم (متحجِّر قابل للاحتراق) ٦١

فراشات
- ألوان محذّرة ١١٩
- تربية ١٠٣، ١٠٦-١٠٧
- تكيّف ١١٩

فراشات ليليّة ١٠٨-١٠٩
- تجهيز فخّ ١٠٩
- تمويه ١١٩

فراشة أميركا الشماليّة الليليّة ١١٩

فرو ١٥٤-١٥٥

فطر ٦٤-٦٩
- اختبار تخمير ٦٧
- أخذ بصمة الأبواغ ٦٩
- بِنية ٦٦-٦٧
- تصنيف ٢٦
- تكاثر ٦٨-٦٩
- تنمية عفونة ٦٦
- دابِرة ٦٤-٦٥
- سامّ ٦٦-٦٩

فطر الجذور ٦٦

فطر الزِّبْل الأشعر ٦٨

فطر قَوْسيّ ٦٦

فقاريّات ٢٩، ١٠٠

فِقرات
- إنسان ١٥٨

فُقْع الذئب ٦٩
- عملاق ٦٦

فلوري، هاورد ٦٧

فليمنغ، ألكسندر ٦٧

فوشية ٣٩

فَوْقس
- كاليفورنيا العملاق ٩٦

ڤون فريش، كارل ٨٣، ١١٥

ڤيروس ١٤-١٥

فيرومون
- فراشات ليليّة ١٠٨
- نمل ١١٠

فيل
- بقايا طعام ١٨٣
- وسائل دفاع ١٦٣

ق

قِرش ٢٩

قرنيّات ٤٧
- اِختبارات مندل ٤٨

قِشْريّات ٧٤-٧٥
- بَرَنْقيل ٨٥
- تصنيف ٢٨

قلويّة التربة ١٢٠-١٢١

قمّة «سان هيلين» ٣١

قمع
- بيرمان ١٢٢
- تولغرين ١٢١

قنفذ البحر ٢٩

قنفذ النمل ١٥٥
- تكاثر ١٧٧

قوارض، تربية يربيل ١٧٨-١٧٩

قواطع
- إنسان ١٦٢
- ثعلب ١٦٣

ك

كبديّات ٦٠-٦٣

كربون الكائنات الحيّة ١٤

كربوهيدرات ١٨

كرز، بزرة ٥٠

كروماتوغراميّة لخضاب الأوراق ٤٠

كُعْدة (فطر) ٦٦

كلوريل ٦٠

كنغر ١٥٤
- تكاثر ١٧٧

كوع، مفْصل ١٥٨

كيس خيطيّ ٩٢

كيوي ١٣١

ل

لاحمة
- أسنان ١٦٣
- بقايا الطعام ١٨٢-١٨٣

لافقاريّات ٢٨، ١٠٠-١٠١
- آثار ١٨١

لبونات ١٥٤-١٨٣
- أسنان ١٦٢-١٦٣
- اِقتفاء الأثر ١٧٤-١٧٥

- تصنيف ٢٩
- تكاثر ١٧٦-١٧٧
- جهاز تنفسيّ ١٦٤-١٦٥
- حواسّ ١٦٦-١٧٣
- ليليّة ١٧٨-١٧٩
- مفاصل وحركة ١٥٨-١٥٩
- هيكل عظميّ ١٥٦-١٥٧
لبونات مشيميّة ١٥٥
- تكاثر ١٧٦
لحاء ٥٨-٥٩
- تغذية اللبونات ١٨٣
لسان، خريطة الحُلَيمات الذوقيّة ١٧٠-١٧١
لفائظ مطروحة ١٣٤-١٣٥
لقاح ٣٩
- تحوُّل إلى عسل ١١٤
- حساسيّة ٣٩
- مُلقِّح ٣٩
اللمس، اختبار ١٦٨-١٦٩
لوازم كهربائيّة للاختبارات ١٠
لوازم المختبر ٨-١١
لورنز، كونراد ١٤٠
لؤلؤيّة (زهرة) ٤٧
لينه، كارل ڤون ٢٤

م

مثانة عوم ٨٣
مجموعات بيئيّة ٣٠
المجنَّح القديم ١٢٨-١٢٩
مِجْهَر ٨، ١٦
محيط حيويّ ٣٠
مخطّط المناطق ٨٨
مدّ وجزر ٨٤
مرجان ٩٤-٩٥
مَرْقَب ١٤١
مستقيمة الأجنحة ١٠٤
مسح مِرباعي ٣٢-٣٣
مسح مُستعرِض ٣٢-٣٣
مِشْرَط ٨
مُضادّ حَيَويّات، أنتجه الفطر ٦٧
مطر
- غذاء السواقي والبحيرات ٧٢-٧٣
- مياه جوفيّة ٧٣
مَعْشَب ٤٨-٤٩
مُغمدات الأجنحة
- عدد الأنواع ١٠١
- مُلَقِّح ٣٨
مفاصل وحركة ١٥٨ - ١٥٩
مفترس
- شبكات غذائيّة ٣٤-٣٥
- فطر ٦٥
مفصليّات الأرجل ٢٨
ملتوس، توماس ٢٢
منخل ٣٤
مندل، غريغور ٤٨
مواطن ٣٠
مواطن مائيّة
- شواطئ ٨٤-٩٧
- مياه عذبة ٦٢-٨٣
مورِقة (أشجار) ٥٥
مياه جوفيّة ٧٣
ميلر، ستانلي ١٤

ن

نبابيت ومخاريط
- نظر ١٦٦
نباتات
- أُنْظُر النباتات المُزهِرة والأوراق أيضًا
- تشريح زهرة ٤٦-٤٧
- تصنيف ٢٦-٢٧
- حفظ الأزهار ٤٩
- خضاب ٤٠
- خلايا نباتيّة ١٧
- فطريّ (داء) ٦٤-٦٥
- كيف تنتج غذاءها ٣٨، ٤٠-٤٣
- مَسْح للنباتات ٣٢-٣٣
- نباتات بسيطة ٦٠-٦٣
- نَتْح، اختبار ٤٨
- نموّ وحركة ٤٤-٤٥
نباتات فاصوليا
- إختبار مع الجاذبيّة ٤٥
- إنتحاء ضوئيّ ٤٥
- نموّ ٥٢-٥٣
نباتات مائيّة ٣٩
- في حوض زجاجيّ ٧٧
نباتات مُزْهِرة ٣٨-٣٩
- إنبات البزور ٥٢-٥٣
- بِنية ٤٦-٤٧
- تشريح زهرة ٤٦-٤٧
- تصنيف ٢٧
- ثمار وانتشار البزور ٥٠-٥١
- حفظ الأزهار ٤٩
- مورِقة (أشجار) ٥٥
- نَتْح ٤٨
نَتْح ٤٨
نجم بحر ٢٩، ٨٧
نجم بحر سامّ ٨٧، ٩٤
نحل ١١٢-١١٥
- تجهيز عشّ للحشرات الطنّانة ١١٢-١١٣
- تكيّف ١١٨
- توجيه ١١٤-١١٥
- رقص ١١٥
- كيف يجد غذاءه ١١٤
نخيل ٥٥
نسر، شكل الجناح ١٣١
نشاء
- في البطاطس ٤٢
- في دقيق القمح ١٩
نظام القياسات العالميّ ٨
نظر
- إنسان ١٦٦-١٦٧
- طيور ١٢٩
نمل ١١٠-١١١
- بناء خليّة نمل ١١٠-١١١
نمو
- أشجار ٥٦-٥٧
- بزور ٥٢-٥٣
- ذرة، اختبار ٥٣
- فول ٥٣
- نباتات ٤٤-٤٥
نَوْرس
- بقايا طعام ١٨٣
- شكل جناح ١٣١

هـ

هيدرات الكربون ١٨
هيكل عظميّ
- إنسان ١٥٨-١٥٩
- أُنظر جمجمة أيضًا
- حيّة ١٤٦
هيكِل، إرنست ٣٠

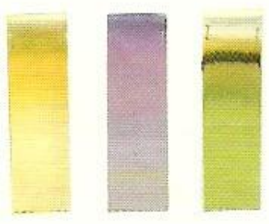
و

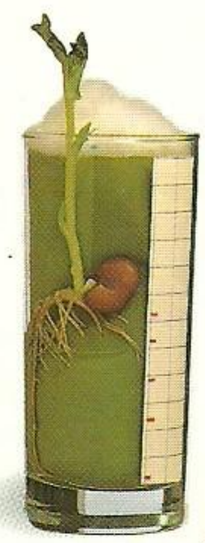
الواق، تمويه ١١٩
وايت، جيلبرت ٧٤
وحيدات المسالك ١٥٥
- تكاثر ١٧٧
وخز إبَريّ ١٦٨
وراثيّ ٤٨
وُرام مخاطيّ ٣٠
ورك، مفصل ١٥٩
وَزَغة (أبو بُرَيص) ١٤٥
وسائل دفاع اللبونات ١٧٤-١٧٥
وسائل دفاع الفيَلة ١٦٣

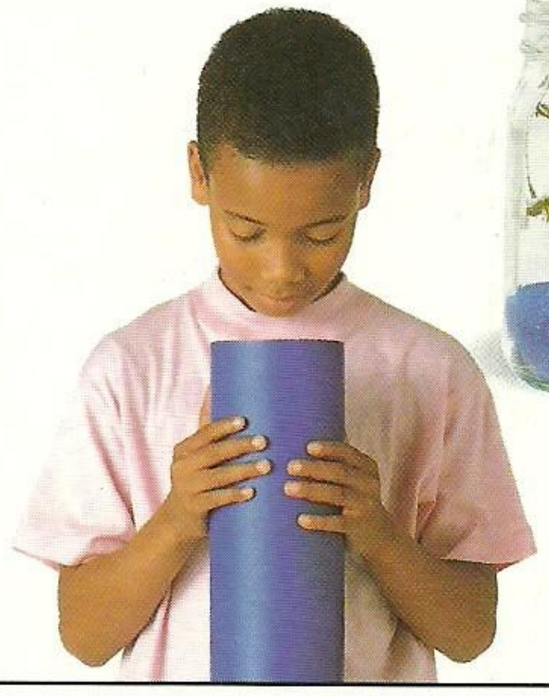
ي

يخضور ٤٠، ٤٢
- اِمتصاص الضوء ٣٨
يربيل ١٧٨-١٧٩

ARAB COMICS
عرب كوميكس
www.arabcomics.net







مَوسُوعَة التّطبيقَات العِلميَّة المُيَسَّرَة

الطَّبيعَة

يشكِّلُ هذا الكتاب مدخلًا مشوِّقًا إلى عالم الطبيعة الخلّاب، فيه اختبارات متنوِّعة تنجِزها بمفردك أو مع العائلة،

• يتضمّن الكتاب اختبارات بسيطة، آمنة يمكن تجربتها في البيت أو الحديقة أو المدرسة،

• تجد فيه صُوَرًا ملوَّنة وشرحًا مفصّلًا يساعِدك على إتمام الاختبار بشكل مناسب،

• أنشئ مختبرك الخاصّ بواسطة أدوات وموادّ شائعة الاستعمال،

• اِكْتَشِف أسرار الطبيعة في جوٍّ من التسلية والمرح.

مكتبة لبنان ناشِرون

ISBN 9953-1-0173-6

9 789953 101736

EYEWITNESS SCIENCE GUIDES
HOW NATURE WORKS
(ARABIC) BUTTERFLY BOOKS