تم تحميل وعرض المادة من

موقع منهجي منصة تعليمية توفر كل ما يحتاجه المعلم والطالب من حلول الكتب الدراسية وشرح للدروس بأسلوب مبسط لكافة المراحل التعليمية وتوازيع المناهج وتحاضير وملخصات ونماذج اختبارات وأوراق عمل جاهزة للطباعة والتحميل بشكل مجاني

حمل تطبيق منهجي ليصلك كل جديد

EXPLORE IT ON AppGallery

GET IT ON Google Play

Download on the App Store

المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

الأحياء 1-2

السنة الثانية

التعليم الثانوي - نظام المسارات

قام بالتأليف والمراجعة

فريق من المتخصصين

طبعة 1446 - 2024

يُوزع مجانًا ولا يُباع

وزارة التعليم
Ministry of Education

ⓒ وزارة التعليم ، ١٤٤٥هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
الأحياء ٢-١ التعليم الثانوي - نظام المسارات - السنة الثانية -
وزارة التعليم.- الرياض ،١٤٤٥هـ
٢٠٤ ص ؛ ٥ ,٢٧ x ٢١سم

رقم الإيداع : ١٤٤٥/٢٠٠٤٠
ردمك : ٨- ٢٨١- ٠١٧- ٦٠٣- ٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"

ien.edu.sa

أعزاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم:
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.

fb.ien.edu.sa

المقدمة

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحيمِ

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين. وبعد، يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها من منطلق أحد التزامات رؤية المملكة العربية السعودية (2030) وهو "إعداد مناهج تعليمية متطورة تركز على الممارسات الأساسية بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية".

ويأتي كتاب أحياء 2 لنظام المسارات في التعليم الثانوي داعمًا لرؤية المملكة العربية السعودية (2030) نحو الاستثمار في التعليم عبر "ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة" بحيث يكون الطالب هو محور العملية التعليمية التعلميّة.

وقد جاء تنظيم وبناء محتوى كتاب الطالب بأسلوب مشوّق وبطريقة تشجّع الطالب على القراءة الواعية والنشطة، وتسهّل عليه بناء أفكاره وتنظيمها، وممارسة العلم كما يمارسه العلماء وبما يعزز أيضًا مبدأ رؤية (2030) "نتعلم لنعمل"، من خلال إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبنيّ والموجّه والمفتوح.

يبدأ كل فصل من فصول الكتاب بالفكرة العامة التي تقدم صورة شاملة لمحتواه. ثم ينفّذ الطالب "التجربة الاستهلالية" التي تساعد على تكوين نظرة شاملة عن محتوى الفصل. وتمثّل التجربة الاستهلالية أحد أشكال الاستقصاء (المبني)، كما تتيح في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء (الموجّه) من خلال سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمّن النشاطات التمهيدية للفصل إعداد مطوية تساعد على تلخيص أبرز الأفكار والمفاهيم التي يتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية التي يمكن تنفيذها في أثناء دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الأحياء الذي يرد في نهاية كل فصل ويتضمن استقصاءً مفتوحًا في نهايته.

تقسم فصول الكتاب إلى أقسام، يتضمن كلٌّ منها في بدايته ربطًا بين المفردات السابقة والمفردات الجديدة، وفكرةً رئيسةً مرتبطة مع الفكرة العامة للفصل. كما يتضمّن القسم أدواتٍ أخرى تساعد على تعزيز فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحًا وتفسيرًا للمفردات الجديدة التي تظهر مظلَّلة باللون الأصفر، وأسئلة تعمّق معرفة الطالب بمحتوى المقرر واستيعاب المفاهيم والمبادئ العلمية الواردة فيه. ويدعم عرض المحتوى في الكتاب مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية المختارة والمعدة بعناية لتوضيح المادة العلمية وتعزيز فهم مضامينها. ويتضمّن الكتاب مجموعة من الشروح والتفسيرات، تقع في هوامش الكتاب، منها ما يتعلق بالربط بمحاور رؤية (2030) وأهدافها الاستراتيجية، وبالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، وبعضها إرشادات للتعامل مع المطوية التي يعدّها الطالب في بداية كل فصل.

المقدمة

وقد وظّفت أدوات التقويم الواقعي في التقويم بمراحله وأغراضه المختلفة: القبلي، والتشخيصي، والتكويني (البنائي) والختامي (التجميعي)؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل، والأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلالية بوصفها تقويمًا قبْليًّا تشخيصيًّا لسبر واستكشاف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى يُطرح سؤالٌ تحت عنوان "ماذا قرأت؟"، وتجد تقويمًا خاصًّا بكل قسم من أقسام الفصل يتضمّن أفكار المحتوى وأسئلةً تساعد على تلمُّس جوانب التعلُّم وتعزيزه، وما قد يرغب الطالب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل يأتي دليل مراجعة الفصل متضمِّنًا تذكيرًا بالفكرة العامة والأفكار الرئيسة والمفردات الخاصة بأقسام الفصل، وخلاصة بالمفاهيم الرئيسة التي وردت في كل قسم. يلي ذلك تقويم الفصل والذي يشمل أسئلة وفقرات متنوعة تستهدف تقويم تعلم الطالب في مجالات عدة، هي: مراجعة المفاهيم، وتثبيت المفاهيم الرئيسة، والأسئلة البنائية، والتفكير الناقد، ومهارات الكتابة في علم الأحياء، وأسئلة المستندات المتعلقة بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية، بالإضافة إلى فقرات خاصة بالمراجعة التراكمية. كما يتضمّن الكتاب في نهاية كل فصل اختبارًا مقنّنًا يتضمّن أسئلة وفقرات اختبارية تسهم في إعداد الطلاب للاختبارات الوطنية والدولية، بالإضافة إلى تقويم تحصيلهم في الموضوعات التي سبقت دراستها.

ونسأله سبحانه أن يحقق الكتاب الأهداف المرجوّة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.

قائمة المحتويات

دليل الطالب

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟ 7

الفصل 1

شوكيات الجلد واللافقاريات الحبلية 10

تجربة استهلالية 11

1-1: خصائص شوكيات الجلد 12

تجربة 1-1: 13

مختبر تحليل البيانات 1-1: 21

1-2: اللافقاريات الحبلية 22

إثراء علمي: مستجدات في علم الأحياء 27

مختبر الأحياء 28

دليل مراجعة الفصل 29

تقويم الفصل 30

الفصل 2

الأسماك والبرمائيات 34

تجربة استهلالية 35

1 – 2 الأسماك 36

تجربة 1– 2 39

2–2 البرمائيات 49

مختبر تحليل البيانات 1 – 2 52

إثراء علمي: تشوهات خلقية في الضفادع 57

مختبر الأحياء 58

دليل مراجعة الفصل 59

تقويم الفصل 60

الفصل 3

الزواحف والطيور 66

نشاط استهلالي 67

3–1 الزواحف 68

مختبر تحليل البيانات 1 – 3 75

3–2 الطيور 77

تجربة 1 – 3 83

إثراء علمي: الأنواع الدخيلة في البيئة 86

مختبر الأحياء 87

دليل مراجعة الفصل 88

تقويم الفصل 89

الفصل 4

الثدييات 94

تجربة استهلالية 95

4–1 خصائص الثدييات 96

تجربة 1 – 4 102

4–2 تنوع الثدييات 107

مختبر تحليل البيانات 4–1 114

إثراء علمي: الكلاب المدربة المساعدة 115

مختبر الأحياء 116

دليل مراجعة الفصل 117

تقويم الفصل 118

الفصل 5

مقدمة في النباتات 122

تجربة استهلالية 123

5-1 النباتات اللاوعائية 124

مختبر تحليل البيانات 5-1 127

5-2 النباتات الوعائية اللابذرية 129

5-3 النباتات الوعائية البذرية 133

تجربة 5-1 137

إثراء علمي: علم حبوب اللقاح الجنائي 140

مختبر الأحياء 141

دليل مراجعة الفصل 142

تقويم الفصل 143

الفصل 6

تركيب النبات ووظائف أجزائه 148

تجربة استهلالية 149

6-1 خلايا النبات وأنسجته 150

تجربة 6-1 152

6-2 هرمونات النباتات واستجاباتها 158

تجربة 6-2 160

إثراء علمي: النباتات ودفاعاتها 163

مختبر الأحياء 164

دليل مراجعة الفصل 165

تقويم الفصل 166

الفصل 7

التكاثر في النباتات الزهرية 172

تجربة استهلالية 173

7-1 الأزهار 174

تجربة 7-1 179

7-2 النباتات الزهرية 181

مختبر تحليل البيانات 7-1 186

إثراء علمي: النباتات المعدَّلة وراثيًّا (جينيًّا) 188

مختبر الأحياء 189

دليل مراجعة الفصل 190

تقويم الفصل 191

مرجعيات الطالب

المصطلحات 196

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

هذا الكتاب ليس كتاب ثقافة عامة، بل كتابًا علميًّا يصف مخلوقات حية، وعمليات حيوية، وتطبيقات تقنية. لذا فأنت تقرؤه لتحصيل العلم.
وفيما يأتي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته.

قبل أن تقرأ

اقرأ كلًّا من الفكرة العامة و الفكرة الرئيسة قبل قراءة الفصل أو في أثنائه؛ فهما تزودانك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

الفصل 1
شوكيات الجلد واللافقاريات الحبلية
Echinoderms and inverteberate chordates
أشواك سامة
أشواك وأقدام أنبوبية
الفكرة العامة لشوكيات الجلد واللافقاريات الحبلية صفات تربطها مع الحبليات.
1–1 خصائص شوكيات الجلد
الفكرة الرئيسة شوكيات الجلد حيوانات بحرية لها هيكل داخلي بأشواك وجهاز وعائي مائي وأقدام أنبوبية، ولأفرادها البالغة تناظر شعاعي.
1–2 اللافقاريات الحبلية
الفكرة الرئيسة اللافقاريات الحبلية لها صفات تربطها مع الفقاريات الحبلية.
حقائق في علم الأحياء
• تستطيع ذراع واحدة من نجم البحر ذي الأشواك أن يلتهم ما بين 2–6 m^2 من المرجان كل عام.
• أذرع نجم البحر تحتوي على أشواك مغطاة بجلد مملوء بالسم.
• يحمي خيار البحر نفسه عن طريق تغيير قوام جسمه من حالة شبه سائلة إلى حالة صلبة ثم يعود إلى وضعه الطبيعي.
12

لكل فصل فكرة عامة تقدم صورة شمولية عنه. ولكل موضوع من موضوعاته فكرة رئيسة تدعم فكرته العامة.

طرائق أخرى للمراجعة

- اقرأ عنوان الفصل لتتعرّف موضوعاته.
- تصفح الصور والرسوم والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة المظلّلة باللون الأصفر.
- اعمل مخططًا للفصل باستخدام العناوين الرئيسة والعناوين الفرعية.

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

عندما تقرأ

فـي كل جـزء مـن الفصل سـتجد أسـاليب لتعميـق فهمك للموضوعات التي ستدرسها، واختبار مدى استيعابك لها.

1–1

الأهداف

- **تلخص** الصفات العامة لشوكيات الجلد.
- **تقوّم** كيف مكّن الجهاز الوعائي المائي والأقدام الأنبوبية شوكيات الجلد من البقاء.
- **تميّز** بين طوائف شوكيات الجلد.

مراجعة المفردات

الهيكل الداخلي يوفر الهيكل الداخلي الدعامة والحماية، ويعمل نقطة ارتكاز لانقباض العضلات.

المفردات الجديدة

اللواقط القدمية
الجهاز الوعائي المائي
المصفاة
القدم الأنبوبية
الحوصلة العضلية

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

خصائص شوكيات الجلد
Echinoderm Characteristics

الفكرة الرئيسة شـوكيات الجلد حيوانات بحرية لها هيكل داخلي بأشواك وجهاز وعائي مائي وأقدام أنبوبية، ولأفرادها البالغة تناظر شعاعي.

الربط مع الحياة لقياس ضغـط الدم يمرر الهواء في جهاز قيـاس ضغط الدم عبر أنبـوب يوصله إلى رباط يُلف حول الذراع ويبقى مشـدودًا حتى تحرير الهواء منه وطرده إلى الخارج. تسـتعمل بعض الحيوانات –شـوكيات الجلد– المبدأ نفسه لتتحرك وتحصل على غذائها.

شوكيات الجلد ثانوية الفم
Echinoderms are Deuterostomes

الرخويـات والديـدان الحلقية والمفصليات التي درسـتها في مقرر احياء1 حيوانات بدائية الفم.

شـوكيات الجلد حيوانـات ثانوية الفم، وهذا تحول أساسـي فـي العلاقات بين الحيوانات. لاحظ تفرع المخطط عند نقطة ثانوية الفم، **الشكل 1–1**.

يتكون الفم في بداية الفم من فتحة الجاسترولا، في حين يتكون الفم في ثانوية الفم من مكان آخر في الجاسترولا، كما في شوكيات الجلد والحبليات. جميع شوكيات الجلـد حيوانات بحرية، وهي تضم 6000 نوع، منها نجم البحر وقنفذ البحر وخيار البحر ونجم البحر الهـش وزنابق البحر ونجم البحر الريشـي واللؤلئية البحرية. ويظهـر **الشكل 1–1** نوعين من شوكيات الجلد.

الشكل 1 – 1 شوكيات الجلد حيوانات بحرية، وهـي أول الحيوانات التي لها فم ثانوي وهيكل داخلي.

12

الربط مع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع حياتك.

الشكل 5–1 يرفع نجم البحر نهاية ذراعه للإحساس بالضوء والحركة.

الاستجابة للمثيرات لشوكيات الجلد خلايا عصبية حسية حركية متفاوتة التعقيد بحسـب أنواعها المختلفة. وعمومًا هناك حلقة عصبية تحيط بالفم مع تفرعات للحبال العصبية تتصل مع مناطق الجسم الأخرى جميعها. تستجيب الخلايا الحسية العصبية للمس، وللمواد الكيميائية المذابة في الماء، ولتيارات المـاء، وللضوء. يوجد علـى النهايات الطرفية لنجم البحـر بقع عينية، وهي مجموعة من الخلايا الحساسـة للضوء، **الشـكل 5–1**. وكثير من شـوكيات الجلد تستطيع الإحساس في اتجاه الجاذبية؛ فنجم البحر مثلًا يعود إلى وضعه الطبيعي بعدما يتقلب بفعل الأمواج أو التيارات.

الحركة تتنوع طريقة الحركة في شـوكيات الجلد بحسـب أشكال الجسم؛ فتركيب الهيكل الداخلي مهم في تحديد نوع الحركة التي يسـتطيع القيام بها. إن حركـة الصفائح العظمية المتحركة في الهيكل الداخلي لشـوكيات الجلد تمكنها من الحركة بسـهولة. ويتحرك نجم البحر الريشي بإمساك الرسوبيات الناعمة في قاع المحيط بواسـطة زوائد طويلة نحيلة على السطح السفلي، أو بواسـطة السـباحة مع تحريك أذرعه إلى أعلى وإلى أسـفل. ويستعمل نجم البحر الهش أقدامه الأنبوبية وأذرعه للزحف كالأفعى. بينما يتحرك نجم البحر مستعملًا أقدامه الأنبوبية، وبحفر بأشواكه المتحركة. بينما يزحف خيار البحر مستعملًا أقدامه الأنبوبية وعضلات جدار الجسم.

ماذا قرأت؟ **لخص** الطرائق التي تستعملها شوكيات الجلد في الحركة؟

التكاثر والنمو تتكاثر أغلب شـوكيات الجلد جنسـيًّا عن طريق الإخصاب الخارجي؛ حيث تضع الأنثى البيض، ويقـوم الذكر بإفراز الحيوانات المنوية في الماء، ثـم يحدث الإخصاب. وتنمـو البيضة المخصبة إلى يرقة تسـبح بحرّية. وهي ذات تناظر جانبي. وبعد مـرور اليرقة بعدة مراحل من التغيرات تنمو إلى حيوان بالغ له تناظر شعاعي.

يوضح **الشكل 6–1** تجديد (إعادة تكوين) الجزء المفقود في نجم البحر. الكثير من شوكيات الجلد –ومنها نجم البحر الهش– تستطيع التخلّص من أحد أذرعها عندما يهاجمها مفترس، وبعضها الآخر –ومنه خيار البحر– قادر على إخراج جزء من الأعضاء الداخلية عندما يتعرض للخطر، مما يمكّنه من الهروب مسببًا تشويشًا وإرباكًا للمفترس. ومن الممكن أن تتجدد جميع أجزاء الجسم التي فقدت.

الشـكل 6–1 يجـدّد نجم البحـر إحدى أذرعه، وهي عملية قد تستمر عامًا. **وضح.** كيف تساعد عملية تجدُّد أعضاء الجسم شوكيات الجلد على البقاء؟

16

ماذا قرأت؟ أسئلة تقوّم مدى فهمك لما درسته.

مهارات قرائية

- اسأل نفسك: ما **الفكرة العامة**؟ وما **الفكرة الرئيسة**؟
- فكّر في المخلوقات الحيـة والمواقف التي مررت بها، هل هناك علاقة بينها وبين دراستك لمادة الأحياء؟
- اربط معلومات مادة الأحياء التي درستها مع المجالات العلمية الأخرى.
- توقع نتائجك من خلال توظيف المعلومات التي لديك.
- غيّر توقعاتك حينما تقرأ معلومات جديدة.

كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

بعد ما قرأت

اقرأ الخلاصة، وأجب عن الأسئلة؛ لتقويم مدى فهمك لما درسته.

يتضمَّن كل جزء في الفصل أسئلة وخلاصة؛ حيث تقدم الخلاصة مراجعة المفاهيم الرئيسة، في حين تختبر الأسئلةُ فهمك لما درسته.

مضار شوكيات الجلد قد تغير بعض شوكيات الجلد النظام البيئي البحري. فنجم البحر التاجي ذو الأشواك يتغذى على بوليب المرجان. وعندما تتكاثر هذه المخلوقات فإنها تدمر الشعاب المرجانية. وتشكل قنافذ البحر غذاءً شهيًّا للعالب البحر، **الشكل 14–1**. فإذا انخفض عدد العالب البحر ازداد عدد قنافذ البحر. وتتغذى قنافذ البحر على غابات عشب البحر، فيؤدي ذلك إلى تدمير بيئات الأسماك والقواقع والسرطانات.

الشكل 14–1 وجود عدد كافٍ من العالب البحر يحافظ على مجتمع قنافذ البحر، ويحميه تحت السيطرة، وإلا ازدادت أعداد قنافذ البحر، مما يهدد غابات عشب البحر الذي تتغذى عليه هذه القنافذ.

مختبر تحليل البيانات 1-1

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير الرسوم العلمية

كيف يُظهِر مخطط العلاقات التركيبية العلاقاتي بين أنواع نجوم البحر؟ يُظهِر المخطط التصنيفي المقابل العلاقة بين أنواع مختلفة من نجوم البحر، معتمدًا على بيانات جزيئية. وكل حرف يمثل نوعًا معيَّنًا من نجوم البحر.

البيانات والملاحظات

التفكير الناقد

1. حدد نجم البحر الأكثر صلة بنجم البحر A؟
2. حلّل أي مجموعات نجم البحر أكثر تنوعًا: (C,G,N) أو (L,K,M)؟ كيف قررت ذلك؟

أعدت البيانات في هذا المختبر من

Hrinkevich, A.W. et al. 2000. Phylogenetic analysis of molecular lineages in a species -rich subgenus of sea stars (*Leptasterias* subgenus *Hexasterias*) *American. Zoologist* 40: 365-374

التقويم 1–1

الخلاصة

- يمكن تحديد الأفراد البالغة من شوكيات الجلد باستعمال أربع صفات تركيبية رئيسة.
- لشوكيات الجلد جهاز وعائي مائي وأقدام أنبوبية.
- لشوكيات الجلد تكيفات متنوعة للتغذي والحركة.
- لشوكيات الجلد التي تعيش حاليًّا ست طوائف رئيسة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **حدد** الصفات الأربع الرئيسة التي تميز الأفراد البالغة من شوكيات الجلد.
2. **وضح** كيفية عمل النظام الوعائي المائي.
3. **ارسم تخطيطًا** يمثل كل طائفة من طوائف شوكيات الجلد الست.
4. **اقترح** كيف ترتبط الحركة والتغذي في شوكيات الجلد؟

التفكير الناقد

5. **كون فرضية** يعيش نوع معين من الروبيان المخطط باللونين الأحمر والأبيض غالبًا على نوع من نجم البحر الهش الملون. كون فرضية عن العلاقة بين الروبيان ونجم البحر الهش.
6. **الرياضيات في علم الأحياء** إذا كانت القوة التي يحتاج إليها نجم البحر لفتح صدفة محار هي 20 نيوتن، فكم قدمًا أنبوبية يحتاج إذا كانت القدم الواحدة تولد قوة مقدارها 0.25 نيوتن؟

21

الفصل 1 دليل مراجعة الفصل

المطلوبات حلل استعمل ما تعلمته في هذا الفصل لمناقشة تصنيف اللافقاريات الحيلية مع شعبة الحيليات.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
1–1 خصائص شوكيات الجلد	
اللوائح القدمية الجهاز الوعائي المائي المصفاة القدم الأنبوبية الخوصلة	**الفكرة الرئيسة** **شوكيات الجلد حيوانات بحرية لها هيكل داخلي بأشواك، وجهاز وعائي مائي، وأقدام أنبوبية؛ والأفراد البالغة تتناظر شعاعي.** • يمكن تحديد الأفراد البالغة من شوكيات الجلد باستعمال أربع صفات تركيبية رئيسة. • لشوكيات الجلد جهاز وعائي مائي، وأقدام أنبوبية. • لشوكيات الجلد تكيفات متنوعة للتغذي والحركة. • لشوكيات الجلد التي تعيش حاليًّا ست طوائف رئيسة.
2–1 اللافقاريات الحيلية	
الحيليات اللافقاريات الحيلية الحبل الظهري الذيل خلف الشرجي الحبل العصبي الظهري الأنبوبي الجيوب البلعومية	**الفكرة الرئيسة** **اللافقاريات الحيلية لها صفات تربطها مع الفقاريات الحيلية.** • للحيليات أربع صفات رئيسة جعلتها مختلفة عن الحيوانات غير الحيلية. • للافقاريات الحيلية جميع صفات الحيليات إلَّا أنه ليس لها الصفات الرئيسة للفقاريات الحيلية. • الحبل الظهري تكيُّف يُمكِّن الحيوانات من الحركة بطرائق لم تتحرك بها من قبل. • السهيم من اللافقاريات الحيلية، له شكل يشبه السمكة، ولأفراده البالغة كل الصفات الرئيسة للحيليات. • الكيسيات لافقاريات حيلية كيسية الشكل، ولها صفات الحيليات وهي في مرحلة اليرقة.

31

ستجد في نهاية كل فصل دليلًا للمراجعة متضمنًا المفردات والمفاهيم الرئيسة. استعمل هذا الدليل للمراجعة وللتأكد من مدى استعيابك.

طرائق أخرى للمراجعة

- حدّد **الفكرة العامة**.
- اربط **الفكرة الرئيسة** بـ**الفكرة العامة**.
- استخدم كلماتك الخاصة لتوضيح ما قرأت.
- وظِّف المعلومات التي تعلمتها في المنزل، أو في موضوعات أخرى تدرسها.
- حدد المصادر التي يمكن أن تستخدمها في البحث عن المزيد من المعلومات حول الموضوع.

1 شوكيات الجلد واللافقاريات الحبلية

Echinoderms and inverteberate chordates

الفكرة العامة لشوكيات الجلد واللافقاريات الحبلية صفات تربطها مع الحبليات.

1–1 خصائص شوكيات الجلد

الفكرة الرئيسة شوكيات الجلد حيوانات بحرية لها هيكل داخلي بأشواك وجهاز وعائي مائي وأقدام أنبوبية، ولأفرادها البالغة تناظر شعاعي.

1–2 اللافقاريات الحبلية

الفكرة الرئيسة اللافقاريات الحبلية لها صفات تربطها مع الفقاريات الحبلية.

حقائق في علم الأحياء

- تستطيع ذراع واحدة من نجم البحر ذي الأشواك أن يلتهم ما بين $2–6\ m^2$ من المرجان كل عام.
- أذرع نجم البحر تحتوي على أشواك مغطاة بجلد مملوء بالسم.
- يحمي خيار البحر نفسه عن طريق تغيير قوام جسمه من حالة شبه سائلة إلى حالة صلبة ثم يعود إلى وضعه الطبيعي.

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلالية

ما أهمية الأقدام الأنبوبية؟

ذراع نجم البحر التي في صورة مقدمة الفصل مثل جميع شوكيات الجلد، له تراكيب تُسمى الأقدام الأنبوبية. وستلاحظ في هذه التجربة الأقدام الأنبوبية وتحدد وظائفها.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ضع **نجم البحر** في طبق بتري مملوء **بماء من مَرْبى مائي به مياه بحر مالحة**.

تنبيه: عامل نجم البحر برفق.

3. لاحظ الجهة السفلى لنجم البحر مستعملاً **المجهر التشريحي**. انظر إلى صفوف الأقدام الأنبوبية التي تمتد على طول كل ذراع، وارسم التراكيب.
4. المس بلطف طرف القدم الأنبوبية **بقضيب زجاجي**. وسجل ملاحظاتك.
5. أعد نجم البحر إلى المربى المائي.

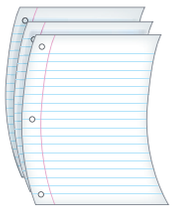
التحليل:

1. **صف** تركيب القدم الأنبوبية لنجم البحر.
2. **استنتج**. بناءً على ملاحظاتك، ما وظيفة القدم الأنبوبية في شوكيات الجلد؟

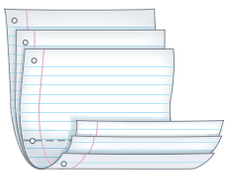
المطويات
منظمات الأفكار

وصف اللافقاريات الحبلية اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على فهم الصفات الجسمية التي تربط اللافقاريات الحبلية مع الفقاريات الحبلية.

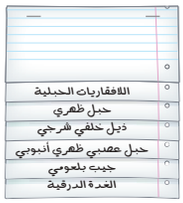
الخطوة 1 رتب ثلاث ورقات بعضها فوق بعض على أن تفصل كل واحدة عن التي تليها مسافة cm . طوليًا، وحافظ على مستوى حافة كل ورقة كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2 اثن الطرف السفلي للورقة لتحصل على ألسنة (أشرطة) كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3 اثنِ الأوراق جيدًا وثبت الألسنة في مكانها باستعمال مكبس دبابيس على طول الثنية، أدر الورقة بحيث تصبح الثنية في الأعلى، ثم رقِّم كل سطح كما هو مبين في الشكل الآتي:



المطويات **استعمل هذه المطوية في القسم 2–1.** سجّل وأنت تقرأ هذا الجزء معلوماتك المتعلقة بالصفات الجسمية للافقاريات الحبلية التي تربطها مع الفقاريات الحبلية.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

1–1

الأهداف

- **تلخص** الصفات العامة لشوكيات الجلد.
- **تقوّم** كيف مكّن الجهاز الوعائي المائي والأقدام الأنبوبية شوكيات الجلد من البقاء.
- **تميِّز** بين طوائف شوكيات الجلد.

مراجعة المفردات

الهيكل الداخلي يوفر الهيكل الداخلي الدعامة والحماية، ويعمل نقطة ارتكاز لانقباض العضلات.

المفردات الجديدة

اللواقط القدمية
الجهاز الوعائي المائي
المصفاة
القدم الأنبوبية
الحوصلة العضلية

خصائص شوكيات الجلد

Echinoderm Characteristics

الفكرة الرئيسة **شوكيات الجلد حيوانات بحرية لها هيكل داخلي بأشواك وجهاز وعائي مائي وأقدام أنبوبية، ولأفرادها البالغة تناظر شعاعي.**

الربط مع الحياة لقياس ضغط الدم يمر الهواء في جهاز قياس ضغط الدم عبر أنبوب يوصله إلى رباط يُلف حول الذراع ويبقى مشدودًا حتى تحرير الهواء منه وطرده إلى الخارج. تستعمل بعض الحيوانات -شوكيات الجلد- المبدأ نفسه لتتحرك وتحصل على غذائها.

شوكيات الجلد ثانوية الفم

Echinoderms are Deuterostomes

الرخويات والديدان الحلقية والمفصليات التي درستها في مقرر احياء1 حيوانات بدائية الفم.

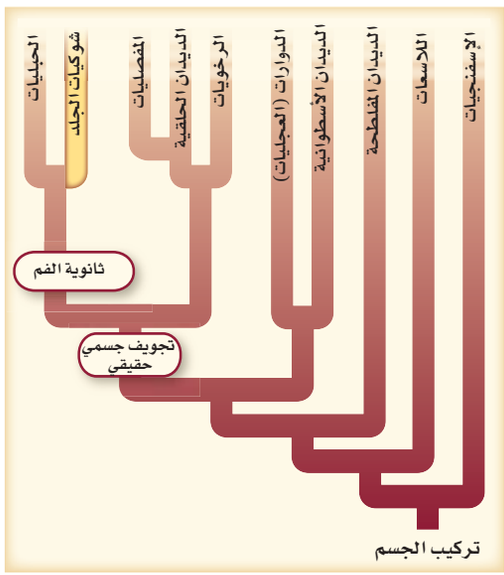
شوكيات الجلد حيوانات ثانوية الفم، وهذا تحول أساسي في العلاقات بين الحيوانات. لاحظ تفرع المخطط عند نقطة ثانوية الفم، **الشكل 1–1**.

يتكون الفم في بدائية الفم من فتحة الجاسترولا، في حين يتكون الفم في ثانوية الفم من مكان آخر في الجاسترولا، كما في شوكيات الجلد والحبليات. جميع شوكيات الجلد حيوانات بحرية، وهي تضم 6000 نوع، منها نجم البحر وقنفذ البحر وخيار البحر ونجم البحر الهش وزنابق البحر ونجم البحر الريشي واللؤلئية البحرية. ويظهر **الشكل 1–1** نوعين من شوكيات الجلد.

الشكل 1 – 1 شوكيات الجلد حيوانات بحرية، وهي أول الحيوانات التي لها فم ثانوي وهيكل داخلي.

قنفذ البحر الأرجواني

نجم البحر الريشي



تركيب الجسم Body structure

من شـــوكيات الجلد نجم البحر الهش، الذي له هيكل داخلي شـــوكي. وهي صفات مميزة لهذا المخلوق ضمن هذه الشـــعبة. شوكيات الجلد هـــي أول مجموعة من الحيوانات في الســـلم التصنيفـــي التي لها هيكل داخلي. وشـــوكيات الجلد حيوانات معقدة التركيب ذات تناظر شعاعي في مرحلة البلوغ، **الشكل 2–1** . يتكون الهيكل الداخلي فيها من صفائح من كربونات الكالســـيوم، وغالبا ما تتصل به أشواك، ويُغطى بطبقة رقيقة من الجلد. يوجد على الجلد **لواقط قدمية** pedicellariae صغيرة تساعد على الإمساك بالغذاء، وعلى إزالة المواد الغريبة عن الجلد.

جميع شوكيات الجلد لها تناظر شعاعي في مرحلة البلوغ، **الشكل 2–1**. ويمكنـــك ملاحظة هذه الخاصيـــة بوجود الأذرع الخمـــس مرتبة حول قـــرص مركزي. كما أن ليرقة نجم البحر تناظرًا جانبيًّا. ابحث في صفات شوكيات الجلد في **التجربة 1 – 1** .

ماذا قرأت؟ اســـتنتج أهمية التناظر الشـــعاعي للحيوانات التي لا تستطيع الحركة بسرعة.

نجم البحر الهش البالغ

يرقة نجم البحر الهش

■ **الشـــكل 2–1** ليرقة نجـــم البحر الهـــش تناظر جانبي. ويمكن أن تُقسَّم على طول محور واحد إلى قسمين متماثلين كُلٌّ منهما صورة للآخر. نجم البحر الهش البالغ ذو تناظر شعاعي، ويمكن تقسيمه عبر المحور المركزي وعبر أي محور إلى أنصاف متماثلة.

تجربة 1–1

لاحظ تشريح شوكيات الجلد

ما صفات شوكيات الجلد؟ لجميع شوكيات الجلد صفات عامة رغم أن لها أشكالًا وأحجامًا مختلفة.

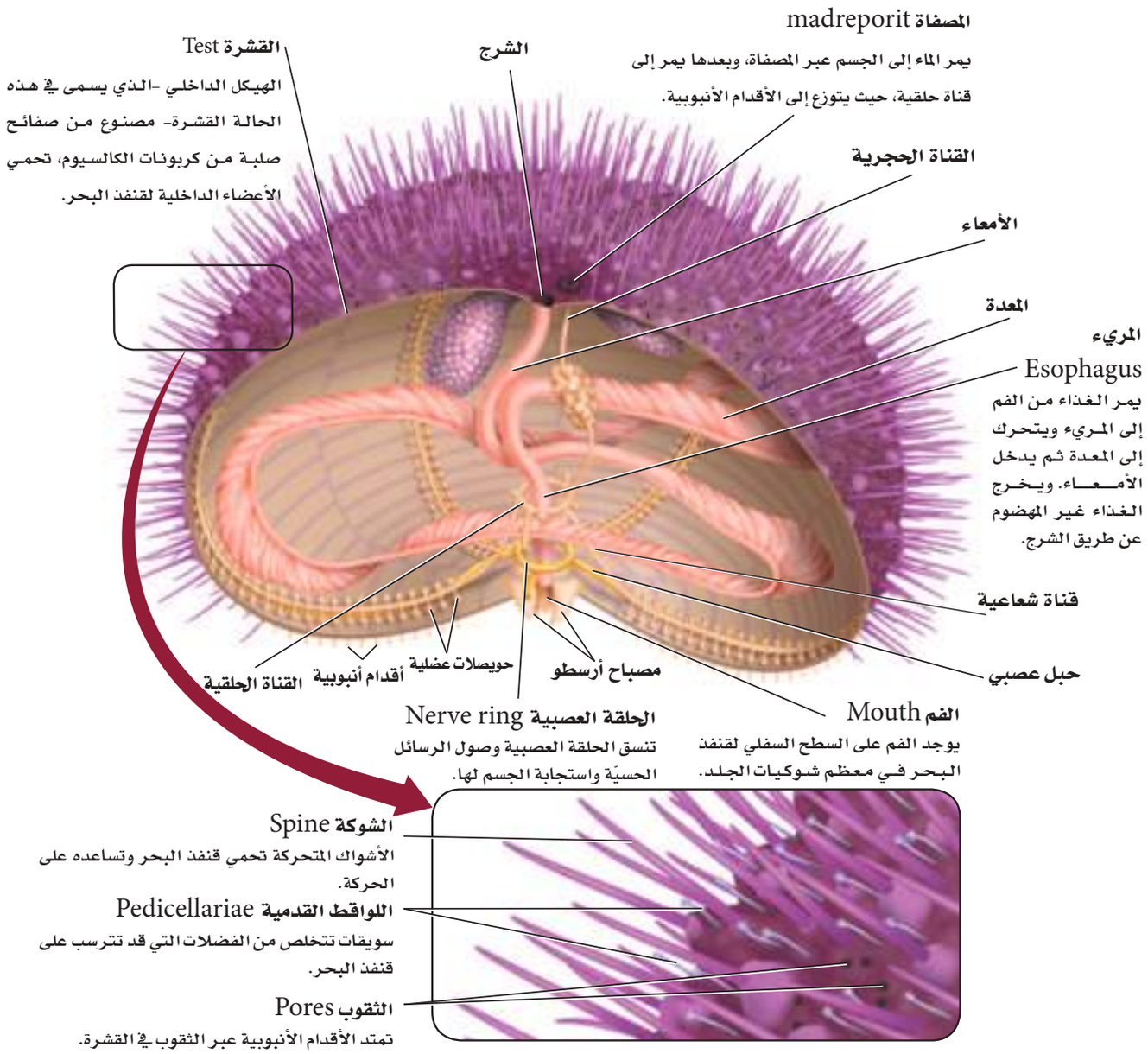
خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ادرس عينات محفوظة **لخيار البحر، ونجم البحر، وقنفذ البحر**.
3. اعمل جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك. وأكمل الجدول بكتابة وصف للصفات الرئيسة لكل عينة. وضمِّن ذلك رسمًا تخطيطيًّا.
4. اكتب أسماء التراكيب الخارجية التي تستطيع تعريفها.
5. نظّف جميع أدواتك، وأعدها إلى المكان المناسب، واغسل يديك جيدًا بعد عملك للعينات المحفوظة.

التحليل:

1. **قـــارن** بين الصفات الخارجية لشـــوكيات الجلد التي درســـتها. وبناءً على ملاحظاتك، لماذا تم تصنيف هـــذه المخلوقات الثلاثة ضمن الشعبة نفسها ؟ وضح ذلك.
2. **لاحظ واستنتج.** ما الصفات الأكثر أهمية التي تساعد شوكيات الجلد على تجنب الافتراس؟

الشـــكل 3–1 يمكن أن يوجد قنفذ البحر في مناطق المد والجزر، وهو يختبئ بين شـــقوق الصخور، وقادر على كشـــط الطحالب بواسطة تركيب خماسي الصفائح للفم يُسمى مصباح أرسطو. تخيّل أن هذه الصفائح تشبه الأسنان التي تتحرك.



النظام الوعائي المائي تتميز شوكيات الجلد أيضًا بوجود **الجهاز الوعائي المائي** water vascular system، وهو نظام يتكوّن من أنابيب مغلقة مملوءة بسائل، تعمل معًا لتمكّن الحيوان من الحركة والحصول على الغذاء. للجهاز الوعائي المائي فتحة تسمى **المصفاة** madreporite. يندفع الماء في اتجاه المصفاة، وينتقل عبر قناة حجرية إلى القناة الحلقية، ثم إلى قناة شعاعية – قناة تتفرع إلى جميع الأذرع– لينتهي في القدم الأنبوبية، **الشكل 3–1**.

الأقدام الأنبوبية tube Feet أنابيب صغيرة وعضلية تمتلئ بالسائل، وتنتهي بممص قرصي يشبه الفنجان يُستعمل في الحركة وجمع الغذاء والتنفس. يوجد على نهاية الطرف الداخلي الموازي للقدم الأنبوبية كيس عضلي يسمى **الحويصلات العضلية** ampulla. عندما تنقبض الحويصلات العضلية يندفع الماء إلى القدم الأنبوبية فتتمدد. ويوجد في نهاية القدم الأنبوبية ممصّ قرصيّ يساعد على التصاق الحيوان بالسطوح. يساعد الشفط المائي جميع شوكيات الجلد على الحركة، ويعطي بعض شوكيات الجلد، ومنها نجم البحر القوةَ الكافية اللازمة لفتح مصراعي المحار، **الشكل 4–1**.

التغذّي والهضم تستعمل شوكيات الجلد طرائق تغذٍّ متنوعة، بالإضافة إلى الأقدام الأنبوبية؛ فالزنابق البحرية ونجم البحر الريشيّ تمد أذرعها للإمساك بالغذاء، وتفترس نجوم البحر أنواعًا كثيرة من الرخويات والمرجان ولافقاريات أخرى. كثير من أنواع نجم البحر تستطيع قذف معدتها خارج الفم إلى الفريسة، ثم تفرز إنزيمات لهضم الغذاء، ثم تستعمل الأهداب لجلب المواد المهضومة إلى أفواهها. نجم البحر الهش مفترس نشط أو حيوان كانس يقتات على الفضلات، ويستطيع الإمساك بالمواد العضوية بواسطة مخاط على أذرعه. وكثير من القنافذ البحرية تستعمل صفائح شبيهة بالأسنان، **الشكل 3–1**، لكشط الطحالب عن السطوح، أو تتغذى على حيوانات أخرى. ويمد العديد من خيار البحر لوامسه المتفرعة والمغطاة بالمخاط للإمساك بالغذاء الطافي.

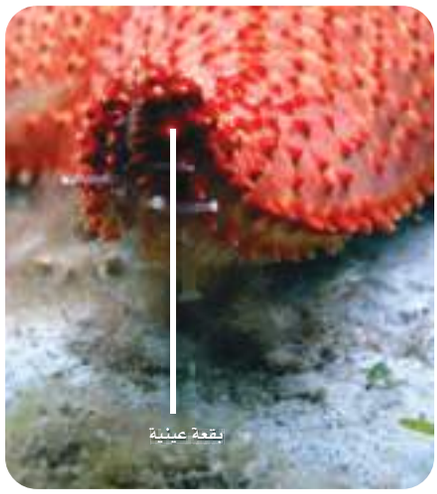
التنفس والدوران والإخراج تستعمل شوكيات الجلد أقدامها الأنبوبية للتنفس؛ إذ ينتشر الأكسجين من الماء عبر أغشية رقيقة للأقدام الأنبوبية. بعض شوكيات الجلد ينتشر فيها الأكسجين عبر جميع أغشية الجسم الرقيقة الملاصقة للماء. ولبعضها الآخر خياشيم ذات جدر جلدية رقيقة (تجاويف صغيرة تمتد من الجسم). ولخيار البحر أنابيب متفرعة تُسمى الشجرة التنفسية، يمر خلالها الماء، ومنها ينتقل الأكسجين المذاب في الماء إلى الجسم. تحدث الدورة الدموية في التجويف الجسمي والجهاز الوعائي المائي، في حين يحدث إخراج الفضلات الخلوية بالانتشار عبر أنسجة الجسم الرقيقة. تحرك أهداب الأقدام الأنبوبية الماء وسوائل الجسم عبر أجهزة الجسم المختلفة لإخراج الفضلات في بعض شوكيات الجلد. وعلى الرغم من بساطة هذه الأعضاء والأجهزة فشوكيات الجلد قادرة على حفظ الاتزان الداخلي لأجسامها بشكل فعّال، بالإضافة إلى وجود تكيفات تناسب طريقة معيشتها.

ماذا قرأت؟ **لخص** وظائف الأقدام الأنبوبية في شوكيات الجلد.

الشكل 4–1 يستعمل نجم البحر أقدامه الأنبوبية لفتح صدفتي المحار.
صف طريقة تغذّي نجم البحر.

تجربة استهلالية

مراجعة بناءً على ما قرأته حول الأقدام الأنبوبية، كيف يمكنك الإجابة الآن عن أسئلة التحليل؟



الشكل 5–1 يرفع نجم البحر نهاية ذراعه للإحساس بالضوء والحركة.

الاستجابة للمثيرات لشوكيات الجلد خلايا عصبية حسية حركية متفاوتة التعقيد بحسب أنواعها المختلفة. وعمومًا هناك حلقة عصبية تحيط بالفم مع تفرعات للحبال العصبية تتصل مع مناطق الجسم الأخرى جميعها. تستجيب الخلايا الحسية العصبية للمس، وللمواد الكيميائية المذابة في الماء، ولتيارات الماء، وللضوء. يوجد على النهايات الطرفية لنجم البحر بقع عينية، وهي مجموعة من الخلايا الحساسة للضوء، **الشكل 5–1**. وكثير من شوكيات الجلد تستطيع الإحساس في اتجاه الجاذبية؛ فنجم البحر مثلًا يعود إلى وضعه الطبيعي بعدما ينقلب بفعل الأمواج أو التيارات.

الحركة تتنوع طريقة الحركة في شوكيات الجلد بحسب أشكال الجسم؛ فتركيب الهيكل الداخلي مهم في تحديد نوع الحركة التي يستطيع القيام بها. إن حركة الصفائح العظمية المتحركة في الهيكل الداخلي لشوكيات الجلد تمكنها من الحركة بسهولة. ويتحرك نجم البحر الريشي بإمساك الرسوبيات الناعمة في قاع المحيط بواسطة زوائد طويلة نحيلة على السطح السفلي، أو بواسطة السباحة مع تحريك أذرعه إلى أعلى وإلى أسفل. ويستعمل نجم البحر الهش أقدامه الأنبوبية وأذرعه للزحف كالأفعى. بينما يتحرك نجم البحر مستعملًا أقدامه الأنبوبية، ويحفر بأشواكه المتحركة. بينما يزحف خيار البحر مستعملًا أقدامه الأنبوبية وعضلات جدار الجسم.

ماذا قرأت؟ **لخص** الطرائق التي تستعملها شوكيات الجلد في الحركة؟

التكاثر والنمو تتكاثر أغلب شوكيّات الجلد جنسيًّا عن طريق الإخصاب الخارجي؛ حيث تضع الأنثى البيض، ويقوم الذكر بإفراز الحيوانات المنوية في الماء، ثم يحدث الإخصاب. وتنمو البيضة المخصبة إلى يرقة تسبح بحرّية. وهي ذات تناظر جانبي. وبعد مرور اليرقة بعدة مراحل من التغيرات تنمو إلى حيوان بالغ له تناظر شعاعي.

يوضح **الشكل 6–1** تجديد (إعادة تكوين) الجزء المفقود في نجم البحر. الكثير من شوكيات الجلد –ومنها نجم البحر الهش– تستطيع التخلّص من أحد أذرعها عندما يهاجمها مفترس، وبعضها الآخر –ومنه خيار البحر– قادر على إخراج جزء من الأعضاء الداخلية عندما يتعرض للخطر، مما يمكّنه من الهروب مسببًا تشويشًا وإرباكًا للمفترس. ومن الممكن أن تتجدد جميع أجزاء الجسم التي فقدت.

تجربة علمية

ما الصفات التي تمكّن شوكيات الجلد من البقاء في البيئة؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

الشكل 6–1 يجدّد نجم البحر إحدى أذرعه، وهي عملية قد تستمر عامًا.
وضح. **كيف تساعد عملية تجدُّد أعضاء الجسم شوكيات الجلد على البقاء؟**

الجدول 1–1 طوائف شوكيات الجلد

الطائفة	النجميات	الثعبانيات	القنفذيات	الزنبقيات	القِثّائيات	اللؤلئيات
أمثلة						
أمثلة	نجم البحر	نجم البحر الهش	قنفذ البحر، دولار الرمل	زنابق البحر نجم البحر الريشي	خيار البحر	اللؤلئية البحرية (أقحوان البحر)
صفات مميزة	• خمس أذرع غالبًا. • أقدام أنبوبية تستعمل للتغذّي والحركة.	• خمس أذرع غالبًا. • تنكسر الأذرع بسهولة ويمكن تجددها. • تتحرك بحركة أذرعها. • لا تحتوي الأقدام الأنبوبية على ممصّ كأسي.	• الجسم مغطى بهيكل داخلي مع أشواك. • يحفر قنفذ البحر في المناطق الصخرية. • يحفر دولار البحر في الرمل.	• جالسة في بعض فترات حياتها. • لبعض زنابق البحر ساق طويلة. • لنجم البحر الريشي أذرع طويلة متشعبة.	• شكله يشبه ثمرة الخيار. • الجسم مغطى بطبقة جلدية. • تحورت الأقدام الأنبوبية إلى لوامس قرب الفم.	• قطره أقل من cm . • لا أذرع لها. • توجد الأقدام الأنبوبية حول قرص مركزي.

تنوع شوكيات الجلد Echinoderm Diversity

تشتمل الطوائف الرئيسة لشوكيات الجلد على كل من: النجميات ومنها نجم البحر، والثعبانيات ومنها نجم البحر الهش، والقنفذيات ومنها قنفذ البحر ودولار الرمل، والزنبقيات ومنها زنابق البحر ونجم البحر الريشي، والقثائيات ومنها خيار البحر، واللؤلئيات ومنها اللؤلئية البحرية. انظر الجدول 1–1.

نجم البحر Sea Star لعلك شاهدت أحد شوكيات الجلد. إن أغلب أنواع نجم البحر لها خمس أذرع مرتبة حول قرص مركزي. وبعضها له ما يزيد على خمس أذرع، كما في **الشكل 7 – 1** . قد يوجد نجم البحر في مناطق المياه الضحلة قرب الشواطئ، أو في المياه المتبقية بعد الجَزْر، ويمكن أن يوجد في مجموعات ملتصقة بالصخور بواسطة أقدامها الأنبوبية. تولد القدم الأنبوبية الواحدة قوة سحب تعادل 0.25– 0.3 N ، ولأن نجم البحر قد يكون له ما يقارب 2000 قدم أنبوبية، فهو يستطيع توليد قوة كبيرة ضرورية لفتح أصداف الرخويات، أو الزحف للبحث عن الغذاء. تشكل نجوم البحر مفترسات مهمة في النظام البيئي البحري؛ إذ تتغذّى على المحار، وغيره من ذات المصراعين. ولا يشكل نجم البحر غذاءً لأي مفترس بحري؛ بسبب جلده الشوكي.

الشكل 7–1 قد يكون لنجم البحر عشرون ذراعًا أو أكثر.

الشكل 8 – 1 السلة النجمية نوع من أنواع نجم البحر الهش، تمد أذرعها المتشعبة نحو التيارات لترشيح الغذاء.

حلّل كيف تختلف نجوم البحر الهشة عن نجوم البحر؟

نجم البحر الهش Brittle Star لمعظم نجوم البحر الهشة –كما في نجم البحر– خمس أذرع نحيلة ومرنة جدًّا، **الشكل 8 – 1** . وهي تفتقر إلى ممصّات على أقدامها الأنبوبية، ولهذا لا تستعملها في الحركة كما يفعل نجم البحر. تتحرك نجوم البحر الهشة بالتجديف بأجسامها فوق القاع الصخري أو الرسوبي، أو تحريك أذرعها بحركة تشبه حركة الثعابين. يتخفى نجم البحر الهش في الشقوق الصخرية في أثناء النهار ويتغذى خلال الليل على دقائق صغيرة معلقة في الماء، أو تلتقط المواد العالقة عن طريق أشرطة مخاطية لاصقة بين أشواكها . تستجيب بعض نجوم البحر الهشة للضوء، ونجوم البحر الهشة واسعة الانتشار، ولها أنواع يفوق عددها أي طائفة من شوكيات الجلد.

ماذا قرأت؟ قارن بين أوجه الشبه والاختلاف في حركة كل من نجم البحر، ونجم البحر الهش.

قنفذ البحر ودولار الرمل sea urchin and sand dollar الاختباء هو الصفة الرئيسة لكل من قنفذ البحر ودولار الرمل. ولشوكيات الجلد هذه جسم مضغوط محاط بهيكل داخلي يُسمى القشرة، تتكون من صفائح متلاصقة ومرتبة من كربونات الكالسيوم، وهي تشبه الصدفة؛ حيث تمتد الأقدام الأنبوبية عبر ثقوب في القشرة. يفتقر قنفذ البحر ودولار الرمل إلى الأذرع، وتقابل القشرة فيها نظام الأذرع الخماسي الموجود في نجم البحر ونجم البحر الهش. ووجود الأشواك صفة أساسية في هذه الطائفة، **الشكل 9 – 1** . تحوي بعض أشواك ولواقط قنفذ البحر سمومًا تتقي بها خطر الافتراس. يمكن أن يسبب السم الموجود في اللواقط شللاً للفريسة. وقد يكون قنفذ البحر حيوانًا آكلًا للنبات، يكشط الطحالب عن الصخور، في حين يرشح دولار الرمل الدقائق العضوية من الرمل الذي يكون مدفونًا فيه.

قنفذ البحر

دولار الرمل

الشكل 9– 1 تختبئ قنافذ البحر في الشقوق الصخرية، ولها أشواك حادة متحركة. ويختبئ دولار الرمل في الرمل، حيث ترشح أجزاء الغذاء الصغيرة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

مصباح أرسطو، مصباح بخمسة أوجه

■ **الشكل 10–1** لقنفذ البحر فم بخمسة أجزاء تشبه هذا المصباح، وقوة قضم كبيرة بحيث يستطيع قضم الأسمنت.

الربط مع التاريخ لمعظم قنافذ البحر أجهزة للمضغ موجودة داخل أفواهها، ويتكون كل منها من خمس صفائح تشبه الأسنان، ويسمى هذا الشكل مصباح أرسطو، **الشكل 10–1** . وقد سُمّي بهذا الاسم نسبة إلى العالم اليوناني أرسطو الذي وصفه في كتابه (تاريخ الحيوانات) في القرن الرابع قبل الميلاد؛ حيث استعمل الناس آنذاك مصباحًا بخمسة أوجه شفافة. اعتقد أرسطو أن شكل فم قنفذ البحر يشبه هذا المصباح.

زنابق البحر ونجم البحر الريشي Sea Lilies and Feather Star يختلفان عن بقية شوكيات الجلد في أنهما حيوانان جالسان (ثابتان) في جزء من حياتهما. لأجسام زنابق البحر شكل زهري محمول على ساق طويلة، في حين تكون أذرع نجم البحر الريشي طويلة وممتدة إلى أعلى ومتفرعة من منطقة مركزية، **الشكل 11–1**. ويتناول كلاهما الغذاء بمدّ الأقدام الأنبوبية والأذرع في الماء، ليلتقط المواد العضوية العالقة فيه.

ماذا قرأت؟ لخّص أوجه التشابه بين كل من نجم البحر الريشي وزنابق البحر؟

زنابق البحر

نجم البحر الريشي

■ **الشكل 11–1** يظهر جسم الزنابق البحرية في صورة زهرة على قمة ساق طويلة. أما نجم البحر الريشي فيمد أذرعه من نقطة مركزية.

استنتج كيف تكيّف شكل الذراع في نجم البحر الريشي لنمط حياة قليلة الحركة؟

خيار البحر Sea Cucumber خيار البحر لا يشبه شوكيات الجلد الأخرى. بعض الناس يقولون إنه لا يشبه الحيوانات أبدًا. هل تعرف لماذا يُسمّى خيار البحر بهذا الاسم؟ تتحرك أجسام خيار البحر الطويلة ببطء بأقدام أنبوبية تساعد على انقباضات جدار الجسم العضلي، فاختُزل حجم صفائح كربونات الكالسيوم فيه، بحيث لا يتصل بعضها ببعض، كما في سائر شوكيات الجلد. لذا فإن السطح الخارجي لأجسامها عادة ما يظهر جلديًّا (ليِّنًا). تحورت بعض الأقدام الأنبوبية لتكون لوامس تمتد حول أفواهها للإمساك بجزيئات الغذاء العالقة، **الشكل 12–1**. تُغطى اللوامس بالمخاط، مما يزيد من قدرتها على الإمساك بالغذاء، وعند التصاق الغذاء باللوامس ينتقل إلى الفم حيث يتم امتصاصه، وتشبه هذه العملية لعق الإصبع.

الشكل 12–1 تحورت الأقدام الأنبوبية في بعض أنواع خيار البحر إلى لوامس لتلتقط جزيئات الطعام من الماء.

حدد المادة التي تغطي اللوامس وتساعد على الإمساك بجزيئات الطعام؟

خيار البحر الوحيد من شوكيات الجلد الذي له أعضاء تنفس على شكل شجرة تنفسية، حيث تضخ أنابيبها المتفرعة ماء البحر إلى الداخل عبر الشرج ليستخلص الأكسجين. تقوم الشجرة التنفسية أيضا بعملية الإخراج، بالتخلص من الفضلات الخلوية. ومن المهم أن نذكّر أن خيار البحر قادر على حفظ الاتزان الداخلي لجسمه، بوجود أعضاء تتناسب مع طريقة معيشته في بيئات محددة.

اللؤلؤيّة البحرية (أقحوان البحر) Sea daisies

اكتشفت عام 1986م قبالة شواطئ نيوزلندا، ومن الصعب تصنيف اللؤلؤيّة البحرية ودراستها؛ لقلة ما وجد منها. قطرها أقل من 1 cm، وشكلها قرصي دون أذرع، وتوجد الأقدام الأنبوبية حول طرف القرص المركزي. ويبين **الشكل 13–1** أن لها نظامًا خماسيًّا وتناظرًا شعاعيًّا مثل سائر شوكيات الجلد. لاحظ انتظام نمط الأقدام الأنبوبية حول طرف القرص.

ماذا قرأت؟ **استنتج** الصفات التي أدت إلى تصنيف اللؤلؤيّة البحرية ضمن شوكيات الجلد.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالم الأحياء البحري

العلماء في هذا المجال يدرسون النباتات والحيوانات التي تعيش في البحار، ومنها شوكيات الجلد. وكذلك يدرسون التلوث الذي يؤثر في البيئة البحرية.

أهمية شوكيات الجلد Importance of Echinoderms

يشكل خيار البحر وقنفذ البحر مصدر غذاء لسكان بعض البلدان الآسيوية، فتؤكل بعض عضلات خيار البحر. ويضاف خيار البحر المجفف لإعطاء نكهة للحساء والخضراوات واللحم، ويؤكل بيض قنافذ البحر مطبوخًا أو نيئًا. هناك علاقة تعايش بين بعض شوكيات الجلد والحيوانات البحرية الأخرى؛ إذ يستفيد مخلوق حي واحد من هذه العلاقة، في حين لا يستفيد المخلوق الآخر ولا يتضرر. فبعض أنواع نجم البحر الهش مثلًا تعيش داخل الإسفنج، ويترك النجم الهش المكان الداخلي الآمن في الإسفنج ليتغذى على المواد التي ترسبت على الإسفنج واستقرت.

فوائد شوكيات الجلد يعتمد النظام البيئي البحري على بعض شوكيات الجلد. فعندما ينقص مجتمع شوكيات الجلد يحدث غالبًا تغير في النظام البيئي. فإذا انخفضت أعداد أنواع قنفذ البحر مثلًا نتيجة انتشار مرض ما ازدادت الطحالب زيادة كبيرة على الشعاب المرجانية، مما يؤدي إلى تدمير المرجان في كثير من المناطق. قنافذ البحر وخيار البحر مخلوقات حية تحرك الرواسب من قاع البحر إلى أعلى، وهذا أمر مهم لجميع مكونات النظام البيئي، مما يجعل المغذيات الموجودة في قاع البحر ترتفع في الماء وتصبح متوافرة للمخلوقات الحية الأخرى.

الشكل 13–1 اللؤلؤيّة البحرية شوكية جلد دقيقة ذات شكل قرصي.

مضارّ شوكيات الجلد قد تغير بعض شوكيات الجلد النظام البيئي البحري. فنجم البحر التاجي ذو الأشواك يتغذى على بوليب المرجان. وعندما تتكاثر هذه المخلوقات فإنها تدمر الشعاب المرجانية. وتشكل قنافذ البحر غذاءً شهيًّا لثعالب البحر، **الشكل 14–1**. فإذا انخفض عدد ثعالب البحر ازداد عدد قنافذ البحر. وتتغذى قنافذ البحر على غابات عشب البحر، فيؤدي ذلك إلى تدمير بيئات الأسماك والقواقع والسرطانات.

الشكل 14–1 وجود عدد كافٍ من ثعلب البحر يحافظ على مجتمع قنفذ البحر، ويجعله تحت السيطرة، وإلا ازدادت أعداد قنافذ البحر، مما يهدد غابات عشب البحر الذي تتغذى عليه هذه القنافذ.

مختبر تحليل البيانات 1-1

بناءً على بيانات حقيقية

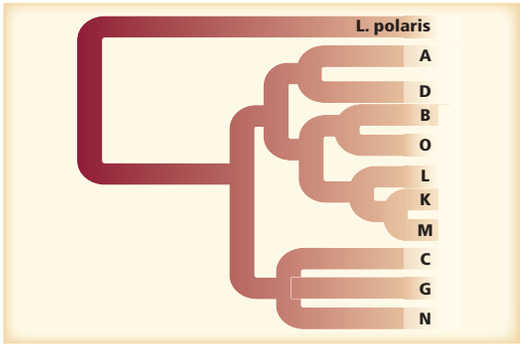
تفسير الرسوم العلمية

كيف يُظْهِرُ مخطط العلاقات التركيبية العلاقاتِ بين أنواع نجوم البحر؟ يُظْهِرُ المخطط التصنيفي المقابل العلاقة بين أنواع مختلفة من نجوم البحر، معتمدًا على بيانات جزيئية. وكل حرف يمثل نوعًا معينًا من نجوم البحر.

التفكير الناقد

1. **حدد** نجم البحر الأكثر صلة بنجم البحر A؟
2. **حلّل** أي مجموعات نجم البحر أكثر تنوعًا: أو (؟ كيف قررت ذلك؟

البيانات والملاحظات



أُخذت البيانات في هذا المختبر من

Hrincevich, A.W.,et al. 2000. Phylogenetic analysis of molecular lineages in a species -rich subgenus of sea stars (*Leptasterias* subgenus *Hexasterias*) *American Zoologist* 40: 365 374

التقويم 1–1

الخلاصة

- يمكن تحديد الأفراد البالغة من شوكيات الجلد باستعمال أربع صفات تركيبية رئيسة.
- لشوكيات الجلد جهاز وعائي مائي وأقدام أنبوبية.
- لشوكيات الجلد تكيفات متنوعة للتغذّي والحركة.
- لشوكيات الجلد التي تعيش حاليًّا ست طوائف رئيسة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **حدد** الصفات الأربع الرئيسة التي تميز الأفراد البالغة من شوكيات الجلد.
2. **وضح** كيفية عمل النظام الوعائي المائي.
3. **ارسم تخطيطًا** يمثل كل طائفة من طوائف شوكيات الجلد الست.
4. **اقترح** كيف ترتبط الحركة والتغذّي في شوكيات الجلد؟

التفكير الناقد

5. **كوّن فرضية**. يعيش نوع معين من الروبيان المخطط باللونين الأحمر والأبيض غالبًا على نوع من نجم البحر الهش الملون. كوّن فرضية عن العلاقة بين الروبيان ونجم البحر الهش.
6. الرياضيات في علم الأحياء إذا كانت القوة التي يحتاج إليها نجم البحر لفتح صدفة محار هي 20 نيوتن، فكم قدمًا أنبوبية يحتاج إذا كانت القدم الواحدة تولّد قوة مقدارها 0.25 نيوتن؟

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

2–1

اللافقاريات الحبلية

Invertebrate Chordates

الأهداف

- **تفسر** صفات اللافقاريات الحبلية التي أدت إلى تصنيفها في شعبة الحبليات.
- **تحلّل** صفات اللافقاريات الحبلية التي أدت إلى تصنيفها مع اللافقاريات.
- **تقارن** بين التكيفات في السهيم وبخاخ البحر.

مراجعة المفردات

ثانوي الفم: مصطلح يطلق على الحيوان الذي نما له فم من خلايا لا توجد في فتحة الجاسترولا.

المفردات الجديدة

الحبليات
اللافقاريات الحبلية
الحبل الظهري
الذيل خلف الشرجي
الحبل العصبي الظهري الانبوبي
الجيوب البلعومية.

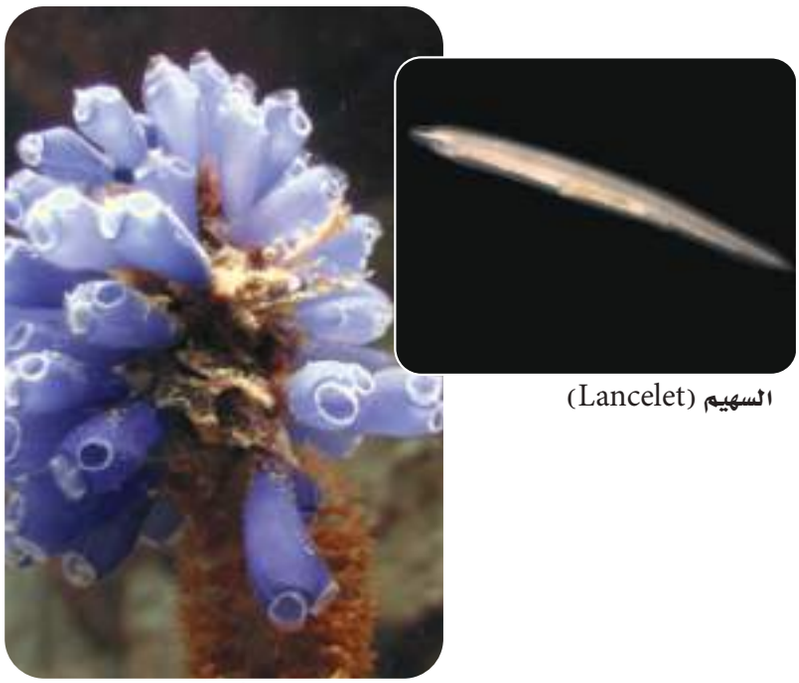
الفكرة الرئيسة **اللافقاريات الحبلية لها صفات تربطها مع الفقاريات الحبلية.**

الربط مع الحياة الديدان والقواقع والنحل والأسماك والطيور والأسود كلها حيوانات تشترك في صفات عامة. فكّر في الصفات المشتركة بين هذه الحيوانات، والصفات التي تختلف فيها. الحيوانات التي تشترك في أغلب الصفات تكون أكثر تقاربًا من تلك التي تشترك في صفات قليلة.

صفات اللافقاريات الحبلية

يظهر مخطط العلاقات التركيبية في **الشكل 15 – 1**، أن اللافقاريات الحبلية –ومنها السهيم والكيسيات– ثانوية الفم، وهي تشبه في ذلك شوكيات الجلد، ولها صفات أخرى لا توجد في شوكيات الجلد سوف تتعلمها لاحقًا.

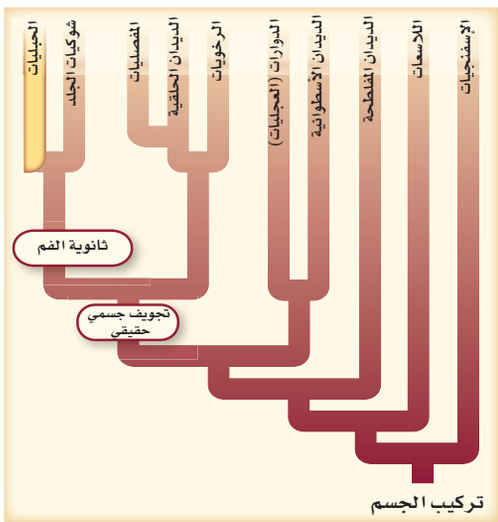
ومن أكثر الحيوانات شهرة عند علماء الحيوان، **الشكل 15 – 1**، حيوان صغير ثعباني الشكل يسمى السهيم (الرميح)، وهو يقضي معظم حياته مدفونًا في الرمل. لذا من الصعب عليك أن تجد السهيم، فهو مخلوق متخفٍّ، له غطاء شفاف، يشبه جسمه السمكة، طوله نحو 5 cm، نصف جسمه يكون مدفونًا عادة في الرمل، يرشّح غذاءه، ولا يدرك الكثيرون أهميته.

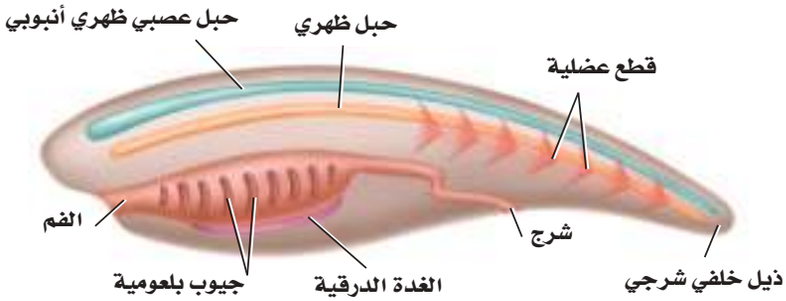


السهيم (Lancelet)

الكيسيات (Tunicate)

الشكل 15–1 تظهر ثانوية الفم في اللافقاريات الحبلية مثلها مثل شوكيات الجلد.





الشكل 16–1 للحبليات حبل عصبي ظهري أنبوبي، وحبل ظهري، وجيوب بلعومية، وذيل خلف شرجي، وربما تكوّن شكلاً من أشكال الغدة الدرقية .

استنتج أي هذه الصفات كانت لديك عندما كنت جنينًا؟

الحبليات Chordates حيوانات تتبع شعبة الحبليات، لها أربع صفات مميزة (حبل عصبي ظهري أنبوبي، وحبل ظهري، وجيوب بلعومية، وذيل خلف شرجي) تظهر في أوقات ما خلال فترة نموها. تشير الأدلة الحديثة إلى أن جميع الحبليات قد يكون لها بعض أشكال الغدة الدرقية، ولها تجويف جسمي حقيقي، وجسمها مقسم إلى قطع. ادرس **الشكل 16–1**، لمعرفة الصفات الرئيسة للحبليات. تذكر أن الفقاريات حيوانات لها عمود فقري. أغلب الحبليات فقاريات. تنتمي **اللافقاريات الحبلية** إلى تحت شعبتين من الحبليات، هما شعبة حبليات الرأس، وشعبة حبليات الذيل، ولهما صفات الحبليات الأربع، بالإضافة إلى الشكل الأوليّ للغدة الدرقية. وليس للافقاريات الحبلية عمود فقري.

الحبل الظهري notochord **الحبل الظهري** مرن، وشكله يشبه الخيط، ويمتد على طول الجسم، ويوجد تحت الحبل العصبي الظهري الأنبوبي. في أغلب الفقاريات يحل محله عظم أو غضروف، بينما يبقى الحبل الظهري في اللافقاريات الحبلية. ومرونة الحبل الظهري تمكّنه من ثني الجسم من دون قصره خلال انقباض قطع العضلات. تستطيع الحيوانات التي لها حبل ظهري القيام بحركات جانبية للجسم والذيل، مما يمكّنها من السباحة، كما في الأسماك .

الذيل خلف الشرجي Postanal tail يستعمل **الذيل خلف الشرجي** أساسًا للحركة، ويقع خلف الجهاز الهضمي والشرج، وفي معظم الحبليات يمتد الذيل إلى ما بعد فتحة الشرج. وفي غير الحبليات يوجد داخل الذيل أجزاء من الجهاز الهضمي، وتقع فتحة الشرج في نهاية الذيل. ويمكّن الذيل– بما فيه من عضلات– الحيوان أن يدفع بحركات أقوى مما تدفع اللافقاريات التي ليس لها مثل هذا الذيل.

الحبل العصبي الظهري الأنبوبي Dorsal tubular nerve cord توجد الحبال العصبية في غير الحبليات في الجهة البطنية، أو أسفل الجهاز الهضمي، وهي مصمتة. أما في الحبليات فيوجد **الحبل العصبي الظهري الأنبوبي** فوق الجهاز الهضمي، ويتخذ شكل أنبوب أجوف. وخلال نمو أغلب الحبليات ينمو الطرف الأمامي للأنبوب ليكوّن الدماغ. أما الطرف الخلفي فيكوّن الحبل الشوكي.

ماذا قرأت؟ **حلل** أهمية الحبل الظهري للافقاريات الحبلية؟

المفردات

أصل الكلمة

الحبل الظهري Notochord

noto– كلمة يونانية تعني الظهر.

chord– كلمة يونانية تعني الحبل.

المطويات

ضمّن معلومات من هذا القسم في مطويتك.

الجيوب (الأكياس) البلعومية pharyngeal pouch توجد في جميع الأجنة أزواج من التراكيب تسمى **الجيوب البلعومية** تربط الأنبوب العضلي الواصل بين التجويف الفمي والمريء. تحوي الجيوب في الحبليات المائية شقوقًا تفتح إلى الخارج. وقد تخصصت هذه التراكيب في ترشيح الغذاء، كما يمكن أن تتخصص الخياشيم في تبادل الغازات في الماء. أما في الحبليات التي تعيش على اليابسة فلا تحتوي الجيوب البلعومية على شقوق، بل تخصصت جنينيًّا إلى تراكيب أخرى، مثل لوزتي الحلق والغدة الزعترية.

الغدّة الدرقية thyroid gland الغدة الدرقية تركيب ينظم الأيض والنمو والتكوّن الجنيني. وتفرز الغدة الدرقية في خلايا الحبليات الأولية مخاطًا يساعد الحيوانات الترشيحية التغذّي على جمع جزيئات الغذاء. تحوي اللافقاريات الحبلية قناة داخلية endostyle. والخلايا في هذه المنطقة تفرز بروتينات شبيهة بما تفرزه الغدة الدرقية. والفقاريات الحبلية هي المخلوقات الوحيدة التي لها غدة درقية.

الربط الصحة يتركز اليود في القناة الداخلية ويلعب دورًا مهمًّا في وظيفة الغدة الدرقية، وهو أساسي لإنتاج هرمونات الغدة الدرقية. ويضاف اليود في معظم الدول إلى ملح الطعام لتجنب الإصابة بنقص اليود. ومن المصادر الأخرى لليود الأسماك ومنتجات الألبان، والخضراوات التي تنمو في تربة غنية باليود.

ماذا قرأت؟ اشرح تقوم القناة الداخلية بدور الغدة الدرقية.

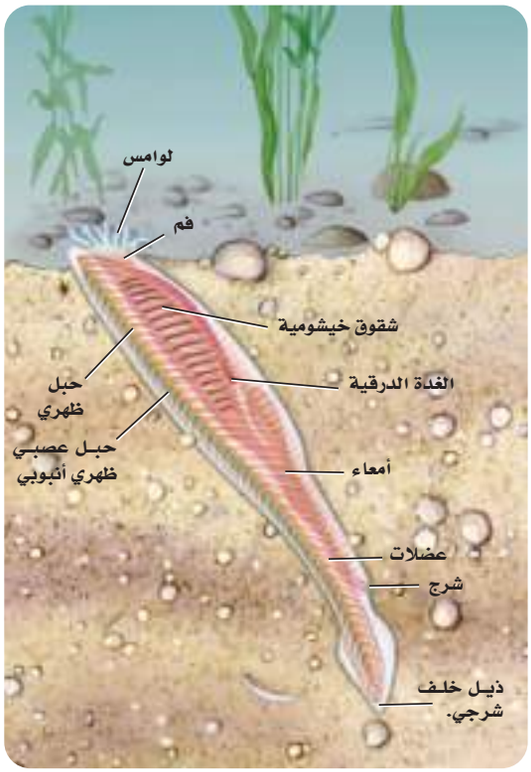
تنوع اللافقاريات الحبلية
Diversity of Invertebrate Chordates

كما هو الحال في شوكيات الجلد فإن جميع اللافقاريات الحبلية حيوانات بحرية. ويوجد 23 نوعًا من السهيم في شعبة حبليات الرأس، وتضم حبليات الذيل 1250 نوعًا من الكيسيات.

السهيم حيوان صغير، يشبه السمكة، لكنه دون قشور، ويدفن جسمه في الرمل في مياه البحر الضحلة، **الشكل 17–1**. يفتقر السهيم إلى الألوان في جلده، ويتكون الجلد من طبقة واحدة من الخلايا شفافة اللون. ويمكن مشاهدة حركة مرور الماء داخل الجسم. وللحصول على الغذاء يدخل الماء فم السهيم، ويمر خلال الشقوق الخيشومية البلعومية؛ حيث يرشح الغذاء (ترشيحي التغذي)، ثم يمر إلى تركيب يشبه المعدة ليُهضم، ثم يخرج الماء من خلال الشقوق الخيشومية.

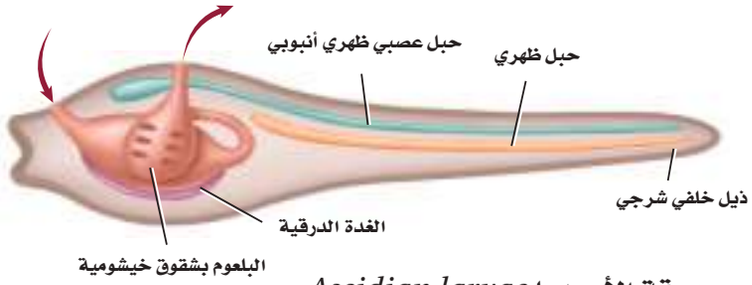
إرشادات الدراسة

التعاون كوّن مجموعة من خمسة طلاب. يختار كل طالب في المجموعة أحد العناوين الخمسة التي يضمها العنوان "صفات اللافقاريات الحبلية"، ثم يقرؤه أمام المجموعة ويشرحه.



الشكل 17–1 السهيم لافقاري حبلي له الصفات الرئيسة للحبليات.

استنتج. كيف يمكن أن تعمل اللوامس القصيرة والمحيطة بفم السهيم؟



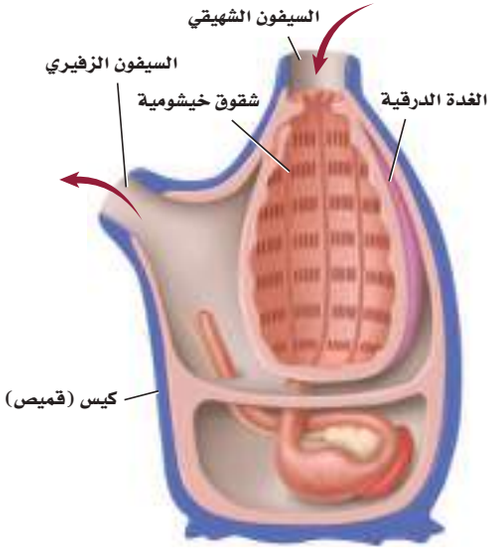
يرقة الأسيديا *Ascidian larvae*

■ **الشكل 18 – 1** يرقة ذيلية الحبل تشبه أبا ذنيبة، ولهـا جميع صفات الحبليات. تبين الأسـهم دخول الماء إلى الجسـم وخروجه منه.

لاحظ **الشكل 17–1**. يمكنك مشاهدة القطع العضلية، وهي شبيهة بالقطـع العضلية في اللافقاريات، وتمكّن السـهيم من السـباحة بحركة مماثلة لحركة السـمكة. يختلف السهيم عن الفقاريات في عدم وجـود رأس أو أعضاء حس إلا مسـتقبلات الضوء ولوامس حسية صغيرة قرب الفم. يتركب الجهاز العصبي من أعصاب رئيسة متفرعة، ودماغ بسـيط فـي مقدمة الحيوان. يمر الدم عبر الجسـم بضخه في الأوعيـة الدموية، حيث لا يوجد قلب حقيقي. والجنس منفصل في السهيم، والتلقيح فيه خارجي.

الكيسـيات Tunicates (القميصيـات) سُـميت كذلـك لوجود طبقة خارجية سميكة تسـمى القميص تشبه الكيس، وتغطي جسم الحيوان الصغيـر. تعيش أغلب الكيسـيات في الميـاه الضحلة، وبعضها يعيش في تجمعات على قاع المحيط. وتكون الكيسـيات عمومًا جالسة غير متحركة، وتظهر فيها الصفات المماثلة للحبليات فقط فـي مرحلة اليرقة. انظر **الشـكل 18–1**، ولاحظ موقع الحبل الظهري والذيـل والحبل الظهـري والأكيـاس البلعومية والغدة الدرقية. يدخل الماء إلى الجسـم الشـبيه بالكيس في الكيسـيات البالغة عبر السيفون الشهيقي، **الشـكل 19– 1**، وذلك بفعل حركة الأهـداب. وتَجْمع جزيئاتِ الغذاء في شـبكة مخاطية، ثم تتحرك إلى المعدة، حيث تُهضم هناك. وخلال ذلك يترك الماء الجسـم، أولاً عبر الفتحات الخيشومية في البلعوم، ثم إلى خارج الجسم عبر السيفون الزفيري. تتم الدورة الدموية بفعل القلب والأوعية الدموية التي توزع المغذيات والأكسـجين إلى أعضاء الجسـم. ويتركب الجهاز العصبي من جزء رئيس عصبي معقد، وعصبونات متشعبة. والكيسـيات خناث (تنتج كلًّا من البيـوض والحيوانات المنوية)، والتلقيح فيها خارجي. لماذا تسـمى الكيسـيات بخاخات الماء؟ عندما تُهَدَّد أو تشعر بالخطر تكون قادرة على إخراج سيل من الماء بقوةٍ عبر السيفون الزفيري، فتشوش على المفترس القوي.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين الكيسيات والسهيم.



■ **الشـكل 19 – 1** يشـبه الحيوان البالغ في الكيسيات الكيـسَ. الصفة الوحيدة للحبليـات التي بقيت في هذا الحيوان البالغ هي الفتحات الخيشـومية البلعومية. تشير الأسهم إلى طريق دخول الماء في الجسم وخروجه منه.

قـارن. **مـا اللافقاريات الأخرى التي درسـتها وترشـح غذاءها؟**

التقويم 2–1

الخلاصة

- للحبليات أربع صفات رئيسة جعلتها مختلفة عن الحيوانات غير الحبلية.
- للافقاريات الحبلية جميع صفات الحبليات إلا أنه ليس لها الصفات الرئيسة للفقاريات الحبلية.
- الحبل الظهري تكيف يُمكّن الحيوانات من الحركة بطرائق لم تتحرك بها من قبل.
- السهيم من اللافقاريات الحبلية، له شكل يشبه السمكة، ولأفراده البالغة كل الصفات الرئيسة للحبليات.
- الكيسيات لافقاريات حبلية كيسية الشكل، ولها صفات الحبليات وهي في مرحلة اليرقة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **لخص** الصفات الرئيسة للافقاريات الحبلية لتبين فيم تشبه الفقاريات الحبلية.
2. **صف** خصائص اللافقاريات الحبلية التي وضعتها مع لافقاريات أخرى عوضًا عن وضعها مع الفقاريات.
3. **اعمل نموذجًا** للسهيم وحيوان كيسي من الطين، أو من عجينة الملح. وحدد الصفات التي صنفت هذه الحيوانات في شعبة الحبليات.
4. **قارن** بين تكيفات كل من الكيسيات والسهيم التي مكّنتها من العيش في بيئاتها.

التفكير الناقد

5. **صمّم** تجربة لتحدد ما إذا كان السهيم يفضل بيئة مضيئة أم بيئة مظلمة.
6. الكتابة في علم الأحياء اكتب فقرة تصف فيها ما تتشابه فيه الإسفنجيات والكيسيات، وفقرة أخرى تصف ما تختلفان فيه.

مستجدات في علم الأحياء

شوكيات الجلد تساعد على البحث الطبي

النسيج الضام Connective tissue اكتشف طالب الدراسات العليا في علم الأحياء جريج زولجت Greg Szulgit القدرة الضخمة لخيار البحر على زيادة حجم جسمه ثم انكماشه ثانية إلى حجمه الطبيعي. كيف يستطيع خيار البحر تغيير حجم جسمه؟ كل هذا يعود إلى النسيج الضام، وهو النسيج الذي يربط الأنسجة بالأعضاء في الجسم، ويدعمها ويحيط بها.

وهناك تشابه بين النسيج الضام لخيار البحر والنسيج الضام عند الإنسان؛ إذ تحوي ألياف النسيج الضام بروتينًا يسمى كولاجين. والكولاجين في الإنسان مكون ثابت في النسيج. فقد وجد زولجت وباحثون آخرون أن الكولاجين في النسيج الضام لشوكيات الجلد غير ثابت، وينزلق إلى الأمام وإلى الخلف. وعندما تُكَوَّن جزيئات البروتين في الهيكل الداخلي ينزلق بعضها فوق بعض، ويكون جسم خيار البحر ليناً ومرنًا. وتستطيع خلايا خيار البحر إفراز مادة تُثبت الكولاجين وتمنعه من الانزلاق، وهذا يعطي صلابة للهيكل الداخلي، ويجعله غير متحرك.

اعتلال النسيج الضام كان الأمل من دراسات زولجت على قدرة انبساط جسم خيار البحر وتمدّده هو تمكين الباحثين من معالجة اعتلال النسيج الضام في الإنسان. وهذه الاعتلالات تضم متلازمة إهليرس دانلوس Ehlers-Danlos Syndrome، وعدم اكتمال التكوين العظمي، ومتلازمة مارفان Marfan Syndrome .

والناس المصابون بمتلازمة إهليرس-دانلوس لديهم نسيج ضام غير طبيعي وهش، مما يؤدي إلى مشاكل في المفاصل وضعف في الأعضاء الداخلية.

يستطيع خيار البحر تغيير حالة جسمه من حالة تجانس الجيلاتين السائل إلى شكل صلب ثابت، ثم العودة إلى الحالة الأولى في ثوان وهكذا، وهذا يعود إلى أن الكولاجين في النسيج الضام لخيار البحر غير ثابت.

وفي حالة عدم اكتمال التكون السليم للعظام لا يكون الجسم قادرًا على إنتاج كولاجين على نحو كافٍ، أو ينتج نوعًا رديئًا من الكولاجين، مما يؤدي إلى عظام هشة تنكسر بسهولة. والأشخاص الذين لديهم متلازمة مارفان يكون لديهم نسيج ضام غير صلب، مما يؤدي إلى تشوّهات هيكلية، وضعف في الأوعية الدموية. وبدراسة النسيج الضام في شوكيات الجلد مثل خيار البحر، اقترب الباحثون من النجاح في معالجة أمراض الوهن الذي يعيق حرية حركة المفاصل نتيجة أمراض النسيج الضام.

الكتابة في علم الأحياء

دفتر العلوم ارجع إلى المصادر العلمية المختلفة لتتعرف المزيد من البحوث التي تتضمن شوكيات الجلد. اكتب بحثًا عن عالم/ أو عالمة أحياء تصف فيه عمله/ أو عملها مع شوكيات الجلد، على أن يتضمن البحث جداول ورسومًا تتعلق بشوكيات الجلد.

مختبر الأحياء

الإنترنت: كيف تستطيع شوكيات الجلد العيش دون رأس أو عين أو دماغ؟

الخلفية النظرية: تفتقر شوكيات الجلد إلى العين والدماغ، كما أنه لا يوجد لها قلب، وتضخ ماء البحر عبر الجسم بدلاً من الدم. منح الله سبحانه وتعالى بعض شوكيات الجلد القدرة على تغيير هياكلها الداخلية من حالة الصلابة القاسية، إلى السائلة تقريبًا خلال ثوان، وبعضها الآخر قادر على التخلص من ذراعه للهرب من المفترسات.

سؤال: كيف تستطيع شوكيات الجلد العيش في بيئات بحرية تنافسية؟

المواد والأدوات

- الشبكة العنكبوتية (إنترنت).
- مرجع علمي حول شوكيات الجلد.
- دليل ميداني.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. صمّم جدول بيانات تسجّل فيه المعلومات الآتية للأنواع: الصفات الجسمية، مصادر الغذاء / طرائق الحصول على الغذاء، المفترسين، الاستراتيجيات الدفاعية، التكاثر ونمو الأجنة، وأي حقائق أخرى مميزة لستة حيوانات.
3. اختر نوعًا واحدًا من كل طائفة رئيسة لشوكيات الجلد الست لدراسته، وسجله في جدول البيانات.
4. ابحث عن النوع الذي اخترته واملأ جدول البيانات بالمعلومات. ثم لاحظ شوكيات الجلد في بيئاتها الطبيعية، وذلك بزيارة حديقة حيوان محلية أو أحواض تربيتها. إذا كنت لا تستطيع ملاحظة الحيوانات في بيئاتها الطبيعية فاحصل على معلومات عن شوكيات الجلد من المرجع العلمي، أو ارجع إلى الإنترنت.
5. سجل ملاحظاتك في جدول البيانات.
6. تعاون مع زملائك في تعبئة الأجزاء الناقصة في جدولك.

نجم البحر، والسلة النجمية، وقنفذ البحر الشوكي أنواع تعيش في مياه الخلجان.

حلّل ثم استنتج

1. **صف** بعض الصفات الجسمية الأساسية التي تشترك فيها شوكيات الجلد.
2. **قارن** بين استراتيجيات التكاثر الجنسي واللاجنسي المستعملة في أنواع شوكيات الجلد المتنوعة.
3. **التفكير الناقد** تختلف اليرقات والحيوانات البالغة في شوكيات الجلد في طرائق عديدة مهمة. وضح الفوارق بينها، وبيّن مزاياها.
4. **فسر البيانات** ما مصادر الغذاء الرئيسة لشوكيات الجلد التي درستها؟
5. **استخلص النتائج** هل تكيفت شوكيات الجلد للعيش في البيئات البحرية؟ فسر إجابتك.
6. **تحليل الخطأ** صف مزايا ومساوئ الحصول على معلومات حول شوكيات الجلد عبر المواقع الإلكترونية.

الكتابة في علم الأحياء

مرجع استعمل البيانات التي جمعتها لعمل ملخص حقائق يحوي صورًا ومعلومات مهمة حول كل من شوكيات الجلد التي درستها. ثمَّ ضم ملخصك إلى ملخصات الطلبة الآخرين لتكون في النهاية مرجعًا عن شوكيات الجلد يبقى في مركز مصادر التعلم في مدرستك.

الفصل 1

دليل مراجعة الفصل

المطويات **حلّل** استعمل ما تعلمته في هذا الفصل لمناقشة تصنيف اللافقاريات الحبلية مع شعبة الحبليات.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
1–1 خصائص شوكيات الجلد	
اللواقط القدمية الجهاز الوعائي المائي المصفاة القدم الأنبوبية الحوصلة	**الفكرة الرئيسة** **شوكيات الجلد حيوانات بحرية لها هيكل داخلي بأشواك، وجهاز وعائي مائي، وأقدام أنبوبية؛ ولأفرادها البالغة تناظر شعاعي.** • يمكن تحديد الأفراد البالغة من شوكيات الجلد باستعمال أربع صفات تركيبية رئيسة. • لشوكيات الجلد جهاز وعائي مائي، وأقدام أنبوبية. • لشوكيات الجلد تكيفات متنوعة للتغذّي والحركة. • لشوكيات الجلد التي تعيش حاليًّا ست طوائف رئيسة.
1–2 اللافقاريات الحبلية	
الحبليات اللافقاريات الحبلية الحبل الظهري الذيل خلف الشرجي الحبل العصبي الظهري الأنبوبي الجيوب البلعومية	**الفكرة الرئيسة** **اللافقاريات الحبلية لها صفات تربطها مع الفقاريات الحبلية.** • للحبليات أربع صفات رئيسة جعلتها مختلفة عن الحيوانات غير الحبلية. • للافقاريات الحبلية جميع صفات الحبليات إلَّا أنه ليس لها الصفات الرئيسة للفقاريات الحبلية. • الحبل الظهري تكيُّف يُمكّن الحيوانات من الحركة بطرائق لم تتحرك بها من قبل. • السهيم من اللافقاريات الحبلية، له شكل يشبه السمكة، ولأفراده البالغة كل الصفات الرئيسة للحبليات. • الكيسيات لافقاريات حبلية كيسية الشكل، ولها صفات الحبليات وهي في مرحلة اليرقة.

الفصل 1 التقويم

1-1

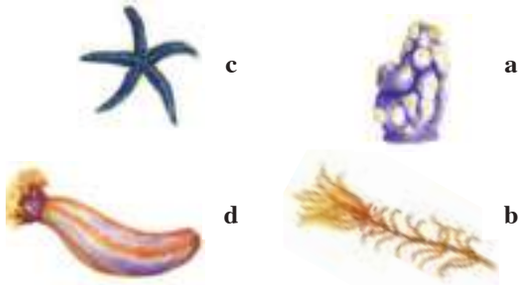
مراجعة المفردات

ميز بين زوجي المصطلحات الآتية:

1. قدم أنبوبية، وحوصلة عضلية
2. مصفاة، وجهاز وعائي مائي

تثبيت المفاهيم الرئيسة

3. أيّ مما يأتي ليس من شوكيات الجلد؟



4. أيّ شوكيات الجلد الآتية يُعد حيوانًا جالسًا في طور من حياته؟

a. خيار البحر. **c.** نجم البحر الهش.
b. زنابق البحر. **d.** قنفذ البحر.

5. ما الوظائف الثلاث التي تقوم بها القدم الأنبوبية؟

a. تكاثر، تغذٍّ، تنفس.
b. تغذٍّ، تنفس، تنظيم عصبي.
c. تغذٍّ، تنفس، حركة.
d. نمو جنيني، تكاثر، تنفس.

6. أيّ مما يأتي مرتبط بثانوية الفم؟

a. المفصليات.
b. الديدان الحلقية.
c. الرخويات.
d. الحبليات.

7. أيّ مما يأتي له علاقة بحماية شوكيات الجلد؟

a. هيكل داخلي، ملاقط، أشواك.
b. مصفاة، لوامس، هيكل داخلي.
c. نظام وعائي مائي، حوصلة، ملاقط.
d. هيكل خارجي، ملاقط، أشواك.

8. من الفروق الرئيسة بين اليرقة والحيوان البالغ في شوكيات الجلد:

a. اليرقة بدائية الفم، والحيوان البالغ ثانوي الفم.
b. اليرقة ثانوية الفم، والحيوان البالغ بدائي الفم.
c. لليرقة تناظر جانبي، وللبالغ تناظر شعاعي.
d. لليرقة تناظر شعاعي وللبالغ تناظر جانبي.

9. أيّ مجموعات شوكيات الجلد الآتية لها شجرة تنفسية مع العديد من التفرعات؟

a. خيار البحر.
b. نجم البحر.
c. زنابق البحر.
d. قنفذ البحر.

أسئلة بنائية

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 10 و11.

10. **إجابة قصيرة.** افحص الرسم الدائري وقدر نسبة شوكيات الجلد من نوع خيار البحر.

11. **نهاية مفتوحة.** افحص الرسم الدائري، واشرح لماذا لا تظهر طائفة اللؤلئيات مع الطوائف الأخرى لشوكيات الجلد الحية؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

تقويم الفصل 1

12. نهاية مفتوحة. وجد العلماء أحفورة لها الصفات الآتية: هيكل داخلي شبيه بالهيكل في شوكيات الجلد، شكل يشبه الذيل مع فتحة الشرج في نهاية الذيل، شكل يمكن أن يكون خيشومًا، تناظر شبيه بشوكيات الجلد. كيف يستطيع العلماء أن يصفوا هذا الحيوان اعتمادًا على تصنيف شوكيات الجلد؟

13. نهاية مفتوحة. الحيوانات في منطقة المد والجزر تعاني من نقص الماء، وارتفاع درجة الحرارة أكثر من الحدود التي تستطيع الحيوانات تحملها. وتبقى درجة حرارة نجم البحر نحو 18 درجة أقل من درجة حرارة بلح البحر في المنطقة الواحدة في يوم حار. كوّن فرضية تبين فيها لماذا تكون درجة حرارة جسم نجم البحر أقل؟

التفكير الناقد

14. لاحظ ثم استنتج. في أثناء سيرك على الشاطئ وجدت حيوانًا له العديد من الأذرع الجلدية والأقدام الأنبوبية. إلى أي أنواع الحيوانات يمكن أن ينتمي هذا الحيوان؟

15. كوّن فرضية. لبعض قنافذ البحر فترة حياة طويلة. كوّن فرضية حول سبب ذلك.

1-2

مراجعة المفردات

استبدل الكلمات التي تحتها خط بمصطلحات صحيحة من صفحة دليل مراجعة الفصل.

16. اللافقاريات لها صفات الحبليات، وليس لها عمود فقري.

17. تركيب يمكن اللافقاريات من السباحة بتحريك الذيل إلى الأمام والخلف.

18. وصلات تربط تجويف الفم بالمرئ، تكون شقوقًا، وتستعمل في ترشيح الغذاء في بعض اللافقاريات الحبلية.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

19. أيّ مما يأتي يوجد في الحبليات خلال فترة من حياتها؟

a. جهاز وعائي مائي، حبل ظهري، جيوب بلعومية، ذيل خلف شرجي.

b. قميص، جيوب بلعومية، حبل شوكي ظهري أنبوبي، ذيل خلف شرجي.

c. أقدام أنبوبية، حبل ظهري، جيوب بلعومية، ذيل خلف شرجي.

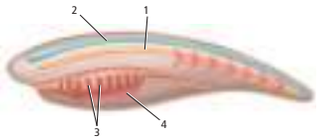
d. حبل شوكي ظهري أنبوبي، حبل ظهري، جيوب بلعومية، ذيل خلف شرجي.

20. ما الوظيفة الرئيسة للذيل خلف الشرجي؟

a. الدوران. **c.** المرونة.

b. الهضم. **d.** الحركة.

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 21 و 22.



21. أصبحت السباحة كسباحة السمكة ممكنة بواسطة التركيب:

a. 1 **c.** 3

b. 2 **d.** 4

22. أيّ التراكيب تتحول إلى دماغ وحبل شوكي في أغلب الحبليات؟

a. 1 **c.** 3

b. 2 **d.** 4

1 تقويم الفصل

23. أيّ الصفات الآتية ينطبق على حيوان بخاخ البحر البالغ؟
   a. له تناظر جانبي.
   b. له مظهر السهيم البالغ نفسه.
   c. له صفة واحدة فقط من صفات الحبليات بوصفه حيوانًا بالغًا.
   d. حيوان مفترس ونشط في السباحة.

24. ماذا تفرز القناة الداخلية في اللافقاريات الحبلية؟
   a. البروتين المماثل لهرمون الغدة الدرقية.
   b. المخاط.
   c. الحبل الظهري.
   d. الجيوب البلعومية.

25. شوكيات الجلد ذات صلة بالحبليات. أيّ الصفات الآتية تشتركان فيها؟
   a. لهما جيوب بلعومية
   b. بدائية الفم.
   c. ثانوية الفم.
   d. تجويف جسمي كاذب.

26. أيّ التراكيب الآتية يمكن أن يكوّن الغدة الدرقية؟
   a. الحبل الشوكي الظهري الأنبوبي.
   b. الحبل الظهري.
   c. القناة الداخلية.
   d. الجيوب البلعومية.

27. أيّ صفات الحبليات الآتية مكّن الحيوانات الكبيرة من التخصص؟
   a. الحبل الشوكي الظهري الأنبوبي.
   b. الحبل الظهري.
   c. الجيوب البلعومية.
   d. الذيل خلف الشرجي.

أسئلة بنائية

28. **نهاية مفتوحة.** وضّح لماذا لا توجد لافقاريات حبلية في المياه العذبة؟

29. **نهاية مفتوحة.** ماذا يحدث إذا اختفت جميع حيوانات السهيم؟

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 30 و31.

30. **إجابة قصيرة.** افحص الرسم، ووضّح لماذا لا يمكن أن يكون هذا الحيوان لافقاريًّا حبليًّا؟

31. **إجابة قصيرة.** ما الصفات التي يشترك فيها هذا الحيوان مع اللافقاريات الحبلية؟

التفكير الناقد

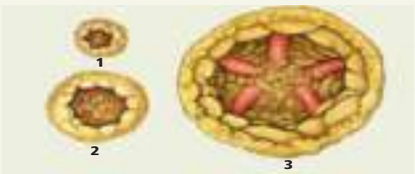
32. **حلّل** كيف يمكن أن تساعد يرقات المخلوقات العلماءَ على تصنيف الحيوانات وتحديد العلاقات التركيبية بينها؟

تقويم إضافي

33. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب قصيدة شعرية توضح فيها شوكيات الجلد المفضلة لديك. وتحقق أنك سوف تشير إلى صفاتها الحقيقية.

أسئلة المستندات

ادرس الرسوم التوضيحية لتكوين الأذرع في نجم البحر.



34. ما نوع التناظر المبين في الرسم رقم 1؟

35. بيّن كيف يمكن أن تتكون أذرع إضافية؟

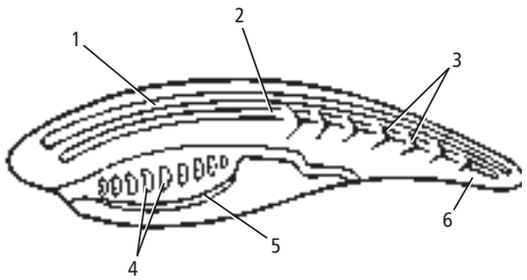
36. كيف يعكس عدد الأذرع في الرسم 3 صفات لشوكيات الجلد جميعها؟

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أيّ الصفــات الآتية جعلت شــوكيات الجلد قريبة من الفقاريات؟
   a. تناظر جانبي للأفراد المكتملة النمو.
   b. يرقة حرة السباحة.
   c. ثانوية الفم.
   d. تناظر شعاعي لليرقات.

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 2، 3.



2. أيّ التراكيب حل محله عظم أو غضروف في الفقاريات الحبلية؟
   a. 1
   b. 2
   c. 4
   d. 5

3. أيّ التراكيب يعد حزمة من الأعصاب محمية بسائل؟
   a. 1
   b. 3
   c. 5
   d. 6

أسئلة الإجابات القصيرة

4. نجم البحر من شوكيات الجلد، يتغذى على المحارات. لماذا ينبغي على مزارعــي المحارات ألا يقطعوا أذرع نجم البحر ويلقوها مرة أخرى إلى الماء.
5. قــوّم تكيفات الدفــاع لمجموعتين مــن اللافقاريات الحبلية.
6. قارن بين الصفات الرئيسة لشــوكيات الجلد وحيوان آخر تعرفه من الشعبة نفسها.

أسئلة الإجابات المفتوحة

7. اشرح فيم تتشابه شوكيات الجلد والديدان الحلقية؟

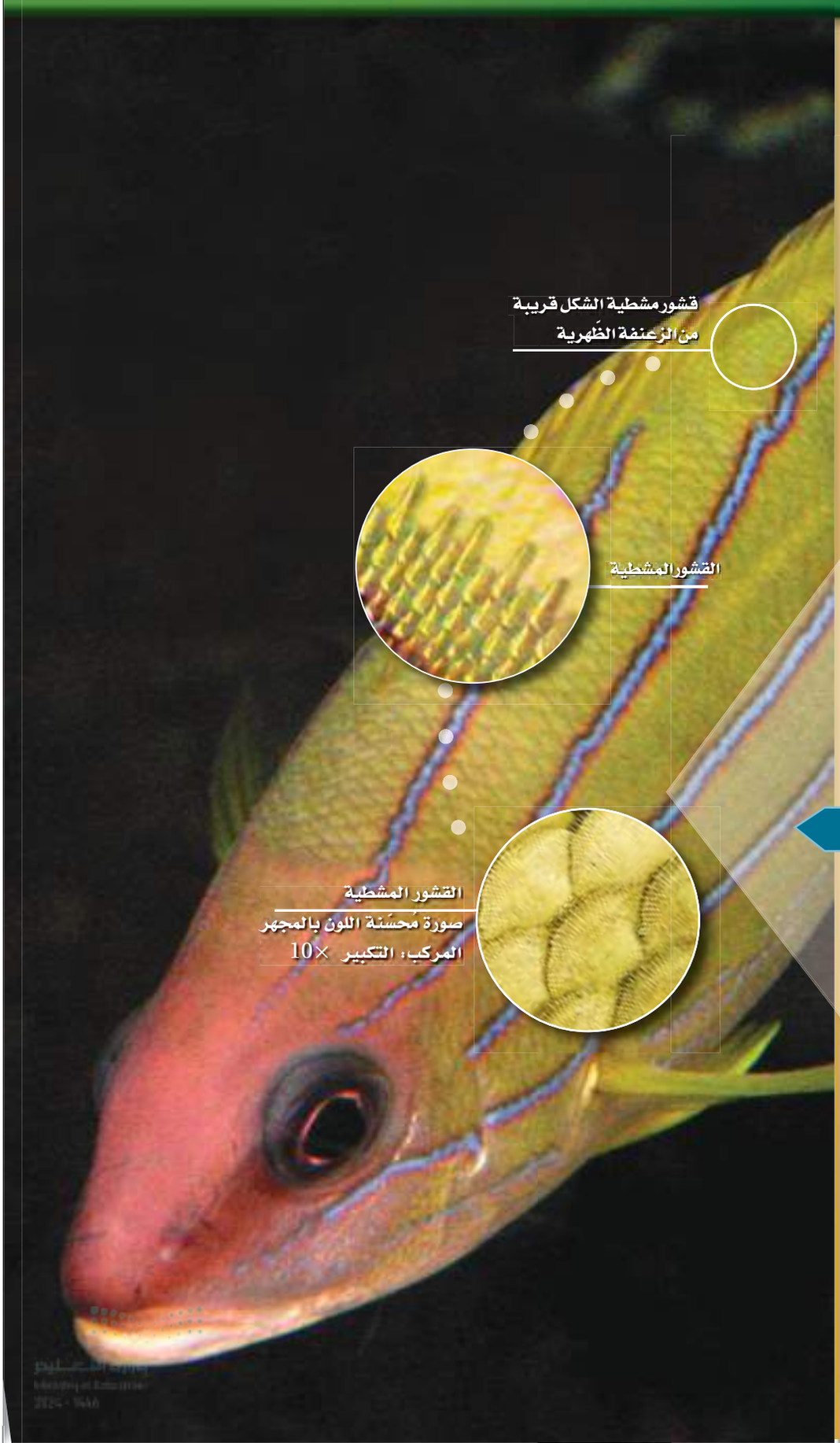
يساعد هذا الجدول على تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال

السؤال	1	2	3	4	5	6	7
الدرس / الفصل	1–1	1–2	1–2	1–1	1–2	1–1	1–1
الصف	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2

الفصل 2

الأسماك والبرمائيات

Fishes and Amphibians



الفكرة العامة خلق الله للأسماك تكيفات تساعدها على العيش في البيئات المائية. في حين تكيفت معظم البرمائيات ـ بما وهبها الله تعالى من خصائص ـ لتعيش جزءًا من حياتها على اليابسة.

2-1 الأسماك

الفكرة الرئيسة الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتَّكاثر في الماء.

2-2 البرمائيات

الفكرة الرئيسة لمُعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءًا من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.

حقائق في علم الأحياء

- تحتوي قشور الأسماك على حلقات نمو تشبه تلك التي في جذوع الأشجار.
- تحتوي بعض القشور على مادة المينا، وهي المادة نفسها التي تكوِّن الأسنان.
- قشور الأسماك عديمة اللون؛ أما اللَّون الظاهر فيأتي من الجلد الذي يلي القشور.

تجربة استهلالية

ما خصائص المجموعات المختلفة من الأسماك؟

صُنِّفت الأسماك في ثلاث مجموعات رئيسة ـ أسماك لافكية، وأسماك غضروفية، وأسماك عظمية ـ اعتمادًا على خصائصها الداخلية والخارجية. ستقارن في هذه التجربة بين الخصائص الخارجية للأسماك في المجموعات الثلاث.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التَّجارب العملية.
2. افحص صورًا تمثِّل كلًّا من مجموعات الأسماك الثلاث. انظر إلى بعض الخصائص ومنها الجلد/ القشور، وموقع الزعنفة، وشكل كلٍّ من الزعنفة والعينين والفم والأسنان والجسم والذيل.
3. صمِّم جدولًا، وسجِّل فيه المعلومات التي تتعلق بالمميِّزات الخارجية للمجموعات المختلفة للأسماك.

التَّحليل

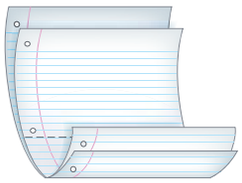
1. **لخِّص** ما الاختلافات الرئيسة للخصائص الخارجية لهذه المجموعات من الأسماك؟
2. **استنتج** ما أهمية فحص التراكيب الخارجية وخصائص المخلوقات الحية والمقارنة بينها عند تصنيفها؟

المطويات منظمات الأفكار

الأسماك والبرمائيات اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تحديد خصائص الأسماك والبرمائيات.

الخطوة 1: ضع ورقتين إحداهما فوق الأخرى، على أن تبعد إحداهما عن الأخرى رأسيًّا مسافة 1.5 ، كما في الشكل الآتي:

الخطوة 2: اثن الطرف السفلي للورقة لتكوين ثلاثة ألسنة متساوية، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: ثبِّت الأوراق معًا على طول الطرف المثنيّ، وعنون كل لسان كما في الشكل الآتي:

المطويات **استخدم هذه المطوية في القسم 1–2 و2–2.** سجِّل –وأنت تقرأ الدرس– معلوماتك عن خصائص كل مجموعة، ثم ارسمها.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

2-1

الأهداف

- **تحدِّد** خصائص الفقاريات التي تميزها عن اللافقاريات.
- **تصف** أهم الخصائص المُشتركة بين طوائف الأسماك.
- **تلخِّص** تكيُّف خصائص الأسماك مع الحياة المائية.
- **تقارن** بين الخصائص المختلفة لطوائف الأسماك.

مراجعة المفردات

الحبل الظهري Notochord: تركيب مرن يشبه العصا، يمتد على طول الجسم.

المفردات الجديدة

الغضروف
العرف العصبي
الزعنفة
القشور
غطاء الخياشيم
الأُذين
البُطين
الوحدة الأُنبوبية الكلوية (النفرون)
جهاز الخط الجانبي
وضع البيض (التبويض)
مثانة العوم

الأسماك Fishes

الفكرة الرئيسة **الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتَّكاثر في الماء.**

الرّبط مع الحياة لعلك رأيت حوض ماء مليئًا بأسماك ملونة تشبه تلك التي في الصورة في بداية الفصل. ما التكيُّفات التي تُمكِّن الأسماك من العيش في الماء؟ للأسماك خصائص فريدة تسمح لها بالعيش والتكاثر في الماء.

خصائص الفقاريات

Characteristics of Vertebrates

درست حتى الآن الإسفنجيات واللاسعات والرخويات والديدان بأنواعها والمفصليات وشوكيات الجلد، وكلها لا فقاريات. تذكَّر أنَّ أهم أربع خصائص للحبليات هي أن لها حبلاً عصبيًّا ظهريًّا، وحبلًا ظهريًّا، وجيوبًا بلعومية، وذيلًا خلف شرجي وتندرج الحيوانات الفقارية ضمن تحت شعبة الفقاريات. ولهذه الفقاريات عمود فقري وخلايا مُتخصِّصة تنمو من الحبل العصبي. ويعد العمود الفقري سمة أساسية للفقاريات. تضم طوائف الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزَّواحف والطُّيور والثدييات.

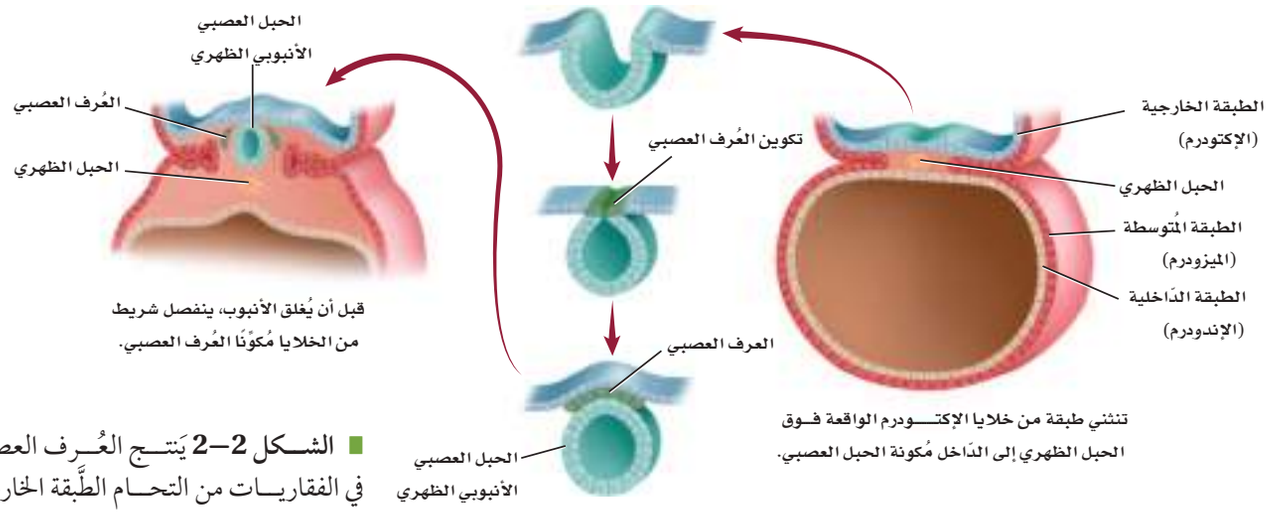
العمود الفقري Vertebral column في معظم الفقاريات يحل العمود الفقري – الذي يحيط بالحبل العصبي ويحميه– محل الحبل الظَّهري. ويحدث استبدال الحبل الظَّهري خلال النمو الجنيني. فالغضروف أو العظم هما المادتان المكونتان للهياكل الدَّاخلية لمعظم الفقاريات. ويُعرّف **الغضروف** cartilage بأنه مادة قاسية مرنة تُكوِّن هياكل أو أجزاء من هياكل الفقاريات.

تُعد الأعمدة الفقرية، المبينة في **الشكل 1–2**، تراكيب مهمّة للفقاريات. ويعمل العمود الفقري عمل عصا قوية ومرنة؛ حيث تستند عليه العضلات في أثناء السِّباحة أو الرَّكض. وتساعد الفقرات المنفصلة الحيوان على التَّحرُّك بسرعة وسهولة. كما تُساعد العظام على انقباض العضلات بقوة، فتزيد من قوة الحيوان.

الأفعى المجلجلة ذات القرون

سمكة

الشكل 1–2 يوجد العمود الفقري في معظم الفقاريات، ومنها الأسماك والزَّواحف المبينة في الشكل أدناه.



■ **الشكل 2–2** يَنتج العُرف العصبي في الفقاريات من التحام الطَّبقة الخارجية من حافتي الانثنائين العصبيين في المرحلة الجنينية.

العُرف العصبي Neural crest تحدث عملية أخرى مهمَّة في أثناء تكوُّن الحبل العصبي خلال النمو الجنيني في الفقاريات، وهي تكوِّن **العُرف العصبي** neural crest، وهو مجموعة من الخلايا، تتكون من الحبل العصبي في الفقاريات. ويوضح **الشكل 2–2** عملية تكوُّن العُرف العصبي. وعلى الرَّغم من أنَّ هذه المجموعة من الخلايا صغيرة إلا أنها مهمّة لنمو الفقاريات؛ لأنَّ العديد من أجزاء أجسام الفقاريات المُهمّة تنتج عن العُرف العصبي. ومن هذه الأجزاء أجزاء من الدِّماغ والجُمجمة وبعض أعضاء الإحساس، وأجزاء من الجيوب البلعومية، وعزل (تغليف) الألياف العصبية، وخلايا غُدد مُحدَّدة.

ومن الخصائص الأُخرى المميزة للفقاريات وجود الأعضاء الدَّاخلية، ومنها الكلى والكبد والقلب، وجهاز دوري مغلق.

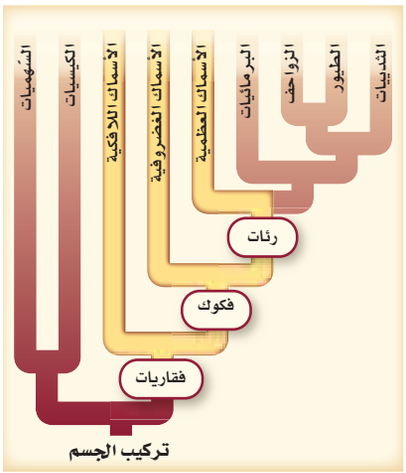
ماذا قرأت؟ فسِّر لماذا يُعد العُرف العصبي صفة مهمة للفقاريات؟

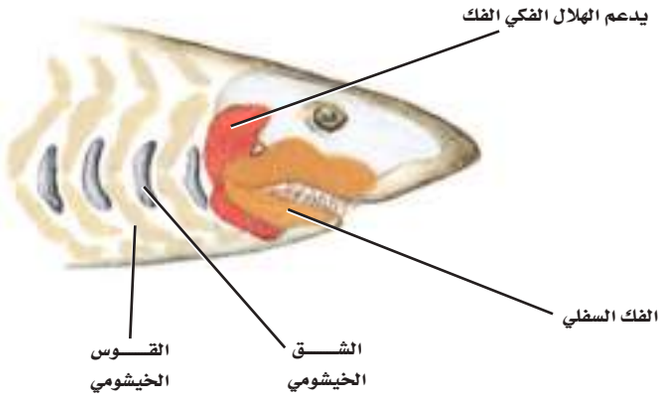
خصائص الأسماك Characteristics of Fishes

تعيش الأسماك في معظم البيئات المائية على سطح الأرض، في البحار والبِرَك والجداول وبعض المستنقعات، وبعضها الآخر يعيش في الظلمة التامة في قاع المحيط. كما تعيش أسماك أُخرى في المياه المتجمدة في المناطق القطبية؛ حيث يحتوي دمها على بروتينات خاصة تمنع تجمده. وهناك نحو 24,600 نوع من الأسماك، وهذا يفوق مجموع أنواع الفقاريات كلها مجتمعة، وتتراوح حجومها بين أسماك قرش الحوت Whale shark التي قد يبلغ طولها 18 m، إلى أسماك المشط الصغيرة وهي في حجم ظفر الإنسان.

وقد خلق الله للأسماك عددًا من الخصائص التركيبية ساعدتْها على العيش في معظم البيئات المائية، من هذه الخصائص المهمة وجود الفكوك في بعض الأسماك، والرِّئات في بعضها الآخر. ويوضح مخطط العلاقات التركيبية في **الشكل 3–2** أن هناك ثلاث طوائف من الأسماك، كلّها فقاريات. وعلى الرَّغم من أنَّ أجسام الأسماك تختلف في الشَّكل والتَّركيب كثيرًا، إلا أنّ لها العديد من الصِّفات المشتركة. ولمعظم الأسماك عمود فقري وفكوك وزعانف مزدوجة وقشور وخياشيم ودورة دموية واحدة، ولا تستطيع بناء بعض الأحماض الأمينية.

■ **الشكل 3–2** تم تمييز الطوائف المختلفة من الأسماك بالألوان في هذا المخطط.





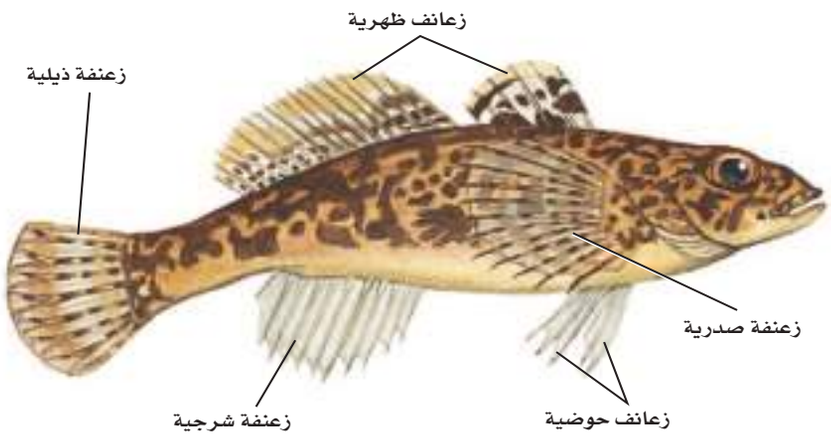
الشكل 4–2 تتكون الفكوك من الأقواس الخيشومية الأمامية في الأسماك الفكية.

الفكوك Jaws لمعظم الأسماك فكوك. ويوضِّح **الشكل 4–2** الأقواس الخيشومية التي تكوِّن الفكوك في الأسماك؛ إذ تسمح هذه الفكوك للأسماك الكبيرة بافتراس العديد من المخلوقات الحية، وقد تكون قادرة على افتراس أسماك أكبر حجمًا وأكثر نشاطًا، فتُمسك الأسماك الفريسة بأسنانها القوية، وتحطِّمها بعضلات فكَّيها القوية. كما تساعد الفكوك الأسماك على الدفاع عن نفسها ضد بعض المُفترسات.

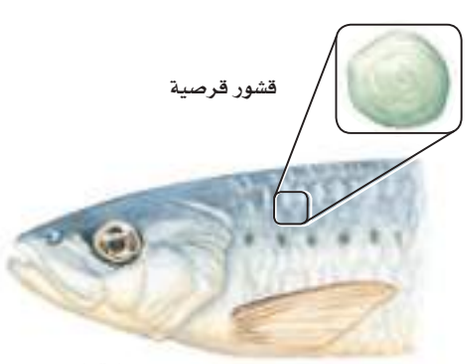
ماذا قرأت؟ صف ما أهمية الفكوك في الأسماك؟

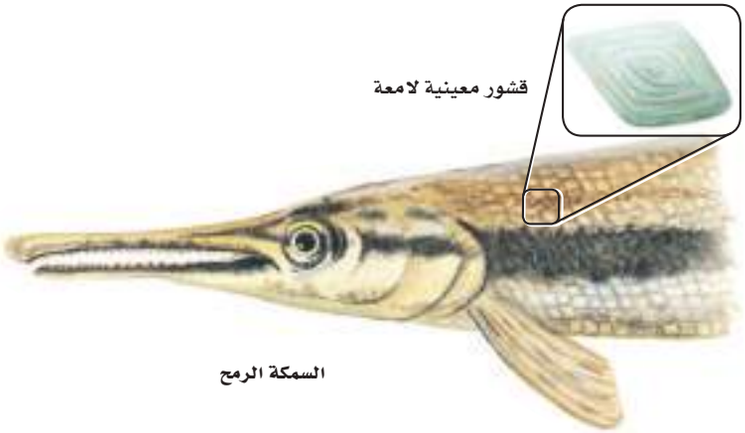
الزعانف المزدوجة Paired fins من بديع صنع الخالق عز وجل أن وهب للأسماك تراكيب مختلفة، ومنها الزَّعانف المزدوجة؛ لتساعدها على العيش في البيئات المائية المتنوعة. **الزعنفة** fin تركيب يشبه المجداف على جسم السمكة، أو أي حيوان مائي آخر، تُستعمل للتَّوازن، وتغيير اتجاه الحركة، والاندفاع إلى الأمام. والزَّعانف الحوضية والزَّعانف الصَّدرية، المبينة في **الشكل 5–2**، تمنح السَّمكة استقرارًا أكثر أثناء السباحة. ولمعظم الأسماك زعانف مزدوجة؛ تُقلِّل من فرصة الانقلاب الجانبي (عدم التوازن) للسمكة، وتسمح بتوجيه أفضل لها خلال السِّباحة.

ساهم وجود كل من الفكوك والزعانف المزدوجة لدى الأسماك في قدرتها على افتراس بعض الأسماك الأخرى، كما مكنتها هذه التراكيب من العيش في بيئات جديدة، وإنتاج أجيال أكثر.



الشكل 5–2 الزَّعانف المُزدوجة للأسماك (ومنها الزَّعانف الحوضية والصَّدرية) تسمح لها بالحفاظ على توازُنها في أثناء السباحة، وتغيير اتجاه حركتها في الماء.





القشور Scales للأسماك نوع واحد على الأقل من أربعة أنواع مختلفة من القشور. و**القشور** scales تراكيب صغيرة مُسطَّحة تشبه الصَّفيحة، توجد بالقُرب من سطح الجلد في معظم الأسماك. ومنها: القشور المشطية في صورة أحد أنواع الأسماك العظمية الموضحة في بداية هذا الفصل، وكذلك القشورالقرصية التي تتكون من عظم وجلد، وهي رقيقة مرنة، تغطي جسم سمكة السردين، كما في **الشكل 6–2**. أما قشور القرش فتُسمَّى القشور الصفائحية، وهي مكونة من مواد قاسية وثقيلة، وتشبه الأسنان، كما في **الشكل 14–2** الذي ستدرسه لاحقًا. وأما النوع الرابع من القشور فهو القشورالمعينية اللامعة التي تغطي جسم السمكة الرمح، المبينة في **الشكل 6–2**، وهي معينية الشكل ومكوَّنة من مينا (المادة نفسها التي تغطي أسنان الإنسان) وعظم.

ماذا قرأت؟ **استنتج** لماذا تختلف القشور باختلاف نوع السمكة؟

■ **الشكل 6–2** يبين نوعين من قشور الأسماك، هما القشور المعينية، والقشور القرصية.

صف الفروق الظاهرية بين القشور القرصية والقشور المعينية.

تجربة 1–2

ملاحظة سمكة

ما خصائص الأسماك التي تستنتجها من خلال الملاحظة؟

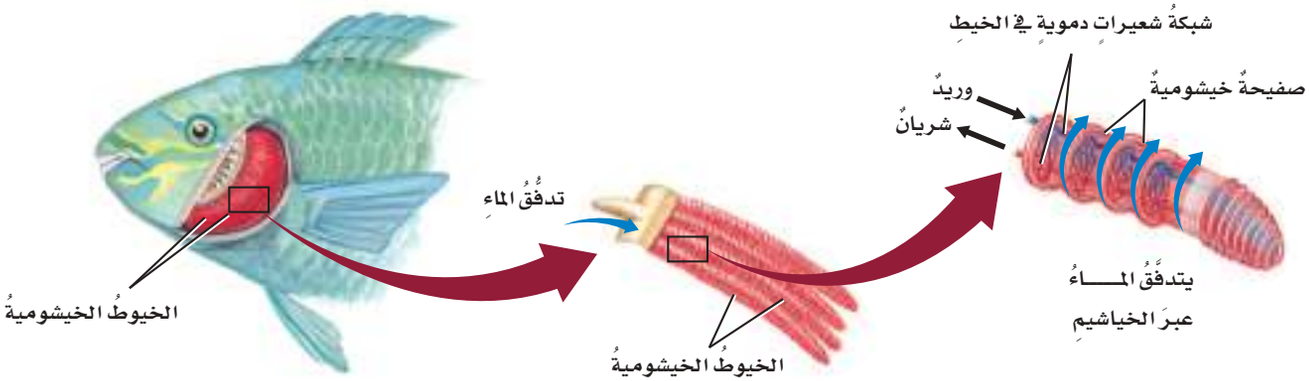
ستلاحظ في هذه التَّجربة سمكة في بيئتها المائية.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. لاحظ سمكة (أسماكًا) في حوض مائي.
3. ارسم شكلًا توضيحيًّا لسمكة، ثم أشر إلى التراكيب الآتية: الزعنفة الظَّهرية، الزعنفة الذَّيلية، الزعنفة الشَّرجية، الزعانف الصَّدرية، الزعانف الحوضية، القشور، الفم، العين، غطاء الخياشيم.
4. لاحظ كيف تتحرَّك السمكة في الماء. ووضِّح كيف تُحرِّك السمكة جسمها وزعانفها عندما تتحرَّك إلى الأمام في الماء.

التَّحليل

1. **استنتج** جسم السَّمكة مُقسَّم إلى ثلاث مناطق: رأس، وجذع، وذيل. حدد هذه المناطق على الشَّكل الذي رسمته.
2. **طبِّق** افترض أنَّ سمكة فقدت إحدى زعانفها الصَّدرية عندما أفلتت من مُفترس. كيف يُمكن أن يُؤثِّر هذا في قدرتها على التَّحرُّك في الماء؟



■ **الشكل 7–2** تحتوي الصفيحة الرقيقة لخياشيم السـمكة على العديد من الأوعية الدموية.

استنتج لماذا تتكوَّن خياشيم الأسماك من نسيج رقيق جدًّا؟

الخياشيم Gills يسـمح تكيف آخر للأسـماك بالعيش في البيئـات المائية، وهو قُدرتها على الحصول على الأكسـجين من الماء؛ إذ تحصل الأسـماك على الأكسـجين عندما يدخل الماء فمها، ثُمَّ يعبر خياشـيمها، فينتشر الأكسجين من الماء إلى الدَّم. وتتكوَّن الخياشيم من خيوط رقيقة مُغطَّاة بصفيحة شديدة الانثناء. ويوضِّح **الشكل 7–2** تركيب الخياشـيم في معظم الأسماك. وتحتوي الصفيحة على العديد مـن الأوعية الدَّموية التي يمكنها أن تأخذ الأكسـجين، وتطلق ثاني أكسـيد الكربون. ويتدفق الدَّم في الخياشـيم في عكس اتجاه جريان الماء على سـطح الخياشـيم. وجريان التَّيار المُعاكس يمثل آلية فعَّالة يُمكن بها استخلاص الأكسـجين من الماء. و يُستخلص 85% من الأكسـجين المُذاب في الماء تقريبًا عندما يجري الماء فوق الخياشيم في اتجاه، ويجري الدَّم في اتجاه آخر. ولبعض الأسـماك **غطاء خيشـومي** operculum؛ وهو غطاء متحرِّك يغطِّي الخياشـيم ويحميها، ويسـاعد هذا الغطاء أيضًا في ضخّ الماء القادم من الفم عبر الخياشيم. وبعض الأسـماك ـ ومنها سمكة الرِّئة Lung fish – يمكنها أن تعيش خارج الماء لأوقات قصيرة باسـتخدام تراكيب تشـبه الرِّئات. ويمكن لأسماك الأنقليس eel (ثعبان الماء) أن تتنفَّس من خلال الجلد الرَّطب عندما تكون خارج الماء.

جهاز الدوران Circulation للفقاريـات دورة دموية مغلقة، يتمُّ فيها ضخ الدم عبـر الأوعية الدموية. ويوضح **الشـكل 8–2** الجهاز الدوري للأسـماك، حيث يجري الدَّم ـ في أغلب الأسـماك ـ في دورة دموية واحدة، ويتدفق من القلب إلى الخياشيم، ثم عبر الجسم، فيصل إلى الأنسجة ليزودها بالأكسجين، ثم يعود إلى القلب. ويُضخُّ مرة أُخرى من القلب إلى الخياشـيم، ثم إلى جميع أجزاء الجسم مرة أخرى. ولأن هذا النظام يشكل دورة واحدة كاملة ومُتصلة، فإنَّه يُسمَّى الجهاز الدوري ذا الدورة الواحدة المغلقة.

يتكوَّن القلب ـ في أغلب الأسماك ـ من حُجرتين رئيستين تشبهان الأُذين والبُطين في قلبـك. **والأُذين** atrium هو حُجرة القلب التي يصلهـا الدَّم من جميع أجزاء الجسـم، ثم ينتقل منه إلى **البُطين** ventricle؛ وهو الحجـرة التي تضُخّ الدَّم من القلب إلى الخياشيم. وعندما يمرّ الدَّم في الخياشيم ينتقل إلى سائر أجزاء الجسم.

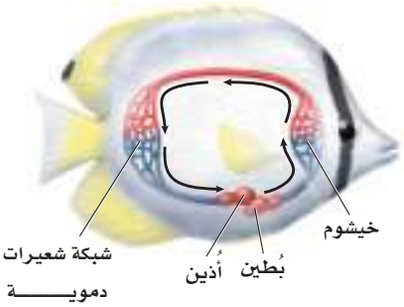
المفردات

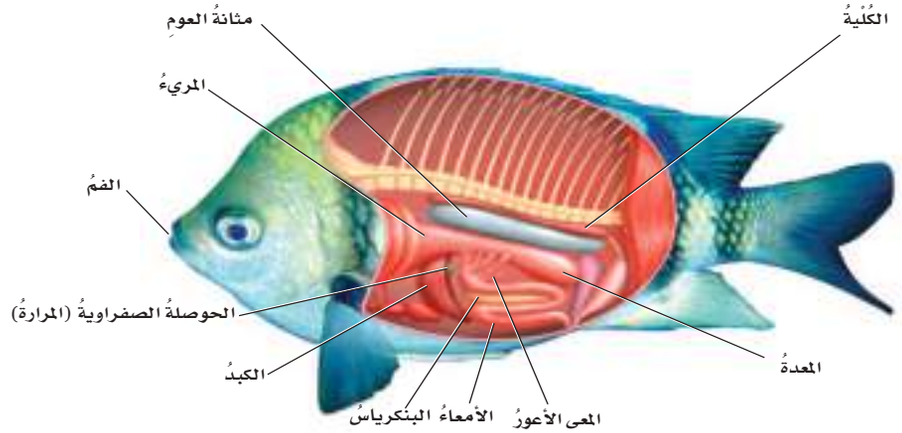
أصل الكلمة

الأُذَين Atrium

من الكلمة اللاتينية atrium، وتعني ممرًّا رئيسًـا، وفي اللغـة العربية هو أحد التجويفين في القسم الأعلى من القلب.

■ **الشكل 8–2** يضخُّ قلب السَّمكة الدَّم عبر جهاز دوري مُغلق.





■ **الشكل 9–2** أعضاء الجهاز الهضمي للسمكة تُشبه مثيلتها في الفقاريات الأُخرى.
اعمل قائمة بالتَّراكيب التي يمرُّ عبرها الطَّعام في أثناء هضمه.

التغذية والهضم Feeding and digestion تحصل بعض الأسماك على الغذاء بتصفيته من الماء، أو بالترمم بامتصاصه من بقايا عضوية في قعر المحيط. أمَّا الأسماك الفكية فهي مُفترسات فعّالة تتنوع مصادر غذائها. ويتكوَّن الجهاز الهضمي للأسماك، المبين في **الشكل 9–2**، من أعضاء تشبه مثيلتها في الفقاريات الأُخرى.

تبتلع معظم الأسماك غذاءها كاملاً، ثم يمرُّ إلى المعدة عبر أُنبوب يُسمى المريء، حيث يبدأُ الهضمُ، ويمر الغذاء بعد ذلك إلى الأمعاء، ليحدث مُعظم الهضم فيها. ولبعض الأسماك أكياس بوّابية (معي أعور)؛ وهي أكياس صغيرة عند منطقة اتصال المعدة بالأمعاء، تُفرز إنزيمات هاضمة، كما تمتص الغذاء إلى مجرى الدَّم. ويفرز كل من الكبد والبنكرياس والحوصلة الصفراوية عصارة هضمية تُساعد على إتمام الهضم.

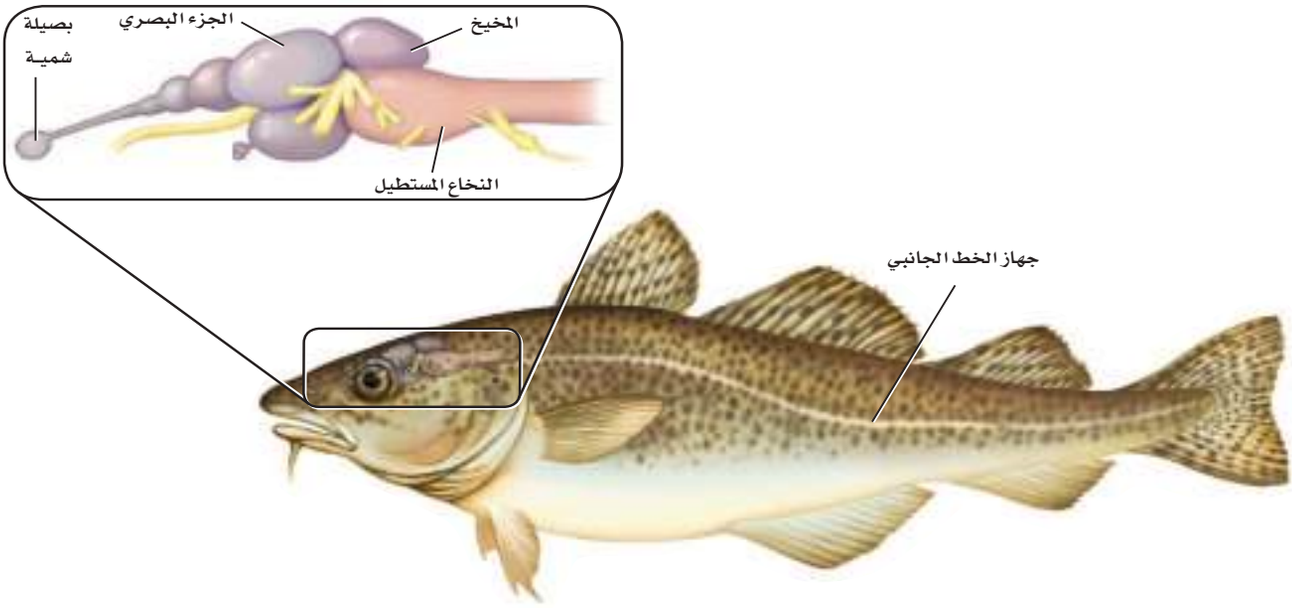
وتتصف الأسماك بأنها لا تستطيع تصنيع بعض الأحماض الأمينية؛ لذا يجب أن تحصل – مثل بعض أنواع الفقاريات الأخرى – على هذه الأحماض من الأغذية التي تأكلها.

الإخراج Excretion تُنقَّى الفضلات الخلوية من دم الأسماك عن طريق أعضاء تُسمَّى الكُلى، وتسمى الوحدة الوظيفية الأساسية للكلية **الوحدة الأُنبوبية الكلوية (النفرون)** nephron؛ وهي وحدة تنقية داخل الكلية تساعد على المحافظة على اتزان الماء والأملاح في الجسم، وتُزيل الفضلات الخلوية من الدَّم. وبعض هذه الفضلات يُطرح عن طريق الخياشيم.

الربط مع الكيمياء تستعمل أسماك المياه العذبة الخاصية الأسموزية لتأخذ الماء؛ وذلك لأن الماء المحيط بالأسماك يحوي تركيزًا منخفضًا من الأملاح؛ أي أن الماء يحتوي على عدد جزيئات كبير من الماء، مقارنة بعدد جزيئات الماء داخل أنسجة الأسماك. أما في الأسماك العظمية التي تعيش في المياه المالحة فيحدث العكس؛ لأن الماء المحيط يحوي تركيزًا عاليًا من الأملاح؛ أي أن عدد جزيئات الماء فيه قليل مقارنة بعدد جزيئات الماء داخل أنسجة الأسماك، لذلك فإن أجسام الأسماك تكون قابلة لفقد الماء. وتقوم الكليتان والخياشيم وغيرها من الآليات الداخلية بتنظيم اتزان الماء والأملاح في أجسام أسماك المياه العذبة والمالحة.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالِم الأسماك (البحار)
Ichthyologist يبحث عن معلومات حول سلوك الأسماك، وبيئتها، وتشريحها، ووظيفتها، سواء أكان ذلك في الميدان أم في المختبر. كما يهتم عالم الأسماك أيضًا بالأحواض المائية، وينظِّم مجموعات المتاحف، ويدرِّس في الجامعات، ويحاول المحافظة على جماعات الأسماك.



■ **الشكل 10–2** للأسماك دماغ يُمكِّنها من القيام بوظائفها الحيوية.
استنتج كيف يختلف دماغ سمكة تعيش على البقايا العضوية في قاع بركة ماء عن دماغ سمكة مُفترسة تسبح بخفة خلف فريسة؟

الدِّماغ والحواس Brain and Senses يتكون الجهاز العصبي للأسماك – كما في الفقاريات الأُخرى – من حبل شوكي ودماغ كما في **الشكل 10–2**. ويقوم المُخيخ بتنسيق الحركة والتَّحكُّم في الاتزان. وللأسماك مُستقبلات شمية للإحساس بالروائح، تُمكِّنها من اكتشاف المواد الكيميائية الذائبة في الماء. وتستجيب بُصيلات الشَّم للمنبه الكيميائي، وللأسماك أيضًا القدرة على الرؤية الملونة، حيث إن الأجزاء البصرية في الدماغ مسؤولة عن المعلومات البصرية. كما ينسِّق المخ المعلومات التي تستقبلها أجزاء الدِّماغ الأخرى، في حين يسيطر النّخاع المستطيل على الأعضاء الدَّاخلية.

وتستطيع الأسماك أن تكتشف أقل حركة في الماء؛ لأن لها مُستقبلات أُخرى تُسمى جهاز الخط الجانبي. **وجهاز الخط الجانبي** lateral line system يُمكِّن السَّمكة من اكتشاف الحركة في الماء، ويساعد أيضًا على إبقائها معتدلة ومتَّزنة. ويوضح **الشكل 10–2** جهاز الخط الجانبي في السَّمكة.

التَّكاثُر Reproduction تتكاثر معظم الأسماك بالإخصاب الخارجي. وتُطلق الأسماك ذكورًا وإناثًا أمشاجها (خلاياها التناسلية) بعضها قريبًا من بعض، خلال عملية تُسمَّى **وضع البيض (التبويض)** spawning. فتحصل الأجنّة النَّامية على الغذاء من الطَّعام المخزون في مُحّ البيضة. وتتكاثر بعض الأسماك ـ ومنها سمكة القرش ـ بالإخصاب الدَّاخلي. وعلى الرَّغم من حدوث الإخصاب الداخلي فإن نمو الجنين في بعض أنواع الأسماك يكون خارج جسم الأنثى بعد أن تضع البيضة المُخصَّبة. ولبعض أنواع الأسماك إخصاب داخلي ينمو فيه الجنين داخل جسم الأنثى، وفي هذه الحالة يأخذ الجنين النَّامي غذاءه من جسم الأُم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

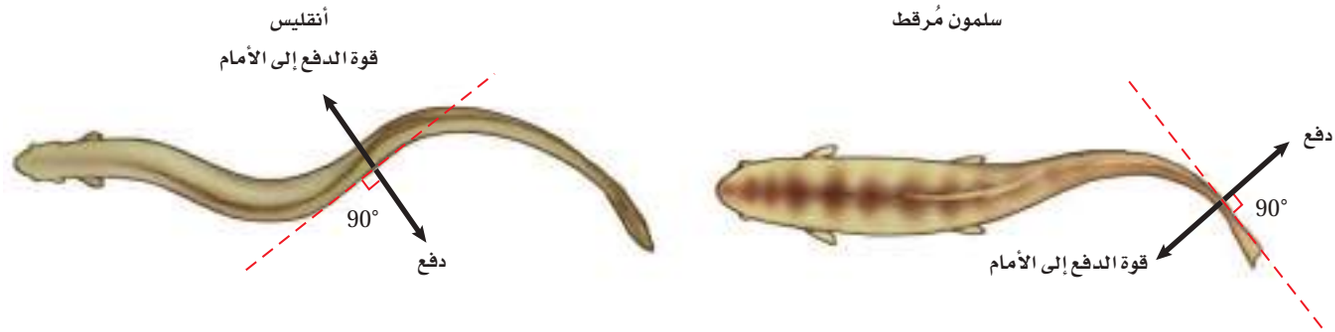
وتستطيع الأسماك التي تتكاثر بالإخصاب الخارجي أن تنتج ملايين البيوض في الفصل الواحد. ومعظم هذه الأسماك لا تحمي بيضها ولا تعتني به ولا بصغارها. لذا يكون مصير العديد من هذه البيوض والصِّغار أن تفترسها حيوانات أخرى. وتنتج الأسماك كمية كبيرة من البيوض ليتمكن بعض الصغار من النُّمو والنَّجاة حتى يصلوا إلى سن التكاثر. أما ذكور أسماك الحارس الكبير Sergeant major fish، **الشكل 11–2**، فتحرس البيوض المُخصَّبة من المُفترسات حتى تفقس الصغار.

■ **الشكل 11–2** معظم الأسماك لا تعتني بصغارها؛ ومع ذلك فإن ذَكَر أسماك الحارس الكبير من الأسماك التي تعتني ببيوضها.

الحركة Movement تكيَّفت الأسماك بشكل جيد للسِّباحة في الماء؛ فمعظم الأسماك انسيابية الشَّكل، ولمعظمها مُخاط يُزيِّت سطح جسدها، ويُقلِّل من احتكاك السَّمكة بالماء. وتُمكِّن الزَّعانفُ الأسماكَ من تغيير الاتجاهات والمُناورة بعدَّة طرائق مُختلفة، وتُقلِّل قوة طفو الماء من تأثير الجاذبية في الأسماك. وبالإضافة إلى هذا فإن **مثانة العوم** swim bladder ـ وهي كيس مملوء بغاز مثل البالون يوجد في الأسماك العظمية ـ تسمح للسَّمكة بالتحكُّم في عمق غوصها، انظر **الشكل 9–2**. وعندما تنتشر الغازات خارج مثانة العوم يمكن للسَّمكة أن تغطس إلى أسفل. أما عندما تنتشر الغازات من الدَّم إلى داخل مثانة العوم فإنَّ السَّمكة ترتفع إلى أعلى خلال الماء.

الربط الفيزياء يبين **الشكل 12–2** حركة الأسماك عبر الماء، من خلال انقباض مجموعات عضلية على جانبي أجسامها، بحيث يسمح ترتيب العضلة بانقباضها، ومن ثَم انثناء جزء كبير من جسمها. وكلما انثنى هذا الجزء من الجسم دفع الماء بقوة، مولدًا قوة معاكسة تسمح بحركة السمكة إلى الأمام. وتتولد قوة الدفع في اتجاه الانثناء في جسم السمكة. كما أن الانقباض المتبادل للعضلات ـ الذي يبدأ على جهة واحدة من جسم السمكة ثم ينتقل إلى الجهة المقابلة ـ يحافظ على استمرار حركة السَّمكة بطريقة تشبه الحرف S.

■ **الشكل 12–2** يُحرِّك الأنقليس جسمه كاملاً على نمط الحرف S. أما الأسماك الأخرى الأسرع في الحركة ـ ومنها السلمون المُرقّط ـ فتحرِّك ذيولها فقط عندما تندفع خلال الماء.



الجلكي

الجريث

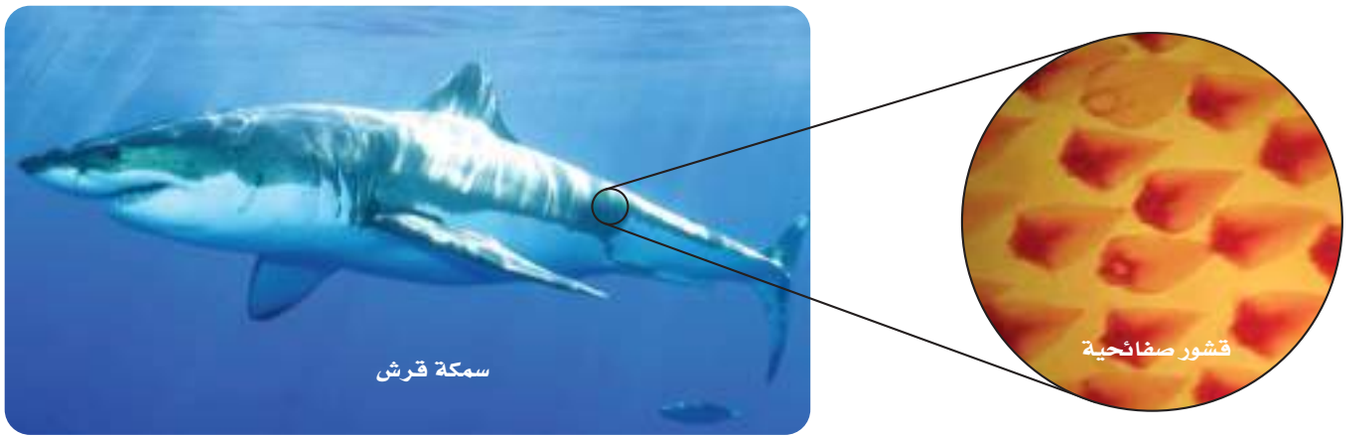
■ **الشكل 13–2** لأسماك الجريث والجلكي تراكيب تُشبه الأسنان على ألسنتها. وسمك الجلكي مُتطفل على الأسماك الحية الأُخرى. **صف التَّكيُّفات التي تراها في صورة سمكة الجريث التي تُمكنها من العيش في قاع البحر.**

طوائف الأسماك Classes of fishes

تقسم الأسماك إلى ثلاث طوائف بناءً على تركيب أجسامها؛ فأسماك الجريث Hagfish والجلكي Lamprey أسماك لافكّيّة، أما القرش والورنك Skate واللخمة Ray فأسماك غضروفية، والأسماك العظمية تتضمَّن الأسماك ذات الزعانف الشعاعية (الهامور والتونا)، وذات الزعانف المجزأة.

الأسماك اللافكّيّة Jawless fishes ومنها أسماك الجلكي والجريث، كما في **الشكل 13–2**، والجريث كالجلكي أسماك لافكّية، ليس لها قشور أو زعانف مزدوجة أو هيكل عظمي، ولها حبل ظهري يبقى طوال حياتها. وسمكة الجريث من الحيوانات الكانسة تتغذى على اللافقاريات الطرية والأسماك الميتة. وعلى الرغم من كونها عمياء تقريبًا فإن إحساسها الكيميائي الحاد يُمكِّنها من تحديد موقع الطَّعام. ولأسماك الجلكي خياشيم ولها عدد من الخصائص الأُخرى للأسماك. والجلكي البالغ، المبين في **الشكل 13–2**، مُتطفل يتغذَّى بتثبيت نفسه على أسماك أُخرى. فيستعمل فمه (القمعي المستدير) الشبيه بالممصات ولسانه المُزوَّد بتراكيب تشبه الأسنان ليتغذَّى على دم عائله وسوائل جسمه.

ماذا قرأت؟ اكتب قائمة بخصائص الأسماك اللافكية.



الأسماك الغضروفية Cartilaginous fishes ينتمي القرش والورنك واللخمة إلى طائفة الأسماك الغضروفية Chondrichthyes. وأهم ما يميز سمكة القرش وكل الأسماك الغضروفية أن الفم يقع على الجهة البطنية بالإضافة إلى هيكلها المكوَّن من الغضروف، وكربونات الكالسيوم. فالغضروف يعطي الجسم المرونة، أما كربونات الكالسيوم فتعطيه القوة. وبعض أنواع أسماك القرش لها عدَّة صفوف من الأسنان الحادة. وعندما تنكسر أسنان سمك القرش أو يفقدها، تتحرَّك أسنان جديدة نحو الأمام لتحل محلها. ولمُعظم أنواع سمك القرش أيضًا جسم انسيابي ذو رأس مُدبَّب وذيل مرتفع إلى أعلى في المُؤخرة، كما في **الشكل 14–2**.

وقد ساعد الجسم الانسيابي لأسماك القرش، إضافة إلى عضلات السِّباحة القوية وأسنانها الحادة، على أن تكون من المُفترسات المُميَّزة في الماء. ويستطيع سمك القرش الإحساس بالمواد الكيميائية في الماء، مما يسمح له بكشف الفريسة عن بُعد كيلومتر واحد. وكلما اقترب القرش من فريسته، فإنَّ الخط الجانبي على جسمه يستطيع أن يكتشف الاهتزازات في الماء. وفي المرحلة الأخيرة من مطاردة الفريسة، يُمكنه أن يستخدم بصره والمُستقبلات الأخرى لاكتشاف المجالات الكهروحيوية التي تَصدر عن الحيوانات كلها. من التكيُّفات الأخرى للحياة الافتراسية الجلد القاسي المُغطى بحراشف صفائحية، كما في **الشكل 14–2**.

بعض أسماك القرش لا تمتلك صفوفًا من الأسنان. فأسماك قرش الحوت؛ وهي أكبر أسماك القرش الحية، مخلوقات ترشيحية التغذّي من خلال استخدام تراكيب خاصة في أفواهها. ولبعض أسماك القرش الأُخرى أفواه ذات تراكيب تساعدها على التغذّي على الرَّخويات الصَّدفية.

الأسماك العظمية Bony fishes تحوي طائفة الأسماك العظمية مجموعتين من الأسماك، هما: الأسماك العظمية الشعاعية الزَّعانف، والأسماك العظمية المجزأة الزَّعانف. وللأسماك ذات الزَّعانف الشُّعاعية هيكل عظمي، وقشور مشطية أو دائرية، وغطاء يغطِّي الخياشيم، ومثانة للعوم. وأكثر ما يميز أسماك الزَّعانف الشُّعاعية مذكور في اسمها. والأغشية الرَّقيقة لزعانف هذه الأسماك مدعومة بتراكيب رقيقة تشبه الأشواك، كما في **الشكل 15–2**. ومُعظم الأسماك ـ ومنها السَّلمون والتونا ـ أسماك شعاعية الزَّعانف.

■ **الشكل 14–2** لأسماك القرش أجسام انسيابية مغطاة بقشور صفائحية صلبة.

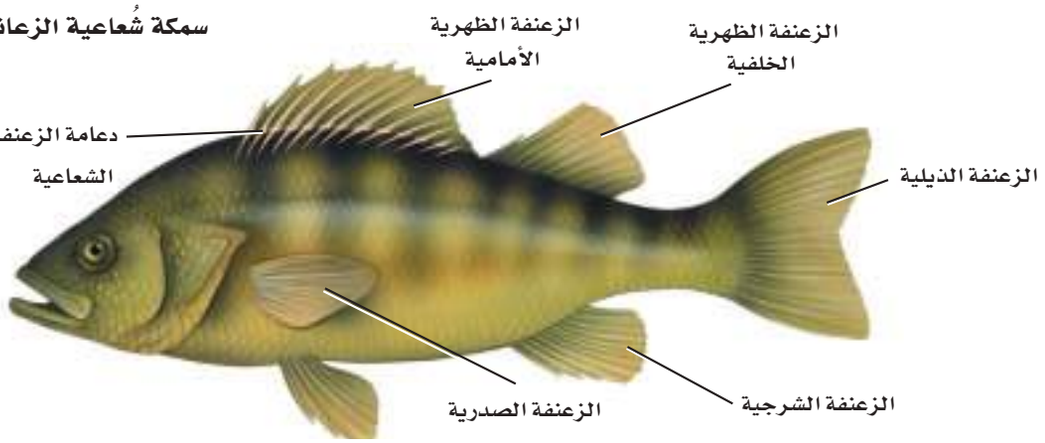
استنتج ماذا تتوقع أن يكون ملمس جلد سمكة القرش إذا لمسته؟

Bony Fishes

الأسماك العظمية

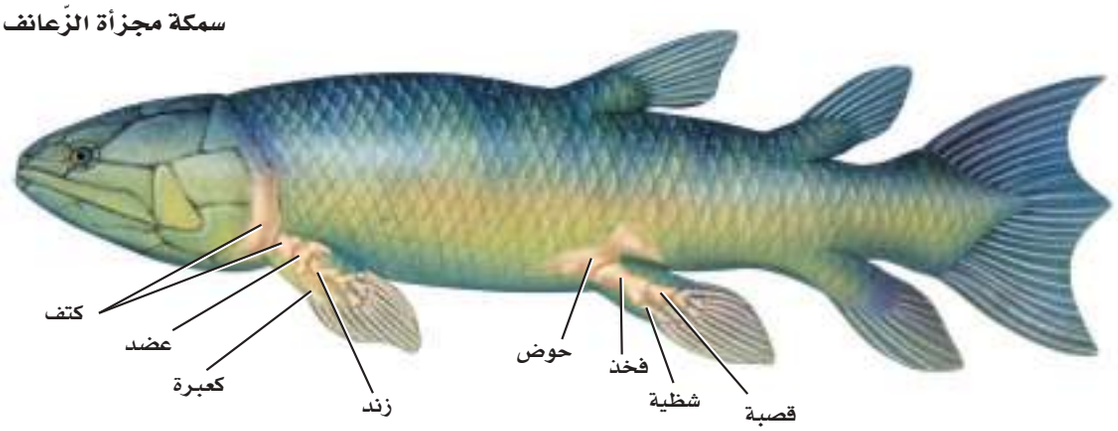
■ **الشكل 15–2** تنقسم طائفة الأسماك العظمية إلى تحت طائفتين، هما: أسماك شُعاعية الزَّعانف، وأسماك مجزأة الزَّعانف.

سمكة شُعاعية الزعانف



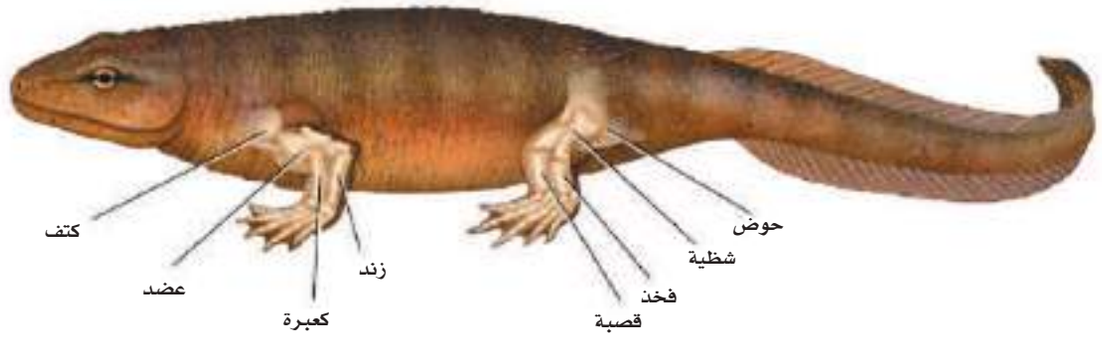
للأسماك الشعاعية الزَّعانف تراكيب رقيقة تشبه الأشواك، تدعم أغشية زعانفها.

سمكة مجزأة الزّعانف



للأسماك المجزأة الزعانف أجزاء عضلية ومفاصل تُشبة مثيلتها في الرباعيات الأطراف الأولية.

رباعيات الأطراف الأولية



تحتوي أطراف الرباعيات الأولية على مفاصل وأجزاء عضلية خاصة بالحركة والسباحة، وقد عاشت على الأرض قبل 325 مليون سنة تقريبًا.

لزعانف الأسماك المجزأة أجزاء عضلية ومفاصل، وهذا يجعل الزَّعانف أكثر مرونة من تلك التي في الأسماك الشُّعاعية الزَّعانف. وللأسماك المجزأة الزَّعانف، ومنها السمكة الرِّئوية، رئات لتبادُل الغازات. وعندما يحدث الجفاف، يُمكن للسمكة الرِّئوية أن تدفن نفسها مع زعانفها الطَّرية في الطين وتتنفس الهواء. وعندما يهطل المطر، تخرج هذه الأسماك من مخابئها، واليوم لا يوجد سوى ثمانية أنواع من الأسماك المجزأة الزعانف.

وتعدّ أسماك الزعانف الشعاعية الذيلية الجوفاء Coelacanths مجموعة أُخرى صغيرة من الأسماك الشعاعية الزَّعانف التي اعتقد الكثير من الناس أنَّها انقرضت قبل 70 مليون عام تقريبًا. ولكن في عام 1938م، اصطاد بعض الصيادين على سواحل أفريقيا الجنوبية سمكة من هذه المجموعة. ومُنذ ذلك الوقت، تمَّ اصطياد العديد من هذه الأسماك. وهناك مجموعة ثالثة انقرضت من الأسماك المجزأة الزَّعانف، لها خصائص مشتركة مع رُباعيات الأطراف. والحيوان الرباعي الأطراف Tetrapod، كما في **الشكل 15–2**، حيوان له أربعة أطراف (أرجل)، تحتوي كل منها على أجزاء عضلية وقدم وأصابع لها مفاصل.

بيئة الأسماك Ecology of Fishes

الأسماك مصدر مهم للغذاء في كل الأنظمة المائية. ومع ذلك فقد غيرت نشاطاتُ الإنسان مواطنها في المياه العذبة والمياه المالحة، ومن ذلك بناء السُّدود على الأنهار، أو التَّلوث. وتعد الأسماك مُؤشرات حيوية لصحة النظام البيئي المائي؛ فعندما تتناقص مجموعات الأسماك غير التِّجارية يكون السَّبب الرَّئيس تغيُّر الموطن. وعندما تتناقص أعداد الأسماك لا يكون التأثير سلبيًّا اقتصاديًّا على البشر فقط، بل قد تعاني الأنظمة البيئية أيضًا من عدم الاتزان.

تغيُّر الموطن Habitat alteration السَّلمون نوع من الأسماك المهاجرة، يقضي حياته كبالغ في المُحيط ولكنه يعود إلى المياه العذبة لوضع البيض في الجدول حيث يفقس فيه الصغار. وفي شمال غرب المحيط الهادئ، تغيَّرت المواطن البيئية في الأنهار والجداول بسبب بناء السُّدود التي تمنع الهجرة صعودًا وهبوطًا للسَّلمون، وكانت النَّتيجة النِّهائية في شمال غرب المحيط الهادئ، على سبيل المثال، أنَّ أعداد السَّلمون التي تسبح صاعدة عكس التَّيار، كما في **الشكل 16–2**، أصبحت حوالي ثلاثة في المئة فقط من بين 10–16 مليون سمكة سلمون ـ تقريبًا ـ سبحت إلى الأنهار قبل 150 سنة مضت.

التلوث pollution يُمكن أن تتغيَّر المواطن البيئية للأسماك من خلال التَّلوث الذي يُقلِّل من نوعية المياه العذبة وجودتها في البُحيرات، والأنهار، والجداول. ويُمكن أن يُقلِّل هذا من عدد الأسماك وتنوُّعها في منطقة ما. وفي بعض الحالات، عندما يزول السبب المسؤول عن تغيُّر الموطن البيئي وتعود الظُّروف إلى طبيعتها، تعود الأسماك أيضًا. فمثلًا انخفضت نسبة الأسماك التي تعيش بالقرب من شواطئ البحر الأحمر نتيجة التلوث بالمخلفات والفضلات. أما بالنسبة لمياه الخليج العربي فقد انخفضت نسبة العديد من أنواع الأسماك نتيجة تلوث موطنها بالنفط المتسرب إلى مياه الخليج في الفترات السابقة، وبعد تعافي الموطن تدريجيًّا بدأت أعداد هذا الأسماك بالزيادة التدريجية.

الشكل 16–2 لا تستطيع بعضُ أنواع السَّلمون القفز عن السُّدود المُستخدمة في توليد الكهرباء من الطاقة المائية. ولكي يضع بيضه، يجب أن يعود السَّلمون إلى الجداول التي فقس فيها.

التقويم 1–2

الخلاصة

- تضم الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات.
- للفقاريات كلها حبل ظهري. ويحلّ العمود الفقري في أغلب الفقاريات محلّ الحبل الظهري خلال النمو الجنيني.
- للأسماك خصائص مُعيَّنة مُشتركة. لذا تُصنَّف معًا.
- لأجسام الأسماك تكيُّفات فريدة تُمكِّنها من العيش بشكل كامل في الماء.
- يمكن تصنيف الأسماك في ثلاث طوائف أساسية، هي: أسماك لافكية، وأسماك غضروفية، وأسماك عظمية.
- الجريث والجلكي مثالان على الأسماك اللافكية. وأسماك القرش والورنك مثالان على الأسماك الغضروفية. والسلمون والهامور مثالان على الأسماك العظمية.
- تغيُّر الموطن والتَّلوث قد يؤثِّران سلبًا في جماعات الأسماك.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **لخِّص** خصائص الفقاريات التي تجعلها تختلف عن اللافقاريات.
2. **صف** خصائص الأسماك التي تسمح لها بالعيش والتَّكاثُر في الماء.
3. **قوِّم** أهمية الفكوك في الأسماك.
4. **حدِّد** الخصائص التي تشترك فيها مُعظم الأسماك.
5. **فسِّر** لماذا يجب على أسماك المياه العذبة وأسماك المياه المالحة تنظيمُ اتزان الماء والأملاح داخل أجسامها؟
6. **قارن** بين التَّراكيب الداخلية والخارجية في الأسماك اللافكية والأسماك الغضروفية والأسماك العظمية.

التفكير الناقد

7. **كوِّن فرضية** يبني ذَكَر أسماك أبي شوكة Spined stickleback الأعشاشَ من مواد لامعة برّاقة قليلة الوجود تختارها الإناث غالبًا. كوِّن فرضية حول أهمية ذلك في اختيار الأنثى ذكرًا له صفات قوية ضمن أفراد نوعه.
8. **استنتج** كيف تُؤثِّر إصابة جهاز الخط الجانبي في قُدرة السَّمكة على الهروب من المُفترسات؟

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

2-2

الأهداف

- **تحلِّل** أنواع التَّكيُّفات التي كانت مهمة عندما انتقلت بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة.
- **تلخِّص** خصائص البرمائيات.
- **تفرِّق** بين رُتب البرمائيات.

مراجعة المفردات

التَّحول Metamorphosis: تغيُّراتُ نمو مُتتابعة في شكل المخلوق الحي أو تركيبه.

المفردات الجديدة

المجمع (المذرق)

الغشاء الرامش

غشاء الطَّبلة

متغيرة درجة الحرارة

البرمائيات Amphibians

الفكرة الرئيسة **لمعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءًا من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.**

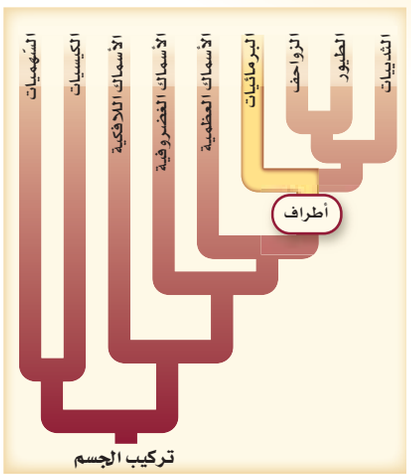
الرَّبط مع الحياة إذا فكَّرت في السِّباحة فستجد أنَّ التَّحرُّك في الماء يختلف عن التَّحرُّك على اليابسة. وكما أن للأسماك تكيُّفات تمكّنها من العيش في الماء فإن للبرمائيات البالغة أيضاً تكيُّفات للعيش على اليابسة.

الانتقال إلى اليابسة The move to land واجهتْ بعض المخلوقات الحية تحدِّيات فيزيائية كثيرة في الانتقال من الماء إلى اليابسة. و يُبيِّن **الجدول 1–2** بعض اختلافات ظروف الحياة في الماء عنها على اليابسة. وتشمل هذه الاختلافات الطَّفو، وتركيز الأكسجين، ودرجة الحرارة. ويوضح الجدول أيضًا أمثلة على تكيفات الفقاريات البرية للحياة على اليابسة، كما يوضح **الشكل 17–2** تكيف البرمائيات للحياة البرية.

الجدول 1–2 **التكيُّفات للعيش على اليابسة**

الظروف في الماء	الظروف على اليابسة	تكيُّفات الفقاريات للعيش على اليابسة
لِلماء قوة طفو تُعاكس قوة الجاذبية.	• قوة طفو الهواء أقل من قوة طفو الماء 1000 مرة تقريبًا. • يجب أن تتحرَّك الحيوانات عكس قوة الجاذبية.	تكون الأطراف والأجهزة العضلية والهيكلية للمخلوقات الحية البريَّة أقوى.
الأُكسجين يذوب في الماء، ويجب أن يُستخلص عن طريق الخياشيم من خلال دورة دموية تتحرك عكس اتجاه التَّيار المائي.	• يتوافر الأُكسجين على اليابسة أكثر من توافره في الماء 20 مرة على الأقل.	يُمكن لحيوانات اليابسة أن تحصل على الأُكسجين من الهواء بشكل فعَّال أكثر من الماء؛ بسبب رئاتها.
يحتفظ الماء بالحرارة، لذا لا تتغيَّر درجة حرارة الماء بسرعة.	• تتغيَّر درجة حرارة الهواء أسرع من درجة حرارة الماء. • قد تتغيَّر درجة الحرارة اليومية بمقدار 10°C بين النَّهار والليل.	أظهرت حيوانات اليابسة تكيُّفات سلوكية وفيزيائية؛ لكي تحمي نفسها من درجات الحرارة العالية.

الشكل 17–2 يبين أهم التكيفات التي ساعدت البرمائيات على العيش على اليابسة.



بالإضافة إلى الفروق المُدرجة في **الجدول 1–2**، هناك فرق آخر بين ظروف اليابسة والماء؛ وهو أنَّ الصوت ينتقل أسرع في الماء. لذا تستعمل الأسماك جهاز الخط الجانبي للإحساس بالذَّبذبات، أو موجات الصوت في الماء. ولكن في الهواء يكون هذا الجهاز غير فعَّال. أما في فقاريات اليابسة (البريَّة) فقد تخصصت الأذن في الإحساس بموجات الصوت التي تنتقل عبر الهواء.

بيئات اليابسة Terrestrial habitats على الرَّغم من التَّحديات المُرتبطة مع الحياة البريَّة إلا أن هناك العديد من البيئات المناسبة للمخلوقات الحية على اليابسة؛ حيث تتضمن المناطق البيئية المختلفة على اليابسة الغاباتِ المطريةَ الاستوائية، والغابات المُعتدلة، والأراضي العُشبية، والصحارى، والتّيجا Taiga، والتّندرا Tundra، وكلها تُوفِّر بيئات مُناسبة للمخلوقات الحية ذات التَّكيُّفات المُناسبة.

خصائص البرمائيات

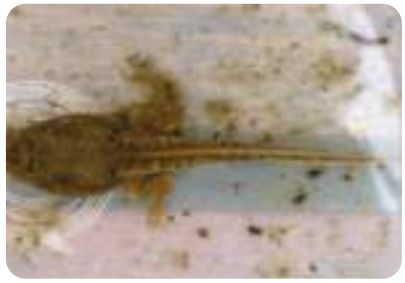
Characteristics of Amphibians

هل سبق أن شاهدت أبا ذُنيبة في بركة ماء؟ ادرس أبا ذُنيبة المبين في **الشكل 18–2**، ثم صفه. أبو ذُنيبة (الشرغوف) يرقة ضفدع من دون أطراف، يتنفَّس بالخياشيم، وهو يُشبه السَّمكة. ويدخل أبو ذُنيبة يومًا بعد يوم في عملية التَّحوُّل، فتتكوَّن الأطراف الخلفية وتطول، ويقصر الذَّيل، وتحلّ الرئات محل الخياشيم، وتنمو الأطراف الأمامية. وبعد عدَّة أسابيع فقط أو أشهر، اعتمادًا على نوعه يصبح ضفدعًا بالغًا. ومعظم البرمائيات تبدأ حياتها مخلوقات مائية، وبعد التَّحول تُصبح قادرة على العيش على اليابسة.

وتضم البرمائيات الضفادع، والعلجوم Toad، والسَّلمندر Salamander، وسمندل الماء العذب Newts، والديدان العديمة الأطراف. وتتميَّز معظم البرمائيات بأنَّ لها أربع أرجل، وجلدًا رطبًا من دون قشور، ويتم تبادل الغازات عبر الجلد، والرِّئات أو بطانة الفم كل على حدة أو مجتمعين، ولها دورة دموية مزدوجة، ويرقات مائية.

التغذية والهضم Feeding and digestion مُعظم يرقات الضفادع آكلات أعشاب، في حين أن يرقات السَّلمندر آكلات لحوم. وعلى كُلِّ حال، يتشابه الغذاء في المجموعتين عند البلوغ، حيث تصبح جميعها مُفترسات تتغذَّى على العديد من اللافقاريات والفقاريات الصغيرة. ويستعمل بعض السَّلمندرات والبرمائيات التي ليس لها سيقان الفكوك فقط للإمساك بالفريسة. وبعضها الآخر ـ ومنها الضفدع والعلجوم ـ يمكنها أن تطلق ألسنتها الطَّويلة اللَّزجة بسرعة كبيرة ودقة للإمساك بالفرائس الطَّائرة.

لا توجد لدى الضفادع غدد لعابية وبالتالي فإن الطَّعام ينتقل من الفم إلى المريء إلى المعدة، حيثُ يبدأ الهضم، ثم ينتقل الغذاء غير المهضوم من المعدة إلى الأمعاء الدَّقيقة، فيختلط بإفرازات البنكرياس لهضم الطعام، ويُمتصّ فيها، ثم ينتقل إلى مجرى الدم الذي يُوصله إلى خلايا الجسم، وينتقل الغذاء غير المهضوم من الأمعاء الدَّقيقة إلى الأمعاء الغليظة قبل التَّخلُّص من الفضلات. وفي نهاية الأمعاء هناك مجرى يسمى المجمع. **والمجمع (المذرق)** Cloaca حجرة تستقبل فضلات الهضم، وفضلات البول، والبويضة أو الحيوان المنوي قبل مُغادرة الجسم.



الشكل 18–2

الأعلى: أبو ذُنيبة من دون أطراف.

الأوسط: يدخل الضفدع في عملية التحوُّل ليُصبح ضفدعًا بالغًا. لاحظ نمو الأطراف.

الأسفل: ضفدع الأشجار دقيق الأرجل، وهو بالغ له أطراف متخصصة، وليس له ذيل.

الإخراج Excretion تُرشّح البرمائيات الفضلات من الدَّم من خلال الكلى، وتُخرج الأمونيا أو اليوريا (بولينا) بوصفها فضلات ناتجة عن عمليات الأيض الخلوي. أمّا النَّاتج النِّهائي لعملية أيض البروتينات وهو الأمونيا فيتمُّ طرحها من البرمائيات التي تعيش في الماء. وتُنتج البرمائيات التي تعيش على اليابسة فضلات اليوريا التي تكوَّنت من الأمونيا في الكبد. وعلى عكس الأمونيا تُخزَّن اليوريا في المثانة البولية حتى يتخلص منها الجسم من خلال المجمع.

التنفس والدورة الدّموية Respiration and circulation تتبادل معظم البرمائيات الغازات عندما تكون يرقة من خلال جلدها وخياشيمها، وعندما تصبح بالغة يتنفَّس معظمها عن طريق الرِّئتين وجلدها الرَّقيق الرَّطب وبطانة تجاويف الفم. ويمكن للضفادع أن تتنفَّس من خلال جلدها، سواء أكانت خارج الماء أم داخله. وهذه الخاصية تمكِّن الضفادع من قضاء الشِّتاء محمية من البرد داخل الطِّين في قاع بركة الماء.

يتكوَّن جهاز الدوران في البرمائيات ـ كما في **الشكل 19 – 2** ـ من دورة دموية مزدوجة، بدلًا من الدورة الدموية المفردة التي درستها في الأسماك. في الدورة الأولى يتحرَّك الدَّم غير المؤكسج من القلب ليتحمّل بالأُكسجين في الرِّئتين والجلد، ثُمَّ يتحرَّك الدَّم المؤكسج عائدًا إلى القلب. وفي الدَّورة الثانية يتحرَّك الدَّم المؤكسج من القلب عبر الأوعية الدموية إلى الجسم، حيثُ ينتشر الأكسجين نحو الخلايا. وللبرمائيات قلب مكون من ثلاث حجرات. وينقسم الأذين كليًّا بنسيج إلى أُذينين. ويستقبل الأُذين الأيمن دمًا غير مؤكسج من الجسم، في حين يستقبل الأُذين الأيسر الدَّم المُؤكسج من الرِّئتين. ويبقى البُطين في البرمائيات غير مُقسّم.

ماذا قرأت؟ صف كيف يتكيَّف جهاز الدوران في البرمائيات للحياة على اليابسة؟

المفردات

الاستعمال العلمي مُقابل الاستعمال الشائع.

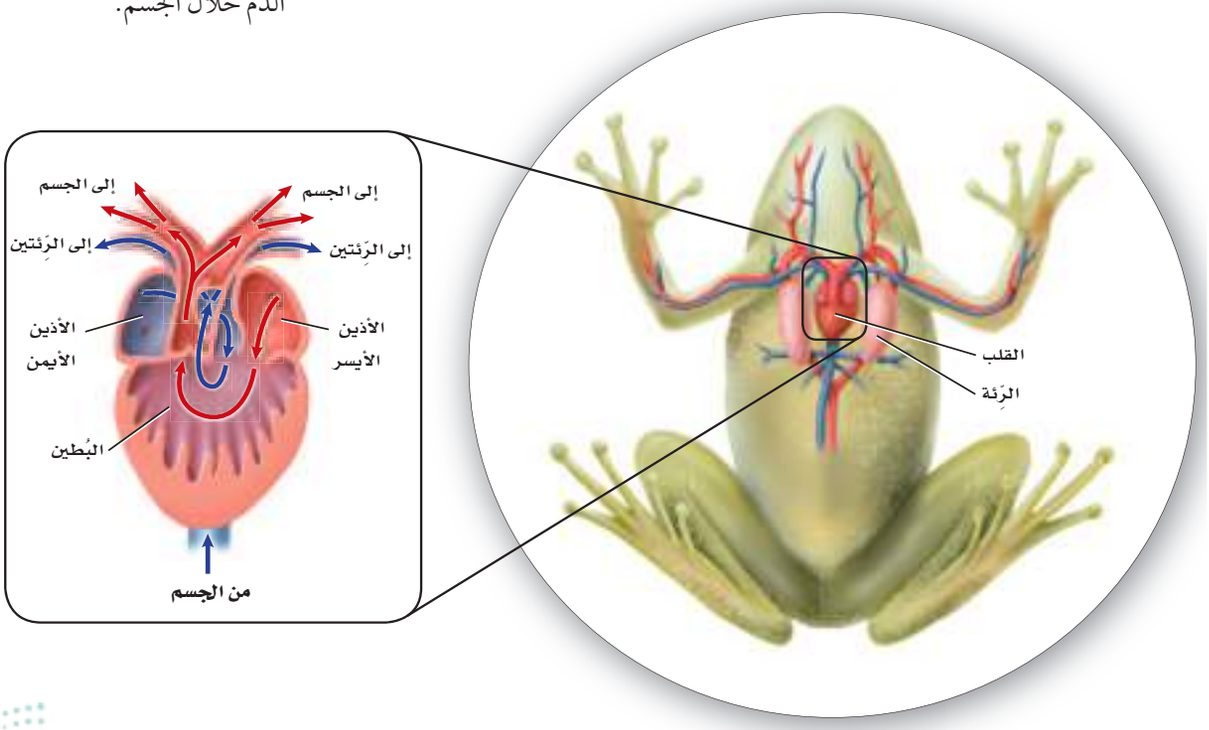
البرمائيات Amphibian

الاستعمال العلمي: مخلوقات تنتمي إلى طائفة البرمائيات؛ وتقضي جزءًا من حياتها في الماء، والجزء الآخر على اليابسة.

–الضفدع حيوان برمائي.

الاستعمال الشائع: طائرة مصمَّمة للإقلاع والهبوط، إما على اليابسة، وإما على الماء.

هبطت البرمائية بهدوء على مياه البحيرة.



الشكل 19–2 يتكوَّن جهاز الدوران في البرمائيات من دورة دموية مزدوجة تُحرِّك الدَّم خلال الجسم.

■ **الشكل 20–2** غشاء الطَّبلة في الضفدع تكيّف للعيش على اليابسة.

الدِّماغ والحواسّ The brain and senses الأجهـزة العصبيـة للبرمائيات متخصصة، كما هو الحال في الأسـماك. وقد انعكست الفروق في ظروف الحياة في الماء وعلى اليابسـة على الفروق بين أدمغة الأسماك وأدمغة البرمائيات. فعلى سبيل المثال، يحتوي الدِّماغ الأمامي للضفادع على منطقة ذات علاقة برصد الرَّوائح المنتشرة في الهواء. فالمُخيخ ـ على الرغم من أهميته في المُحافظة على الاتزان في الأسماك ـ ليس معقدًا في البرمائيات البريَّة التي تبقى قريبة من سطح الأرض.

والبصر حاسـة مهمَّة في أغلب البرمائيات؛ حيث تسـتعمله لتحديد الفريسة التي تطير على سرعات عالية، والإمساك بها، والهروب من المُفترسات. ويغطي عيون الضفادع أغشية تسمى أغشية رامشة. و**الغشاء الرَّامش** nictitating membrane جفن شـفاف يسـتطيع التَّحرُّك فوق العين؛ لحمايتها تحت المـاء، وحمايتها من الجفاف على اليابسة.

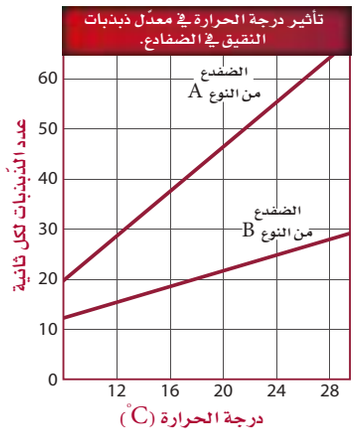
تُظهر أُذن البرمائيات تكيُّفًا للحياة على اليابسة؛ **فغشاء الطَّبلة** tympanic membrane في الضفادع غشاء رقيق خارجي على جانب الرَّأس، كما في **الشكل 20–2**، تستعمله لسماع الأصوات العالية التردد، ولتضخيم الأصوات من الحبال الصوتية. وتشمل الحواس الأُخرى فـي البرمائيات: اللَّمس، والمُسـتقبلات الكيميائية في الجلد، وبراعم التذوق على اللِّسان، وحاسة الشَّم في التَّجويف الأنفي.

مختبر تحليل البيانات 1-2

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير الرسم البياني

كيف يُمكن أن تُؤثِّر درجة الحرارة في مُعدَّل ذبذبات نقيق ضفادع الأشجار؟ تُصدر ذكور ضفادع الأشجار صوتًا (نقيقًا) يُمكن أن تُميزه الإناث بسهولة؛ اعتمادًا على مُعدَّل ذبذبات النقيق.



البيانات والملاحظات

يُظهر الرَّسم البياني معدَّل ذبذبات النقيق لنوعين من الضفادع مقابل درجة الحرارة.

التفكير الناقد

1. **فسِّر البيانات** ما العلاقة بين ذبذبات النقيق ودرجة الحرارة؟
2. **قارِن** كيف أثَّرت درجة الحرارة في معدَّل الذَّبذبات في النَّوع A والنَّوع B؟
3. **استنتج** ما أهمية ألاّ يكون لنوعي الضفادع مُعدَّل ذبذبات النقيق نفسـه عند درجة الحرارة نفسها؟

أخذت البيانات في هذا المختبر من: Gerhardt, H.C. 1978. Temperature coupling in the vocal communication system in the grey treefrog *Hyla versicolor*. *Science* 199: 992-994

من المُهم أن تحس البرمائيات بدرجة حرارة محيطها؛ لأنَّها من الحيوانات المتغيرة درجــة الحرارة. **والمتغيرة درجة الحــرارة** ectotherms مخلوقات تحصل على حرارة أجسامها من البيئة الخارجية، ولا تستطيع أن تُنظِّم درجات حرارة أجسامها مــن خلال عمليات الأيض، لــذا يجب أن تكون قادرة على الإحســاس بالمكان المناسب لتدفئة أجســامها أو تبريدها. فعلى ســبيل المثال، إذا كان الطقس باردًا يمكن للعلجوم أن يجد صخرة دافئة ورطبة ليعرّض جسمه للشَّمس ويُدفئ نفسه.

التّكاثُـر والنمـو Reproduction and development الاخصــاب خارجي فــي البرمائيات حيث تطلق ذكور الضفــادع الحيوانات المنوية عند التزاوج على البيوض اثناء خروجها من جســم الانثى في الماء. وليس للبيوض قشور أو أغطية واقية تحميها من الجفاف. والبيوض ـ كما في **الشــكل 21–2** ـ مغطاة بمادة لزجة تشبه الهلام، تســاعدها على الالتصاق بالنباتات في الماء. وبعد التَّلقيح يستعمل الجنين النَّامــي المُح في البيضة للتغذِّي حتى يفقس منهــا أبو ذُنيبة الذي يتحوَّل، كما في **الشكل 18–2**، من مخلوق يتنفَّس بالخياشيم ومخلوق عديم الأرجل، آكل أعشــاب، وله زعانف وقلب مكوَّن من حجرتين – إلــى مخلوق يتنفَّس بالرِّئات، رباعي الأرجُل آكل لحوم، وله قلب ثلاثي الحجرات. وتتحكم مواد كيميائية تُطلق داخل جسم أبي ذُنيبة في مراحل التَّحول.

■ **الشكل 21–2** ليس لبيوض البرمائيات قشور تحميها من الجفاف.
استنتج ما التَّكيُّفات التي تضمن عدم جفاف بيوض البرمائيات؟

تنوُّع البرمائيات Amphibian Diversity

يصنِّــف علماء الأحياء البرمائيــات إلى ثلاث رتب: رتبة عديمــة الذَّيل Anura، وتحتوي 4200 نوع من الضفادع والعلاجيم؛ ورُتبة الذَّيليات Caudata، وتحتوي 400 نوع من السلمندرات؛ ورتبة عديمة الأرجل Gymnophiona، التي تضم مئة وخمسين نوعًا من عديمة الأطراف التي تشبه الديدان. وتعيش الضفادع والعلاجيم والسَّلمندرات في مناطق رطبة في بيئات مختلفة، أما السمندل فهو مائيٌّ، وأما عديمة الأطراف فهي حيوانات استوائية تدفن نفسها.

الضفــادع والعلاجيــم Frog and toads تفتقر الضفادع والعلاجيم البالغة ـ كما في **الشكل 22–2** ـ إلى الذَّيل، ولها أقدام طويلة تُمكِّنها من القفز. وللضفادع أرجل أطول من العلاجيم، تُمكِّنها من القفز بفاعلية أكبر مقارنة بقفزات العلاجيم الصغيرة.

■ **الشــكل 22–2** للضفــدع جلد رطب وناعم، مُقارنةً بالعلجوم الذي له جلد جاف وغير ناعم.

السمندل المائي ذو الثآليل

سلمندر أحمر

■ **الشـكل 23–2** يعيش السَّلمندر الأحمر شرقـي الولايـات المتحدة فقـط. ويتكاثر السـمندل المائي ذو الثآليـل في أعماق البرك التي تحتوي على نباتات مائية.

وللضفـادع أيضًا جلد رطب وناعم، في حين أن جلد العلجوم جاف وذو نتوءات وانخفاضات. وعلى الرَّغم من حاجة كل منهما للعيش قرب الماء من أجل التَّكاثر إلا أن العلاجيم عمومًـا تعيش أبعد عن الماء من الضفـادع. وثمة فرق آخر بين الضفادع والعلاجيم، وهو أنَّ للعلاجيم غددًا تشبه الكلية خلف رؤوسها تفرز سُمًّا سيئ الطَّعم، لا يشجع المُفترسات على أكلها.

ماذا قرأت؟ قارِن بين خصائص الضفادع والعلاجيم.

السـلمندرات وسمندلات الماء Salamanders and newts على العكس من الضفادع والعلاجيم فإن للسَّـلمندرات وسمندلات الماء أجسامًا طويلة ونحيلة، ولها رقبة وذيل، كما في **الشـكل 23–2**. ولمعظم السَّلمندرات أربع أرجل وجلد رقيق رطب، ولا تسـتطيع العيش بعيـدًا عن الماء. وتضع معظم السَّـلمندرات بيوضها في الماء، مثل الضفادع. وتشـبه يرقات الضفادع السلمندرات الصغيرة، إلا أنَّ لها خياشـيم. أما السَّـمندلات المائية ـ كما في **الشـكل 23–2**، فهي مائية عمومًا طوال حياتها، في حين تعيش معظم السَّلمندرات المكتملة النمو في بيئات رطبة بين الأوراق المتسـاقطة أو تحت الجذوع. ويتراوح طول السَّلمندرات بين 15 cm تقريبًا، وقد يصل طول بعضها – ومنها السـلمندر العملاق – إلى 1.5 m. ويتغذى السَّـلمندر المكتمل النمو على الديدان وبيوض الضفادع والحشـرات واللافقاريات الأُخرى.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

مربو الحيوانات Animal Curator

يعمل مُربـو الحيوانات في حدائق الحيوان، ويعتنون ببعض حيوانات الحديقـة، ومنهـا البرمائيـات. ويعملـون معًـا لتحديـد الطريقة المثلـى للمحافظـة علـى البيئـة المناسبة للحيوان داخل الحديقة.

عديمة الأطراف

عديمة الأطراف Caecilians تختلف عن البرمائيات الأخرى؛ فليس لها أطراف وهي تُشبه الديدان، كما في **الشكل 24–2**. وهي تدفن نفسها في التُّربة، وتتغذَّى على الدِّيدان وبعض اللافقاريات الأُخرى. ويغطي الجلدُ العيونَ في العديد من عديمة الأطراف، لذا قد تكون عمياء تقريبًا. ولعديمة الأطراف كلها إخصاب داخلي؛ إذ تضع بيوضها في تربة رطبة تقع قرب الماء، ومنها أمثلتها: السيسيليا السوداء، السيسيليا الهندية، السيسيليا الاستوائية. وتعيش عديمة الأطراف في الغابات الاستوائية في أمريكا الشمالية وأفريقيا وآسيا.

■ **الشكل 24–2** ليس لعديمة الأطراف فتحات أُذن. ولا يُعرف إن كانت تستطيع سماع الأصوات، أو كيف تسمعها.

تجربة علمية

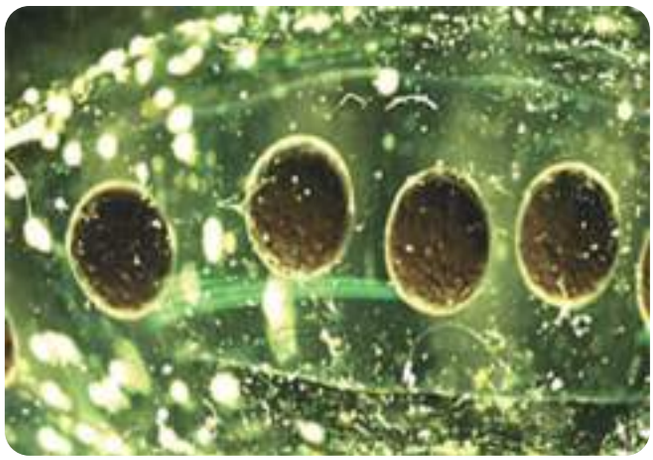
كيف تكيَّفت الضفادع للعيش في المواطن البيئية البريّة والمائيّة؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

بيئة البرمائيات Ecology of Amphibian

تناقصت جماعات البرمائيات في العقود القريبة على مستوى العالم. وقد جمع العلماء بيانات لتحديد الأسباب المحتملة لهذا التناقص، فاختلفت النَّتائج. ويُمكن في بعض الحالات حصر السبب في عامل محلِّي، وفي حالات أُخرى قد يكون السَّبب ناتجًا عن عدَّة عوامل تحدث على مستوى أكبر.

عوامل محلية Local factors كان سبب التناقص في بعض الحالات ـ ومنها تلك التي حدثت لضفدع الأرجل الحمراء –هو تدمير البيئة. فعندما جفَّت الأراضي الرَّطبة وبُنيت المباني بدلًا منها، لم تعد المناطق المائية متوافرة للبرمائيات لتضع بيوضها قريبًا منها، حتى تتكاثر بنجاح. وفي مناطق أخرى أثَّر إدخال أنواع خارجية دخيلة ـ وهي أنواع لم تكن موجودة في المنطقة بشكل طبيعي ـ في جماعات البرمائيات، ونافست الأنواع الخارجية الدخيلة البرمائياتِ على الغذاء وعلى مساحة البيئة، أو كانت مُفترسات للبرمائيات.



بيوض علجوم مُصابة بعدوى فطرية

بيوض علجوم سليمة

■ **الشكل 25–2** توضع البيوض السَّليمة للعلجوم على هيئة كتلــة واحدة في الماء. أما بيــوض العلجوم المُصابة بالعــدوى فتُغطَّى بالفطريات؛ وربما تكون العدوى بالفطريات مسؤولة عن تناقُص أعداد جماعات العلجوم.

العوامل العالمية Global factors ربما سبَّبت عوامل عالمية متعدِّدة تناقصًا في أعداد البرمائيات بالإضافة إلى العوامل المحلية. فالتَّغيُّرات المُناخية– ومنها ارتفاع درجة الحرارة، وتناقُص رطوبة التربة، وازدياد فترة الفصل الجاف. والتَّغيُّرات في كميات المطر المتســاقطة– يمكن أن تُسبِّب موت البرمائيات أو إجهاد أجسامها، مما يجعلها أكثــر تعرُّضًا للأمراض. ويقارِن **الشــكل 25–2** بين بيوض علاجيم سليمة وأُخرى مصابة بفُطر. ويعتقد بعض العلماء أنَّ تغيُّرات المناخ العالمية التي أدَّت إلــى تناقص كميات الأمطار تركت بيــوض البرمائيات تنمو في برك ضحلة المياه. ولأن الماء ضحل فقد تعرَّضت البيوض أكثر إلى الأشــعة فوق البنفسجية. وقد أظهرت التجارب أنَّ ازدياد التَّعرُّض للأشعة فوق البنفسجية يؤدي إلى زيادة مخاطر الإصابة بالعدوى الفطرية في بيوض البرمائيات.

التقويم 2–2

الخلاصة

- يتطلَّب انتقــال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيُّفات متنوعة.
- لأجسام البرمائيات تكيُّفات فريدة مكَّنتها من العيش على اليابسة.
- تُصنف البرمائيات إلى ثلاث رُتب؛ اعتمادًا على تراكيب متشابهة.
- تتناقص أعداد جماعات البرمائيات علــى مســتوى العالم لأســباب مختلفة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **لخِّص** تكيُّفات البرمائيات التي ساعدتها على العيش على اليابسة.
2. **قــارِن** بيــن ظــروف البرمائيات التي تعيش على اليابسة وتلك التي تعيش في الماء.
3. **حلِّل** أنواع التكيُّفات التي ساعدت على انتقال بعض المخلوقات إلى اليابسة.
4. **لخِّص** خصائــص كل رتبة من رتب البرمائيات.

التفكير الناقد

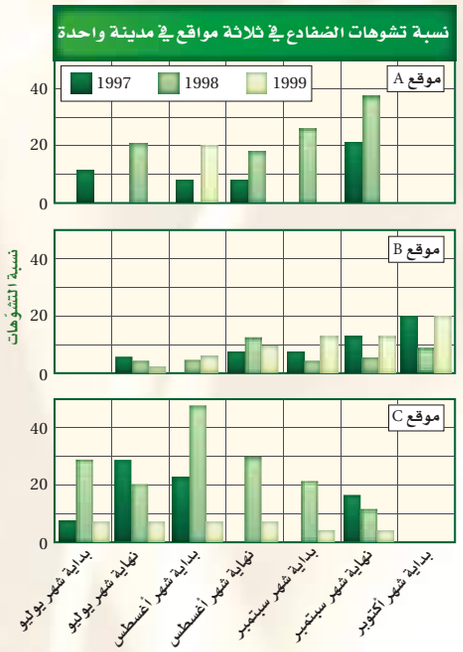
5. **فسِّر الرسوم العلميــة** قــم بدراســة **الشكل 19–2**، وفسِّــر سبب وجود دورة دموية مزدوجة في البرمائيات.
6. الكتابــة في علم الأحياء لعلك عثرت في أثناء تجوالك في منطقة ســبخية بالقرب من بيتــك على ضفدع ميت بأطراف مشــوَّهة. كوِّن فرضية تبيِّن أسباب حدوث هذه التَّشوهات.

اكتشافات في علم الأحياء

تشوهات خلقية في الضفادع

من غرفة الصف إلى غرفة الأخبار ما بدا كأنَّه رحلة ميدانية لأحد الصفوف انتهى بتنبيه علماء البيئة إلى مشكلة مهمة محتملة. وفي أثناء القيام برحلة ميدانية إلى الأراضي الرَّطبة في عام 1995م لدراسة النِّظام البيئي لاحظ المختصون جماعات ضخمة من الضفادع ـ يزيد عددها على 50% ممّا اصطادوه ـ كانت مشوهة. وفي العام 1996م ظهرت تقارير في أماكن أخرى عن ضفادع ذات تشوهات، منها نقصان أرجل أو زيادتها، وأطراف مُتكوِّنة جزئيًّا، وعيون مفقودة. وكانتْ تظهر في بلدان أخرى.

الانتقال إلى التجريب في المختبر أُجريت عدَّة دراسات لتحديد سبب التَّشوهات. وقد أشارت نتائج إحدى هذه الدِّراسات إلى أنَّ سوء نوعية الماء قد يكون السبب. فعند نمو الضفادع في المختبر في عينات مختلفة من الماء تشوه أكثر من 75% من الضفادع التي تم تنميتها في مياه من مواقع مختلفة في مدينة واحدة، مُقارنة بـ 0% عند تنمية الضفادع في ماء نقي. ولكن المشكلة ما زالت قائمة؛ إذ لم يتم اكتشاف أي مُلوثات حتى الآن. ويختبر العلماء فرضيات أخرى، كأن يكون أبو ذُنيبة قد تعرَّض لعدوى ديدان طُفيلية أو فطرية سبَّبت هذه التَّشوهات. وهناك فرضية أخرى يتمُّ فحصها، وهي أن زيادة تعرُّض بيوض الضفادع للأشعة فوق البنفسجية قد سبَّبت هذه التَّشوهات. وقد قدمت جميع الدراسات بيانات داعمة للفرضية التي يتمُّ فحصها، ولكن لأنَّ نوع التَّشوهات ونسبتها ليست هي نفسها في كل المواقع، كما يظهر في الرُّسوم أعلاه، فربما كان السبب العالمي للتَّشوهات خليطًا من العوامل.



مُعدّلات التشوُّه في أوقات مختلفة من عام لعام ومن موقع لموقع.

فزيادة الفوسفور والنيتروجين في الماء مثلًا ـ بسبب الاستعمال الكيميائي ـ ربما سبَّب نموًّا شديدًا للطّحالب. وهذا النُّمو للطَّحالب زاد من جماعات الحلزون التي تحمل طفيليات قد تسبِّب تشوهات. أو أن خليطًا كيميائيًّا تكون مكوناته غير ضارة إذا كانت منفردة، فإذا خلطت معًا أصبحت سامة، أو قد تتغير عند تعرُّضها لأشعة الشَّمس.

الرياضيات في علم الأحياء

حلِّل البيانات توضح الرُّسوم البيانية أعلاه الاختلافات في نسبة التَّشوهات في الضفادع في ثلاثة مواقع مختلفة في المدينة نفسها خلال ثلاث سنوات. أوجد معدَّل نسبة التَّشوهات في كُل منطقة خلال السنوات الثلاث. أي المناطق فيها أعلى نسبة تشوهات؟

مختبر الأحياء

كيف تُنظِّم بعض الحيوانات المتغيرة درجةِ الحرارةِ درجةَ حرارة أجسامها؟

الخلفية النظرية: تذكَّر أنَّ البرمائيات متغيرة درجة الحرارة. والعديد منها يعيش في مواطن تتغير فيها درجة الحرارة من $15\ ^{o}C$ – 10 طوال اليوم. وستقوم في هذا المختبر بفحص الآليات التي تستعملها لتحافظ على درجة حرارة الجسم بصورة ملائمة.

سؤال: كيف تحافظ المخلوقات الحية المتغيرة درجة الحرارة على درجة حرارة أجسامها ضمن مدى محدَّد؟

المواد والأدوات

- مقياس حرارة (2).
- مناشف ورقية.
- أوعية بلاستيكية (2).
- رمل.
- مسطرة مترية.
- تربة.
- ماء عند درجة حرارة الغرفة.
- مصباح ضوئي كهربائي بقوة كهربائية عالية.

احتياطات السَّلامة

تحذير: المصابيح قد تُصبح ساخنة عند إضاءتها.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. احصل على مقياسي حرارة، على أن يكونا نموذجين لحيوان متغير درجة الحرارة. وسجِّل درجة حرارة كلٍّ منهما، ثم ضع أحدهما في وعاء بلاستيكي، وضع المقياس الثاني في الوعاء الآخر واملأه بالماء على أن يكون المقياس مُغطى إلى ارتفاع 5 cm.
3. ضع كل وعاء تحت مصدر إضاءة، وراقب درجة حرارة المقياسين. يجب المحافظة على درجة الحرارة بين $36 - 39\ ^{o}C$ مدَّة 15 دقيقة. ثم قرر كم مرة ستقيس درجة حرارة المقياسين، وسجِّل البيانات في جدول، وكذلك سجِّل الأعمال التي قمت بها لتُحافظ على درجة حرارة مقياسي الحرارة ضمن المدى المُعطى.
4. تخلَّص من الماء الذي في الوعاء وجفِّف الوعاء جيدًا. واترك مقياسي الحرارة لتصل درجة حرارتهما إلى درجة حرارة الغرفة.

5. ضع مقياس حرارة في وعاء، واملأ الوعاء بالتربة على أن يكون مقياس الحرارة مغمورًا بنحو 5 cm في التربة. ثم ضع مقياس الحرارة الثاني في وعاء وغطِّه بـ 5 cm من الرَّمل.
6. كرِّر الخطوة 3.

حلِّل ثم استنتج

1. **لخِّص** هل نجحت في المحافظة على درجة الحرارة ضمن مدى مُعطى لكل خطوات التَّجربة؟ وكيف فعلت هذا؟
2. **حلِّل** هل كان هناك اختلافات تتعلق بكيفية المحافظة على درجة حرارة مقياسي الحرارة في الماء، والتربة، والرَّمل؟ وأي مادة كانت المحافظة فيها على درجة الحرارة أسهل؟ ولماذا؟
3. **استنتج** ما المشكلات المرتبطة بكون المخلوق الحي متغير درجة الحرارة ؟ فسِّر إجابتك.
4. **التفكير الناقد** كيف تحافظ المخلوقات الحية المتغيرة درجة الحرارة، –ومنها البرمائيات والزَّواحف– على درجات حرارتها ضمن المعدل المناسب؟

طبق مهاراتك

ملصق ابحث عن المخلوقات الحية المتغيرة درجة الحرارة، واعمل ملصقًا تصف التكيفات التي تحتاج إليها للبقاء حية في درجات الحرارة الباردة.

الفصل 2

دليل مراجعة الفصل

المطويات **تحليل السبب والنتيجة** فسِّر ـ خلف مطويتك ـ علاقة السَّبب والنتيجة بين طريقة الحركة لمخلوق ما وجهازه الدوري. فعلى سبيل المثال، كيف يُؤثر المشي في نسبة الأُكسجين التي تحتاج إليها البرمائيات؟

المفردات	المفاهيم الرئيسة
2–1 الأسماك	
الغضروف العرف العصبي الزعنفة القشور غطاء الخياشيم الأُذين البُطين الوحدة الأنبوبية الكلوية (النفرون) جهاز الخط الجانبي وضع البيض (التبويض) مثانة العوم	**الفكرة الرئيسة** **الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتَّكاثر في الماء.** • تضم الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزَّواحف والطُّيور والثدييات. • للفقاريات كلها حبل ظهري. ويحل العمود الفقري في أغلب الفقاريات محل الحبل الظَّهري خلال النمو الجنيني. • للأسماك خصائص مُعينة مشتركة، لذا تُصنَّف معًا. • لأجسام الأسماك تكيُّفات فريدة تُمكّنها من العيش بشكل كامل في الماء. • يمكن تصنيف الأسماك في ثلاث طوائف أساسية، هي: أسماك لافكية، وأسماك غضروفية، وأسماك عظمية. • الجريث والجلكي مثالان على الأسماك اللافكية. وأسماك القرش والورنك مثالان على الأسماك الغضروفية، والسلمون والهامور مثالان على الأسماك العظمية. • تغيُّر الموطن والتَّلوث قد يؤثِّران سلبًا في جماعات الأسماك.
2–2 البرمائيات	
المجمع (المذرق) الغشاء الرامش غشاء الطبلة متغيرة درجة الحرارة	**الفكرة الرئيسة** **لمعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءًا من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.** • يتطلَّب انتقال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيُّفات متنوعة. • لأجسام البرمائيات تكيُّفات فريدة مكَّنتها من العيش على اليابسة. • تُصنف البرمائيات إلى ثلاث رُتب اعتمادًا على تراكيب متشابهة. • تتناقص أعداد جماعات البرمائيات على مستوى العالم لأسباب مختلفة.

الفصل 2 التقويم

2–1

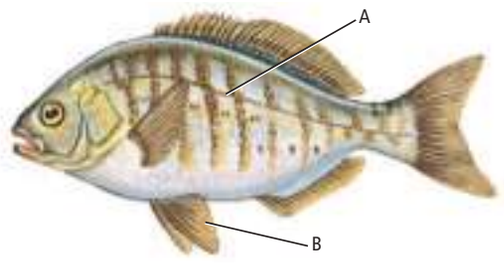
مراجعة المفردات

أكمل العبارات الآتية مستعملًا مفردات من دليل مراجعة الفصل:

1. العملية التي يُطلِق فيها ذكر الأسماك والأنثى أمشاجهما (الخلايا التناسلية) أحدهما قريبًا إلى الآخر في الماء هي: .....
2. ..... هو حجرة القلب التي تستقبل الدَّم من الجسم.
3. ..... مجموعة من الخلايا في الفقاريات تنمو من الحبل العصبي.
4. تسمى التراكيب الصغيرة والمسطحة التي تغطي أجسام الأسماك .....

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الشَّكل الآتي للإجابة عن السُّؤالين 5 و 6.



5. ما الجزء المشار إليه بالحرف A؟

a. القشور المشطية. b. جهاز الخط الجانبي.
c. العرف العصبي. d. الغطاء الخيشومي.

6. ما الجُزء المُشار إليه بالحرف B؟

a. الخياشيم. b. مثانة العوم.
c. البُطين. d. الزعانف الحوضية.

7. أي تركيب يسمح للأسماك بالتَّحكُّم في عمق غوصها في البيئة المائية؟

a. غطاء الخياشيم. b. مثانة العوم.
c. الخط الجانبي. d. الفكوك.

8. أي تكيُّف يجعل من الأسماك مخلوقات مفترسة ؟

a. الزعانف المُزدوجة. b. القشور.
c. الفكوك. d. الخياشيم.

9. أي شكل يُوضِّح طفيليًّا خارجيًّا؟

a.

c.

b.

d.

2 تقويم الفصل

10. أي مما يأتي من صفات أسماك القرش؟

a. عديمة الفكوك، هيكل غضروفي، خط جانبي.
b. عديمة الفكوك، هيكل عظمي، زعانف شُعاعية.
c. فكوك، هيكل عظمي، مثانة عوم.
d. فكوك، هيكل غضروفي، خط جانبي.

أسئلة بنائية

11. نهاية مفتوحة. هناك أنواع من الفقاريات تعيش في المحيط أكثر من تلك التي تعيش على اليابسة. كوِّن فرضية تفسر ذلك.

12. نهاية مفتوحة. ارسم الشكل الخارجي لأجسام كل نوع من الأنواع الرَّئيسة للأسماك، متضمنًا شرحًا لتكيفاتها الخارجية مع بيئاتها.

13. مهن مرتبطة مع علم الأحياء بعد أن اكتشف علماء الأسماك نوعًا جديدًا هو أسماك التِّنين dragon fish المُفترسة التي تعيش في أعماق البحار، كانوا مُهتمين بوظيفة جزء بارز طويل ونحيل ومُضيء يسمى الشُّويكة تلتصق أسفل الفك السفلي، وتمتد تحت جسمها. صمِّم تجربة يُمكن أن تُحدِّد وظيفة شويكة سمك التِّنين.

التفكير النَّاقد

14. استنتج. ذكور الأسماك ذات الخياشيم الزَّرقاء تصنع عُشًّا وتحمي البيوض وصغارها. وتستطيع بعض الذُّكور المُتسللة أحيانًا أن تُلقِّح بعض البيوض. ويمكن لأسماك الخياشيم الزَّرقاء أن تتعرَّف أبناءها وتعتني بهم فقط، ولا تعتني بالآخرين الذين قد يكونون فقسوا في العش نفسه. ما أهمية تعرُّف ذكور أسماك الخياشيم الزرقاء أبناءها والاعتناء بهم فقط؟

2–2

مراجعة المفردات

استعمل المفردات من صفحة دليل مراجعة الفصل، واستبدل الكلمات التي تحتها خط بمصطلحات صحيحة:

15. الأُذين حجرة تستقبل الفضلات الغذائية والفضلات البولية والبيوض أو الحيوانات المنوية قبل أن تترك الجسم.

16. الغشاء الرَّامش يُمكِّن البرمائيات من سماع الأصوات.

17. للبرمائيات غشاء طبلة لحماية أعينها من الجفاف.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

18. أي مما يأتي عديم الأطراف؟

a. السلمندر. **b.** السيسيليا السوداء.
c. الضفدع. **d.** السحلية.

19. أي التراكيب الآتية تستعمله البرمائيات للمحافظة على اتزانها المائي؟

a. الأغشية الرامشة. **b.** أغشية الطبلة.
c. الكلى. **d.** مثانات العوم.

20. أي مما يأتي ليس مرتبطًا مع أبي ذُنيبة؟

a. الرئات. **b.** الذيل.
c. الخياشيم. **d.** التغذية النباتية.

أسئلة بنائية

21. نهاية مفتوحة. وضح أثر زيادة فترة التعرض للأشعة فوق البنفسجية في البرمائيات.

22. نهاية مفتوحة. صف كيف أنَّ تركيب البرمائيات وعملياتها الحيوية المتكيِّفة حاليًّا مع البيئات الاستوائية والمعتدلة قد يتعدلان لتتمكن من العيش في بيئات باردة.

23. نهاية مفتوحة. صف كيف تكيَّفت الحواس في البرمائيات للحياة على اليابسة.

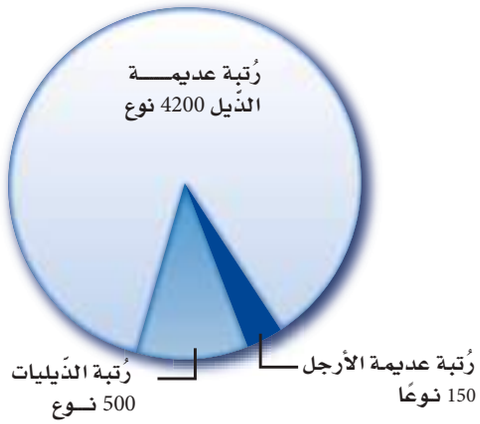
التفكير الناقد

24. صمِّم تجربة تتجمَّع يرقات أبي ذُنيبة من نوع معيَّن معًا على شكل مجموعات بعضها قريب إلى بعض، لدرجة أنَّ المجموعة تبدو كأنَّها كرة قدم متحرِّكة في الماء. صمِّم تجربة تختبر فرضية تبين لماذا يسلك أبو ذُنيبة هذا السلوك.

25. ابتكر. اقرأ الاعلان عن البيوت في وسائل التواصل الاجتماعية لترى كيف تُكتب. واكتب إعلانًا عن بيت حيوان برمائي؛ اعتمادًا على ما تعرفه عن البيئة والتَّغذِّي وحاجات الضفادع الأُخرى.

2 تقويم الفصل

استعن بالرَّسم البياني أدناه للإجابة عن السُّؤال 26.



26. احسب. حدِّد نسبة كل رتبة من رتب البرمائيات بالاعتماد على المجموع الكلي للبرمائيات.

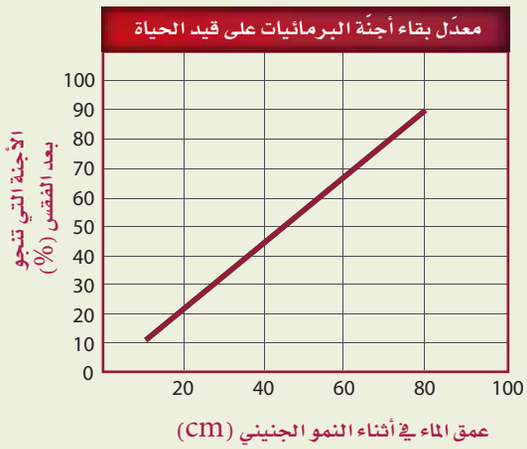
تقويم إضافي

27. **الكتابة في علم الأحياء** قم بإجراء بحث عن الجهود التي يقوم بها العلماء للمحافظة على البرمائيات. واكتب مقالاً صحفيًّا تلخص فيه ما تعلَّمته.

أسئلة المستندات

يُحاول العلماء أن يُحدِّدوا أسباب تناقُص جماعات البرمائيات خلال العُقود القليلة الماضية. ويوضح الرَّسم البياني الآتي نتائج إحدى الدِّراسات التي قيس فيها معدَّل بقاء أجنَّة البرمائيات على قيد الحياة، مقارنة بعمق الماء الذي تنمو فيه.

(استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 28 و29)



28. صف العلاقة بين عمق الماء خلال نمو الأجنة ومعدَّلات بقائها.

29. كوِّن فرضية حول تناقُص جماعات البرمائيات بالنِّسبة للتَّغيُّر في المُناخ.

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 1:

الصَف	المجموعة	الصفات
1	اللافقاريات الحبلية	تفتقر لوجود العمود الفقري.
2	الأسماك اللافكية	تفتقر لوجود الحبل الظهري.
3	الأسماك العظمية	لها هيكل من العظم.
4	الأسماك الغضروفية	لها هيكل من الغضروف.

1. أيّ صف في الجدول أعلاه يحوي معلومات غير صحيحة؟

a. 1 **b.** 2

c. 3 **d.** 4

2. أيّ العبارات الآتية لا تنطبق على البرمائيات؟

a. العديد منها ينقُصها الأطراف الخلفية خلال جزء من دورة حياتها.

b. العديد منها يُمضي وقتًا من دورة حياته في الماء وجُزءًا آخر على اليابسة.

c. معظمها يعتمد على مصدر ماء خارجي للمحافظة على رطوبة أجسامها.

d. معظمها لها جهاز خط جانبي معقد.

3. ما وظيفة جهاز الخط الجانبي في الأسماك؟

a. تحديد المواد الكيميائية في الماء.

b. تحديد التغيُّرات في ضغط الماء.

c. يساعدها على الرؤية الملونة.

d. إرسال الإشارات بين أسماك النوع الواحد.

4. أيّ التَّراكيب الآتية تستعمل في الحصول على الأكسجين وتنقله إلى خلايا الجسم في معظم البرمائيات البالغة؟

a. الخياشيم وجهاز الدوران المغلق

b. الخياشيم وجهاز الدوران المفتوح

c. الرِّئتان وجهاز الدوران المغلق

d. الرِّئتان وجهاز الدوران المفتوح

5. ما التكيف الذي يساعد السمك على عدم الانقلاب الجانبي من جانب إلى آخر في الماء؟

a. القشور المشطية.

b. الزعانف المزدوجة.

c. القشور الصفائحية.

d. مثانة العوم.

وزارة التعليم
Ministry of Education

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات القصيرة

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤال 6.

6. صِف كيف تتكون الفكوك، موضحًا أهميتها للأسماك.

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤالين 7،8.

7. صِف الفروق بين كل من: الأسماك التي تحرك جسمها على نمط الحرف S، والتي تحرك ذيولها فقط.

8. حدّد أين يمكن أن توجد الأسماك التي تحرك جسمها كاملًا على نمط الحرف S؟

9. قوِّم لماذا يُعدُّ وجود الحبل الظهري مهمًّا للمخلوقات الحية؟

10. قارِن بين ثلاث خصائص للأسماك وثلاث خصائص لمجموعة مخلوقات حية أُخرى تعرَّفتها سابقًا.

أسئلة الإجابات المفتوحة

11. قوّم كيف تساعد المثانة الهوائية السمكة على التحكم في عمق غوصها في الماء؟

12. قارن بين جهازي الدوران لدى الضفدع والسمكة، وبيِّن أهمية هذه الاختلافات.

أسئلة مقالية

13. وضِّح كيف يتلاءم كل نوع من أنواع الفكوك الأربعة السابقة مع طبيعة الطَّعام الذي تأكله الأسماك؟

يُعد الفكّ تكيفًا مُهمًّا في تركيب السَّمكة؛ حيث أصبحت الأسماك أكثر تخصُّصًا في سلوكيات التَّغذّي. ولقد أعطى شكل الفك معلومات مهمَّة عن طريقة تغذي الأسماك، وعن نوع غذائها في بعض الحالات.

ويُمكن للعلماء ـ من دراسة الأشكال المُختلفة للفكوك ـ أن يفهموا كيف تتكيَّف الأنواع المُختلفة مع بيئاتها المحدودة.

استعن بالمعلومات المحدودة في الفقرة السابقة، وأجب عن السؤال الآتي في صورة مقال:

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
الدرس / الفصل	2-1	2-2	2-1	2-2	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1
الصف	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1

الفصل 3

الزواحف والطيور
Reptiles and Birds

الفكرة العامة للزواحف والطيور تكيفات تساعدها على العيش والتكاثر بنجاح على اليابسة.

3-1 الزواحف

الفكرة الرئيسة خلق الله سبحانه وتعالى للزواحف تكيفات مكّنتها من العيش على اليابسة.

3-2 الطُيور

الفكرة الرئيسة وهب الخالق جلَّ وعلا للطيور ريشًا وأجنحة وعظامًا خفيفة الوزن، وتكيُّفات أخرى تسمح لها بالطيران.

حقائق في علم الأحياء

- تنثني أنياب أفعى الجرس وتنبسط على سقف فمها عندما يكون فمها مُغلقًا.
- عندما تفتح أفعى الجرس فمها في أثناء الهجوم تدور أنيابها إلى الأمام، وتصبح جاهزة لحقن السُّم من الغدة السمّيّة في الفك عبر فتحة في الأنياب.
- سرعة هجوم أفعى الجرس مُذهلة تصل إلى (2.4 m /s).

نشاط استهلالي

هل الرموز التاريخية للزَواحف والطيور دقيقة علميًا؟

خاف البشر عبر التاريخ من الطيور والزواحف، كما استعملوا رموزها في ثقافاتهم. وسوف تراجع في هذه التجربة أمثلة على زواحف وطيور اتُّخذت رموزًا، وتُحدِّد ما إذا كانت هذه التمثيلات دقيقة علميًّا.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ابحث عن رموز، أو قصص، تتعلق بالزواحف أو الطيور في ثقافات مختلفة.
3. حلِّل المعلومات التي وجدتها في الخطوة 2 من حيث الدقة العلمية، وكوّن فرضية حول سبب اتخاذ هذا الزاحف أو الطائر رمزًا في كل حالة.

التَّحليل

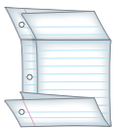
1. **قوِّم** أي قدر من المعلومات التي حلَّلتها كان دقيقًا علميًّا؟ ولماذا تظن أن بعضها غير دقيق؟
2. **اكتب** اختر رمزًا واحدًا (أو أسطورة) يحوي معلومات غير دقيقة علميًّا، ثم صحّحها لتُصبح دقيقة.

المطويات منظمات الأفكار

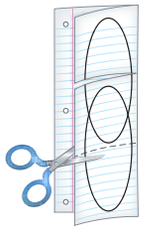
خصائص الزواحف والطيور اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على المقارنة بين خصائص الزواحف والطيور.

الخطوة 1: اطو صفحة من الورق رأسيًّا، تاركًا الثقوب مكشوفة كما في الشكل الآتي:

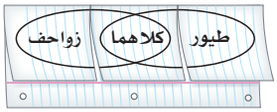
الخطوة 2: اطوِ الورقة ثلاثة أجزاء، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: أعد الورقة إلى ما كانت عليه في الخطوة 1، ثم ارسم أشكالاً بيضوية مُتداخلة. وقص الثنيات على طول الطبقة العلوية، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 4: عنون شكل ڤن كما في الشَّكل الآتي:



المطويات **استعمل هذه المطوية في أثناء دراستك للقسمين 3-1، و 3-2.** وسجل – وأنت تقرأ الخصائص المميزة للزواحف والطيور – الخصائص المشتركة بينهما.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

3-1

الأهداف

- **توضّح** الخصائص التي تمكّن البيضة الرهليّة (الأمنيونية) من التكيف للعيش على اليابسة.
- **تُلخّص** خصائص الزواحف.
- **تميّز** بين رتب الزواحف.

مراجعة المفردات

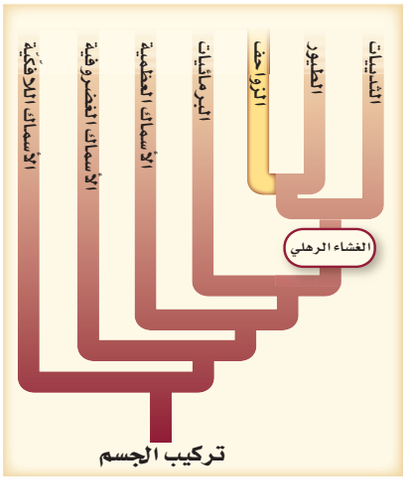
الجنين Embryo: أول مراحل نمو النباتات والحيوانات بعد إخصاب البويضة.

المفردات الجديدة

الغشاء الرهلي (الأمنيون)
البيضة الرهلية (الأمنيونية)
الطاقة ATP(أدينوسين ثلاثي الفوسفات)
عضو جاكوبسون
درع الظهر
درع البطن

الشكل 1–3

اليمين: للزواحف والطيور والثدييات غشاء رهلي (الأمنيون).
اليسار: السحلية نوع من 7000 نوع من الزواحف التي تنتمي إلى طائفة الزواحف. وتعيش هذه الزواحف في بيئات برية ومائية متنوِّعة.



الزواحف Reptiles

الفكرة الرئيسة **خلق الله سبحانه وتعالى للزواحف تكيفات مكّنتها من العيش على اليابسة.**

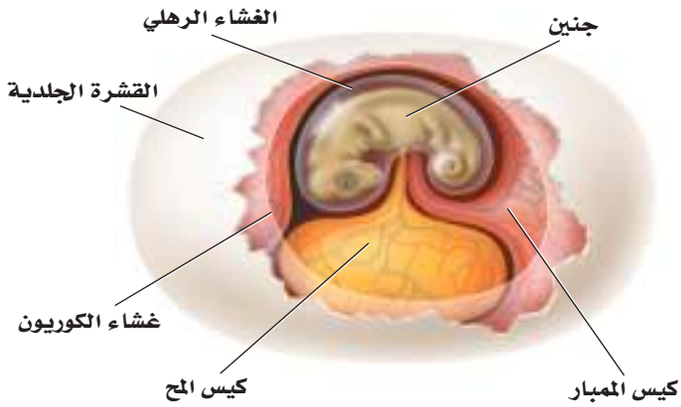
الرّبط مع الحياة ربما شاهدت شخصية كرتونية متحركة مضحكة تمثل الزواحف كأفعى أناكوندا الضخمة أو ديناصورًا مخيفًا. فكر وأنت تدرس هذا القسم، فيما إذا كان هذا الحيوان الزاحف يتشابه فعليًّا مع الحقائق العلمية والصفات الحقيقية للزواحف.

خصائص الزواحف Characteristics of Reptiles

لقد خلق الله تعالى للفقاريات أطرافًا متخصصة، وأجهزة دورانية وتنفسية، وتكيُّفات أُخرى ساعدتها على العيش على اليابسة، أمّا البرمائيات فلا تستطيع العيش بصورة دائمة على اليابسة؛ لأنها معرَّضة لتأثيرات الجفاف في أثناء حياتها على اليابسة، وبيوضها غير مُحاطة بقشرة، ويرقاتها تتنفَّس عن طريق الخياشيم. أما الزّواحف ـ ومنها السحلية كما في **الشكل 1 – 3** ـ فقد تكيفت للعيش على اليابسة، ومن خصائص الزواحف التي مكّنتها من العيش على اليابسة أن بيوضها محاطة بقشرة جلدية، وجسمها مغطى بجلد حرشفي سميك، ولها أجهزة دورانية وتنفسية ذات فاعلية أكبر.

البيوض الرهلية (الأمنيونية) Amniotic eggs يبيّن مخطط العلاقات التركيبية، المبين في **الشكل 1–3**، أن للزواحف خصائص مشتركة مع المجموعات الأخرى التي لها غشاء رهلي وأغشية أخرى تحيط بالجنين في أثناء نموه.

الغشاء الرهلي(الأمنيون) amnion غشاء يُحيط بالجنين مباشرة، مملوء بسائل رهلي يحمي الجنين خلال فترات نموّه. وتسمى المخلوقات الحية التي تمر بمثل هذا النوع من النمو المخلوقات الحية الأمنيونية (حيوانات الغشاء الرهلي)، وتضم الزواحف والطيور والثدييات.



■ **الشكل 2–3** تحاط البيضة الرهلية بقشرة وأغشية مملوءة بسائل يحمي الجنين من الجفاف في أثناء نموه.

تُحاط **البيضة الرهلية (الأمنيونية)** amniotic egg بقشرة واقية، والعديد من الأغشية الداخلية التي تنتشر تحوي سوائل بينها، كما هو مبين في **الشكل 2 – 3**. ويحصل الجنين داخل البيضة على الغذاء اللازم لنموه من كيس المُح. ويحيط بالجنين داخل الغشاء الرهلي سائل يسمى السائل الرهلي، يشبه البيئة المائية لأجنّة الأسماك والبرمائيات. أمّا كيس الممبار فهو غشاء يُكوِّن كيسًا يحتوي على الفضلات التي يُنتجها الجنين. ويُسمّى الغشاء الخارجي للجنين (أسفل القشرة مباشرة) غشاء الكوريون، ويسمح بدخول الأكسجين، ويحفظ السائل داخل البيضة. وفي الزواحف تحمي القشرة الجلدية السوائل الداخلية والجنين، وتحمي البيضة من الجفاف على اليابسة. أما في الطيور فتكون القشرة صلبة، لا جلدية.

ماذا قرأت؟ قوّم ما الأهمية التي توفرها البيضة الرهلية للمخلوق الحي ليصبح قادرًا على العيش على اليابسة فقط؟

الجلد الجاف والحُرشفي Dry, scaly skin على الزواحف ـ بالإضافة إلى حفظ السَّوائل في البيوض ـ أن تحفظ السوائل داخل أجسامها؛ فجلدها الجاف يمنع فقدان السوائل الداخلية. وهناك طبقة من الحراشف للعديد من الزواحف تحميها من الجفاف أيضًا. ومع ذلك فللغطاء الخارجي القاسي مشكلاته، ومنها أن المخلوق يُواجه صعوبة في النمو. ولكي ينمو تقوم بعض الزواحف ـ ومنها السحلية في **الشكل 3–3** ـ بالانسلاخ بشكل دوري.

التنفس Respiration معظم الزواحف ـ ما عدا بعض السلاحف المائية التي تتميز بطريقة مختلفة في دخول الهواء إلى رئاتها نظرًا لوجود الدرع ـ تعتمد على الرئات لتبادُل الغازات. تذكَّر أنه عندما تتنفس البرمائيات فإنها تضغط على الحنجرة (الحلق) لمرور الهواء إلى رئاتها. أما الزواحف فلديها القدرة على سحب الهواء إلى داخل رئاتها، أو تقوم بعملية الشهيق بانقباض عضلات القفص الصدري وجدار الجسم لتوسيع الجزء العلوي من التجويف الجسمي الذي يحوي داخله الرئات. وتقوم الزواحف بعملية الزفير عندما تنبسط العضلات نفسها. وتتبادل الزواحف الغازات عن طريق الرئات التي لها مساحة سطح أكبر من مساحة سطح رئات البرمائيات. ومع وجود المزيد من الأكسجين يزداد إنتاج **الطاقة ATP (أدنيوسين ثلاثي الفوسفات)** وهو الجزيء الكيميائي الذي يزود أجسام المخلوقات الحية بالطاقة اللازمة لنشاطاتها من خلال تفاعلات الأيض، وتصبح متاحة للقيام بحركات أكثر تعقيدًا.

المفردات

أصل الكلمة

الحرشف Squamata

Squama– من اللاتينية، وتعني الحُرشفة. – ata من اللاتينية، وتعني يملك. وفي اللغة العربية، فالحرشفة تعني القشور الموجودة على ظهر بعض الحيوانات والحشرات.

تجربة علمية

ما تراكيب بيضة الدجاجة ووظائفها؟

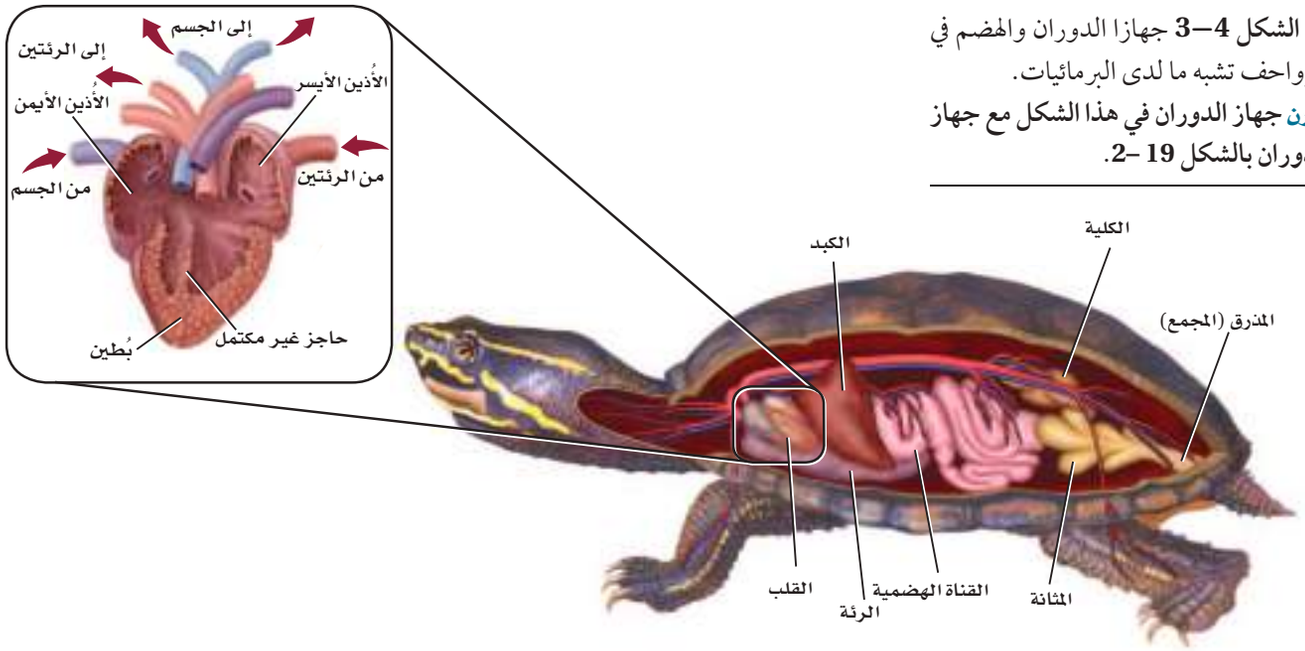
ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

■ **الشكل 3–3** تنسلخ بعض الزواحف كلما زاد نموها.

قارن بين الانسلاخ في الزواحف والمفصليات.



■ **الشكل 4–3** جهازا الدوران والهضم في الزواحف تشبه ما لدى البرمائيات.
قارن جهاز الدوران في هذا الشكل مع جهاز الدوران بالشكل 19 –2.

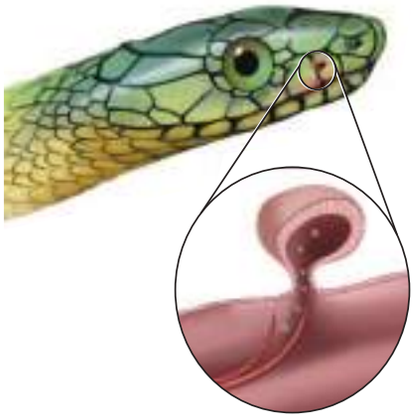
الدوران Circulation يدخل الأُكسجين في معظم الزواحف من الرئتين إلى الجهاز الدوراني الذي يشبه جهاز الدوران في البرمائيات. ولمُعظم الزواحف أُذينان منفصلان وبُطين واحد مفصول جزئيًّا بحاجز غير كامل، كما في **الشكل 4–3**. أمّا في التماسيح فيكون الحاجز في البُطين كاملًا، لذلك فإن له قلبًا ذا أربع حُجرات منفصلة يُبقي الدم الغني بالأكسجين بعيدًا عن الدم القليل الأكسجين داخل القلب.

ولأن الزواحف أكبر حجمًا من البرمائيات فإنها تحتاج إلى ضخّ الدم بقوة كافية ليصل إلى أجزاء الجسم البعيدة عن القلب. فعلى سبيل المثال، كان على الديناصور Brachiosurus ضخّ الدم إلى أكثر من 6 m من القلب إلى الرأس!

التغذية والهضم Feeding and digestion تشبه أعضاء الجهاز الهضمي في الزواحف ـ المبينة في **الشكل 4–3** ـ مثيلتها في البرمائيات والأسماك. وللزواحف طرائق تَغَذٍّ متنوعة وأغذية مختلفة. ومعظم الزواحف من آكلات اللحوم، وإنْ كان بعضها يتغذى على النباتات، ومنها الإجوانا Iguana والسلاحف. وبعض السلاحف حيوانات قارتة، أي آكلات لحوم ونباتات في الوقت نفسه. وللسلاحف والتماسيح ألسنة تُساعدها على الابتلاع، في حين أن لبعض السحالي ـ ومنها الحرباء ـ ألسنة طويلة لزجة؛ للإمساك بالحشرات.

وللأفاعي قدرة على ابتلاع فريسة أكبر كثيرًا من حجمها. فعظام الجمجمة في الأفاعي ـ وكذلك فكوكها ـ مرتبط بعضها مع بعض بأربطة مرنة، بحيث تمكّنها من الابتعاد بعضها عن بعض عند ابتلاع فرائس كبيرة الحجم، كما في **الشكل 5–3**. وحتى تبتلع الفريسةَ فإن الجهتين المتقابلتين من الفكين (العلوي والسفلي) تندفعان إلى الأمام بالتبادل، ثم تعودان لتسحبا الطعام. ولبعض الأفاعي سم يستطيع شلّ حركة الفريسة وتحليلها، ثم تبدأ عملية هضمها.

■ **الشكل 5–3** يُمكن للأفاعي أن تبتلع وجبة أكبر حجمًا من أفواهها؛ لأنَّ فكيها العلوي والسفلي متصلان بأربطة مرنة، ويُمكن للفكين أن يتحركا بشكل مُنفصل أحدهما عن الآخر.



■ **الشكل 6–3** تستعمل الأفاعي أعضاء جاكوبسون في الفم للإحساس بالروائح.

الإخراج Excretion خلق الله تعالى للزواحف جهازًا إخراجيًّا لتعيش على اليابسة. وتنقي الكليتان الدم وتُزيل الفضلات، كما في **الشكل 4–3**. وعندما يدخل البول إلى المجمع يتم إعادة امتصاص الماء فيتكون حمض البوليك، وهو فضلات شبه صلبة. وهذه الطريقة في إعادة امتصاص الماء تُمكِّن الزواحف من حفظ الماء وثبات الاتزان الداخلي للماء والأملاح في أجسامها.

الدماغ والحواس The brain and senses أدمغة الزواحف تشبه أدمغة البرمائيات، إلا أن مخ الزواحف أكبر حجمًا. ولأنَّ وظيفة البصر والعضلات أكثر تعقيدًا فإن الجزء البصري وأجزاء المُخيخ في دماغ الزواحف أكبر من تلك التي في البرمائيات. والبصر هو الحاسة الرئيسة في معظم الزواحف، حتى إن بعض الزواحف لديها القدرة على تمييز الألوان. ويتنوع السمع في الزواحف؛ فلبعضها غشاء طبلة يشبه الذي في البرمائيات. وهناك زواحف أخرى ـ ومنها الأفاعي ـ تلتقط الذبذباتِ الصوتيةِ عن طريق عظام فكِّها.

حاسة الشم في الزواحف معقدة أكثر من البرمائيات. ولعلك شاهدت أفاعي تُخرج لسانها الذي يشبه الشوكة، إنها تفعل ذلك لتشم الروائح، حيث تلتصق جزيئات الرائحة باللسان، الذي تُدخله الأفعى إلى فمها. فتنتقل جزيئات الرائحة إلى زوج من التراكيب يشبه الكيس يسمى **أعضاء جاكوبسون** jacobson's organs، كما في **الشكل 6–3**. وتوجد هذه التراكيب التي تميز الروائح في سقف حلق فم الأفعى. وقد أظهرت التجارب أن الأفعى ـ من دون أعضاء جاكوبسون ـ تجد صعوبة في تحديد الفريسة، وشريك التزاوج.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين الدماغ والحواس في الزواحف والبرمائيات.

تنظيم درجة الحرارة Temperature control الزواحف كالبرمائيات، متغيرة درجة الحرارة، فلا يُمكنها أن تولِّد حرارة جسمها، بل تُنظِّم درجة حرارتها سلوكيًّا. فلعلك شاهدت سلحفاة تسير تحت أشعة الشمس، مما يرفع درجة حرارة جسمها. وقد تخفض درجة حرارة جسمها بالانتقال إلى الظل أو الدخول في الجحور الباردة. وبعض الزواحف في المناطق المعتدلة تقضي الشتاء مختبئة داخل الجحور، أو تدخل في حالة سبات (بيات شتوي)، حيث ينخفض معدل الأيض في أجسامها، فتنخفض درجة حرارة أجسامها. وبعض الزواحف الأخرى ـ ومنها الأفاعي ـ تتجمع معًا بالمئات، فيغطِّي بعضها بعضًا على هيئة كُتل خلال الشتاء، بحيث تقلل فقدان الحرارة.

الحركة Movement قارن بين موقع الرِّجل في السَّلمندر وموقعها في التمساح المبين في **الشكل 7–3**. ولاحظ أنَّ بطن السلمندر يكون على الأرض، في حين يكون بطن التمساح مرتفعًا عنها. وبعض الزواحف تشبه البرمائيات؛ إذ تتحرك بأطراف بارزة من جانبي الجسم تضغط على الأرض من جهة، فتسمح بدفع الجسم من الجهة الأخرى المقابلة. أما أطراف التمساح فتدور بحرية تحت الجسم، وهي تحمل أوزانًا أكبر، وتسمح بحركة سريعة. ولكي تحمل الزواحف أوزانًا أكبر على اليابسة يجب أن تكون هياكلها أقوى، وذات تراكيب عظمية أثقل. وللزواحف مخالب في أصابعها تُساعدها على الحفر، والتسلُّق، والتثبت بالأرض للسحب والجر.

■ **الشكل 7–3** يتحرك السَّلمندر بأرجل مفلطحة تضغط على الأرض فتدفع أجسامها نحو الأمام. وللتماسيح أرجل ملتوية تحت أجسامها، تحملها بعيدًا عن الأرض.

التكاثُر Reproduction الإخصاب في الزواحف داخلي، وتنمو البويضة بعد الإخصاب، فتكوِّن جنينًا جديدًا يحيط به أغشية البيضة الأمنيونية لضمان نموه بصورة آمنة. ويكوِّن الجهاز التناسلي الأنثوي قشرة جلدية تحيط بالبيوض التي ينتجها. ويتغذى الجنين من المح في البيضة. وعادة تحفر الأُنثى حفرة في الأرض تضع فيها البيوض، أو تضعها في بقايا النباتات. وتترك معظم الإناث البيوض وحدها بعد وضعها حتى تفقس. وتبني التماسيح عشًّا تضع فيه البيوض. أما بعض الأفاعي والسحالي فتبقي البيوض داخل أجسامها حتى تفقس الصغار. وبهذه الطريقة يتم حماية البيوض داخل جسم الأم حتى تفقس منها صغار مكتملة النمو.

تنوُّع الزواحف Diversity of Reptiles

بعد انقراض الديناصورات، بقيت أربع رتب من الزواحف، هي: رتبة الحرشفيات Squamata؛ ومنها الأفاعي والسحالي، ورتبة التمساحيَّات Crocoditia؛ ومنها التماسيح، ورتبة السلحفيات Testudinata؛ ومنها السلاحف، ورتبة خطمية الرأس Sphenodonta، ومنها التواتارا.

السحالي والأفاعي Lizards and snakes للسحالي عمومًا أرجل بأصابع ذات مخالب، كما لها أيضًا جفون مُتحرِّكة، وفك سفلي ذو مفاصل متحركة تسمح بمرونة حركة الفك، وأغشية طبلة في الفتحات الأذنية. والسحالي الشائعة تشمل الإجوانا المبينة في **الشكل 8–3**، والحرباء، والحرذون، والضب، والورل.

■ **الشكل 8–3** الأفعى الشجرية الخضراء –البايثون العاصر – والإجوانا الخضراء كلتاهما تتبع رتبة الحرشفيات.

أمّا الأفاعي فليس لها أرجل، ولها ذيول أقصر من ذيول السحالي، وليس لها جفون متحركة ولا أغشية طبلة. وهي كالسحالي لها مفاصل في فكوكها تُمكِّنها من ابتلاع فرائس أكبر حجمًا من رؤوسها. وبعض الأفاعي ـ ومنها الأفعى ذات الجرس الموضحة في الصورة بداية هذا الفصل ـ لها سُمّ يمكنه أن يشلّ حركة الفريسة أو يقتلها ومنها أيضاً الأفاعي المقرنة. وبعض الأفاعي لا تنتج سمًّا، وإنما هي أفاعٍ عاصرة، أي تستعمل عضلاتها القوية لعصر الفرائس، ومنها أفعى البايثون العاصرةً الخضراء المبينة في **الشكل 8-3**، والأناكوندا والبوا Boas، حيث تخنق فريستها بالالتفاف حولها والضغط عليها حتى تموت بسبب عدم قدرتها على التنفُّس.

ماذا قرأت؟ صف الطرائق المختلفة التي تُمسك بها الأفعى فريستها.

السلاحف Turtles لاحظ أن الدرع الواقية التي تحيط بجسم السلحفاة، المبينة في **الشكل 9 – 3**، تجعلها مختلفة عن غيرها من الزواحف. ويسمى الجزء الظهري من هذه الدرع **الدرع الظهري** (الواقي) carapace، والجزء البطني **الدرع البطني** plastron. وتلتحم الفقرات والأضلاع في معظم السلاحف مع الدرع الظهري. وتستطيع العديد من السلاحف سحب رأسها وأرجلها إلى داخل دروعها لحماية نفسها من المفترسات. وبعض هذه السلاحف مائية، وبعضها الآخر يعيش على اليابسة، ويسمى السلاحفَ البريَّة tortoises. وليس للسلاحف البريَّة أو المائية أسنان، وإنما لها حواف فم حادة وصلبة يمكنها أن تسبب عضَّة قوية.

التماسيح والقواطير Crocodiles and alligators تضم رتبة التمساحيات التماسيح والقواطير (التماسيح الأمريكية) والكيمان Caimans. وبخلاف معظم الزواحف، للتمساحيات قلب مكوّن من أربع حجرات. وهي صفة تميز الطيور والثدييات أيضًا؛ لأنَّ القلب ذا الحجرات الأربع يوصل الأكسجين بفاعلية أكبر. وتمكِّن العضلات القوية التمساحيات من التحرُّك بسرعة وبطريقة عدوانية داخل الماء وخارجه؛ فهي تُهاجم حيوانات في حجم الماشية والغزلان، وقد تهاجم الإنسان. وللتماسيح مقدمة رأس طويلة، وأسنان حادة، وفكوك قوية. وأسنان التماسيح تشبه مثيلاتها في الديناصورات. وللقاطور عمومًا ـ كما في **الشكل 9-3** ـ مقدمة رأس أعرض مما للتماسيح. والفك العلوي في القاطور أعرض من الفك السفلي.

إرشادات الدراسة

نظرة عامة للدراسة الدرع الظهري Carapace تعبير استعمل في هذا القسم. استعمل كلمات أُخرى تصف هذا المصطلح. وتوقَّع معنى كلمة الدرع الظهري.

الشكل 9-3 درع السلحفاة يساعد على حمايتها من المفترسات. وللقاطور مقدمة رأس عريضة وحراشف سميكة تغطي جسمه.

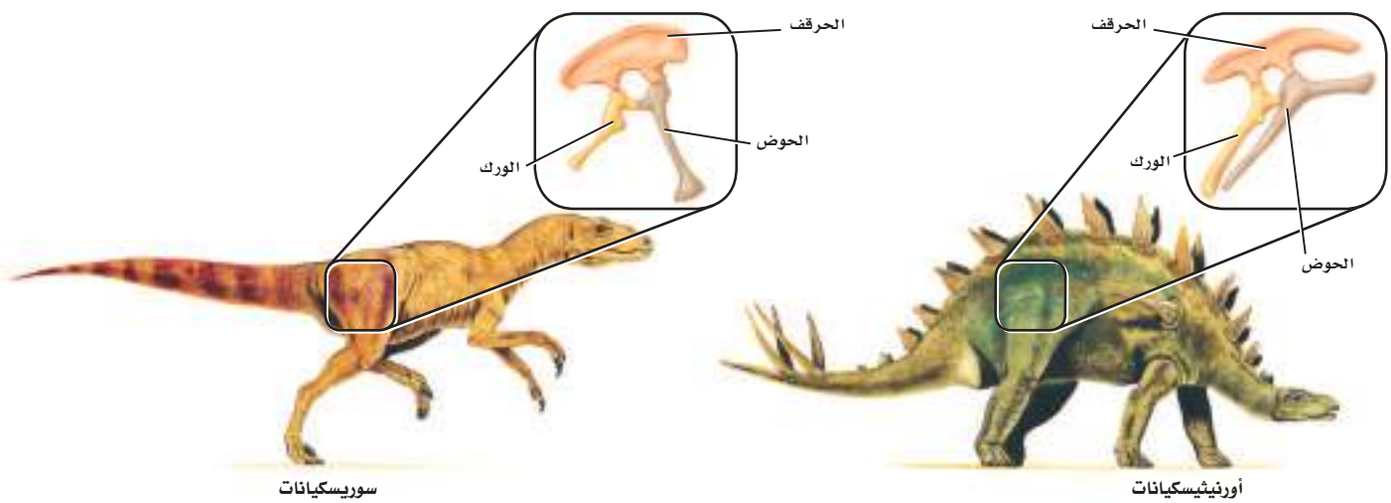
وعندما يغلق القاطور فمه يتداخل الفك العلوي مع السفلي، وتختفي أسنانه بصورة كاملة تقريبًا. وللفكين العلوي والسفلي في التمساح العرض نفسه. لذا فعندما يغلق التِّمساح فمه، تبدو بعض الأسنان من الفك السُّفلي واضحة بسهولة.

التواتارا Tuataras تشبه التواتارا السحلية الكبيرة، **الشكل 10–3**. وتوجد فقط في جزر بعيدة عن شاطئ نيوزلندا، ويوجد منها نوعان. وللتواتارا عُرف من الأشواك يمتد على طول ظهره، وعين ثالثة على قمة الرأس. تستطيع أن تحس بضوء الشمس على الرغم من تَغطِّيها بالحراشف التي يعتقد علماء الأحياء أنَّها ربما تقي التواتارا من حرارة الشمس الزائدة. ومن الصفات الفارقة في التواتارا أن لها أسنانًا فريدة، مُقارنة بتلك التي في الزواحف الأُخرى؛ فهناك صفان من الأسنان في الفك العلوي يقصَّان الطعام بمساعدة صف من الأسنان في الفك السفلي، وهذا ما يعطيها صفة الافتراس للفقاريات الصغيرة.

الربط مع علوم الأرض **الديناصورات Dinosaurs** عاشت الديناصورات على الأرض لأكثر من 165 مليون عام. وبعض الديناصورات ـ ومنها التيرانوسورس ركس *Tyrannosaurus rex* ـ كان ارتفاعه 6 m، وطوله 14.5 m، ووزنه أكثر من 7 أطنان، وكان مفترسًا. وبعضها الآخر ـ ومنها ثلاثي القرون *Triceratops* ـ كان له قرون ضخمة، وكان آكل أعشاب. وعلى الرغم من تنوع الديناصورات فإنه يمكن تقسيمها إلى مجموعتين كما هو مبين في **الشكل 11 – 3**، اعتمادًا على تراكيب عظام الورك فيها. فالنوع الأول ـ ومنه السوريسكيانات ـ تتجه فيه عظام الورك إلى الأمام، ويمتاز بأن عظام الورك فيه تخرج وتبرز من مركز منطقة الحوض. أما في النوع الثاني ـ ومنه الأورنيثيسكيانات ـ فتخرج عظام الورك من الحوض، وتتجه إلى الخلف نحو الذيل.

■ **الشكل 10–3** يصل طول التواتارا مترين تقريبًا، ويعيش نحو 80 عامًا في البرِّيَّة.

■ **الشكل 11–3** للسّوريسكيانات ورك يتجه إلى الأمام. أمّا الأورنيثيسكيانات فلها العظم نفسه مُتَّجهًا إلى الخلف في اتجاه الذيل.



يُعرف العصر الطباشـــيري بعصر الانقراض العالمي الضخم للعديد من الأنواع، ومنها الديناصورات؛ إذ يعتقد بعض العلماء أنَّ مُذنَّبات ضربت الأرض وســبَّبت الانقراض، وحجبت ســحبُ الغبار أشعةَ الشَّمس، ممّا ســبَّب ظهور مُناخ بارد. وهذا التغيُّر ـ مع وجود الحرائق والغبار السَّــام والغــازات ـ ربما أدّى إلى موت العديد من النباتات والحيوانات فــي ذلك الوقت. وعندما اختفت الديناصورات أصبحت الأماكن التي كانت مُســيطرًا عليها متاحة للفقاريــات الأُخرى لتتكاثر وتنمو وتزيد من فرصة بقائها.

بيئة الزواحف Ecology of Reptiles

تؤدي الزواحف دورًا مهمًّا في السلاسل الغذائية، بوصفها فريسة ومفترسًا. ويمكن أن يختل الاتزان في النظام البيئي إذا أزيلت أنواع الزواحف. فعلى ســبيل المثال، إزالــة أنواع محددة من الأفاعي من البيئة باســتمرار يؤدي إلــى ازدياد جماعات القوارض. ويعد فقدان الموطن البيئي وإدخال أنواع خارجية دخيلة عوامل تساهم في تناقص جماعات بعض أنواع الزواحف.

مختبر تحليل البيانات 1-3

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير الشّكل

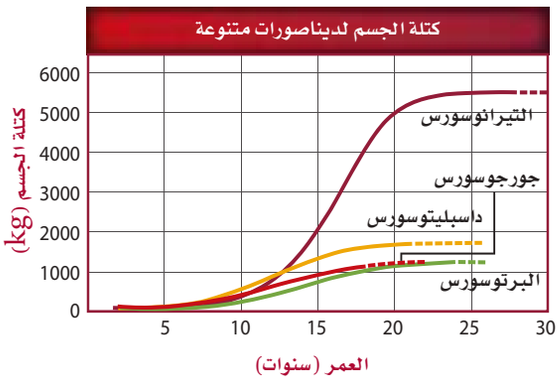
ما سـرعة نموّ الديناصورات؟ درس العلماء مقاطع رقيقة من نســيج عظام أحفورة لتحديد ســرعة نموّ العظم فيها. ويمكن للعلماء ـ بدراسة سرعة نموّ الديناصورات ـ أن يستنتجوا معلومات عن بيئاتها وجماعاتها.

التفكير الناقد

1. **قارن** أيّ عمر كان فيه نمو الديناصورات أكبر ما يمكن؟ فسّر ذلك.
2. **حلّـل** البيانات أي الديناصــورات كان معدل نمــوه بطيئًا، وأيها كان معدل نموه أسرع؟
3. **اسـتنتج** للعظام ذات النموّ السَّريع العديد من الأوعية الدموية. فكيف تبدو عظام التيرانوســورس *Tyrannosaurus* مقارنة بتلك التي في الداسبليتوسورس *Daspletosaurus*؟

البيانات والملاحظات

يبين الرسم البياني منحنيات نموّ – معتمــــدة على العظم – تقارن بين عدَّة ديناصورات.



أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Stokstad , E. 2004. Dinosaurs under the knife. *Science* 306:962–965

■ **الشـكل 12–3** تعيش أفعى الغرطر (*Thamnophis sertalis tetrataenia*) في الأراضي الرطبة أو العُشبية بجانب البرك والسَّبخات.

فقدان الموطـن البيئـي Habitate loss تأثَّرت بعض القواطير والتماسـيح بفقـدان الموطن البيئي؛ حيـث إن تدمير الأراضي الرطبة من أجـل البناء أدَّى إلـى تناقص أعداد هـذه الزواحـف. وبقي القاطـور مهـدَّدًا بالانقراض، مع بقاء 500 – 1200 حيوان منها فقط. ومع ظهور قوانين تحمي الأراضي الرطبة في بعض المناطق عاد التوازُن إلى أعداد جماعات القاطور بشكلٍ كافٍ ليتغيَّر وضعه من مُهدَّد بالانقراض إلى مُهدَّد فقط.

إدخـال أنواع خارجيـة جديـدة Introduction of exotic species عندما يتم إدخال أنواع خارجية دخيلة علـى النظام البيئي في منطقة ما فإنَّ الحيوانات الأصليّة (المحلية) ربما تواجه خطرًا بسـبب الافتراس أو التَّنافُس على الغذاء. فعلى سبيل المثال، عنـدمـا أُدخل النمس ـ وهو حيوان ثديي صغير ـ إلى جامايكا لقتل الجرذان في حقول قصب السُّكر تغذَّى على أنواع عديدة من السَّحالي، التي يُعتقد أنَّها انقرضت بسبب ذلك. وتشمل هذه السحالي أنواعًا مُهدَّدة بالانقراض، منها الإجوانا الجامايكية.

وبعـض الأنواع ـ ومنها أفعى الغرطر Grater Snak المبينة في **الشَّـكل 12–3** ـ عانت من تناقُص في أعدادها بسـبب فقدان الموطن، وبسبب إدخال مخلوقات دخيلة أيضًا. إنَّ اسـتعمال الأراضي مـن أجل البناء والزِّراعـة أدَّى إلى فقدان الموطن البيئـي لهذه الأفعى. وإدخال الضفدع الثور ـ وهو ضفدع غازٍ لبيئة هذه الأفعى ـ أثَّـر في أعداد هذه الأفاعي؛ إذ يأكل الضفـدع الثور Bullfrog كلًّا من أفعى الغرطر والضفـدع ذا الرِّجل الحمراء Red – legged frog الذي يشـكّل مصدر غذاء لأفعى الغرطر.

التقويم 1–3

الخلاصة

- وهب الله للزَّواحف عدة أنواع من التكيُّفات التـي مكّنتها من العيش على اليابسة.
- تكيّف بيـض الزواحـف للنمـو والعيش على اليابسة.
- تقسـم الزَّواحـف إلى أربع رتـب، هي: الحرشفيات، والتمساحيات، والسلحفيات، وخطمية الرأس.
- الزواحف مخلوقـات أمنيونيـة. والعديـد مـن الزواحـف ـ ومنها الديناصورات ـ انقرضت.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **حـدّد** الخصائص التي مكّنـت الزواحف من العيش على اليابسة.
2. **صف** أجزاء البيضة الأمنيونية. وبيّن كيف سمح هذا التركيب بالتكيف على اليابسة.
3. **قـارن** بين أفراد رتبة الحرشـفيات وأفراد رتبة خطمية الرأس.
4. **وضـح** الفـرق بيـن الأفاعي والسـحالي. وأعطِ مثالاً يوضح كلًّا منهما.

التفكير الناقد

5. **اعمـل نموذجًـا** لبيضة أمنيونية كما في **الشـكل 2–3**. مـا وظيفة كل غشاء؟
6. الرياضيات في علم الأحياء تتناسـب قوة العضّ في القاطور طرديًّـا مع طوله. فـإذا كانت قوة العـض في قاطـور طولـه 1 m تسـاوي 268 kg فما قـوة عضّ قاطور طوله 3.6 m؟

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

3-2

الأهداف

- **تلخص** خصائص الطيور.
- **تربط** بين تكيفات الطيور وقدرتها على الطيران.
- **تصف** الرتب المختلفة للطيور.

مراجعة المفردات

بـرّيّ terrestrial: يعيش على اليابسة، أو تحت سطحها.

المفردات الجديدة

ثابتة درجة الحرارة
الريش
الريش المحيطي (الكفافي)
الغدَّة الزيتية
الريش الزغبي
عظم القص
كيس الهواء
الحضانة

الطيور Birds

الفكرة الرئيسة **وهب الخالق جل وعلا للطيور ريشًا وأجنحة وعظامًا خفيفة الوزن وتكيفات أخرى تسمح لها بالطيران.**

الربط مع الحياة قد تكون الطيور من أكثر الفقاريات الشائعة التي تراها. وربما سمعت أقوالًا مشهورة منها: "حرٌّ مثلُ الطائر"، أو "الطيور على أشكالها تقع"، أو "خفيف كالرِّيشة". عند قراءتك لهذا القسم انظر هل تشير هذه الأقوال إلى معنى علمي دقيق؟

خصائص الطيور Characteristics of Birds

عندما يطلب المعلم منك وصف طائرٍ ما، فقد تجيب بأن له ريشًا ويطير. وهاتان سمتان تميز الطيورعن الفقاريات الأخرى؛ إذ تنتمي الطيور إلى طائفة الطيور Aves التي تضم نحو 8600 نوع، مما يجعلها أكثر الفقاريات البريَّة تنوعًا. وتتباين الطيور في حجومها، فمنها طائر الطنان الصغير الحجم الذي يحوم حول الأزهار، والنَّعام الذي لا يطير، بل يركض عبر سهول إفريقيا. وتعيش الطيور في الصحراء والغابات والجبال والبراري وتطير فوق كل البحار.

ويوضح مخطط العلاقات التركيبية، في **الشكل 13-3**، أن ما يميز الطيور والزواحف هو السائل الرهلي (الأمنيون). فالطيور تضع بيضًا أمنيونيًّا (رهليًّا). ومن الصفات المشتركة بينهما أيضًا أن أرجل الطيور مغطاة بحراشف تشبه تلك التي تغطي أجسام الزواحف.

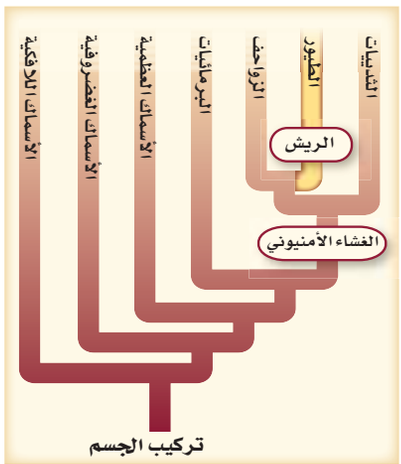
فقد خلق الله سبحانه وتعالى للطيور مجموعة من التكيفات ـ ومنها الطيران ـ لتستطيع العيش في البيئات المتنوعة. ومن هذه التكيفات أيضًا قدرتها على إنتاج الحرارة الداخلية في أجسامها (ثابتة درجة الحرارة)، ووجود الرِّيش، وعظامها خفيفة الوزن. وقد تكيّف جهازا الدوران والتنفُّس أيضًا ليزوّدا العضلات بأكسجين أكثر للطيران.

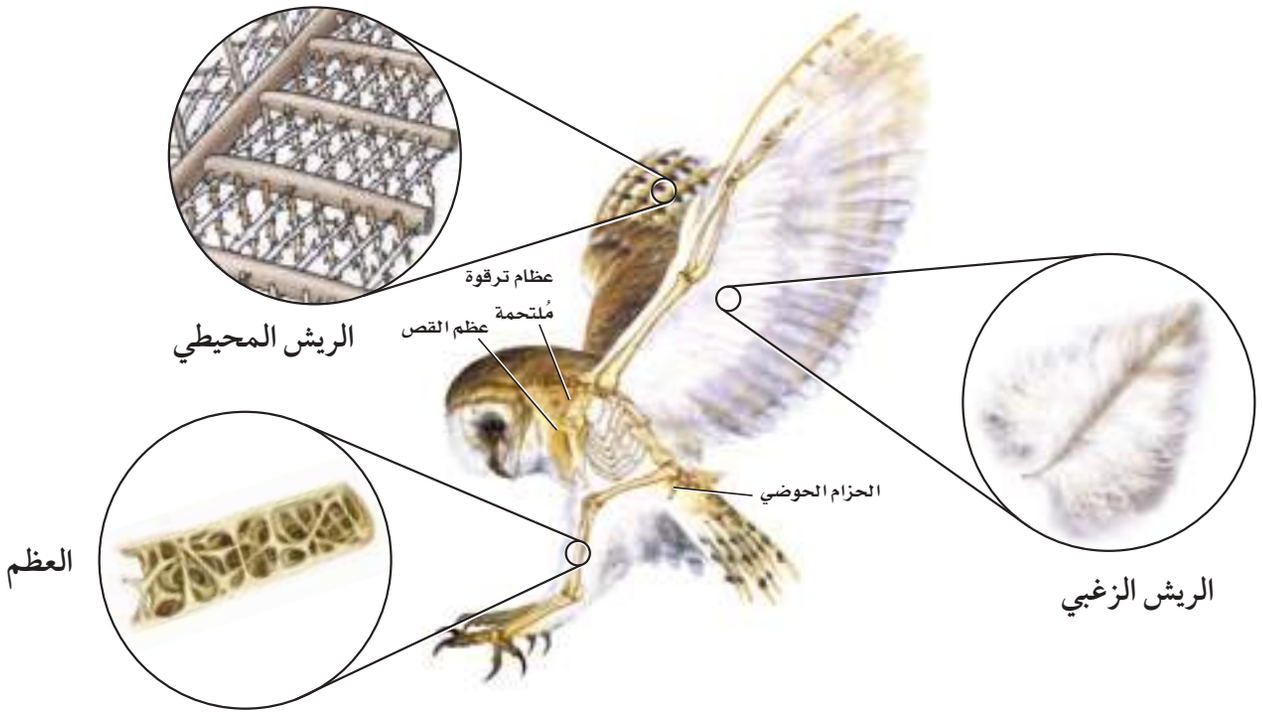
ثابتة درجة الحرارة Endotherms على العكس من الزَّواحف، تولد الطيور حرارتها داخليًّا. **الثابتة درجة الحرارة** endotherm مخلوقات تولِّد حرارة جسمها داخليًّا عن طريق العمليات الأيضية الخاصة بها. ويرتبط معدل الأيض العالي بالحرارة الداخلية للجسم، مما يؤدي إلى توليد وإنتاج كميات كبيرة من الطاقة (ATP) يمكن استعمالها لتوفير طاقة العضلات أو حاجات أخرى.

وتبلغ درجة حرارة جسم الطائر 41°C تقريبًا. أما درجة حرارة جسم الإنسان فهي 37°C. وتُمكِّن درجة حرارة الجسم العالية خلايا العضلات الخاصة بالطيران من استهلاك كميَّات كبيرة من ATP اللازمة لانقباض العضلات السريع خلال الطيران.

ماذا قرأت؟ **وضح** لماذا يعدّ ثبات درجة حرارة الجسم تكيفًا للطيران؟

الشكل 13-3 يوضح مخطط العلاقات التركيبية أن الرِّيش صفة فريدة خاصة بالطيور.





■ **الشكل 14–3** للطيور ريش محيطي، وريش زغبي، وعظام خفيفة الوزن.

الريش Feathers الطيور هي المخلوقات الحيَّة الوحيدة التي يغطي أجسامها الريش. **والريش** feathers زوائد نمو متخصِّصة من جلد الطيور، مكوّنة من الكيراتين؛ وهو بروتين في الجلد يكوّن أيضًا الشَّعر والأظافر والقرون في بعض المخلوقات الحية الأخرى. وللريش وظيفتان أساسيتان، هما: الطيران، والعزل؛ إذ يمنع الريش فقدان الحرارة التي تولّدها عمليات الأيض في جسم الطائر. وعندما ينفش الطائر ريشه يُكوِّن فراغًا هوائيًّا عازلًا يحبس الحرارة. وهو ما يشبه عمل الغطاء عندما تكون نائمًا، فيكوّن الغطاء فراغًا هوائيًّا عازلًا بينك وبين الهواء البارد الموجود في الغرفة، مما يمنع فقدان حرارة الجسم.

والرِّيش الذي يُغطِّي الجسم والأجنحة وذيل الطائر يسمى **الريش المحيطي** (الكفافي) contour feathers. افحص الريش المحيطي المبين في **الشكل 14–3**. يتكوَّن الرِّيش المحيطي من قصبة ذات أشواك متفرِّعة، وتتفرَّع هذه الأشواك إلى شُويكات تتماسك معًا بخطَّافات. فإذا انفصلت الأشواك بعضها عن بعض فإنَّها تعاود الاتصال مرة أخرى كأسنان سحّاب الملابس. وتُصلح الطيور الروابط المنكسرة بين أشواك الريش عندما تقوم بتزييت ريشها، حيث تمرّ بمنقارها على طول الريشة. وتستغرق الطيور الكثير من الوقت في إعادة بناء الروابط المنكسرة في ريشها. وللعديد من الطيور **غدَّة زيتية** preen gland ، وهي غدَّة موجودة قريبًا من قاعدة الذيل تُفرز الزيت. وفي أثناء عملية التزييت تنشُر الطيور زيتًا من الغُدَّة الزيتية على ريشها، فتكوّن غلافًا مُقاومًا للماء. **والريش الزغبي** down feather، المبين في **الشكل 14–3**، ريش ناعم موجود تحت الريش المحيطي، ولا يحوي خطافات لربط الأشواك معًا؛ فالتركيب اللين للريش الزغبي يُمكنه حجز الهواء الذي يعمل عمل العازل.

المفردات

الاستعمال العلمي
مقابل الاستعمال الشائع.

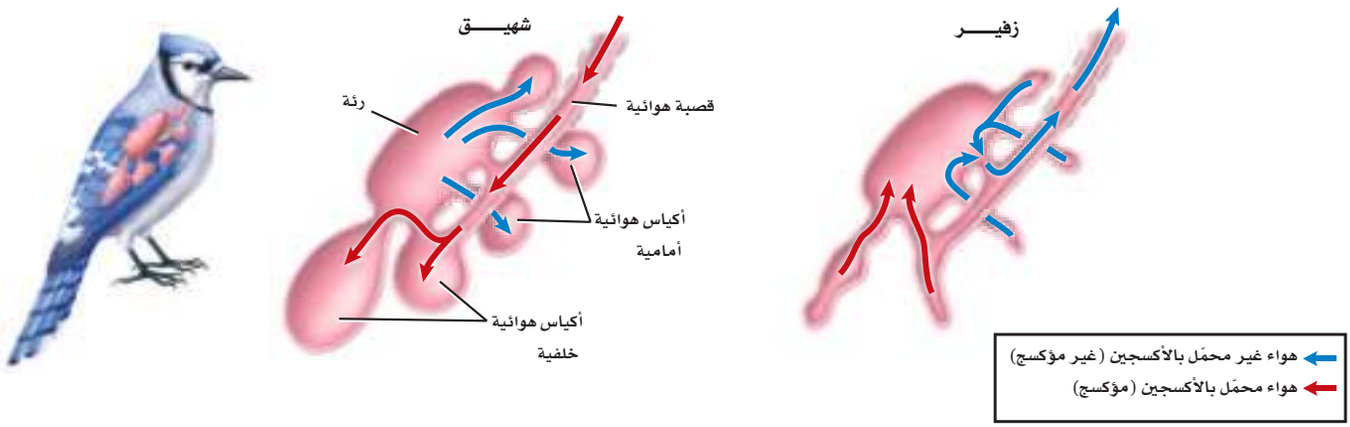
تزييت Preen

الاستعمال العلمي: الإصلاح والإدامة باستعمال منقار (طائر).

تُزيِّت الطيور ريشها قبل الطيران.

الاستعمال الشائع: التزييت يعني الدهن بالزيت.

زيَّتَ الشَّعرَ: دهنه بالزيت.



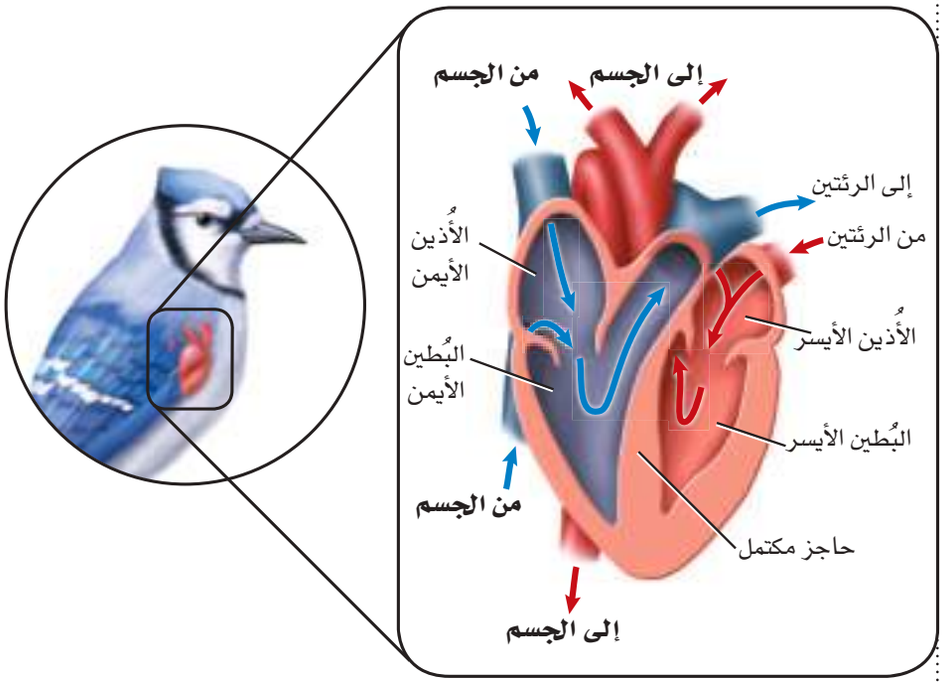
■ **الشـكل 15–3** عندمـا يتنفَّس طائر يمر الهواء في اتجاه واحد، بحيث يتم تبادل الغازات بكفاءة عالية.

العظام الخفيفة الوزن Light weight bones هناك تكيف آخر للطيور يسمح لها بالطيـران، وهو هياكلها القويـة الخفيفة الوزن. وعظام الطيـور فريدة لأنها تحتوي على تجاويف هوائية. ويبين **الشكل 14–3** التركيبَ الداخلي لعظام طائر. ورغم امتلاء العظام بالهواء فهي قوية. هل سبق أن وجدت عظم الترقوة في قطعة من الدَّجاج أو الديـك الرومي؟ تتكوَّن عظمة الترقوة مـن التحام عظمتين، كما في **الشَّـكل 14–3**. إن التحام العظام في هيكل الطائر يجعل الهيكل أكثر صلابة. وهذا تكيُّف آخر للطيران. فعضلات الصدر كبيرة، وتُشـكِّل نحو 30 % من وزن الطائر الكلي، فتُوفِّر له القوة اللازمة للطيران. وترتبط هذه العضلات الجناح بعظم الصَّدر، الذي يُسـمى **عظم القصّ** sternum، والمبين في **الشكل 14–3**. وعظم القصّ كبير، وفيه بروز لربط العضلات بعضها مع بعض.

التنفس Respiration تسـتهلك العضلات المسؤولة عن عملية الطيران كمية كبيرة من الأكسـجين. لـذا فإن أجهزة التنفُّـس في الطيور متكيِّفـة جيدًا؛ لتوفر هذه الكميـة من الأكسـجين. وللطيور حيز للهـواء في جهازها التنفسـي أكبر مـن الزواحف، كما أن الهواء يدور في جهازها التنفسـي فـي اتجاه واحد فقط. ويتحرَّك الهواء الغني بالأكسجين في عملية الشهيق عبر القصبـة الهوائيـة إلـى **الأكياس الهوائية** air sacs الخلفية، كما هو مبين في **الشكل 15–3**. وفي المقابل يُسـحب الهواء الموجود في الوقت نفسه في الجهاز التنفُّسي من الرِّئتين نحو الأكياس الهوائية الأمامية، حيث يحدث تبادل الغازات. أما في عملية الزفير فيُطرد الهواء غير المؤكسـج الموجود في الأكيـاس الهوائية الأمامية من الجهاز التنفُّسـي، ويحل محله الهواء المؤكسج الذي يتجه من الأكياس الهوائية الخلفية إلى الرئتين. وأخيرًا يتحرَّك الهواء المؤكسـج فقط داخل الرئتين في اتجاه واحد اعتمادًا على اتجاه دوران الدم.

الدوران Circulation تسـاعد الـدورة الدموية الطائر علـى المحافظة على مسـتويات عالية من الطاقة، مـن خلال النقل الفعال للدم المؤكسـج إلى أجزاء الجسم. وللطيور قلب بأربع حجرات، كما في **الشكل 16–3**. ووجود بُطينين يُبقي الدم المؤكسج وغير المؤكسج مُنفصلين، ممَّا يجعل توصيل الدم أكثر فاعلية.

ويستقبل الأُذين الأيسر الدم من الرئتين، ويضخه إلى البُطين الأيسر، ثم إلى جميع أجزاء الجسم. كما يصل الدم من الجسم إلى الأُذين الأيمن، ثم يتحرك إلى البُطين الأيمن، ومنه إلى الرئتين، حيثُ يحصل على المزيد من الأُكسجين.



■ **الشكل 16–3** للطيور قلب من أربع حُجرات، يُبقي الدم المحمل بالأكسجين والدم غير المحمل بالأكسجين منفصلين أحدهما عن الآخر.

قارن بين قلب الطائر وقلب الزاحف في الشكل 4–3.

التغذية والهضم Feeding and digestion تحتاج الطيور إلى كميَّة كبيرة من الغذاء للمحافظة على معدَّل أيض عالٍ. فعندما تأخذ الطيور الطعام تقوم باستهلاكه من خلال تكيُّفات فريدة في أجهزتها الهضمية، كما في **الشكل 17–3**. وللعديد من الطيور حجرة تخزين تُسمى الحوصلة، توجد أسفل المريء، تخزن فيها الغذاء الذي تبتلعه، ثم يتحرك الطعام من الحوصلة إلى المعدة. والنهاية الخلفية للمعدة ما هي إلا كيس عضلي سميك يُسمى القانصة. وتحوي القانصة عادةً حجارة صغيرة تقوم بطحن الطعام الذي ابتلعه الطائر بمساعدة الأداء العضلي للقانصة. فتُصبح جُزيئات الطعام الصغيرة الناتجة أسهل للهضم. وليس للطيور أسنان، ولا يمكنها مضغ الطعام؛ إذ يتم هضم الطعام وامتصاصه بشكل رئيس في الأمعاء الدقيقة، وتساعد إفرازات البنكرياس والكبد على عملية الهضم.

الإخراج Excretion تُنقي كليتا الطائر الدمَ من الفضلات، وتُحوِّلها إلى حمض البوليك (uric acid)، كما هو الحال في الزواحف. وللطيور مجْمع (مذرق)، يتم فيه إعادة امتصاص الماء من حمض البوليك، **الشكل 17–3**. وليس للطيور مثانة بولية تخزن البول؛ حيث يسبب تخزينه زيادة وزن الطائر خلال الطيران، لذا يُمكن اعتبار عدم وجود مثانة بولية تكيُّفًا للطيران. وتطرح الطيور حمض البوليك في صورة مادة بيضاء طرية.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تجربة استهلالية

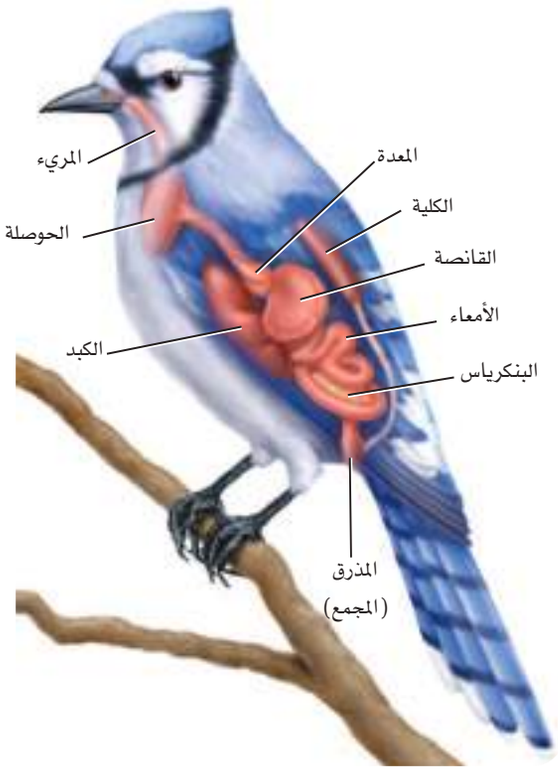
مراجعة: بناءً على ما قرأته عن الزواحف والطيور، كيف يُمكنك الآن الإجابة عن أسئلة التَّحليل؟

Feeding and Digestion

التَّغذِّي والهضم

■ **الشـكل 17 – 3** تفحَّص أعضاء الجهاز الهضمي لطائر ما. فبالإضافة إلى وجـود تكيُّفاتٍ فريدة في أجهزة الطيور الهضمية، فإن لها أيضًا مناقير مُتكيِّفة مع نوع الغذاء الذي تأكله.

تستعمل طيور الرفراف مناقيرها الطويلة والرفيعة والحادَّة لطعن الأسماك والبرمائيات الصغيرة والإمساك بها.



يستعمل البجع منقاره الكيسي لغرف الماء الذي يحوي الأسماك.

يســتعمل الصقر منقاره الحادّ لتمزيق لحم الفريسة.

لطائر الطَّنَّان منقار طويل رفيع لامتصاص الرحيق من الأزهار.

الدِّماغ والحواس The brain and senses تتميز أدمغة الطيور ـ كما في **الشكل 18–3** ـ بأنها كبيرة، مقارنة بحجم الطائر. فالمُخيخ كبير لأنّ الطيور تحتاج إلى تناسُق الحركة والاتزان في أثناء الطيران. وينسِّق الجزء البصري المعلومات البصرية. وحجم المخ كبير أيضًا لأنه مركز التكامُل الأساسي في الدِّماغ. وتتحكَّم هذه المساحة من الدماغ في الأكل والتغريد والطيران والسلوك الغريزي، كما أن مساحة القشرة المخية كبيرة نسبيًّا، وهي مسؤولة عن الذكاء في الطيور. ويتحكَّم النُّخاع المستطيل في الوظائف الإيقاعية، ومنها التنفُّس ودقات القلب.

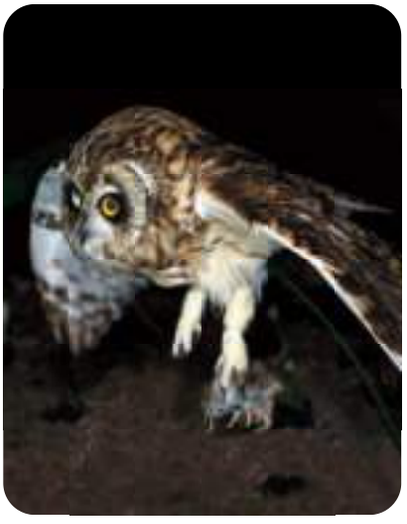
وللطيور عمومًا بصر حادّ. والطيور المفترسة ـ ومنها البوم، **الشكل 18–3** ـ لديها نظام تركيز عالٍ يمكِّنها من التركيز على فريسة متحرِّكة بشكل دائم عندما تقوم بالانقضاض عليها لافتراسها. ويعتمد موقع عيون الطائر في وجهه على بيئته؛ فللطيور المفترسة عيون في مقدِّمة رأسها. وهذا يمكِّنها من تمييز مسافة الهدف؛ لأن كلتا العينين يمكنها أن تركز على الهدف نفسه. وللحمامة عينان على جانبي الرأس، مما يُمكِّنها من الرؤية بزاوية 360° تقريبًا في الفراغ المحيط بها؛ إذ ترى كل عين مناطق مختلفة. وتأكل الحمامة الحبوب والبذور ولا تفترس، وبصرها متكيف لاكتشاف المفترسات التي يمكن أن تكون قريبة منها. وللطيور أيضًا حاسة سمع جيدة. ويمكن للبوم أن يسمع أدنى صوت لفأر خائف في الليل. فحتى لو هرب الفأر ليختبئ يمكن للبومة أن تُمسك به بتتبُّع صوته فقط.

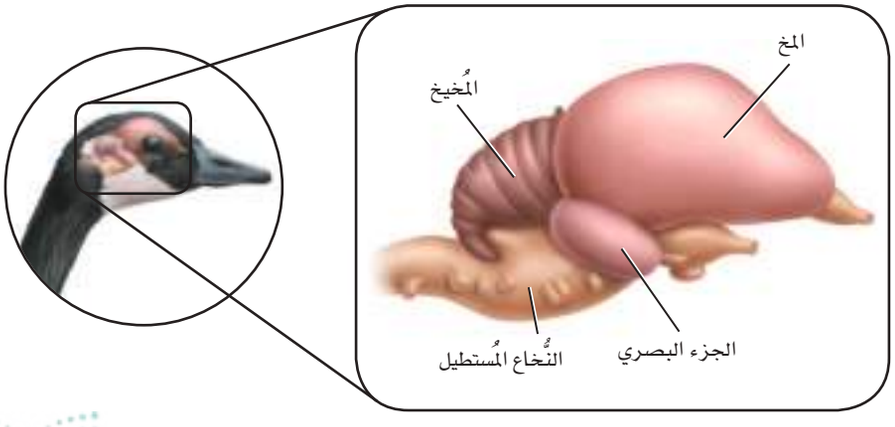
التكاثُر Reproduction النشاطات التكاثُرية في الطيور معقَّدة؛ فهي تشمل تحديد مناطق التكاثر، وتحديد شريك التزاوج، وسلوك المغازلة، والتزاوج، وبناء الأعشاش، وحضن البيض، وإطعام الصِّغار. وخلال فصل التكاثُر يتجمَّع العديد من الطيور في مستعمرات كبيرة؛ حيثُ تتكاثر وتعتني بصغارها. والإخصاب في الطيور داخلي. وتتكوَّن البيضة الأمنيونية بعد الإخصاب، وتكون مُحاطة بقشرة صلبة وهي لا تزال في جسم الأم. وبعد تكوُّن القشرة، يتمُّ طرح البيضة أو البيض عن طريق المجمع (المذرق) إلى العش، حيث يحضن الذكر أو الأنثى أو كلاهما البيض، ويُطعمان الصغار بعد الفقس. **والحضانة** incubation تعني إبقاء الظروف ملائمة لفقس الصغار، وترقد الطيور على البيض لحضنه.

الشكل 18–3

الأيمن: تبقى عيون البوم مركّزة على الفريسة المتحرِّكة في أثناء عملية الانقضاض عليها.

الأيسر: للطيور مخيخ كبير يمكِّنها من الاتِّزان والتَّناسُق في أثناء الحركة. ويتحكَّم النُّخاع المُستطيل في العمليات الإيقاعية.





تنوُّع الطيور Diversity of Birds

تُقسم الطُّيور إلى 27 رتبة تقريبًا. وتختلف هذه الرُتب بعضها عن بعض اعتمادًا على الاختلافات التشريحية، والسلوك المحدَّد، والتغريد، والمواطن. ويوضح **الجدول 1-3** أكثر رتب الطيور شيوعًا وبعض تكيُّفاتها. وأكبر رتبة للطيور هي العصافير، وتسمَّى عادةً الطيور الجاثمة أو الطيور المُغرِّدة. وهناك أكثر من 5000 نوع في هذه الرتبة. وللطيور التي لا تطير ـ ومنها النعامة Ostriche والإيمو Emus وطائر الكيوي Kiwis ـ أجنحة صغيرة، أو ليس لها أجنحة على الإطلاق. وطائر الكيوي ـ وهو في حجم الدجاجة ويعيش في نيوزلندا ـ يضع بيضة واحدة كبيرة جدًّا مُقارنة بحجمه. وبعض الطيور ـ ومنها البطريق والإوز والبط ـ تمتاز بتكيّف يسمح لها بالسباحة. وتستعمل البطاريق أجنحتها مجاديف للسباحة عبر الماء، في حين أن للبط والإوز أقدامًا بأغشية تساعدها على السباحة.

بيئة الطيور Ecology of Birds

تؤدي الطيور دورًا مهمًّا في السلاسل الغذائية بوصفها مُفترسات للثدييات الصغيرة، والمفصليات، واللافقاريات الأخرى. ولعلك شاهدت طائرًا يسحب دودة من الأرض. والطيور أيضًا فرائس لطيور أكبر وللثدييات. لذا فإن الطيور مهمة في السلاسل الغذائية بوصفها فريسة داخل النظام البيئي للطيور الكبيرة أو الثدييات.

الطيور المحلية (دراسة مسحية)

ما الطيور التي تعيش في منطقتك؟ يمكن أن يكون هناك طيور متنوِّعة في أي بيئة تقريبًا. استكشف المنطقة حول مدرستك لتقدير الطيور المختلفة التي تعيش هناك.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. قدّر عدد أنواع الطيور المختلفة التي يمكن أن تراها في المنطقة المحيطة بمدرستك، واعمل جدول بيانات لمتابعة الطيور التي تلاحظها.
3. اذهب في رحلة مشي مدَّتها 10 دقائق إلى المنطقة المُجاورة لمدرستك. وتأكَّد من اتباع إرشادات معلمك حول الأماكن المسموح لك بالذَّهاب إليها. وسجِّل معلوماتك عن الطائر الذي تشاهده. واستعمل منظارًا إذا دعت الحاجة. وإذا لم تستطع تعرّف طائر ما فاستعمل **دليلاً ميدانيًّا** مصورًا للطيور المحلية.
4. اجمع نتائجك، وابحث عن الطيور التي شاهدتها.

التَّحليل

1. **عُدَّ** أنواع الطيور التي شاهدتها، وضَعْ قائمة بأنواعها.
2. **حدِّد** ما إذا كانت الطيور التي شاهدتها محلية أم دخيلة.
3. **حلِّل** هل ظهرت أي عينات جديدة عند تجميع البيانات؟
4. **توقع** هل تختلف هذه القائمة لو مسحت المنطقة المحيطة بمنزلك؟ وإذا اختلفت فكيف تختلف؟

الجدول 1–3	تنوُّع رتب الطيور		
الرتبة	المثال	أفراد الرتبة	الخصائص
العصافير (باسيريفورميس Passeriformes) طيور جاثمة مغرِّدة؛ نحو 5000 نوع.		السُّمَاني، الدّخّل Warbler، الغراب، الدُّوري، كاسر الجوز Nuthatch، المُحاكي.	لهذه الرتبة أقدام تمكنها من الجثوم على السيقان الصغيرة والأفرع. والعديد من الطيور في هذه الرتبة تغرِّد. وعضو الصَّوت (الحنجرة) فعّال جدًّا في هذه الطيور. وهناك أنواع أخرى لا تغرِّد ، منها الغربان.
النقاريّات (بيسيفورميس Piciformes) تبني أعشاشها في التَّجاويف والثقوب، نحو 380 نوعًا.		نقّار الخشب، الطوقان Toucans، مرشد العسل Honey guide، اليقمر Jacamars.	لهذه الرتبة مناقير مُتخصِّصة مُرتبطة مع طريقة تغذّيها. وكلها تبني أعشاشًا في التجاويف، كثقب داخل شجرة ميِّتة على سبيل المثال. وللأقدام إصبعان تمتدان إلى الأمام، وإصبعان تمتدان إلى الخلف، وهذا يسمح للطَّائر بالتعلق بجذوع الأشجار.
اللقالق (سيكونيفورميس iconiiformes) طيور مائية والعقبان، نحو 90 نوعًا.		الطائر الحزين، الفلامنجو، البلشون، النسور، اللقالق.	يتراوح حجم أفراد هذه الرتبة بين الصغير والكبير؛ ولها رقاب طويلة وأرجل طويلة. ومعظمها طيور جماعية تعيش في مجموعات كبيرة في الأراضي الرَّطبة. والعقبان تشبه اللَّقالق إلى حد كبير في أجسامها إلا أنّها رمّية التغذي.
النوئيات (بروسيلاريفورميس rocellariiformes) الطُّيور البحرية، نحو 100 نوع.		القطرس Albatross، المازور Petrel، حلم الماء Shear waters.	هذه الرتبة طيور بحرية. ولديها مناقير معقوفة تساعدها على التغذّي على الأسماك، والحبَّار والقشريات الصغيرة. لديها فتحات تنفسية تشبه الأنبوب، موجودة في أعلى مناقيرها. وللعديد منها أقدام بأغشية.
البطريقيات (سفينيسيفورميس phenisciformes) البطاريق، نحو 17 نوعًا.		البطريق.	البطاريق طيور بحرية تستخدم أجنحتها مجاديف للسباحة عبر المياه، بدلًا من الطيران. وعظام البطريق صلبة، وتخلو من الفراغات الهوائية الموجودة في الطيور الأخرى. وكل أنواع هذه الرتبة موجودة في نصف الكرة الجنوبي.
البومّيات (ستيريجيفورميس Strigiformes) البوم، نحو 135 نوعًا.		البوم	البوم طيور ليلية، لها عيون كبيرة، ومناقير قوية معقوفة، مع مخالب قوية، حادَّة في أقدامها، وتساعدها هذه التكيُّفات على الإمساك بالفريسة. وللعديد منها ريش على أرجلها. ويوجد البوم في جميع أنحاء العالم ما عدا القارات المُتجمِّدة.
النعاميات (ستروثيونيفورميس truthioniformes) لا تطير، نحو 10 أنواع.		النَّعام، الإيمو، الكيوي، الريّة Rheas.	لأعضاء هذه الرتبة أجنحة صغيرة، وهي طيور لا تطير. والنَّعامة أكبر طائر حي؛ إذ يصل طولها إلى أكثر من مترين، وتزن حوالي 130 kg. ويوجد معظم أنواع هذه المجموعة في نصف الكرة الجنوبي.
الأوزيات (أنسيريفورميس Anseriformes) طيور الماء، نحو 150 نوعًا.		الإوز، البط، البجع.	تعيش أفراد هذه الرتبة في بيئة مائية. ولها أقدام غشائية تساعدها على الحركة في الماء. وللعديد منها مناقير دائرية عريضة تستعملها للتغذّي على النباتات المائية، وأحيانًا على القشريات أو الأسماك الصغيرة.

وزارة التعليم
Ministry of Education

وتؤدي الطيور أيضًا دورًا مهمًّا في نشر البذور؛ إذ تأكل الطيور البذور أو الثمار، ثم تخرجها بعد هضمها في صورة فضلات في مكان آخر. كذلك تلتصق البذور بريش الطائر، وتتساقط عنه كلما انتقل من مكان إلى آخر. وبعض الطيور ـ ومنها الطيور الطنّانة، تتغذَّى على رحيق الأزهار، وتقوم بتلقيحها في أثناء التغذّي على رحيقها.

تدمير الموطن البيئي Habitat destruction العديد من الطيور مهدد بالانقراض؛ لأنَّ مواطنها التي تحتاج إليها تختفي أو تُدمَّر بتأثير المبيدات الحشرية والملوِّثات الكيميائية الأُخرى. وتعتمد جماعات طيور الماء على الأراضي الرَّطبة، وهي مناطق تختفي بسرعة؛ حيثُ يتم تجفيفها للتطوير والبناء. وقد أدَّت إزالة الغابات في منطقة الغابات المطرية إلى تهديد حياة بعض أنواع الطيور أيضًا.

التجارة غير القانونية Illegal trade تتزايد تجارة طيور الزينة غير القانونية. والعديد من طيور الزينة تُربَّى في الأقفاص. وقد أدَّى الصيد غير المشروع للطيور، واستخدامها سلعة تدرّ الأموال الكثيرة ـ في بعض الحالات ـ إلى اختفاء طيور نادرة من البرِّيَّة، فلا يوجد طائر المكاو مثلًا، كما في **الشكل 19–3**، إلا في الأقفاص. ولقد أعلنت منظمة الأمم المتحدة (UN) في عام 1975 م عن اتفاقية دولية تهدف إلى حماية أنواع معينة من النباتات والحيونات (ومنها الطيور) المهددة بالانقراض من الاستغلال التجاري المفرط بعنوان (اتفاقية الاتجار الدولي في أنواع الحيوانات والنباتات البرية المهددة بالانقراض "CITES" انضمت لها المملكة العربية السعودية ممثلةً بالهيئة السعودية للحياة الفطرية في عام 1995 م وقد بلغ عدد الدول الأطراف التي وقعت على هذه الاتفاقية حتى عام 2016 م حوالي 183 دولة.

الشكل 19–3 لم يبق طيور مكاو في البرِّيَّة؛ فلا يوجد إلا نحو 70 من هذه الطيور فقط في الأسر.

الربط مع رؤية 2030

مجتمع حيوي

٣. ٤ حماية وتهيئة المناطق الطبيعية (مثل الشواطئ والجزر والمحميات الطبيعية)

التقويم 2–3

الخلاصة

- للطيور خصائص تجعلها متكيِّفة جيدًا للطيران.
- يمكن للطيور أن تُولِّد حرارة جسمها داخليًّا.
- للطيور عظام خفيفة الوزن.
- شكل منقار الطائر يحدده نوع الغذاء الذي يتناوله.
- للطيور عمومًا بصر حاد.
- تُقسم الطيور إلى 27 رتبة.
- تؤدي الطيور دورًا مهمًّا في السلاسل الغذائية.
- تدمير الموطن والتجارة غير القانونية قد يؤثران في بعض أنواع الطيور.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **حدّد** خصائص الطيور التي تجعلها متكيِّفة للطيران.
2. **قارن** بين الريش المحيطي والريش الزغبي.
3. **فسِّر** كيف تكيَّف الجهازان التنفسي والدوراني في الطيور للطيران.
4. **قارن** بين التكاثُر في الطيور والزواحف.
5. **صف** كيف تختلف صفات الطيور في رتبة ستريجيفورميس (البوم) عنها في رتبة أنسيريفورميس (الأوزيات – طيور الماء).
6. **صف** دور الطيور في انتشار الغطاء النباتي.

التفكير الناقد

7. **توضيحات علمية** ارسم دماغ طائر، وحدّد عليه الأجزاء المُختلفة في الدِّماغ، ووضح وظيفة كل منها.
8. الكتابة في علم الأحياء تضع معظم الطُّيور البريَّة الصَّغيرة ـ التي تُطعم صغارها ـ ما بين بيضتين إلى 12 بيضة في أعشاشها. وبعض الطُّيور الكبيرة ـ ومنها طائر الماء ـ لدى صغارها القدرة على العناية بنفسها بعد الفقس، ولا يطعمها أبواها. وتضع نحو 20 بيضة في أعشاشها. كوِّن فرضية مُفصَّلة تُفسِّر فيها لماذا تضع بعض أنواع الطُّيور أعدادًا من البيض أقل من الأنواع الأُخرى.

الأنواع الدخيلة في البيئة

مـاذا يحدث عندما يشـتري مالكو الحيوانـات الأليفة صغيرَ أفعى بورمـا العاصرة، ثم يُقـرِّرون بعد أن يصل طول الأفعى إلى 4–5 m أنَّهم لا يستطيعون العناية بها؟ إن أصحاب هذه الأفاعي الضَّخمة يُلقون بها في المروج الخضراء. وتعد الأفعى العاصرة عدوانية؛ فهي تُسـبِّب مشـكلات في المروج الخضراء. وتسبِّب أنواعٌ عدوانية أُخرى مشـكلات لبيئتها المُضيفة في مناطق مُختلفة من العالم.

مـا الأنـواع الدخيلـة (الغازيـة)؟ الأنـواع الدخيلة (الغازية) هـي مخلوقات تـمَّ إدخالها من قِبَل البشـر إلى مناطق لا تعيـش فيها أصلاً، وهـي تتكاثر بنجاح، وتُحدث فـي النظام البيئـي أضرارًا ومشـكلات بيئية أو اقتصاديـة أو اجتماعيـة أو صحية. ومـن أبرز هذه القضايـا تحوّلهـا إلى آفـات أحيائية تتنافس بشراسـة مع الأنواع المحليـة المتوطنة، وتحدّ من انتشـارها أو القضاء عليهـا أو جلب الأمراض إليهـا، مما يهدد قيام الأنظمة البيئيـة بوظائفها في دعم الحيـاة. ومن الأنواع الدخيلة علـى البيئة في المملكة العربية السـعودية طائر مينة الضفاف (الاسـم الإنجليـزي Bank mynah)، وهو من الطيور الدخيلة على المملكة العربية السـعودية، حيث تم جلبه من جمهورية باكستان الإسلامية بهـدف تربيته للزينة، ثم أطلق من الأقفاص. وهو الآن منتشر في منطقة الرياض، ويقتات على الحشرات والفواكه.

ومـن الأنواع الدخيلـة أيضًا الغراب الهنـدي المنزلي (الاسم العلمي *Corvus splendens* والاسم الإنجليـزي Indian House Crow)، والغـراب البنـي الرقبـة أو الغراب النوحـي (الاسم العلمي *Corvus ruficollis*، الاسم الإنجليزي Brown-necked Raven).

الغراب الهندي أحد الأنواع الدخيلة على بيئتنا المحلية

مـا الخسـائر التي تسـبِّبُها الأنواع العدوانية؟ يمكن للأنواع الدخيلة أن تسـبِّب خسـائر مالية كبيرة سـنويًّا للمحاصيل الزِّراعية والأراضي الخضراء. ووجود الأنواع الدخيلة يُعد ثاني سبب رئيس لتهديد الأنواع وانقراضها. ويمكن لأنواع النباتات الدخيلة أن تهدد جماعات الطيور مـن خلال فقدان الموطـن في أراضي التكاثر أو الأراضي التي تقضي فيها فصل الشتاء. وقد تفترس أنواع الحيوانات الدخيلة حيوانات أصيلة في منطقة ما. ويشـكّل التَّنافُس على المكان والفرائس عاملًا أساسـيًّا في اكتسـاح الأنواع الدخيلة للأنواع الأصيلة.

الحلول يُمكن التَّحكُّم في الأنواع الدخيلة بعدَّة طرائق، منها القوانين، وعدم السماح بدخول المخلوقات الحية الدخيلة. ويدرس العلماء باسـتمرار الأنواع الدخيلـة لكي يفهموا طرائق السَّيطرة على انتشـارها، ودورة حياتها، وسلوكها. ويمكن أن تُساعد قوانين وأنظمة متعلقة بالمشكلات البيئية على تحسين الظُّروف المرتبطة مع الأنواع الدخيلة أيضًا.

مشاركة المجتمع المحلي

كتابة تقرير اكتب تقريرًا عن أحد أنواع الحيوانات الدخيلة في منطقتك، وشارك مدارس منطقتك نتائج التقرير بالتعاون مع معلمك. على أن يكون التقرير موجهًا إلى طلاب المدارس الابتدائية فـي منطقتك. وتأكَّد من أنَّك قد شـاركت طلاب المدارس في هذا النشاط.

مختبر الأحياء

كيف يمكنك عمل نموذج لبيئة الزواحف والطيور؟

الخلفية النظرية: اطلب إلى طلاب صفِّك أن يساعدوك على التَّخطيط لعمل معرض جديد لحديقة حيوانات يتعلق بتكيفات الطُّيور والزَّواحف. وسوف تبحث في هذا المختبر عن أنواع مختلفة من الطُّيور والزَّواحف لتفهم كيف تكيَّفت تراكيب أجسامها مع البيئات المتنوعة ومصادر الغذاء المختلفة. وستستعمل هذه المعلومات لعمل نموذج لبيئة يمكن أن تعيش فيها الطُّيور والزَّواحف في حديقة الحيوان.

سؤال: *كيف يُمكنك عمل نموذج لبيئة ما بالاعتماد على ما تعرفه عن تكيُّفات المخلوق مع بيئته؟*

المواد والأدوات

- دليل ميداني للطيور والزَّواحف.
- رمل.
- تربة .
- قطع ورق مُقوى.
- صندوق ورق مُقوى.
- قطع خشبية.
- عيدان أسنان.
- صمغ.
- مقص.
- أقلام تلوين.
- فاصولياء جافة.
- حجارة/ حصى.
- قطع لباد/ فلين.

احتياطات السَّلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. اختر أحد أنواع الزَّواحف وأحد أنواع الطُّيور، وابحث عن تكيُّفات كل نوع، ومعلومات عن البيئة التي يعيش فيها، والطَّعام الذي يتغذّى عليه وسلوكه. وابحث أيضًا عن دور تركيب الجسم والسلوك بوصفهما من الميزات التنافسية في البيئة التي تعيش فيها هذه المخلوقات.
3. استعمل المعلومات التي جمعتها لعمل وصف مُفصَّل للبيئة التي يجب بناؤها في المعرض لكل طائر وزاحف قمت بالبحث عنه.

4. تأكَّد من موافقة المعلم على خطَّتك قبل المضيّ فيها.
5. استعمل المواد المُتوافرة لعمل نموذج لكلٍّ من بيئة الزَّاحف وبيئة الطَّائر اللذين اخترتهما والتي تمكّنهما من العيش في حديقة الحيوانات.
6. اعرض النموذجين على الصف، ثم فسّرهما.

حلِّل ثم استنتج

1. **صف** كيف أدَّت الاختلافات بين الطُّيور والزَّواحف إلى اختلافات في النّماذج التي عملتها لكل بيئة.
2. **حدّد** جوانب الضعف في نموذجك. وهل يدعم نموذجك حاجات كل نوع؟ وما التعديلات التي أضفتها إلى نماذجك؟
3. **صف** كيف أنّ تراكيب المخلوقات الحية وسلوكها تُعد من المميزات التنافسية في بيئاتها.

الكتابة في علم الأحياء

نشرة للمنزل اكتب نشرة ووضحها بالرسوم؛ لتمكّن النَّاس الذين يزورون معرضك أن يأخذوا نسخة منها إلى منازلهم. وضمّنها معلومات عن الحيوانات الموجودة في المعرض، وتوضيحات لبيئاتها الطَّبيعية.

دليل مراجعة الفصل

المطويات **استنتج** ليس للأسماك والبرمائيات بيوض أمنيونية. لماذا؟ صف هذه الأسباب على ظهر المطوية.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
3 – 1 الزَّواحف	
الغشاء الرهلي (الأمنيون) البيضة الرهلية (الأمنيونية) الطاقة ATP (أدينوسين ثلاثي الفوسفات) عضو جاكوبسون درع الظهر درع البطن	**الفكرة الرئيسة** **خلق الله سبحانه وتعالى للزواحف تكيفات مكّنتها من العيش على اليابسة.** • وهب الله للزَّواحف عدة أنواع من التَّكيُّفات التي مكّنتها من العيش على اليابسة. • تكيّف بيض الزَّواحف للنمو والعيش على اليابسة. • تُقسم الزَّواحف إلى أربع رتب هي: الحرشفيات، والتمساحيات، والسلحفيات، وخطمية الرأس. • الزَّواحف مخلوقات أمنيونية. والعديد من الزَّواحف ـ ومنها الديناصورات ـ قد انقرضت.
3 – 2 الطُّيور	
ثابتة درجة الحرارة الريش الريش المحيطي (الكفافي) الغدَّة الزيتية الريش الزغبي عظم القص كيس الهواء الحضانة	**الفكرة الرئيسة** **وهب الخالق جل وعلا للطُّيور ريشًا وأجنحة وعظامًا خفيفة الوزن وتكيُّفات أخرى تسمح لها بالطيران.** • للطُّيور خصائص تجعلها مُتكيِّفة جيدًا للطيران. • يمكن للطُّيور أن تُولِّد حرارة جسمها داخليًا. • للطُّيور عظام خفيفة الوزن. • شكل منقار الطَّائر يحدده نوع الغذاء الذي يتناوله. • للطُّيور عمومًا بصر حاد. • تُقسم الطُّيور إلى 27 رتبة. • تؤدي الطيور دورًا مهمًّا في السلاسل الغذائية. • تدمير الموطن والتِّجارة غير القانونية قد يؤثران في بعض أنواع الطُّيور.

الفصل 3 التقويم

3–1

مراجعة المفردات

استبدل المفردات التي تحتها خط بكلمات أخرى من صفحة دليل مراجعة الفصل لتصحيح العبارات الآتية:

1. توجد عدّة أغشية داخل الدرع الظهرية.
2. الجزء البطني في درع السُّلحفاة يسمى عضو جاكوبسون.
3. الدرع السفلية مسؤولة عن حاسة الشَّم في الأفاعي.
4. الجزء الظَّهري لدرع السُّلحفاة يُسمى البيضة الأمنيونية.

تثبيت المفاهيم الرّئيسة

5. أيّ مما يأتي ليس من الزَّواحف؟

a.

b.

c.

d.

6. أيّ الجمل الآتية خاطئة فيما يتعلق بتنفس الزواحف؟

a. تستعمل معظم الزَّواحف الرِّئات لتبادل الغازات.

b. في عملية الشهيق تنبسط عضلات القفص الصَّدري في الزواحف.

c. في عملية الزفير تنبسط عضلة جدار الجسم في الزواحف.

d. لرئات الزَّواحف مساحة سطح أكبر من تلك التي في البرمائيات.

7. أيّ تراكيب الزَّواحف الآتية يوجد فيها حمض البوليك؟

a. الرِّئتان.
b. المجْمع.
c. القلب.
d. المعدة.

أسئلة بنائية

8. **نهاية مفتوحة.** اعمل جدولًا يوضِّح التَّراكيب الآتية ووظائفها، وتشابهها مع أداة صنعَها الإنسان: الأمنيون، البُطين، المثانة، عضو جاكوبسون، الدرع الظهرية والدرع البطنية في السُّلحفاة، الكليتين.

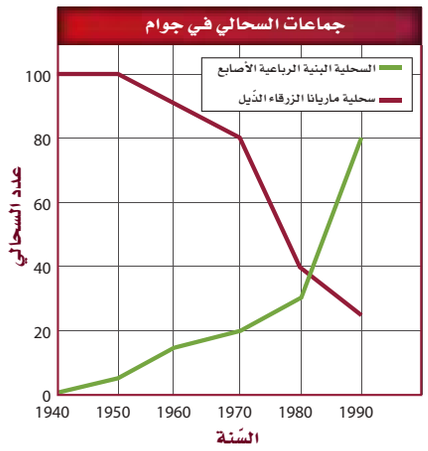
9. **نهاية مفتوحة.** اعمل مفتاحًا ثنائي التفرُّع يمكن أن يساعد الشَّخص الذي يدرس حيوانًا زاحفًا على تحديد رتبته.

التفكير النّاقد

10. **تطبيق المفاهيم.** أرجل أبي بريص (الوزَغة) مُغطّاة بالملايين من التَّراكيب التي تُشبه الشَّعر قد تلتصق بالسطوح، وعندما تُلامس سطحًا ما يحدث تجاذب بين الجُزيئات، فتلتصق أقدام أبي بريص على ذلك السَّطح. وهذه التَّراكيب قد تدعم حتى 400 ضعف وزن جسم أبي بريص تقريبًا. فكيف يُمكن للعلماء أن يستعملوا طريقة التصاق أرجل أبي بريص بالسطوح في عمل أداة يُمكن أن تكون مُفيدة للبشر؟

تقويم الفصل 3

استعمل الرَّسم الآتي للإجابة عن السؤاليـــن 11 و 12. لقد أُدخلت الســـحالي البُنِّية الرُّباعية الأصابع إلى جزيرة جوام في المُحيط الهادئ في بدايات عام 1950م.



11. حلِّل البيانات. كيف تغيَّرت أعداد جماعات الســـحلية البُنِّية الرُّباعية الأصابع وســـحلية ماريانـــا ذات الذَّيل الأزرق منذ عام 1950م؟

12. كوِّن فرضيـــة مفصلة تُفسِّر التَّناقُص في أعداد جماعات سحلية ماريانا الزرقاء الذَّيل.

13. قارن. بين جهاز الدوران في الزَّواحف والبرمائيات؟

14. وضِّح. اعمـــل مخططًا يُبيِّـــن كيف أثَّر فقـــدان البيئات وإدخال الأنواع الدَّخيلة في جماعة أفعى الغرطر.

3–2

مراجعة المفردات

فسِّر العلاقة بين المفردات الآتية:

15. الثابتة درجة الحرارة، الرِّيش الزغبي.

16. الرِّيش المحيطي، الرِّيش الزغبي.

17. الغدة الزيتية، الرِّيش المحيطي.

18. عظم القص، كيس الهواء.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

19. أيّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالطيور؟

a. قلبها مكون من ثلاث حجرات.

b. عظامها خفيفة الوزن لأنها تحتوي تجاويف هوائية.

c. لها مثانة بولية.

d. الطيور حيوانات متغيرة درجة الحرارة.

20. أيّ مصطلـــح مما يأتـــي لا ينتمي إلـــى المصطلحات الأخرى في كل مجموعة مما يأتي؟

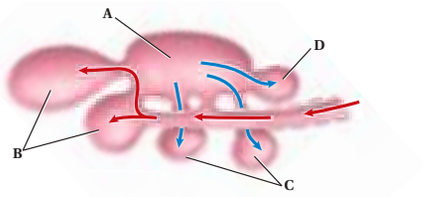
a. البُطين، الأُذين، الدم المؤكسج، الدم غير المؤكسج.

b. الكلية، الفضلات النيتروجينية، حمض البوليك، المجمع (المذرق).

c. المُخيخ، المُخ، الأجزاء البصرية، النُّخاع.

d. البيضة الأمنيونية، المذرق، الكلية، الأمنيون.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 21.



21. أيّ التَّراكيـــب الآتية يدخل إليها الهواء المؤكســـج في أثناء عملية الشهيق في الطائر؟

a. A **b.** B

c. C **d.** D

22. تنتمي الكلية والمجمع إلى الجهاز:

a. الإخراجي. **b.** العصبي.

c. الهضمي. **d.** التَّكاثُري.

23. ما نوع المنقار الذي يحتاج إليه طائر يتغذَّى على نباتات مائية؟

a. واسع وعريض.

b. كبير وعلى شكل مغرفة.

c. حاد ومعقوف.

d. طويل، رفيع، ومُدبَّب.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

3 تقويم الفصل

أسئلة بنائية

24. مهن مرتبطة مع علم الأحياء. وضع علماء الطُّيور فرضية مفادها أنَّ الذَّاكرة الطويلة الأمد لبعض الطُّيور المهاجرة تكون أفضل منها في الطُّيور غير المهاجرة. ولاختبار هذه الفرضية زُينت غرفتان؛ واحدة بنبات اللبلاب والأُخرى بنبات الخُبيزة. ووضع طعام في غرفة واحدة فقط. وسُمح لطيور مُهاجرة وأخرى غير مهاجرة باستكشاف كلتا الغرفتين من دون وجود الغذاء. وبعد عام سُمح للطيور نفسها باستكشاف الغرفتين. وقد استغرقت الطيور المُهاجرة في اكتشاف الغرفة التي احتوت على الغذاء فترة أطول من الطيور غير المهاجرة. صُغ استنتاجًا عن الذَّاكرة الطويلة الأمد في هذه الطُّيور.

التفكير النَّاقد

25. كوِّن فرضية. تُغرِّد الطُّيور غالبًا عند الفجر. ويعتقد العلماء أنَّ الطُّيور تعلن عن حدود مناطقها أو تعلن عن مكانها لأي شريك تزاوج مُحتمل. وقد اكتشف علماء الأحياء أيضًا أنَّه كلما كانت عينا الطَّائر أوسع غرّد أبكر. كوِّن فرضية عن العلاقة بين العين والتَّغريد المبكر عند الطُّيور.

26. استنتج. عرف علماء الأحياء أنَّ صغار الطُّيور تلفّ أجسامها داخل أعشاشها. استنتج أهمية هذا الالتفاف لأجسام الطيور.

استعمل الشَّكل الآتي للإجابة عن السؤال 27.

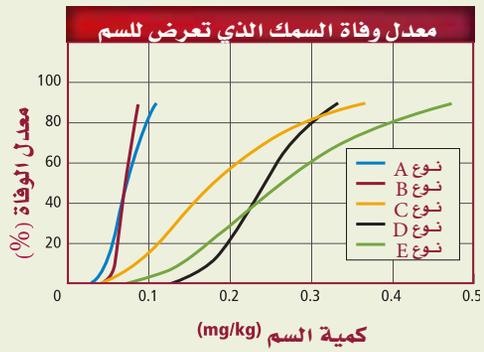
27. استنتج. ما نوع الطَّعام الذي يأكله هذا الطَّائر؟ وكيف يستعمل منقاره خلال التَّغذية؟

تقويم إضافي

28. الكتابة في علم الأحياء اكتب مُلخَّصًا حول الدراسة المسحية في **التجربة 1-2**، وسجّل أنواع الطيور التي حدّدتها، وعدّدها.

أسئلة المستندات

لأفاعي البحر الخضراء سمّ قويّ جدًّا تحقِنه داخل الفريسة. وفي العديد من الحالات يشلّ السُّم العضلات التي تضخ الماء عبر خياشيم السَّمك. ويُظهر الرَّسم البياني مُعدَّلات الوفاة لخمسة أنواع من الأسماك أُعطيت جُرعات مُختلفة من سم استُخلص من أفعى بحر خضراء.



استخدم الرسم البياني السابق في الإجابة على السؤالين 29-30

29. أيّ أنواع الأسماك أكثر تأثرًا بالسُّم، وأيها أقل تأثُّرًا؟ فسِّر كيف عرفت ذلك؟

30. لنوع السَّمك الأقل تأثُّرًا بالسُّم المقدرة على التنفُّس من خلال جلده، بالإضافة إلى الخياشيم. لماذا تُعد هذه الصفة مُهمَّة للنَّجاة من سمِّ أفعى البحر؟

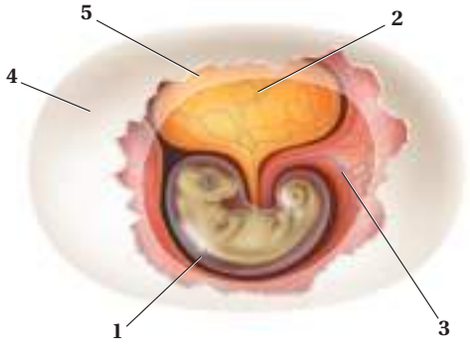
اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أيّ الخصائص الآتية استخدمت في تقسيم الديناصورات إلى مجموعتين؟

a. تركيب عظام الورك
b. تركيب الجمجمة والفكوك
c. ثابتة درجة الحرارة أم متغيرة درجة الحرارة
d. آكلة أعشاب أم آكلة لحوم

استعمل الشَّكل الآتي للإجابة عن السؤالين 2 و3.



2. أيّ الأرقام الآتية تمثل الغشاء المملوء بالسَّائل الذي يمنع الجنين من الجفاف ويحميه؟

a. 1 **b.** 2
c. 4 **d.** 5

3. أيّ الأرقام الآتية تمثل مصدر الغذاء الرَّئيس لجنين الزَّاحف المبين في الشكل؟

a. 1 **b.** 2
c. 3 **d.** 4

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 4.

الصَف	المجموعة	بعض مكوّنات الجهاز الهضمي
1	البرمائيات	لها قانصة، معدة، أمعاء
2	الزَّواحف	لها حوصلة، أمعاء دقيقة وغليظة
3	الطُّيور	لها حوصلة، قانصة، أمعاء
4	الأسماك	لها مثانة عوم، قانصة، أمعاء

4. أيّ صفّ في الجدول أعلاه يحتوي معلومات صحيحة عن الجهاز الهضمي؟

a. 1 **b.** 2
c. 3 **d.** 4

5. يوصف دماغ الطيور بأنه:

a. نخاع مستطيل كبير للرؤية.
b. مخ كبير لضبط عمليتي التنفس والهضم.
c. مخيخ كبير لتنسيق الحركة وحفظ والتوازن.
d. قشرة دماغ كبيرة للتحكم في الطيران.

6. أيّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بجهاز الدوران في السلاحف؟

a. دورتان دمويتان مغلقتان، وقلب مكون من أربع حجرات.
b. دورتان دمويتان مغلقتان ، وقلب مكون من ثلاث حجرات.
c. دورة دموية واحدة مغلقة، وقلب مكون من ثلاث حجرات.
d. دورة دموية واحدة مغلقة ، وقلب مكون من حجرتين.

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات القصيرة

7. صف كيف تنظِّم الزَّواحف درجة حرارة أجسامها؟

8. فسِّر لماذا تحتاج الطُّيور إلى جهاز تنفُّس فعَّال؟

9. اذكر التَّغيُّرات التي يمر بها أبو ذُنيبة قبل أن يصل إلى مرحلة الضفدع المكتمل النمو.

10. قارِن بين نوعي ريش الطُّيور.

11. كوِّن فرضية تجيب فيها عن سبب وجود أنواع مختلفة وكثيرة من الطُّيور.

أسئلة الإجابات المفتوحة

12. قوّم كيف تكيَّف هيكل الطائر العظمي للطَّيران؟

استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤالين 13 و14.

13. قوّم مـــا الوظيفة التي يؤديها موقـــع العيون في هذين الطائرين؟

14. فسّر كيف يعطي المنقار في هذين الطائرين دليلاً على طبيعة غذاءيهما؟

أسئلة مقالية

يقوم الأبوان في معظم أنواع الطُّيور برعاية الصَّغير؛ حيث يتزاوج الأبوان في موسم التَّزاوج ويُربيان صغارهما. وفي بعـــض أنواع الطّيور يبني أحد الأبويـــن العش، ثمَّ يجذب شريكًا للتزاوج. وفي أنواع أُخرى من الطُّيور يقوم الأبوان ببناء العش معًا. ويتناوبان على حراســـة البيض وحضانته. وعندما يفقس الصغار يُحضر الوالدان غذاءً يُشبه ما ستأكله الطُّيور اليافعة عندما تُصبح بالغة، وتستمر هذه العناية إلى أن تُصبح الصِّغار مُســـتعدة للطَّيران بعيدًا عن العش. وبعد مغادرتها العش، تصبح الطُّيور اليافعة مســـتقلة، ونادرًا ما يكون لها أي اتصال مع والديها.

أجب عن السُّؤال الآتي بأسلوب مقالي مستعينًا بالمعلومات الواردة في الفقرة السَّابقة:

15. يقوم الأبوان كلاهما في الطُّيور بالعناية بالصِّغار. أمّا في الثَّدييات فتقـــوم الأم غالبًا بتربية الصِّغار وحدها. اقترح فرضية تُفسِّر فيها لماذا يقوم الأبوان في الطيور بالعناية بالصِّغـــار، في حين تقوم الأم فـــي الثَّدييات بذلك. وناقش كيف يمكن اختبار هذه الفرضية.

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
الدرس / الفصل	3–1	3–1	3–1	3–2	3–2	3–1	3–1	3–2	3–1	3–2	3–2	3–2	3–2	3–2	3–2
الصف	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1

الفصل 4

الثَّدييات

Mammals

الفكرة العامة ميز الله سبحانه وتعالى الثدييات بمجموعة من التكيفات المتنوعة للمحافظة على اتزانها الداخلي والعيش في البيئات المختلفة.

1 - 4 خصائص الثدييات

الفكرة الرئيسة للثَّدييات خاصيتان مميزتان، هما: الشَّعر والغُدد اللبنية.

2 - 4 تنوُّع الثَّدييّات

الفكرة الرئيسة تقسّم طائفة الثَّدييات إلى ثلاث تحت طوائف، بناءً على طرائق تكاثرها.

حقائق في علم الأحياء

- الشَّعر الذي يغطي جسم الغزال يحوي فراغات، مما يُساعد على عزل جسمه من البرد، وكذلك يبقيه طافيًا عندما يتحرك عبر الماء.
- شعر الدب القطبي شفاف ولا لون له. وتبدو الدببة بيضاء لأنَّ الشَّعر المُجوّف يعكس الضوء ويشتته.
- لبعض الثَّعالب الحمراء فرو أسود، أو فرو فضِّيّ، ولبعضها في حالات نادرة فرو مرقط باللونين الأسود والفضي.

تجربة استهلالية

ما المخلوق الثديي؟

إنَّك ترى الثَّدييات كل يوم، ومنهـا الأغنام التي ترعى، والجمال في الصحراء، والنـاس الذين تعيش معهم. ما الخصائص المشتركة بين هذه الثدييات؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التَّجارب العملية.
2. تفحَّص **عينـات أو صـورًا للثَّدييـات**، ومن ذلك الثَّعلب الأحمر المبيّن في الصفحة المُقابلة.
3. حدد الخصائص التي تشترك فيها الثَّدييات الظاهرة في الصُّور.
4. صمِّم جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك.

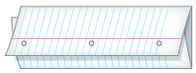
التَّحليل

1. **استنتج** وظيفـة كل خاصيـة طبيعية تشـترك فيها الثَّدييات.
2. **صف** مدى التنـوُّع الكبير في خصائـص الثَّدييات وسلوكها، مُسـتخدمًا الصور، وكذلك خبراتك مع الثدييات الأُخرى.
3. **استنتج** كيف اسـتخدم العلماء خصائص الثدييات المختلفة لتصنيفها في تحت طوائف مُحدَّدة.

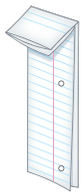
المطويات
منظمات الأفكار

تحت طوائف الثدييات اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على مقارنة خصائص الثدييات في كل تحت طائفة.

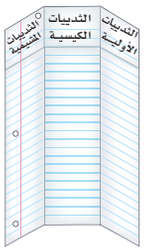
الخطوة 1: اطـوِ ورقة إلى ثلاثة أجزاء متسـاوية كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الورقة من أعـلى بمقدار 2.5 cm إلى أسفل، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: افتـح المطوية، وارسـم خطوطًا على طول الطَّيـة العلوية. وعنون كل لسـان بالعناويـن التالية: الثدييات الأولية، الثدييات الكيسية، الثدييات المشيمية. كما في الشكل الآتي:



المطويات **استخدم هذه المطوية في القسم 2-4.** عندما تقرأ هذا القسم سجِّل ما تعلَّمته عن صفات الثَّدييات في كل تحت طائفة، واسـتعمل هذه المعلومات لتقارن بين أفراد كل مجموعة.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

4-1

الأهداف

- **تحدّد** خصائص الثَّدييات.
- **تصف** كيف تحافظ الثَّدييات على درجة حرارة ثابتة للوصول إلى الاتزان الداخلي.
- **تميّز** بين التَّنفُّس في الثَّدييات والتَّنفّس في الفقاريات الأخرى.

مراجعة المفردات

ثابتة درجة الحرارة Endotherms: مخلوقات تولِّد حرارة جسمها داخليًّا من خلال العمليات الأيضية الخاصة بها.

المفردات الجديدة

الغدة اللبنية
الغدَّة
معدَّل الأيض
الحجاب الحاجز
القشرة المخية
المخيخ
الرحم
المشيمة
الحمل

خصائص الثدييات

Mammalian Characteristics

الفكرة الرئيسة **للثَّدييات خاصيّتان مميزتان، هما: الشَّعر، والغدد اللبنية.**

الربط مع الحياة فكِّر في الخصائص المميزة لطوائف الفقاريات الأخرى التي سبق أن درستها. بيِّن كيف تختلف الثدييات عن مخلوقات الطَّوائف الأُخرى؛ فخصائص الثدييات تساعدها على أداء نشاطاتها اليومية المختلفة.

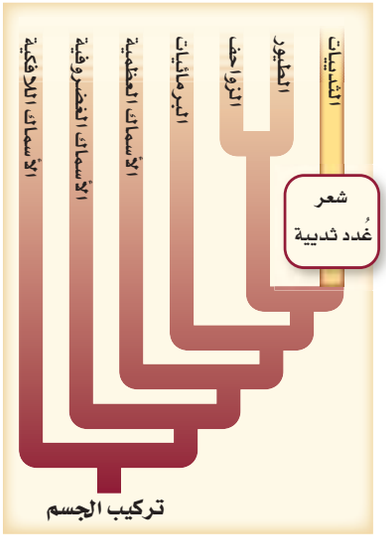
الشَّعر والغدد اللبنية Hair and Mammary Glands

تتميز أفراد طائفة الثَّدييات عن الفقاريات الأُخرى بخاصِّيتين مهمتين، هما الشَّعر والغدد اللبنية. تُنتج **الغُدد اللبنية** mammary glands الحليب، وتفرزه ليُغذِّي الصَّغير النَّامي. أما الشعر فهو يغطي أجسام الثَّدييات. وكما ترى في مخطط العلاقات التركيبية، المبين في **الشكل 1-4**، فإن للثَّدييات تفرعًا خاصًّا بها يسمى تفرع الشَّعر والغُدد اللبنية.

وظائف الشَّعر Functions of hair يؤدّي شَعر الثَّدييات عدَّة وظائف، هي:

1. العزل: العزل ضدّ البرودة من أهم وظائف الشَّعر؛ حيث تستفيد الثدييات من فرائها أو أشعارها في المحافظة على حرارة أجسامها، ومنع فقدانها.
2. التخفّي: تسمح فراء الثدييات أو أشعارها بالانسجام مع تنوع بيئاتها.
3. الإحساس: في بعض الحالات يتحوَّر الشَّعر إلى شاربين. الفُقمة مثلًا تستعمل شواربها الموجودة على أنفها لتتبُّع الفريسة في ظُلمة الماء من خلال الإحساس بتغيُّرات الماء التي تحدث عندما تمر سمكة بالقرب منها.
4. مُقاومة الماء: لعلك تعرف مدى البرودة التي تشعر بها عندما تخرج من بركة السِّباحة في يوم حار. فعندما يتبخَّر الماء عن جلدك يفقد جسمك الحرارة. العديد من المخلوقات المائية ـ ومنها ثعلب الماء المبين في **الشكل 2-4** ـ لها شعر يمنع وصول الماء إلى جلدها، وهذا يُساعدها على المحافظة على درجة حرارة أجسامها.

الشكل 1-4 الشَّعر والغدد اللبنية صفتان تُميِّزان الثَّدييات من الفقاريات الأخرى.



الشكل 2-4 الشَّعر الذي يُغطِّي جسم ثعلب الماء يُساعده على منع وصول الماء إلى جلده.

الدِّفاع

التواصل

■ **الشكل 3–4**
اليمين: إبر النيص شعر مُتحوِّر، تحميه من المُفترسات.
اليسار: يستعمل الشَّعر الأبيض على ذيول هذه الغـزلان في تنبيه باقي أفـراد القطيع للهرب من المُفترسات.

5. التواصل: يُمكن للشَّـعر أن يُسـتعمل أداة للتواصل؛ فالغـزلان ذات الذَّيل الأبيض ـ المبينة في **الشكل 3–4** ـ ترفع ذيولها لتظهر المنطقة البيضاء أسفل الذيل، عندما تهرب لكي تلحق بها الغزلان الأخرى.

6. الدِّفاع: يُمكن للشَّـعر أن يستعمل أداة دفاع ضد المُفترسات؛ فللنيص المبين في **الشكل 3–4** إبر حادَّة ـ وهي شـعر مُتحوِّر ـ تنفصل بسهولة عندما يهدده مخلوق مُفترس آخر، فتلتصق الإبر بالمُفترسات التي تلمسه، وتطعنها.

تركيب الشَّعر Structure of hair يحتوي الشَّعر في الثدييات على بروتين ليفيٍّ قاسٍ يُسـمَّى الكيراتين. وهو بروتين يدخل أيضًا فـي تكوين الأظفار والمخالب والحوافر. تتكوَّن طبقة الشعر غالبًا من نوعين من الشَّعر: شعر طويل يحمي شعرًا قصيرًا كثيفًا عازلًا تحته. ويُوفِّر الهواء المحصور في طبقة الشَّعر السفلية القصيرة الكثيفة عزلًا ضدّ البرودة، ويحافظ على درجة حرارة الجسم.

ماذا قرأت؟ فسِّر ما أهمية الشَّعر للثدييات؟

الغدد Glands تفرز الغدد أنواعًا مختلفة من السَّـوائل تسـاعد على تنظيم البيئة الدَّاخلية للثَّدييات. **الغُدَّة** gland مجموعة من الخلايا تُفرز سـائلاً يُسـتعمل في مكان آخر من الجسـم. وتسـاعد الغدد العرَقية على المحافظة على درجة حرارة الجسـم. وتُنتج الغدد اللبنية الحليب الذي يُغذِّي الصغار. يحتوي الحليب على الماء والكربوهيدرات على شكل سـكر لاكتوز ودهون وبروتين. وتختلف نسبة هذه المواد من نوع إلى آخر من الحليب.

تتنوَّع نسب المواد الغذائية بشـكل كبير في الأنواع المختلفة من الثَّدييات. فعلى سـبيل المثال، يتنوَّع معدل الدُّهون (الدسم) من 50% – 1؛ حيث يحتوي حليب الثَّدييات المائية التي تسـتعمل طبقة من الدُّهن لتحافظ على حرارة جسمها ـ على أعلى كمية من الدُّهون (الدسم).

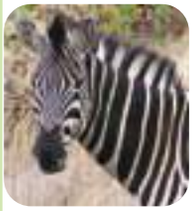
تُفرز غُدد الرَّائحة مواد تسـتعملها الثَّدييات لتحديد مناطقها، أو لتجذب شـريك التزاوج. وتحافظ الغدد الدهنية في الجلد على جودة وسـلامة شـعر المخلوق وجلده، في حين تُنتج غدد أُخرى هرمونات تنظِّم العمليات الدَّاخلية، ومنها النُّمو وإطلاق البيوض من المبايض.

تجربة علمية
ما أفضل طريقة للمحافظة على دفء الأجسام؟
ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

إرشادات الدراسة

توقُّع راجع هـذا القسـم بالنَّظر إلى العناويـن الملوّنـة والصُّـور، وتوقَّـع الخصائص المُميِّزة للثدييات، ثم استعن بالعناوين والصُّور على توقُّع الملاحظات التي تتعلق بهذا القسم.

افحص **الجدول 1–4** لترى نسب المواد الغذائية في حليب ثدييات مختلفة.

الجدول 1–4	نسب المواد الغذائية في حليب الثَّدييات				
المادة المغذية	الكلب	الدُّلفين	الفقمة	الأرنب	الحمار الوحشي
الماء	76.3	44.9	43.8	71.3	86.2
البروتين	9.3	10.6	11.9	12.3	3.0
الدُّهون	9.5	34.9	42.8	13.1	4.8
السُّكر	3.0	0.9	0.0	1.9	5.3
					

ماذا قرأت؟ فسِّر لماذا تكون نسبة الدُّهن عالية في حليب الثَّدييات المائية؟

خصائص أُخرى Other Characteristics

تشترك الثَّدييات ـ بالإضافة إلى الشَّعر والغدد اللبنية ـ في خصائص أُخرى، منها **معدَّل الأيض** metabolic rate (وهو المعدل الذي تحدث به التفاعلات الكيميائية داخل الخلية في المخلوق الحي) المرتفع الذي يحافظ على ثبات درجة حرارة أجسامها، ولها أسنان وأجهزة هضمية مُتخصِّصة، وحجاب حاجز يُساعدها على التَّنفُّس، وقلب رُباعيّ الحُجرات، ودماغ معقّد ومتخصص.

مخلوقات ثابتة درجة الحرارة Endothermy الثَّدييات مخلوقات ثابتة درجة الحرارة. وهذا يعني أنَّها تُنتج حرارة جسمها داخليًّا. ويشكل مُعدَّل الأيض المُرتفع داخل أجسامها مصدر حرارتها. يتمُّ التَّحكُّم في درجة حرارة الجسم بآليات تغذية راجعة داخلية، من خلال إشارات بين الدِّماغ والحواس المُنتشرة في الجسم.

فعلى سبيل المثال، عندما ترتفع درجة حرارة بعض الثَّدييات بسبب بذل جهد أو ارتفاع حرارة الهواء المحيط تنشط غدد العرق في الجلد لإفراز العرق الذي يتبخّر عند سطح الجلد. وعندما يتبخّر العرق يمتص الحرارة من الجسم فيُبرِّده.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالِم الثَّدييات Mammalogist

علم الثَّدييات فرع من الأحياء يهتم بدراسة الثَّدييات. ويبحث عالِم الثَّدييات في سلوك نوع أو أكثر من الثَّدييات، وتشريحه، أو بيئته، وقد يقارن بين بعض الخصائص ـ ومنها الهضم مثلًا ـ في عدَّة أنواع من الثَّدييات.

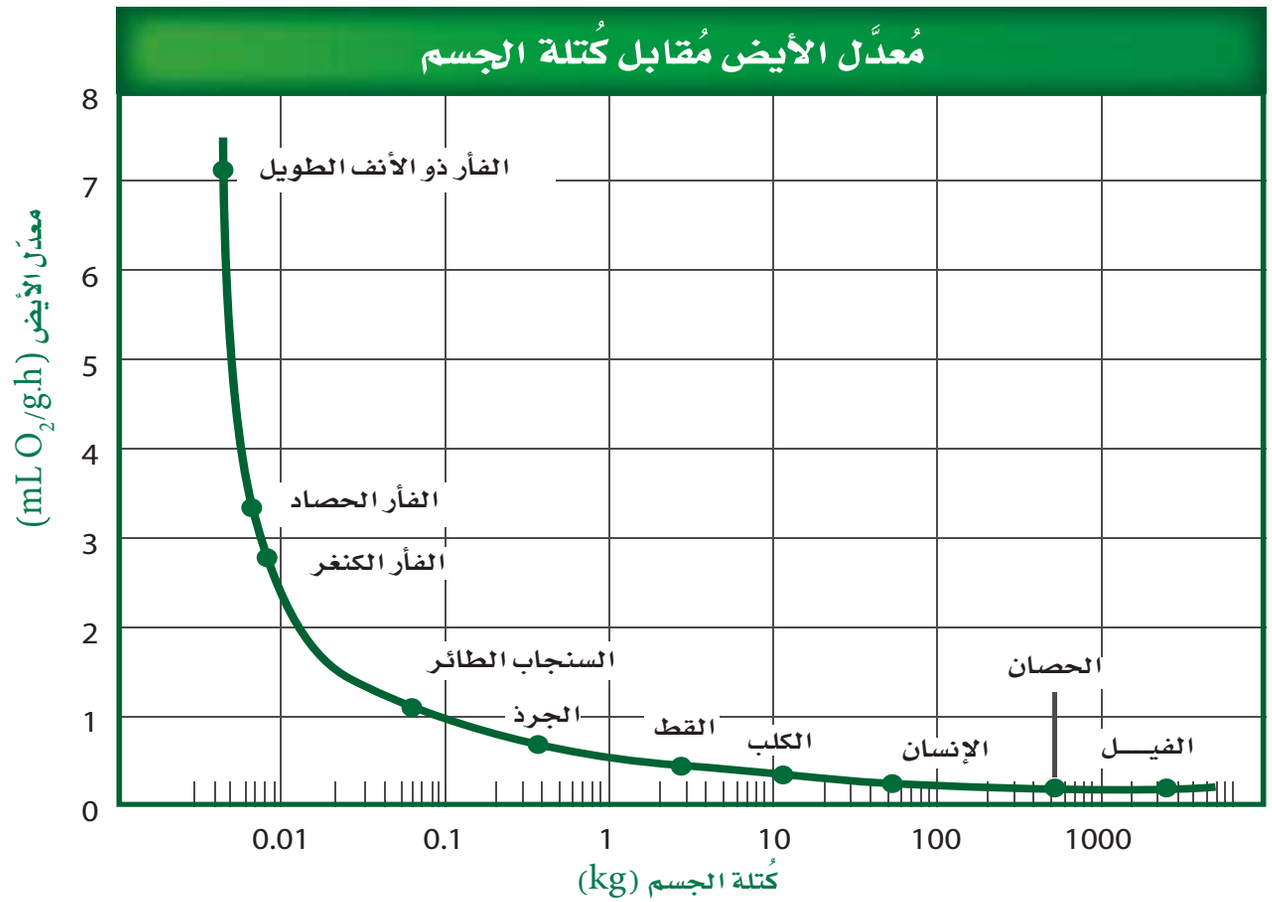
وعندما تنخفض درجة حرارة الجسم يتوقف التَّعرُّق. أما في الثَّدييات الأُخرى التي لا تنتج العرق فيُبرِّد اللُّهاث الجسم كما يفعل حيوان الكلب. ولعلك شاهدت مخلوقًا يلهث في يوم قائظ. وفي أثناء اللُّهاث يتبخّر الماء من الفم والأنف. ولأن الثَّدييات تستطيع تنظيم درجة حرارة أجسامها داخليًّا للمحافظة على الاتزان فهي تستطيع أن تعيش في جميع الأنظمة البيئية، ومنها المناطق القطبية في درجات حرارة التجمُّد، والصَّحارى، والمناطق الاستوائية الحارَّة، وغيرها.

التغذِّي والهضم Feeding and digestion للمحافظة على عمليات الأيض المسؤولة عن ثبات درجة الحرارة الداخلية تحتاج الثدييات إلى كميات كبيرة من الطَّاقة. وهي تحصل على حاجتها من الطَّاقة بتحليل الغذاء. يستعمل كثير من الثدييات الغذاءَ الذي تحصل عليه لإنتاج الحرارة اللازمة للمحافظة على درجة حرارة الجسم ثابتة.

تفحَّص الرَّسم البياني في **الشكل 4-4** الذي يُبين العلاقة بين مُعدَّل الأيض لمخلوق ثديي وكُتلة جسمه. فالثَّدييات الصَّغيرة ـ ومنها الفأر ذو الأنف الطويل، والأنواع الأخرى من الفئران ـ لها مُعدَّل أيض عالٍ بالنسبة إلى أحجامها. ولذلك على هذه المخلوقات الصَّغيرة أن تصطاد وتأكل الغذاء باستمرار تقريبًا لإمداد الجسم بالوقود اللازم لعمليات الأيض.

■ **الشكل 4-4** نتيجة ارتفاع مُعدَّلات الأيض في أجسامها، يجب أن تتناول بعض الثَّدييات الصَّغيرة ـ ومنها الفئران ـ يوميًّا طعامًا يعادل وزن كُتلتها تقريبًا؛ للمُحافظة على اتزان درجة حرارة جسمها.

حلِّل ما كمية الغذاء (kg) تقريبًا التي يجب على الفأر ذي الأنف الطويل أن يتناولها كل يوم ليبقى على قيد الحياة؟



تقسيم الثدييات بحسب طريقة تغذّيها Trophic categories يُقسِّم العلماء الثَّدييات إلى أربع مجموعات، اعتمادًا على نوع غذائها:

1. آكلات الحشرات: ومنها الخُلد والفأر ذو الأنف الطويل، وهي تأكل الحشرات واللافقاريات الصَّغيرة.
2. آكلات الأعشاب: ومنها الأرانب والغزلان، وتتغذَّى على النَّباتات.
3. آكلات اللُّحوم: ومنها الثعالب والأُسُود، وتتغذَّى غالبًا على آكلات الأعشاب.
4. القارتة (آكلات أعشاب ولحوم): ومنها الرَّاكون والدب ومُعظم الرَّئيسات، وتتغذَّى على كل من النَّباتات وبعض المخلوقات الحية الأخرى.

خلق الله سبحانه وتعالى للثَّدييات مجموعة كبيرة من التكيُّفات التي تساعدها على إيجاد الغذاء، والإمساك به، ومضغه، وبلعه، وهضمه. وهذا من بديع صنع الخالق ـ عز وجل ـ في تنويع تراكيب أجسام المخلوقات الثَّديية وأنماط حياتها. فهضم ألياف النَّبات أكثر صعوبة، ويتطلَّب وقتًا أطول من هضم اللحوم. لذا فإن للثَّدييات التي تتغذى على النباتات مِعَى أعور أكبر، وجهازًا هضميًّا أطول من الثدييات التي تتغذى على اللحوم، **الشكل 5-4**.

آكلات الأعشاب (المُجترّات) Ruminant herbivores يُمكن أن يشكِّل السيليلوز ـ وهو من مُكوِّنات الجدار الخلوي في النَّباتات ـ مصدرًا للغذاء والطاقة. لكن إنزيمات الجهاز الهضمي في الثَّدييات لا تستطيع هضم السيليلوز. وعوضًا عن ذلك يوجد في المعى الأعور (وهو كيس يوجد حيث تلتقي الأمعاء الدَّقيقة مع الأمعاء الغليظة) لبعض آكلات الأعشاب بكتيريا تحلل السيليلوز. أما آكلات الأعشاب الأخرى فتوجد البكتيريا في معدتها وتحلل السيليلوز أيضًا إلى مواد غذائية يُمكن للمخلوق أن يستعملها. وهذا النوع من الثَّدييات يُسمى المجْترّات، ولها معدة كبيرة مكوّنة من أربع حجرات. الماشية والخراف والثِّيران كُلُّها مُجترَّات. عندما تتغذَّى المُجترات تمرّ المواد النباتية المطحونة عبر المعدة الأولى والثانية، فتهضم النباتات جزئيًّا عن طريق بكتيريا المعدة، ثم تعيده إلى الفم على شكل كتل غذائية وتمضُغها مرة أخرى لفترة طويلة، فتتحطَّم ألياف الحشائش. وعندما يتمُّ ابتلاع المُضغة تصل إلى الحُجرة الرَّابعة، حيث يستمر الهضم.

ماذا قرأت؟ استنتج نوع العلاقة الموجودة بين مخلوق مجترّ وبكتيريا في مَعِدته.

الأسنان Teeth بالإضافة إلى تكيُّفات الجهاز الهضمي، تُظهر الأسنان طرق تغذِّي الثَّدييات أكثر من أي صفة طبيعية أُخرى. ففي الأسماك والزَّواحف تبدو الأسنان كلها مُتشابهة جدًّا في الفم؛ لأنَّ هذه المخلوقات تستعمل كل أسنانها للغرض نفسه، وهو الإمساك بالفريسة أو لتمزيقها إربًا قبل بلعها. وعلى العكس من ذلك، فإن للثَّدييات عدَّة أنواع من الأسنان التي تخصّصت في وظائف مُختلفة.

Digestive Systems of Mammals

الأجهزة الهضمية في الثَّدييات

■ **الشكل 5–4** تكيَّفت الأجهزة الهضمية في الثَّدييات لتقوم بهضم الغذاء وامتصاصه بشكل فعَّال. إن البروتين الذي تستهلكه آكلات اللُّحوم وآكلات الحشرات قابل للهضم بسهولة. تحتوي المواد النَّباتية على الكربوهيدرات، والماء، والسِّيليلوز الذي يُقاوم الهضم. قارِن بين تركيب كل جهاز هضمي أدناه.

الجهاز الهضمي لأكل حشرات

إنَّ وجبة آكلات الحشرات تُهضم بسهولة وتُمتص بجهاز هضمي قصير نسبيًّا.

الفأر ذو الأنف الطويل

الأرنب الشرقي ذو الذيل القطني

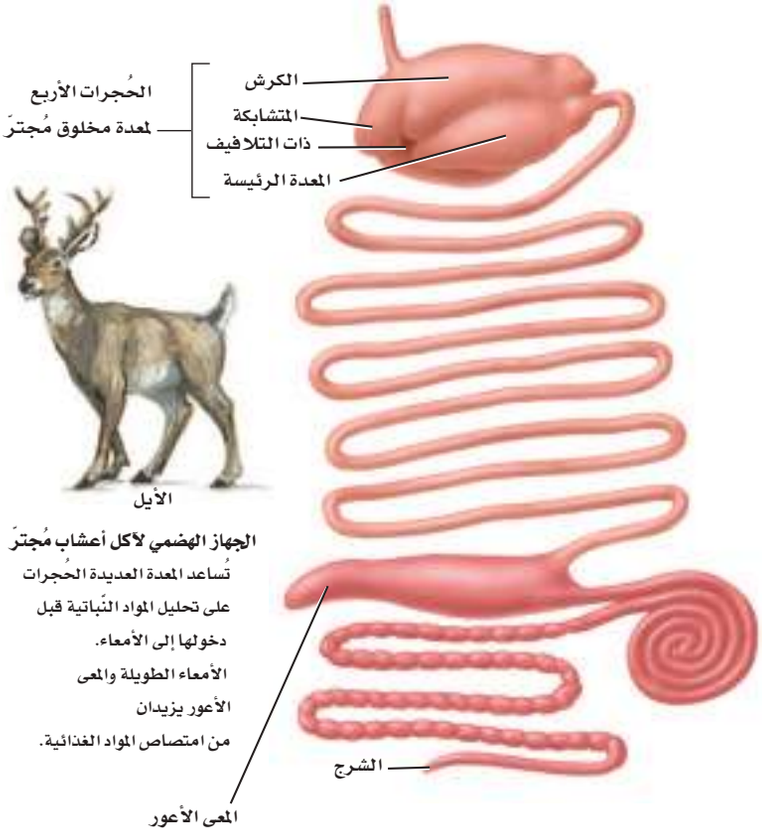
جهاز هضمي لأكل أعشاب غير مُجترّ

يبدأ هضم الغذاء وامتصاصه في المعدة. تقوم البكتيريا في المعى الأعور بتحليل السِّيليلوز.

الأيل

الجهاز الهضمي لأكل أعشاب مُجترّ

تُساعد المعدة العديدة الحُجرات على تحليل المواد النَّباتية قبل دخولها إلى الأمعاء. الأمعاء الطويلة والمعى الأعور يزيدان من امتصاص المواد الغذائية.



الثعلب الأحمر

الجهاز الهضمي لأكل لحوم

الجهاز الهضمي لآكل لحوم يشبه ما في آكل الحشرات. وبخلاف آكلات الأعشاب لا يُستعمل المعى الأعور في أي وظيفة مهمة في الجهاز الهضمي لآكل اللُّحوم.

تُبين الرسوم في **التَّجربة 1 – 4** الأنواع الأربعة لأسنان الثَّدييات: الأنياب، والقواطع، والأضراس الأمامية (الضواحك)، والأضراس الخلفية (الرحى). أنياب الثَّعلب طويلة وحادة. تَستعمل آكلات اللُّحوم الأنياب لطعن فرائسها وجرحها. أما أنياب آكلات الأعشاب فتكون عادةً صغيرة الحجم، كما في جُمجمة البقرة الظَّاهرة في **التَّجربة 1 –4**. وتُستخدم الأضراس الأمامية والأضراس الخلفية في آكلات اللحوم لتقطيع اللَّحم ونزعه عن عظام فرائسها، في حين أن وظيفة الأضراس الأمامية والأضراس الخلفية في آكلات الأعشاب هي الطَّحن. قواطع آكلات الحشرات طويلة ومُنحنية، وتعمل عمل دبابيس لتثبيت الفريسة (الحشرة). قواطع القُندس الشَّبيهة بالإزميل مُتحوِّرة للقرض.

ولأن أسنان الثَّدييات تعكس أنماط تغذِّيها فيُمكن لعلماء الأحياء أن يُحدِّدوا ما تأكله الثَّدييات بدراسة أسنانها. أكمل **التَّجربة 1– 4** لتستنتج غذاء المخلوق الثَّديي؛ اعتمادًا على أسنانه.

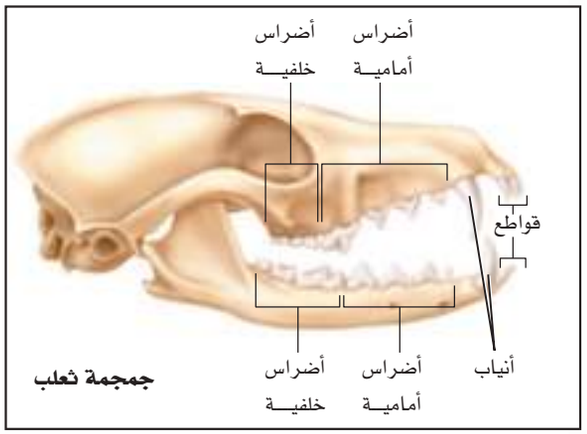
تجربة 1–4

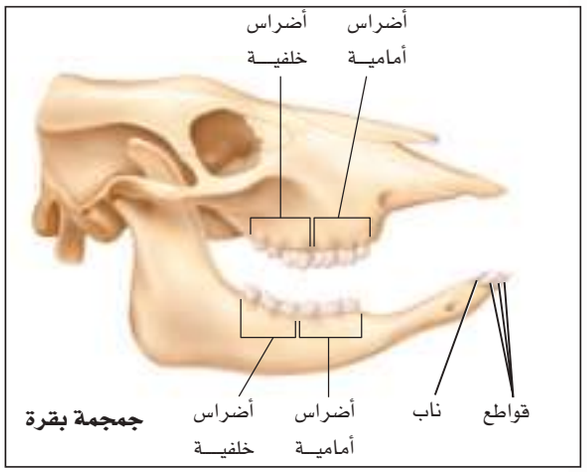
المقارنة بين أسنان الثدييات

كيف تخصصت أسنان الثدييات؟ استكشف كيف ترتبط أسنان الأنواع المختلفة من الثَّدييات مع غذائها؟

خطوات العمل

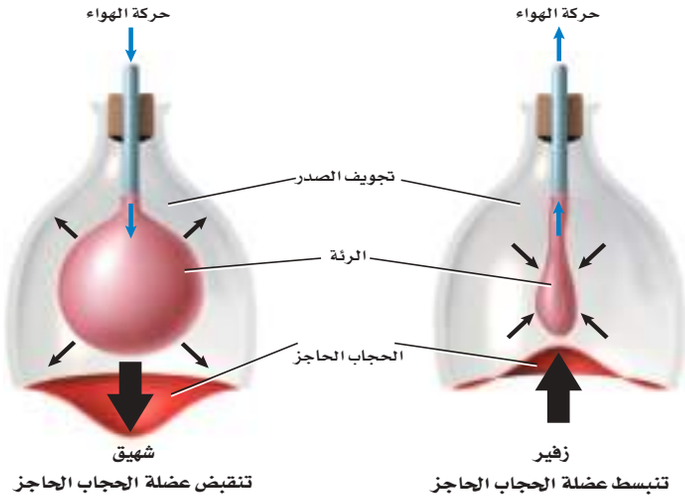
1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. لاحظ **الأسنان في جماجم أنواع مختلفة من الثَّدييات**.
3. اعمل قائمة بأوجه الشبه والاختلاف بين أسنان الأنواع المختلفة من الثَّدييات.





التحليل

1. **استنتج** وظيفة كل نوع من الأسنان بناءً على شكله.
2. **حدد** نوع الأسنان المشتركة بين كل الثَّدييات التي درستها.
3. **صف** كيف يستعمل كل مخلوق ثديي درسته أسنانَه للحصول على الغذاء وابتلاعه؟
4. **فسِّر** كيف يمكن للعلماء أن يستعملوا الاختلافات بين أسنان الثَّدييات لتصنيفها إلى مجموعات مختلفة؟



■ **الشكل 6–4** يشبه عمل الدَّورق والبالون مبدأ عمل الحجاب الحاجز الذي يجعل التَّنفُّس في الثَّدييات ممكنًا.

صف ماذا يحدث للتَّجويف الصَّدري عندما ينقبض الحجاب الحاجز أو ينبسط؟

المُفردات

مفردات أكاديمية

يحتفظ Retain:

يبقي في الملكية أو الاستعمال أو الاحتفاظ.

يُمكنك الاحتفاظ بأسنانك بتنظيفها بالفرشاة والخيط

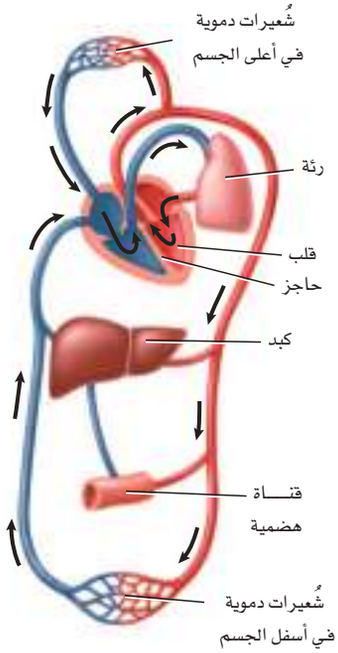
الإخراج Excretion تُخرج كُلى الثَّدييات فضلات الأيض، وتحافظ على اتزان سوائل الجسم. كما أنها تصفّي الدَّم من اليوريا، أو النَّاتج النِّهائي للأيض الخلوي. وتُخرج كُلى الثَّدييات أيضًا كمية مناسبة من الماء أو تحتفظ بكميات مناسبة من سوائل الجسم إلى الدم، كما تمكّن الثدييات من العيش في البيئات القاسية، ومنها الصَّحارى؛ لأنَّها تستطيع أن تتحكَّم في كمية الماء في سوائل الجسم وخلاياه.

التنفس Respiration يستعمل المخلوق الثَّديي الغذاء الذي يحصل عليه للمحافظة على مستويات طاقة عالية. كما أنه يحتاج إلى مستويات عالية من الأُكسجين للمحافظة على مستويات أيض عالية. يدخل الأُكسجين إلى الرئتين من خلال عملية التَّنفُّس. وعلى الرَّغم من أنَّ بعض المخلوقات الأُخرى ـ ومنها الطُّيور والزَّواحف ـ لها رئات فإنَّ الثَّدييات هي المخلوقات الوحيدة التي لديها حجاب حاجز. **الحجاب الحاجز** diaphragm طبقة عضلية تقع تحت الرِّئتين وتفصل بين التَّجويف الصدري والتَّجويف البطني؛ حيث توجد الأعضاء الأُخرى. عندما تنقبض عضلة الحجاب الحاجز فإنَّه يستقيم ويصبح مستويًا، ويسبب زيادة في حجم التَّجويف الصدري، **الشكل 6–4**. وعندما يدخل الهواء إلى الرِّئتين ينتقل الأكسجين بعملية الانتشار إلى الأوعية الدَّموية. وعندما تنبسط عضلة الحجاب الحاجز يصبح التَّجويف الصَّدري صغيرًا، ثم يخرج الهواء بعملية الزَّفير.

ماذا قرأت؟ صف كيف يختلف الجهاز التَّنفُّسي في الثَّدييات عنه في سائر المخلوقات؟

الدوران Circulation عندما يُحمَّل الدَّم بالأُكسجين تنقله أوعية دموية خاصّة إلى القلب، الذي يضخُّه إلى جميع أجزاء الجسم. الثَّدييات تشبه الطُّيور في أن لها قلبًا رُباعيّ الحُجرات. وكما في الطيور يبقى الدَّم المؤكسج مُنفصلاً تمامًا عن الدَّم غير المؤكسج، انظر **الشكل 7–4**. ولأن أجسام الثَّدييات نشيطة الحركة وثابتة درجة الحرارة فإنَّها تحتاج إلى كمية كبيرة من المواد الغذائية والأُكسجين للمحافظة على الاتزان الداخلي. إن فصل الدَّم المؤكسج عن الدَّم غير المؤكسج يجعل توصيل المواد الغذائية والأُكسجين أكثر فاعلية.

■ **الشكل 7–4** للثَّدييات قلب رُباعي الحجرات، ينفصل فيه الأُذينان عن البُطينين بحاجز.



الشكل 8–4 القشرة المخّية هي الجزء الأكثر تعقيدًا في الدِّماغ، وهي الجزء الذي تزداد مساحته كلما زاد حجم المخلوق ودرجة تعقيده.

الربط مع **الفيزياء** يؤدّي جهاز الدوران في الثَّدييات دورًا في المحافظة على ثبات درجة حرارة أجسامها. فعندما ترتفع درجة حرارة الجسم تتمدّد الأوعية الدَّموية السَّطحية، فتنقل دمًا أكثر من المُعتاد. وتنتقل الحرارة من الدَّم إلى سطح الجلد عن طريق التَّوصيل، وتُفقد الحرارة من الجسم عن طريق الإشعاع وتبخُّر العرق على سطح الجلد. وعندما تنخفض درجة حرارة الجسم تنكمش الأوعية الدَّموية القريبة من سطح الجلد، ممّا يقلِّل من فقدان حرارة الجسم.

الدِّماغ والحواسّ The brain and senses للثدييات دماغ معقّد جدًّا، وبخاصّة المخ؛ **فقشرة المُخ** cerebral cortex، **الشكل 8–4**، هي طبقة الدِّماغ الخارجية ذات الانثناءات الكثيرة. وتسمح انثناءات الدِّماغ بالحصول على مساحة سطح كبيرة للاتصالات العصبية، كما تسمح للدماغ أن يتناسب مع حجم تجويف الجمجمة. وقشرة المخ مسؤولة عن تنسيق نشاطات الوعي والذَّاكرة والقدرة على التَّعلُّم. أمّا المنطقة الأخرى المعقدة كثيرًا في دماغ الثَّدييات فهي المُخيخ. **والمُخيخ** cerebellum مسؤول عن الاتزان وتنسيق الحركة. قارن بين حجم وتركيب المُخيخ في كل من الزَّواحف، والطّيور، والثَّدييات في **الشكل 8–4**. يسمح المُخيخ المعقّد للمخلوق بالحركة الدقيقة، ويسمح له بأداء الحركات المعقّدة في جميع الاتجاهات.

السلوك المعقد Complex behavior تُعلِّم أنثى الثَّعلب (الثُّعالة) –الموضحة في صورة افتتاحية الفصل– ابنها الصَّغير كيف يصطاد. ولأن الثَّدييات يمكنها أن تعلِّم صغارها مهارات البقاء فإنَّ فرصها في البقاء تزداد. والثدييات يمكنها أن تؤدّي سلوكًا معقَّدًا، ومن ذلك التَّعلّم وتذكّر ما تعلَّمت. كما يُمكن لبعضها الآخر أن يأخذ معلومات عن بيئته ويحتفظ بها. ويُمكن استعمال هذه المعلومات بعد ذلك. فعلى سبيل المثال تكون الفئران التي استكشَفت موطنًا بيئيًّا قادرة على تجنُّب المُفترسات على نحو أفضل من الفئران التي لم تكن لديها فرصة لاستكشافه.

الحواسّ Senses تختلف أهمية الحواس من مجموعة إلى أخرى في الثَّدييات؛ فحاسّة البصر لدى بعض الثَّدييات ـ ومنها الإنسان ـ ضرورية جدًّا، في حين أن حاسّة السَّمع أكثر أهمية في ثدييات أخرى، منها الخفاش؛ حيث تُصدر الخفافيش أصواتًا عالية التَّردُّد، ترتدّ وتعود إليها. وبهذه الطَّريقة يُمكن للخفافيش أن تكتشف

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع.

حاسة Sense

الاستعمال العلمي: وظيفة متخصِّصة للمخلوق تتضمّن وجود عضو إحساس ومؤثِّر ما.

تستعمل الكلاب حاسّة الشَّم للحصول على معلومات عن بيئاتها.

الاستعمال الشائع: آفة تصيب الزرع.

أصابت الزرعَ سنة حاسّة، أي كثر فيها الآفات.

أهدافًا في مسارها. وهذه الطَّريقة تُسمى تحديد الموقع بالصَّدى. وإذا شاهدت كيف تستعمل الكلاب البوليسية حاسّة الشم لتتعرّف الأشخاص والأجسام الأخرى فسوف تدرك أهمية حاسَّة الشَّم لدى هذه الثَّدييات. وقد تساوي قوةُ حاسَّة الشَّم لدى الكلب أحيانًا قوةَ حاسَّة الشَّم لدى الإنسان مليون مرة.

ماذا قرأت؟ **استعمل التشابه** لكي تصف مميزات وجود انثناءات في الطَّبقة الخارجية من قشرة الدِّماغ.

الحركة Movement يجب أن تبحث الثَّدييات عن الغذاء والمأوى، وأن تهرب من المُفترسات. وللثدييات أطراف مختلفة تمكِّنها من أداء سلوكات ضرورية؛ إذ تركض بعض الثَّدييات، ومنها الذئاب والثَّعالب. أمّا أسرع ثدييات اليابسة فهو الفهد؛ فقد تصل سرعته إلى 110 km /h.

بعض الثدييات تقفز ومنها الكنغر، وبعضها الآخر يسبح ومنها الدُّلفين. أما الخفافيش فهي الثَّدييات الوحيدة التي تطير. ويعكس تركيب الجهازين العضلي والهيكلي في المخلوقات نوع الحركة التي يستعملها المخلوق. انظر **الشكل 9–4** الذي يُوضح الأطراف الأمامية للخُلد والخفاش، وكيف أن تركيب هذه الأطراف يعكس المواطن البيئية التي يعيش فيها هذان المخلوقان وسلوك كل منهما.

التكاثُر Reproduction يتمُّ إخصاب البويضة داخليًّا في الثَّدييات، وينمو الجنين في رحم الأنثى في مُعظم الثَّدييات. و**الرَّحم** uterus عضو عضلي يُشبه الكيس، ينمو فيه الجنين. في أغلب الثَّدييات يتمُّ تغذية الجنين عن طريق **المشيمة** placenta، وهي عضو يوفِّر الغذاء والأُكسجين، ويتخلص من فضلات الجنين في أثناء نموه. وتعتمد فترة الحمل على نوع المخلوق. **الحمل** gestation هو الفترة التي يبقى فيها الجنين داخل الرَّحم قبل أن يُولد. وتتباين فترة الحمل في الثَّدييات؛ فأقصر فترة حمل هي للأبوسوم، وتبلغ 12 يومًا، بينما أطول فترة هي للفيل الإفريقي، التي تتراوح بين 660 ـ 760 يومًا. وعمومًا كلما كبر حجم المخلوق الثَّديي زادت فترة حمله. وبعد الولادة يتغذى الصغار على الحليب الذي تنتجه الغدد اللبنية لدى الأم.

المفردات

أصل الكلمة

الحمل Gestation:

-gest: من الكلمة اللاتينية gestare، وتعني يحمل.

-ation: لاحقة من اللاتينية تضاف آخر الكلمة وتعني حدث أو عملية.

الشكل 9–4

اليمين: للخُلد أطراف أمامية قوية، وقصيرة مُتكيِّفة لحفر الجحور في الأرض.

اليسار: يُمكن للخفاش أن يطير بأغشية رقيقة تمتد بين الذراع وعظام اليد.

أطراف تستخدم لحفر الجحور

أطراف تستخدم للطيران

التقويم 1–4

الخلاصة

- مكَّن الله عز وجل الثَّدييات من العيش في بيئات مُتنوعة عديدة.
- للثَّدييات أسنان مُتخصِّصة.
- للأجهزة التَّنفُّسية والدورانية والعصبية تكيُّفات مُعقَّدة تُمكِّن الثَّدييات من الحصول على طاقة إضافية تحتاج إليها في الحفاظ على الاتزان الداخلي.
- الإخصاب في الثدييات داخلي، وفي الغالب ينمو الجنين داخل رحم الأُنثى.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **اذكر** خاصِّيتين فريدتين للثَّدييات.
2. **فسِّر** كيف تُحافظ الثَّدييات على درجة حرارة أجسامها ثابتة؟
3. **صنِّف** الثَّدييات التي تعيش في منطقتك إلى آكلات أعشاب أو آكلات لحوم، أو قارتة، أو آكلات حشرات.
4. **لخِّص** كيف يعمل الجهازان التَّنفُّسي والدَّوري معًا في الثَّدييات للحصول على مستويات طاقة عالية؟
5. **قارن** بيِّن طريقة حدوث التَّنفُّس في الثَّدييات وفي الطُّيور، بالاعتماد على **الشكلين 15–3، و 4–6**.

التفكير الناقد

6. **كوِّن فرضية** تُطلق حيتان العنبر صوتًا من أعلى الأصوات التي تصدرها المخلوقات الحية. وكلما كان الحوت أكبر حجمًا كان الصَّوت أعلى. كوِّن فرضية توضح سبب إطلاق هذه الأصوات.
7. الرياضيات في علم الأحياء افترض أنَّ أرنبًا شاهد ذئبًا وحاول الهرب منه. يُمكن للأرنب أن يجري بسرعة 65 km /h، ويُمكن للذئب أن يركض بسرعة 70 km /h. ما المسافة التي يُمكن أن يركضها الأرنب قبل أن يُمسك به الذئب، مع افتراض أنَّ الأرنب على بعد 25 m من الذئب، وقد تحركا في الوقت نفسه؟

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

4-2

الأهداف

- **تفحص** خصائص الثَّدييات في كُلٍّ من تحت الطوائف الثلاث للثَّدييات.
- **تُميز** بين التَّكيُّفات التي تسهم في تنوُّع الثَّدييات، وتمكّنها من العيش في بيئات مختلفة.
- **تقارن** بين رتب الثدييات المشيمية.

مراجعة المفردات

الكروموسوم Chromosome: تركيب خلوي يحمل المادة الوراثية التي يتمُّ نسخها ونقلها من جيل من الخلايا إلى جيل آخر.

المفردات الجديدة

الثدييات الأولية

الثدييات الكيسية

الثدييات المشيمية

تنوُّع الثدييات Diversity of Mammals

الفكرة الرئيسة **تقسّم طائفة الثَّدييات إلى ثلاث تحت طوائف، بناءً على طرائق تكاثُرها.**

الرَبط مع الحياة فكِّر في الثَّدييات التي تراها كل يوم، ومنها الأغنام أو الجمال. إنَّها جزء صغير من 4500 نوع من الثَّدييات. وقد طوَّر العلماء حدائق ومحميات للمخلوقات البريَّة؛ لتقدِّم فرصًا لدراسة التَّنوُّع الكبير لأنواع الثَّدييات الموجودة حاليًّا.

تصنيف الثَّدييات Mammals Classification

تُقسم طائفة الثَّدييات إلى ثلاث تحت طوائف، اعتمادًا على طريقة تكاثرها، وهي: الثدييات الأولية، والثدييات الكيسية، والثَّدييات المشيمية.

الثدييات الأولية Monotremes للمخلوق المبين في **الشكل 10–4** منقار يشبه منقار البطة، وأقدام ذات أغشية، وهو لا يشبه أي ثديي شاهدته من قبل. ومع ذلك، فإن له شعرًا وغددًا لبنية، مما يجعله أحد الثدييات. ومنقار البط من الثدييات الأولية، يضع بيضًا كالبيض الذي تضعه الزَّواحف. والثدييات الأولية monotremes ثدييات تتكاثر بوضع البيض. ومن الثدييات الأولية التي تعيش حاليًّا آكل النمل الشوكي ومنقار البط. ويبين **الشكل 10–4** آكل نمل شوكيًّا بالغًا. ويعيش منقار البط وآكل النمل الشوكي في أستراليا وتسمانيا وغينيا الجديدة فقط. وللثدييات الأولية بعض خصائص الزَّواحف؛ فبالإضافة إلى وضع البيوض، تتشابه معها في تركيب العظم في منطقة الكتف، وكذلك درجة حرارة جسمها أقل من أغلب الثَّدييات الأخرى، ولها خليط فريد من الكروموسومات الطبيعية الحجم؛ كروموسومات بحجم تلك التي لدى الثَّدييات، وكروموسومات صغيرة مثل التي لدى الزَّواحف.

ماذا قرأت؟ **حدّد** كيف تختلف الثدييات الأولية عن تحت الطوائف الأُخرى للثَّدييات؟

الشكل 10–4 آكل النمل الشوكي، مثله مثل منقار البط، ثديي يضع البيوض. عندما تفقس البيضة يحصل الجنين على الغذاء من غدد الحليب الخاصة بأمه.

جنين منقار البط

آكل النمل الشوكي

منقار البط

■ **الشكل 11–4** الأبوسوم الدِّيبي يقضي مُعظم وقته على الأشجار.

الثدييات الكيسية Marsupials تُسمى الثدييات التي لها كيس (جراب)، وفترة حمل قصيرة جدًّا **الثدييات الكيسية** marsupials ؛ حيث يزحف الصغير بعد الولادة مُباشرة نحو الجراب المكون من الجلد والشَّعر على جسم الأم الخارجي. ويستمر نمو الصغير داخل الجراب، في حين يغذَّى بالحليب الذي تفرزه الغدد اللبنية للأم. وفي بعض أنواع الثدييات الكيسية يُولد الصغير ويزحف داخل جراب أُمه بعد ثمانية أيام فقط من حدوث الإخصاب؛ حيث يبقى هناك فترة حتى يكتمل نموه.

ومن الثدييات الكيسية الأبوسوم- كما في **الشكل 11–4**- والكوالا، والوَلَبي Wallaby، والكنغر الموضح **بالشكل 12–4**. ومُعظم الثدييات الكيسية تعيش في أستراليا والجُزر المجاورة لها.

الربط مع علوم الأرض إن وجود الثدييات الكيسية في أستراليا ما زال محيرًا للعلماء. وقد كانت الثدييات الكيسية تعيش في أمريكا الشَّمالية، اعتمادًا على أدلة من الأحافير، إلا أن بعضها انتشر ليعيش في أمريكا الجنوبية وأوربا عندما كانت القارات مُرتبطة معًا في كتلة واحدة ضخمة من اليابسة. فانتقلت الثدييات الكيسية من أمريكا الجنوبية عبر إفريقيا إلى أستراليا. وبعد ذلك ـ قبل نحو 200 مليون سنة مضت ـ انفصلت القارات بسبب تحرُّك الصَّفائح الأرضية، مما أدى إلى عزل الثدييات الكيسية بأستراليا والجُزر القريبة منها.

نمت الثدييات الكيسية الأسترالية؛ لأنَّها كانت منعزلة عن منافساتها من الثَّدييات المشيمية. ففي أمريكا الشَّمالية والجنوبية كان للثَّدييات المشيمية ميزات تكيُّفية تنافسية. فعلى سبيل المثال، أصبح لدى الثَّدييات المشيمية سلوك اجتماعي، ومصادر غذائية أكثر تنوعًا، وتنوع في الشكل والوظيفة أكثر مما لدى الثدييات الكيسية.

وحلَّت الثدييات الكيسية – في أستراليا وغينيا الجديدة- محل الثَّدييات المشيمية في الأماكن التي كانت تحتلُّها. فعلى سبيل المثال، ملأت الكناغر ـ وهي آكلات أعشاب في أستراليا ـ الإطار البيئي للغزلان والوعول والثيران، التي تشكل آكلات الأعشاب في أماكن أُخرى في العالم.

■ **الشكل 12–4** للكنغر فترة حمل مُدَّتها 33 يومًا تقريبًا، وبعد ذلك يبدأ الصَّغير فترة الحضانة في الكيس.

الحوت الأحدب الظهر

الفأر ذو الأنف الطويل

■ **الشكل 13–4** الحوت الأحدب وزنه 100 , 000 kg، وهـو أكبر مخلوق ثديي. أما الفأر ذو الأنـف الطويل فوزنه 1.5 g، وهو من أصغر الثَّدييات.

الثدييات المشيمية Placental mammals تشكل الثدييات المشيمية ـ ومنها الإنسان ـ النسبة الكبرى بين الثدييات. **فالثَّدييات المشيمية** placental mammals ثدييات لها مشيمة. وهي العضو الذي يُوفِّر الغذاء والأُكسجين للجنين، ويُخلِّصه من الفضلات. وتلد الثَّدييات المشيمية صغيرًا لا يحتاج أن ينمو داخل كيس. تتوزَّع الثَّدييات المشيمية في 18 رُتبة. تضم بعضُ الرُّتب أنواعًا قليلة. فعلى سبيل المثال، هناك فقط نوعان من الليمـور الطَّائر Flying Lemur في رتبة جلديات الأجنحة. ويمكن لليمور الطَّائر أن ينزلق عبر الهواء بسبب غشاء من الجلد يربط يديه برجليه. والأردفـارك Aardvark ـ آكل نمل يعيش في إفريقيا ـ هو النَّوع الوحيد في رتبته. وتحتوي رُتب أُخرى ـ منها القوارض التي تضم السَّـناجب والجرذان ـ على نحو 2000 نوع. وتتراوح أوزان الثَّدييات المشيمية بين مخلوق الفأر ذي الأنف الطويل الذي يزن 1.5 g، إلى بعض الحيتان التي تزن 100 , 000 kg، كما في **الشكل 13–4**. وتتـراوح أشكال الثدييات المشيمية بين الدُّلفين البحري الذي له تكيُّفات للسِّباحة، إلى الخُلد الذي تكيَّف للحياة تحت الأرض، والخفافيش التي لها أجنحة وتستطيع تحديد المكان بانعكاس صدى الموجات فـوق الصوتية لتتمكَّن من الطَّيران في الظَّلام.

وضع العلماء عدَّة فرضيات تفسـر وجود أعداد كبيـرة وأنواع كثيرة من الثَّدييات المشيمية مقارنة بالثدييات الكيسـية. تقول إحدى الفرضيات إنَّ صغار الثدييات الكيسـية تتشـبث بفرو أمها عند الولادة. لذا لا يوجد حاجة لأن تتغير الأطراف لتكوّن أرجلاً أو أجنحة أو زعانف. وتُفسِّر فرضية أُخرى نجاح الثَّدييات المشيمية بأنَّ القشرة المُخية للثَّدييات المشيمية أكبر وأشد تعقيدًا من تلك التي لدى الثدييات الكيسـية. ويعود ذلك إلى البيئة الأكثر استقرارًا، والأغنى بالأُكسجين التي يكون فيها الجنين داخل الرَّحم.

ماذا قرأت؟ وضِّح كيف تختلف الثَّدييات المشيمية عن الثدييات الكيسية؟

تجربة استهلالية

مراجعة: بناءً على ما قرأته حول تصنيف الثَّدييات، كيف يُمكنك الآن الإجابة عن أسئلة التَّحليل؟

المطويات

ضمِّن مطويتـك معلومات من هذا القسم.

رُتبة آكلات الحشرات- الفأر ذو الأنف الطويل

رُتبة آكلات الحشرات Order Insectivora ومنها القُنفذ والخُلد؛ حيث تعد الحشرات مصدر غذاء رئيس لهذه الثَّدييات. ويبيِّن **الشكل 14–4** الفأر ذا الأنف الطويل، وهو أيضًا آكل للحشرات. أفراد رتبة آكلة الحشرات في العادة صغيرة الحجم، ولها أنف مُدبَّب يسمح لها باصطياد الحشرات بسهولة؛ فالفأر ذو الأنف الطويل من أصغر الثَّدييات التي توجد في كل أرجاء العالم، وتقضي مُعظم حياتها تحت الأرض.

رُتبة الخفاشيات Order Chiroptera هناك نحو 925 نوعًا في رُتبة الخفاشيات، وكلها أنواع من الخفاش. وكما ذُكر سابقًا، فالخفافيش هي الثَّدييات الوحيدة التي تستطيع الطَّيران. وأجنحتها مكونة من أغشية رقيقة مدعومة بأطراف أمامية مُتحوِّرة. وتتغذَّى الخفافيش على أنواع مختلفة من الغذاء، فبعضها يأكل الحشرات، وبعضها الآخر يأكل الفاكهة، وأخرى تتغذَّى على الدَّم. وأكثرها شيوعًا الخفاش الصَّغير البُنّي الذي يطير عند الغسق ليُمسك بالحشرات. والخفاش المبين في **الشكل 14–4**، هو أكبر الخفافيش، ويعيش في المناطق الاستوائية على نطاق واسع، ويتغذَّى على الفواكه.

رُتبة الرئيسيات Primates Order السَّعادين والقرود، أمثلة على الرَّئيسيات. وأدمغة الرَّئيسيات هي الأكبر والأكثر تعقيدًا بين الثدييات. وتسكن مُعظم الرَّئيسيات على الأشجار، مما جعل العلماء يفترضون أنها تحتاج إلى أداء حركات مُعقَّدة وهي على الأشجار، كتلك التي تتطلَّب الإمساك بالغذاء، أو تجنُّب الأعداء، ومن ثَم أدَّت إلى تحسين قدراتها العقلية وارتفاع درجة تعقيد تراكيبها الدماغية. وهيَّأ الله سبحانه وتعالى الأطراف الأمامية للرَّئيسيات في الغالب للإمساك بالأشياء. ويبين **الشكل 15–4** نوعًا من القرود؛ حيث يمسك الصغير بأمه ويتشبث بها.

رتبة الدّرداوات Order Xenarthra قد لا يكون لمخلوقات هذه الرُّتبة أسنان أبدًا، وقد يكون لها أسنان بسيطة، تُشبه الوتد. فآكل النَّمل في **الشكل 16–4** لا أسنان له. ولآكلات النَّمل لسان شوكي ولُعاب صمغي يسمح لها بالإمساك بالنَّمل بسهولة. ولكل من الكسلان والمُدرَّع أسنان قاضمة تُشبه الوتد. ويتغذَّى الكسلان غالبًا على الأوراق. أما المُدرَّع فيتغذَّى على الحشرات. وتعيش ثدييات هذه الرُّتبة في مناطق مختلفة من العالم.

رُتبة الخفاشيات - الخفاش

الشكل 14–4 الفأر ذو الأنف الطويل من رُتبة آكلات الحشرات. الخفاش من رُتبة الخفاشيات – الخفاش.

الشكل 15–4 نوع من القرود، يمسك الصغير بأمه ويتشبث بها، مما يوضح القدرات العقلية المتقدمة للرئيسيات.

حدد مخلوقات أخرى في رُتبة الرَّئيسيات.

وزارة التعليم
Ministry of Education

■ **الشـكل 16–4** آكل النَّمل الضَّخم، هو أكـبر آكل نمل. وأكـبر القوارض هو القندس؛ فقد يصل وزنه إلى 80 kg .
صف خصائص أفراد رتبة الدّرداوات.

رُتبة القوارض Order Rodentia تضم الثَّدييات القارضة مخلوقات منها القُندس، كما في **الشـكل 16–4**، والجـرذان Rats، والمرموط Marmots، والسَّـناجب Squirrels، والهامستر Hamster. وتُشكِّل القـوارض 40% من جميع أنواع الثَّدييات. يسـتمر زوج القواطع الشَّبيه بالشَّـفرة في النُّمو خلال حياة القوارض. وهي تستعمل أسنانها الحادة لقضم الخشـب والبذور أو القشور للحصول على الغذاء. إن مقدرة القوارض على غزو كل أنواع البيئات الأرضية ونجاح سـلوكها التَّكاثري جعلها حاضرة في كل الأنظمة الحيوية البريَّة.

رتبة الأرنبيات Order Lagomorpha تشـبه القوارض؛ فلأفراد هذه الرُّتبة مثل الأرانـب، والبيكة Pika (أرنب الصخـور) قواطع طويلة حادَّة مسـتمرة النُّمو. وللأرنبيات قواطع تشبه الإزميل تنمو خلف الزَّوج الأول. وهذه الثَّدييات آكلات أعشـاب تتغذى على الأعشـاب والفواكه والبذور. وتعيش البيكـة، المبينة في **الشكل 17–4**، في المرتفعات أو بيئات المناطق العالية التي تكون أراضيها مغطَّاة بالثلج أجزاءً من السَّنة. وتتكيف هذه الثدييات لهذه الظُّروف بجمع العشب خلال أشـهر الدِّفء وخزنه، ثم تأكله بعد ذلك خلال الشـتاء عندما لا يكون العشـب الأخضر الطَّازج مُتوافرًا.

رُتبـة آكلات اللحـوم Order Carnivora ربما يكون لديـك مخلوق ثديي أليف مثل القطة. فالقطة والثَّعالب والدِّببـة والفقمة والفظّ (حصان البحر) Walruses والذئاب والظربان Skunk وثعالب الماء Otters وابن عرس Weasels، كلها تتبع رتبة آكلات اللُّحوم. فآكلات اللُّحوم هذه كلها مفترسـات وذات أسـنان تكيَّفت لتمزيق اللَّحم. فاللبؤة، كما في **الشكل 17–4**، تأكل الوعول وصغار الزَّراف وصغار التَّماسيح. وبعد أن تُمسك بفريستها تستعمل قواطعها على تمزيق قطع اللَّحم.

المفردات

أصل الكلمة

الأرنبيات Lagomorpha:

-lago مـن الكلمة اللاتينيـة lagos، وتعني أرنب.

-morph من الكلمة اللاتينية morphe، تعني شبيه.

■ **الشكل 17–4** توجد البيكة في المناطق الثَّلجية. وتسـتخدم اللبؤة أنيابها في طعن الفريسة وتقطيعها.

■ **الشكل 18–4** الخرطوم خاص برتبة الخرطوميات.

رتبـة الخرطوميـات Order Proboscidea الفيلة من أكبر ثدييات اليابســة. ولها خرطوم مرن متكيِّف لجمع النباتات وشــرب الماء. وقد تحوَّر قاطعاه إلى أنياب؛ لحفر التربة، وإخراج الجذور، وتمزيق لحاء الأشجار، **الشكل 18–4**. وقد دُرِّبَتْ بعض الفيلة للمساعدة على حمل الأشياء الثَّقيلة.

رتبة الخيلانيات Sirenia Order بقر البحر Manatees والأطوم Dugongs أكبر أفراد رتبة الخيلانيات الكبيرة الحجم، وكلاهما ثدييان بطيئا الحركة، وذوا رؤوس كبيرة وليس لهما أطراف خلفية. وقد خلق الله ســبحانه وتعالى أطرافهما الأمامية على هيئة زعانف تســاعد على السِّــباحة. وهذه المخلوقات آكلات أعشاب؛ إذ تتغذَّى على أعشاب البحر، والطَّحالب، والنباتات المائية الأُخرى. واعتمادًا على حجمها، يمكن للأطوم مثلاً أن يستهلك نحو 50 kg من الأعشاب كل يوم. وتسبح أفراد هذه الرُّتبة غالبًا على سطوح الأنهار والأهوار الدَّافئة الاستوائية. ولأنها بطيئة جدًّا وتُفضِّل المياه السَّــطحية فغالبًا ما تصدمها القوارب السَّــريعة فتؤذيها. يبين **الشكل 19–4** بقر البحر في أثناء السباحة.

■ **الشكل 19–4** عظام الفك في الحوت (البلين) تُشــبه المُنخل. ويبين الشكل أيضًا الأطوم يطفو بالقرب من سطح الماء.

رتبة أحادية الحافر Order Perissodactyla تشمل الثَّدييات ذات الحوافر، ومنها الحصان وحمار الوحش ووحيد القرن. ولأفراد هذه الرُّتبة عدد مفرد من الأصابع، أي إصبع واحدة أو ثلاث أصابع في كل قدم. وهذه الثدييات آكلات أعشاب، ولها أسنان تكيفت لطحن النَّباتات. وتعيش أحادية الحافر في كل القارات ما عدا القارة القُطبية.

رتبة ثنائية الحافر Order Artiodactyla أفراد هذه الرتبة ثدييات ذات حوافر أيضًا. تختلف عن أحادية الحافر في أنَّ لها عددًا مزدوجًا من الأصابع، أي اثنتين أو أربع على كل طرف. فالغزلان والماشية والخراف والماعز وفرس النهر Hippopotamus كُلها ثنائية الحافر. وللعديد من الماشية والخراف والغزلان قرون. وثدييات هذه الرُّتبة آكلات أعشاب ومعظمها مجترّة.

رتبة الحوتيات Order Cetacea للحيتان والدَّلافين أطراف أمامية تحوَّرت إلى زعانف تساعد على السِّباحة. وليس لها أطراف خلفية، والذَّيل يتكوَّن من أجزاء لحمية. وفتحاتها الأنفية متحوِّرة على شكل ثقب أو اثنين في أعلى الرَّأس لنفث الماء، ولا يغطي جسمها الشعر. وبعض الحيتان مُفترسات، وبعضها الآخر ـ ومنه الحوت الأزرق ـ له تراكيب متخصِّصة داخل أفواهها تُسمَّى عظام الفك (البَلِين) تُستعمل لتصفية العوالق التي تتغذى عليها. ويبين **الشكل 19–4** الحوت الأحدب.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين الثَّدييات المشيمية باستخدام **الجدول 2–4**.

الجدول 2–4 رتب الثدييات المشيمية

الرتبة	مثال	المُميِّزات
آكلات الحشرات	الفأر ذو الأنف الطويل ، والقنافذ، والخُلد	أنف مُدبَّب، أصغر الثَّدييات، تعيش تحت الأرض، آكلة حشرات
جلديات الأجنحة	الليمور الطائر	غشاء من الجلد يربط يديه برجليه.
الخفاشيات	الخفاش	ليلية، تستخدم الصدى، تطير، تأكل الحشرات والفواكه
الرَئيسيات	القرود، والسَّعادين	رؤية ثُنائية، أدمغة كبيرة، تعيش أغلبها على الأشجار، إبهام متقابل
الدرداوات	آكلات النمل، والدب الكسلان، والمُدرَّع	ليس لها أسنان أو ذات أسنان مثل الوتد، آكلات حشرات
القوارض	القنادس، والجرذان، والمرموط، والسَّناجب، والهامستر.	أسنان، قواطع حادَّة، آكلات أعشاب
الأرنبيات	الأرانب، والبيكة (أرنب الصخور)	الأرجل الخلفية أطول من الأمامية، مُتكيِّفة للقفز، قواطع دائمة النُّمو
آكلات اللُّحوم	القطط، والثعالب، والدببة، والفقمة، والفظ (حصان البحر)، والذئب، والظربان، وثعالب الماء، وابن عرس	الأسنان متكيِّفة لتمزيق اللَّحم، آكلات لحوم
الخرطوميات	الفيلة	خراطيم طويلة، أصبحت القواطع أنيابًا عاجية، أكبر مخلوقات اليابسة
الخيلانيات	عجل البحر، والأطوم	حركة بطيئة، رؤوس كبيرة، ليس لها أطراف خلفية
أحادية الحافر	الحصان، والحمار الوحشي، ووحيد القرن	ذات حوافر، عدد أصابعها مفرد، آكلات أعشاب
ثنائية الحافر	الغزال، والماشية، والخراف، والماعز، وفرس النهر Hippopotamus	ذات حوافر، عدد أصابعها زوجي، آكلات أعشاب
الحوتيات	الحيتان، والدلافين	الأطراف الأمامية على شكل زعانف، ليس لها أطراف خلفية، تستعمل فتحات المناخر لنفث الماء.

مختبر تحليل البيانات 1-4

بناءً على بيانات حقيقية

حلّل ثم استنتج

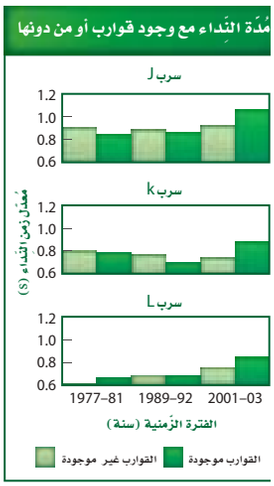
كيف يؤثّر ضجيج القوارب في الحيتان؟
قد تُنسِّق الحيتان القاتلة صيدها التَّعاوني، أو أي سلوك اجتماعي آخر عن طريق أنواع معيَّنة من النِّداءات (الأصوات) التي لها معنى عند باقي أفراد الفوج أو المجموعة المهاجرة معها. ويبين الرسم البياني أثر ازدياد عدد القوارب في منطقة الدراسة في الفترة 1990 –2000م في تواصل الحيتان؛ حيث وصل عدد القوارب إلى خمسة أضعاف تقريبًا.

البيانات والملاحظات

فحص علماء الأحياء طول مدَّة نداءات الحوت في ثلاث مجموعات خلال عدة سنوات. تفحَّص الرُّسوم البيانية.

التفكير الناقد

1. **قوِّم** التوجه لتغيير مدة النِّداء في الحيتان في الأسراب J ، K ، L من 1977م إلى 2003م. ما الذي ينتج عن هذا التَّوجُّه؟
2. **كوِّن فرضية** تصف ما يستقصيه الباحثون في هذه الدِّراسة.



أخذت البيانات في هذا المختبر من:
Foote, A., et al. 2004.Whale –call response to masking boat noise. *Nature* 428:910.

التقويم 2–4

الخلاصة

- من بين تحت طوائف الثدييات الثلاث، تضع تحت طائفة الثدييات الأولية فقط البيض.
- تحت طائفة الثدييات الكيسية لها كيس يقضي فيه الصغير معظم وقت نموه.
- صغار الثَّدييات المشيمية تتغذَّى عن طريق المشيمة في أثناء نموها داخل الرَّحم.
- صنفت الثدييات المشيمية إلى رتب مختلفة، اعتمادًا على أشكالها وبيئاتها وخصائصها التركيبية وطبيعة غذائها.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **سمِّ** تحت الطوائف الثلاث التي تنقسم إليها الثَّدييات، وصف خصائص كل تحت طائفة.
2. **حدِّد** رتبة أو رتب الثَّدييات التي ينتمي إليها المخلوق الثديي التالي، وفسِّر إجابتك: له فرو أحمر بُني، وزوجان من القواطع في الفك العلوي (زوج خلف الآخر)، ومخالب، وجسمه أصغر قليلًا من كرة السَّلة، ويمكنه القفز بسهولة.
3. **قارن** بين خصائص الثَّدييات في رتبة أحادية الحافر وتلك التي في رتبة ثنائية الحافر.
4. **صف** الخصائص التي مكّنت رتبة القوارض من الانتشار في معظم الأنظمة الحيوية البرية.

التفكير الناقد

5. **كوِّن فرضية** يمكن أن يكتشف منقار البط المجالات الكهربائية الناتجة عن انقباض عضلات مخلوقات أُخرى. وهكذا يبحث منقار البط عن فريسته. كوِّن فرضية تبيِّن فاعلية هذا التَّكيُّف المُعقَّد بدلًا من حاسة البصر البسيطة.
6. **الكتابة في علم الأحياء** يعتقد بعض الناس خطأً أنَّ الثدييات الكيسية أقل تعقيدًا من الثَّدييات المشيمية. حلِّل هذا الاعتقاد، ثم فسّره.

الكلاب المدربة المساعدة

كان رجل يعيش وحده، وفجأة أصيب بجلطة دماغية، ولم يستطع الحراك، بدأ كلبه ينبح بشدة، فنبه الناس، فجاؤوا ورأوا أنَّ صاحب المزرعة بحاجة إلى مساعدة طبية، فأنقذوا حياته.

حاسَّة الشَّم حاسَّة الشَّم لدى الكلب أكثر حدة من حاسَّة الشَّم لدى الإنسان. ويوجد لدى الكلب 200 مليون مستقبِل رائحة، في حين يوجد لدى الإنسان 5 ملايين مُستقبل رائحة فقط. وتستعمل الكلاب مستقبلاتها الشمية بشكل اعتيادي للمساعدة على الكشف عن المخدرات والمتفجرات والأشخاص الضائعين. وتستطيع الكلاب المدرَّبة أن تساعد على الكشف عن الأشخاص المدفونين تحت الانهيارات الثَّلجية؛ إذ يُمكن للكلاب أن تجد أشخاصًا مدفونين على عمق 5 m من الثَّلج. ويمكن لكلب مدرب أن يمسح منطقة بحجم ملعب كرة القدم على عمق أكثر من 36 m من الثَّلج في 30 دقيقة. بينما يتطلَّب البحث في المساحة نفسها 5 أشخاص بمجسات إلكترونية حساسة مُدَّة 15 ساعة.

الكشف عن السرطان تُستعمل الكلاب أيضًا للكشف عن وجود الأورام السَّرطانية. ففي دراسة بحثية حديثة تمكَّنت الكلاب من تمييز وجود سرطان المثانة عن طريق شم بول المريض. وفي هذه التَّجربة، دُرِّبت الكلاب على الاستلقاء أرضًا عندما تكتشف خلايا سرطانية في عينة البول.

وهناك بعض الأدلة تشير إلى أنَّ الكلاب يمكنها الكشف عن سرطان الجلد من خلال اكتشاف روائح تُطلقها الشامة (ورم سرطاني حميد). وتجرى حاليًّا دراسات يتمُّ فيها فحص الكلاب لمعرفة مدى استطاعتها الكشف عن سرطان الرِّئة وسرطان البروستاتا. ويمكن للكلاب أن توفِّر نظام كشف مُبكِّر لم يصل إليه العلم بعد.

نوع من الكلاب البوليسية المدربة.

الإحساس بنوبات المرض يمكن لبعض الكلاب أن تحسّ متى يمكن أن يمرّ المرء بنوبة تشنّج. وهذا النوع من الكلاب يساعد على تنبيه الذين يُصابون بالمرض في أي مكان قبل 15 دقيقة إلى 12 ساعة من النَّوبة. مما يُعطي الوقت للمصابين لكي يتناولوا أدويتهم الخاصة بمعالجة النوبة، أو يطلبوا المساعدة، أو ينتقلوا إلى مكان أكثر أمنًا. فالنظرية الحالية التي تفسر ذلك هي أنَّ هذه الكلاب تُحِس أن هناك تغيُّرًا ما في تعابير الوجه أو أن هناك شيئًا مختلفًا في توازن شخصية الفرد.

خدمة المجتمع

اتصل ابحث في الإنترنت عن برامج علاجية استعمل فيها مخلوقات أليفة. وتعرّف كيف يعمل هذا البرنامج، وهل يمكن أن تساعد صفك في هذا البرنامج بتعلّم المزيد حول طريقة مساعدة هذه المخلوقات الأليفة لكبار السن.

مختبر الأحياء

الإنترنت: كيف يُمكننا تمييز الثدييات من غيرها؟

الخلفية النظرية: الصِّفات الطبيعية التي تشترك فيها جميع الثَّدييات- ومنها الشعر والغدد اللبنية- مكَّنتها من التَّكيُّف مع أي نظام بيئي تقريبًا في المحيط الحيويّ. وتكثر الثَّدييات في الغابات المطيرة والصَّحارى والمناطق القطبية، وهي متكيِّفة للعيش في البيئة القريبة من منزلك أو مدرستك أيضًا.

سؤال: ما التنوُّع الذي يُمكن أن تجده في منطقتك في الثَّدييات؟

المواد والأدوات

- دليل ميداني لتعرّف ثدييات منطقة الخليج العربي.
- مناظير مُكبِّرة.

احتياطات السَّلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السَّلامة في دليل التجارب العملية.
2. اكتب قائمة بالثَّدييات التي تلاحظها في منطقتك.
3. توقَّع كيف يُمكن تصنيف أنواع هذه الثَّدييات.
4. صمِّم جدول بيانات لتسجيل هذه الأنواع وصفاتها الطبيعية، ومنها الحجم وشكل الجسم والخصائص الفريدة، وتصنيف هذه الثَّدييات.
5. أجرِ بحثًا عن الثَّدييات لتعبئة جدول البيانات الخاص بك بالمعلومات المتعلقة بهذه الثدييات. كأن تراقب المخلوقات في منطقتك المحلية، فتقوم بزيارة المتنزهات، أو المحميات الطبيعية، أو حديقة الحيوانات. وإذا لم تستطع ملاحظة المخلوقات في بيئاتها الطَّبيعية فاحصل على معلومات عن الثَّدييات في منطقتك من مراجع معتمدة.
6. سجِّل ملاحظاتك الموجودة في دفتر ملاحظاتك الحقلية، وانقل المعلومات إلى جدول البيانات الخاص بك.

حلِّل ثم استنتج

1. **صف** المميِّزات الأساسية التي تشترك فيها جميع الثَّدييات التي لاحظتها.
2. **قارن** بين الثَّدييات التي درستها وتلك التي درسها طلاب آخرون في المنطقة نفسها.
3. **قارن** بين الخصائص الطبيعية التي يُمكن أن يستعملها العلماء لتصنيف الثَّدييات إلى مجموعات تصنيفية مختلفة.
4. **استنتج** كيف تكيّفت الثَّدييات الموجودة في قائمتك مع البيئة وعاشت فيها؟
5. **صف** طرائق الملاحظة الأخرى التي يمكن استخدامها لإجراء بحث شامل عن الثَّدييات في منطقة بحث تختارها.
6. **تحليل الخطأ** قارن بين قائمة الثدييات التي أعددتها وقوائم أعدَّها طلاب آخرون لتحديد الأخطاء المحتملة في تعريف الثدييات.

تحضير مُلصق

قدم عرضًا اجمع صورًا لثدييات من منطقة أُخرى، واعمل ملصقًا لعرضه على طلاب صفك. وضمِّن الملصق معلومات عن مميِّزات كل ثديي، والتكيُّفات الخاصة به.

الفصل 4

دليل مراجعة الفصل

المطويات **كوِّن فرضية** هناك ثلاثة أنــواع فقط من الثدييات الأولية التي تعيش حاليًّا: نوع واحد من منقار البط، ونوعان من آكل النمل الشوكي (الإكيدنا). كوِّن فرضية تُفسِّر لماذا تتميز تحت الطائفة هذه من الثَّدييات بتنوع محدود مُقارنةً بتنوُّع الثدييات الكيسية والثَّدييات المشيمية؟

المفردات	المفاهيم الرئيسة
4–1 خصائص الثَّدييات	
الغدة اللبنية الغدَّة معدل الأيض الحجاب الحاجز القشرة المخية المُخيخ الرحم المشيمة الحمل	**الفكرة الرئيسة** **للثَّدييات خاصيتان مميزتان: الشَّعر، والغدد اللبنية.** • مكّن الله عز وجل الثَّدييات من العيش في بيئات متنوعة عديدة. • للثَّدييات أسنان متخصِّصة. • للأجهزة التَّنفُّسية والدورانية والعصبية تكيُّفات معقَّدة تمكِّن الثَّدييات من الحصول على طاقة إضافية تحتاج إليها في الحفاظ على الاتزان الداخلي. • الإخصاب في الثدييات داخلي، وينمو الجنين غالبًا داخل رحم الأُنثى.
4–2 تنوُّع الثَّدييات	
الثدييات الأولية الثدييات الكيسية الثدييات المشيمية	**الفكرة الرئيسة** **تقسّم طائفة الثَّدييات إلى ثلاث تحت طوائف، بناءً على طرائق تكاثُرها.** • من بين تحت الطوائف الثَّدييات الثلاث، تضع تحت طائفة واحدة فقط بيضًا. • إحدى تحت الطوائف الثَّدية لها كيس يقضي فيه الصَّغير معظم وقت نموّه. • صغار الثَّدييات المشيمية تتغذَّى عن طريق المشيمة في أثناء نموها داخل الرَّحم. • صنفت الثدييات المشيمية إلى رتب مختلفة اعتمادًا على أشكالها وبيئاتها وخصائصها التركيبية وطبيعة غذائها.

الفصل 4 التقويم

4–1

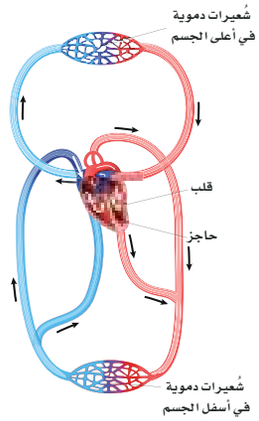
مراجعة المفردات

التشـــابه: أكمل الآتي باســـتعمال مفردة مـــن دليل مراجعة الفصل.

1. المُح للطَّائر مثل _____ للثدييات.
2. فتـــرة الحضانة للطَّائر مثـــل فترة _____ للثدييات.
3. النواة للخلية مثل _____ للدِّماغ.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السُّؤالين 4 و 5.



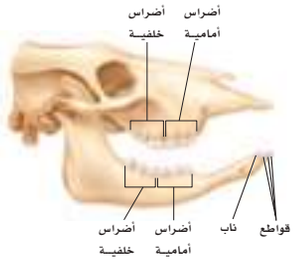
4. أيّ الأجهزة الآتية يمثلها الشكل أعلاه؟
   a. الجهاز الإخراجي.
   b. الجهاز الهيكلي.
   c. جهاز الدوران.
   d. الجهاز التَّناسلي.

5. ما الذي يصف دعم هذا الجهاز لثبات درجة حرارة الثَّدييات؟
   a. الدَّم المؤكسج منفصل عن الدَّم غير المؤكسج.
   b. للقلب ثلاث حجرات، ويمكنه أن يضخ دمًا أكثر.
   c. ينقل هذا الجهاز الدَّم المؤكسج إلى الرِّئتين.
   d. ينقل هذا الجهاز الدَّم غير المؤكســـج من القلب إلى الجسم.

6. أيّ مما يأتي أقل ارتباطًا مع الاتزان الدَّاخلي في الثَّدييات؟
   a. الكلى.
   b. القلب.
   c. الغدد العرقية.
   d. المخالب.

7. أيّ مما يأتـــي يُعد من وظائف الغـــدد الدهنية، والغدد العرقية، وغدد الحليب؟
   a. المحافظة علـــى الجلد والشَّـــعر، وتنظيم درجة الحرارة، وإنتاج الحليب.
   b. التَّكاثُر، والمحافظة على الجلد والشَّعر، وتنظيم درجة الحرارة.
   c. تنظيم درجة الحرارة، وإنتاج الحليب، والتَّكاثُر.
   d. إنتاج الحليب، وتوصيل الأكسجين، والمحافظة على الجلد والشَّعر.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السُّؤالين 8 و9.



8. أيّ مستوى غذائي تنتمي إليه جمجمة هذا المخلوق الثَّديي؟
   a. آكل أعشاب.
   b. آكل حشرات.
   c. آكل لحوم.
   d. رمِّي.

9. كيف يســـاعد وجود أنواع مختلفة من الأســـنان على وجود الثَّدييات في جميع البيئات؟
   a. تستطيع أن تأكل أشكالًا متنوعة من الغذاء.
   b. تستطيع أن تصطاد بفاعلية.
   c. يمكنها أن تهضم طعامها بسهولة أكثر.
   d. جهازُها الهضمي متحوِّر.

4 تقويم الفصل

أسئلة بنائية

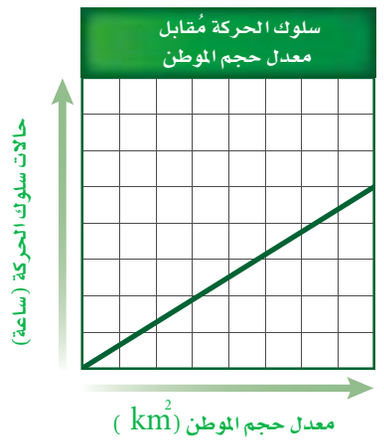
10. نهاية مفتوحة. تفحَّص **الجدول 1–3**، وكوِّن فرضية تُفسِّر فيها سبب وجود اختلافات واسعة في محتوى الدهون في كل من حليب الفقمة وحليب الثدييات الأخرى.

11. نهاية مفتوحة. للعديد من المخلوقات التي تعيش في المناطق المتجمدة أجسام كبيرة وأطراف قصيرة، منها الآذان والأرجل. فسِّر كيف يمكن أن يساعد هذا التَّكيُّف على بقائها دافئة؟

التفكير الناقد

12. صمِّم تجربة. تفرز أفراس النهر سائلاً من غدد عميقة في الجلد، يشبه العرق، إلا أنه قد يكون له وظائف أُخرى أيضًا. افترض العلماء أنَّ هذا السَّائل ربما يستعمل واقيًا لجلد فرس النَّهر ضد الشمس. صمِّم تجربة باستخدام حُبيبات تمتصّ الأشعة فوق البنفسجية لاختبار ما إذا كان هذا السَّائل الذي يفرزه جلد هذا المخلوق الثَّديي يوفِّر له حماية من أشعة الشَّمس.

13. حلِّل واستنتج. لقد وضع علماء الأحياء فرضية مفادها أنَّه عندما توضع آكلات اللُّحوم ذات البيئات الكبيرة في أماكن صغيرة مغلقة فإنَّها تُظهر زيادة في حالات سلوك الحركة (جيئة وذهابًا). لقد درسوا الثَّعلب القطبي والدُّب القطبي والأسد. حلِّل الرَّسم البياني أدناه، واستنتج أثر الحبس في سلوك الحركة.



4–2

مراجعة المفردات

استبدل الكلمة التي تحتها خط بكلمةٍ من صفحة دليل مراجعة الفصل لتصبح كل عبارة صحيحة:

14. الفيل مثال على الثدييات الكيسية.

15. في الثدييات الأولية ينمو الجنين داخل رحم الأُنثى.

16. للثدييات الأولية جراب.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

17. أيّ الثَّدييات الآتية من رتبة الحوتيات؟

a. القندس. **b.** الدلافين.
c. الحمار الوحشي. **d.** عجل البحر.

18. ما الفائدة من نمو الصَّغير داخل الرَّحم؟

a. يُولد الصِّغار أحياء.
b. يقل احتمال افتراس الصَّغير.
c. زيادة احتمال افتراس الصَّغير.
d. يكون الصغير مكتمل النمو عند الولادة.

19. أيّ الثَّدييات الآتية ليس من الثدييات الكيسية؟

a. الأبوسوم. **b.** الكنغر.
c. الإكيدنا. **d.** الوَلب.

20. أيّ مما يأتي ليس من خصائص منقار البط؟

a. أقدام غشائية.
b. القدرة على وضع البيوض.
c. قلب ثلاثي الحجرات.
d. كروموسومات صغيرة، تُشبه ما لدى الزَّواحف.

21. تفحَّص **الجدول 1 – 3**. أي الثَّدييات الآتية تحوي أكبر نسبة من البروتين في حليبها؟

a. الدلفين. **b.** الفقمة.
c. الأرنب. **d.** الحمار الوحشي.

تقويم الفصل 4

أسئلة بنائية

22. نهاية مفتوحة. ارســم وفسِّر التَّكيُّفات الملائمة لثديي يعيــش على عمق 1m في مياه مســتنقع، وبيئة خضراء كثيفة تحت الماء، فيها أفاعٍ مُفترسة.

23. نهاية مفتوحة. قدِّم أسبابًا تعلل بها دراسةُ رتب الثدييات.

24. نهايــة مفتوحــة. نظِّم نقاشًــا في صفك حول استعمال المخلوقات لتجريب الأدوية ومواد التَّجميل عليها.

التفكير الناقد

25. مهـن مرتبطـة مع علـم الأحياء. افتــرض أنَّك حارس حديقة سيعرض فيها مخلوق مُهدَّد بالانقراض محليًّا. صمِّم مكانًــا ونمط غذاء وتعليمات أخرى للعناية بهذا المخلوق، والمحافظة على بقائه في حديقة المخلوقات الحية المحلية. جهِّز إعلانًا يُنبِّه النَّاس إلى أهمية حماية هذا النَّوع المُهــدَّد بالانقراض، والطرق التي يُمكن أن يُشاركوا فيها لإجراءات الحماية.

26. ابحـث. اختــر مجموعتــك المُفضَّلة مــن الثَّدييات، وارسم خريطة تُبيِّن توزيعها في العالم. وحدد العوامل البيئية التي قد تُؤثِّر حاليًّــا في توزيعها وفي المجموعة مســتقبلاً. اكتب توصيات لما يجــب عمله للتأكد من نجاح مجموعتك المُفضَّلة من الثَّدييات.

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السُّؤال 27.

وزن المواليد ومُحتوى الحليب من البروتين

الثَّديي	الأيام المطلوبة لمضاعفة وزن المولود	محتوى الحليب من البروتين (g/1000)
الإنسان	180	12
الحصان	60	26
البقرة	47	33
الخروف	10	51
القط	9	101

27. حلِّل البيانــات. فسِّر العلاقة بين عدد الأيام التي يتطلبها تضاعف وزن المولود ومحتوى الحليب من البروتين. مثّل هذا الجدول بيانيًّا.

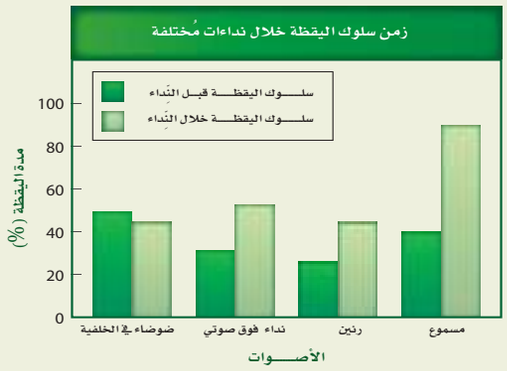
تقويم إضافي

28. الكتابــة في علم الأحياء ابحث عن أي محتوى جينــي لمخلوق ثديي تمَّ معرفــة ترتيب القواعد النَّيتروجينيــة فيه، ثم اكتب فقــرة تصف فيها ما تعلَّمت.

أسئلة المستندات

وُجد أنَّ لنوع مُحدَّد من ســنجاب الأرض القدرة على إصدار نداءات فوق صوتية لا يُمكن أن يسمعها أي ثديي آخر، ونداءات يمكن أن تكون مسموعة. عرَّض العلماء السَّناجب لنداء فوق صوتي، أو ضوضاء في الخلفية، أو رنين شبيه بالنِّداءات فوق الصَّوتية، ونداء يمكن سماعُه، ثمَّ لاحظوا الوقت الذي أمضته السناجب في إظهار سلوك اليقظة (مراقبة المفترسات) خلال كُل صوت.

استعمل الرَّسم البياني للإجابة عن الأسئلة الآتية:



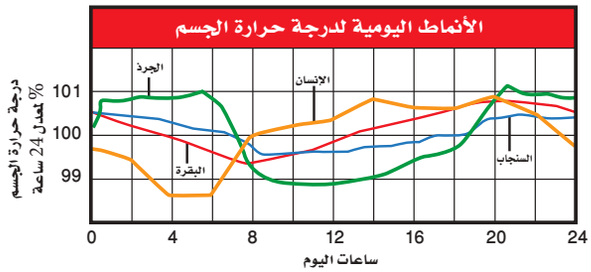
29. تحت أي ظروف أظهرت سناجب الأرض أعلى سلوك لليقظة عمومًا؟

30. تحــت أي ظروف كانت الإشــارة فوق الصوتية أكثر فاعلية بوصفها تحذيرًا للمخلوق؟

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤالين 1 و2.



1. أيّ المخلوقات الحية له أعلى معدَّل درجة حرارة جسم؟

a. البقرة. **b.** السنجاب.

c. الإنسان. **d.** الجرذ.

2. الجرذ والسنجاب من المخلوقات الليلية في الغالب. فما الذي تستنتجه من الرَّسم حول درجات حرارة أجسام هذه المخلوقات؟

a. درجات حرارة أجسامها أعلى من درجات حرارة أجسام المخلوقات الحية النَّشطة خلال النَّهار.

b. تغيُّرات درجة حرارتها أكثر حدّة من المخلوقات النَّشطة خلال النَّهار.

c. درجات حرارة أجسامها أقل من درجات حرارة أجسام المخلوقات الحية النَّشطة خلال النَّهار.

d. تغيُّرات درجة حرارتها أقلّ حدّة من المخلوقات النَّشطة خلال النَّهار.

3. ما الخاصية التي تميز الخفاش من غيره من الثدييات؟

a. حدة النظر. **b.** الريش.

c. الطيران. **d.** الأسنان.

4. ما الخاصية المميزة للثدييات؟

a. الشعر.

b. ثابتة درجة الحرارة.

c. قلبها مكون من أربع حجرات.

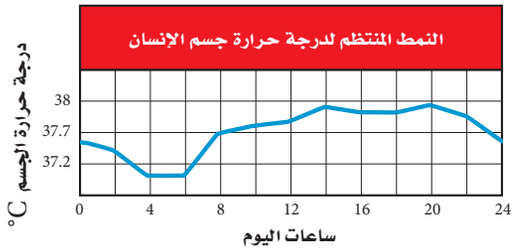
d. الإخصاب الداخلي.

5. أيّ الحيوانات الآتية ثديي مشيمي؟

a. الطائر الطنان. **b.** الكنغر.

c. منقار البط. **d.** الحوت.

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 6.



6. يبين المنحنى نمط التغير اليومي في درجة حرارة جسم الإنسان. متى تبدو درجة حرارة الجسم أقل ما يمكن؟

a. بعد الأكل. **b.** قبل الفجر.

c. بعد الظهر. **d.** منتصف الليل.

أسئلة الإجابات القصيرة

7. صف أربع خصائص مختلفة، أو عمليات تُمكِّن الثَّدييات من المحافظة على الاتزان الداخلي لدرجة الحرارة.

8. ما الفائدتان اللتان يحصل عليهما صغير الثَّدييات من التغذّي على حليب أُمه؟

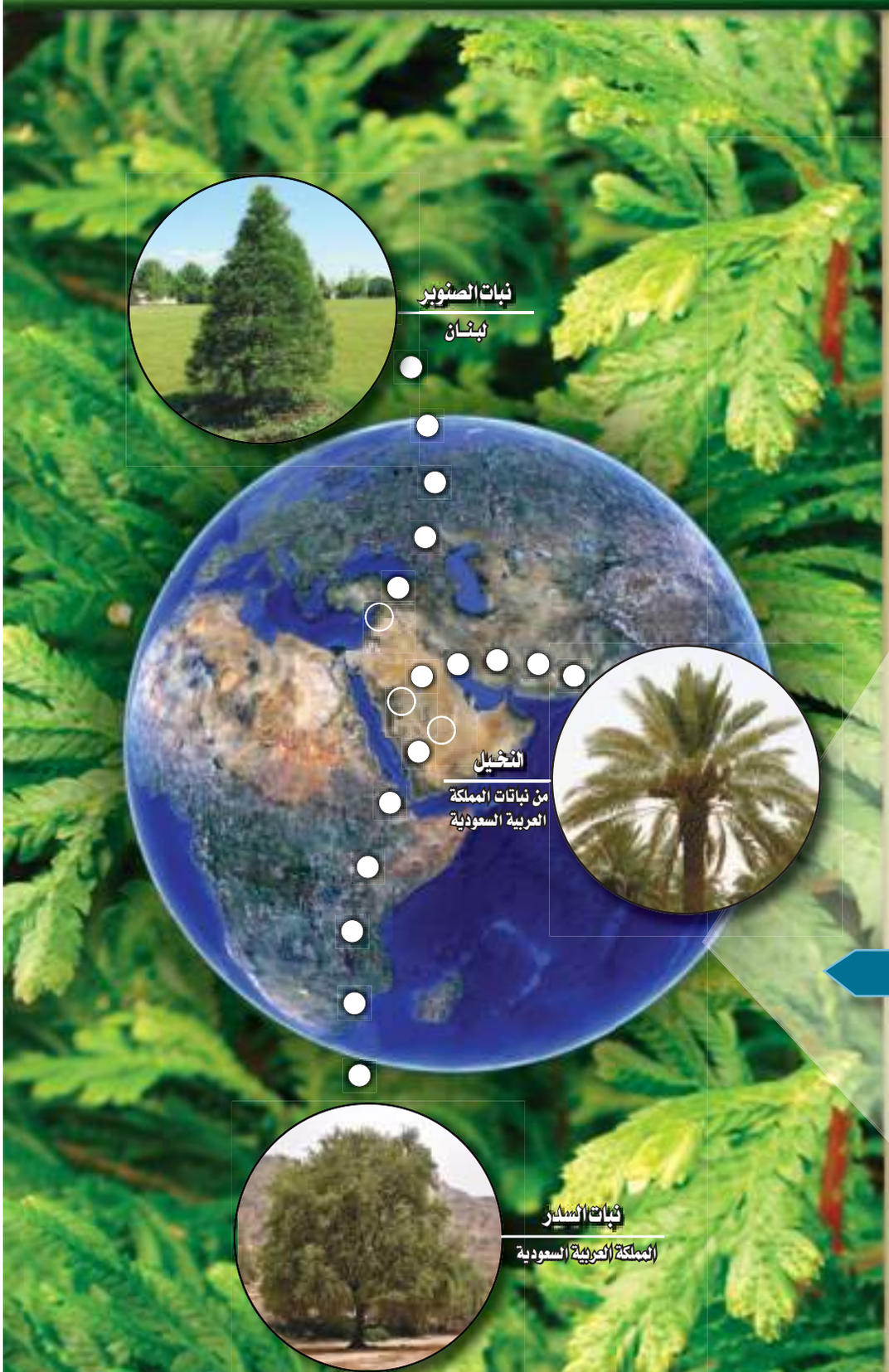
يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8
الدرس / الفصل	4–1	4–1	4–2	4–1	4–2	4–2	4–1	4–1
الصف	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1

الفصل 5

مقدمة في النباتات

Introduction to plants



الفكرة العامة النباتات مجموعة متنوعة من المخلوقات الحيـة، أبدعها البارئ سبحانه وتعالى.

5 – 1 النباتات اللاوعائية

الفكرة الرئيسة النباتات اللاوعائيـة صغيرة، وتنمو عادة في البيئات الرطبة.

5 – 2 النباتات الوعائية اللابذرية

الفكرة الرئيسة النباتـات الوعائية اللابذرية عمومًا أكبر حجمًا، وأفضل تكيفًـا للعيش في البيئـات الجافة من النباتـات اللاوعائيـة؛ لأنهـا تحوي أنسجة وعائية.

5 – 3 النباتات الوعائية البذرية

الفكرة الرئيسة النباتـات الوعائية البذرية من أكثر النباتات انتشـارًا على الأرض.

حقائق في علم الأحياء

- عدد الأنواع النباتيـة ثلاثة أضعاف عدد الأنواع الحيوانية.
- تشكل النباتات ومنتجاتها نحو 98% من الكتلة الحيوية على الأرض.

تجربة استهلالية

ما الخصائص التي تختلف فيها النباتات؟

يستعمل العلماء صفات محددة لتصنيف النباتات ضمن المملكة النباتية. وستدرس في هذه التجربة بعضًا من صفات النباتات.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. عنّون خمس عينات نباتية باستعمال الأحرف A، B، C، D، E.
3. ادرس كل نبات بعناية. واغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من دراسة هذه النباتات.
4. سجّل بناءً على ملاحظاتك الخصائص التي تصف أوجه التشابه والاختلاف بين هذه النباتات.
5. رتب قائمة الخصائص تنازليًا حسب أهميتها من وجهة نظرك.

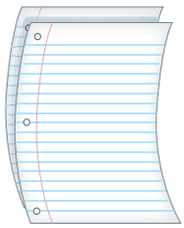
التحليل

1. قارن قائمتك بقوائم زملائك في الصف.
2. صف درجة التنوع بين النباتات التي درستها.
3. سجّل قائمة بالصفات التي لم تستطع دراستها، والتي قد تكون مهمة في تنظيم النباتات في مجموعات.

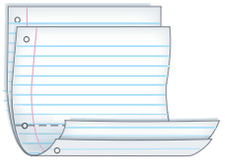
المطويات
منظمات الأفكار

تصنيف النبات اعمل المطوية الآتية لتساعدك على فهم تصنيف النباتات اللاوعائية.

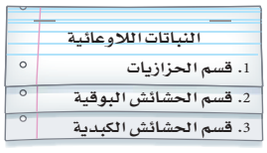
الخطوة 1: ضع ورقتين من دفتر ملاحظاتك بعضها فوق بعض متباعدة إحداها عن الأخرى بمقدار 1.5 cm، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الأطراف لتكوّن أربعة ألسنة متساوية المساحة، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: ثبت أوراق المطوية معًا بالدبابيس، واكتب على كل لسان عنوانًا، كما في الشكل الآتي:



المطويات **استعمل هذه المطوية في القسم 1-5.** سجل وأنت تقرأ هذا القسم ما تعلمته حول تصنيف النباتات.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

5-1

النباتات اللاوعائية
Nonvascular Plants

الأهداف

- **تتعرّف** تراكيب النباتات اللاوعائية.
- **تقارن** بين خصائص أقسام النباتات اللاوعائية.

مراجعة المفردات

التكافل Symbiosis: العلاقة التي يعيش بوساطتها مخلوقان معًا وتربطهما علاقة وثيقة.

المفردات الجديدة

الثالوس

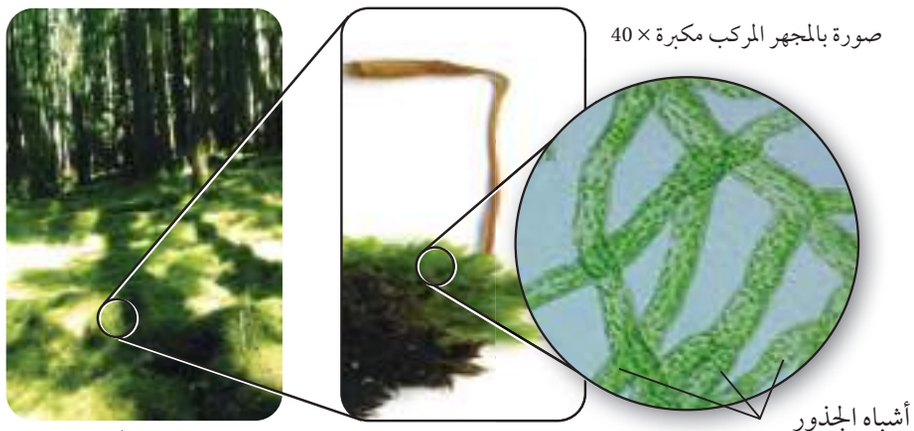
الفكرة الرئيسة **النباتات اللاوعائية صغيرة، وتنمو عادة في البيئات الرطبة.**

الربط مع الحياة هل استعملت يومًا خرطوم المياه لري نباتات الحديقة أو غسل سيارة؟ لماذا لا تنقل الماء من الصنبور بوساطة الدلو؟ إن استعمال الخرطوم لنقل الماء ـ كما ترى ـ طريقة أكثر فاعلية من استعمال الدلو. تفتقر النباتات اللاوعائية إلى تراكيب لنقل الماء والمواد الأخرى. ومع ذلك، فإن صغر حجم هذه النباتات يجعل نقل المواد بالانتشار والخاصية الأسموزية كافيًا لسد حاجاتها.

تنوع النباتات اللاوعائية Diversity of Nonvascular Plants

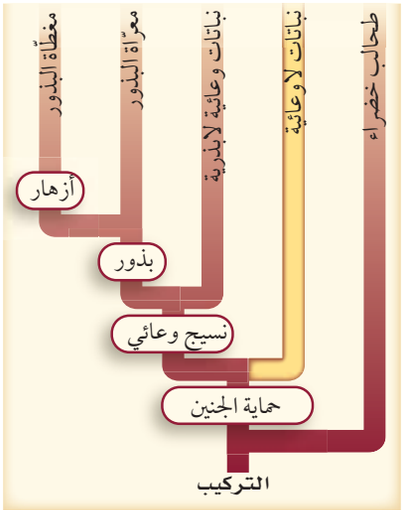
تُشكّل النباتات اللاوعائية واحدة من أربع مجموعات من النباتات التي تشترك مع الطحالب بعدة خصائص كما في **الشكل (A) 1-5**، ومنها: أن الجدار الخلوي في كليهما مكون من السيليلوز، وتخزن النباتات ومعظم الطحالب الغذاء على صورة نشا، وتستخدم النباتات ومعظم أنواع الطحالب نفس النوع من الكلوروفيل في عملية البناء الضوئي. وعمومًا، فإن النباتات اللاوعائية صغيرة الحجم، مما يمكّن المواد من الانتقال خلالها بسهولة. وتوجد هذه النباتات على الأغلب في المناطق الرطبة الظليلة، وهي بيئة تزودها بالماء الذي تحتاج إليه لنقل المواد الغذائية، وتساعدها على عملية التكاثر.

قسم الحزازيات Division Bryophyta أكثرها شيوعًا هي الحزازيات القائمة، انظر **الشكل 2-5**. وربما تكون قد شاهدت هذه النباتات اللاوعائية الصغيرة نامية على ساق شجرة ميتة أو على حافة جدول. وعلى الرغم من أن الحزازيات ليس لديها أوراق حقيقية إلا أن لها تراكيب شبيهة بالأوراق، وهذه التراكيب التي تقوم بعملية البناء الضوئي تتكون عادة من طبقة واحدة من الخلايا. تُنتج الحزازيات القائمة أشباه جذور عديدة الخلايا لتثبتها في التربة أو غيرها من السطوح، كما في **الشكل (B) 1-5**.



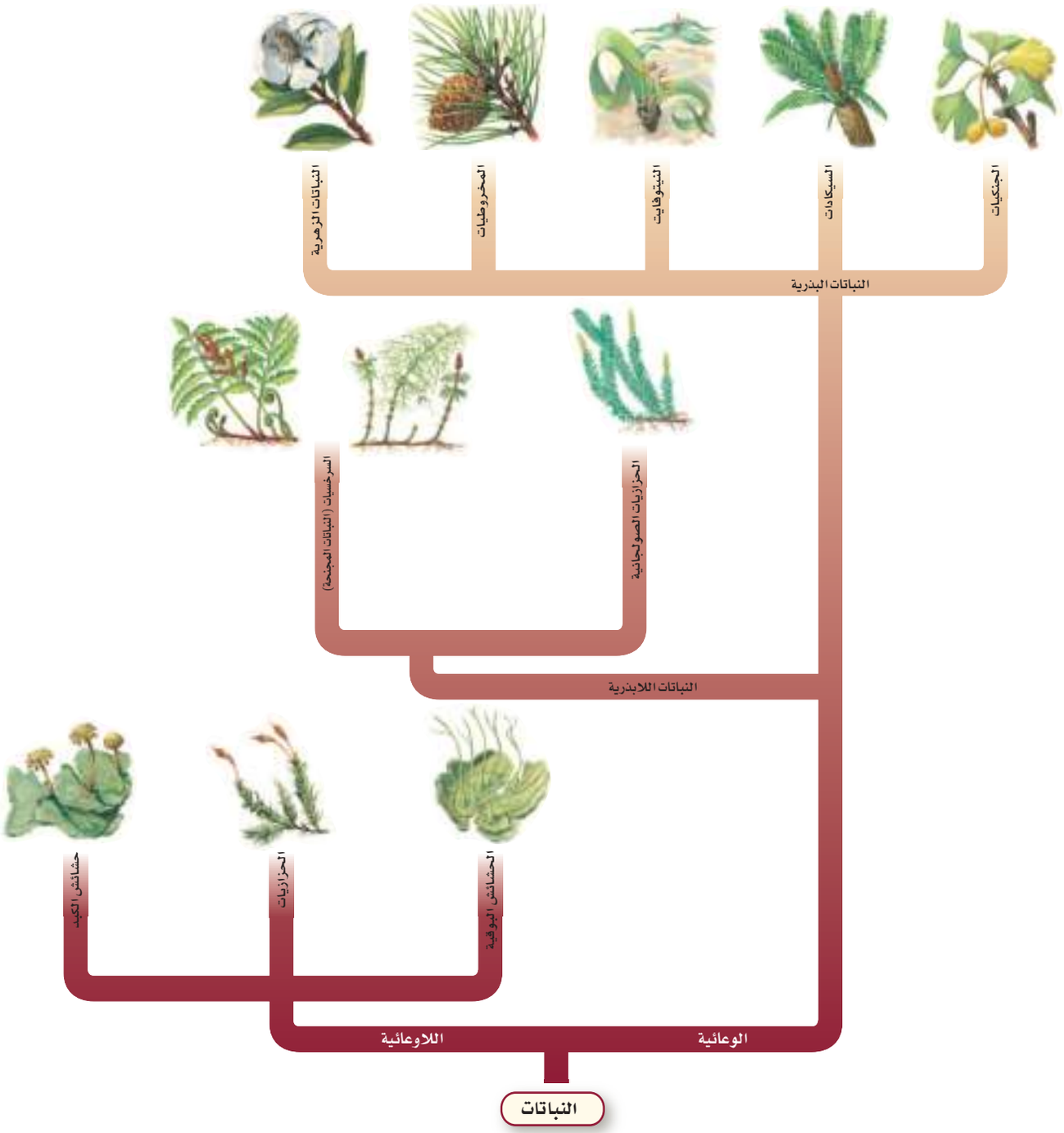
(B)

الشكل 1-5 حماية الجنين من خصائص النباتات الوعائية والنباتات اللاوعائية. السجادة الخضراء من الحزازيات القائمة وهي نباتات لاوعائية تتكون من مئات من النباتات الحزازية، كل منها له سيقان ورقية وأشباه جذور.



(A)

■ **الشكل 2 – 5** من طرائق تصنيف أقسام المملكة النباتية تصنيفها إلى: لاوعائية ووعائية، وإضافة إلى ذلك يمكن أن تصنف النباتات الوعائية إلى نباتات لابذرية ونباتات بذرية.



ويمكن للماء وما فيه من مواد مذابة أن تنتشـــر إلى أشـــباه الجذور. وعلى الرغم من أن للحزازيات أنسجة تنقل الماء والغذاء، إلاّ أن هذه النباتات ليس لها أنسجة وعائيـــة حقيقية، حيث تنقل المـــاء والمواد الأخرى خلال أجســـام الحزازيات بوساطة الخاصية الأســـموزية والانتشـــار. تُظهر الحزازيات تنوعًا في التركيب والنمو. فبعضها له ســـيقان تنمو عموديًّا، ولبعضها الآخر سيقان متدلية. وتشكّل بعض الحزازيات ســـجادًا واسعًا يســـاعد على منع تعرية التربة في المنحدرات الصخريـــة. ومع مرور الزمـــن تراكمت كميات من الحزاز الطحلبي ســـفاجنوم Sphagnum ومواد نباتية وتعفنت وشـــكّلت ترسبات عميقة كوّنت فحم الخُث (فحم البِيت) peat. حيث يمكن تقطيعه وحرقه واســـتعماله وقودًا، كما يستعمله الذين يعتنون بالأزهار للاحتفاظ بالرطوبة. يقدر العلماء أن حوالي 1% من سطح الأرض مغطى بالحزازيات. تنمو معظم الحزازيات القائمة، **الشـــكل (B) 1–5**، في المناطق المعتدلة، ويمكن لها أن تنمو فـــي درجة التجمد دون أن تتلف،كما يمكنها أن تعيش حتى بعد فقد الكثير من الماء وتستعيد نموها عند توافر الرطوبة.

ماذا قرأت؟ **وضح** كيف يتكون خث الحزازيات؟

قســم الحشائش البوقية Division Anthocerophyta يعد هذا القســـم أصغر قسم في النباتات اللاوعائية، وقد ســـميت بهذا الاسم لأن الطور البوغي فيها يشبه البوق (القرن)، **الشكل 3–5**. ينتقل الماء والمواد المغذية في الحشائش البوقية بالخاصية الأسموزية والانتشـــار. إحدى الصفات المميزة لهذه النباتات هو وجود بلاستيدة خضراء واحدة كبيرة في كل خلية من خلايا الطور المشيجي وخلايا الطور البوغي، ويمكن ملاحظة هذه الصفة بوســـاطة المجهر. وينتج النبات البوغي معظم الغذاء الذي يســـتعمله النبات المشـــيجي والنبات البوغي نفسه.تحوي أنسجة الحشائش البوقية فراغات تحيط بالخلية مملوءة بمادة مخاطية وليس بالهواء. وتنمو البكتيريا الخضراء المزرقة من نوع النُّوســـتُك Nostoc في هذا المخاط. وتظهر الحشائش البوقية والبكتيريا الخضراء المزرقة علاقة تعايش.كما في **تجربة تحليل البيانات 1–5**.

الشكل 3–5 الطور البوغي في الحشائش البوقية، وهو يشـــبه البوق (القرن) ملتحم بالطور المشيجي.

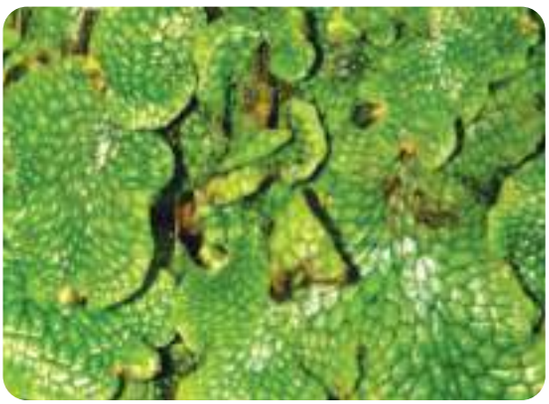
مختبر تحليل البيانات 1-5

بناءً على بيانات حقيقية

كوِّن فرضية

كيف تستفيد البكتيريا الخضراء المزرقة من الحشائش البوقية؟

تكوّن البكتيريا الخضراء المزرقة من نوع نُوستُك *Nostoc* علاقات تعايش مع حشائش الكبد ومعظم الحشائش البوقية.



البيانات والملاحظات

تظهر مستعمرات *Nostoc* على صورة بقع داكنة ضمن نسيج الطور المشيجي للنبات، كما في الصورة الآتية:

التفكير الناقد

1. **كوّن فرضية** حول الفوائد التي تحصل عليها النُّوستُك *Nostoc* من الحشائش البوقية .
2. **صمّم تجربة** لاختبار الفرضية.

أخذت البيانات في هذا المختبر من: CostaJ – Let al. 2001. Genetic diversity of *Nostoc* symbionts endophytically associated with two bryophyte species. *Appl. Envir. Microbiol.* 67: 4393 – 4396

قسم الحشائش الكبدية Hepaticophyta سُمّيت الحشائش الكبدية نظرًا لمظهرها الخارجي؛ ولأنها كانت تستعمل قديمًا في علاج أمراض الكبد. توجد في مواطن مختلفة تتراوح بين المناطق الاستوائية وحتى القطبية. تميل الحشائش الكبدية إلى النمو موازية لسطح الأرض، وتعيش في مناطق تزداد فيها الرطوبة كالتربة الرطبة، وبالقرب من الماء، أو على أخشاب متعفنة رطبة. ويستطيع قليل من الأنواع العيش في مناطق جافة نسبيًّا. وينتقل الماء والمواد المغذية في الحشائش الكبدية بواسطة الخاصية الأسموزية والانتشار كغيرها من النباتات اللاوعائية. تصنف الحشائش الكبدية إلى **الثالوسية (جسمية)** thallose أو ورقية، **الشكل 4-5**.

■ **الشكل 4-5** يشبه شكل ثالوس الحشائش الكبدية أجزاء الكبد. للحشائش الكبدية الورقية تراكيب تشبه الأوراق ولكنها ليست أوراقًا حقيقية.

فجسم الحشائش الثالوسية له تركيب مجزأ ولين، وأما الورقية **الشكل 4–5** فلها سيقان تحمل تراكيب مسطحة رقيقة تشبه الورقة. والحشائش الكبدية لها أشباه جذور، وهي وحيدة الخلايا، ولذا فهي تختلف عن الحزازيات القائمة التي لها أشباه جذور متعددة الخلايا. وقد أثبت تحليل DNA أن الحشائش الكبدية تفتقر إلى تسلسل DNA الذي لمعظم نباتات اليابسة الأخرى. ويشير هذا إلى أن الحشائش الكبدية هي أكثر نباتات اليابسة بساطة في التركيب.

التقويم 1–5

الخلاصة

- توزيع النباتات اللاوعائية محدَّد بقدرتها على نقل الماء والمواد الأخرى داخلها.
- الحزازيات القائمة نباتات صغيرة تستطيع العيش في بيئات مختلفة.
- تعتمد الحزازيات على الخاصية الأسموزية والانتشار لنقل المواد.
- هناك نوعان من الحشائش الكبدية، هما الثالوسية والورقية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **لخّص** خصائص الحزازيات القائمة.
2. **حدّد** العوامل البيئية التي ربما أثرت في تكيف تراكيب النباتات اللاوعائية.
3. **ميّز** بين الحشائش الكبدية والحشائش البوقية.
4. **عمِّم** القيمة الاقتصادية للحزازيات.

التفكير الناقد

5. **طبّق** ما تعرفه عن الخاصية الأسموزية والانتشار لتفسير سبب صغر حجم النباتات اللاوعائية عادةً.
6. **توقّع** التغيرات التي قد تحدث على المستوى الخلوي عندما يجف الحزاز القائم.
7. **قارن** بين مواطن الحزازيات القائمة والحشائش البوقية والحشائش الكبدية.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

5-2

النباتات الوعائية اللابذرية
Seedless Vascular Plants

الأهداف

- **تحدّد وتحلّل** خصائص النباتات الوعائية اللابذرية.
- **تقارن** خصائص قسم النباتات الصولجانية وقسم السرخسيات.

مراجعة المفردات

البوغ Spore: خلية تكاثرية أحادية المجموعة الكروموسومية ولها غلاف خارجي صلب، ويمكن أن تنتج مخلوقًا حيًّا جديدًا دون أن تتحد بالمشيج.

المفردات الجديدة

الحامل البوغي
النبات الهوائي
الرايزوم
محفظة الأبواغ
الكيس البوغي

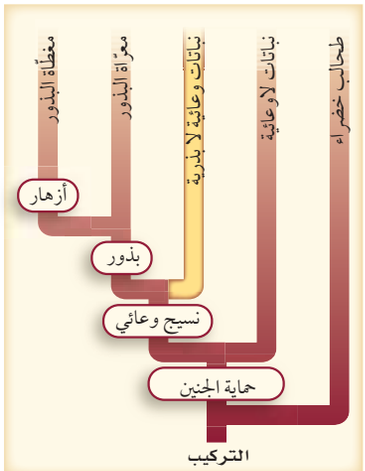
الفكرة الرئيسة **النباتات الوعائية اللابذرية عمومًا أكبر حجمًا، وأفضل تكيفًا للعيش في البيئات الجافة من النباتات اللاوعائية؛ لأنها تحوي أنسجة وعائية.**

الربط مع الحياة يتدفق الماء من الصنبور عندما تفتحه، فتستعمله للشرب أو لتنظيف الأسنان أو لغسل الأشياء. إن نظام أنابيب الماء في المنزل يحمل إليك الماء من مناطق مختلفة. ويمكن النظر إلى الأنسجة الوعائية على أنها نظام أنابيب للنبات؛ لأنها تنقل الماء والمواد المذابة خلال جسم النبات.

تنوع النباتات الوعائية اللابذرية
Diversity of Seedless Vascular Plants

تشكل الحزازيات الصولجانية ـ التي تُسمى أيضًا حزازيات السنبلة ـ مع السرخسيات مجموعة النباتات الوعائية اللابذرية، وتختلف الحزازيات الصولجانية عن الحزازيات التي وردت في القسم السابق. وتشكل هذه المجموعة، **الشكل 5 –5**، واحدة من ثلاث مجموعات نباتية لها أنسجة وعائية. حيث تظهر النباتات الوعائية اللابذرية تنوعًا كبيرًا في الشكل والحجم، تكون في العادة طولها أقل من 30 cm، وفي بعض الغابات الأستوائية تستطيع السرخسيات النمو إلى 25 cm. وبغض النظر عن الحجم، فإن الطور البوغي في بعض النباتات الوعائية اللابذرية حباه الله تكيفًا يُسمى **حاملًا بوغيًّا** strobilus وهو تجمّع متراصّ من التراكيب الحاملة للأبواغ. وتنتشر الأبواغ الصغيرة التي ينتجها الحامل البوغي عادة بوساطة الرياح، وعندما يستقر البوغ في بيئة مناسبة، فإنه ينمو ليشكّل النبات المشيجي.

الشكل 5 – 5 تُنتج النباتات الوعائية اللابذرية – مثل الحزاز الصولجاني المسمى مخلب الذئب – أبواغًا في مخاريط بدلًا من البذور.



(A) التركيب التصنيفي للنباتات الوعائية اللابذرية

(B) مخلب الذئب *Lycopodium sp*

سيلانجينيلا

■ **الشكل 6–5** يتبع هذا الحزاز الصولجاني إلى جنس سيلانجينيلا.

قسم النباتات الصولجانية Division Lycophyta تشير الأدلة من الأحافير إلى أن النباتات الصولجانية شكّلت جزءًا كبيرًا من الغطاء النباتي للغابات، فبعضها يصل طولـه إلى 30 m. وعندما مات هذا الغطاء النباتـي تحولت بقاياه مع مرور الزمن وأصبحت في النهاية جزءًا من الفحم الحجري الذي يستخرجه الإنسان من أجل الوقود. إن الطور البوغي للنباتات الصولجانية هو السائد على عكس الحزازيات الحقيقية، وهو يشـبه الطور البوغـي للحزازيات. وتراكيبهـا التكاثرية التي تُنتج الأبواغ تكون صولجانية الشـكل أو تشـبه السنبلة، **الشـكل 1 – 5**. للحزازيات الصولجانية جذور وسيقان، ولها تراكيب حرشـفية صغيرة تشبه الأوراق (أشباه أوراق). وتسـمى أيضًا الصنوبريات الأرضية لأنها تشـبه أشجار صنوبر صغيرة. وتكون سيقانها إما متفرعة أو غير متفرعة، وتنمو إما عموديًّا أو زاحفة على سطح التربة. وجذورها تنمو من قاعدة السـاق. كما يمتد عرق من النسـيج الوعائي في منتصف كل ورقة حرشـفية. تنتمي معظم الحزازيات الصولجانية إلى جنسـين، همـا: ليكوبوديـوم *Lycopodium* وسـيلانجينيلا *Selanginella*، **الشـكلين 5–6 ، 5–5/ B**. ففي الجنس *Selanginella* يحتـوي حامل الأبواغ على نوعين مـن الأبواغ (الكبيرة والصغيرة)، أمـا الجنس الثاني *Lycopodium* فالأبواغ الكبيـرة والصغيرة محمولة على حوامل بوغية منفصلة. ومعظم أنواع الحزازيات الصولجانيـة نباتات هوائية. **والنبات الهوائي** epiphyte نبات يعيش متعلقًا بنبات آخر أو جسـم آخر. وعندما تنمو النباتات الهوائية عند قمم الأشـجار تصبح بيئة أخرى مناسبًة للحشرات والحيوانات الصغيرة عند قمة أشجار الغابة.

ماذا قرأت؟ **حدّد** أهمية النباتات الصولجانية الاقتصادية.

قسم السرخسيات (النباتات المجنحة) Division Pterophyta يضم هذا القسم الخنشاريات والنباتات المجنحة. لقد وضعت النباتات المجنحة (ذيل الحصان) ذات مرة في قسم خاص بها، لكن الدراسات الكيميائية الحيوية الحديثة بينت أنها ذات علاقة قوية بالسرخسيات، لذا يجب أن تجمع معها.

■ **الشـكل 7–5** الخنشاريات مجموعة متنوعة من النباتات تعيش في بيئات عديدة.

الخنشار المائي *Azolla* يعيش تكافليًّا مع البكتيريا الخضراء المزرقة.

ينمو الخنشار *Dryopteris* على أفضل صورة في البيئات الجافة الظليلة.

ينمو نبات قرن الأيل بوصفه نباتًا هوائيًّا على النباتات الأخرى.

تنتشر أشجار الخنشار بشكل كبير ضمن الغابات الاستوائية.

الطور البوغي المكتمل النمو للخنشار

الطور البوغي والطور المشيجي للخنشار

الربط مع علوم الأرض كانت الخنشاريات خلال الحقبة الطباشيرية ـ منذ 359 – 300 مليون سنة ـ أكثر نباتات اليابسة وفرة. فقد وجدت غابات واسعة من الخنشاريات التي تشبه الأشجار، وقد أنتج بعضها تراكيب تشبه البذور. ينمو الخنشار في بيئات مختلفة وعديدة. وعلى الرغم من أنه غالبًا يعيش في البيئات الرطبة، إلا أنه يستطيع العيش في الظروف الجافة. وعندما يكون الماءُ نادرًا، تتباطأ العمليات الحيوية لبعض أنواع الخنشار لدرجة يبدو معها ميتًا. وعندما يتوافر الماء مرة أخرى يستأنف الخنشار نموه. ويبين **الشكل 7–5** أمثلة لخنشاريات تنمو في بيئات متباينة.

يكون الطور المشيجي الدقيق أصغر من الدبوس عادة، فهو ينمو من بوغ، وله تراكيب تكاثرية ذكرية وأخرى أنثوية. وبعد الإخصاب ينمو الطور البوغي من الطور المشيجي، ويكون معتمدًا عليه لفترة وجيزة. أحد تكيفات الخنشار التي تمكنه من العيش في المناطق الجافة إنتاج الطور البوغي دون إخصاب. وأخيرًا يكوّن الطور البوغي جذوراً، وساقاً سميكة تحت الأرض تسمى **الرايزوم** rhizome، وهو عضو لخزن الغذاء. تموت التراكيب الواقعة فوق سطح التربة لبعض أنواع الخنشار في نهاية فصل النمو. وعندما يبدأ النمو يتحلل الرايزوم المُخزن للغذاء ليُحرر الطاقة الضرورية اللازمة لهذا النمو. إن الجزء المألوف من الخنشار هو تراكيبه الورقية التي تقوم بعملية البناء الضوئي تُسمى الأوراق (السعفة)، **الشكل 8–5**. تشكل هذه الأوراق جزءًا من الطور البوغي للخنشار، وبها أنسجة وعائية متفرعة، وهي شديدة التباين في الحجم.

تتكون أبواغ الخنشار في تراكيب تُسمى **مَحفظة الأبواغ** sporangium، وتكوّن تكتلات المحافظ **كيسًا بوغيًّا** (بثرة) sorus. وتقع الأكياس البوغية عادة على السطح السفلي للأوراق، **الشكل 9–5**.

■ **الشكل 8–5** يختلف كل من الطور البوغي والطور المشيجي اختلافًا واضحًا في الحجم والمظهر. فالطور البوغي الناضج للخنشار أكبر مرات عديدة من الطور المشيجي.

ذيل الحصان

خنشار عش الطائر

■ **الشكل 9–5** تحتوي الأكياس البوغية في خنشار عش الطائر على أبواغ تشكل خطوطًا على السطح السفلي للورقة. وتنتج بعض نباتات ذيل الحصان نوعين مختلفين من السيقان في الطور البوغي: خضرية وتكاثرية.

ويبين **الشكل 9–5** كذلك التركيب النموذجي لذيل الحصان، وهو ساق جوفاء مضلعة عليها دوائر من أوراق حرشفية. ويُنتج ذيل الحصان الأبواغ في مخاريط عند قمة الساق التكاثرية، كما هو الحال في الحزازيات الصولجانية. وعندما تنطلق أبواغ ذيل الحصان في البيئة المناسبة فإنها تنمو إلى نبات مشيجي. ومن الأسماء الشائعة لذيل الحصان نباتات التنظيف؛ لأنها كانت تستعمل غالبًا في تنظيف القدور وأواني الطبخ في الأزمنة القديمة. ويحتوي ذيل الحصان وهو نبات صغير الحجم على مادة كاشطة تُسمى السيليكا، تستطيع أن تشعر بها عندما تحك إصبعك على طول ساق النبات. وينمو معظمه في المناطق الرطبة كالسبخات والمستنقعات وضفاف الجداول. وتنمو بعض أنواعه في التربة الجافة في الحقول وجوانب الطرق فقط؛ لأن جذورها تنمو في التربة المشبعة بالماء الواقعة تحتها.

التقويم 2–5

الخلاصة

- للنباتات الوعائية اللابذرية أنسجة وعائية متخصصة، وتتكاثر بالأبواغ.
- النبات البوغي هو الطور السائد في النباتات الوعائية.
- النباتات الصولجانية والسرخسيات نباتات وعائية لابذرية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **اعمل جدولاً** تبين فيه خصائص مجموعات النباتات الوعائية اللابذرية.
2. **قارن** بين أفراد الطور البوغي وأفراد الطور المشيجي في النباتات الوعائية والنباتات اللاوعائية.
3. **استنتج** أهمية الاعتماد المبدئي للطور البوغي في الخنشار على الطور المشيجي.

التفكير الناقد

4. **صمّم** تجربة يمكن أن تختبر بها قدرة الطور المشيجي للخنشار على النمو في تُرب مختلفة.
5. **قوّم** فوائد تفرّع الأنسجة الوعائية في أوراق الخنشار.
6. **ارسم** مخطط فن تظهر فيه خصائص الحزازيات الصولجانية والسرخسيات.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

5-3

النباتات الوعائية البذرية
Vascular Seed Plants

الأهداف

- **تقارن** بين خصائص النباتات البذرية.
- **تحدّدُ** أقسام النباتات معرّاة البذور.
- **تلخص** دورة حياة النباتات الزهرية.

مراجعة المفردات

التكيف Adaptation: صفة موروثة تنتج عن استجابة المخلوق الحي لعامل بيئي ما.

المفردات الجديدة

الفلقة
المخروط
السنوي
ثنائية الحول
المعمّر

الفكرة الرئيسة **النباتات الوعائية البذرية من أكثر النباتات انتشارًا على الأرض.**

الربط مع الحياة عندما تكتب رسالة فإنك تضعها في مغلف؛ أملاً في حمايتها. وكذلك تحمي البذرة النبات البذري الجديد إلى أن تصبح الظروف البيئية ملائمة للنمو.

تنوع النباتات البذرية Diversity of Seed Plants

تُنتج النباتات الوعائية البذرية بذورًا تحتوي كل واحدةٍ منها عادة على طور بوغي صغير يحيط به نسيج لحمايته. وللبذور **فلقة** cotyledon واحدة أو أكثر. والفلقة تركيب يخزن الغذاء أو يساعد النبات البوغي الصغير على امتصاص الغذاء. وتُسمى النباتات التي تشكّل بذورها جزءًا من الثمرة بالنباتات مُغطاة البذور. وتُسمى النباتات التي لا تشكّل بذورها جزءًا من الثمرة بالنباتات مُعراة البذور. للنباتات البذرية مجموعة من التكيفات لانتشار البذور في البيئة كما في **الشكل 10–5**. ويُعدّ الانتشار مهمًّا؛ لأنه يمنع التنافس بين النباتات الجديدة وآبائها، أو بين الأبناء أنفسها. الطور البوغي هو السائد في النباتات البذرية، وهو الذي ينتج الأبواغ التي تنقسم انقسامًا منصفًا لتشكّل النبات المشيجي المذكر (حبوب اللقاح) والنبات المشيجي المؤنث (البويضات). ويتكون كل نبات مشيجي مؤنث من بويضة واحدة أو أكثر تحيط بها أنسجة واقية. ويعتمد الطوران المشيجيان معًا على الطور البوغي في بقائهما.

الشكل 10–5 افحص هذه التكيفات التركيبية لانتشار البذور.

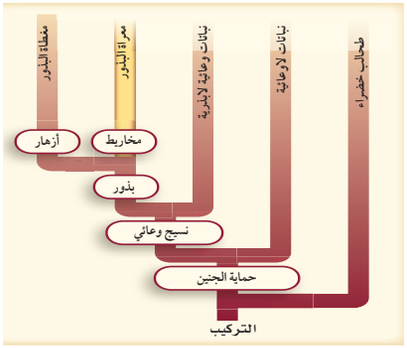
الكَوْكَل الشائك (Cocklebur) له خطاطيف يمكن أن تتعلق بفراء الحيوانات أو ملابس الإنسان.

يستطيع نبات بندق الساحرة (Witch hazel) أن يقذف بذرتيه أكثر من 12 m بعيدًا عن النبات الأم.

تستطيع ثمرة جوز الهند، والبذرة بداخلها، أن تطفو لمسافات كبيرة مع تيارات المحيط.

لبذور الصنوبر تراكيب تشبه الأجنحة تمكّنها من الانتقال بوساطة الرياح.

تساعد تراكيب تشبه المظلة على انتشار بذور حشائش الحليب (Milk weed).



■ **الشـكل 11–5** يبين مخطـط العلاقات التركيبية أعـلاه أن المخاريط كانـت تكيفًا مبكرًا – وهبها الله لها – مع الظروف البيئية.

يُعد المـاء ضروريًا لوصول المشـيج المذكر إلى البويضة فـي كل من النباتات اللاوعائية والوعائية اللابذرية، في حين لا تحتاج معظم النباتات الوعائية البذرية إلـى وجود طبقة رقيقة من الماء لهذه العملية. وهذا فرق مهم بين النباتات البذرية والنباتات الأخـرى. ويمكِّن هذا التكيف النباتات البذريـة من العيش في بيئات مختلفة، ومنها تلك المناطق التي يندر فيها وجود الماء.

قسم نباتات السيكادات Division Cycadophyta يحتوي **المخروط** cone على التراكيب التكاثرية الذكرية والأنثوية لنباتات السـيكادا وللنباتات المعرّاة البذور الأخرى **الشـكل 11–5**. وينتج المخروط الذكري غيمـة من حبوب اللقاح التي تكوّن النباتات المشـيجية الذكرية، فـي حين تحتوي المخاريـط الأنثوية على النباتات المشـيجية الأنثوية. فقد يصل طول مخاريط السيكادا 1m، وتزن حوالي 35 kg. وتنمو المخاريط الذكرية والمخاريط الأنثوية على نباتات سيكادا منفصلة.

يعتقد بعض الناس أن نباتات السـيكادا قريبة من أشـجار النخيل؛ لأن لها أوراقًا كبيرةً مقسمة، وبعضها قد ينمو حتى يصل طولها إلى أكثر من 18 m. لكن السيكادا لها تراكيب واسـتراتيجيات تكاثر مختلفة عن النخيل. فرغم أنها تشابه الأشجار الخشبية إلا أن لها ساقًا طرية تتكون غالبًا من نسيج خازن، **الشكل 12–5**.

البيئات الطبيعية للسـيكادا هي المناطق الاسـتوائية وشبه الاسـتوائية. انتشرت نباتات السيكادا بوفرة منذ 200 مليون سنة، ولكن يوجد منها الآن حوالي 11 جنسًا و250 نوعًا فقط.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين مخروط السيكادا وحامل الأبواغ في النباتات اللابذرية.

■ **الشـكل 12–5** يوضح السـاق الطرية والأوراق المقسمة لنبات السيكادا.

قسم نباتات النيتوفايت Division Gnetophyta من النباتات المعراة البذور، وتستطيع النباتات في هذا القسم أن تعيش بين 2000 – 1500 سنة. وهناك ثلاثة أجناس فقط من هذه النباتات، يبدي كلٌّ منها تكيفات تركيبية غير عادية للبيئة. إذا كنت قد تناولت دواءً للرشح أو الحساسية فإنه قد يحتوي على مادة إفيدرين - وهو مركب يوجد بصورة طبيعية في جنس إفيدرا Ephedra من نباتات النيتوفايت. ويشمل الجنس Gnetum نحو 30 نوعًا من أشجار استوائية ونباتات متسلقة تشبه سيقان العنب. أما الجنس الثالث المتبقي Welwitschia فله نوع واحد ومظهره غريب تمامًا، **الشكل 13–5**، ويوجد خصوصًا في صحاري جنوب غرب إفريقيا. ولهذا النبات جذور خازنة كبيرة وورقتان تستمران في النمو، وقد يصل طولهما إلى أكثر من 6 m. ويحصل نبات Welwitschia على الرطوبة من الضباب أو الندى أو المطر بوساطة أوراقه.

قسم النباتات الجنكيّة Division Ginkgophyta يشمل هذا القسم نوعًا واحدًا فقط هو جينكو بيلوبا Ginkgo biloba؛ إذ اكتشف احفورة له في مطلع القرن التاسع عشر، وهي أحد أقسام النباتات المعراة البذور.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالم الأخشاب Wood Scientist

هو الشخص الذي يهتم بجانب أو أكثر في عملية تحويل الخشب إلى منتجات أخشاب أخرى. ويستطيع عالِم الأخشاب أن يجري البحوث ويعمل في الصناعة بوصفه مطورًا للمنتجات أو العمليات أو ضابطًا للنوعية أو الإنتاج أو مهندسًا أو مديرًا.

الشكل 13–5 تحرك الريح أوراق نبات Welwitschia، مما يؤدي إلى تشققها عدة مرات، بحيث تبدو الورقتان كأنهما أوراق عديدة.

تجربة علمية

كيف تتكاثر السرخسيات والحزازيات والمخروطيات؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

لهذه الشجرة المتميزة أوراق صغيرة تشبه المروحة، وهي مثل السيكادا لها أجهزة تكاثرية ذكرية وأنثوية على نباتات منفصلة. وتنتج الشجرة المذكّرة حبوب اللقاح في مخاريط تنمو من قاعدة تجمعات الأوراق، **الشكل 14–5**. في حين تنتج الشجرة المؤنثة مخاريط تعطي عند إخصابها بذرة ذات غلاف لحميّ ذي رائحة نتنة، **الشكل 14–5**. ولأنها تتحمل التلوث لذا فإنها مألوفة للمزارعين ومطوري الأراضي في المدن. لكن الشجرة المذكرة مفضلةٌ أكثر عادة؛ لأنها لا تعطي المخاريط اللحمية النتنة الرائحة.

قسم النباتات المخروطية Division Coniferophyta تتباين المخروطيات في الحجم من شجيرات قصيرة طولها بضعة سنتمترات إلى أشجار باسقة يزيد طولها عن 50 m، ويُعد الصنوبر والسرو والتنوب والخشب الأحمر والعرعر والعاذر أمثلة على المخروطيات. والمخروطيات أهم النباتات المعرّاة البذور من الناحية الاقتصادية؛ فهي مصدر للأخشاب ولبّ الورق والمواد الراتنجية مثل زيت التربنتين.

تنمو التراكيب التكاثرية لمعظم المخروطيات في مخاريط. ومعظم المخروطيات لها مخاريط مذكرة ومخاريط مؤنثة على أغصان مختلفة من الشجرة أو الشجيرة نفسها. وتُنتج المخاريط الذكرية الصغيرة حبوب اللقاح، في حين تبقى المخاريط الأنثوية الكبيرة على النبات إلى أن تنضج البذور. وتتكون المخاريط الذكرية من حراشف تكاثرية تحتوي على المئات من محافظ الأبواغ، حيث تنقسم الخلايا داخل هذه الأبواغ انقسامًا منصّفًا لتكوّن أبواغ صغيرة. تتألف حبوب اللقاح – الطور المشيجي للنبات – من أربعة خلايا تنمو من البوغ الصغير. وتنتشر حبوب اللقاح هذه عن طريق الرياح.

■ **الشكل 14–5** تنمو التراكيب الذكرية والأنثوية للنباتات الجنكية من قاعدة تجمعات الأوراق ولكن على أشجار مختلفة.

توقع. **كيف تنتقل حبوب اللقاح إلى التراكيب التكاثرية الأنثوية؟**

تراكيب تكاثرية ذكرية

تراكيب تكاثرية أنثوية

ويمكـــن اســـتعمال خصائص المخاريـــط الأنثويـــة، **الشـــكل 15–5**، لتحديد المخروطيات؛ حيث تبدي هذه المخروطيات تكيفات لبيئاتها مثل كل النباتات. فما العلاقة التي يمكن استنباطها من كون معظم المخروطيات لها أغصان متدلّية، والعديد منها ينمو في المناخ الكثير الثلوج؟ ومن التكيفات الأخرى وجود طبقة شـــمعية خارجية من الكيوتين تغطي أوراق المخروطيات الإبرية أو الحرشـــفية وتقلّل من فقد الماء.

عندما تســـمع عبارة "دائمة الخضرة" فهل تفكر في الصنوبـــر أو المخروطيات الأخرى؟ معظم النباتات في المناطق المعتدلة الشمالية التي تسمى دائمة الخضرة مخروطيات. وفي المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية هناك نباتات أخرى دائمة الخضرة ـ منها شـــجرة نخيل جوز الهند. ويعرِّف علماء النبات النباتات الدائمة الخضرة بأنها نباتات لها أوراق خضراء طوال أيام الســـنة. ويتيح لها هذا التكيف أن تقـــوم بعملية البناء الضوئي عندما تكون الظروف مناســـبة. ويُســـمى النبات الذي يفقد أوراقه في نهاية فصل النمو أو عندما تقل الرطوبة كثيرًا نباتًا متســـاقط الأوراق. وبعض المخروطيات– ومنها اللاركس والســـرو الأصلع – متســـاقطة الأوراق. ويمكن تحديد نوع النبات المخروطي من أوراقه إذا كان دائم الخضرة أو متساقط الأوراق، كما هو موضح في **التجربة 1–5**.

تجربة 1 - 5

استقصِ أوراق المخروطيات

ما أوجه الاختلاف والتشابه بين أوراق المخروطيات؟

تُعَـــدّ بعض أشـــجار المخروطيات من أطـــول المخلوقات الحية على الأرض وأقدمها. ولمعظـــم المخروطيات أوراق إبرية يختلف بعضها عن بعض. وتعد خصائص الأوراق مهمة في تعرُّف المخروطيات.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. احصل عـــلى واحدة من كل عينة من النباتـــات المخروطية التي حددها معلمك، ثم سمها.
3. صمّم جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك.
4. قارن بين الأوراق، وأعدّ قائمة بالخصائص المهمة في وصف كل عينة من المخروطيات، وسجلها.
5. طوِّر نظامًا لتصنيف عينات المخروطيات وكن مســـتعدًّا للدفاع عن نظامك التصنيفي.
6. اغسل يديك جيدًا بعد التعامل مع عينات النبات.

التحليل

1. **وضح** المنطق في نظامك التصنيفي.
2. **قـارن** نظامك التصنيفي بما وضعه زمـــلاؤك. واشرح لماذا يُعد نظامك فعالاً في تصنيف عينات المخروطيات التي درستها.

التنوب (Pacific yew) **- مخاريط لحمية**

العرعر (Juniper) **- مخاريط عنبية**

الصنوبر (Pine) **- مخاريط خشبية**

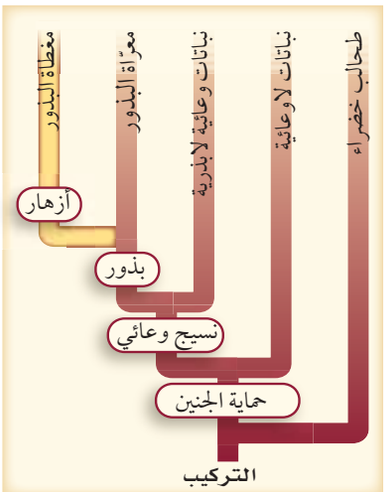
■ **الشكل 15–5** يمكن أن توصف مخاريط المخروطيات الأنثوية بأنها خشبية أو لحمية أو عِنَبية.

قسم النباتات الزهرية Division Anthophyta تعد النباتات الزهرية أوسع النباتات انتشارًا بسبب تكيفاتها التي وهبها الله سبحانه وتعالى لها لتتمكن من النمو في البيئات اليابسة والمائية. وتسمى النباتات الزهرية أيضًا مغطاة البذور، **الشكل 16–5**.

وتشكّل النباتات الزهرية اليوم حوالي 75% من المملكة النباتية. صنَّف العلماء النباتات الزهرية بطريقة تقليدية إلى ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين. وتشير الأسماء إلى عدد الفلقات في بذورها؛ فالأحادية الفلقة لها فلقة واحدة، وأما الثنائية الفلقة فلها فلقتان.

دورات الحياة تتراوح دورات حياة النباتات الزهرية بين عدة أسابيع أو سنوات. فالنبات **السنوي** annual يكمل دورة حياته – أيْ ينمو من بذرة، ويكبر وينتج بذورًا جديدة ثم يموت – في فصل نمو واحد أو أقل، وتضم هذه المجموعة الكثير من نباتات الحديقة ومعظم الأعشاب.

تمتد دورة حياة النبات **ثنائي الحول** biennial على مدى عامين؛ فهو يُنتج الأوراق، وله نظام جذري قوي خلال السنة الأولى، **الشكل 17 –5**. وتنتج بعض النباتات ثنائية الحول ـ ومنها الجزر واللفت والشمندر ـ جذورًا لحمية خازنة يمكن جمعها بعد فصل النمو الأول، فإذا لم تجمع فإن جزء النبتة الموجود فوق سطح التربة يموت، لكن الجذور وبعض الأجزاء تحت سطح التربة تبقى حية في حول ثاني لأنها تكيفت مع بيئاتها. وفي السنة الثانية تنمو السيقان والأوراق والأزهار والبذور، وهكذا تمتد حياة النبات إلى عام آخر وتنتهي بنهاية العام الثاني.



■ **الشكل 16–5** النباتات الزهرية من أكثر أقسام المملكة النباتية انتشارًا.

النمو في السنة الأولى

النمو في السنة الثانية

■ **الشكل 17–5** زهرة الربيع المسائية (Evening primrose) ثنائية الحول وتنتج أوراقًا وساقًا تحت الأرض وجذورًا في فصل النمو الأول، وتزهر في السنة الثانية من النمو.

تستطيع النباتات **المعمّرة** perennial العيش سنوات عديدة، بما وهبها الخالق سبحانه وتعالى من مميزات. وعادة ما تنتج أزهارًا وبذورًا كل عام. وتستجيب بعض النباتات المعمّرة للظروف القاسية بإسقاط أوراقها، وإلا فإن تراكيبها فوق سطح الأرض سوف تموت. وهي تستأنف النمو عندما تصبح الظروف البيئية مناسبة للنمو. وتعد أشجار الفواكه والشجيرات وأزهار السوسن والورد والعديد من أنواع النباتات العنبية نباتات معمّرة.

ويتم التحكم في دورة حياة النباتات جميعها وراثيًّا، وهي تعكس التكيفات لمقاومة الظروف القاسية. ومع ذلك فإن دورات حياة النباتات جميعها تتأثر بظروف البيئة.

التقويم 3–5

الخلاصة

- تنتج النباتات الوعائية البذرية بذورًا تحوي الطور البوغي.
- تظهر النباتات الوعائية البذرية عددًا من التكيفات للعيش في بيئات مختلفة.
- هناك خمسة أقسام للنباتات الوعائية البذرية، ولكل قسم صفاته المميزة.
- النباتات الزهرية إما سنوية أو ثنائية الحول أو معمرة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **صف** مميزات النباتات التي تنتج البذور.
2. **قارن** بين بذور النباتات المعرّاة وبذور النباتات المغطاة.
3. **ميّز** بين المخروط الذكري والمخروط الأنثوي للمعرّاة البذور.
4. **حدّد** أقسام المعرّاة البذور.
5. **قارن** بين ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين.
6. **قارن** بين الأنواع الثلاثة لدورات حياة النباتات الزهرية.

التفكير الناقد

7. **قوّم**. رأى مزارع يبيع أشجار الزينة إعلانًا يقول "السرو الأصلع هو طريقك الأفضل لربح سريع. ازرع هذه الأشجار السريعة النمو واحصدها في خمس سنوات فقط". فهل تشكّل هذه الأشجار محصولاً مربحًا للمُزارع؟ وضح ذلك.
8. الرياضيات في علم الأحياء أصغر نبات مزهر طوله 1 mm فقط، في حين ينمو أطول نباتات المخروطيات حتى يصل إلى 90 m. فكم مرة يساوي طولُ هذا النبات طولَ أصغر النباتات الزهرية؟

مهنة في علم الأحياء: علم حبوب اللقاح الجنائي

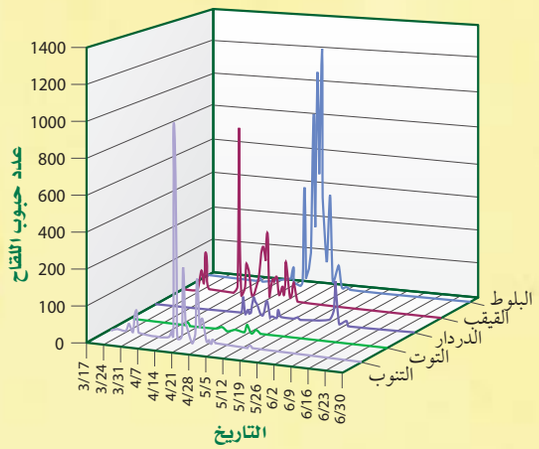
الدليل في حبوب اللقاح

يَستعمل علم حبوب اللقاح الجنائي- وهو علم حديث نسبيًّا - حبوبَ اللقاح والأبواغ دليلاً في القضايا الجنائية لمساعدة الشرطة على حل الجرائم. وفي إحدى القضايا، هوجم أحد الرياضيين وسُحب إلى منطقة حرجية ثم قُتل هناك. فاستجوبت الشرطة متهمًا رئيسًا أفاد بأنه كان في المنطقة، لكنه لم يرَ الرياضيّ، ولم يدخل المنطقة الحرجية حيث وجدت الجثة، فهل كان يقول الحقيقة؟

دليل الإدانة تحوي التربة المأخوذة من مسرح الجريمة كميات كبيرة من حبوب لقاح الصنوبر وأبواغ الخنشار. وأثبت المسح الميداني أنه لا يوجد أي موقع آخر قريب يحتوي على أشجار الصنوبر والخنشار. وعندما فتشت الشرطة شقة المتهم وجدت ملابس يعتقد أن المتهم كان يرتديها أثناء ارتكابه الجريمة. وأثبت الفحص، الذي قامت به عالمة حبوب لقاح وجود حبوب لقاح الصنوبر على ملابس المتهم. وفي النهاية حوكم المتهم، وأُدين بارتكاب الجريمة.

عالِم حبوب اللقاح في موقع الجريمة يجمع المحققون أنواعًا مختلفة من الأدلة من موقع الجريمة، ومن ذلك بصمات الأصابع. فهل يستطيع عالِم حبوب اللقاح أن يجمع بصمات الأصابع؟ الجواب، نعم، بطريقة ما. فكل نوع من النباتات البذرية ينتج حبوب لقاح فريدة يمكن النظر إليها على أنها "بصمات" مميزة للنوع، وتستعمل في تحديد هويته. وكذلك يحتوي الغبار والتربة في أغلب الأحيان على كميات كبيرة من حبوب اللقاح والأبواغ. كما تعمل الألياف في نسيج الملابس عمل مرشّحات تلتقط حبوب اللقاح والأبواغ. ويمكن أيضًا أن تحتجز خصلة من الشعر حبوب اللقاح التي تحملها الرياح.

عدد حبوب اللقاح في موقع الجريمة



علم حبوب اللقاح الجنائي يمكن أن تساعد دراسة حبوب اللقاح المحققين على اختصار قائمة المتهمين، مما يجعلها أداة استقصاء قيمة. ولأنها تتطلب معرفة واسعة وتدريبًا على جمع العينات وحفظها دون تلوث، لذا فإن علم حبوب اللقاح الجنائي يعد علمًا متخصصًا.

الرياضيات في علم الأحياء

فسّر الرسم البياني افحص الرسم البياني لعدد حبوب لقاح الأشجار. ما نوع حبوب اللقاح التي تتوقع وجودها في 14/ 4، وفي 19/ 5، وفي 2/ 6؟

مختبر الأحياء

استقصاء ميداني: كيف تتعرف هوية الأشجار وتصنّفها؟

الخلفية النظرية: يستعمل علماء النبات والمهتمون بالنباتات عادة دليلًا ميدانيًّا ومفتاح تصنيف ثنائي التفرع لتعرّف النباتات. وسوف تستعمل في هذا المختبر، دليلًا ميدانيًّا لتعرّف النباتات في منطقة ما، ثم ستعد بعد ذلك مفتاحك التصنيفي الثنائي التفرع لتحدد النباتات في منطقتك.

سؤال: ما الخصائص التي يمكن استعمالها لتعرّف الأشجار وبناء مفتاح ثنائي التفرع لها؟

المواد والأدوات

- دليل ميداني للأشجار (في منطقتك).
- مسطرة مترية.
- عدسة مكبرة.

احتياطات السلامة

تحذير: ابق ضمن منطقة الدراسة واحذر النباتات والحشرات والمخلوقات الحية الأخرى التي يمكن أن تشكل خطرًا.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ادرس الدليل الميداني الذي زوّدك به معلمك، وحدّد طريقة تنظيمه.
3. اكتب قائمة بالخصائص التي تساعدك على تعرّف الأشجار في منطقتك بناءً على قراءتك للدليل الميداني، وما تعلمته عن خصائص النباتات في هذا الفصل.
4. اعمل جدول بيانات بناءً على القائمة التي أعددتها في الخطوة 3.
5. استعمل الدليل الميداني في تعرّف إحدى الأشجار في منطقتك. وتحقق من ذلك مع معلمك.
6. سجل في جدول بياناتك خصائص الشجرة التي حددتها.
7. أعد الخطوتين 6 ، 5 إلى أن تحدد الأشجار المطلوبة كلها في هذا المختبر.
8. راجع جدول البيانات، ثم اختر الخصائص الأكثر فائدة في تعرّف الأشجار. حيث ستشكل هذه الخصائص أساسًا لمفتاحك التصنيفي الثنائي التفرع.
9. حدد أي ترتيب في المفتاح التصنيفي الثنائي يبين خصائص الاشجار، ثم صف كل خاصية منها كتابيًّا.
10. اعمل مفتاحًا تصنيفيًّا ثنائي التفرع. إن الخصائص التي تصفها في كل خطوة من المفتاح الثنائي هي عادة خصائص مزدوجة متضادة. فمثلاً، قد تقارن في الخطوة الأولى الأوراق الإبرية والحرشفية بالأوراق العريضة.

حلّل ثم استنتج

1. **فسّر البيانات.** صف بناءً على بياناتك التي جمعتها، تنوع النباتات في المنطقة التي درستها.
2. **انقد.** تبادل المفتاح التصنيفي مع زميلك، واستعمله في تعرّف الأشجار في منطقة الدراسة. ثم قدّم اقتراحات لزميلك لتحسين مفتاح التصنيف الخاص به.
3. **توقع.** كم يكون مفتاحك التصنيفي الثنائي مفيدًا لشخص يحاول تعرّف الأشجار في منطقة الدراسة؟ وضح ذلك.
4. **تحليل الخطأ.** ما التغييرات التي يمكن أن تقوم بها لتحسين فاعلية مفتاحك التصنيفي الثنائي.

مشاركة البيانات

قارن بياناتك ببيانات أخرى جمعها زملاؤك. ما النباتات المشتركة في مفاتيح التصنيف كلها؟

الفصل 5

دليل مراجعة الفصل

المطلوبات حدّد أقسام النباتات اللاوعائية، موضّحًا خواصها، ثم ناقشها.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
5–1 النباتات اللاوعائية	
الثالوس	**الفكرة الرئيسة** **النباتات اللاوعائية صغيرة وتنمو عادة في البيئات الرطبة.** • توزيع النباتات اللاوعائية محدَّد بقدرتها على نقل الماء والمواد الأخرى داخلها. • الحزازيات القائمة نباتات صغيرة تستطيع العيش في بيئات مختلفة. • تعتمد الحزازيات على الخاصية الأسموزية والانتشار لنقل المواد. • هناك نوعان من الحشائش الكبدية، هما الثالوسية والورقية.
5–2 النباتات الوعائية اللابذرية	
الحامل البوغي النبات الهوائي الرايزوم محفظة الأبواغ الكيس البوغي	**الفكرة الرئيسة** **النباتات الوعائية اللابذرية عمومًا أكبر حجمًا، وأفضل تكيفًا للعيش في البيئات الجافة من النباتات اللاوعائية، لأنها تحوي أنسجة وعائية.** • للنباتات الوعائية اللابذرية أنسجة وعائية متخصصة، وتتكاثر بالأبواغ. • النبات البوغي هو الطور السائد في النباتات الوعائية. • النباتات الصولجانية والسرخسيات نباتات وعائية لابذرية.
5–3 النباتات الوعائية البذرية	
الفلقة المخروط السنوي ثنائية الحول المعمَّر	**الفكرة الرئيسة** **النباتات الوعائية البذرية من أكثر النباتات انتشارًا على الأرض.** • تُنتج النباتات الوعائية البذرية بذورًا تحوي الطور البوغي. • تُظهر النباتات الوعائية البذرية عددًا من التكيفات للعيش في بيئات مختلفة. • هناك خمسة أقسام للنباتات الوعائية البذرية، ولكل قسم صفاته المميزة. • النباتات الزهرية إما سنوية أو ثنائية الحول أو معمرة.

وزارة التعليم
Ministry of Education

الفصل 5 التقويم

5–1

مراجعة المفردات

اكتب جملة تستعمل فيها المصطلح أدناه بصورة صحيحة.

1. الثالوس

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 2.

2. أيّ الكلمات الآتية لا تصف النبات في الصورة أعلاه؟

a. متعدد الخلايا.

b. لاوعائي.

c. لابذري.

d. ثالوس.

3. أيّ من الآتي يُعدّ من خصائص الحزازيات؟

a. الأنسجة الوعائية.

b. الأزهار.

c. البذور.

d. أشباه الجذور.

أسئلة بنائية

4. إجابة قصيرة. ارجع إلى **الشكل 3–5**، وحلِّل حاجة النبات البوغي اللاوعائي إلى الاستمرار في اعتماده على الطور المشيجي.

5. نهاية مفتوحة. صف البيئة التي يمكن أن تدعم نمو النباتات اللاوعائية وهل هذه البيئة متوافرة في منطقتك.

التفكير الناقد

6. ابحث عن مجموعة من النباتات اللاوعائية، ثم اكتب قائمة بما ينمو منها في منطقتك إن وجد.

5–2

مراجعة المفردات

اربط كل تعريف في الأسئلة الآتية مع المصطلح الذي يناسبه من صفحة دليل مراجعة الفصل:

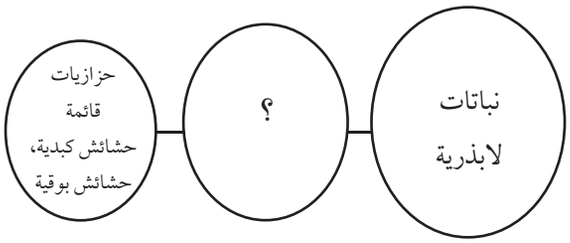
7. تراكيب حاملة للأبواغ تشكِّل تجمعًا متراصًّا.

8. ساق سميكة تحت الأرض.

9. نبات يعيش متعلقًا بنبات آخر أو جسم آخر.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل خريطة المفاهيم أدناه للإجابة عن السؤال 10.



10. أيّ المصطلحات الآتية تناسب ملء الفراغ في الشكل أعلاه؟

a. لاوعائية.

b. زهرية.

c. وعائية.

d. منتجة للبذور.

11. أيّ التراكيب الآتية يحوي تجمعًا من محافظ الأبواغ؟

a. الكيس البوغي.
b. السعفة.
c. الساق.
d. النصل.

12. أيّ الآتي لا يشكّل جزءًا من الخنشار؟

a. الرايزوم.
b. البثرة.
c. ورقة الخنشار أو السعفة.
d. شبه الجذر.

13. أيّ الصور الآتية تظهر البثرة (الأكياس البوغية)؟

C

A

D

B

أسئلة بنائية

14. **إجابة قصيرة.** لخّص خصائص الخنشار.

15. **إجابة قصيرة.** ميّز بين قسم النباتات المجنحة وقسم النباتات الصولجانية.

التفكير الناقد

16. **استنتج** المزايا التي يمنحها وجود بثرات الخنشار على السطح السفلي لأوراق الخنشار بدلًا من السطح العلوي.

5–3

مراجعة المفردات

ضع المصطلح المناسب من صفحة دليل مراجعة الفصل بدل كل كلمة تحتها خط في الأسئلة الآتية.

17. جذر البذرة يزوّدها بالغذاء عندما تنمو.

18. النبات الذي ينمو لعدة فصول هو الرايزوم.

19. تحوي الزهرة في المعرّاة البذور تراكيب التكاثر الذكرية والأنثوية.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

20. أيّ الآتي يضم النباتات التي لها أوراق إبرية أو حرشفية؟

a. نباتات النيتوفايت.
b. النباتات الزهرية.
c. النباتات المخروطية.
d. النباتات السيكادية.

استعمل الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 21.

21. أيّ النباتات الآتية تنتج تراكيب تكاثر أنثوية كما في الصورة؟

a. المخروطيات.
b. النباتات الزهرية.
c. النيتوفايت.
d. النباتات الجِنكية.

5 تقويم الفصل

22. ما الذي يصف أهمية انتشار البذور؟

a. تنتج جميع أنواع النباتات.
b. تنشرها في الهواء فقط.
c. يحدّ من التنافس فيما بين الآباء، وبينها وبين النباتات الناتجة الأخرى (الأبناء).
d. تنتشر في الصحراء فقط.

أسئلة بنائية

23. نهاية مفتوحة. ما الميزة التكيفية المحتملة لاعتماد النبات المشيجي الوعائي على النبات البوغي؟

24. إجابة قصيرة. اكتب قائمة بالصفات التي قد تستعملها في التمييز بين المخروطيات والنباتات الزهرية.

التفكير الناقد

25. قارن بين المخاريط وحامل الأبواغ.

26. استنتج. لماذا تتكاثر المخروطيات على نحو أكبر من النباتات الزهرية في البيئات الباردة؟

تقويم إضافي

27. الكتابة في علم الأحياء تخيل نفسك واحدًا من النباتات التي تعرضت للظروف البيئة القاسية على اليابسة . فما القصص التي يمكن أن تخبرها لأحفادك حول الصعوبات التي واجهتها؟

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤال 1.

1. فـي أيّ أقسـام النباتات البذرية تتوقع وجود التركيب الموضح أعلاه؟

a. النباتات الزهرية.
b. النباتات المخروطية.
c. النباتات السيكادية.
d. النباتات الجِنكية.

2. افترض أن خلية من ورقة خنشار تحوي 24 كروموسومًا. فكم تتوقع أن يكون عدد الكروموسومات في الأبواغ؟

a. 6
b. 12
c. 24
d. 48

3. أيّ تركيب في النباتات اللاوعائية تساعد على امتصاص المواد المغذية من التربة؟

a. البلاستيدات الخضراء.
b. الصمغ النباتي.
c. أشباه الجذور.
d. الطور البوغي.

4. في أثناء الطقس الجاف تتطاير قطع من الحزاز الحقيقي بواسـطة الرياح. وعندما تمطر تنمو هذه القطع فتكون نباتًا جديدًا. ما العملية التي تمثل هذه الظاهرة:

a. تعاقب الأجيال.
b. تكاثر الطور المشيجي.
c. الطور البوغي.
d. التكاثر الخضري.

5. كيف تختلف الحشائش الكبدية عن النباتات اللاوعائية الأخرى؟

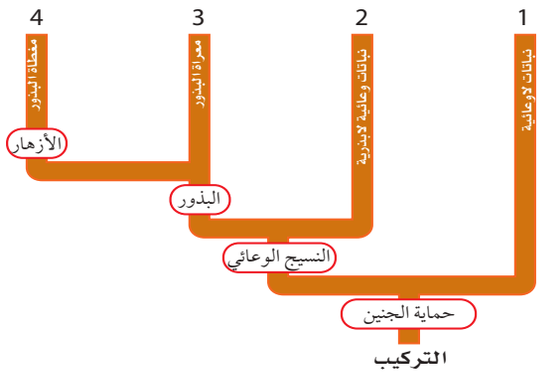
a. ينتقل الماء والمواد المغذية في خلاياها بوساطة الانتشار والخاصية الأسموزية.
b. تحـوي خلاياها نوعًـا من البكتيريـا الخضراء المزرقة.
c. تصنف إلى حشائش ثالوسية أو ورقية.
d. تحوي البلاستيدات الخضراء في بعض خلاياها.

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤال 6.

6. طريقة انتشـار هذه البذور هي:

a. الحيوانات.
b. الجاذبية الأرضية.
c. الماء.
d. الرياح.

استعمل المخطط أدناه للإجابة عن السؤال 7.



7. أيّ الأرقام في الشكل أعلاه يمثل مكان وجود النباتات السيكادية؟

a. 1
b. 2
c. 3
d. 4

اختبار مقنن

8. ما الذي يسبق الجيل الأحادي المجموعة الكروموسومية في النباتات الوعائية اللابذرية؟

a. النباتات الهوائية المتسلقة.

b. الاطوار المشيجية.

c. الرايزومات.

d. الأبواغ.

أسئلة الإجابات القصيرة

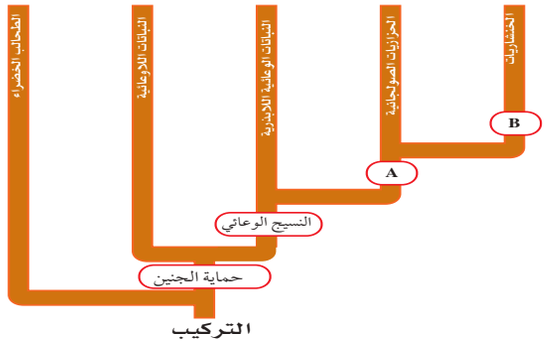
9. قارن بين الطور البوغي في النباتات اللاوعائية والطور البوغي في النباتات الوعائية اللابذرية.

10. فسّر سبب انتشار معظم النباتات المنتجة للأبواغ في المناطق الرطبة؟

11. اذكر طريقتين تتكيف بهما النباتات الوعائية اللابذرية أفضل من النباتات اللاوعائية للعيش في البيئات المتغيرة.

12. ما أهمية الجيل المشيجي في النباتات البذرية؟

استعمل المخطط أدناه للإجابة عن السؤال 13.



13. انظر إلى المخطط الموضح أعلاه. ما الكلمة أو العبارة التي تصف نقطتي التفرع A و B؟

14. استعمل خريطة المفاهيم لتنظيم المعلومات المتعلقة بالنباتات السنوية وثنائية الحول والمعمرة من حيث أوجة الشبه والاختلاف.

15. اذكر صفتين للنباتات اللاوعائية تعوض بهما عن فقدهما للأنسجة الناقلة.

16. لأحد أنواع الخنشار 14 كروموسومًا. ما عدد الكروموسومات في الثالوس الأولي؟ فسّر لماذا؟

17. اشرح الفوائد التي تجنيها النباتات اللاوعائية من وجود أشباه جذور رقيقة وتراكيب تشبه الأوراق.

18. تخيل أن صديقًا لك يعيش في منطقة باردة أعطاك بذورًا لنبات، فزرعته في منطقة حارة ولكنها لم تنمُ. توقع أسباب عدم نمو البذور في المنطقة الحارة.

سؤال مقالي

تخيل أنك تخطط لتحويل مساحة من الأرض قرب مدرستك إلى حديقة صغيرة، حيث يمكنك أن تشتري بذورًا لزراعتها، ويمكنك أن تنقل إليها نباتات صغيرة. لكن هدفك الرئيس هو وجود بعض النباتات التي تنمو في الحديقة في كل فصلٍ من السنة.

استعمل المعلومات في الفقرة أعلاه للإجابة عن السؤال الآتي في صورة مقال.

19. بناءً على ما تعرفه عن النباتات وعن المناخ في المنطقة التي توجد فيها مدرستك، ما أفضل نوع من النباتات يمكن زراعته؟ صِف خطتك في صورة مقال منظم، ووضح كيف تتلاءم النباتات المختلفة التي تنوي استعمالها مع خصائص الحديقة المطلوبة؟

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

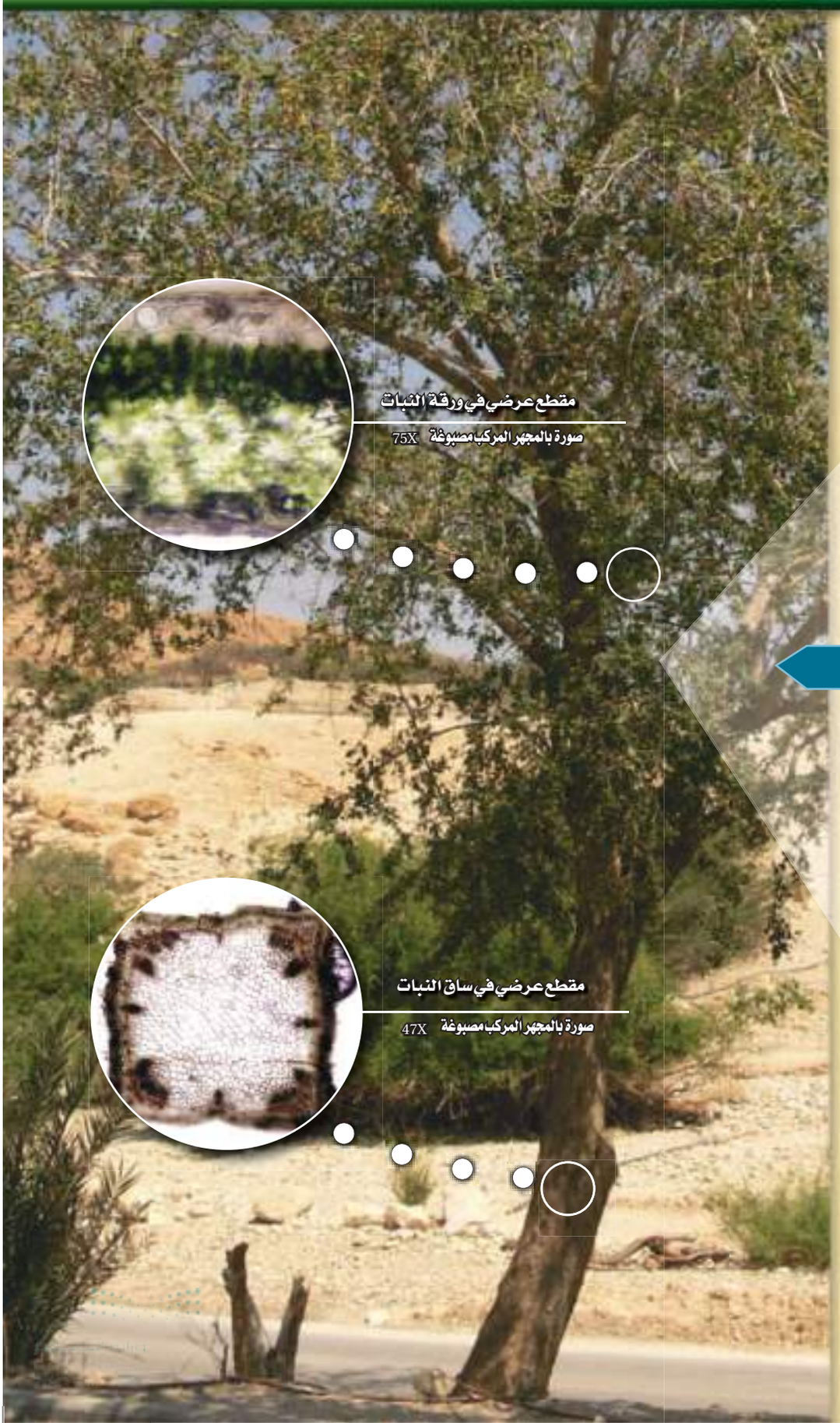
الصف	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1
الدرس/ الفصل	5–3	5–2	5–1	5–2	5–1	5–3	5–3	5–2	(1+2)5	5–2
السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

الصف	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1
الدرس/ الفصل	(1+2)5	5–2	5–2	5–3	5–1	5–2	5–1	5–3	5–3
السؤال	11	12	13	14	15	16	17	18	19

الفصل 6

تركيب النبات ووظائف أجزائه

Plant Structure and Function



الفكرة العامة تعود طبيعة التنوع في النباتات إلى اختلاف تراكيبها التي خلقها الله سبحانه وتعالى.

6 – 1 خلايا النبات وأنسجته

الفكرة الرئيسة تتكون أنسجة النباتات من خلايا مختلفة.

6–2 هرمونات النباتات واستجاباتها

الفكرة الرئيسة يمكن أن تؤثر الهرمونات في استجابات النبات لبيئته.

حقائق في علم الأحياء

- يحتوي التوت على تراكيز عالية من مادة الانثوسيانين، التي تساعد على محاربة سرطان القولون، سرطان المريء، وسرطان الجلد.
- زرع الإنسان النباتات منذ أكثر من 2000 سنة من أجل الألياف التي توجد في الساق التي تنسج ليصنع منها الأقمشة.
- ما عدا نسبة قليلة من هذه الجذور هناك 80–90 % من جذور النباتات تنمو في الثلاثين سنتمترًا العليا من التربة.

تجربة استهلالية

ما التراكيب التي لدى النباتات؟

لدى معظم النباتات تراكيب تمتص الضوء، وأخرى لتحصل على الماء والمواد المغذية. وستفحص في هذه التجربة نباتًا، وتلاحظ تراكيبه التي تساعده على العيش والبقاء، ثم تصفها.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. افحص بلطف **النبات المزروع في الأصيص** الذي زوّدك به معلمك. واستعمل **عدسة يدوية** لتفحص النبات. وضع قائمة بكل نوع تلاحظه من التراكيب.
3. انزع النبات برفق من الأصيص، ولاحظ تراكيب النبات التي في التربة، واحذر من تفتيت التربة حول جذور النبات. وسجل ملاحظاتك، ثم أعد النبات إلى الأصيص.
4. ارسم رسمًا تخطيطيًّا لأجزاء النبات، واكتب عليه اسم كل جزء.

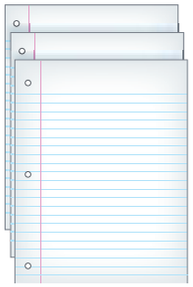
التحليل

1. **قارن** قائمتك بقوائم الطلاب الآخرين. ما التراكيب المشتركة في كل النباتات؟
2. **استنتج.** كيف يمكن أن يرتبط كل تركيب مع وظيفةٍ من وظائف النبات؟
3. **توقع** أنواع التكيفات التركيبية لنبات يعيش في بيئة جافة.

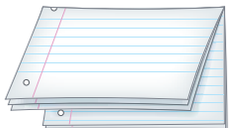
المطويات
منظمات الأفكار

الهرمونات النباتية وعملها اعمل المطوية الآتية لتساعدك على استقصاء الهرمونات النباتية وعملها.

الخطوة 1: ضع ثلاث أوراق من دفتر الملاحظات بعضها فوق بعض على أن تكون حوافها على المستوى نفسه، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ مجموعة الأوراق عند المنتصف، ثم ثبتها جيدًا بالمكبس لتصنع منها كتيبًا من ست صفحات، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: ارسم الخطوط الخارجية لنبات ما على الصفحة الأولى، وعنون هذه الصفحة بالهرمونات النباتية. كما في الشكل الآتي:

الخطوة 4: اكتب عناوين الصفحات الخمس الباقية للمطوية مرتبة على النحو الآتي: هرمون الأكسين، هرمون الجبريلين، هرمون الإثيلين، هرمون السايتوكاينين.

المطويات **استعمل هذه المطوية في القسم 2–6.** وأنت تقرأ هذا القسم اكتب وصفًا لكل هرمون ووظيفته على الصفحة الخاصة به.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

6-1

خلايا النبات وأنسجته

Plant Cells and Tissues

الأهداف

- **تصف** الأنواع الرئيسة لخلايا النبات.
- **تحدد** الأنواع الرئيسة لأنسجة النبات.
- **تميز** بين وظائف خلايا النبات وأنسجته.

مراجعة المفردات

الفجوة Vacuole: حويصلة محاطة بغشاء، وتقوم بوظيفتي النقل وتخزين الغذاء.

المفردات الجديدة

الخلية البرنشيمية
الخلية الكولنشيمية
الخلية الإسكلرنشيمية
النسيج المولد (المرستيمي)
الكامبيوم الوعائي
الكامبيوم الفليني
البشرة
الخلية الحارسة
الخشب
الأوعية الخشبية
القصيبات
اللحاء
الأنابيب الغربالية
الخلايا المرافقة
النسيج الأساسي

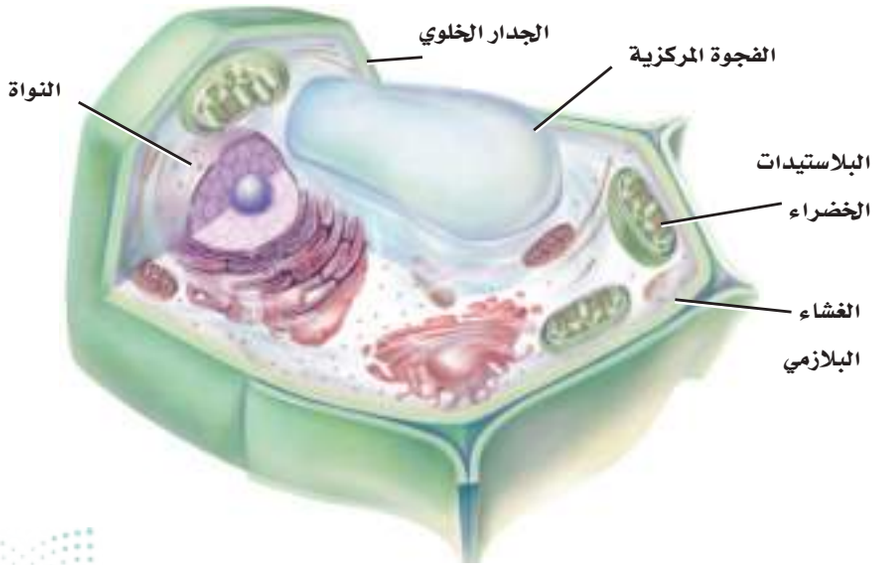
الفكرة الرئيسة **تتكون أنسجة النباتات من خلايا مختلفة.**

الربط مع الحياة تتكون المباني من مواد متنوعة، ومنها الدرج والأنابيب والأبواب وأنظمة الكهرباء التي تُبنى من مواد مختلفة؛ ولكل منها وظيفة مختلفة. وبالطريقة نفسها فإن تراكيب النبات المختلفة لها خلايا وأنسجة تعمل بكفاءة تامة لإنجاز وظائف محددة.

خلايا النبات Plant Cells

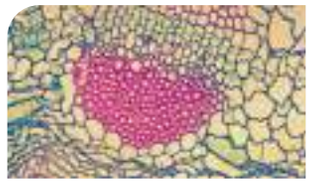
تستطيع أن تتعرف الخلية النباتية في **الشكل 1- 6**؛ بسبب وجود جدار خلوي وفجوة مركزية كبيرة لها. كما تحوي خلايا النبات بلاستيدات خضراء، مع العلم بأن هناك أنواعًا مختلفة من خلايا النبات - وكل منها له واحد أو أكثر من التكيفات التي تمكّنه من إنجاز وظائف محددة. وتشكّل ثلاثة أنواع من خلايا النبات معظم الأنسجة النباتية، تؤدي وظائف التخزين وإنتاج الغذاء وتوفر قوة ودعامة ومرونة للنبات.

الخلايا البرنشيمية Parenchyma cells خلايا رقيقة الجدران توجد بكثرة في النبات، وتمتاز بمرونتها. وتشكّل الأساس لمعظم تراكيب النبات، وهي قادرة على إنجاز عدد كبير من الوظائف، ومنها التخزين والبناء الضوئي وتبادل الغازات والحماية. وهذه الخلايا كروية الشكل، ولكن جُدرها مسطحة قليلاً عندما تكون هذه الخلايا متراصّة بعضها إلى بعض، **الجدول 1-6**. ومن صفاتها المهمة أنها قادرة على الانقسام عندما يكتمل نموّها لوجود النواة. فعندما يتلف جزء من النبات تنقسم **الخلايا البرنشيمية** parenchyma cells فتساعد على إصلاح الجزء التالف.



■ **الشكل 1-6** من الصفات الفريدة للخلية النباتية الجدار الخلوي والفجوة المركزية الكبيرة. وتحوي خلايا النبات كذلك بلاستيدات خضراء يتم فيها عملية البناء الضوئي.

استنتج. لماذا لا تعد البلاستيدات الخضراء من مكوّنات الخلايا النباتية كلها؟

الجدول 1–6	خلايا النبات ووظائفها	
نوع الخلية	مثال	الوظائف
البرنشيمية	تخلو من البلاستيدات تحتوي على البلاستيدات	• التخزين. • البناء الضوئي. • تبادل الغازات. • الحماية. • تعويض الأنسجة التالفة أو استبدالها.
الكولنشيمية	الجدار الخلوي	• دعامة الأنسجة المحيطة. • إعطاء النبات المرونة. • تعويض الأنسجة التالفة أو استبدالها.
الإسكلرنشيمية	 ألياف خلايا حجرية	• الدعامة. • النقل.

للخلايا البرنشيمية سمات خاصة، بناءً على الوظيفة التي تقوم بها؛ فبعض الخلايا البرنشيمية تحوي العديد من البلاستيدات الخضراء، **الجدول 1–6**. وتوجد مثل هذه الخلايا على الأغلب في الأوراق والسيقان الخضراء، ويمكن أن تقوم بعملية البناء الضوئي فتنتج الجلوكوز. وبعض الخلايا البرنشيمية ـ ومنها تلك الموجودة في الجذور والثمار ـ لها فجوات مركزية واسعة تستطيع خزن المواد المختلفة، ومنها النشا أو الماء أو الزيوت.

الخلايا الكولنشيمية Collenchyma cells إذا كنت قد أكلت يومًا نبات الكَرَفْس فإن الخلايا الكولنشيمية مألوفة لديك بلا شك. إنها تشكّل تلك الخيوط الطويلة التي يمكن أن تسحبها من ساق الكَرَفْس. و**الخلايا الكولنشيمية** collenchyma cells خلايا نباتية تكون غالبًا مستطيلة الشكل، وتوجد على صورة سلاسل أو أسطوانات طويلة تدعم الخلايا المجاورة لها. وكما يبين **الجدول 1–6**، فإن للخلايا الكولنشيمية جدرانًا خلوية سميكة على نحو غير متساوٍ. وعندما تنمو الخلايا الكولنشيمية فإن أجزاءها الرقيقة المرنة تتمدد، مما يجعل النبات قادرًا على الانثناء دون أن ينكسر. والخلايا الكولنشيمية كالخلايا البرنشيمية لديها القدرة على الانقسام عندما يكتمل نموّها لوجود النواة.

الشكل 2–6 استعملت خلايا الألياف في الصناعة منذ القدم، في الأقمشة وغيرها من الادوات.

الخلايا الإسكلرنشيمية Sclerenchyma cells تفتقر إلى السيتوبلازم والنواة والمكوّنات الحية الأخرى عندما يكتمل نموّها، على عكس النوعين السابقين، لكن جدرانها الخلوية السميكة الصلبة تبقى. ويوفر بعض هذه الخلايا الدعامة للنبات، في حين يقوم بعضها الآخر بوظيفة النقل داخل النبات. وهي تكوّن النسبة العظمى من الخشب الذي نستعمله في البناء ومنتجات الورق، ونتخذه وقودًا. هناك نوعان من **الخلايا الإسكلرنشيمية** sclerenchyma cells ، هما: الخلايا الحجرية، والألياف، **الجدول 1–6**. وربما تكون قد أكلت بعض الخلايا الحجرية؛ فهي تشكّل القوام الخشن لثمار الإجّاص. ويمكن أن تتوزع الخلايا الحجرية على نحو عشوائي خلال النبات، وتكون عادة أقصر من الألياف وذات شكل غير منتظم. إن قساوة غلاف البذور وصلابة قشور الجوز والمكسّرات تنتج عن وجود الخلايا الحجرية. وتقوم الخلايا الحجرية بالنقل أيضًا. أما الألياف فتكون إبرية الشكل، ولها جدار سميك وذات فراغ داخلي صغير. وعندما تلتصق نهايات الألياف معًا تشكّل نسيجًا مرنًا وقويًّا. وقد استعمل الإنسان الألياف في صناعة الحبال والأقمشة والخيام والأشرعة منذ قرون، كما في **الشكل 2–6**.

تجربة 1-6

ملاحظة خلايا النبات

كيف يمكن استعمال المجهر لتمييز أنواع خلايا النبات؟

تفحص الأنواع الثلاثة المختلفة من خلايا النبات بتحضير شرائح لبعض أجزاء النبات الشائعة ودراستها.

خطوات العمل

تحذير: *اليود مادة سامة إذا ابتلعت، بالإضافة إلى أنه يصبغ الأيدي والملابس.*

1. املاء بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. احصل على **شريحة بطاطس رقيقة** ومقطع **عرضي لساق الكَرَفْس** من معلمك.
3. ضع شريحة البطاطس على شريحة زجاجية، وأضف إليها قطرة من اليود ثم غطها بغطاء الشريحة. استعمل المجهر المركب لملاحظة شريحة البطاطس، ودوّن ملاحظاتك.
4. ضع شريحة الكرفس على شريحة زجاجية وأضف إليها قطرة من **الماء**، وغطّها بغطاء الشريحة.
5. ضع قطرة من **الصبغة** عند إحدى حافتي غطاء الشريحة، ثم ضع **منشفة ورقية** عند الحافة المقابلة من غطاء الشريحة لسحب الصبغة من تحت الغطاء. استعمل المجهر لدراسة شريحة الكرفس ودوّن ملاحظاتك.
6. احصل على كمية صغيرة من **نسيج ثمرة الإجّاص**، وضعها على الشريحة وغطها بغطاء الشريحة.
7. اضغط بحذر ولكن بقوة، مستعملا ممحاة قلم على غطاء الشريحة، إلى أن يُصبح نسيج الإجّاص طبقة رقيقة جدًّا، واستعمل المجهر لملاحظته. ثم سجل ملاحظاتك.

التحليل

1. **حدّد** نوع خلية النبات المتخصصة التي تلاحظها في كل شريحة.
2. **استنتج.** لماذا توجد أنواع مختلفة من الخلايا في أنسجة البطاطس والكرفس والإجّاص؟

الأنسجة النباتية Plant Tissues

تعلمت سابقًا أن النسيج مجموعة من الخلايا تعمل معًا للقيام بوظيفة معينة. والنسيج النباتي يمكن أن يتكوّن من نوع أو أكثر من الخلايا، بناءً على وظيفته. هناك أربعة أنواع مختلفة من الأنسجة في النبات هي: الأنسجة المولدة (المرستيمية)،والأنسجة الخارجية، والأنسجة الوعائية، والأنسجة الأساسية.

النسيج المولد Meristematic tissue تستمر النباتات خلال حياتها في إنتاج خلايا جديدة في أنسجتها المولّدة. وتكوّن **الأنسجة المولّدة** meristem tissue مناطق تنقسم خلاياها بسرعة. الخلايا المولّدة ذات نوى كبيرة وفجوات صغيرة، وتتحول هذه الخلايا في أثناء نموها إلى أنواع عديدة ومختلفة من خلايا النبات. وتوجد الأنسجة المولّدة في مناطق مختلفة من جسم النبات.

الأنسجة المولّدة القمّية Apical meristems نسيج مولد موجود عند قمم الجذور والسيقان، يُنتج خلايا تسبب زيادة في طول النبات، **الشكل 3-6**، ويسمى هذا بالنمو الابتدائي. ولأن النباتات ثابتة في مكانها فإنه يمكن للسيقان والجذور دخول بيئات مختلفة أو مناطق مختلفة من البيئة نفسها.

الأنسجة المولدة البينية Intercalary meristems يرتبط أثر هذا النوع من الأنسجة بقص حشائش الحديقة. ويوجد هذا النسيج في موقع أو أكثر على طول سيقان العديد من ذوات الفلقة الواحدة. ويُنتج خلايا جديدة تسبب زيادة في طول الساق أو الأوراق. فلو كان للحشائش نسيج مولد قمي فقط فسوف تتوقف عن النمو بعد عملية القص الأولى، ولكنها تستمر في النمو؛ لأن لها أكثر من نوع واحد من الأنسجة المولدة.

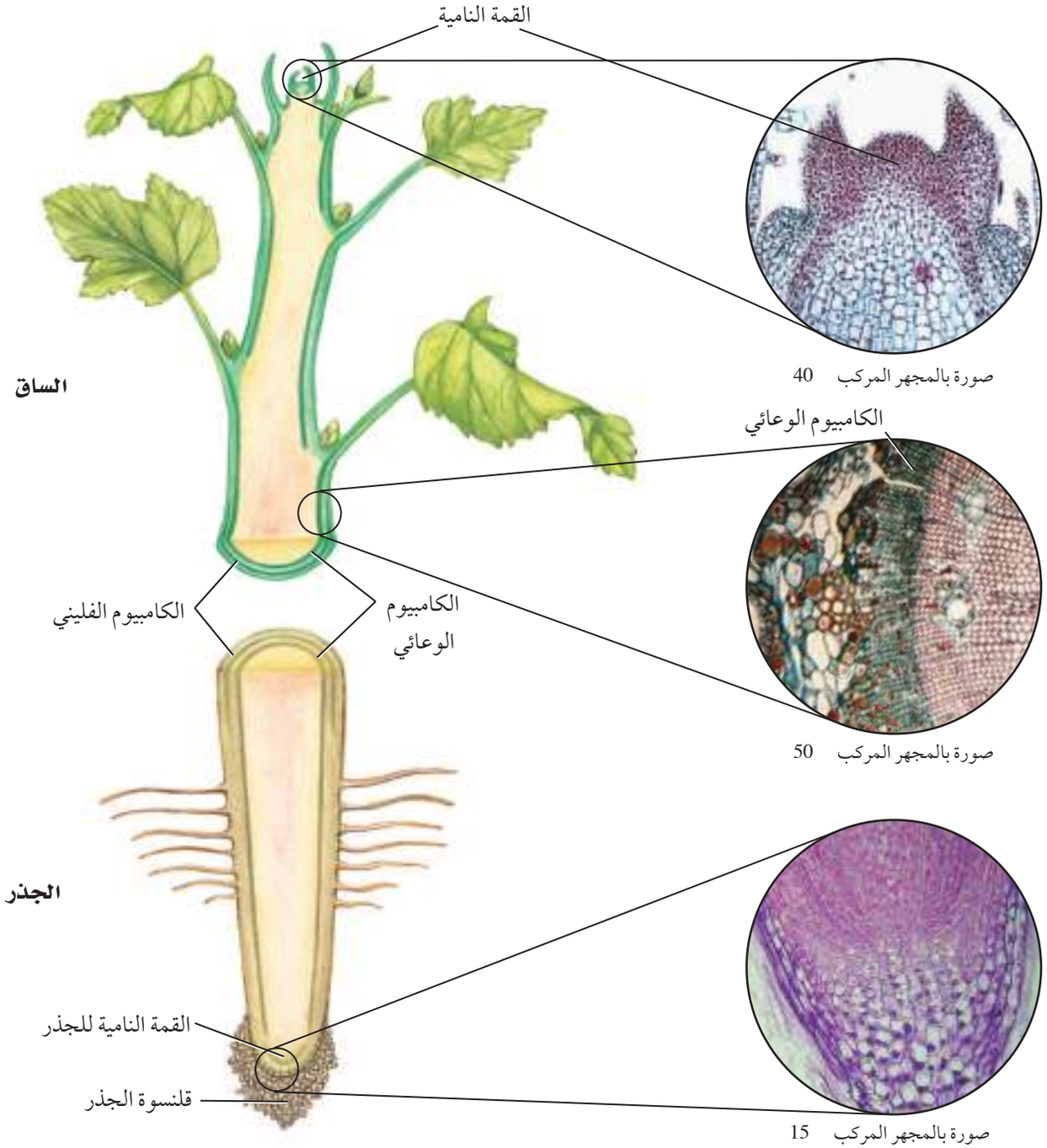
الأنسجة المولدة الجانبية Lateral meristems تنتج الزيادة في قطر الساق والجذر من النمو الثانوي الذي ينتج عن نوعين من النسيج المولد الجانبي. ويحدث النمو الثانوي في النباتات البذرية اللازهرية (معراة البذور) وذوات الفلقتين وقليل من ذوات الفلقة الواحدة فقط. يوضح **الشكل 3-6** **الكامبيوم الوعائي** vascular cambium، وهو أسطوانة رقيقة من النسيج المولد تمتد على طول الساق والجذر. وهو يُنتج خلايا جديدة تختص بالنقل في بعض الجذور والسيقان. ويوجد في بعض النباتات نسيج مولد جانبي آخر هو **الكامبيوم الفليني** cork cambium الذي يُنتج خلايا تكوّن جُدرًا قاسية. وتشكّل هذه الخلايا طبقة خارجية واقية على السيقان والجذور. في حين يشكّل نسيج الفلين القلف الخارجي على النباتات الخشبية، ومنها البلوط. تذكّر أن خلايا نسيج الفلين هي تلك التي لاحظها روبرت هوك عندما شاهدها بمجهره البسيط.

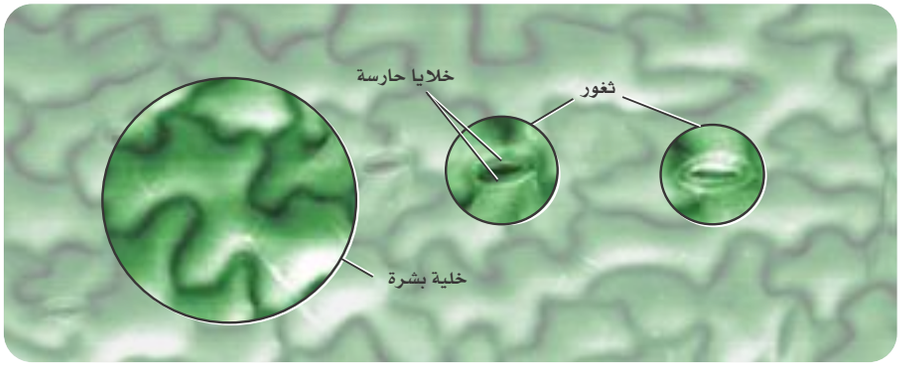
مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالم المروج Turf Scientist

تحتاج ملاعب الجولف والمتنزهات وملاعب الرياضة مهارات عالِم المروج لكي يحافظ على الحشائش التي تنمو فيها. وتشتمل خلفيته التعليمية على دراسة العلوم وإدارة الأعمال.

■ **الشـكل 3–6** يحدث معظم نمو النبات من إنتاج خلايا جديدة بوساطة الأنسـجة المولدة. فالسيقان والجذور تزداد في الطول بسبب إنتاج خلايا جديدة بوساطة النسيج المولد القمّي غالبًا. أما الكامبيوم الوعائي للنبات فينتج خلايا تعمل على زيادة قطر الساق والجذر.





■ **الشكل 4–6** يتكون سطح الورقة من خلايا بشرة متراصّة تساعد على حماية النبات، وتمنع تبخر الماء. وتُفتح الثغور وتُغلق للسماح للغازات بالدخول والخروج.

الأنسجة الخارجية Dermal Tissue تتكون الأنسجة الخارجية من: **البشرة The epidermis** وهي طبقة من الخلايا التي تكوّن الغطاء الخارجي للنبات، **الشكل 4–6**. ويمكن أن تُفرز معظم خلايا البشرة مادة دهنية تكوّن الكيوتكل. وقد درست سابقًا أن الكيوتكل يُساعد على تقليل فقد الماء من النباتات بإبطائه عملية التبخر. كما يمكن أن يساعد الكيوتكل على منع البكتيريا والمخلوقات الحية الأخرى المسببة للأمراض من دخول النبات.

الثغور Stomata قد يكون للنباتات عدة تكيفات في بشرتها. فالبشرة في معظم الأوراق وبعض السيقان الخضراء تحوي الثغور، أيْ فتحات صغيرة يدخل خلالها ثاني أكسيد الكربون والماء والأكسجين وغازات أخرى. وتسمى الخليتان اللتان تشكّلان الثغر **الخليتين الحارستين** guard cells، وينتج عن التغيرات في شكل الخليتين الحارستين فتح الثغور أو إغلاقها، **الشكل 4–6**.

الشعيرات Trichomes تُنتج بعض خلايا البشرة على الأوراق والسيقان نتوءات تشبه الشعر تُسمى الشعيرات الورقية، **الشكل 5– 6**. وتعطي الشعيرات الأوراق مظهرًا زغبيًّا قد يساعد على حماية النبات من الحشرات والحيوانات المفترسة. وقد تُطلق بعض الشعيرات موادّ سامة عند لمسها؛ كما أن الشعيرات تحفظ النبات باردًا؛ لأنها تعكس أشعة الشمس.

الشعيرات الجذرية Root hairs لبعض الجذور شعيرات جذرية، وهي امتدادات هشة تخرج من خلايا البشرة في الجذر، **الشكل 5–6**. وتزيد الشعيرات الجذرية المساحة السطحية للجذر، وتمكّنه من امتصاص كمية من المواد أكبر مما لو خلا الجذر من هذه الشعيرات.

المفردات

أصل الكلمة

شعيرة Trichome:
من كلمة trickhma اليونانية وتعني نمو الشعر.

تجربة علمية
هل تتعرق النباتات؟
ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

الشعيرات الجذرية

الشعيرات الورقية

■ **الشكل 5–6** تساعد التكيفات الخارجية لورقة النبات على البقاء. فالغدد الصغيرة الموجودة على قمم الشعيرات قد تحوي مواد سامة، في حين تزيد الشعيرات الجذرية مساحة سطح الجذر.

استنتج. **ما أهمية ريّ النباتات المعاد زراعتها؟**

تجربة استهلالية

مراجعة بناءً على ما قـرأت عن تركيب النبـات، كيـف تجيب الآن عن أسـئلة التحليل.

الأنسجة الوعائية Vascular tissues يُنقل الماء والغذاء والمواد الأخرى خلال جسـمك عبر الأوعية الدموية. أما في النباتات فيكون نقل الماء والغذاء والمواد المذابة الوظيفة الرئيسة لنوعين من الأنسجة الوعائية، هما الخشب واللحاء.

الخشب Xylem يدخل الماء الذي يحتوي على الأملاح المعدنية المذابة عبر الجذور إلى النبات. ويستعمل بعض الماء في عملية البناء الضوئي. أما الأملاح المعدنية المذابة فلها وظائف عديدة في الخلايا. ويُنقل الماء وما به من أملاح معدنية مذابة في النبات عبر نظام الخشـب، فيتدفق بشكل مستمر من الجذور وحتى الأوراق. **والخشب** xylem هو النسيج الوعائي الناقل للماء، ويتألف من خلايا متخصصة، هي الأوعية الخشبية والقصيبات.

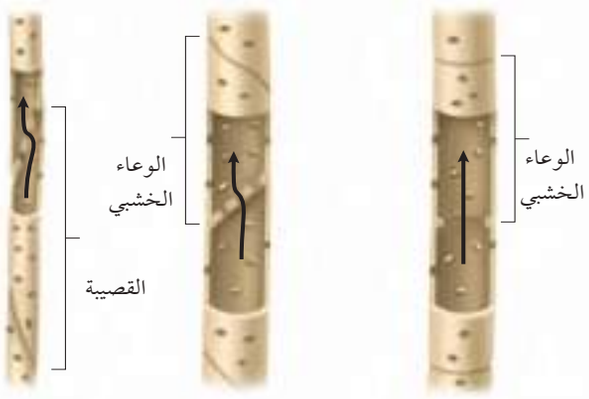
الأوعية الخشبية يتكون الوعاء الخشبي عند نضجه من الجدر الخلوية فقط. إن افتقار هذه الخلايا للنواة والسيتوبلازم عند نضجها يسمح للماء بالتدفق بحرية خلال هذه الخلايا. **الأوعية الخشبية** vessel elements خلايا أنبوبية تتراص طرفًا لطرف، فتشكّل أشـرطة من الخشب تُسمى الأوعية. ويكون الوعاء الخشبي مفتوحًا عند طرفيه ما عدا شريطًا يشبه الحاجز عند كل فتحة. وفي بعض النباتات تفقد الأوعية جدرانها الطرفية تمامًا، ممّا يسـمح للماء والمواد المذابة فيه بالانتقال بحرية من وعاء خشبي إلى آخر أما النوع الآخر من خلايا الخشب فهو القصيبات.

القصيبـات النوع الآخر من خلايا الخشب هو القصيبات. و**القصيبات** tracheids خلايا أسطوانية الشكل طويلة ذات أطراف مثقبة، وتتكون عند نضجها من جدر خلوية فقط. تصطف القصيبات طرفًا لطرف، وتشكّل شريطًا يشبه الأنبوب. وللقصيبات جدران طرفية، بخلاف الأوعية الخشبية الناضجة. لذا، تكون القصيبات أقل كفاءة من الأوعية الخشبية في نقل المواد. انظر **الشكل 6–6**، وقارن بين تركيب القصيبات والأوعية الخشبية. يتكون الخشب من قصيبات بصورة كاملة تقريبًا في معرّاة البذور (النباتات البذرية اللازهرية). أما في النباتات الزهرية فيتكون الخشب من قصيبات والأوعية الخشبية. ولأن الأوعية الخشبية أكثر كفاءة في نقل الماء والمواد لذا فإن العلماء يفترضون أن ذلك يفسر سبب نمو النباتات الزهرية في بيئات مختلفة عديدة.

اللحاء Phloem النسيج الرئيس الذي ينقل الغذاء في النبات؛ فهو ينقل السكريات المذابـة والمركبات العضوية الأخرى. تذكر أن الخشـب ينقل المواد بعيدًا عن الجذور، أما **اللحاء** phloem فينقل المواد من الأوراق والسيقان إلى جميع أجزاء النبات.

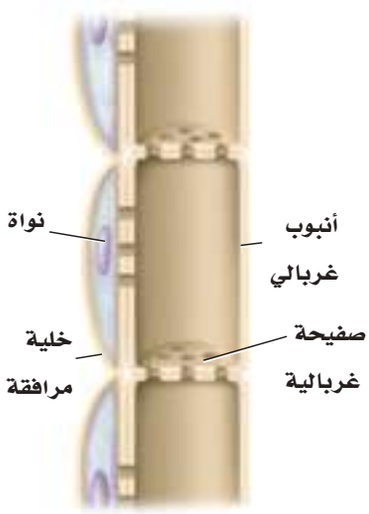
يوجد في اللحاء خلايا حجرية وألياف، لكنها لا تستعمل في النقل؛ إذ إن هذه الخلايا الصلبة توفر دعمًا للنبات فقط. يتكوّن اللحاء من نوعين من الخلايا: **الأنابيـب الغربالية** sieve tube member و**الخلايا المرافقة** companion cells.

الشـكل 6 – 6 القصيبات والأوعية الخشبية هما الخلايا الناقلة في الخشب.



تحتـــوي عناصر الأنابيب الغربالية على الســـيتوبلازم، ولكنهـــا تفتقر إلى النوى والرايبوسومات عندما تكون ناضجة.

يحيط بالأنابيب الغربالية خلايا مرافقة، كل منها لها نواة. ويعتقد العلماء أن هذه النـواة تساعد الخلية المرافقة الأنبوب الغربالي المكتمل النمو المجاور لها بالطاقة اللازمة لعملها وتتحكم في عملية النقل داخله. ويوجد في النباتات الزهرية تراكيب تُسمى الصفائح الخلوية (الصفائح الغربالية) عند طرف كل أنبوب غربالي، انظر **الشكل 7–6**. هذه الصفائح لها ثقوب واسعة تسمح بمرور المواد المذابة من خلالها. يتم عملية أيض بعض الجلوكوز الناتج من عملية البناء الضوئي في الأوراق والأنسجة الأخـــرى في النبات. لكن بعضه الآخر يتحول إلى كربوهيدرات، وينتقل ليُخزّن في مناطق التخزين في النبات. وتعد الخلايا البرنشـــيمية الموجودة في الجذور أمثلة على مناطق التخزين.



■ **الشكل 7–6** لاحظ وجود ثقوب في الصفائح الغربالية الموجودة بين الأنابيب الغربالية.

الأنسجة الأساسية Ground tissues الأنسجة التي لا تندرج تحت الأنسجة المرســـتيمية أو الخارجية أو الوعائية تعد أنســـجة أساســـية. وتتكون **الأنسجة الأساسية** ground tissues من خلايا برنشيمية وكولنشيمية وإسكلرنشيمية، ولها وظائف متنوعة، منها البناء الضوئي والخزن والدعامة. ويتكون معظم النبات من نسيج أساســـي. يحتوي النسيج الأساســـي في الأوراق والسيقان الخضراء على خلايا بها العديد من البلاســـتيدات الخضراء التـــي تنتج الجلوكوز للنبات. وفي بعض الســـيقان والجذور والبذور تحتوي خلايا النسيج الأساسي على فجوات كبيرة تخزن السكريات والنشا والزيوت أو المواد الأخرى. كما تساعد الأنسجة الأساسية في وظيفة الدعامة عندما تنمو بين أنواع أخرى من الأنسجة.

التقويم 1–6

الخلاصة

- هناك ثلاثة أنواع من خلايا النبات هي: البرنشـــيمية والكولنشيمية والإسكلرنشيمية.
- يرتبط تركيب الخلية النباتية مع وظيفتها.
- هنـــاك أنواع عدة من الأنســـجة النباتية، منها المرستيمية والخارجية والوعائية والأساسية.
- يُشكل الخشب واللحاء الأنسجة الوعائية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **صف** الأنواع المختلفة للخلايا النباتية الموجودة في الأنسجة النباتية.
2. **قارن** بين أنواع الخلايا النباتية.
3. **صف** الشعيرات الجذرية وبيّن وظيفتها.
4. **حدّد** موقع الكامبيوم الوعائي ووظيفته.
5. **قـارن** بين نوعي خلايا الخشـــــب المتخصصة.

التفكير الناقد

6. **اعمل جدولًا** يلخص تراكيب الأنسجة النباتيـة المختلفة ووظائفها، مستعملًا المعلومات الواردة في هذا القسم.
7. **قـوّم** فوائـــد عدم وجـــود جدران في نهايات الأوعية الخشبية.
8. الكتابـــة في علم الأحياء ألف قطعة نثرية تصف فيها نسيجًا نباتيًّا.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

6-2

هرمونات النباتات واستجاباتها
Plant Hormones and Responses

الأهداف

- **تحدد** الأنواع الرئيسة لهرمونات النبات.
- **تشرح** كيف تؤثر الهرمونات في نمو النباتات.
- **تصف وتحلل** الأنواع المختلفة من استجابات النبات.

مراجعة المفردات

النقل النشط Active tranport: حركة المواد عبر الغشاءالبلازمي من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى، ويحتاج إلى طاقة.

المفردات الجديدة

الأكسين	السايتوكاينين
الجبريلين	استجابة الحركة
الإثيلين	الانتحاء

الفكرة الرئيسة **يمكن أن تؤثر الهرمونات في استجابات النبات لبيئته.**

الربط مع الحياة أن استجابات الجسم المختلفة تسيطر عليها الهرمونات. فعندما تأكل ترسل الهرمونات إشارات لخلايا الجهاز الهضمي؛ لكي تطلق إنزيماتها الهاضمة. ورغم أن النبات ليس له جهاز هضمي يفرز إنزيمات إلا أن الهرمونات تسيطر على نواحٍ متعددة من نموه.

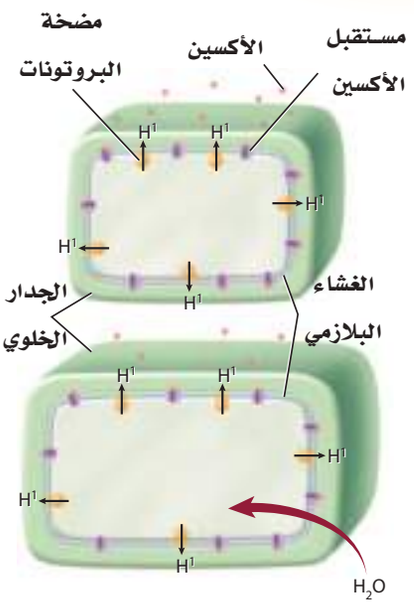
الهرمونات النباتية Plant Hormones

الهرمونات مركبات عضوية تُصنع في جزءٍ معين من المخلوق الحي، وتنتقل إلى جزءٍ آخر؛ حيث تؤثر فيه. ويحتاج المخلوق الحي إلى كمية ضئيلة من الهرمون لإحداث تغير فيه. هل يفاجئك معرفة أن النباتات تنتج هرمونات؟ يمكن أن تؤثر هرمونات النبات في انقسام الخلايا ونموها وتمايزها. وتشير نتائج الأبحاث إلى أن هرمونات النبات تؤدي عملها بالارتباط كيميائيًّا مع مواقع محددة على الغشاء البلازمي تسمى المستقبلات البروتينية. ويمكن أن تؤثر هذه المستقبلات في إظهار أثر الجينات أو نشاط الإنزيمات أو نفاذية الغشاء البلازمي، كما درست سابقًا في هرمونات جسم الإنسان.

الأكسين Auxin أول هرمون نباتي تم اكتشافه. وهناك أنواع عديدة منه، غير أن إندول حمض الخليك (الأكسين) من أكثرها دراسة، حيث يُنتَجُ في القمة النامية والبراعم والأوراق الصغيرة والأنسجة الأخرى السريعة النمو. وهو ينتقل عبر النبات من خلية برنشيمية إلى أخرى بوساطة نوع من النقل النشط. وقد قيست سرعة انتقال **الأكسين** auxin فوجد أنها 1 cm /h، وتنتقل بعض الأكسينات في اللحاء. وينتقل الأكسين في اتجاه واحد فقط، بعيدًا عن مكان إنتاجه.

الربط مع الكيمياء ينبه الأكسين استطالة الخلايا. وتشير البحوث إلى أن هذه العملية غير مباشرة في الخلايا الصغيرة، ويشجع كذلك على تدفق أيونات الهيدروجين بوساطة مضخة الهيدروجين من السيتوبلازم إلى جدار الخلية. وهذا يكوّن وسط أكثر حموضة، ممّا يضعف الوصلات بين ألياف السيليلوز في الجدار. كما أنه يحفّز إنزيمات معينة تساعد على تحليل الجدار الخلوي. ونتيجة لفقدان أيونات الهيدروجين في السيتوبلازم فإن الماء يدخل الى الخلايا، **الشكل 8-6**. وينجم عن ضعف جدران الخلايا وزيادة ضغطها الداخلي استطالة الخلية. يختلف تأثير الأكسين في النبات بصورة كبيرة بناءً على تركيزه وموقع عمله.

الشكل 8-6 يحفز الأكسين تدفق أيونات الهيدروجين عبر جدار الخلية مما يضعفه، ليدخل الماء وبالتالي تستطيل الخلية.



فمثلاً نجد أن التركيز الذي يشـــجع نمو الساق يمكن أن يثبط نمو الجذر في بعض النباتات. وتنبه التراكيز المنخفضة من الأكسين عادة استطالة الخلية، في حين قد تسبب التراكيز الأعلى أثرًا معاكسًا. ووجود هرمونات أخرى يمكن أن يعدّل أثر الأكسين.

يسبب وجود الأكسين ظاهرة تسمى ســيادة القمة النامية، ويكون فيها نمو النبات غالبًا نحو الأعلى، ولا يوجد إلا القليل منه في الفروع الجانبية. فالأكســين الذي تُنتجــه القمة النامية يثبّط نمو الأغصان الجانبية. إن إزالة القمة النامية للنبات يقلّل من كمية الأكسين الموجودة، وهذا يشجع نمو الفروع الجانبية، ويبين **الشكل 9–6**، الفرق الذي تحدثه هذه الإزالة.

تؤثر الأكسينات في تكوين الثمار، وتؤخر سقوطها. وتشير البحوث إلى أن إنتاج الأكسين يتباطأ بزيادة نضج الخلية. فعند نهاية فصل النمو تؤدي قلة كميات الأكسين في الأشجار والشجيرات إلى سقوط الثمار الناضجة إلى الأرض، وسقوط الأوراق قبل الشتاء.

ماذا قرأت؟ **قارن** كيف يمكن أن تؤثر التراكيز المختلفة للأكسين في النبات؟

الجبريلينات Gibberellins تسبب هذه المجموعة من هرمونات النبات والتي تسمى **الجبريلينات** gibberellins استطالة الخلايا، وتحفز انقسامها، كما تؤثر في نمو البذور. وتنتقل الجبريلينات في الأنسجة الوعائية. وتفتقر النباتات القصيرة إلى الجينات المنتجة للجبريلينات أو إلى الجينات المنتجة لمستقبلاتها. وعندما تعالج هذه النباتات بالجبريلينات فإن تلك التي تفتقر إلى الجينات المنتجة للجبريلينات ولكن لديها الجينات المنتجة لمستقبلاتها تزداد طولاً. إن معاملة النبات بالجبريلينات يمكن أن يسبب زيادة في طوله، **الشكل 10–6**.

الإثيلين Ethylene الهرمون الغازيّ الوحيد المعروف هو **الإثيلين** ethylene، وهو مركب بسيط مكوّن من ذرتي كربون وأربع ذرات هيدروجين. ويوجد الإثيلين في الثمار الناضجة والأوراق والأزهار المتساقطة.

الشكل 9–6
العلوية: يثبّط الأكســين نمــوّ الأغصان الجانبية. **السفلية**: تقلّل إزالة القمة النامية للنبات مــن كمية الأكســين، ولذا تنمو الأغصان الجانبية.

الشــكل 10–6 هذه النباتات ليس لديها جينات لإنتــاج الجبريلينات. لكن النبات الــذي على اليمين نــما عندما تم معالجته بالجبريلينات.

ولأن الإثيليـــن غاز فإنه يمكن أن ينتشـــر بين الخلايا، كما أنـــه ينتقل عبر أوعية اللحـــاء. وعلى الرغم من أن الإثيلين يمكـــن أن يؤثر في أجزاء أخرى من النبات إلا أن تأثيره الأساســـي هو في الثمار في مرحلـــة النضج. يجعل الإثيلين جدران خلايـــا الثمار غير الناضجة ضعيفة، ويؤدي إلـــى تحليل الكربوهيدرات المعقدة فيها إلى سكريات بسيطة. ونتيجة لتعرض الثمار للإثيلين فإنها تصبح طرية أكثر، كما تصبح أكثـــر حلاوة من الثمار غير الناضجـــة. ولأن الثمار الناضجة معرضة للإصابة بالكدمات بسهولة في أثناء الشحن فإن المزارعين غالبًا يشحنون ثمارهم غير ناضجة، وما أن تصل إلى وجهتها فإنهم يعالجونها بالإثيلين، مما يســـرّع في نضجها.

السايتوكاينينات Cytokinins هرمونات تحفز النمو، يتم إنتاجها في الخلايا السريعة الانقسام. وهي تنتقل إلى الأجزاء الأخرى من النبات عبر أوعية الخشب. تشجع **السايتوكاينينات** cytokinins انقسام الخلايا بتحفيزها على بناء البروتينات الضرورية للانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم. وحيث إن السايتوكاينينات تزيد معدل النمو فإنها تضاف غالبًا إلى الوسط الغذائي المستعمل في زراعة الأنسجة النباتية، وهي تقنية تتم في المختبر لتنمية نباتات من قطع أنسجة نباتية. يؤثر وجود الهرمونات الأخرى، وبخاصة الأكسين، في عمل السايتوكاينينات. فمثلاً ينبه هرمون الأكسين (إندول حمض الخليك) وحده في استطالة الخلايا، ولكن عند إضافته إلى السايتوكاينين فإنه يشجع الانقسام السريع للخلايا، ويؤدي إلى نموّ سريع.

ماذا قرأت؟ **صف** طريقتين تؤثر بهما الهرمونات في النباتات.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالم وظائف أعضاء النبات (فسيولوجيا النبات) Plant physiologist يدرس مواضيع عديـــدة، منهـــا كيمياء النباتات وكيف تعمل الهرمونات. يعمل العديد ومنهـــم في التعليم والبحث في الجامعات.

تجربة 6-2

استقصاء استجابة النبات

كيف تستجيب النباتات للمنبهات الخارجية؟ تحتوي النباتات على مجموعة مـــن الآليات التي تســـتجيب من خلالها للظـــروف البيئية المحيطة، ومنها الضوء، وفي هذه التجربة ستتعرف استجابة النباتات للضوء.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ازرع **بذور البـــازلاء** في ثلاثة أصص في كل منهـــا 4 بذور، قبل أربعة أيام من بدء التجربة، وسجل ملاحظاتك حولها.
3. أحضر **صندوقين من الكرتون** قاعدتهما مفتوحة، ثم اعمل شـــقًّا أفقيًّا في منتصف أعلى أحد الأوجـــه الجانبية لأحدهما بطول 12 cm وعرضه 3 cm.
4. ضع الأصـــص الثلاثة في مـــكان مضيء ثـــم غطِ اثنـــان منهما بالصناديـــق الكرتونية بحيث يكون الشـــق في أحد الصندوقين مواجهًا للضوء، واترك الثالث تحت الضوء مباشرة.
5. لاحظ النباتات بعد 24 ساعة من التجربة وسجل ملاحظاتك.

التحليل

1. **حـدّد** نوع الهرمون الضروري لتحفيـــز النباتات على تغيير اتجاه نموها.
2. **التفكير الناقد.** إذا كررت التجربة مـــرة أخرى، بحيث عملت شـــقان في وجهين متقابلين من الصندوق الكرتوني أحدهما باتجاه الضوء، ماذا تتوقع أن يحدث؟

استجابات النبات Plant Responses

هل تساءلت يومًا عن سبب نمو أوراق نباتات المنزل الداخلية متجهةً نحو الشبابيك أو عن سبب تسلق أغصان شجرة العنب أحد الأعمدة؟ إن هذه الظواهر وأحداثًا كثيرة غيرها – منها نمو الجذور نحو الأسفل، ونمو الساق نحو الأعلى، وإسقاط النباتات لأوراقها، واصطياد أوراق بعض النباتات للحشرات – كلها استجابات من النباتات لبيئاتها.

استجابة الحركة Nastic responses إن استجابة النبات التي تسبب الحركة بغض النظر عن اتجاه المنبه تسمى **استجابة الحركة** nastic response. وهذه ليست استجابة نمو، بل هي استجابة مؤقتة، ويمكن تكرارها مرات عديدة.

يشكّل انطباق أوراق النبتة آكلة الحشرات (فينوس) مثالًا آخر على استجابات الحركة. وتبين البحوث الحديثة أن هذا ينتج عن حركة الماء في نصف من الورقة الصائدة. وتسبب الحركة تمددًا غير متساوٍ إلى أن يتغير الشكل المقوس للورقة فجأة ويطبق المصيدة، كما يعد نمو نبات تباع الشمس وحركته تبعًا لمكان وجود الشمس من الأمثلة على استجابات الحركة.

استجابات النمو Tropic responses ماذا تلاحظ على النباتات في **الجدول 2–6**؟ إنها جميعها أمثلة على استجابات النمو أو الانتحاء. **فالانتحاء** tropism هو نموّ النبات استجابةً لمنبهٍ خارجي. فإذا كان نمو النبات نحو المنبه سُمي انتحاءً موجبًا، وإذا كان النمو بعيدًا عن المنبه سُمي انتحاءً سالبًا. وهناك أنواع عديدة من الانتحاء تشمل الانتحاء الضوئي والانتحاء الأرضي والانتحاء اللمسي. فالانتحاء الضوئي هو استجابة نمو النبات للضوء، وسببه التوزيع غير المتساوي للأكسين. ويوجد القليل من الأكسين في جانب النبات المعرض للضوء، والكثير منه في الجانب البعيد عن مصدر الضوء. ولأن الأكسين يسبب استطالة الخلايا فإن الخلايا على الجانب البعيد من مصدر الضوء تستطيل، مما يجعل ذلك الجانب من الساق أطول، فتكون النتيجة أن ينحني الساق في اتجاه مصدر الضوء. أما الانتحاء الأرضي فهو استجابة نمو النبات نحو مركز الجاذبية الأرضية. وتُظهر الجذور عادة انتحاءً أرضيًّا موجبًا. إن نمو الجذور إلى أسفل في التربة يساعد على تثبيت النبات، ويجعل الجذور ملامسة للماء والأملاح المعدنية. لكن الساق تظهر انتحاءً أرضيًّا سالبًا عندما تنمو إلى أعلى بعيدًا عن مركز الجاذبية الأرضية. وهذا النمو يوزع الأوراق بحيث تتعرض لأكبر كمية من الضوء. وهناك نوع ثالث من الانتحاء في بعض النباتات، ألا وهو الانتحاء اللمسي. وهذا النوع هو استجابة نمو النباتات للمؤثرات الآلية (الميكانيكية)، ومنها ملامسة جسم ما أو مخلوق ما أو حتى الريح. إن الانتحاء اللمسي واضح في النباتات المتسلقة التي تلتف حول أي تركيب قريب منها كشجرة أو سياج.

الجدول 2–6	انتحاء النباتات	
الانتحاء	المنبه/الاستجابة	مثال
الانتحاء الضوئي Phototropism	الضوء • النمو نحو مصدر الضوء	
الانتحاء الأرضي Gravitropism	الجاذبية • موجب: نمو نحو الأسفل • سالب: نمو نحو الأعلى	
الانتحاء اللمسي Thigmotropism	ميكانيكي • نمو نحو نقطة التماس أو الملامسة.	

التقويم 2–6

الخلاصة

- تُنتج الهرمونات النباتية بكميات قليلة.
- قد تؤثر الهرمونات في انقسام الخلية، والنمو وتمايز الخلايا.
- استجابات الحركة لا تعتمد على اتجاه المنبه.
- الانتحاء هو استجابة للمنبهات من اتجاهٍ محدد.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **حدد** الهرمونات النباتية وصنفها بناءً على تأثيراتها في النباتات.
2. **سمّ** ثلاثة أنواع من الانتحاءات في النباتات وصفها.
3. **قارن** بين الانتحاءات واستجابات الحركة.

التفكير الناقد

4. **صمّم نموذجًا** يبين كيف ينتقل الأكسين من خلية إلى أخرى.
5. **احكم** على أساس علمي على المقولة الشائعة "تفاحة متعفنة واحدة تتلف صندوقاً كاملاً".

اكتشافات في علم الأحياء

النباتات ودفاعاتها Plants and their defenses

عندما تفكر في السلسلة الغذائية قد يتبادر إلى ذهنك صورة مفترس يطارد فريسة ويقبض عليها. لكن النباتات مستقرة وجالسة، وهي لا تستطيع الهرب من آكل الأعشاب. فهل تدافع النباتات عن نفسها ضد المفترسات؟ إن فهم الدفاعات الكيميائية للنباتات يساعد الإنسان على ابتكار استراتيجيات لحماية المحاصيل والنباتات الأخرى.

دافع أو مت وهب الله سبحانه وتعالى بعض النباتات تكيفات متنوعة، منها الشعيرات، والأشواك المختلفة الحجوم على بشرتها لردع المفترسات. ولبعضها الآخر ترسبات من السيليكا داخل أوراقها تجعلها صعبة القضم، وقد تتلف أسنان المفترس. تفرز عديد من النباتات مركبات ثانوية ليست مهمة في أيض النبات، بعض هذه المركبات قد تكون مُرّة الطعم أو سامة للمفترس، وبعضها الآخر قد يؤثر في هضم المفترس أو نموه أو تكاثره. وقد اكتشف الباحثون عام 2005 م أن جذور نوع من الملفوف تنتج موادّ تحمي النبات بقتلها أنواعًا عديدة من البكتيريا في التربة.

هل هي حشرة أم لا؟ من المعروف أن النباتات تميز بين هجوم حشرة وأنواع أخرى من التلف في أجزائها، ومنها التقليم بوساطة المزارع. بعض النباتات تستجيب لمواد كيميائية معينة في لعاب الحشرة. فقد وجد مجموعة من علماء الكيمياء الحيوية أنه عندما تقضم حشرة أوراق نبات ما تنتشر إشارة كيميائية في جسم النبات كاملًا. وهذه الإشارة تحفز زيادة إنتاج مادة سامة في أوراق النبات جميعها، وليس في الورقة التي قُضمت فحسب.

طلب النجدة عندما تهاجم آكلات الأعشاب بعض النباتات، يطلق النبات إشارات كيميائية (روائح مثلاً) تجذب الأعداء الطبيعيين لآكل الأعشاب هذا. فبعض النباتات مثلًا – في الصورة– يرشد بعض أنواع الدبابير المتطفلة إلى يرقة الفراشة (اليسروع) التي قضمت أوراقه.

عندما تتغذى يرقة الفراشة (اليسروع) على النبات فإن لعاب اليرقة يجعل النبات يفرز مواد كيميائية في الهواء تجذب نوع من الدبابير المتطفل - وهو مفترس ليرقة الحشرة.

وقد أكدت الدراسات أن المواد الكيميائية المستعملة في الإشارة ليست مخزونة في النبات السليم. ولكن النباتات تطلق الإشارات الكيميائية بمجرد البدء بقضمها، كما أنها تحرّرها بكمية أكبر في الوقت الذي يكون فيه الأعداء الطبيعيون أكثر نشاطًا. علمًا بأن آكلات الأعشاب المختلفة تطلق أيضًا إشارات كيميائية مختلفة. وعلى الرغم من أن التقدم في التقنيات الكيميائية والتقنيات الحيوية قد سارع في اكتشاف إشارات النباتات الطبيعية التي قد تساعد على حماية المحاصيل إلا أن الدليل يبين أن الإشارات الكيميائية قد تساعد المفترس آكل الأعشاب على اكتشاف الغذاء أيضًا.

الكتابة في علم الأحياء

إعلان تصوّر أنك طورت مبيدًا حشريًّا جديدًا فعالاً لمقاومة الآفات يستعمل دفاعات النباتات الطبيعية. اكتب إعلانًا تصف فيه المنتج، وكيف يختلف عن المنتجات الأخرى المتوافرة؟ وكيف يمنع نموّ الآفات المقاومة؟

مختبر الأحياء

الإنترنت: كيف تستجيب النباتات القزمة للجبريلينات؟

الخلفية النظرية: تفتقر بعض النباتات القزمة إلى جين إنتاج الجبريلين، وبعضها يفتقر إلى مستقبلات الجبريلين. ستصمم في هذا المختبر تجربة تحدّد فيها هل يمكن أن تغير نمط نموّ بادرات نبات بازلاء قزم بإضافة حمض الجبريليك (شكل من أشكال الجبريلينات) إليها؟

سؤال: هل تستطيع استعمال الجبريلينات لتغيير نمو نباتات البازلاء القزمة؟

المواد والأدوات

- حمض الجبريليك بتراكيز مختلفة.
- ورق مقوى.
- سائل غسل الأطباق (عامل ترطيب).
- بادرات نبات البازلاء القزمة في قواريرها.
- زجاجات لرش الماء (رشاش ماء).
- أعواد قطن لتنظيف الأذن.
- أكياس بلاستيك كبيرة .
- ماء مقطر .
- ورقة رسم بياني.
- مصدر ضوء.
- سماد للنباتات.
- مسطرة مترية .

اختر المواد الملائمة لهذا المختبر.

إجراءات السلامة

خطط ونفذ التجربة

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. كوّن فرضية تتضمن كيفية تأثير الجبريلينات في نمو نباتات البازلاء القزمة.
3. صمّم تجربة لاختبار فرضيتك، وتحقق من شمولها المجموعة الضابطة.
4. ضع قائمة بالعوامل التي يجب أن تبقى ثابتة في مجموعاتك التجريبية والضابطة.
5. حدّد طريقة لإضافة حمض الجبريليك إلى النباتات، وقرّر كم مرة ستضيفه.
6. صمّم جدولًا لتسجل بيانات التجربة.
7. تأكد أن معلمك قد أقرّ خطتك قبل أن تبدأ العمل.
8. اجمع المتطلبات التي تحتاج إليها، وجهز بياناتك التجريبية والضابطة.
9. أكمل التجربة كما أقرّها لك معلمك.
10. سجل قياساتك وملاحظاتك عن النباتات في جدول البيانات.
11. مثّل بيانيًّا بيانات كل من المجموعتين التجريبية والضابطة.
12. **التنظيف والتخلص من الفضلات** أعدْ حمض الجبريليك غير المستعمل إلى معلمك للتخلص منه. وفرّغ زجاجات الرش جيدًا واغسلها بالماء. تخلص من أعواد القطن بطرحها في سلة النفايات، وتخلص أيضًا من النباتات حسب إرشادات المعلم.

حلّل ثم استنتج

1. **حلّل** الرسم البياني الخاص بك، وحدّد تأثير حمض الجبريليك في النباتات القزمة.
2. **كوّن فرضية** بناءً على نتائجك، واشرح سبب تقزم نباتات البازلاء.
3. **التفكير الناقد.** لماذا يُعد التغير الوراثي ـ ومنه ذلك الذي يجعل نباتات البازلاء لا تُنتج الجبريلينات ـ مشكلةً للنباتات في البيئات الطبيعية؟
4. **تحليل الخطأ.** ما الذي تعتقد أنه حدث في تجربتك وجعل نتائجك غير دقيقة؟ وكيف يمكن أن تغير من خطوات عملك؟

شارك بياناتك

مراجعة قارن رسومك البيانية برسوم الطلبة الآخرين الذين أكملوا هذه التجربة.

الفصل 6 دليل مراجعة الفصل

المطويات **وضح.** على الوجه الخلفي للمطوية، وضح دور الهرمونات النباتية وآلية عملها.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
6–1 خلايا النبات وأنسجته	
الخلية البرنشيمية الخلية الكولنشيمية الخلية الإسكلرنشيمية النسيج المولّد (المرستيمي) الكامبيوم الوعائي الكامبيوم الفليني البشرة الخلية الحارسة الخشب الأوعية الخشبية القصيبات اللحاء الأنابيب الغربالية الخلية المرافقة النسيج الأساسي	**الفكرة الرئيسة** **تتكون أنسجة النباتات من خلايا مختلفة.** • هناك ثلاثة أنواع من خلايا النبات، هي: البرنشيمية والكولنشيمية والإسكلرنشيمية. • يرتبط تركيب الخلية النباتية مع وظيفتها. • هناك أنواع عدة من الأنسجة النباتية، منها: المرستيمية والخارجية والوعائية والأساسية. • يشكّل الخشب واللحاء الأنسجة الوعائية.
6–2 هرمونات النبات واستجاباتها	
الأكسين الجبريلين الإثيلين السايتوكاينين استجابة الحركة الانتحاء	**الفكرة الرئيسة** **يمكن أن تؤثر الهرمونات في استجابات النبات لبيئته.** • تُنتَج الهرمونات النباتية بكميات قليلة. • قد تؤثر الهرمونات في انقسام الخلية، والنمو وتمايز الخلايا. • استجابات الحركة لا تعتمد على اتجاه المنبه. • الانتحاء هو استجابة للمنبهات من اتجاهٍ محدد.

الفصل 6 التقويم

6–1

مراجعة المفردات

ميّز بين كل كلمتين فيما يأتي:

1. الإسكلرنشيمي، الكولنشيمي.
2. الخشب، اللحاء.
3. البشرة، الخلية الحارسة.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

4. ما النسيج الوعائي الذي ينقل الماء والأملاح المعدنية المذابة من الجذور إلى الأوراق؟

   a. البشرة.
   b. البرنشيمي.
   c. الخشب.
   d. اللحاء.

5. أيّ المناطق الآتية تحوي خلايا تنقسم باستمرار؟

   a. القمة النامية.
   b. النسيج الوعائي.
   c. النسيج الخارجي.
   d. النسيج المولد الجانبي.

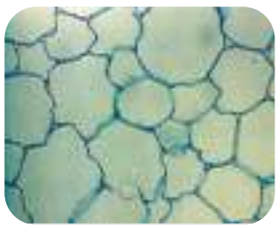
6. أيّ الخلايا الآتية تقوم بعملية البناء الضوئي؟

   a. الخلايا الكولنشيمية.
   b. الخلايا البرنشيمية.
   c. الخلايا الإسكلرنشيمية.
   d. الشعيرات الجذرية.

استعمل الصور أدناه للإجابة عن السؤالين 7، 8

7. أيّ الصور الآتية تظهر فيها الشعيرات؟

A.



B.

C.

D.

8. أيّ الصور تظهر فيها الخلايا البرنشيمية؟

   a. A.
   b. B.
   c. C.
   d. D.

9. أيّ ممّا يأتي يشكّل فرقًا بين النباتات البذرية اللازهرية والنباتات البذرية الزهرية؟

   a. وجود الثغور في الجذور.
   b. كمية السكر المخزنة في الجذور.
   c. وجود القصيبات والأوعية.
   d. تركيب الخلايا البرنشيمية.

6 تقويم الفصل

أسئلة بنائية

استعمل الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 10.

10. **إجابة قصيرة.** اشرح فائدة واحدة لهذه الأوعية.

11. **إجابة قصيرة.** قارن بين النسيج المولد والنسيج الأساسي.

12. **نهاية مفتوحة.** هل تعتقد ان تعيش النباتات دون وجود النسيج الاساسي؟ ادعم اجابتك بدليل.

التفكير الناقد

13. **ارسم** منظمًا تخطيطيًّا يضم كل نوع من الأنسجة الأربعة المختلفة، ووظائفها وأنواع الخلايا التي تحتويها.

14. **قارن** بين الأنسجة الخارجية للنبات وجلدك، واذكر بعض الخصائص التي تجعل جلدك أكثر كفاءة من بشرة النبات.

6–2

مراجعة المفردات

اشرح الفرق بين كل زوج من المصطلحات الآتية، ثم وضح كيف يرتبطان معًا:

15. الهرمون، الأكسين.

16. الإثيلين، الجبريلين.

17. استجابة النمو، استجابة الحركة.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

18. ما الذي يصف الانتحاء الضوئي الموجب؟

a. ينمو النبات بعيدًا عن مصدر الضوء.
b. ينمو النبات نحو مصدر الضوء.
c. ينمو النبات نحو مركز الجاذبية.
d. ينمو النبات بعيدًا عن مركز الجاذبية.

19. أيّ مما يأتي له دور في نقل الجبريلينات عبر النبات؟

a. الكامبيوم الفليني.
b. الخلايا الحارسة.
c. النسيج الوعائي.
d. القمة النامية.

6 تقويم الفصل

استعمل الصور للإجابة عن السؤالين 20، 21.

20. ما الذي تبينه هذه الصور؟

a. سيادة القمة النامية.

b. التقزم.

c. سقوط الأوراق.

d. استجابة الحركة.

21. ما الهرمون الذي يسيطر على هذه الحالة النباتية؟

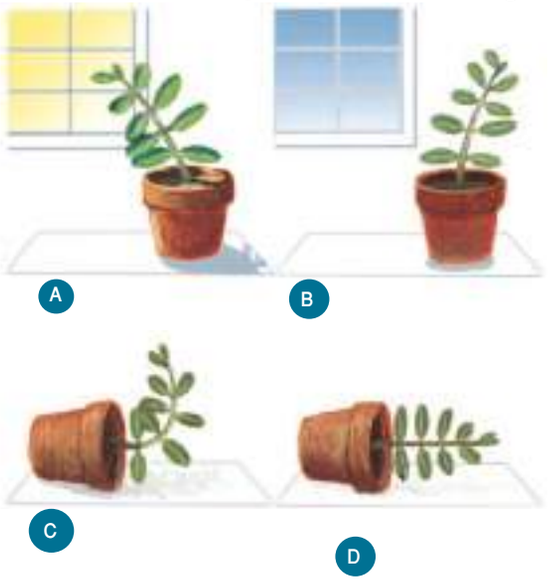
a. الأكسين.

b. الجبريلين.

c. الإثيلين.

d. السايتوكاينين.

استعمل الصور أدناه للإجابة عن السؤال 22.



22. أيّ السيقان في الصور السابقة تظهر انتحاءً أرضيًّا سالبًا؟

a. A
b. B
c. C
d. D

أسئلة بنائية

23. **نهاية مفتوحة.** ناقش ما يؤيد وما يناقض نقل الأكسين من خلية برنشيمية إلى أخرى بدلاً من نقله عبر النسيج الوعائي.

24. **إجابة قصيرة.** ارجع إلى **الشكل 8–6** ووضح كيف يسبب الأكسين استطالة الخلية؟

25. **إجابة قصيرة.** اشرح لماذا تكون استجابات الانتحاء دائمة، في حين تكون استجابات الحركة مؤقتة؟

6 تقويم الفصل

التفكير الناقد

26. **صمّم تجربة** تحدد فيها ما إذا كانت نباتات الفول تظهر سيادة للقمة النامية.

27. **قوّم** المقولة الآتية: "البذور التي تُنقع في الجبريلينات تنمو أسرع من البذور التي لم تُنقع".

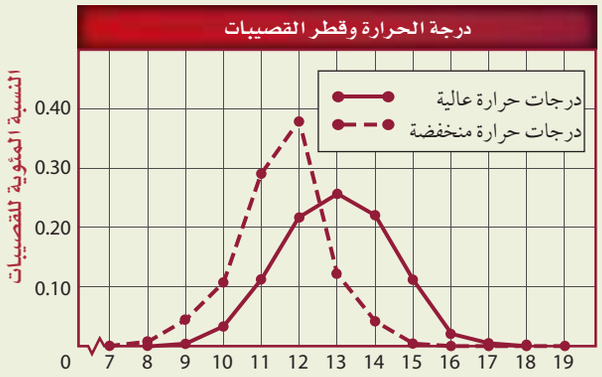
28. **مهن مرتبطة مع علم الأحياء** يتعين على المزارعين أن يستعملوا الهرمونات النباتية لزيادة إنتاج المحاصيل. تـرى، هل هذه فكـرة صائبة؟ قارن ذلك باسـتعمال هرمونات النمو التي تستعمل لزيادة إنتاج الحليب في الأبقار.

تقويم إضافي

29. **الكتابة في علم الأحياء** لـو تمكّنت مـن تطوير هرمون نباتي جديد، فمـا الذي تود أن يقدمه للنبات؟ وكيف سيعمل؟ وماذا تسميه؟

أسئلة المستندات

درس فريق من علمـاء الأحياء تأثيـرات درجة الحرارة وثاني أكسـيد الكربون في الصنوبر. والرسم البياني أدناه يُمثـل كميات القصيبات وأقطارهـا المختلفة التي نمت عند درجـات حرارة مختلفة. اسـتعمل الرسـم البياني للإجابة عن السؤالين 30، 31.



30. كيف تؤثر درجة الحرارة في قطر خلايا القصيبات في أثناء نموها؟

31. كيف ترتبط درجة الحرارة وقطر القصيبات مع وظيفة القصيبات؟

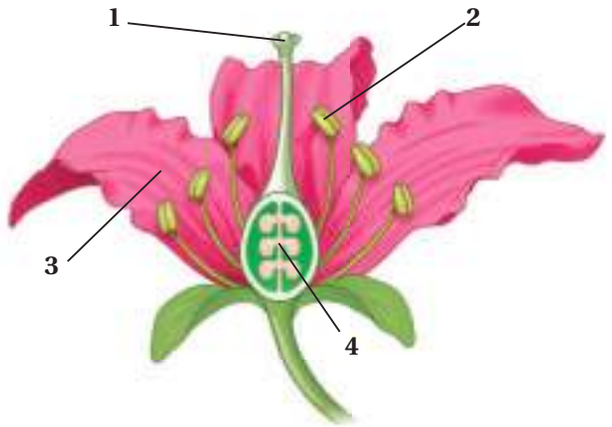
اختبار مقنن

أسئلة الأختبار من متعدد

1. ما النسيج الوعائي المكوّن من خلايا أنبوبية حيّة تنقل السكر من الأوراق إلى أجزاء النبات الأخرى؟

a. الكامبيوم.
b. البرنشيمي.
c. اللحاء.
d. الخشب.

استعمل الرسم أدناه للإجابة عن السؤال 2.



2. أيّ الهرمونات الآتية يحفز عملية نضج الثمار:

a. الأكسين.
b. السيتوكاينين.
c. الإثيلين.
d. الجبريلين.

3. ما أهمية الخلايا الإسكلرنشيمية في النباتات.

a. تبادل الغازات.
b. البناء الضوئي.
c. تخزين الغذاء.
d. الدعامة.

4. أيّ ممّا يأتي يساهم في نقل الغذاء في الأشجار؟

a. تعاقب الأجيال.
b. الازهار.
c. البذور.
d. الأنسجة الوعائية.

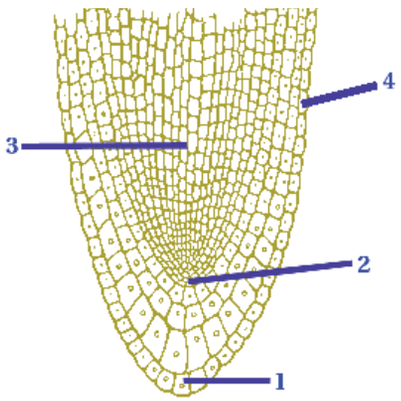
5. أيّ مما يأتي يعد مثالاً على استجابات الحركة:

a. نبات الخيزران الذي ينمو في اتجاه الضوء.
b. جذور نبات الذرة التي تنمو إلى الأسفل.
c. نباتات تباع الشمس التي تتجه نحو الشمس.
d. نبات آكل الحشرات الذي ينمو على الأشجار.

6. ما وظيفة النسيج المولد القمي في الجذر؟

a. إنتاج خلايا جديدة لنمو الجذر.
b. مساعدة أنسجة الجذر على امتصاص الماء.
c. حماية أنسجة الجذر في أثناء نموه.
d. توفر الدعامة لأنسجة الجذر.

استعمل الرسم التخطيطي أدناه للإجابة عن السؤال 7.



7. أيّ التراكيب في الرسم أعلاه ينتج خلايا ينجم عنها زيادة طول الجذر؟

a. 1
b. 2
c. 3
d. 4

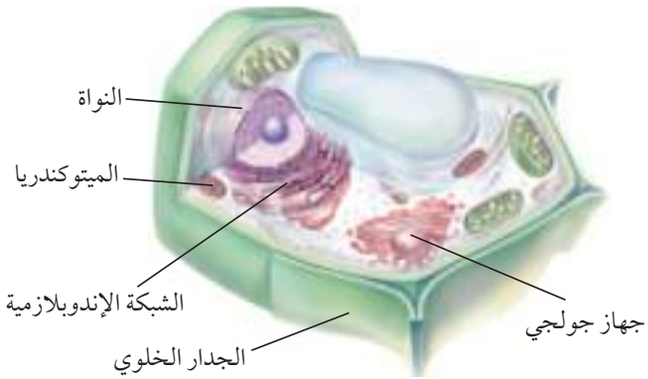
اختبار مقنن

أسئلة الإجابات القصيرة

8. سمِّ ثلاثة أنواع من الخلايا النباتية واذكر وظائفها.
9. اذكر وظائف كل نوع من نوعي الأنسجة الوعائية الموجودة في النباتات، وصفه.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤال 10.



10. بناءً على خصائص الخلية الموضحة أعلاه، كيف تصنّف المخلوق الذي أُخذت منه هذه الخلية؟ برّر طريقة تصنيفك لهذا المخلوق.
11. استنتج كيف تدعم الخلايا الكولنشيمية أنسجة النبات المجاورة لها.
12. انقد الفكرة القائلة إن جذور النباتات في التربة لا تحتاج إلى الأكسجين لتعيش.

سؤال مقالي

الماء مهم لوظائف النبات؛ فهو مثلاً أحد المواد المتفاعلة في تفاعلات البناء الضوئي. يدخل الماء النبات بوساطة الانتشار. ومعظم الماء الذي يدخل إلى النبات ينتشر عبر الجذور. لذا فإن الماء يجب أن يكون أعلى تركيزًا في التربة منه في الجذور. وبعد دخول الماء إلى الجذور ينتقل خلال الأنسجة الوعائية إلى الأنسجة التي تحتوي على البلاستيدات الخضراء، ثم ينتشر في الخلايا النباتية كذلك، فيجعلها أكثر صلابة.

استعمل المعلومات في الفقرة أعلاه في الإجابة عن السؤال الآتي في صورة مقالة.

13. يذبل النبات عندما تكون كمية الماء التي يفقدها أكثر من تلك التي يكتسبها. اشرح دور الخلايا الحارسة في تنظيم كمية الماء في النبات.

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

الصف	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1
الدرس/ الفصل	6–1	6–2	6–1	6–1	6–2	6–1	6–1	6–1	6–1	6–1	6–1	6–1	6–1
السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

الفصل 7

التكاثر في النباتات الزهرية
Reproduction in Flowering Plants

الفكرة العامة تتضمن دورات حياة النباتات طرائق مختلفة للتكاثر.

1 – 7 الأزهار

الفكرة الرئيسة الأزهار هي التراكيب التكاثرية في النباتات الزهرية.

2 – 7 النباتات الزهرية

الفكرة الرئيسة يمكن أن تنمو البذور والثمار في النباتات الزهرية من الأزهار بعد الإخصاب.

حقائق في علم الأحياء

- تنمو أكبر زهرة في العالم على النبات الاستوائي *Rafflesia arnoldii*، ولها رائحة تشبه رائحة اللحم المتعفن.
- من أضخم البذور بذرة جوز الهند من النوع *Lodoicea maldivica* والتي تنمو في جزر المالديف، إذْ قد تزن أكثر من 20 Kg عند نضجها.

تجربة استهلالية

ما تراكيب التكاثر في النبات؟

هل لاحظت أن الأزهار تظهر فجأة أحيانًا على الأشجار والشجيرات والنباتات الأخرى في الربيع؟ هل التقطت يومًا مخروطًا من تحت شجرة صنوبر، وتساءلت لماذا تُكوّن هذه الأشجار المخاريط؟ للنباتات تراكيب تكاثر؛ وهي تتكاثر جنسيًّا، مثلها مثل الكثير من المخلوقات. أما الحزازيات والسرخسيات والمخروطيات والنباتات الزهرية فلها تراكيب تكاثر فريدة. استقص هذه التراكيب خلال هذه التجربة.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك وقياساتك للتراكيب التكاثرية في النباتات التي يزودك بها معلمك.
3. لاحظ تراكيب التكاثر في المخروطيات وفي نبات زهري، ثم سجل ملاحظاتك في جدول البيانات.

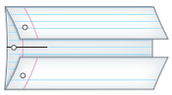
التحليل

1. **حدّد** أوجه التشابه والاختلاف بين تراكيب التكاثر في النباتات.
2. **صف.** بناءً على ما تعرفه عن النباتات، كيف يمكن أن تستعمل النباتات الزهرية الأزهار في تكاثرها؟

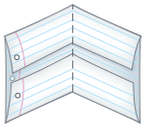
المطويات
منظمات الأفكار

دورة حياة نبات زهري اعمل هذه المطوية لتساعدك على تنظيم ما تعلمته حول دورة حياة النباتات الزهرية.

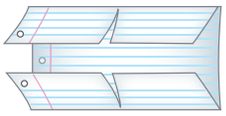
الخطوة 1: ضع علامة على منتصف ورقة من دفتر ملاحظاتك. ثم اطوِ الحافتين العليا والسفلى على أن تتطابقا وتكوّنا مساحتين متساويتين، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اطو الورقة نصفين كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: افتح الورقة المطوية، واقطع بالمقص عند خطوط الطي لتكوّن أربعة ألسنة، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 4: استعمل قلم تلوين لرسم مراحل الطور البوغي للنباتات الزهرية على الألسنة الثلاثة وتسميتها. استعمل لونًا مختلفًا لرسم الطور المشيجي على اللسان الرابع ثم عنونه.

المطويات **استعمل هذه المطوية في القسم 2-7.** في أثناء دراستك لهذا القسم، ارسم مخططًا، وسجل ما تعلمته حول ظاهرة تعاقب الأجيال في النباتات الزهرية.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

7-1

الأهداف

- **تحدّد** أجزاء الزهرة ووظائفها.
- **تصف** الأزهار الكاملة، والناقصة، والأحادية الجنس، والثنائية الجنس.
- **تميز** بين أزهار ذوات الفلقة الواحدة وأزهار ذوات الفلقتين.
- **تربط** بين آلية تلقيح الزهرة وتركيبها.
- **توضح** الفترة الضوئية.

مراجعة المفردات

ليليNocturnal: نَشِطٌ في الليل فقط.

المفردات الجديدة

السبلة
البتلة
السّداة
الكربلة (المتاع)
الفترة الضوئية
الفترة الحرجة
نباتات النهار القصير
نباتات النهار الطويل
نباتات النهار المتوسط
نباتات النهار المحايد

الأزهار Flowers

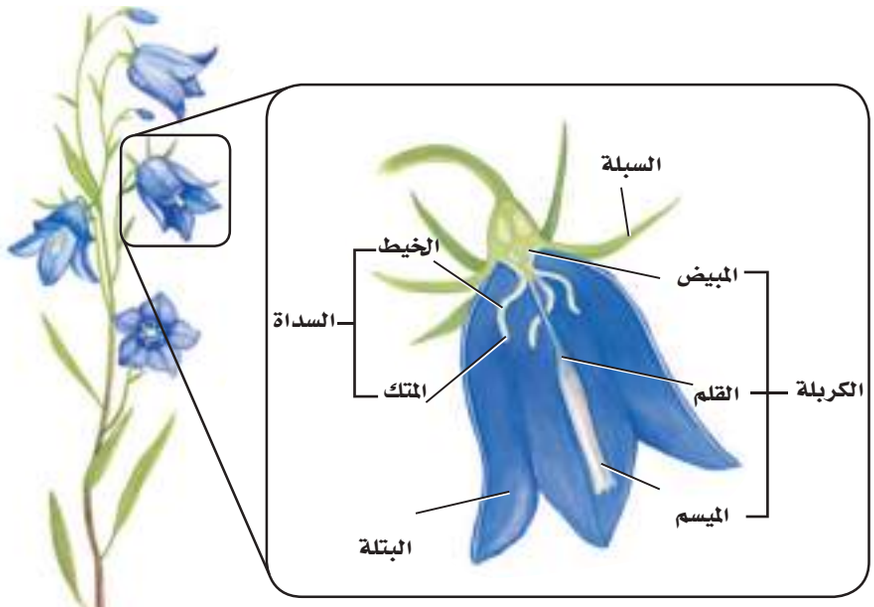
الفكرة الرئيسة **الأزهار هي التراكيب التكاثرية في النباتات الزهرية.**

الربط مع الحياة هل سبق أن ارتديت طوقًا مُزيَّنًا بالأزهار؟ أو لعلك أعطيت والدتك زهرة لتشعرها بمدى تقديرك لها. ربما تستطيع أن تتذكّر العديد من المواقف التي كانت الأزهار تعني لك شيئًا مهمًّا. إن الدور الأهم للأزهار في النباتات الزهرية من وجهة النظر العلمية هو التكاثر الجنسي.

أعضاء الزهرة Flower Organs

تُستعمل تعابير عديدة لوصف الأزهار، منها البرتقالي والأرجواني الداكن والأبيض وذات الرائحة المنعشة أو العفنة وغيرها. إن لون الأزهار وشكلها وحجمها يحدّده التكوين الوراثي لكل نوع. ومن المهم أن نتذكّر أن الأزهار تختلف في الشكل والتركيب من نوع إلى آخر.

وللأزهار عدة أجزاء؛ فبعض الأجزاء تقدم الدعامة أو الحماية، ولبعضها الآخر علاقة مباشرة بعملية التكاثر. وللزهرة عمومًا أربعة أعضاء، هي السبلات والبتلات والأسدية وكربلة واحدة أو أكثر، **الشكل 1-7**. تحمي **السبلات** sepals براعم الأزهار، وقد تبدو في صورة أوراق خضراء، أو تشبه أوراق البتلات. وتكون **البتلات** petals ملوّنة عادة، ويمكن أن تجذب الملقّحات، وتوفر لها موضع للوقوف على الزهرة. وإذا وجدت السبلات والبتلات فإنها تكون عادة متصلة بعنق الزهرة.



الشكل 1-7 للزهرة النموذجية أربعة أعضاء، وهي: السبلات والبتلات والأسدية وكربلة واحدة أو أكثر.

معظم الأزهار لها مجموعة **أسـدية** stamens، أيْ تراكيب تكاثر ذكرية. وتتكون السـداة من جزأين، هما: الخيط filament والمتك anther، والخيط هو الذي يحمل المتك ويدعمه. ويوجد داخل المتك خلايا تنقسم انقسامًا منصفًا، ثم تنقسم انقسامات متساوية لتكوّن حبوب اللقاح pollen grains. ويتكوّن في النهاية مشيجان مذكّران داخل كل حبة لقاح. **الكربلة** pistil هي عضو التكاثر الأنثوي، ويوجد كربلة واحدة أو أكثر في مركز الزهرة. وتتكون من ثلاثة أجزاء، هي: الميسـم stigma والقلم style والمبيض ovary. ويشـكّل الميسم قمة الكربلة، وهو المكان الذي يحدث فيه التلقيح. أمّا القلم فهو الجزء الذي يربط الميسـم بالمبيض، ويتكوّن داخل كل نبات مشيجي مؤنث بويضة ناضجة.

المفردات

الاسـتعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع

الميسم Stigma

الاستعمال العلمي: هو قمة الكربلة في الزهرة حيث يحدث الإخصاب.

أما **الاسـتعمال الشـائع**: فيشـير إلى الحسن والجمال.

تكيّفات الزهرة Flower Adaptations

إن أعضاء الزهرة التي وصفت في الفقرة السـابقة توجد في معظم الأزهار. لكن العديد من الأزهار لها تكيفات في عضو أو أكثر من هذه الأعضاء. ويصنّف العلماء الأزهار في ضوء هذه التكيفات.

الفروق التركيبية Structural differences تسمى الأزهار التي لها سبلات وبتلات وأسدية وكربلة واحدة أو أكثر أزهارًا كاملة complete. أمّا الأزهار التي تفتقر إلى واحد أو أكثر من هذه الأعضاء فهي أزهار ناقصة incomplete، فأزهار الزنجبيل البرية مثلاً أزهار ناقصة؛ لأنها ليس لها بتلات. ومن الصفات الأخرى للأزهار أنها: ثنائية الجنس perfect، ومنها نبات تباع الشمس، أو أحادية الجنس imperfect، ومنها نبات النخيل. فالأزهار التي لها أسدية وكرابل تسمى ثنائية الجنس. ولبعض النباتات ـ ومنها الخيار والقرع ـ أزهار أحادية الجنس؛ إذ إن لها إما أسدية أو كرابل نشـطة تؤدي وظائفها. وتُطلق الأزهار الذكرية – أيْ التي تحوي أسدية – حبوب اللقاح. وتتشكّل الثمار بعد الإخصاب في الأزهار الأنثوية، والمحتوية على الكرابل. يختلف عدد أجزاء الزهرة من نوع إلى آخر. لكن عدد أجزاء الزهرة يستعمل للتمييز بين كل من ذوات الفلقتين وذوات الفلقة الواحدة. فعندما يكون عدد البتلات أربعًا أو خمسًا أو مضاعفاتهما يكون النبات عادة من ذوات الفلقتين. وعادة يكون عدد الأعضاء الأخرى كالسبلات والكرابل والأسدية أربعة أو خمسة أو مضاعفاتهما أيضًا.

تجربة علمية

كيف تنمو الزهرة؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

ذوات الفلقة الواحدة

ذوات الفلقتين

■ **الشكل 2–7** يمكن تعرّف بعض النباتات على أنها ذوات فلقة أو ذوات فلقتين بوساطة أزهارها.

فلأفراد العائلة الخردلية مثلاً أزهار لها أربع سبلات وأربع بتلات، **الشكل 2–7**. أمّا ذوات الفلقة الواحدة فلها أعضاء زهرية عددها ثلاث أو مضاعفاتها، كما في **الشكل 2–7**. فمثلًا زنابق النهار لها ثلاث سبلات وثلاث بتلات وست أسدية.

آليات التلقيح Pollination mechanisms لأنواع النباتات الزهرية المختلفة أزهار متميزة في الحجم والشكل واللون وترتيب البتلات. ويرتبط العديد من هذه التكيفات التي أبدعها الخالق عز وجل مع التلقيح.

التلقيح بوساطة الحيوانات Animal pollination للعديد من الأزهار التي تُلقّح بوساطة الحيوانات ألوان زاهية، **الشكل 3–7**، ولها رائحة قوية، أو تنتج سائلًا حلو المذاق يسمى الرحيق. وعندما تنتقل الحشرات والحيوانات الصغيرة الأخرى من زهرة إلى أخرى باحثة عن الرحيق فإنها تحمل معها حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى. كما تجمع حشرات أخرى حبوب اللقاح غذاءً لها. فالألوان الناصعة والرائحة الطيبة لأزهار التفاح والورد والليلك Lilacs تجذب حشرات، ومنها النحل والفراش والخنافس والدبابير. والأزهار البيضاء أو الصفراء الفاتحة أكثر وضوحًا عند الغسق وفي الليل، وتجذب الحيوانات ليلية المعيشة، ومنها العث والخفاش. وتجذب الرائحة التي تشبه رائحة الفاكهة لبعض الأزهار الخفاش الذي يتغذى على الفواكه، ويساعد في تلقيح أزهارها. وتجذب زهرة رافليسيا Rafflesia – التي لها رائحة اللحم الفاسد – إليها الذباب الملقح. ولا تفرز الأزهار التي تُلقح بوساطة الطيور الكثير من الروائح عادة؛ لأن الطيور لها إحساس محدود بالروائح عادةً، وهي غالبًا تحدد موقع الأزهار بالنظر.

التلقيح بوساطة الرياح Wind pollination الأزهار التي تفتقر إلى الأجزاء الزهرية ذات المظهر الواضح أو التي تفرز الروائح القوية تُلقح عادة بفعل الرياح، **الشكل 3–7**. وتنتج هذه الأزهار كميات كبيرة من حبوب اللقاح الخفيفة الوزن، ممّا يساعد على ضمان سقوط بعض حبوب اللقاح على مياسم أزهار من النوع نفسه. وتقع أسدية الأزهار التي تلقّحها الرياح غالبًا تحت مستوى البتلات، مما يعرضها للرياح. وتكون مياسم هذه الأزهار عادة كبيرة وواسعة، مما يضمن سقوط حبوب اللقاح عليها واستقرارها. وتُلقَّح أزهار معظم الأشجار والحشائش بوساطة الرياح.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

مُهجِّن النباتات Plant Breeder

إن معرفة تركيب الزهرة وآليات التلقيح والوراثة ضروري لهذه المهنة؛ حيث يجري مُهجِّن النباتات تهجينًا انتقائيًّا، بأن يختار نباتات ذات صفات مرغوب فيها ويزاوج بينها، ثم يسجل النتائج.

التلقيح

Pollination

الشـكل 3 – 7 للأزهار عدة تكيفات لضمان التلقيح. فحبوب اللقاح يمكن أن تحملها الرياح أو الحيوانات. وعند تناول الحيوان غذاءه يمكن أن تلتصق به حبوب اللقاح، فينقلها إلى الزهرة التي ينتقل إليها بعد ذلك.

تبعثـر الريـاح حبـوب لقاح البلـوط الخفيفة الـوزن التي يمكن أن تسـبب الحساسـية للعديد من البشـر. فالازهار الدانية تتدلى نحو الأسـفل، وتتأرجح مع الرياح.

ينجذب الطائر الطنّان إلى الأزهار الحمراء، ويصل منقاره الطويل إلى الرحيق في قاعدة الأزهـار. بعض أصباغ الأزهـار الصفراء والبرتقالية تعكس ضوءًا غير المرئي لعين الإنسـان. ولكن النحل وحشرات أخرى تميزه.

عندمـا يحل الظلام تجعـل الرائحة والألوان الفاتحـة العث أكثر قدرة علـى تحديد موقع بعض الأزهار.

لنبتة الجيفـة رائحة منتنة تجذب إليها الذباب والخنافس الملقّحة.

تجذب الأزهار التي تنتج الرحيق الحشـرات الملقّحة في أثناء بحثها عن الغذاء غالبًا.

■ **الشـكل 4 – 7** ينقـل النحل والحشرات الأخرى حبوب اللقاح من زهرة ذكريـة إلى زهرة أنثوية، أثنـاء تنقلها بينهـن، فيتم التلقيح وتتكوّن اللاقحة.

حدّد. هل زهرة نبات القرع أحادية أم ثنائية الجنس؟

التلقيح الذاتي والخلطي self and cross pollination إن الأزهار الذاتية التلقيح يمكن أن تلقح نفسها، كما يمكن أن تلقح زهرة أخرى على النبات نفسه. وبعض الأزهار يجب أن تلقح خلطيًّا، حيث تستقبل الأزهار حبوب اللقـاح من نبات آخر. ويُعدّ هذا واحدًا من الأسباب التي تجعل الملقّحات تؤدي دورًا مهمًّا في تكاثر النباتات الزهرية. وتقدم الملقّحات طريقة لنقل حبوب اللقاح إلى الأزهار التي يجب أن تُلقح خلطيًّا، كما تضمن أيضًا هذه الملقحات تكاثر الأزهار الأحادية الجنس، ومنها القرع، **الشكل 4–7**.

الفتـرة الضوئيـة Photoperiodism لاحظ علماء النبـات أن بعض النباتات تزهر في أوقات معينة من السـنة فقط. لذا فقد أجروا التجارب لتفسـير هـذه الظاهرة. وقد انصبّ اهتمام الباحثين على عدد سـاعات ضوء النهار التي تتعرض لها النباتات. لكن الباحثين اكتشـفوا لاحقًا أن العامل الحاسـم الذي يؤثر في الإزهار كان عدد ساعات الظـلام المتواصلة التي يتعرض لها النبات، لا عدد سـاعات الضوء التي يتعرض لها. ويُسـمى هذا العامل بعامل **الفترة الضوئية** photoperiodism. كما عرف العلماء أيضًا أن بداية نمو الزهرة في كل نوع من النبات هو استجابة لعدد من ساعات الظلام، وتسمى **الفتـرة الحرجة** The critical period للنبات. وتُصنّف النباتات الزهرية في واحدة من المجموعات الأربع الآتية – نباتات النهار القصير، ونبات النهار الطويل، ونباتات النهار المتوسط، والنباتات المحايدة لطول النهار. ويعتمد هذا التصنيف على الفترة الحرجة. ويعكس الاسم هنا التركيز الأصلي للباحثين، أيْ عدد ساعات ضوء النهار. ومن المهم أن نتذكر أن المصطلـح الأكثر دقة لنباتات النهار القصير مثلاً هو نباتات الليل الطويل. انظر **الشكل 5–7** في أثناء قراءتك لوصف هذه النباتات.

الفتـرة الضوئية لنباتات النهار القصير تزهر **نباتات النهار القصير** short– day plants عندما تتعرض يوميًّا لعدد معين من سـاعات الظـلام أكبر من الفترة الحرجة لها. فمثلاً قد يزهر نبات النهار القصير عندما يتعرض لـ 16 ساعة من الظلام. وتزهر نباتات النهار القصير في الشـتاء والربيع والخريف عندما يصبح عدد سـاعات الظلام أكثر من عدد سـاعات الضوء. ومن نباتات النهار القصير التي قد تعرفها البنفسـج والبونسيته Poinsettia والتيولب Tulips وفم السمكة.

الفتـرة الضوئيـة لنباتات النهار الطويـل تزهر **نباتات النهار الطويل** long– day plants عندما تكون ساعات الظلام أقل من الفترة الحرجة، حيث تزهر هذه النباتات في الصيف عادة، ومنها الخس والسبانخ والبيتونيا Petunias والبطاطس والنجمة Aster وغيرها.

تجربة استهلالية

مراجعة بناءً على ما قرأته حـول تلقيح النبات، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل.

الشكل 5 – 7 تحدّد الفترة الحرجة للنبات موعد إزهاره.

الفترة الضوئية لنباتات النهار المتوسط عديدٌ من نباتات المناطق الاستوائيةمن **نباتات النهار المتوسط** intermediate – day plants. وهذا يعني أنها ستزهر ما دام عدد ساعات الظلام ليس كبيرًا ولا صغيرًا. ومن أمثلة هذه النباتات قصب السكر وبعض الحشائش.

الفترة الضوئية للنباتات المحايدة Day–neutral photoperiodism تزهر بعض النباتات بغض النظر عن عدد ساعات الظلام ما دامت تستقبل كمية كافية من الضوء اللازم لعملية البناء الضوئي ودعم النمو. إن النبات الذي يزهر في مدى فوق عدد ساعات الظلام هو **نبات النهار المحايد** day– neutral plant. ومن هذه النباتات الحنطة السوداء والذرة والقطن والطماطم والورد.

تجربة 7-1

المقارنة بين تراكيب الأزهار

كيف تختلف تراكيب الأزهار؟ إن إلقاء نظرة سريعة على حديقة أزهار أو محل بيع الأزهار تبين أن هناك تنوّعًا واسعًا من الأزهار. استقص كيف تختلف هذه الأزهار من نوع إلى آخر؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدول بيانات لتسجيل الملاحظات والقياسات المتعلقة بتراكيب **الأزهار**.
3. احصل على **الأزهار** المطلوبة لهذه التجربة من معلمك.
4. لاحظ الفروق في التركيب واللون والحجم والرائحة، وحذارِ من إتلاف الأزهار بأي طريقة.
5. ارسم تخطيطًا لكل زهرة، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.
6. أعد الأزهار إلى معلمك.

التحليل

1. **قارن** بين تراكيب الأزهار التي درستها.
2. **استنتج** لماذا كانت بتلات الأزهار مختلفة الألوان؟
3. **اقترح** تفسيرًا لاختلاف حجوم هذه الأزهار وأشكالها.

التقويم 1-7

الخلاصة

- الزهرة الكاملة لها سبلات وبتلات وأسدية وكربلة واحدة أو أكثر.
- يختلف شكل الأزهار من نوع إلى آخر.
- تميز بعض تراكيب الأزهار: نباتات ذوات الفلقة الواحدة عن نباتات ذوات الفلقتين.
- تجذب تكيفات الأزهار الملقّحات بصورة أكبر.
- يمكن أن يؤثر طول الفترة الضوئية في موعد الإزهار.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **قارن** بين وظائف كلٍّ من الأجزاء الأربعة للزهرة.
2. **صف** خصائص زهرة كاملة من نباتات ذوات الفلقة الواحدة وزهرة كاملة من نباتات ذوات الفلقتين
3. **قارن** بين الأزهار الكاملة والناقصة.
4. **توقع** نوع الفترة الضوئية التي يمكن أن تنتج أزهارًا في هذا الوقت من السنة.

التفكير الناقد

5. **صمّم تجربة** لعمل أزهار لنباتات النهار الطويل في أثناء الشتاء.
6. **قوّم** أهمية الملقّحات للأزهار في الأزهار الأحادية الجنس.
7. الكتابة في علم الأحياء

اكتب وصفًا من وجهة نظر إحدى الملقّحات في أثناء زيارةٍ لزهرة.

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

7-2

النباتات الزهرية
Flowering plants

الأهداف

- **تتبع** دورة حياة نبات زهري.
- **تصف** عملية الإخصاب وتكوين البذرة في نبات زهري.
- **تلخص** إنبات البذرة.

مراجعة المفردات

الهيكل الخلوي Cytoskeleton: ألياف البروتين الطويلة الرفيعة التي تشكّل هيكل الخلية.

المفردات الجديدة

النواتين القطبيتين
الإندوسبيروم
غلاف البذرة
الإنبات
الجذير
السويقة تحت الفلقية
الكُمون (الراحة)

الفكرة الرئيسة **يمكن أن تنمو البذور والثمار في النباتات الزهرية من الأزهار بعد الإخصاب.**

الربط مع الحياة هل تعد ثمار الطماطم من الخضراوات أو من الفواكه؟ علمًا بأن الطماطم ليست حلوة المذاق. قرّر في أثناء قراءتك لهذا القسم ما إذا كانت الطماطم من الخضراوات أو من الفواكه.

دورة الحياة Life Cycle

إن النباتات الزهرية هي الأكثر تباينًا وتوزيعًا بين مجموعات النبات، وهي فريدة لأن لها أزهارًا. للنباتات الزهرية دورات حياة متميزة، وهي ـ كغيرها من النباتات ـ تظهر تعاقبًا للأجيال. الجيل البوغي في النباتات الزهرية هو السائد، ويدعم الجيل المشيجي، وهي بهذا تشبه المخروطيات. ومع ذلك فإن هناك عديد من التباينات في عمليات تكاثر النباتات الزهرية.

نمو الطور المشيجي Gametophyte development يبدأ نمو الطور المشيجي الذكري والأنثوي في النباتات الزهرية في الزهرة غير المكتملة النمو. فالنباتات الزهرية مختلفة الأبواغ، أيْ أن الكرابل تنتج الأبواغ الأنثوية الكبيرة، في حين أن الأسدية تنتج الأبواغ الذكرية الصغيرة. تنقسم خلية متخصصة في البويضة داخل الكربلة انقسامًا منصفًا، فتنتج أربعة أبواغ كبيرة، تتحلّل ثلاثة منها وتضمحل عند فتحة النقير، ثم تنقسم نواة البوغ الكبير المتبقية (البعيدة عن النقير) ثلاثة انقسامات متساوية دون أن ينقسم السيتوبلازم، وتتواصل هذه الانقسامات المتساوية، وينمو البوغ الكبير إلى أن يصبح مكوّنًا من خلية واحدة كبيرة داخلها ثماني نوى، أربع منها عند كل طرف. تنتقل نواتان منها نحو المركز، وتتشكّل أغشية حول النوى الست الأخرى، **الشكل 6-7**. فتكون النتيجة تكوين ثلاث نوى عند كل جانب من جانبي الخلية، نواتان منها في المركز تُسميان **النواتين القطبيتين** polar nuclei، وتتحول واحدة من النوى الثلاث الموجودة قرب فتحة النقير إلى البييضة. إن الخلية التي تحوي البييضة والنوى السبع تمثل الطور المشيجي الأنثوي الناضج.

الشكل 6 – 7 تنتج الأبواغ الكبيرة عن انقسام منصف، في حين تنتج البويضة عن انقسام متساوٍ. لهذا النبات 12 كروموسومًا.

استنتج. عدد الكروموسومات في البويضة.

قد يحدث نمو الطور المشـيجي الأنثوي والطور المشـيجي الذكري في الوقت نفسـه، وقد لا يحدث. أما في المتك فتنقسـم خلايا متخصصة انقسامًا منصفًا، وتنتج أبواغًا صغيرة. وتنقسم النواة في كل بوغ ذكري صغير انقسامًا متساويًا ينتج عنه نواتان إحداهما كبيرة تسـمى النواة الأنبوبية (الخضرية)، والأخرى تسـمى النواة المولدة (التناسـلية). ويتكوّن جدار خلية سميك واقٍ حول البوغ الصغير. وعنـد هذه المرحلة يُعد البـوغ الصغير حبة لقاح أو طورًا مشـيجيًّا غير ناضج. يمكن أن يتعرف العلماء فصيلة النباتـات أو الجنس الذي تنتمي إليه حبة اللقاح بوسـاطة الطبقة الخارجية المميزة لجداره الخلوي. إن هذه الصفة مهمة للعلماء والمحققين الجنائيين. فقد اسـتعمل علماء الطب الجنائي لأكثر من خمسـين عامًـا الدليل المتوافر مـن حبوب اللقاح لتحديد مكان حـدوث بعض الجرائم التي ارتُكبت وزمانها. ويمكن لعلماء الآثـار القديمة أن يتتبعوا التاريخ الزراعي لمناطق محددة باستعمال أحافير حبوب اللقاح.

التلقيـح والإخصـاب Pollination and fertilization تعلمت في مطلع هذا الفصـل أن تكيفات الأزهار المختلفة قد تسـاعد على ضمـان الانتقال الناجح لحبوب اللقاح من المتك إلى المياسم في الكرابل. وعندما يحدث التلقيح تكوّن حبة اللقـاح أنبوب اللقاح وهو امتداد من حبة اللقاح- وينمو هذا الأنبوب عادة نحو الأسـفل داخل القلم في اتجاه المبيض. وتنتقل نواتا حبة اللقاح في أنبوب اللقاح نحو البويضة.

الربط مع الكيمياء قـد يحتوي الجدار المزخرف لحبـة اللقاح على مركبات تتفاعل مع المواد الكيميائية لميسـم الكربلة. يمكن أن تحفز هذه التفاعلات نمو أنبوب اللقاح أو تثبطه. فمثلاً في بعض أنواع الخشـخاش يتلف تفاعل كيميائي تكوين الهيكل الخلوي لحبة اللقاح، مما يثبط نمو أنبوب اللقاح، كما تمنع آليات مختلفة حبوب اللقاح غير المتطابقة مع الميسـم من إنتاج أنبوبة لقاح نشـيطة. عندما تسـتقر حبة لقاح متطابقة على الميسم فإنها تمتص مواد من الميسم، ويبدأ أنبوب اللقاح في التشكّل، **الشكل 7-7**، فتوجه النواة الأنبوبية نمو هذا الأنبوب، وإن كانت البحوث الحديثة قد أشارت إلى أن نمو أنبوب اللقاح نحو البويضة هو اسـتجابة جذب كيميائية. وفي بعض النباتات وجد أن الكالسيوم يؤثر في اتجاه نمو أنبوب اللقاح. يعتمد طول أنبوب اللقاح على طول الميسم، وقد يتراوح بين عدة سنتمترات إلى أكثر من 50 cm في بعض نباتات الذرة. وتنقسم النواة المولدة في أثناء نمو أنبوب اللقاح انقسامًا متساويًا، فتشكّل بذلك نواتي مشيجين مذكرين ليس لهما أسـواط. وتصبح حبة اللقاح الآن طورًا مشيجيًّا ذكريًّا ناضجًا. وعندما يصل أنبوب اللقاح إلى البويضة فإنه يمر عبر فتحة النقير ويحرّر نواتي المشيجين المذكريـن إلى المبيض، فتتحد إحدى النواتين مـع البييضة مكوّنة اللاقحة، أيْ الطور البوغي الجديد. أمّا نواة المشيج المذكر الثانية فتتحد مع النواتين القطبيتين في المركز لتتشكّل خلية ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n) أو الإندوسبيرم.

المفردات

مفردات أكاديمية

متطابق مع Compatible

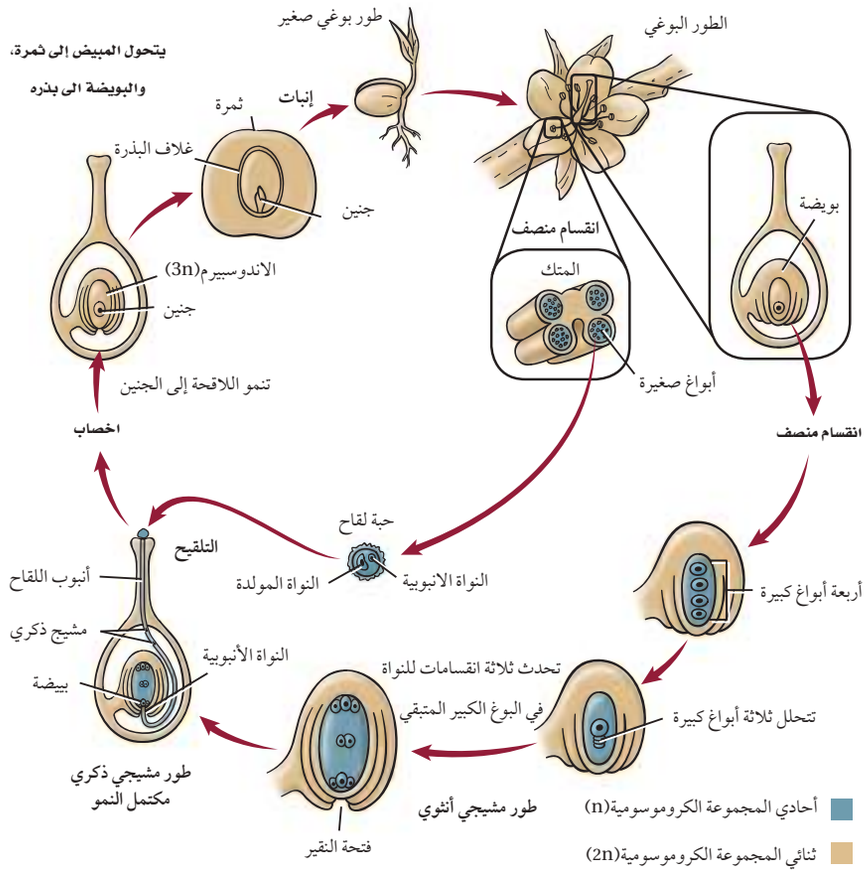
قابل للعمل مع بعضهما.

لأن حبـوب لقـاح الـذرة الزراعية متطابقة مع حبوب لقاح الذرة الحلوة، لذا يجب ألا يزرع المحصولان أحدهما قريب من الآخـر لكي لا تتلف الذرة الحلوة أو تتلوث.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446



■ **الشكل 7 – 7** تتضمن دورة حياة نبات زهري، مثل الخوخ، طورًا مشيجيًّا وآخر بوغيًّا. ويُحاط الطور المشيجي الذكري والأنثوي بأنسجة الطور البوغي.

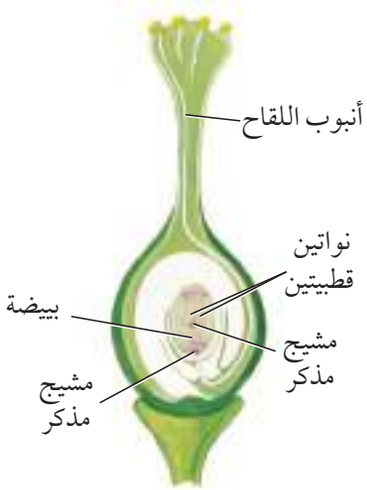
ونظرًا لحدوث عمليتي إخصاب في بويضة النباتات الزهرية فإن الإخصاب يسمى إخصابًا مزدوجًا، **الشكل 8–7**. يحدث الإخصاب المزدوج في النباتات الزهرية فقط. وتنمو بعد الإخصاب كلّ من البويضة لتكوّن البذرة والمبيض ليكوّن الثمرة.

نتائج التكاثر Result of Reproduction

يُعد الإخصاب بداية فقط لعملية طويلة تنتهي بتكوين البذرة. والبذرة في النباتات الزهرية جزء من الثمرة التي تتكوّن من المبيض، وأحيانًا من أجزاء أخرى من الزهرة.

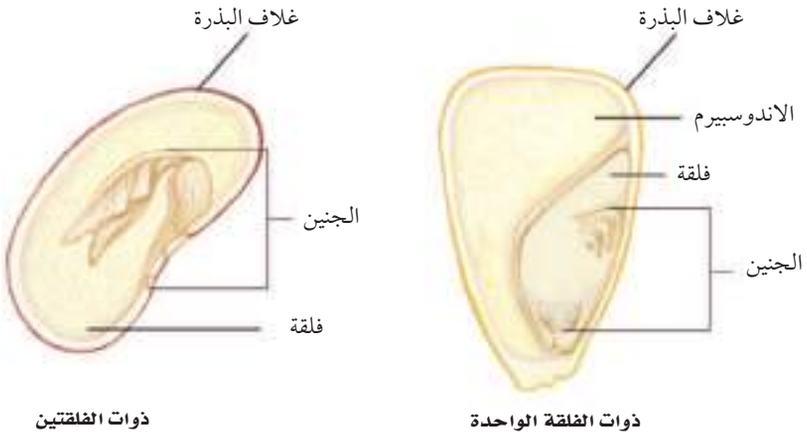
نمو البذرة والثمرة Seed and fruit growth يبدأ الطور البوغي حياته على صورة بويضة مخصبة، أو خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n). الانقسامات المتعددة للخلية تُنتج مجموعة من الخلايا تنمو أخيرًا، فتصبح جنينًا طولي الشكل له فلقة واحدة في نباتات ذوات الفلقة الواحدة، أو له فلقتان في نباتات ذوات الفلقتين. أما الخلية الثلاثية المجموعة الكروموسومية التي تشكّلت نتيجة للإخصاب المزدوج فتمر بعدة انقسامات، ويتشكّل نتيجة لذلك نسيج يسمى **الإندوسبيرم** endosperm يوفر التغذية للجنين. وتحدث هذه الانقسامات بسرعة في البداية ودون تكوّن جدار خلوي. أما الجدر الخلوية فتتكون عندما ينضج الإندوسبيرم. يشكّل الإندوسبيرم في بعض ذوات الفلقة الواحدة المكوّن الأساسي للبذرة، ويشكّل معظم كتلتها. فنخيل جوز الهند مثلاً أحادي الفلقة، ويشكّل السائل الموجود داخل الثمرة الطازجة إندوسبيرم سائلاً، أيْ خلايا دون جدر خلوية. وفي ذوات الفلقتين تمتص الفلقتان معظم نسيج الإندوسبيرم في أثناء نضج البذرة.

■ **الشكل 8 – 7** ينتج عن الإخصاب المزدوج تكوين أنسجة ثلاثية المجموعة الكروموسومية.



■ **الشـكل 9 – 7** تختلف بـذور نباتات ذوات الفلقـة الواحدة عن بـذور نباتات ذوات الفلقتين.

حدّد مصدر غذاء الجنين في كل بذرة.



ذوات الفلقتين — ذوات الفلقة الواحدة

لذا فإن الفلقتين في هذه المجموعة من النباتات توفر معظم الغذاء للجنين. ويبين **الشكل 9–7** أمثلة لبذور ذوات الفلقة وذوات الفلقتين. تتصلّب الطبقات الخارجية للبويضة وتشكّل نسيجًا واقيًا يسمى **غلاف البذرة** seed coat، في أثناء نضج الإندوسبيرم. وربما تكون قد لاحظت غلاف بذرة الفاصولياء أو البازلاء في أثناء أكلهما. إن غلاف البذرة هو الطبقة الرقيقة التي تنسـلخ أو تتشقق عند نقع البذور بالماء. هل أكلت يومًا ثمرة الطماطم أو الخيار، ولاحظت عدد البذور داخلها؟ قد يحتوي المبيض على واحدة من البويضات أو على عدة مئات، اعتمادًا على نوع النبات، فتحدث تغيرات في المبيض تؤدي إلى تكوين الثمرة، في حين تتحول البويضة إلى بذرة. تتكون الثمار عادة من جدار المبيض. وفي بعض الحالات تتشكّل الثمار من جدار المبيض ومن أعضاء زهرية أخرى. فبذور التفاح مثلاً توجد داخل لب يتحول من المبيض. أما النسـيج الطري الذي نأكله فينتج عن أجزاء أخرى من الزهرة. بعض الثمار ـ ومنها التفاح والبرتقال والدراق ـ لحمية طرية، في حين أن بعضها الآخر جاف وصلب، ومنه الجوز والحبوب. ادرس **الجدول 1–7** لتتعرف أنواع الثمار.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين تكوين البذور والثمار.

الجدول 1–7 **أنواع الثمار**

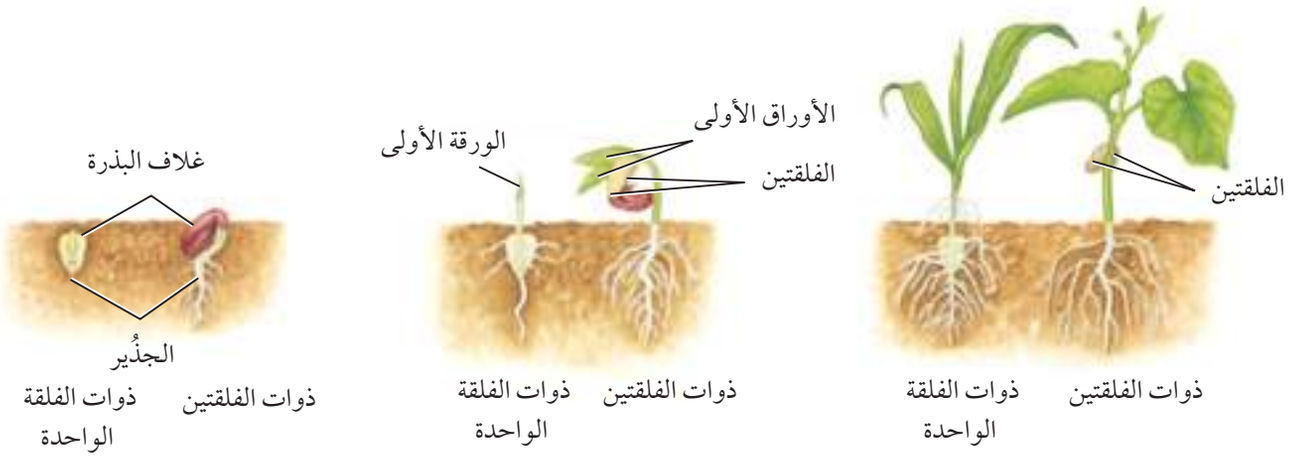
نوع الثمرة	أمثلة للأزهار والثمار	الوصف
ثمار لحمية بسيطة	الخوخ	ثمار لحمية بسـيطة، قد تحتوي على بذرة واحـدة أو أكثـر. ومنهـا ثـمار التفاح والمشـمش والعنب والبرتقال والطماطم والقرع والخوخ.
ثمار مجمعة (ملتحمة)	الفراولة	تتكوّن الثـمار المجمعة مـن أزهار ذات أعضـاء زهريـة عديدة يلتحـم بعضها ببعـض عندما تنضـج الثمـرة. ومنها الفراولة وأنواع العليق.

الثمار المركبة (المضاعفة)	أناناس	تتكوّن الثمار المركبة من أزهار عديدة تلتحم معًا عندما تنضج الثمار. ومنها التين والأناناس والتوت وبرتقال الهنود الحمر.
ثمار جافة	القرون	تكون هذه الثمار جافة عندما تنضج. ومنها القرون والمكسّرات والحبوب.

انتشار البذور Seed dispersal تساعد الثمار على انتشار البذور بالإضافة إلى حمايتها. ويزيد انتشار البذور بعيدًا عن النبات الأم من معدل بقاء النسل. فمثلاً، عندما تنمو نباتات عديدة في بقعة واحدة سيكون هناك تنافس على الضوء والماء والمغذيات في التربة. فالبذور التي تنمو بالقرب من النبات الأم وبالقرب من نباتات النسل الأخرى تتنافس جميعها على هذه المصادر. إن الثمار التي تجذب الحيوانات إليها تستطيع أن تنتقل بذورها مسافات بعيدة جدًّا عن النبات الأم.

الحيوانات التي تجمع الثمار أو تدفنها أو تخزنها لا تأكلها جميعها عادة، لذا فقد ينمو بعضها مرة أخرى. وتلتهم بعض الحيوانات ـ ومنها الغزلان والدببة والطيور – الثمار. وتمر البذور خلال قناتها الهضمية دون أن تتلفها ثم تخرجها مع البراز. ولبعض البذور تحورات تركيبية تمكّنها من الانتقال بوساطة الماء والحيوانات والرياح.

إنبات البذور Seed germination تسمى عملية بدء نمو الجنين **الإنبات** germination. وهناك عوامل عدة تؤثر في الإنبات، منها الماء والأكسجين ودرجة الحرارة. ولمعظم البذور درجة حرارة مثلى للإنبات. فمثلاً يمكن لبعض البذور أن تنبت عندما تكون التربة باردة، في حين تحتاج بذور أخرى إلى تربة أكثر دفئًا. ويبدأ الإنبات عندما تمتص البذرة الماء، إما بصورته السائلة أو على هيئة بخار ماء. وعندما تمتص الخلايا الماء تنتفخ البذرة، مما يؤدي إلى تشقق غلافها. كما ينقل الماء المواد الضرورية إلى المناطق النامية في البذرة. تساعد إنزيمات هاضمة على تحليل الغذاء المخزون داخل البذرة. ويشكّل هذا الغذاء المتحلّل والأكسجين المواد الخام لعملية التنفس الخلوي التي ينتج عنها تحرّر الطاقة، واستعمالها في نمو الجنين.



الشكل 10 – 7 يختلف إنبات بذور ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين.

يسمى الجزء الأول من الجنين الذي يظهر خارجًا من البذرة **الجذير** radicle، وهو الذي يبدأ امتصاص الماء والمواد المغذية من البيئة. وينمو الجذير لاحقًا إلى جذر النبات، **الشكل 10–7**.

وتسمى المنطقة من الساق الأقرب إلى البذرة **السويقة تحت الفلقية** hypocotyl، وهي في عديدٍ من النباتات أول جزء من البادرة يظهر فوق سطح التربة. وعندما

مختبر تحليل البيانات 1-7

بناءً على بيانات حقيقية

التمييز بين السبب والنتيجة

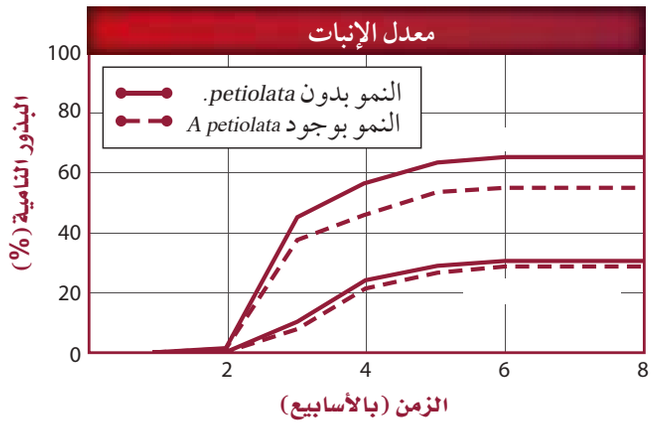
ما التأثير الجيني المسبِّب للمرض؟ تنتج بعض النباتات مواد كيميائية تؤثر في النباتات المجاورة لها في الطبيعة. ويسمى هذا بالتأثير الجيني المسبِّب للمرض. درس بعض العلماء العلاقة بين التأثير الجيني المسبب للمرض وانتشار بعض الأنواع النباتية غير المستوطنة ومنها خردل الثوم *Alliaria petiolata*. لقد استقصوا أثر خردل الثوم في إنبات بذور النباتات المستوطنة، ومنها: *Geum urbanum, Geum laciniatum.*

التفكير الناقد

1. صف أثر خردل الثوم في إنبات البذور.

2. صمّم تجربة. نبات الفا – الفا (البرسيم) المعروف بتأثيره الجيني المثبط لإنبات بعض البذور. استعمل بادرات البرسيم لاستقصاء أثرها في بذور تختارها.

البيانات والملاحظات



أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Prati, . and . Bossdrof. 2004. Allelo pathic inhibition of germination by Alliaria petiolata (Brassicacea). *Amer. Journal of Bot.* 91): 285- 288

تنمو "السويقة تحت الفلقية" في بعض ذوات الفلقتين تسحب الفلقتين والأوراق الجنينية خارج التربة. وعندما تصبح خلايا البادرة المحتوية على البلاستيدات الخضراء فوق التربة وتتعرض للضوء يبدأ البناء الضوئي.

يكون نمو البادرات مختلفًا بعض الشيء في ذوات الفلقة الواحدة؛ لأن الفلقة تبقى في التربة عادة عندما يخرج الساق من التربة.

تستطيع بعض البذور البقاء في ظروف البيئة القاسية، ومنها الجفاف والبرودة. وتنبت بعض البذور حالاً بعد انتشارها، في حين ينمو بعضها الآخر بعد فترات طويلة. بعض بذور القيقب Maple seed يجب أن تنمو خلال أسبوعين من انتشارها وإلا فلن تنمو على الإطلاق. وتدخل معظم البذور الناتجة عند نهاية فصل النمو في مرحلة **الكُمون** dormancy، وهي فترة لا يوجد فيها نموّ إطلاقًا، أو يوجد فيها نمو قليل جدًّا. إن فترة الكُمون تُعد تكيفًا يزيد معدل بقاء البذور المعرضة لظروف قاسية . ويختلف طول فترة الكمون من نوع إلى آخر.

التقويم 2-7

الخلاصة

- تشمل دورة حياة النباتات الزهرية تعاقبًا للأجيال.
- يحدث نمو الطور المشيجي في الزهرة.
- الإخصاب المزدوج خاصية فريدة بين النباتات الزهرية.
- توفر البذور الغذاء والحماية للنبات البوغي الجنيني.
- تحمي الثمار البذور وتساعد على انتشارها.
- تؤثر الظروف البيئية في إنبات البذور.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **ارسم** مخططًا لخطوات دورة حياة نبات زهري.
2. **لخّص** نمو الطور المشيجي الذكري.
3. **وضّح** التركيب الداخلي لبذرة نبات من ذوات الفلقتين.
4. **ناقش** أهمية الإخصاب المزدوج.
5. **اكتب** تبريرًا لاعتبار الطماطم من الخضراوات لا من الفواكه.

التفكير الناقد

6. **قوّم** الآلية التي تمنع حبوب اللقاح غير المتطابقة مع الميسم من إنتاج أنبوب اللقاح.
7. **قارن** بين الإنبات في بذور ذوات الفلقة وبذور ذوات الفلقتين.
8. الرياضيات في علم الأحياء

يمكن أن يتكوّن ثلاثة ملايين من البذور في قرن نبات الأوركيدا. فما نسبة الإنبات إذا زُرع ثلاثة ملايين بذرة ونبت منها 1,860,000 فقط؟

النباتات المعدّلة وراثيًّا (جينيًّا)

هل سبق أن تناولت رقائق الذرة وعصير البرتقال أو الخبز المحمّص في إفطارك؟ إذا كنت قد ابتعتها من محل بقالة فإنها غالبًا أغذية معدَّلة وراثيًّا. لقد عدّل الإنسان في صفات النباتات منذ قرون بوساطة التهجين الانتقائي. ولم يتمكّن العلماء من تعديل التكوين الوراثي للنباتات إلا حديثًا.

ما النباتات المعدّلة وراثيًّا؟ قبل معرفة الهندسة الوراثية، كان هناك التهجين الانتخابي. فإذا أصاب العفن محصول الذرة مثلًا فإن المزارع ينتقي البذور من النباتات التي لم تظهر عليها الإصابة. وإذا استمر المزارع في انتخاب بذور من نباتات لم تصب بالفطر تتكوّن لدينا سلالة مقاومة للفطريات بمرور الزمن.

ثمرة الطماطم هذه لا تبدو مختلفة، ولكنها كانت قد عُدلت لكي لا تصبح طرية قبل النضج فتتلف.

تمكّن العلماء في السنوات الحديثة من نقل الجينات بين أنواع من النباتات لتغييرها. فجينات مقاومة الحشرات أو الأمراض نُقلت من سلالة من نبات إلى سلالة أخرى من النوع نفسه. وبصورة عامة فإن النباتات التي تنتج عن نقل للجينات بين الأنواع تُعد آمنة للأكل.

وقد أُنتج عام 1994م أول غذاء معدّل وراثيًّا، ألا وهو ثمار طماطم لا تنضج قبل الأوان، فلا تصبح عرضة للتلف سريعًا، وأصبحت متوافرة للناس كافة.

Genetically Modified Plants

ما فوائد النباتات المعدّلة وراثيًّا؟ بالإضافة إلى الطماطم التي لا تتلف بسرعة أنتجت تعديلات أخرى بذورًا لها قيمة غذائية محسَّنة يمكن استعمالها في المنتجات الصناعية.

كما تم إنتاج نباتات ذات مقاومة للمبيدات العشبية وللفيروسات والأمراض، ومنتجات نباتية ذات فترة تخزين أطول. كما أنتجت نباتات مقاومة للظروف البيئية الصعبة. وهكذا أصبح لدى المزارعين محاصيل أكثر إنتاجًا، واستعملوا الأراضي بصورة أكثر كفاءة. ويجرى في الوقت الحاضر اختبار قدرة النباتات المعدّلة وراثيًّا على إنتاج أدوية ضد بعض الأمراض مثل: الإيدز والتدرن الرئوي والسكري والسعار.

ما عيوب النباتات المعدّلة وراثيًّا؟ يكمن العيب الرئيس للنباتات المعدلة وراثيًّا في أخطارها المحتملة البعيدة المدى. كما أن هناك خطرًا يتمثل في احتمال دخول الجينات المعدلة إلى مجموعات المخلوقات الحية البرية (الأصيلة). وقد بيّن العلماء فعلاً أن النباتات الناقلة للجينات (العابرة) أقدر على التلقيح الخلطي مع النباتات الأخرى عشرين مرة من النباتات التي تحدث بها الطفرات الطبيعية.

يُعدّ الجين الفاصل (جين النهاية) terminator أكثر التعديلات الوراثية إثارة للجدل. فالنباتات التي لديها هذا الجين لا تستطيع بذورها الإنبات. وهذا يعني أن المزارع لا يستطيع أن ينتقي بذورًا من محصوله الحالي من أجل الزراعة مستقبلاً. ويُعدّ جمع البذور في كثير من البلدان الوسيلة الوحيدة للحصول على مصدر للبذور للزراعة في فصول قادمة. وقد توقفت الشركة صاحبة براءة الاختراع عن تطويره، وإن كان لديها الخيار في استئناف نشاطها في المستقبل.

مناظرة في علم الأحياء

ناقش هل يجب أن يستمر تعديل أنواع النباتات وراثيًا دون مراقبة وتنظيم؟ قدم الأدلة العلمية التي تدعم رأيك لإقناع وجهة النظر المعارضة.

مختبر الأحياء

كيف تقارن بين أزهار ذوات الفلقة وذوات الفلقتين؟

الخلفية النظرية: **الأزهار هي تراكيب التكاثر في النباتات الزهرية، وهناك تنوّع كبير في أشكال الأزهار. يصنّف العلماء النباتات الزهرية في مجموعتين، هما: ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين، بناءً على تركيب بذورها. لكن تراكيب أزهارهما تختلف أيضًا. استقص الفروق بين هاتين المجموعتين من النباتات بتنفيذ هذه التجربة.**

سؤال: ما الفروق التركيبية بين أزهار ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين؟

المواد والأدوات

- أزهار نباتات ذوات فلقة واحدة.
- أزهار نباتات ذوات فلقتين.
- أقلام ملوّنة.
- اختر موادّ أخرى تناسب هذه التجربة.

احتياطات السلامة

تحذير: *استعمل أدوات التشريح بحذر شديد.*

خطط ونفذ التجربة

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اختر بعض الصفات لأزهار ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين لملاحظتها والمقارنة بينهما.
3. صمّم جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك حول أزهار المجموعتين، وضمنه رسمًا تخطيطيًّا لكل نوع من الأزهار.
4. تأكد أن معلمك قد أقرّ خطتك قبل البدء في تنفيذها.
5. اجمع الملاحظات كما خططت لها.
6. استعمل الألوان لكتابة أسماء كل من التراكيب التكاثرية الذكرية والأنثوية على أجزاء الزهرة من ذوات الفلقة الواحدة التي رسمتها.
7. أعد الخطوة 6 باستعمال رسم زهرة من ذوات الفلقتين.
8. **التنظيف والتخلص من الفضلات** تخلّص من أجزاء الأزهار بصورة صحيحة. ونظّف جميع الأدوات، كما يرشدك معلمك، وأعد كل شيء إلى مكانه الصحيح.

حلّل ثم استنتج

1. **قارن** بين خصائص أزهار نباتات ذوات الفلقة الواحدة وأزهار ذوات الفلقتين.
2. **استنتج.** أيّ الأزهار التي فحصتها كانت من ذوات الفلقة الواحدة؟ وأيّها من ذوات الفلقتين؟
3. **تحليل الخطأ.** قارن بين بياناتك وبيانات زملائك في الصف. واشرح أيّ فروق تجدها.

طبّق مهاراتك

استقصاء ميداني زر محل بيع أزهار أو بيتًا زجاجيًّا أو حديقة نباتات وحدك أو مع أحد أصدقائك. وضع قائمة بالنباتات ذوات الفلقة والنباتات ذوات الفلقتين التي تشاهدها في الموقع، بناءً على تركيب أزهارها. استأذن قبل لمس النباتات.

الفصل 7

دليل مراجعة الفصل

المطويات وضّح كيف يحدث الإخصاب المزدوج في النباتات الزهرية.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
7–1 الأزهار	
السبلة البتلة السداة الكربلة (المتاع) الفترة الضوئية الفترة الحرجة نباتات النهار القصير نباتات النهار الطويل نباتات النهار المتوسط نباتـــات النهار المحايد	**الفكرة الرئيسة** **الأزهار هي التراكيب التكاثرية في النباتات الزهرية.** • الزهرة الكاملة لها سبلات وبتلات وأسدية وكربلة واحدة أو أكثر. يختلف شكل الأزهار من نوع إلى آخر. • تميز بعض تراكيب الأزهار نباتات ذوات الفلقة الواحدة عن نباتات ذوات الفلقتين. • تجذب تكيفات الأزهار الملقِّحات بصورة أكبر. • يمكن أن يؤثر طول الفترة الضوئية في موعد الإزهار.
7–2 النباتات الزهرية	
النواتين القطبيتين الإندوسبيرم غلاف البذرة الإنبات الجُذير السويقة تحت الفلقية الكُمون (الراحة)	**الفكرة الرئيسة** **يمكـــن أن تنمو البذور والثمار في النباتات الزهرية من الأزهار بعد الإخصاب.** • تشمل دورة حياة النباتات الزهرية تعاقبًا للأجيال. • يحدث نمو الطور المشيجي في الزهرة. • الإخصاب المزدوج خاصية فريدة بين النباتات الزهرية. • توفر البذور الغذاء والحماية للنبات البوغي الجنيني. • تحمي الثمار البذور وتساعد على انتشارها. • تؤثر الظروف البيئية في إنبات البذور.

الفصل 7 التقويم

7–1

مراجعة المفردات

ميّز بين المفردات في كل مجموعة مما يأتي:

1. الكربلة، الأسدية.

2. نبات النهار الطويل، نبات النهار القصير.

3. البتلة، السبلة.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

4. أيّ أعضاء الزهرة الآتية ينتج حبوب اللقاح؟

a. السداة.
b. الكربلة.
c. البتلات.
d. السبلات.

5. ما ظروف الضـــوء والظلام التي تنتج أزهارًا في نباتات النهار القصير؟

a. ساعات الظلام أكثر من ساعات الضوء.
b. ساعات الظلام أقل من ساعات الضوء.
c. ساعات الظلام مساوية لساعات الضوء.
d. ساعات الظلام وســاعات الضوء ليست عوامل مهمة.

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 6

6. أيّ المفردات الآتية تصف الزهرة السابقة؟

a. ثنائية الجنس، كاملة.
b. ثنائية الجنس، ناقصة.
c. أحادية الجنس، ناقصة.
d. أحادية الجنس، كاملة.

7. أفضل وصف لإنتاج حبـــوب اللقاح في أزهار تلقحها الرياح هو:

a. كمية قليلة من حبوب اللقاح.
b. حبوب اللقاح أكبر حجمًا.
c. كمية أكبر من حبوب اللقاح.
d. كمية أكبر من الرحيق.

8. أيّ المصطلحات الآتية يصف أزهار ذوات الفلقة الواحدة؟

a. أربع سبلات، أربع بتلات.
b. خمس سبلات، عشر بتلات.
c. اثنتا عشرة سبلة، اثنتا عشرة بتلة.
d. أربع سبلات، ثماني بتلات.

أسئلة بنائية

9. إجابة قصيرة. اشرح لماذا لا يُعدّ مصطلحا النهار القصير والنهار الطويل مناسبين لوصف هذين النوعين من النباتات الزهرية.

10. نهاية مفتوحة. اقترح تكيفًا في الزهرة يجعل الماء ضروريًّا للتلقيح. برّر اقتراحك.

11. إجابة قصيرة. وضّح كيف أن التكيف في تركيب الزهرة يجعل التلقيح أكثر نجاحًا.

التفكير الناقد

12. صمّم تجربة تختبر بها قدرة الفراشات على التمييز بين زهرة حقيقية وزهرة اصطناعية.

13. قوّم مزايا الفترة الضوئية.

7-2

مراجعة المفردات

اشرح العلاقة بين المفردات في كل زوجٍ من الآتي:

14. الكُمون، الإنبات.

15. السويقة تحت الفلقية، الجذير.

16. النواتان القطبيتان، الإندوسبيرم.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

17. أيّ من الآتي لا يُعد جزءًا من البذرة؟

a. الفلقة.
b. الجنين.
c. الإندوسبيرم.
d. حبة اللقاح.

18. ما الذي يصف جنين النباتات الزهرية؟

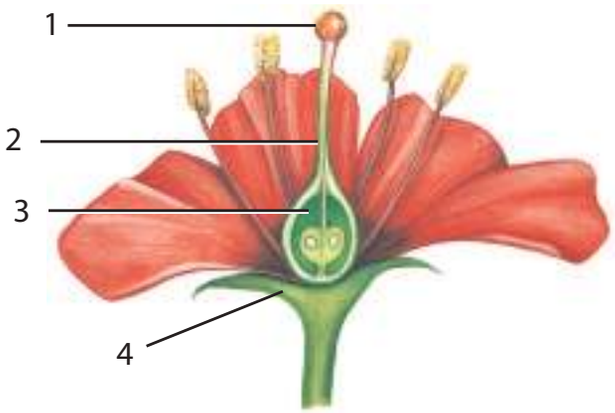
a. ثنائي المجموعة الكروموسومية.
b. أحادي المجموعة الكروموسومية.
c. يتكون من ثلاثة طبقات من الخلايا.
d. ثلاثي المجموعة الكروموسومية.

7 تقويم الفصل

19. أيّ التراكيب الآتية تنمو منها حبة اللقاح؟

a. البويضة.
b. الجنين.
c. الإندوسبيرم.
d. البوغ الصغير.

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 20.



20. أيّ التراكيب في الشكل أعلاه تكوّن الثمرة عادة؟

a. 1 **c.** 3
b. 2 **d.** 4

21. ما الفترة غير النشطة للبذرة؟

a. تعاقب الأجيال.
b. الكُمون.
c. الإخصاب.
d. طول الفترة الضوئية.

أسئلة بنائية

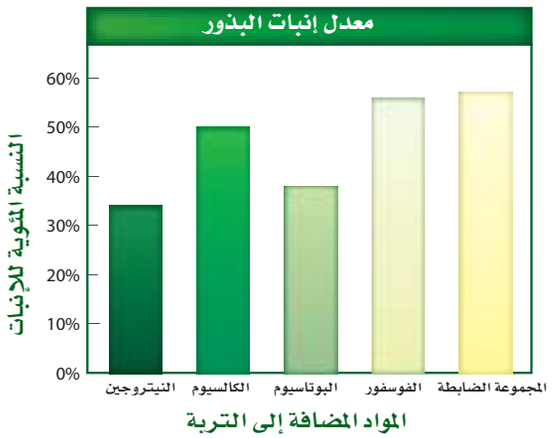
22. إجابة قصيرة. اشرح لماذا يكون انتشار الثمار أو البذور مهمًّا.

23. نهاية مفتوحة. كَوِّن فرضية حول سبب إنتاج الطور المشيجي الأنثوي في نبات الزهرية للعديد من النوى، علمًا بأنه يحتاج إلى نواتين فقط من أجل الإخصاب.

24. نهاية مفتوحة. عندما تنبت بذرة، كما في **الشكل 10—7**، يكون الجذير أول تركيب يشق غلاف البذرة عادة، لماذا يُعد هذا مفيدًا للجنين؟

التفكير الناقد

استعمل الرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤالين 25، 26.



25. قارن بين تأثير كل من المواد المضافة إلى التربة في معدل الإنبات مقارنة بالمجموعة الضابطة التي لم تتعرض للمواد المضافة.

7 تقويم الفصل

26. قارن بين تأثير كل من المواد المضافة إلى التربة في معدل الإنبات مقارنة بتأثيرها في المجموعة الضابطة.

27. صمّم تجربة تختبر فيها أثر الكميات المختلفة من المواد المضافة إلى التربة في معدل الإنبات. واختر إحدى المواد المضافة إلى التربة المدرجة في الشكل أعلاه.

تقويم إضافي

28. الكتابة في علم الأحياء اكتب قصة قصيرة حول حياة حبة لقاح.

أسئلة المستندات

يزهر نبات النهار المتعادل بسرعة أكبر عندما يتم تطعيمه مع نبات النهار القصير سبق تعريضه للفترة الحرجة. كما أن نبات نهار متعادل آخر يزهر بسرعة أكبر عندما يتم تطعيمه مع نبات نهار طويل سبق تعريضه للفترة الحرجة. بناء على ما سبق ،اجب على الأسئلة التالية.

29. افحص الرسمين، وضع فرضية حول إزهار نبات النهار المتعادل المُطعَّم قبل نبات النهار المتعادل غير المُطعَّم.

30. توقع ما الذي يحدث لو أن نبات نهارطويل طُعّم مع نبات نهار قصير وعُرّض للفترة الحرجة لنبات النهار القصير.

31. صمّم تجربة تحدّد بها "أطول نهار" يمكن أن تزهر فيه نباتات النهار الطويل.

اختبار مقنن

اسئلة الاختيار من متعدد

1. أيّ التراكيب في الشكل أعلاه يُعدّ جزءًا من أعضاء التكاثر الذكرية في الزهرة؟

a. 1 **c.** 3

b. 2 **d.** 4

2. تعد ثمار الأناناس من:

a. الثمار الجافة.

b. الثمار الملتحمة (المجمعة).

c. الثمار اللحمية البسيطة.

d. الثمار المركبة المضاعفة.

3. ما الملقّح الأساسي للمخروطيات؟

a. الطيور. **c.** الماء.

b. الحشرات. **d.** الرياح.

4. أيّ الألوان الآتية أكثر جذبًا للملقحات، مثل الخفافيش وحشرة العثّ؟

a. الأزرق. **c.** البني.

b. الأحمر. **d.** الأبيض.

أسئلة الإجابات القصيرة

5. طُلب إليك أن تستخلص بعض الصبغات من نباتات بغلي أوراقها وأزهارها وبتلاتها في محلول. ما الأدوات اللازمة لهذه التجربة التي تحقق شروط السلامة في استعمالها؟ وما الأسباب التي دعتك لاختيارها؟

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

الصف	2–1	2–1	2–1	2–1	2–1
الفصل/ القسم	7–1	7–2	7–1	7–1	7–1
السؤال	1	2	3	4	5

المصطلحات

مسرد المصطلحات

(أ)

الأُذين atrium: أحد حجرات القلب التي تستقبل الدم من الجسم.

الأنبوب الغربالي tracheid element: خلايا في اللحاء تحوي السيتوبلازم وليس بها نوى.

الأكسين auxin: هرمون نباتي ينتقل في اتجاه واحد فقط، أي بعيدًا عن الجانب الذي ينتج فيه ويسبب استطالة الخلايا.

الإثيلين ethylene: هرمون نباتي غازي يؤثر في نضج الثمار.

الانتحاء tropism: استجابة النبات لمؤثرات خارجية في اتجاه محدد.

الإندوسبرم endosperm: نسيج يوفر الغذاء للجنين النامي في بذرة النباتات المزهرة.

الإنبات germination: بداية نمو جنين البذرة.

استجابة الحركة Nastic responses: استجابة النبات التي تسبب الحركة بغض النظر عن اتجاه المنبه.

الأوعية الخشبية xylem: نسيج نباتي وعائي ينقل الماء والمعادن المذابة فيه من الجذور عبر النبات، ويتكوّن من الأوعية الخشبية والقصيبات.

(ب)

البطين ventricle: حجرتا القلب السفليتان، تضخ إحداهما الدم من القلب إلى الرئتين، والأخرى من القلب إلى جميع أنحاء الجسم.

البشرة epidermis: نسيج خارجي يشكّل الغطاء الخارجي للنبات.

البتلة Petal: تركيب ملون في الزهرة يجذب الملقّحات، ويشكّل محطة للوقوف عليها.

البيضة الرهلية الأمنيونية amniotic egg: بيضة توفر بيئة كاملة لنمو الجنين؛ فبالإضافة إلى كيس المح الذي يغذي الجنين هناك أغشية داخلية، وكذلك قشرة خارجية للحماية.

البذرة seed: تركيب نباتي متكيف في النباتات الوعائية تحوي الجنين ومواد مغذية، ومغطاة بطبقة واقية.

(ث)

ثابت درجة الحرارة endothermic: حيوان يمكن أن ينظم حرارة جسمه داخليًّا عن طريق عمليات الأيض.

الثدييات الكيسية marsupials: ثدييات تنمو صغارها لفترة قصيرة داخل الرحم، وبعد الولادة يستمر نموها فترة أطول داخل كيس (جراب).

الثدييات الأولية monotremes: ثدييات تتكاثر بوضع البيض. ومن الثدييات الأولية التي تعيش حاليًّا آكل النمل الشوكي ومنقار البط.

الثدييات المشيمية placental mammal: ثدييات لها مشيمة، تلد صغارًا مكتملة النمو لا تحتاج إلى النمو داخل كيس (جراب).

الثالوس Thallus: تركيب مجزأ ولين في الحشائش الكبدية.

ثنائية الحول biennial: نبات يتم دورة حياته في عامين.

(جـ)

جهاز وعائي مائي water vascular system: جهاز يمتلئ بالسوائل، وأنابيب مغلقة تمكّن شوكيات الجلد من ضبط الحركة والحصول على الغذاء.

جهاز الخط الجانبي lateral line system: مستقبلات حسية تمكّن الأسماك من اكتشاف الاهتزازات أو الأمواج الصوتية في الماء.

جيوب بلعومية pharyngeal Pouch: أحد التراكيب الزوجية، متصل بأنبوب عضلي يبطّن تجويف الفم والبلعوم في أجنة الحبليات.

الجبريلينات Gibberellins: مجموعة هرمونات نباتية تنتقل بواسطة الأنسجة الوعائية، وتؤثر في نمو البذرة، وتنبه انقسام الخلايا، وتسبب استطالتها.

الجُذير radicle: الجزء الأول من الجنين، الذي ينمو من البذرة، ويبدأ بامتصاص الماء والمواد المغذية من البيئة.

(ح)

حبليات chordates: حيوانات من شعبة الحبليات لها حبل عصبي ظهري أنبوبي، وحبل ظهري، وجيوب بلعومية، وذيل خلف شرجي في بعض مراحل النمو.

حبل ظهري notocord: تركيب مرن يشبه القضيب، ويمتد على طول جسم الحبليات، ويمكّن الجسم من الانثناء منتجًا حركات من جانب إلى جانب آخر.

حبل عصبي ظهري أنبوبي dorsal tubular nerve cord: حبل عصبي في الحبليات يشبه الأنبوب، يستقر فوق أعضاء الهضم.

الحضانة incubation: تعني إبقاء الظروف ملائمة لفقس الصغار، وترقد الطيور على البيض لحضنه.

حويصلة عضلية ampulla: كيس عضلي يوجد في شوكيات الجلد ينقبض لدفع الماء إلى الأنبوب القدمي، مما يؤدي إلى تمدده.

الحجاب الحاجز diaphragm: صفيحة عضلية تقع تحت الرئتين، تفصل التجويف الصدري عن التجويف البطني في الثدييات.

الحمل gestation: مدة زمنية يتم خلالها نمو الجنين في الرحم قبل أن يولد، وتعتمد مدتها على نوع المخلوق الثديي.

الحامل البوغي strobilus: وهو تجمّع متراصّ من التراكيب الحاملة للأبواغ. وتنتشر الأبواغ الصغيرة التي ينتجها الحامل البوغي عادة بوساطة الرياح، وعندما يستقر البوغ في بيئة مناسبة، فإنه ينمو ليشكّل النبات المشيجي.

حبل ظهري notchord: تركيب مرن يشبه العصا، يمتد على طول جسم الحيوان الفقاري، ويساعد على انحناء الجسم وأداء حركاته الجانبية.

(خ)

الخلايا البرنشيمية parenchyma cells: خلايا نباتية كروية الشكل رقيقة الجدران توجد في معظم أجزاء النبات، وتقوم بعملية البناء الضوئي وتبادل الغازات والحماية وخزن المواد وتعويض التالف من الأنسجة واستبدالها.

الخلايا الكولنشيمية collenchyma cells: خلايا نباتية طولية الشكل عادة، وتعطي النبات مرونة، كما توفر الدعم للأنسجة المجاورة، وتقوم باستبدال الأنسجة التالفة أو إصلاحها.

الخلايا الإسكلرنشيمية sclerenchyma cells: خلايا نباتية تفتقر إلى السيتوبلازم والمكوّنات الحية الأخرى عندما تنضج، فتشكّل بذلك جدرًا خلوية سميكة قاسية توفر الدعامة للنبات كما تنقل المواد.

الخلية الحارسة Guard Cell: واحدة من الخلايا المزدوجة تعمل على فتح ثغور النباتات وإغلاقها عن طريق تغيير شكلها.

الخلية المرافقة companion cell: خلية نباتية ذات نواة تزود أجزاء الأنابيب الغربالية الناضجة بالطاقة اللازمة لنقل المواد المذابة في لحاء النباتات الوعائية.

الخشب xylem: هو النسيج الوعائي الناقل للماء، ويتألف من خلايا متخصصة، هي الأوعية الخشبية والقصيبات.

(د)

درع بطني plastron: الجزء البطني لدرع السلحفاة.

الدرع الظهري (الواقي) carapace: الجزء الظهري من صدفة السلحفاة.

(ذ)

ذيل خلف شرجي Postanal tail: تركيب في الحبليات يستخدم بشكل أساسي في الحركة.

(ر)

ريش feather: نمو متخصص لجلد الطيور يستعمل للطيران والعزل.

ريش زغبي down feather: ريش طري تحت ريش الطائر المحيطي، وظيفته العزل عن طريق حجز الهواء.

ريش محيطي contour feather: ريش ذو قصبات يغطي جسم الطائر وأجنحته وذيله، ويحدد شكل الجسم.

الرايزوم Rhizome: ساق تحت أرضية سميكة للخنشار تعمل كعضو مخزن للغذاء.

الرحم uterus: عضو عضلي أنثوي يشبه الكيس، ينمو الجنين داخله.

(ز)

زعنفة fin: تركيب يشبه المجذاف في السمكة أو بعض المخلوقات المائية الأخرى يستعمل للسباحة والاتزان والاندفاع.

(س)

السبلات Sepals: أعضاء زهرية تحمي البرعم الزهري.

السويقة تحت الفلقية hypocotyl: منطقة من الساق الأقرب إلى البذرة.

السايتوكاينينات Cytokinins: هرمونات تحفز النمو، يتم إنتاجها في الخلايا السريعة الانقسام. وهي تنتقل إلى الأجزاء الأخرى من النبات عبرأوعية الخشب.

سداة stamen: أعضاء التكاثر الذكرية في معظم الأزهار؛ وتتكون من الخيط والمتك.

السنوي annual: نبات يكمل دورة حياته في فصل نمو واحد أو أقل

(ش)

الشق البلعومي pharyngeal pouch: في أجنة الفقاريات، أحد التراكيب المزدوجة، يربط بين الأنبوب العضلي الذي يبطن تجويف الفم والمريء.

(ط)

الطاقة ATP (أدينوسين ثلاثي الفوسفات): جزيء حيوي يزود خلايا الجسم بالطاقة الكيميائية.

(ع)

عرف عصبي neural crest: مجموعة من الخلايا تتكون من الطبقة الخارجية للجنين وتساهم في تكوين العديد من تراكيب الفقاريات.

عظمة القص sternum: عظمة صدر كبيرة تتصل بها العضلات التي تستخدم في تحليق الطيور وطيرانها.

عضو جاكوبسون jacobson's organ: تركيب يشبه الكيس، يحس برائحة المواد، ويوجد على قاع التجويف الفمي للأفاعي.

(غ)

الغدة gland: عضو أو مجموعة من الخلايا تفرز مادة تستعمل في مكان آخر في الجسم.

غدة دهنية (زيتية) oil gland: غدة تفرز الزيت، توجد بالقرب من قاعدة ذيل الطائر.

غدة لبنية mammary gland: غدة تنتج وتفرز الحليب لتغذية الصغير النامي وتوجد في الثدييات.

الغشاء الرامش nictitaing membrane: جفن شفاف يتحرك على سطح العين، يحميها من الجفاف على اليابسة، ويحميها أيضًا تحت الماء، ويوجد في البرمائيات.

غشاء الطبلة ear drum: غشاء بيضوي الشكل، رقيق شبه شفاف، يفصل الأذن الوسطى عن الأذن الداخلية، ويسمى أيضًا طبلة الأذن.

الغضروف cartilage: مادة مرنة قاسية، تكوّن هياكل الفقاريات أو أجزاء منها.

الغطاء الخيشومي operculum: قطعة متحركة واقية تغطي خياشيم الأسماك، وتساعد على ضخ الماء الذي يدخل الفم، ويتحرك فوق الخياشيم.

غلاف البذرة seed coat: طبقة من النسيج تتشكّل من تصلّب الأغلفة الخارجية للبويضة.

الغشاء الرهلي (الأمنيون) amnion: غشاء يُحيط بالجنين مباشرة، مملوء بسائل رهلي يحمي الجنين خلال فترات نموّه.

(ف)

الفلقة cotyledon: تركيب في البذرة يخزن الغذاء أو يساعد على امتصاص الغذاء للنبات البوغي في النباتات الوعائية البذرية.

الفترة الضوئية Photoperiodism: استجابة النبات أو الحيوان إلى طول فترة الضوء أو الظلمة التي يتعرض لها.

الفترة الحرجة The critical period: بداية نمو الزهرة في كل نوع من النبات استجابةً لعدد من ساعات الظلام.

(ق)

قدم أنبوبية tube feet: قدم عضلية صغيرة، أنابيب تمتلئ بالسائل وتنتهي بماصة تشبه الفنجان، تمكّن شوكيات الجلد من الحركة وجمع الغذاء.

القشرة المخية cerebral cortex: طبقة من المخ كثيرة الانثناءات، مسؤولة عن تنسيق النشاطات الإرادية، والذاكرة، والمقدرة على التعلّم.

القشور scales: تراكيب صغيرة، منبسطة، تشبه الصفيحة توجد قريبة من سطح الجلد عند معظم الأسماك، يمكن أن تكون دائرية أو معيَّنية أو لوحِيّة أو مشطية الشكل.

القصيبات tracheids: خلايا نباتية طويلة أسطوانية الشكل يمر فيها الماء من خلية إلى أخرى عبر نهايات مثقَّبة.

(ك)

كيس هوائي air sac: في الطيور، تركيب خلفي وأمامي يستخدم في التنفس، يسبب جريانًا للهواء المؤكسج فقط خلال الرئتين.

الكمبيوم الوعائي vascular Cambium: أسطوانة رقيقة من الأنسجة المرستيمية تنتج خلايا نقل جديدة.

الكمبيوم الفليني cork cambium: نسيج مرستيمي يكوِّن خلايا ذات جدران قاسية تشكّل طبقة واقية خارجية على السيقان والجذور.

الكربلة pistil: التركيب التكاثري الأنثوي في الزهرة؛ يتكوّن عادة من الميسم والقلم والمبيض.

الكيس البوغي (بثرة) sorus: تركيب في الخنشار يتكوّن من تجمع المحافظ البوغية، ويقع عادة على السطح السفلي لورقة الخنشار.

الكُمون (الراحة) dormancy: وهي فترة لا يوجد فيها نموّ إطلاقًا، أو يوجد فيها نمو قليل جدًّا

(ل)

لافقاريات حبلية invertebrate chordates: حبليات بدون عمود فقري.

لواقط قدمية pedicellariae: تراكيب صغيرة تشبه الكلابات تساعد شوكيات الجلد على إمساك الأجسام الغريبة عن الجلد وإزاحتها.

اللافقاري الحبلي invertebrate chordate: حيوان حبلي بدون دعامة ظهرية.

اللحاء phloem: نسيج نباتي وعائي يتكون من الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة وينقل السكريات المذابة والمركبات العضوية الأخرى من الأوراق إلى الساق والجذور ومن الجذور إلى السيقان والأوراق.

(م)

مصفاة madreporite: فتحة شبيهة بالمصفاة، حيث تدخل المياه إلى النظام الوعائي المائي في أغلب شوكيات الجلد.

متغير درجة الحرارة exothermic: حيوان لا يمكن أن ينظم درجة حرارة جسمه بوساطة عملياته الأيضية، ويحصل على حرارة جسمه من البيئة الخارجية.

مثانة عوم swim bladder: فراغ داخلي مملوء بغاز في الأسماك العظمية تسمح لها بتنظيم طفوها في الماء.

المجمع cloaca: الحجرة التي تستقبل فضلات الهضم، وفضلات البول، والبيوض أو الحيوانات المنوية قبل أن تغادر الجسم، يكون في البرمائيات.

المُخيخ cerebellum: جزء من الدماغ مسؤول عن توازن الجسم وتنسيق حركاته.

المشيمة placenta: في معظم الثدييات، عضو متخصص يوفر الغذاء والأكسجين للجنين النامي، ويخلصه من الفضلات

المخروط cone: تركيب يحوي التراكيب التكاثرية الذكرية أو الأنثوية في السيكادا وغيرها من معرّاة البذور.

مَحفظة الأبواغ sporangium: كيس يحوي أبواغًا يحفظها ويحميها من الجفاف.

معدل الأيض metabolism: جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في جسم المخلوق الحي.

المعمر perennial: نبات يستطيع العيش سنوات عديدة.

(ن)

النسيج الأساسي ground tissue: نسيج نباتي يتكوّن من خلايا برنشيمية وكولنشيمية وإسكلرنشيمية.

النسيج المولد Meristematic tissue: تكون مناطق تنقسم خلاياها بسرعة وهي ذات أنوية كبيرة وفجوات صغيرة تتحول أثناء نموها إلى أنواع عديدة ومختلفة من خلايا النبات.

نواتان قطبيتان polar nuclei: نواتان في مركز البوغ الأنثوي الكبير في النباتات الزهرية.

النبات الهوائي epiphyte: نبات يعيش متعلقًا بنبات آخر أو جسم آخر. وعندما تنمو النباتات الهوائية عند قمم الأشجار تصبح بيئة أخرى مناسبًة للحشرات والحيوانات الصغيرة عند قمة أشجار الغابة.

النبات السنوي annual : نبات يكمل دورة حياته في فصل نمو واحد أو أقل.

النباتات المعمرّة perennial : نباتات يمكن أن تعيش سنوات عدة.

نباتات النهار القصير Short-day plants: تزهر عندما تتعرض يوميًا لعدد من ساعات الظلام أكبر من الفترة الحرجة لها.

نباتات النهار الطويل Long-day plants: تزهر عندما تتعرض يوميًا لعدد من ساعات الظلام أقل من الفترة الحرجة لها.

نباتات النهار المتوسط Intermediate-day plants: تزهر عندما تتعرض يوميًا لعدد ساعات الظلام المعتدل (ليس بالطويل ولابالقصير).

نباتات النهار المحايد Day-neutral plants: تزهر عندما تتعرض يوميًا لكمية كافية من الضوء، بغض النظر عن عدد ساعات الظلام.

(و)

الوحدة الأنبوبية الكلوية nephron: وحدة الترشيح في الكلية.

وضع البيض (التبويض) spawn : عملية تطلق فيها إناث الأسماك وذكورها أمشاجها بعضها بالقرب من بعض في الماء.

الوعاء الخشبي vessel element: خلايا نباتية أنبوبية طولية الشكل تكوّن أوعية الخشب توصل الماء والمواد المذابة.