كويت جديدة
NEWKUWAIT

وزارة التربية

الأحياء ١٠

الصف العاشر

الجزء الثاني

كتاب الطالب

المرحلة الثانوية

الطبعة الثانية

وزارة التربية

الأحياء

كتاب الطالب

الصفّ العاشر

١٠

الجزء الثاني

المرحلة الثانويّة

اللجنة الإشرافية لدراسة ومواءمة سلسلة كتب العلوم

أ. برّاك مهدي برّاك (رئيسا)

أ. راشد طاهر الشمالي　　أ. مصطفى محمد مصطفى علي

أ. فتوح عبد الله طاهر الشمالي　　أ. سعاد عبد العزيز الرشود

أ. تهاني ذعار المطيري

الطبعة الثانية

١٤٣٩ - ١٤٤٠ هـ

٢٠١٨ - ٢٠١٩ م

حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة لوزارة التربية ـ قطاع البحوث التربوية والمناهج

إدارة تطوير المناهج

الطبعة الأولى ٢٠١٢ - ٢٠١٣ م
الطبعة الثانية ٢٠١٤ - ٢٠١٥ م
٢٠١٦ - ٢٠١٧ م
٢٠١٨ - ٢٠١٩ م

فريق عمل دراسة ومواءمة كتب الإحياء للصف العاشر الثانوي

أ. عبد الهادي محمد الحسيني

أ. غدير عبد العزيز خدادة
أ. نورة خالد الجبري
أ. بثينة عبد الله القطان
أ. نوف فهد العميرة

دار التَّربَويّون House of Education **ش . م . م . وبيرسون إديوكيشن ٢٠١٣**

الكتاب كاملًا

شاركنا بتقييم مناهجنا

صاحب السمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت

سمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي عهد دولة الكويت

مقدمـــة

الحمدلله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيد المرسلين، محمد بن عبدالله وصحبه أجمعين.

عندما شرعت وزارة التربية في عملية تطوير المناهج، استندت في ذلك إلى جملة من الأسس والمرتكزات العلمية والفنية والمهنية، حيث راعت متطلبات الدولة وارتباط ذلك بسوق العمل، وحاجات المتعلمين والتطور المعرفي والعلمي، بالإضافة إلى جملة من التحديات التي تمثلت بالتحدي القيمي والاجتماعي والاقتصادي والتكنولوجي وغيرها، وإن كنا ندرك أن هذه الجوانب لها صلة وثيقة بالنظام التعليمي بشكل عام وليس المناهج بشكل خاص.

ومما يجب التأكيد عليه، أن المنهج عبارة عن كم الخبرات التربوية والتعليمية التي تُقدم للمتعلم، وهذا يرتبط أيضًا بعمليات التخطط والتنفيذ، والتي في محصلتها النهائية تأتي لتحقيق الأهداف التربوية، وعليه أصبحت عملية بناء المناهج الدراسية من أهم مكونات النظام التعليمي، لأنها تأتي في جانبين مهمين لقياس كفاءة النظام التعليمي، فهي من جهة تمثل أحد المدخلات الأساسية ومقياسًا أو معيارًا من معايير كفاءته من جهة أخرى، عدا أن المناهج تدخل في عملية إنماء شخصية المتعلم في جميع جوانبها الجسمية والعقلية والوجدانية والروحية والاجتماعية.

من جانب آخر، فنحن في قطاع البحوث التربوية والمناهج، عندما نبدأ في عملية تطوير المناهج الدراسية، ننطلق من كل الأسس والمرتكزات التي سبق ذكرها، بل إننا نراها محفزات واقعية تدفعنا لبذل قصارى جهدنا والمضي قدمًا في البحث في المستجدات التربوية سواء في شكل المناهج أم في مضامينها، وهذا ما قام به القطاع خلال السنوات الماضية، حيث البحث عن أفضل ما توصلت إليه عملية صناعة المناهج الدراسية، ومن ثم إعدادها وتأليفها وفق معايير عالمية استعدادًا لتطبيقها في البيئة التعليمية.

ولقد كانت مناهج العلوم والرياضيات من أول المناهج التي بدأنا بها عملية التطوير، إيمانًا بأهميتها وانطلاقًا من أنها ذات صفة عالمية، مع الأخذ بالحسبان خصوصية المجتمع الكويتي وبيئته المحلية، وعندما أدركنا أنها تتضمن جوانب عملية التعلم ونعني بذلك المعرفة والقيم والمهارات، قمنا بدراستها وجعلها تتوافق مع نظام التعليم في دولة الكويت، مركزين ليس فقط على الكتاب المقرر ولكن شمل ذلك طرائق وأساليب التدريس والبيئة التعليمية ودور المتعلم، مؤكدين على أهمية التكامل بين الجوانب العلمية والتطبيقية حتى تكون ذات طبيعة وظيفية مرتبطة بحياة المتعلم.

وفي ضوء ما سبق من معطيات وغيرها من الجوانب ذات الصفة التعليمية والتربوية تم اختيار سلسلة مناهج العلوم والرياضيات التي أكملناها بشكل ووقت مناسبين، ولنحقق نقلة نوعية في مناهج تلك المواد، وهذا كله تزامن مع عملية التقويم والقياس للأثر الذي تركته تلك المناهج، ومن ثم عمليات التعديل التي طرأت أثناء وبعد تنفيذها، مع التأكيد على الاستمرار في القياس المستمر والمتابعة الدائمة حتى تكون مناهجنا أكثر تفاعلية.

د. سعود هلال الحربي

الوكيل المساعد لقطاع البحوث التربوية والمناهج

المحتويات

الجزء الأوّل

الوحدة الأولى: الخلية–التركيب والوظيفة

الجزء الثاني

الوحدة الثانية: اللافقاريات والبيئة

الوحدة الثالثة: الفقاريات والبيئة

محتويات الجزء الثاني

الوحدة الثانية: اللافقاريات والبيئة	**12**
الفصل الأول: الإسفنجيات واللاسعات	**13**
الدرس 1–1: مقدّمة في المملكة الحيوانية	**14**
الدرس 1–2: الإسفنجيات	**21**
الدرس 1–3: اللاسعات	**25**
الفصل الثاني: الديدان والرخويات	**30**
الدرس 2–1: الديدان	**31**
الدرس 2–2: الرخويات	**42**
الفصل الثالث: مفصليات الارجل وشوكيات الجلد	**47**
الدرس 3–1: مفصليات الارجل	**48**
الدرس 3–2: شوكيات الجلد	**53**
مراجعة الوحدة الثانية	**58**
الوحدة الثالثة: الفقاريات والبيئة	**64**
الفصل الأوّل: الحبليات، الأسماك والبرمائيات	**65**

الدرس 1–1: الحبليات	**66**
الدرس 1–2: الأسماك	**71**
الدرس 1–3: البرمائيات	**79**
الفصل الثاني: الزواحف والطيور	**85**
الدرس 2–1: الزواحف	**86**
الدرس 2–2: الطيور	**93**
الفصل الثالث: الثدييات	**101**
الدرس 3–1: الثدييات	**102**
مراجعة الوحدة الثالثة	**111**

تستطيع بعض أنواع الخنافس كالخنفساء العملاقة المقرنة حمل وزن يبلغ عشرات أضعاف وزنها، فهي تستطيع حمل 200 جرام على هيكلها الذي لا يبلغ وزنه سوى جرامين فقط. وما زال العلماء يبحثون حتّى الآن عن سرّ تلك الخنفساء التي تنتمي إلى اللافقاريات.

اكتشف بنفسك

اكتشاف بعض الوظائف الحيوية لدى الديدان المفلطحة

الأدوات المطلوبة:

ماء من بركة تحتوي على ديدان مفلطحة مثل البلاناريا، طبق بتري، عدسة مكبّرة، مشعل كهربائي، ورقة

الخطوات:

1. لاحِظ بواسطة عدسة مكبّرة تركيب وحركة الجسم لعينة ديدان مفلطحة مثل البلاناريا مأخوذة من ماء بركة وموضوعة في طبق بتري يؤمّنها لك المعلّم.
2. غطِّ نصف الطبق بورقة ثمّ أضئ المشعل الكهربائي فوق الطبق وراقِب حركة البلاناريا مجدّدًا.

* **تكوين المفاهيم:** حدِّد الخصائص الحيوية التي لاحظتها عند هذه الكائنات. هل لاحظت وجود تماثلًا ما في جسمها؟ هل أصبح لديك فكرة عن مكان عيشها؟

فصول الوحدة

الفصل الأوّل

* الإسفنجيات واللاسعات

الفصل الثاني

* الديدان والرخويات

الفصل الثاني

* مفصليات الأرجل وشوكيات الجلد

أهداف الوحدة

* يتعرّف الحيوانات اللافقارية وخصائصها وتطوّر أشكالها وبيئة كلّ طائفة منها.
* يشارك بالبحث عن أنواعها المختلفة وعن الفوائد التي تُقدّمها للإنسان والبيئة.
* يتعرّف على الأضرار التي من الممكن أن تتسبّب بها.

معالم الوحدة

* علم الأحياء في حياتنا اليومية.
* العلم والمجتمع والتكنولوجيا.
* البيئة والمجتمع.

الفصل الأوّل

الإسفنجيات واللاسعات
Sponges and Cnidarians

ما الذي يقتل الشعاب المرجانية؟ يسبِّب التلوث وسوء الاستخدام النسبة الأكبر للضرر الذي يلحق بهذه الشعاب. حالات مثل ابيضاض الشعاب الذي قد يحدث عندما ترتفع درجة حرارة المياه عن درجة الحرارة العادية، حتّى ولو بدرجات قليلة تضر وتدمر هذه الشعاب الهشّة. غالبًا ما تقارن الشعاب المرجانيّة بالغابات الاستوائيّة المطريّة من حيث جمالها وغناها بالتنوّع البيولوجيّ، فهي تشكّل مأوى لثروة من الأنواع الحيّة الأخرى. وبهدف توعية الناس حول الخطر المحدِق بالشعاب المرجانيّة أطلق علماء الأحياء البحريّة وعلماء البيئة البحريّة حملة للحفاظ على الشعاب المرجانيّة. وقد أُطلق على هذه الحملة اسم "المبادرة العالميّة للحفاظ على الشعاب المرجانيّة"، وهي تجمع جهود دولٍ كثيرة من العالم.

دروس الفصل

الدرس الأوّل
* مقدمة في المملكة الحيوانية

الدرس الثاني
* الإسفنجيات

الدرس الثالث
* اللاسعات

مقدّمة في المملكة الحيوانية
Introduction of Animal Kingdom

الأهداف العامة

* يذكر الخصائص التي تشترك فيها جميع الحيوانات .
* يصف الوظائف الأساسيّة التي تقوم بها الحيوانات .
* يحدّد التكيّفات المهمّة في تطوّر الحيوانات .

(شكل 1)

من بين ممالك الكائنات الحية جميعها ، تُعتبَر المملكة الحيوانية الأكثر تنوّعًا في الشكل والمظهر . فقد تبدو لنا بعض الحيوانات مألوفة ، بينما البعض الآخر يشبه مخلوقات لا نراها سوى في الكوابيس أو أفلام الرعب . بعض الحيوانات صغيرة جدًا لدرجة أنّها تعيش فوق أجسام الحيوانات الأخرى أو داخلها ، في حين قد يصل طول حيوانات أخرى إلى أمتار عدّة مثل تلك التي تعيش في أعماق البحار . قد تكون بعض الحيوانات سوداء أو بيضاء أو زاهية الألوان أو شفّافة وقد تجري ، تسبح ، تزحف ، تحفر ، أو تطير ، أو قد لا تتحرّك على الإطلاق . تعيش الحيوانات في كلّ مكان ، سواء على اليابسة أو في الأنهار والبحار ، وهي تستقرّ في كلّ مكان تجد فيه المأوى والغذاء والحماية حتى لو كان هذا المكان إصطناعيًا ، مثل تلك السفينة الغارقة والمبيّنة في (الشكل 1) .

1. خصائص الحيوان Characteristics of an Animal

تشترك جميع الحيوانات ، على الرغم من اختلافها وتنوّعها ، في خصائص معيّنة . فالحيوانات كلّها ، بما فيها هذان الموضّحان في (الشكل 2) ، غير ذاتية التغذية Heterotrophs ، أي أنّها تحصل على الموادّ الغذائية والطاقة عن طريق التغذية على المركّبات العضوية للكائنات الأخرى .

تُعتبر الحيوانات كائنات متعدّدة الخلايا Multicellular Beings وتتميّز خلاياها بأنها حقيقية النواة، أي أنّها تحتوي على نواة وعضيّات غشائية. لا تحتوي الخلايا الحيوانية على جدر خلوية على عكس خلايا الطحالب والفطريات والنباتات. باختصار، تنتمي الحيوانات إلى المملكة الحيوانية، وهي كائنات متعدّدة الخلايا، غير ذاتية التغذية، حقيقية النواة، وتغيب عن خلاياها الجدر الخلوية.

يُعدّ أكثر من 95% من الحيوانات من **اللافقاريات Invertebrates وهي الحيوانات التي لا تملك عمودًا فقريًّا**. وتتراوح في أحجامها بين الحيوانات العنكبية مجهرية الحجم والحبّار العملاق الذي يبلغ طوله أكثر من 20 مترًا. وتتضمّن اللافقاريات مجموعات كثيرة التنوّع، مثل نجوم البحر والديدان وقناديل البحر والحشرات. أمّا النسبة الباقية من الحيوانات، والتي تشمل الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات، فهي تشكّل مجموعة **الفقاريات Vertebrates، لأن جسمها يحوي عمودًا فقريًّا**.

(شكل 2)
تتضمّن المملكة الحيوانية تنوّعًا لا يُصدّق من حيث الأشكال وطرق المعيشة. فعلى الرغم من اختلاف السحليّة والنطّاط في المظهر، إلّا أنّ كليهما غير ذاتيي التغذية، وحقيقيي النواة وتغيب عن خلاياهما الجدر الخلوية.

2. الوظائف الحيوية عند الحيوانات Life Processes

لتبقى الحيوانات على قيد الحياة يجب عليها أن تستجيب للبيئة التي تعيش فيها بطرق مختلفة، وتتكيّف معها. لذلك فإنّها تقوم بالوظائف الحيوية التالية: التنفّس، التغذية، الدوران، الإخراج، الاستجابة، الحركة، النموّ، التكاثر. فعلى مدى ملايين السنين، ظهرت لدى الحيوانات طرق مختلفة ومتنوّعة لإتمام هذه الوظائف (الشكل 3).

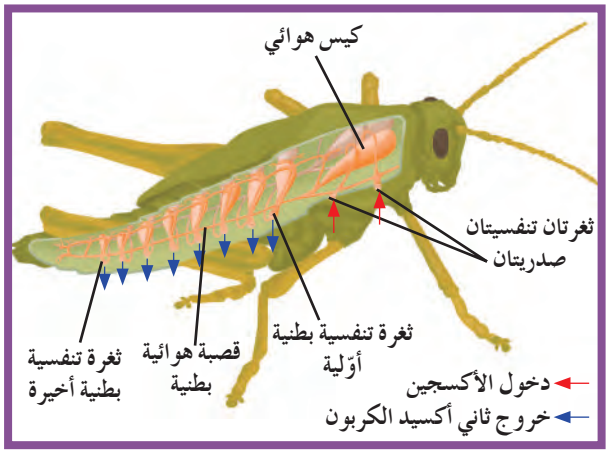
1.2 التغذية Feeding

طوّرت الحيوانات طرقًا عديدة ومتنوّعة للتغذية. فآكلات الأعشاب Herbivores هي الحيوانات التي تأكل النباتات، بما فيها الجذور، والسيقان، والأوراق، والأزهار، والثمار. أمّا آكلات اللحوم Carnivores فتتغذّى على الحيوانات الأخرى. والمتغذّيات بالترشيح Filter Feeders عبارة عن حيوانات مائيّة تُصفّي النباتات والحيوانات الدقيقة الهائمة في الماء حولها. آكلات الفضلات Scavengers هي الحيوانات التي تتغذّى على قطع من الموادّ النباتية والحيوانية المتحلّلة التي تُسمّى الفضلات. يُمكن للحيوانات أيضًا أن تُكوّن علاقات معايشة في ما بينها، حيث يعيش نوعان منها في ترابط وثيق. فالطفيل Parasite، على سبيل المثال، يُعدّ نوعًا من الكائنات المتعايشة التي تعيش داخل جسم كائن آخر أو عليه، ويحصل على غذائه من العائل Host وقد يلحق به الضرر في أكثر الأحيان.

التغذية
تملك آكلات اللحوم، مثل القطط، أنيابًا تمكّنهم من تمزيق الطعام.

2.2 التنفّس Respiration

تتنفّس الحيوانات في كلّ مكان تعيش فيه، سواء في الماء أم على اليابسة. فهي بحاجة أن تأخذ الأكسجين وتُخرِج ثاني أكسيد الكربون من جسمها. ويتمّ هذا التبادل الغازي لدى أغلب الحيوانات بواسطة أعضاء وأجهزة خاصّة للتنفّس. تعتمد بعض الحيوانات البسيطة في تركيبها على عملية الانتشار Diffusion لإتمام التبادل الغازي عبر جلدها الرقيق أو جدر خلاياها.



التنفّس

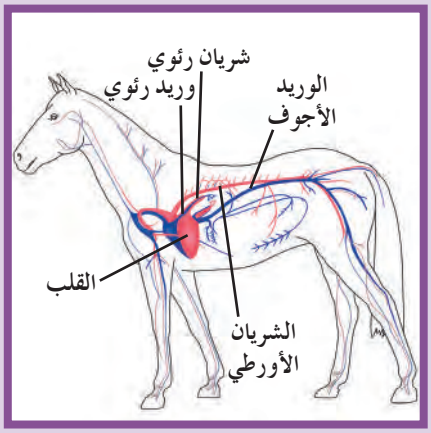
للجنادب جهاز تنفسي يسمح لها بتبادل الغازات (CO_2 و O_2) وذلك من خلال ثغرات تنفسية، إثنان صدرية لإدخال الأكسجين وثمانية بطنية لإخراج ثاني أكسيد الكربون.

3.2 الدوران Circulation

يعتمد العديد من الحيوانات المائية الصغيرة، مثل بعض الديدان، على الانتشار فقط لنقل الأكسجين والموادّ الغذائية والفضلات في ما بين خلاياها ومحيطها. فيُعدّ الإنتشار كافيًا لأنّ غطاء أجسام هذه الحيوانات هو عبارة عن طبقات قليلة الخلايا. لكنّ للحيوانات الأكبر حجمًا نوع آخر من الأجهزة الدورية لنقل الموادّ إلى كلّ مكان داخل أجسامها.

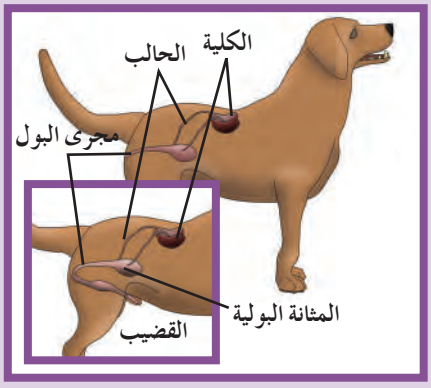
4.2 الإخراج Excretion

يُعدّ الأمونيا، وهي مادّة تحتوي على النيتروجين، من المنتجات الإخراجية الأولية لعملية الأيض الخلوي. وقد يسبّب تراكم الأمونيا والفضلات الأخرى موت الحيوان، ما يجعل عملية الإخراج مهمّة للبقاء على قيد الحياة. يملك معظم الحيوانات جهازًا إخراجيًّا يُخلّص الجسم بسرعة من مادّة النشادر أو يُحوّلها إلى أخرى أقلّ سمّية يتخلّص الجسم منها أيضًا. ويتنوّع الجهاز الإخراجي بشكل كبير، فقد يتكوّن من مجموعة من الخلايا التي تضخّ الماء إلى خارج الجسم أو من أعضاء معقّدة التركيب مثل الكليتين.



الدوران

لا تملك البلاناريا جهازًا دوريًّا بل تحصل على الموادّ الغذائية والأكسجين من عملية الانتشار، على عكس الحصان الذي يملك جهازًا دوريًّا أكثر تعقيدًا وتمايزًا.



الإخراج

العضوان الأساسيان للجهاز الإخراجي هما الكليتان وتعملان على إزالة الفضلات من الجسم.

5.2 الاستجابة Response

تستجيب الحيوانات للمؤثّرات في بيئاتها باستخدام خلايا خاصّة تُعرف بالخلايا العصبية. ولدى الحيوانات، تترابط الخلايا العصبيّة لتُكوّن الجهاز العصبي. تتميّز بعض الخلايا بوجود تركيبات خاصة بها تُسمّى المستقبلات الحسّية Receptors، وهي تستجيب للمؤثّرات الصوتية والضوئية والكيميائية وغيرها. وهناك خلايا عصبية أخرى تعالج المعلومات وتحدّد كيفية استجابة الحيوان. ويتغيّر ترتيب الخلايا العصبيّة في الجسم إلى حدّ كبير من شعبة إلى أخرى في المملكة الحيوانية.

الاستجابة

استجاب الكلب للجزيئات الكيميائية الخاصّة بمستقبلات الشمّ وذلك بالإفراز اللعابي.

6.2 الحركة Movement

تعيش بعض الحيوانات مرحلة نضجها مرتبطة بمكان واحد فيما معظمها متحرّك، أو بمعنى آخر لديه القدرة على الحركة. إلّا أن كلًّا من الحيوانات الثابتة في مكانها والحيوانات المتحرّكة التي تقطع مسافات بعيدة، لها إمّا عضلات أو أنسجة تشبه العضلات تُساعدها في إتمام الكثير من الحركات. فالانقباض العضليّ يمكّن الحيوانات من التّجول في كلّ مكان، ويُساعده في ذلك التركيب الدعامي المعروف بالهيكل العظمي. كما أن العضلات لدى الحيوانات الثابتة تساعدها أيضًا على أن تتغذّى وتضخّ الماء والسوائل من وإلى أجسامها.

الحركة

يتحرّك طائر البلشون مستخدمًا جهازًا عضليًّا مثبّتًا بهيكل خفيف الوزن.

7.2 التكاثر والنموّ Reproduction and Growth

تتكاثر معظم الحيوانات جنسيًّا عن طريق إنتاج أمشاج أحادية المجموعة الصبغية أو الكروموسومية. ويُساعد التكاثر الجنسي في نشوء التنوّع الوراثي في الجماعات وحفظه، وبالتالي يساهم في تحسين قدرة الأنواع على التطوّر عندما يطرأ أيّ تغيّر كبير في البيئة. ويستطيع العديد من الحيوانات، بخاصّة اللافقاريات، أن تتكاثر لاجنسيًّا. يُنتج التكاثر اللاجنسي نسلًا مماثلًا وراثيًّا للحيوان الأصلي وشبيهًا له من حيث الشكل، كما أنّه يسمح للحيوانات بزيادة أعدادها بسرعة كبيرة. تنمو جميع الحيوانات عن طريق تكاثر خلايا الجسم، وعادة ما يُصاحب النموّ تغيّرات في حجم الحيوان وشكله ووظائفه.

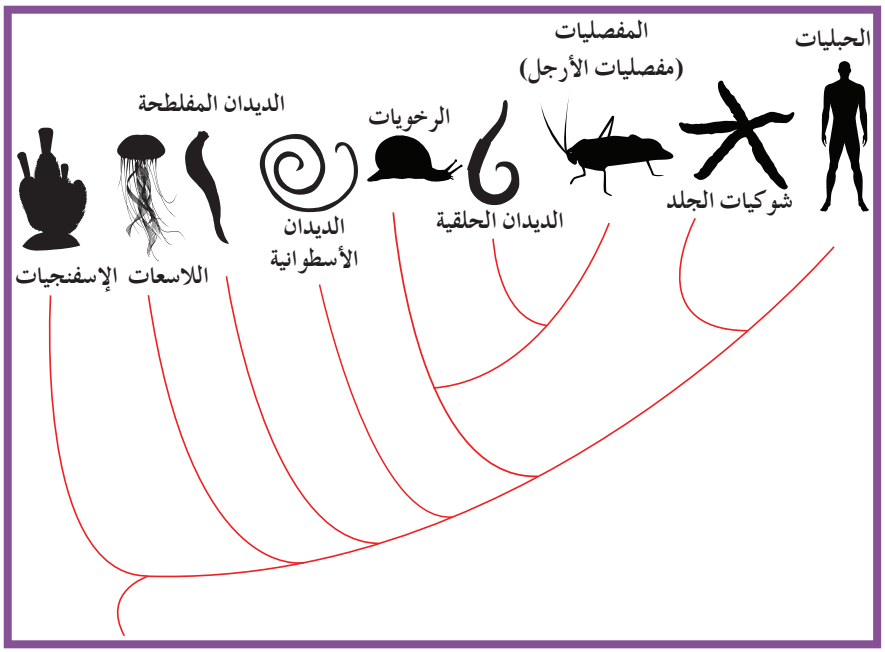
التكاثر والنموّ

تتكاثر الحيوانات إمّا جنسيًّا أو لاجنسيًّا، فتتكاثر الأسود جنسيًّا وتُنتج عدد أشبال قليل خلال فترة الحمل الواحدة.

(شكل 3)
تتميّز الحيوانات بسبع وظائف أساسية: التغذية، التنفّس، الدوران، الإخراج، الاستجابة، الحركة، التكاثر.

3. اتّجاهات في تطوّر الحيوانات Trends in Animal Evolution

تضمّ المملكة الحيوانية أشكالًا مختلفة تتدرّج من البسيط إلى الأكثر تعقيدًا. ترتبط المجموعات الحيوانية المختلفة بعضها ببعض عن طريق إرث تطوّري مشترك. تُوضّح شجرة **التاريخ** التطوّري Cladogram (الشكل 4) فهمنا الحالي للعلاقات التطوّرية بين مجموعات الحيوانات. فالحيوانات معقّدة التركيب تميل إلى امتلاك مستويات عالية من التخصّص الخلوي والتعضّي أو التنظيم الداخلي والتماثل الجانبي للجسم، وتجويفه الداخلي، والنهاية الأمامية أو الرأس الحاوي لأعضاء الحسّ. بالإضافة إلى ذلك، تتطوّر أجنّة الحيوانات معقّدة التركيب بشكل مختلف عن أجنّة الحيوانات الأخرى البسيطة.



(شكل 4)
تُوضّح هذه الشجرة العلاقات التطوّرية بين المجموعات الرئيسية من الحيوانات. المجموعات التي تظهر قريبة من بعضها، مثل شوكيات الجلد والحبليات، ذات قرابة وثيقة أكثر من تلك التي تظهر متباعدة، مثل شوكيات الجلد واللاسعات.

1.3 التخصّص الخلوي ومستويات التعضّي

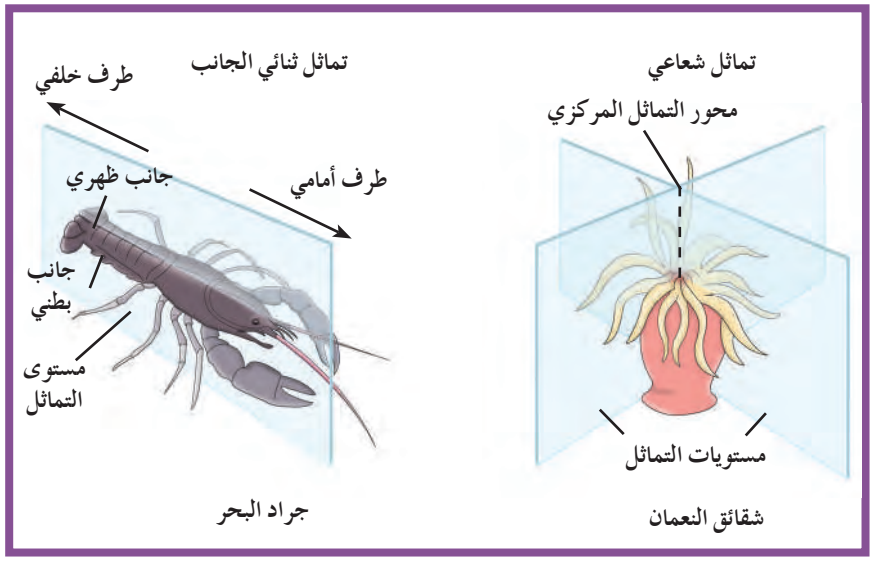
Cell Specialization and Levels of Organization

تزامن تطوّر شكل الحيوانات الخارجي مع تطوّر خلاياها لتُصبح أكثر تخصّصًا للقيام بالوظائف الحيوية المختلفة. فتحتاج جميع الحيوانات، المجهرية منها والضخمة، إلى الغذاء والتنفّس والتخلّص من الفضلات. تقوم الخلايا المتخصّصة بتلك الوظائف وفقًا لتركيبها البنائي والكيميائي. لدى الحيوانات بسيطة التركيب، تقوم تلك الخلايا بإتمام الوظائف الحيوية. أمّا لدى الحيوانات متعدّدة الخلايا، ترتبط الأنسجة المكوّنة منها بعضها ببعض لتُكوّن أعضاء وأجهزة تعمل بتناسق كبير لأداء الوظائف الأكثر تعقيدًا.

2.3 تماثل الجسم Body Symmetry

باستثناء الإسفنجيات، تُظهر جميع الحيوانات نوعًا من تماثل الجسم. فالعديد من الحيوانات بسيطة التركيب، مثل شقائق النعمان (الشكل 5)، لها أجزاء جسمية تتكرّر حول مركز الجسم. لذا تُظهر تلك الحيوانات تماثلًا **شعاعيًّا Radial Symmetry**، يُشبه ذلك الموجود في عجلة الدرّاجة، بحيث يُمكن رسم أيّ عدد من المستويات التخيّلية خلال مركز جسم الحيوان، يقسم كلّ منها الجسم إلى نصفين متساويين.

لدى الحيوانات ذات **التماثل ثنائي الجانب Bilateral Symmetry**، مثل حيوان جراد البحر (الشكل 5)، يُمكن لمستوى تخيّلي واحد فقط أن يقسم الجسم إلى نصفين متماثلين. للحيوانات ذات التماثل الجانبي جانبان أيسر وأيمن، ولها عادة طرفان أمامي وخلفي، وجانبان علوي (أو ظهري) وبطني (أو سفلي).



(شكل 5)

تملك الحيوانات ذات التماثل الشعاعي، مثل شقائق النعمان، أجزاء جسمية تمتدّ من النقطة المركزية وهي أي نقطة على محور التماثل المركزي. وتملك الحيوانات ذات التماثل ثنائي الجانب، مثل جراد البحر، نهايتين أو طرفين أماميًّا وخلفيًّا وجانبين أيمن وأيسر واضحة. تفسير الأشكال: كم عدد مستويات التماثل الموجودة عند حيوان جراد البحر؟

تسمح خطّة تركيب الجسم ذي التماثل ثنائي الجانب بالتعقيل، والذي يتكوّن فيه الجسم من الكثير من الأجزاء المتكرّرة والمتماثلة، أو العقل أو الحلقات. وللحيوانات ذات التماثل ثنائي الجانب، مثل الديدان والحشرات والفقاريات، أجزاء جسم خارجية متماثلة على جانبي الجسم. تتمتّع المفصليات والفقاريات، التي تشكّل مجموعتي الحيوانات الأكثر قابلية للحياة على الأرض، بهذا التوافق بين التماثل ثنائي الجانب والتعقيل.

3.3 الترئيس Cephalization

عادة ما تُظهر الحيوانات ذات التماثل ثنائي الجانب ما يُعرف **بالترئيس Cephalization الذي يعني تواجد أعضاء الحسّ والخلايا العصبية بكثرة في مقدّمة جسم الحيوان أو طرفه الأمامي**. وتستطيع الحيوانات التي لديها صفة الترئيس، مثل حشرة الرعاش (الشكل 6)، أن تستجيب للمؤثّرات البيئية بسرعة كبيرة وبطرق مناسبة جدًّا أكثر ممّا تستطيع الحيوانات ذات التركيب الأبسط.

عادة ما تتحرّك الحيوانات ذات التماثل ثنائي الجانب إلى الأمام باستخدام الطرف الأمامي الذي يكون بالتالي على اتّصال مباشر بالبيئة من حوله. ومع تطوّر أعضاء الحسّ لدى الحيوانات وتواجدها بكثافة في الطرف الأمامي، ستتطوّر الخلايا العصبية التي تستقبل المعلومات وتستجيب لها بسرعة. فكلّما أصبح تركيب الحيوانات أكثر تعقيدًا، أصبحت درجة ترئيسها أكثر وضوحًا.

(شكل 6)
يوجد المخّ وأعضاء حسّية أخرى في مقدّمة جسم الحيوان الذي تظهر فيه صفة الترئيس، مثل هذا الرعاش. ويكون هذا الطرف من الجسم متّصلًا بالبيئة، ما يسمح للحيوان بأن يستجيب بفاعليّة للمؤثّرات البيئية المختلفة.
كيف قد يُساعد الترئيس الحيوانات على التحرّك بسرعة؟

4.3 تكوّن تجويف الجسم Body Cavity Formation

لمعظم الحيوانات تجويف داخل أجسامها، وهو عبارة عن فراغ ممتلئ بسائل، يقع بين القناة الهضمية وجدار الجسم. ولتجويف الجسم أهمّية كبيرة لأنّه يُؤمّن الفراغ الذي تتواجد فيه الأعضاء الداخلية حتّى لا تتعرّض للضغط بواسطة العضلات، أو للالتواء والالتفاف نتيجة لحركات الجسم. وتسمح تجاويف الجسم أيضًا بنموّ الأجهزة المتخصّصة، إذ تُوفّر مكانًا تنمو فيه الأعضاء الداخلية وتتمدّد. كما تحتوي تجاويف أجسام بعض الحيوانات على السوائل التي تُساعد في عمليات الدوران والتغذية والإخراج.

مراجعة الدرس 1-1

1. صف الوظائف السبع الأساسية التي تقوم بها الحيوانات كلّها.
2. كيف يرتبط تماثل الجسم بالترئيس؟
3. كيف يختلف التماثل الشعاعي عن التماثل ثنائي الجانب؟
4. **التفكير الناقد:** تطبيق المفاهيم: كيف يزيد وجود الخلايا المتخصّصة من كفاءة الحيوانات متعدّدة الخلايا؟

الإسفنجيات
Sponges

الأهداف العامة

* يوضح بنية الجسم في الإسفنجيات .
* يصف كيف تقوم الإسفنجيات بأداء الوظائف الحيوية الأساسيّة .
* يتعرّف بيئة الإسفنجيات .

(شكل 7)

يمكن أن يُضغط الاسفنج الطبيعي الحي خلال مُنْخُل دقيق أو مصفاة دقيقة ، وينقل الفتات المتساقط إلى مزرعة للإسفنج . عندما يتم ذلك ، تهاجر الخلايا المفردة وتتكتل مع بعضها ، وأثناء تجمعها أو تكتلها مع بعضها ، تُكوِّن تجمعات عديدة الخلايا . ستُكوِّن هذه التجمعات لاحقًا إسفنجيات كثيرة جديدة ، حتّى ولو من كتلة واحدة (الشكل 7) .

تعتبر الإسفنجيات أبسط الحيوانات ومن المحتمل أن تكون أكثرها نُدْرة . والإسفنجيات أكثر الحيوانات قِدَمًا ، فهي تعيش على الأرض منذ 540 مليون سنة على الأقل .

1. بنية الإسفنجيات Structure of Sponges

الإسفنجيات هي حيوانات مائية بسيطة التركيب تقضي حياتها ملتصقة على الصخور . يعيش معظمها في البحار والمحيطات ، وعدد قليل منها في المياه العذبة . تُعرَف الإسفنجيات بالمساميات لكثرة الثقوب الدقيقة التي تُغطّي جسمها (الشكل 8 أ) .

على الرغم من أنّها لا تتحرّك ، إلّا أن الإسفنجيات تُصنّف كحيوانات لكونها متعدّدة الخلايا ، وغير ذاتية التغذية ، وليس لها جدر خلوية ،

وتضّم القليل من الخلايا المتخصّصة .
تتعدّد أنواع الإسفنجيات وتختلف بأشكالها وألوانها وأحجامها ، لكنّها حيوانات غير متماثلة . فلا نهاية أمامية أو خلفية لها ، ولا جانبان أيمن وأيسر . كما أنّها لا تُظهر فمًا ولا أمعاء ولا أنسجة أو أجهزة متطوّرة ، لذلك فإنّ خلاياها قليلة التخصّص هي التي تُؤدّي الوظائف الحيوية لديها .
تتميز الإسفنجيات بهيكل بسيط جدًّا . ففي الأنواع الصلبة أو الجامدة (شكل 8 ب) ، يتكوّن هذا الهيكل من **شويكات** Spicule **عبارة عن تركيب شبيه بالمسمار يتكوّن من كربونات الكالسيوم الطباشيرية أو السيليكا الزجاجية** حيث توجد خلايا أميبية متخصصة في جدر الإسفنج تكون هذه الشويكات . أمّا في الإسفنجيات الليّنة (شكل 8 جـ) ، فيتكوّن الهيكل الداخلي من مادّة الإسفنجين على شكل شبكة من الألياف البروتينية المرنة . وهذه هي الإسفنجيات التي يتمّ جمعها أو اصطيادها ، واستخدامها كإسفنجيات طبيعية للاستحمام .

2. الوظائف الحيوية عند الإسفنجيات

Vital Functions of Sponges

1.2 التغذية Feeding

الإسفنجيّات هي كائنات متغذّية بالترشيح ، إذ إنها تُصفّي فُتات الطعام المجهريّة من الماء . تتمّ عملية الهضم لدى الإسفنجيّات داخل الخلايا ، أي أنّه هضم داخل خلويّ .
فعند تحرّك الماء خلال الإسفنج ، **تقوم الخلايا المطوّقة** choanocytes **التي تبطّن تجويف الجسم باقتناص فتات الطعام وتطويقه .**
لاحقًا ، يتمّ هضم هذه الفُتات أو يُسمح بمرورها إلى الخلايا الأميبية . تكمل هذه الأخيرة عمليّة الهضم وتنقل الطعام المهضوم إلى كافّة أنحاء جسم الإسفنج .

2.2 التنفّس والدوران والإخراج

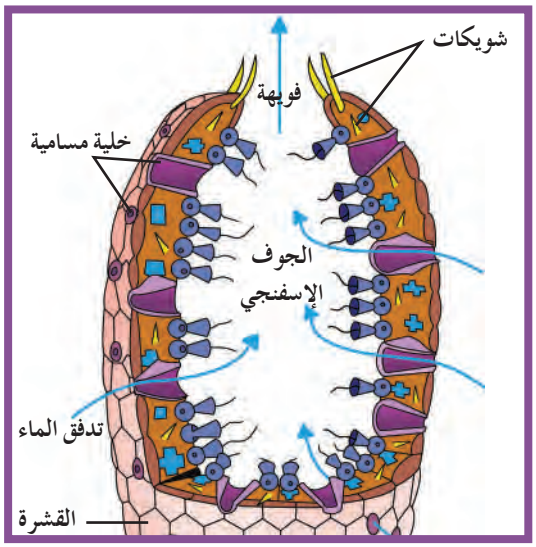
Respiration, Circulation and Excretion

تعتمد الإسفنجيّات على حركة الماء داخل أجسامها لأداء وظائف الجسم . عندما يتحرّك الماء داخل تجويف الجسم ، ينتشر الأكسجين المنحلّ في الماء إلى الخلايا المحيطة . وفي الوقت نفسه ، ينتشر ثاني أكسيد الكربون والفضلات الأخرى ، مثل الأمونيا (النشادر) ، في الماء الذي يخرج من الجسم (شكل 9) .

(شكل 8)
تُعدّ الإسفنجيات حيوانات لأنّها غير ذاتية التغذية ولها خلايا متخصّصة ، ولكن ليست كائنات نموذجية لما نعتبره حيوانًا ومنها نوعٌ صلب (ب) وآخر ليّن (جـ) . فهي تنمو في أشكال غير منتظمة ، وتعيش مثبّتة في قاع البحار والمحيطات ومناطق المياه العذبة . يدخل الماء إلى جسم الإسفنج من خلال فتحات صغيرة تُسمّى الثقوب (أ) .

علم الأحياء في حياتنا اليومية

إنّه مجرّد هيكل
عندما تشتري إسفنجًا طبيعيًّا غير منتظم الشكل وباهت اللون ، اعلم أنّ ما تشتريه ليس إلّا بقايا هيكلية لإسفنج كان حيًّا ذات يوم .



(شكل 9)

تتدفّق المياه خلال الخلايا المسامية وتدخل جوف الإسفنج حيث ينتشر الأكسجين من الماء إلى خلايا الإسفنج وثاني أكسيد الكربون والفضلات من الخلايا الى الماء.

3.2 الاستجابة Response

لا تملك الإسفنجيّات جهازًا عصبيًّا يسمح لها بالاستجابة إلى التغيّرات التي تطرأ على البيئة التي تعيش فيها. ومع ذلك، يحمي العديد من الإسفنجيّات نفسه بإنتاج السموم التي تجعله غير مستساغ المذاق أو سامًّا للحيوانات المفترسة.

4.2 التكاثر Reproduction

تتكاثر الإسفنجيّات جنسيًّا أو لا جنسيًّا. يحصل التكاثر اللاجنسي بالتبرعم كما هو موضّح في (الشكل 10). ففي التبرعم، ينفصل جزء من الإسفنج الأب، ويستقرّ في قعر البحر، وينمو، ليصبح إسفنجًا جديدًا. وعندما تواجه الإسفنجيّات ظروفًا بيئية غير ملائمة، يُنتِج بعضها **الدريرات Gemmules، وهي عبارة عن مجموعات من الخلايا الأميبية تحيط بها طبقة متينة من الشويكات.**

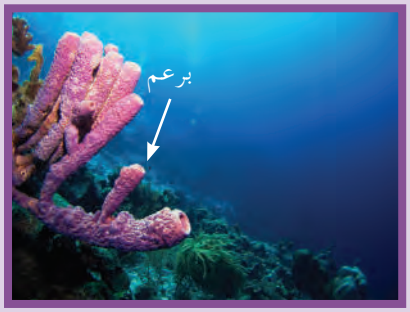
ويوضّح (الشكل 11) خطوات التكاثر الجنسيّ لدى الإسفنجيّات. وفي معظم أنواع الإسفنجيّات، يكوّن الإسفنج الواحد كلًّا من البيض والحيوانات المنويّة التي عادةً ما يُنتِجها في أوقات مختلفة. في الإسفنجيّات، يُخصَّب البيض داخل جسم الإسفنج في عمليّة تُسمّى **الإخصاب الداخليّ Internal Fertilization**. وتنساب الحيوانات المنويّة من حيوان الإسفنج، فتحملها التيّارات المائيّة لتدخل عبر ثقوب إسفنج آخر.

تحمل الخلايا الأميبية الحيوانات المنويّة إلى البيضة الموجودة داخل جدار الإسفنج. وبعد الإخصاب، يتطوّر الزيجوت إلى يرقة Larva، وهي عبارة عن طور غير ناضج للكائن، وهي تبدو مختلفة عن الحيوان الناضج.

البيئة في المجتمع

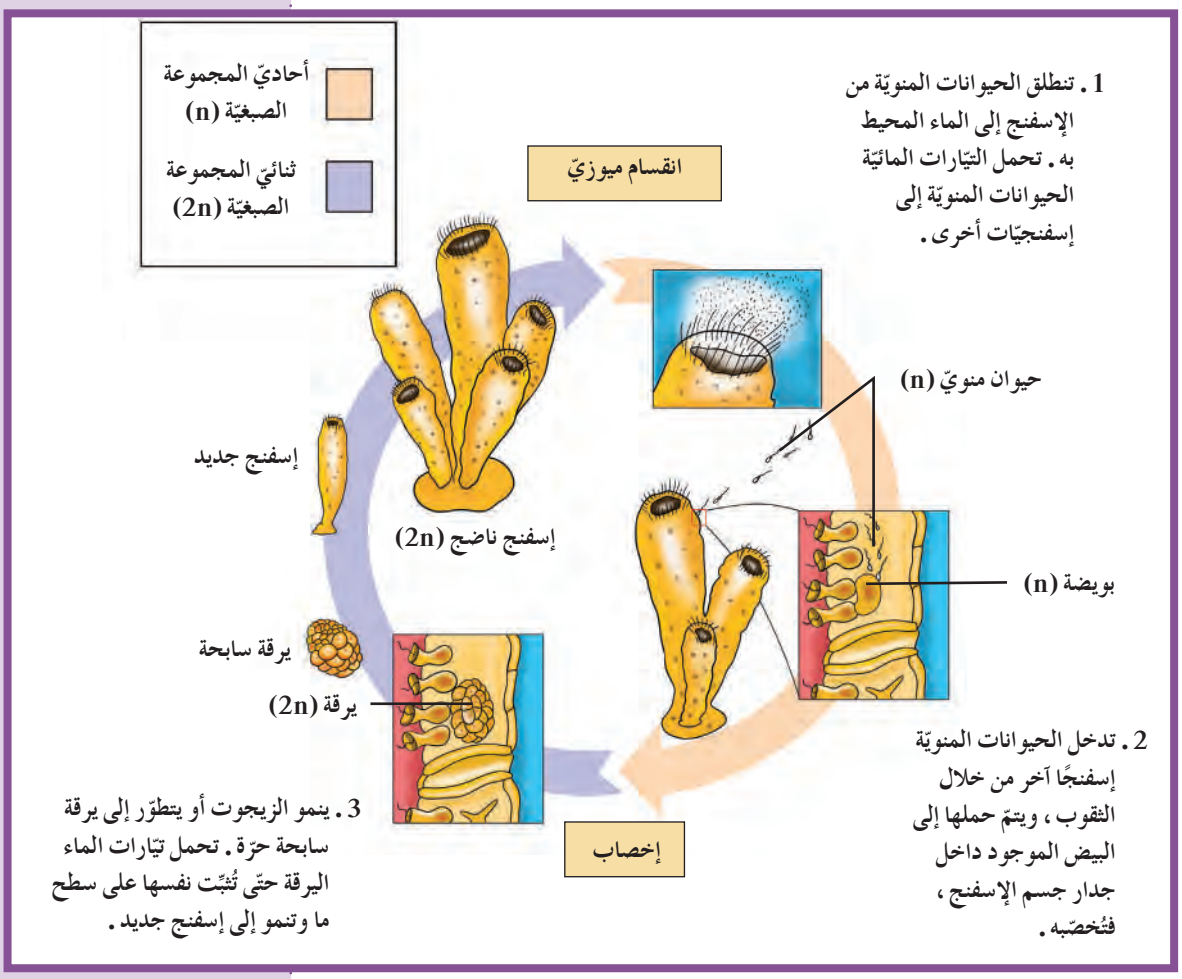
تجارة الإسفنج

ابحث في المنزل، وقم بزيارة المتاجر المحلية لترى كم منتجًا مختلفًا من الإسفنج يُمكنك أن تجد. ما هو تركيب الإسفنجيات الصناعية؟ ابحث في المتاجر الكبيرة، وخاصّة في أدوات الاستحمام لتجد الإسفنجيات الطبيعية أيضًا. أجر بحثًا في المكتبة عن مهنة صيد الإسفنجيات. ما مدى حجم صناعة الإسفنج؟ كم عدد الإسفنجيات التي يتمّ اصطيادها سنويًّا؟ هل يُهدّد صيد الإسفنجيات أنظمتها البيئية؟ اكتب تقريرًا مختصرًا لشرح ما توصّلت إليه.



(شكل 10)

لاحظ البراعم العديدة التي تتكوّن على المستعمرة الأبويّة. فتكون الأفراد في مثل هذه المستعمرة متماثلة وراثيًّا لأنّها تكوّنت عن طريق التكاثر اللاجنسيّ.



(شكل 11)
تتكاثر معظم الإسفنجيّات جنسيًّا ، يحدث عند الكثير منها إخصاب داخليّ .
تفسير الأشكال: هل الإسفنج الناضج أحاديّ أم ثنائيّ المجموعة الصبغيّة؟

3. بيئة الإسفنجيات Environment of Sponges

تلعب الإسفنجيات دورًا مهمًّا في البيئة وفي بقاء العديد من الكائنات المائية على قيد الحياة . وللإسفنجيات أشكال غير منتظمة وأحجام مختلفة ، مما جعلها تشكّل مأوى مثاليًّا للحيوانات البحرية مثل القواقع ، ونجوم البحر ، وخيار البحر ، والربيان (الشكل 12) . وتُعتبر علاقات المنفعة المتبادلة بين الإسفنجيات والبكتيريا ، والطحالب ، والطلائعيات النباتية مهمّة جدًّا .

(شكل 12)
غالبًا ما تُوفّر الإسفنجيات المأوى للكائنات الأخرى . لاحظ كيف يُوفّر الإسفنج مأوًى لهذا الربيان الصغير الذي يتحرّك بخفّة ونشاط . كيف يحمي الإسفنج الربيان من الكائنات المفترسة؟

مراجعة الدرس 1-2

1. صف الأنواع المختلفة لهياكل الإسفنجيات .
2. كيف تستخدم الإسفنجيات الماء للقيام بالوظائف الأساسية؟
3. لماذا تعدُ علاقات المعايشة مهمة للإسفنجيات؟

اللاسعات
Cnidarians

الأهداف العامة

- يصف بنيتي تركيب الجسم الموجودتين في دورة حياة الحيوانات اللاسعة.
- يصف كيف تقوم اللاسعات بتأدية الوظائف الحيوية الأساسيّة.
- يصف بيئة الحيوانات اللاسعة.

(شكل 13)

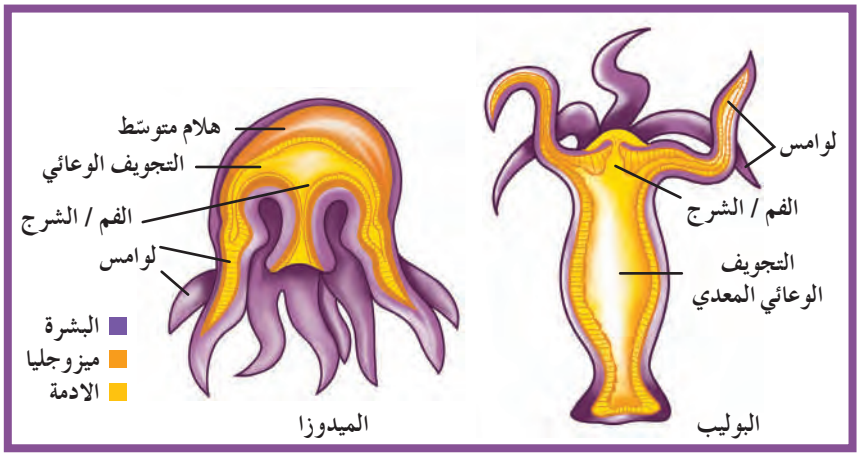
تخيَّل أنك تسبح في المياه الاستوائية الدافئة. وتطفو في المياه، بعيدًا عنك، قناديل البحر الرقيقة الأجسام (الشكل 13). وتلتصق شقائق النعمان زاهية الألوان بالصخور، فتبدو تحت الماء شبيهة بالأزهار أكثر منه بالحيوانات.

1. بنية اللاسعات Structure of Cnidarians

اللاسعات هي حيوانات لاحمة، وليّنة الجسم، ولها لوامس لاسعة مرتّبة في حلقات حول أفواهها. وهي أبسط الحيوانات التي تتميّز بتماثل الجسم ووجود أنسجة متخصّصة. وقد أُطلق على هذه الحيوانات إسم اللاسعات نسبة إلى **الخلايا اللاسعة Cnidocytes** التي تقع على طول لوامسها.

يتكوّن جسم اللاسعات، شأنها شأن الإسفنجيات، من عدد قليل من الخلايا والأنسجة بسيطة التركيب، والتي تقوم بالوظائف الحيوية الأساسية. وعلى عكس الإسفنجيات، تُظهر اللاسعات تماثلًا شعاعيًّا يرتكز على وجود الفم في وسط جسمها محاطًا بزوائد وإمتدادات له تُسمّى اللوامس.

ويتكوّن جسم اللاسعات من تجويف داخلي يُدعى **التجويف الوعائي المعدي Gastrovascular Cavity** ويُحيط به جدار مؤلّف من بطانة داخلية تُدعى الأدمة وطبقة خارجية من الخلايا تُسمّى البشرة. أمّا **الهلام المتوسّط أو الميزوجليا Mesoglea** (الشكل 14)، **فهي المادة التي تقع بين الطبقتين، وتتنوّع من غشاء رقيق غير خلوي إلى مادّة جيلاتينية سميكة تحتوي على خلايا وفقًا لنوع الحيوان اللاسع.**



(شكل 14)
لكلّ من الطورين البوليبي Polyp والميدوزي Meduse نسيج بشري خارجي ونسيج أدمي معدي داخلي يبطّن التجويف الوعائي المعدي، تقع بينهما طبقة من الهلام المتوسّط.

2. الوظائف الحيوية عند اللاسعات

Vital Functions of Cnidarians

1.2 التغذية Feeding

بعد أن يشلّ الحيوان اللاسع فريسته، يسحبها خلال فمه إلى داخل **التجويف الوعائيّ المعديّ Gastrovascular Cavity، وهو عبارة عن حجرة هضميّة ذات فتحة واحدة. يدخل الطعام وتُطرَد الفضلات من الجسم خلال تلك الفتحة.** ويبدأ الهضم، أي تفتيت الطعام، في التجويف الوعائيّ المعديّ. وهو هضم خارجيّ، أي أنّه يحدث خارج الخلايا، ويمتصّ الطعام المهضوم جزئيًّا بواسطة خلايا الأدمة المعديّة. ويُستكمَل الهضم داخل الخلايا في طبقة الأدمة المعديّة، وطرد أيّ موادّ لم تُهضَم خلال فتحة الفم.

2.2 التنفّس والدوران والإخراج

Respiration, Circulation and Excretion

بعد اكتمال الهضم، عادةً ما يتمّ نقل الموادّ الغذائيّة إلى جميع أنحاء الجسم بواسطة الانتشار. وتتنفّس اللاسِعات وتتخلّص من فضلات الأيض الخلويّ عبر الانتشار خلال جدر الجسم.

3.2 الاستجابة Response

تتمتّع كلّ من البوليبات والميدوزات بشبكة عصبيّة Nerve Net (الشكل 15) **وهي عبارة عن شبكة من الخلايا العصبيّة التي تتجمّع لتسمح للاسعات بالكشف عن المؤثّرات مثل لمس الأشياء الغريبة.** وعادةً ما تكون الشبكة العصبيّة موزَّعةً بانتظام خلال جميع أنحاء الجسم، على الرغم من أنّها في بعض الأنواع تكون مركَّزةً حول الفم أو في حلقات حول الجسم. وتضمّ الحيوانات اللاسِعة أيضًا حويصلات توازن، وهي مجموعات من الخلايا الحسّيّة التي تساعد في تحديد اتّجاه الجاذبيّة. **والعيون البسيطة هي عبارة عن بقع عينيّة Eyespots تتكوّن من خلايا تكتشف الضوء.**

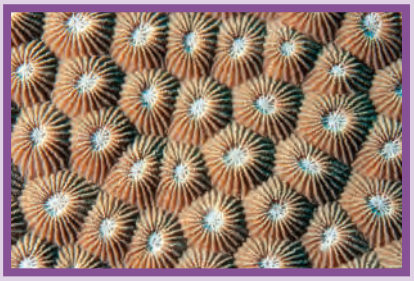
4.2 الحركة Movement

تتحرّك الحيوانات اللاسِعة المختلفة بطرق متنوّعة. فبعض اللاسِعات، مثل شقائق النعمان، لها **هيكل هيدروستاتيكيّ Hydrostatic Skeleton.** يتكوَّن هذا الهيكل من طبقة من العضلات الدائريّة وأخرى من العضلات الطوليّة، تعملان مع الماء الموجود في التجويف الوعائيّ المعديّ لتمكين الحيوان اللاسِع من الحركة. فعلى سبيل المثال، تتقلّص العضلات الدائريّة لشقيق النعمان عندما يكون فمه مغلقًا، وبالتالي لا يُمكن للماء الموجود داخل التجويف الوعائيّ المعديّ أن يخرج. وبسبب ضغط الماء، يصبح جسم الحيوان أطول. وعلى خلاف ذلك، تتحرّك الميدوزات بواسطة الدفع النفّاث للماء إلى خارجها (الشكل 16).

5.2 التكاثر Reproduction

تتكاثر معظم اللاسِعات جنسيًّا ولا جنسيًّا. فيُمكِن أن تتكاثر البوليبات لا جنسيًّا عن طريق التبرعم، ويكون الحيوان الجديد متماثلًا وراثيًّا مع الحيوان الأب. ويبدأ أحد أنواع التبرعم بظهور انتفاخ على جانب البوليب، ثمّ ينمو هذا الانتفاخ إلى البوليب الجديد. وفي نوع آخر من التبرعم، تُنتِج البوليبات ميدوزات دقيقة تنفصل عن البوليب الأب لتكوّن أفرادًا جديدةً.

قبل الاستجابة

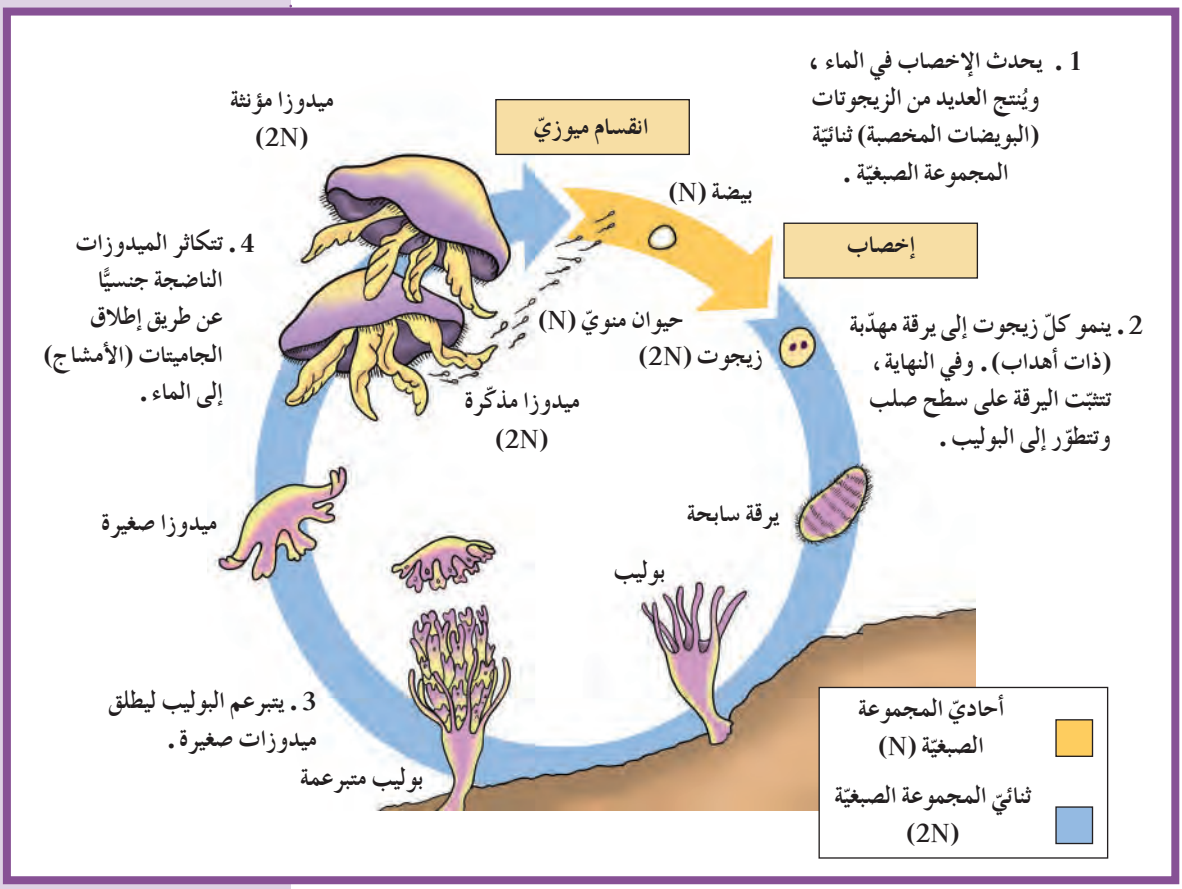


بعد الاستجابة

(شكل 15)
يستجيب الكثير من الحيوانات اللاسِعة عند اللمس بسحب لوامسها إلى داخل أجسامها. هذه الاستجابة، كما يتّضح في الصورة أعلاه في المرجان الكأسيّ، تتمّ عن طريق الخلايا العصبيّة الموجودة في اللوامس.
كيف تختلف الشبكة العصبيّة في اللاسِعات الثابتة عنها في اللاسعات المتحرّكة؟

(شكل 16)
تتحرّك قناديل البحر بواسطة الدفع النفّاث. ينقبض الجسم وينطبق على نفسه مثل المظلّة المطوية ليدفع الماء إلى الخارج، مُحرِّكًا قنديل البحر في الاتّجاه المعاكس.
هل خطّة تركيب الجسم لهذا القنديل البحريّ ميدوزاً أم بوليب؟

لدى معظم اللاسِعات، يحدث التكاثر من خلال الإخصاب الخارجيّ في الماء. ويحدثُ **الإخصاب الخارجيّ External Fertilization** خارج جسم الأنثى. فعادة ما يكون الجنسان منفصلين، ويكون كلّ فرد إمّا ذكرًا أو أنثى. تُطلِق الإناث البيض إلى الماء، ويطلق الذكور الحيوانات المنويّة (الشكل 17).



(شكل 17)
يتكاثر قنديل البحر جنسيًّا من خلال إنتاج البيض والحيوانات المنويّة. وطبقًا للنوع، قد يكون التكاثر داخليًّا أو خارجيًّا. في الأوريليا الموضّحة في الشكل، يحدث الإخصاب خارجيًّا بعد انطلاق البيض والحيوانات المنويّة إلى الماء. ما هي الخلايا المتكوّنة خلال عمليّة الانقسام الميوزيّ؟

3. بيئة اللاسعات Environment of Cnidarians

يرتبط التوزيع العالمي **المرجان Coral** بالمتغيّرات التالية: درجة الحرارة، عمق الماء، شدّة الضوء. فالمرجان «الحجرية» أو «الصلبة» التي تبني هياكل الشعاب المرجانية، تحتاج إلى مستويات عالية من الضوء. يُعدّ هذا الأخير ضروريًا للمرجان لأنّها تعتمد على تبادل المنفعة مع الطحالب التي تمتصّ الطاقة الشمسية، وتُعيد تدوير الموادّ الغذائية، فتُساعدها بذلك على بناء هياكلها المكوّنة من كربونات الكالسيوم. تُوفّر الطحالب للمرجان أكثر من 60% من الطاقة التي يحتاجها، ما يسمح للشعاب المرجانية بأن تعيش في المياه التي تحوي القليل من الموادّ الغذائية (الشكل 18).

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

الاستفادة من الإسفنجيات وقناديل البحر

أكثر استخدامات الإسفنجيات واللاسعات (بخاصّة قناديل البحر) حداثة هو في مجال الصناعات الكيميائية والدوائية. فقد توصّل الباحثون إلى اكتشاف مركّبات جديدة واعدة مضادّة للحيوية والسرطان في النسبة المئوية الصغيرة من أنواع الإسفنجيات التي تمّت دراستها. وقد توصّل الباحثون أيضًا إلى استخدامات طبية محتملة للسموم المسبّبة للشلل التي يستخدمها بعض قناديل البحر لاقتناص فرائسها. وعلى الرغم من أنّ هذا النوع من التقنية الحيوية ما زالت حديثة، إلّا أنها تستقطب الاهتمام إذ المحتمل أن ينتج عن هذه الأبحاث تطوير أدوية جديدة.

(شكل 18)
تعيش الطحالب، في الظروف الطبيعية، داخل أنسجة المرجان، فتقوم بعملية البناء الضوئي وتُكسِب المرجان لونه الأخضر. لكن عندما تُجهَد بواسطة الملوّثات أو ارتفاع درجة الحرارة، قد تموت هذه الطحالب، فلا يبقى سوى الخلايا الشفّافة للمرجان.
كيف يُؤثّر موت الطحالب على المرجان؟

مراجعة الدرس 1-3

1. عدد الطبقات المكونة لجدار جسم الحيوانات اللاسعة.
2. صف كيف يحدث الهضم والامتصاص لدى اللاسعات.
3. صف ثلاث خصائص مميزة تشترك فيها جميع الحيوانات اللاسعة.
4. **التفكير الناقد:** للميدوزا أعضاء متخصصة للحركة والإستجابة أكثر من تلك الموجودة في البوليبات. لماذا؟

يساعد الماء الساخن الخارج من المداخن الجوفاء المتكونة في قاع المحيط على نموّ البكتيريا التي بدورها تغذّي وتساند تنوّعًا عجيبًا من الحيوانات. تصور، على سبيل المثال، الحياة المزدهرة في مجتمع تلك الفتحات في قعر المحيط الهادئ؛ مداخن طويلة يتصاعد منها الدخان، وتحيط بها تجمعات من الديدان الأنبوبية، والمحار، وبلح البحر، تتغذى كلّها على حشود هائلة من البكتيريا. حين اكتُشِفت للمرّة الأولى، أثارت هذه الديدان العملاقة الدهشة والاهتمام. وهي تعيش في أنابيب قد بنَتها من مخلّفات قعر المحيط الملتصقة ببعضها بالمُخاط.

دروس الفصل

الدرس الأوّل
* الديدان
الدرس الثاني
* الرخويات

الديدان
Worms

الأهداف العامة

- يحدد الصفات التصنيفية للديدان المفلطحة والأسطوانية والحلقية.
- يصف الشكل والوظائف في كلٍّ من الديدان المفلطحة والأسطوانية والحلقية.
- يتعرف بيئة كل من الديدان المفلطحة والأسطوانية والحلقية.

(شكل 19)

عند ذكر كلمة ديدان، تبدأ بالتفكير سريعًا بديدان الأرض ذات الأجسام الطويلة والمموّجة فقط، بينما هناك أنواع عديدة أخرى منها. بعضها طوله من طول جسمك، أو قطره من قطر ذراعك، وهناك أنواع أخرى متوهّجة. يُمكن أن تُرفرف الديدان وتنزلق، أو تتسلّق هنا وهناك بواسطة أهداب (شويكات) مجدافية الشكل. وهناك أنواع أخرى صغيرة جدًّا تعيش في أنابيب ملتصقة بالصخور.

على عكس بعض الديدان الحلقية المفيدة للتربة، والتي تعيش حياة حرّة، فإنّ عددًا كبيرًا من الديدان المفلطحة والديدان الأسطوانيّة هو طفيليات تطوّرت بالترافق مع تطوّر عوائلها الحيوانية، بما فيها البشر (الشكل 19). فقد وُجِد بيض الديدان المفلطحة الطفيلية في المومياء المحنّطة في مصر القديمة وأماكن أخرى.

على عكس الإسفنجيات واللاسعات، بدأ الترئيس والتماثل ثنائي الجانب يظهران في أنواع الديدان متعدّدة البيئات، والمختلفة في أشكالها وألوانها. وتُعتبَر الديدان من أبسط الحيوانات التي يتكوّن جسمها من ثلاث طبقات من الخلايا وهي الإندوديرم Endoderm والميزوديرم Mesoderm والإكتوديرم Ectoderm.

وعلى الرغم من تلك الخصائص المشتركة للديدان كلّها، فقد صُنّفت الديدان في شعب وفقًا للإختلافات في أشكالها وتركيب أجسامها، إلى ديدان مفلطحة Flatworms وخيطية أو أسطوانية Roundworms وحلقية Annelids.

1. الديدان المفلطحة Flatworms

1.1 بنية الديدان المفلطحة Structure of Flatworms

لا تزيد سماكة الجسم الليّن والمفلطح لمعظم الديدان المفلطحة عن بضعة ملليمترات. وتُعرَف هذه الديدان **باللاسيلوميات Acoelomates**، لأنّه لا تجويف داخلي لديها مليء بسائل أو سيلوم Coelom ومبطّن بالميزودرم. فالتجويف الوحيد لديها هو التجويف الهضمي المبطّن بالإندودرم (الشكل 20). للديدان المفلطحة، شأنها شأن كلّ الديدان، تماثل ثنائي الجانب Bilateral System، ما يعني أنّ لجسمها جانبان يُمكن تحديدهما كأيمن وأيسر، كما أنّها تُظهر ترئيسًا يكفي لتكوين ما يُسمّى الرأس، على عكس اللاسعات التي لا ترئيس لها.

(شكل 20)
الديدان المفلطحة هي من أولى الحيوانات التي تتألّف من ثلاث طبقات جرثومية جنينية هي: الأكتودرم، الإندودرم، والميزودرم.

2.1 الوظائف الحيوية عند الديدان المفلطحة Vital Functions of Flatworms

(أ) التغذية Feeding

قد تكون الديدان المفلطحة حرّة المعيشة من آكِلات لحوم، فتتغذّى على الحيوانات المائيّة الدقيقة، أو قد تكون من المترمِّمات فتتغذّى على الحيوانات الميتة حديثًا. يُوضِّح (الشكل 21) التركيبات الداخليّة لدودة البلاناريا، وهي دودة مفلطحة نموذجيّة التركيب. تملك الديدان المفلطحة، شأنها شأن اللاسعات، تجويفًا وعائيًّا مَعِديًّا ذا فتحة واحدة، أو فمًا، يمرّ خلالها الغذاء والفضلات.

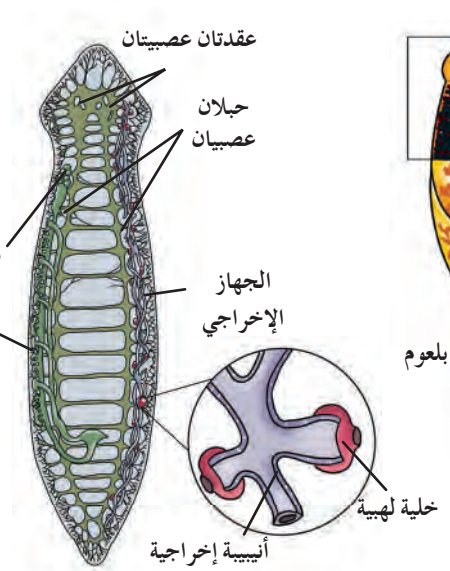
ويوجد بالقرب من الفم أنبوب عضليّ يُسمّى **البلعوم Pharynx**. يمتدّ البلعوم في الديدان المفلطحة إلى خارج الجسم من خلال الفم، فيضخّ بعد ذلك الطعام إلى التجويف الوعائيّ المعديّ. وما إن يدخل الطعام حتّى تهضمه خلايا المعي، أو التجويف الهضميّ، حيث يتمّ هضم الموادّ الغذائيّة وامتصاصها. وينتشر الغذاء المهضوم من التجويف الوعائيّ المعديّ إلى أنسجة الجسم الأخرى.

تتغذّى الديدان الطفيليّة على الدم، أو سوائل الجسم، أو قُطَع من خلايا جسم العائل. يحصل العديد من الديدان الطفيليّة على الموادّ الغذائيّة من الأغذية التي سبق أن هضمتها عوائلها. ولهذا، لا يحتاج معظم الديدان الطفيليّة إلى جهاز هضميّ معقّد التركيب، ولمعظمها قناة هضميّة أبسط من تلك الموجودة في الديدان حرّة المعيشة.

(ب) التنفّس والدوران والإخراج

Respiration, Circulation and Excretion

لا تحتاج الديدان المفلطحة إلى جهاز دوريّ لنقل الموادّ لأنّ أجسامها مفلطحة ورقيقة للغاية. وبدلًا من ذلك، تعتمد الديدان المفلطحة على الانتشار لنقل الأكسجين والموادّ الغذائيّة إلى أنسجتها الداخليّة، ولإزالة ثاني أكسيد الكربون والفضلات الأخرى من أجسامها. وليس للديدان المفلطحة خياشيم أو أعضاء تنفسيّة أخرى، كما ليس لها قلب، أو أوعية دمويّة، أو دم. لبعض الديدان المفلطحة خلايا لَهَبِيّة تقوم بعمليّة الإخراج. **والخلايا اللهبيّة Flame Cells عبارة عن خلايا متخصّصة ترشّح الماء الزائد وتزيله من الجسم. وهي تُزيل أيضًا الفضلات الأيضيّة، مثل الأمونيا (النشادر) واليوريا (البول)** (الشكل 21). ويرتبط العديد من الخلايا اللهبيّة لتكوين شبكة من الأنابيب التي تُفرِغ إلى البيئة الخارجيّة خلال ثقوب دقيقة في جلد الحيوان.



1. تستخدم الديدان المفلطحة بلعومًا لامتصاص الغذاء إلى التجويف الوعائيّ المعديّ. ينتشر الغذاء المهضوم من التجويف إلى الخلايا الأخرى للجسم. وتكشف البقع العينيّة في بعض الأنواع عن الضوء.

2. لديدان المياه العذبة المفلطحة عقدتان عصبيّتان بسيطتان وحبلان عصبيّان يمتدّان بطول الجسم. يتكوّن الجهاز الإخراجيّ من شبكة من الأنيبيبات المتّصلة بالخلايا اللهبيّة التي تزيل الماء الزائد والفضلات الخلويّة.

3. معظم الديدان المفلطحة خناث، إذ لها أعضاء تناسليّة ذكريّة (خصيّ) وأعضاء تناسليّة أنثويّة (مبايض) في الوقت عينه.

(شكل 21)
جميع الديدان المفلطحة، بما فيها هذه البلاناريا، لها أجهزة عضويّة تؤدّي وظائف الحياة الأساسيّة.

(جـ) الاستجابة والحركة والتكاثر

Response, Movement and Reproduction

الاستجابةُ Response: معظم الديدان المفلطحة لها تركيبات معقّدة أكثر من تركيبات اللاسِعات أو الإسفنجيّات. ففي الديدان المفلطحة حرّة المعيشة، يتضمّن الرأس الكثير من **العقد العصبيّة Ganglia، أو مجموعات من الخلايا العصبيّة، التي تتحكّم بالجهاز العصبيّ.** يتّصل بالعقد العصبيّة حبلان عصبيّان يمتدّان بطول جانبي الجسم. تُستخدم الأجهزة العصبيّة لتحديد موضع الطعام ولتكتشف أماكن الإختباء المظلمة أسفل الأحجار أثناء النهار. تتفاعل الديدان المفلطحة الطفيليّة قليلًا مع بيئتها الخارجيّة ولها جهاز عصبيّ أقلّ تعقيدًا.

للعديد من الديدان المفلطحة حرّة المعيشة ما يشبه العيون قرب النهاية الأماميّة لأجسامها. وكلّ «عين» هي في الواقع عبارة عن بقعة عينيّة، أو مجموعة من الخلايا التي يُمكنها الكشف عن التغيّرات في كمّيّة الضوء في بيئتها. بالإضافة إلى وجود البقع العينيّة، لمعظم الديدان المفلطحة خلايا متخصّصة مبعثرةً في جميع أنحاء الجسم تكتشف المؤثّرات، مثل الموادّ الكيميائيّة الموجودة في الطعام أو الاتّجاه الذي يتدفّق فيه الماء.

الحركة Movement: تتحرّك الديدان المفلطحة حرّة المعيشة بطريقتين. فالأهداب الموجودة على خلايا البشرة تُساعِدها على الانزلاق خلال الماء وفوق قاع الجداول والبرك، والخلايا العضليّة التي يتمّ ضبطها عن طريق الجهاز العصبيّ تسمح لها بالالتواء والدوران لكي تتفاعل بسرعة مع المؤثّرات البيئيّة.

التكاثر Reproduction: معظم الديدان المفلطحة حرّة المعيشة خناث تتكاثر جنسيًّا. الخنثيّ Hermaphrodite هي عبارة عن فرد له أعضاء تناسليّة ذكريّة وأنثويّة. أثناء التكاثر الجنسيّ، ترتبط دودتان في شكل زوج، فتتبادلان الحيوانات المنويّة، ويُوضَع البيض في مجموعات تشبه العناقيد ويفقس بعد أسابيع قليلة. ويُعتبر التكاثر اللاجنسيّ شائعًا لدى الديدان المفلطحة حرّة المعيشة، وهو يتمّ عن طريق الانشطار Fission، حيث ينشطر الكائن إلى نصفين، وتنمو لكلّ نصف منهما أجزاء جديدة ليصبح كائنًا كاملًا. لدى بعض الأنواع، تتقطّع الدودة إلى قطع، وتنمو كلّ قطعة منها إلى دودة جديدة.

3.1 بيئة الديدان المفلطحة الطفيلية

Environment of Parasitic Flatworms

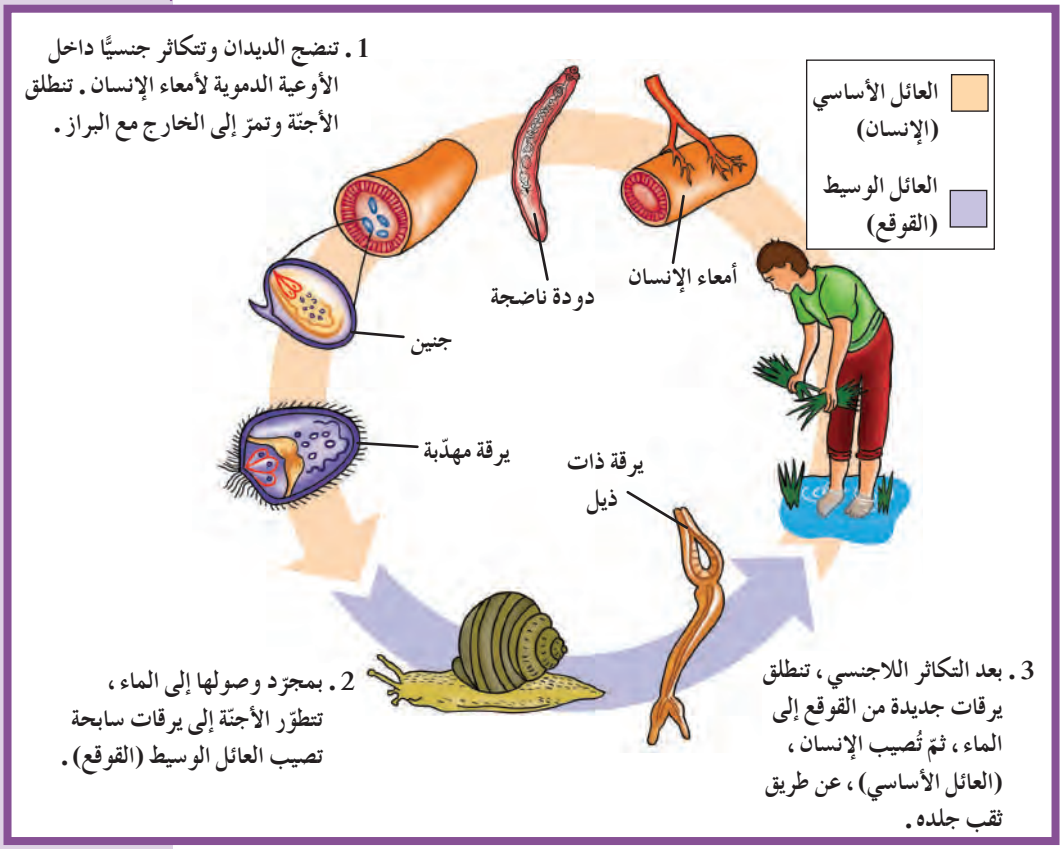
تُشكّل الديدان المفلطحة مجموعة كثيرة التنوّع، لها أشكال مختلفة. وهي تُقسَم إلى مجموعات ثلاث: التربللاريا (الدواميات)، ديدان التريماتودا (الديدان الورقية)، الديدان الشريطية. معظم ديدان التربللاريا حرّة المعيشة، ويعيش في المياه العذبة أو البحار. أمّا الديدان الأخرى، فطفيلية تعتمد في حياتها على عوائلها من القواقع والكلاب والماشية والبشر.

ديدان التريماتودا Flukes

ديدان التريماتودا هي ديدان مفلطحة متطفّلة، يُصيب معظمها الأعضاء الداخلية لعوائلها، مستهدفة الدم أو أيّ عضو داخل العائل. بعض هذه الديدان هي طفيليات خارجية تعيش على الجلد، أو الفم، أو الخياشيم، أو أيّ جزء خارجي آخر للعائل.

لدودة الدم البلهارسية المنسونية Schistosoma mansoni دورة حياة تُعَدّ نموذجية لديدان التريماتودا الطفيلية، والعديد من الطفيليات على وجه العموم (الشكل 22).

تعيش الدودة في عوائل متعدّدة. فعائلها الأساسي، أي الكائن الذي تتكاثر داخله جنسيًّا، هو الإنسان.



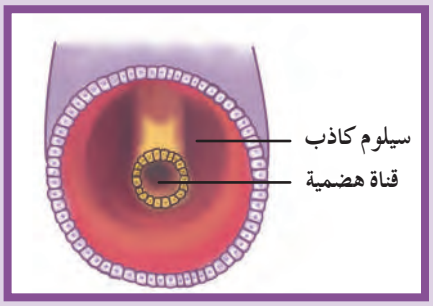
(شكل 22)
تُصيب ديدان التريماتودا عادة الأعضاء الداخلية لعوائلها. تتمّ دورة حياة دودة الدم البلهارسية المنسونية في عائلين: الإنسان والقواقع.

تُسبّب ديدان الشيستوسوما مرض البلهارسيا للإنسان، وهو مرض خطير تنسدّ فيه الأوعية الدموية ما يُسبّب انتفاخها وتحلُّل الأنسجة في الرئتين، أو الكبد، أو الطحال، أو الأمعاء. وتُصيب البلهارسيا ملايين البشر في جميع أنحاء العالم، لا سيّما في المناطق الاستوائية التي تفتقر إلى أنظمة ملائمة للصرف الصحّي، حيث يقضي الناس حاجاتهم في المجاري المائية أو يستخدمون فضلاتهم كأسمدة زراعية. و هناك، تنتقل الطفيليات إلى العوائل الوسيطة وتعود ثانية إلى الانسان بفعالية مميتة.

2. الديدان الخيطية Roundworms

1.2 بنية الديدان الخيطية Structure of Roundworms

يتكوّن جسم الديدان الخيطية، تمامًا كالديدان المفلطحة، من ثلاث طبقات من الخلايا، لكنّه يحوي تجويفًا جسميًّا بين نسيجي الإندودرم والميزودرم. ولأنّ هذا التجويف مبطّن جزئيًا بنسيج الميزودرم، فإنّه يُسمّى **السيلوم الكاذب Pseudocoelom** أو السيلوم الزائف (الشكل 23).



(شكل 23)
الديدان الخيطية هي ديدان غير معقّلة ولها سيلوم كاذب وجهاز هضمي ذو فم وشرج.

2.2 الوظائف الحيوية عند الديدان الخيطية

Vital Functions of Roundworms

(أ) التغذية Feeding

عدد كبير من الديدان الخيطيّة حرّة المعيشة هي من آكلات لحوم، وتستخدم أجزاء فم ممسكة وأشواكًا لاصطياد الحيوانات الصغيرة والتهامها. ويتغذّى بعض الأشكال التي تقطن التربة المائيّة على الطحالب والفطريّات، أو على قطع من الموادّ العضويّة المتحلّلة، ويهضم بعضها الآخر البكتيريا والفطريّات التي تحلّل النباتات والحيوانات الميتة.

(ب) التنفّس والدوران والإخراج Respiration, Circulation and Excretion

تتبادل الديدان الخيطيّة الغازات وتخرج الفضلات الأيضيّة عبر جدر أجسامها، شأنها شأن الديدان المفلطحة. ولا يوجد لدى الديدان الخيطيّة جهاز نقل داخليّ، لذا، فهي تعتمد على الانتشار في نقل الموادّ الغذائيّة والفضلات خلال أجسامها.

(جـ) الاستجابة والحركة والتكاثر Response, Movement and Reproduction

الاستجابة Response: للديدان الخيطيّة جهاز عصبيّ بسيط التركيب، يتكوّن من عقد عصبيّة عديدة. يتّصل بالعقد العصبيّة الموجودة في الرأس العديد من الأعصاب التي تمتدّ على مدى الجسم. تنقل هذه الأعصاب المعلومات الحسيّة وتتحكّم بالحركة.

وللديدان الخيطيّة عدّة أنواع من أعضاء الحسّ، وهي تركيبات بسيطة تكتشف الموادّ الكيميائيّة التي تفرزها الفرائس أو العوائل.

الحركة Movement: تمتدّ عضلات الديدان الخيطيّة على مدى أجسامها. وبالاشتراك مع السائل الموجود في السيلوم الكاذب، تعمل هذه العضلات كهيكل هيدروستاتيكيّ. تقبض الديدان الخيطيّة المائيّة هذه العضلات لتتحرّك مثل الثعابين خلال الماء. أمّا الديدان الخيطيّة القاطنة في التربة، فتشقّ طريقها ببساطة بواسطة التحرّك بطريقة عشوائية.

التكاثر Reproduction: تتكاثر الديدان الخيطيّة جنسيًّا، ومعظم أنواع الديدان الخيطيّة وحيدة الجنس أي أنّها سواء ذكور أو إناث. تتكاثر الديدان الخيطيّة عن طريق الإخصاب الداخليّ، حيث عادة ما يضع الذكر الحيوانات المنويّة داخل الممرّ التناسليّ للأنثى. وغالبًا ما تتميّز الديدان الخيطيّة الطفيليّة (مثل ديدان الإسكارس) بدورات حياة معقّدة تشمل عائلين أو ثلاثة مختلفين، أو عدّة أعضاء داخل عائل واحد.

3.2 بيئة الديدان الخيطية

Environment of Roundworms

على الرغم من أنّ معظم الديدان الخيطية حرّة المعيشة، إلّا أنّ هذه الشعبة معروفة جيّدًا بالأنواع التي تتطفّل على عوائلها، بما فيها البشر. ومن أمثلة الديدان الخيطية التي تُصيب الإنسان:

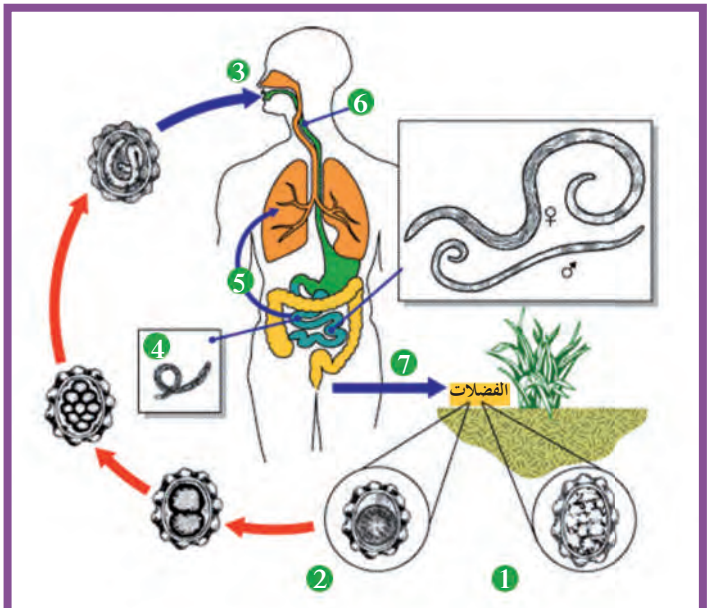
(أ) ديدان الفلاريا Filarial Worms

ديدان الفلاريا، الموجودة أساسًا في المناطق الاستوائية في قارّة آسيا، عبارة عن ديدان خيطية تعيش في الأوعية الدموية واللمفاوية للطيور والثدييات، ومن ضمنها الإنسان. وهي تنتقل من عائل أساسي إلى آخر عن طريق الحشرات اللادغة، بخاصّة البعوض. في حالات الإصابة الشديدة، قد تعترض أعداد كثيرة من ديدان الفلاريا مرور السوائل داخل الأوعية اللمفاوية، وتُسبّب الإصابة بداء الفيل الموضّح في (الشكل 24)، وهي الحالة التي تنتفخ فيها أجزاء الجسم المصابة بصورة هائلة.

(شكل 24)
ديدان الفلاريا هي أحد أنواع الديدان الخيطية الطفيلية. داء الفيل الموضّح في هذه الصورة في مرحلة متقدّمة، عبارة عن مرض تسبّبه ديدان الفلاريا.

(ب) ديدان الإسكارس Ascaris Worms

دودة الإسكارس هي طفيل خطير للإنسان والحيوانات الفقارية الأخرى. فهي تُسبّب الإصابة بسوء التغذية لأكثر من مليار شخص في مختلف أرجاء العالم. ويشيع انتشارها عن طريق تناول الخضار والأغذية الأخرى التي لم يتمّ غسلها كما ينبغي (الشكل 25).



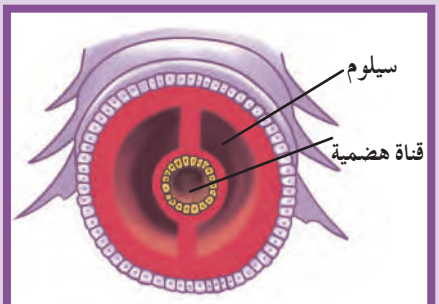
(الشكل 25)
دورة حياة دودة الإسكارس

1. بويضة غير ملقحة.
2. بويضة ملقحة.
3. يبتلع الإنسان الطعام أو الماء الذي يحوي بيض الإسكارس.
4. يصل البيض إلى الأمعاء الدقيقة ويفقس يرقات صغيرة.
5. تدخل اليرقات إلى الأوعية الدموية ويحملها الدم إلى الرئتين.
6. يتمّ ابتلاع اليرقات التي تصل إلى الحلق بسعال العائل، ثمّ تنتقل إلى الأمعاء الدقيقة حيث تنضج.
7. وإذا ما تناول عائل آخر طعامًا أو ماءً ملوثًا بهذا البراز، فإن البيض يفقس في الأمعاء الدقيقة لهذا العائل الجديد.

3. الديدان الحلقية Annelids

1.3 بنية الديدان الحلقية Structure of Annelids

أمّا الديدان الحلقية، وكما يدلّ اسمها، فيتكوّن جسمها من حلقات أو عقل، ولها سيلوم حقيقي مبطّن بالميزودرم (الشكل 26). يتكوّن جسم الديدان الحلقية من عقل منفصلة عن بعضها بواسطة **حواجز Septa** أو جدر داخلية بين عقلة وأخرى. لدى بعض الديدان الحلقية، تحمل بعض العقل زوجًا أو أكثر من الأعضاء الحسّية كالعيون وقرون الإستشعار. وقد تتّصل تلك العقل، لدى البعض منها، **بأهداب سميكة وخشنة تُسمّى أشواك Setae**.



الديدان الحلقية من أبسط الحيوانات التي لها سيلوم حقيقي مبطّن بالميزودرم.

(شكل 26)

2.3 الوظائف الحيوية عند الديدان الحلقية Vital Functions of Annelids

(أ) التغذية Feeding

تتراوح الديدان الحلقيّة بين متغذيّات بالترشيح ومفترسات قد تكون مرعبة، على الأقلّ بسبب حجمها. يحصل العديد من الديدان الحلقيّة على غذائها باستخدام البلعوم. لدى الأنواع التي تُعدّ من آكلات اللحوم، مثل دودة النيرس الموضّحة في (الشكل 27)، عادةً ما يحمل البلعوم فكّين أو أكثر من الفُكوك الحادّة التي تستخدم لمهاجمة الفريسة.

لدى الديدان الحلقيّة التي تتغذّى على الموادّ النباتيّة المتحلّلة، يغطّي البلعومَ مخاطٌ لَزِجٌ. وتجمع الدودة فُتاتًا بمدّ بلعومها وضغطه على الموادّ المترسّبة المحيطة بها. وتحصل ديدان حلقيّة أخرى على الموادّ الغذائيّة عن طريق التغذية بالترشيح، فهي تُهوّي أو تطرح الماء خلال الجحور ذات الشكل الأنبوبيّ وتقتنص فتات الغذاء داخل كيس مخاطيّ.

(شكل 27)
تستخدم دودة النيرس الحلقيّة الفُكوك لاقتناص الفرائس.
كيف يرتبط تركيب فكّي دودة النيرس بوظيفتيهما؟

(ب) التنفّس والدوران والإخراج Respiration, Circulation and Excretion

للديدان الحلقيّة **جهاز دوريّ مغلق Closed Circulatory System** يُحفظ فيه الدم داخل شبكة من الأوعية الدمويّة. يدور الدم في دودة الأرض عبر وعاءين دمويّين رئيسيّين يمتدّان من الرأس إلى الذيل. تضمّ كلّ قطعة من الجسم زوج من الأوعية الدمويّة الصغرى التي تُسمّى الأوعية الحلقيّة، وهي تصل بين الوعاءين الدمويّين الظهريّ والبطنيّ (السفليّ)، وتزوّد الأعضاء الداخليّة بالدم.

غالبًا ما تتنفّس الديدان الحلقيّة المائيّة، مثل الديدان الريشية (الشكل 28)، عبر الخياشيم. **والخيشوم Gill عبارة عن عضو خيطيّ متخصّص لتبادل الغازات تحت سطح الماء.** تستنشق الديدان الحلقيّة قاطنة اليابسة، مثل ديدان الأرض، الأكسجين وتتخلّص من ثاني أكسيد الكربون عبر جلدها الرطب.

تُنتِج الديدان الحلقيّة، شأنها شأن الحيوانات الأخرى، نوعين من الفضلات: الفضلات الهضميّة والفضلات الخلويّة.

(شكل 28)
تتبادل هذه الديدان الريشيّة الغازات تحت سطح الماء باستخدام الخياشيم الريشيّة.
كيف تتبادل الديدان الحلقيّة قاطنة اليابسة الغازات؟

تمرّ الفضلات الهضميّة إلى خارج الجسم من خلال فتحة الشرج التي تقع في نهاية القناة الهضميّة، وتُزال الفضلات الخلويّة المحتوية على النيتروجين من الجسم عن طريق **النفريدات Nephridia**، **وهي الأعضاء الإخراجيّة التي ترشّح السائل الموجود في السيلوم.**

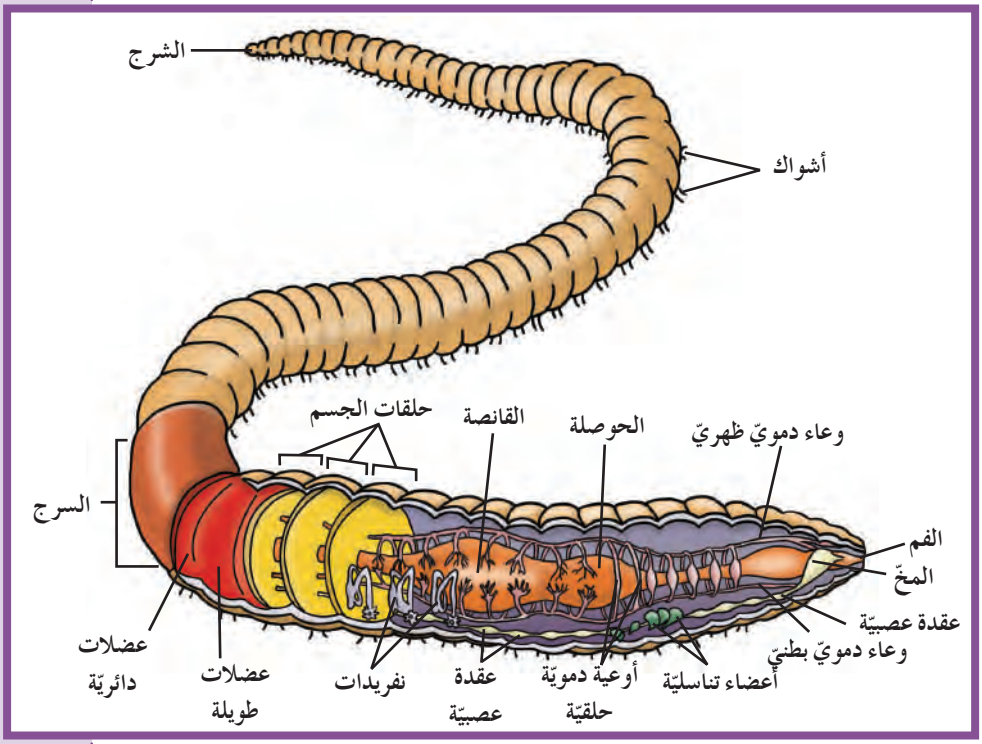
(جـ) الاستجابة والحركة والتكاثر

Response, Movement and Reproduction

الاستجابة Response: يتميّز معظم الديدان الحلقيّة بجهاز عصبيّ محكم التفصيل يتكوّن من المخّ وعدّة حبال عصبيّة. إلّا أنّ أعضاء الحسّ الأكثر تطوّرًا موجودة في الديدان الحلقيّة البحريّة حرّة المعيشة. فالعديد من هذه الأنواع له تكيّفات متنوّعة لاكتشاف المؤثّرات، مثل لوامس حسيّة، ومستقبلات كيميائيّة، وحويصلات توازن تساعد في اكتشاف الجاذبيّة، وزوجان أو أكثر من العيون.

الحركة Movement: للديدان الحلقيّة مجموعتان رئيسيتان من عضلات الجسم التي تعمل كجزء من الهيكل الهيدروستاتيكيّ (الشكل 29). تمتدّ العضلات الطوليّة من مقدّمة الدودة إلى مؤخّرتها، وهي تنقبض كي تجعل الدودة أقلّ طولًا وأكثر بدانة. تلتفّ العضلات الدائريّة حول كلّ حلقة من الجسم، وانقباضها يجعل الجسم أكثر طولًا ونُحولةً. تتحرّك دودة الأرض نتيجة الانقباض المتبادل لهاتين المجموعتين من العضلات.

التكاثر Reproduction: تتكاثر معظم الديدان الحلقيّة جنسيًّا. تستخدم بعض الأنواع الإخصاب الخارجيّ وتكون منفصلة الأجناس، أي يكون كلّ فرد إمّا ذكرًا أو أنثى. والبعض الآخر، مثل ديدان الأرض وديدان العلق، خِناث، أي تُنتِج كلّ دودة كلًّا من الحيوانات المنويّة والبيض. ومن النادر أن تُخصّب الديدان البيض الخاصّ بها. وبدلًا من ذلك، تلتصق دودتان ببعضهما حيث تتبادلان الحيوانات المنويّة التي تختزنها كلّ منهما داخل أكياس خاصّة. وعندما يكون البيض جاهزًا للإخصاب، يفرز **السرج Clitellum**، أو شريط يشبه الطوق من القطع المتخصّصة السميكة، طوقًا من المُخاط يوضع داخله البيض والحيوانات المنويّة معًا، ويتمّ الإخصاب داخله. بعد ذلك، ينزلق الشريط من جسم الدودة ويُكوّن شرنقة واقية، ثمّ تفقس الديدان الصغيرة بعد عدّة أسابيع.



(شكل 29)

ديدان الأرض من الديدان الحلقيّة التي تعيش في التربة. وهي تقوم بأداء جميع وظائف الحياة الأساسيّة، باستخدام الجهاز الهضميّ، والدوريّ، والإخراجيّ، والعصبيّ، والتناسليّ. يتكرّر وجود العديد من الأعضاء، مثل النفريدات والأوعية الدمويّة، في كلّ حلقة من الجسم تقريبًا.

3.3 بيئة الديدان الحلقية Environment of Annelids

(أ) الديدان الحلقية الطفيلية Parasitic Roundworms

الديدان الحلقية المتطفّلة، هي ديدان العلق Leeches التي يعيش معظمها في الأماكن الرطبة في المناطق الاستوائية. ديدان العلق هي طفيليات خارجية نموذجية تمتصّ دم عائلها وسوائل جسمه. ويُعتبَر 25% من جميع ديدان العلق تقريبًا آكلات لحوم تتغذّى على اللافقاريات غضة الأجسام، مثل القواقع والديدان ويرقات الحشرات.

لديدان العلق ممصّان قويّان عند طرفي أجسامها، وهما يُساعدانها في الالتصاق أو التعلّق بعوائلها. وقد تستخدم ديدان العلق الممصّ الخلفي لتتثبّت بالصخور أو الأوراق النباتية أثناء انتظار العائل. تدفع بعض العلقيات امتدادًا عضليًّا يُسمّى الخرطوم إلى أنسجة العائل. وتُشرّح علقيات أخرى جلد العائل بواسطة زوج من الفكوك الحادّة. وفور حدوث الجرح، يستخدم العلق بلعومه لامتصاص الدم من منطقة الجرح. وتفرز بعض العلقيات أيضًا مادّة تُخدّر الجرح، فتمنع العائل من معرفة أنّه قد تمّ عضه.

وقد شاع استخدام ديدان العلق في ما مضى لعلاج الحالات الطبّية، كما هو موضّح في (الشكل 30). في الوقت الحاضر، تجري محاولات لإحياء أساليب أو طرق استخدام ديدان العلق في العلاج الطبّي.

(الشكل 30)

معظم العلقيات هي طفيليات خارجية. وقد استُخدمت ديدان العلق الطبي، كتلك الموضحة أعلاه، بصورة روتينية في محاولة علاج الحالات الطبية كالصداع والاختلال العقلي والسمنة. اعتقد الأطباء أن الأمراض ناتجة عن الكميات الزائدة من الدم، لذا وضعوا ديدان العلق على جلد المريض لتمتصّ الدم من الجسم.

وقد اكتشف الأطبّاء أنّه يمكن لديدان العلق أن تُخفّف من الأورام بعد إجراء العمليات الجراحية. يُمكن لهذه العلقيات أن تمتصّ ملّيمترات عديدة من الدم في المرّة الواحدة قد تفوق خمسة أضعاف وزنها. وهي أيضًا تفرز سائلًا يمنع الدم من التجلّط، يخفّف الضغط والاحتقان في الأنسجة التي يتمّ علاجها.

(ب) الديدان الحلقية حرة المعيشة Free Living Annelids

ظهرت أهمّية ديدان الأرض للطبيعة منذ الحقبة الإغريقية، فأطلق عليها أرسطو اسم «أمعاء الأرض». وكان تشارلز داروين متأثّرًا كثيرًا بديدان الأرض، إلى درجة أنّه كرّس سنوات عدّة لدراستها، وألّف كتابًا كاملًا عنها. تقضي ديدان الأرض، كتلك الموضّحة في (الشكل 31)، والعديد من الديدان الحلقية الأخرى، حياتها تحفر التربة، وتهوّيها، وتخلطها أو تقلبها ببعضها حتّى عمق مترين أو أكثر. تؤمّن الأنفاق التي تحفرها الديدان مسالك لجذور النباتات وللماء، وتسمح بنموّ بكتيريا التربة الهوائية المفيدة. تسحب ديدان الأرض الموادّ النباتية داخل التربة لأسفل وتُمرّرها خلال أمعائها، حيث يتمّ طحنها، وهضمها جزئيًّا، وخلطها مع البكتيريا التي تُساعد في تحلّل الموادّ النباتيّة.

(شكل 31)
تحفر بعض الديدان الحلقية، بما فيها دودة الأرض هذه، جحورًا في التربة، فتخلط التربة ببعضها كلّما أحدثت حفرة.
ما دور الديدان الحلقية في البيئة البحرية؟

مراجعة الدرس 2-1

1. صف استراتيجيات التغذية لديدان الأرض وديدان الحلق.
2. ما هو السيلوم؟ وما المقصود باللاسيلومات؟
3. ما فائدة الديدان الحلقية حرّة المعيشة للتربة؟
4. كيف يُمكن التقليل من انتشار داء الفيل؟
5. فسّر لماذا يجب أن تُطهى اللحوم والأسماك جيّدًا، بخاصّة في المناطق التي تنتشر فيها الديدان الطفيلية.

الرخويات
Mollusks

الأهداف العامة

- يصف المعالم المحددة للرخويات .
- يصف الشكل والوظائف في الرخويات .
- يصف بيئة الرخويات .

(شكل 32)

في مزارع وحقول الخضار والفاكهة، تتسابق البزّاقات (شكل 32)، وهي حيوانات رخوية تشبه القواقع، ولكن تغيب عنها الصّدفة الخارجية التي تحمي أجسام القواقع، في إتلاف محاصيل الخضار والفاكهة فهي تتميز بشراهة شديدة في التغذية على أوراق النباتات .
بعضها صغير جدًّا بحيث تصعب رؤيتها بالعين المجردة، بينما يصل طول البعض الآخر إلى 20 مترًا! إنها الرّخْويات، واحدة من أقدم الشعب .

1. بنية الرخويات Structure of Mollusks

الرخويات عبارة عن حيوانات رخوة الجسم تكون لها عادة صدفة داخلية أو خارجية . تشتمل الرخويات على القواقع ، والبزّاقات ، والمحاريات ، والحباريات ، والأخطبوطيات . لكنّ القوقع يبدو مختلفًا جدًّا عن الحبّار الذي يبدو بدوره مختلفًا جدًّا عن المحار . إذًا لماذا وُضعت جميعًا في الشعبة نفسها؟ أحد الأسباب هو أنّ العديد من الرخويات تتشارك في المراحل التطوّرية نفسها .

فالعديد من الرخويات المائية لها طور يرقي يسبح بحرّية يُسمّى اليرقة المطوّقة أو التروكوفور Trochophore (الشكل 33 (ب)) التي تُعَدّ أيضًا من خصائص الديدان الحلقية، ما يدلّ على احتمال وجود قرابة وثيقة بين هاتين المجموعتين.

وتُوحي الدراسات الجزيئية بوجود سلف مشترك للديدان الحلقية والرخويات قد عاش منذ أكثر من 550 مليون سنة.

تملك الرخويات، شأنها شأن الحلقيات (الديدان الحلقية)، سيلومًا حقيقيًّا محاطًا بنسيج الميزودرم. كما أنّ لها أجهزة معقّدة التركيب تقوم بالعمليات الحيوية، مثل التنفّس والإخراج.

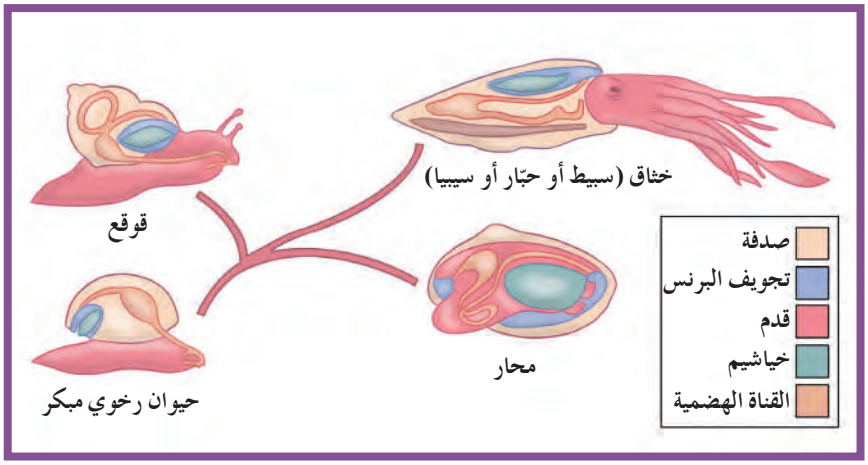
على الرغم من اختلاف أشكالها وتنوّعها، فإنّ للرخويات بنية تركيب جسم متشابهة (الشكل 34). فيتكوّن جسم معظم الرخويات من أربعة أجزاء: قدم، وبرنس، وصدفة، وكتلة حشوية.

القدم العضلية Foot: تتّخذ عدّة أشكال تتنوّع بين تركيب مفلطح للزحف، وتركيب فأسي الشكل للحفر، ولوامس لاصطياد الفرائس.

البرنس Mantle: عبارة عن طبقة نسيجية رقيقة تُغطّي معظم جسم الحيوان الرخوي، وهو يُشبه العباءة.

الصدفة Shell: تُكوّنها غدد في البرنس تفرز كربونات الكالسيوم. تختفي الصدفة عند البزّاق والأخطبوط وتظهر في بعض المجموعات الأخرى مثل الحبّار.

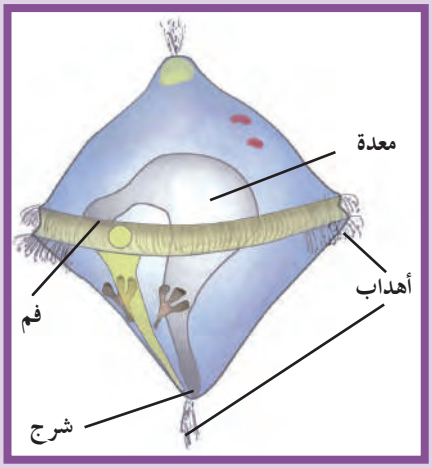
الكتلة الحشوية Visceral Mass: تتكوّن من الأعضاء الداخلية وتقع أسفل البرنس تمامًا.



(شكل 34)

تشمل بنية تركيب جسم العديد من الرخويات: قدم، وبرنس و صدفة، وكتلة حشوية. قد يكون للرخويات الأولى شكل الحيوان الموضح بأسفل. وبتطورها، تكيفت أجزاء جسمها لأداء وظائف متنوعة.

(أ) سبيط او حبار



(ب) اليرقة المطوّقة

(شكل 33)

الرخويات هي مجموعة متنوّعة بشكل لا يُمكن تصوّره، تتضمّن المحاريات، والأخطبوطيات، والقواقع، وكذلك السبيط الأقلّ شأنًا أو أهمّية (أ). رخويات عديدة لها طور يرقي يُسمّى اليرقة المطوّقة أو التروكوفور (ب) والذي له شريط واحد من الأهداب على الأقلّ يُحيط بجسمه. تتميّز جميع الرخويات بجسم رخو، ويمتلك معظمها صدفة داخلية أو خارجية.

2. الوظائف الحيوية عند الرخويات
Vital Functions of Mollusks

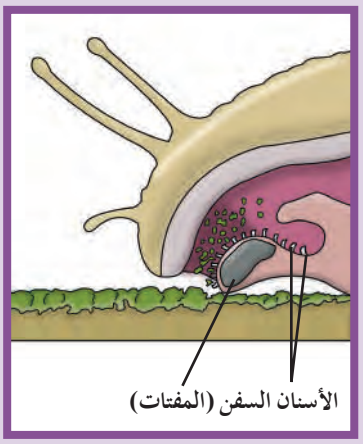
1.2 التغذية Feeding

قد تكون الرخويّات من آكلات الأعشاب، أو اللحوم، أو متغذيّات بالترشيح، أو قمّامة (آكِلات قُمامة)، أو طفيليّات. تتغذّى القواقع والبَزّاقات باستخدام تركيب مَرِن يشبه اللسان يعرف **بالسفن Radula** (أو المِفْتات)، مثبّت فيه المئات من الأسنان الدقيقة (الشكل 35).

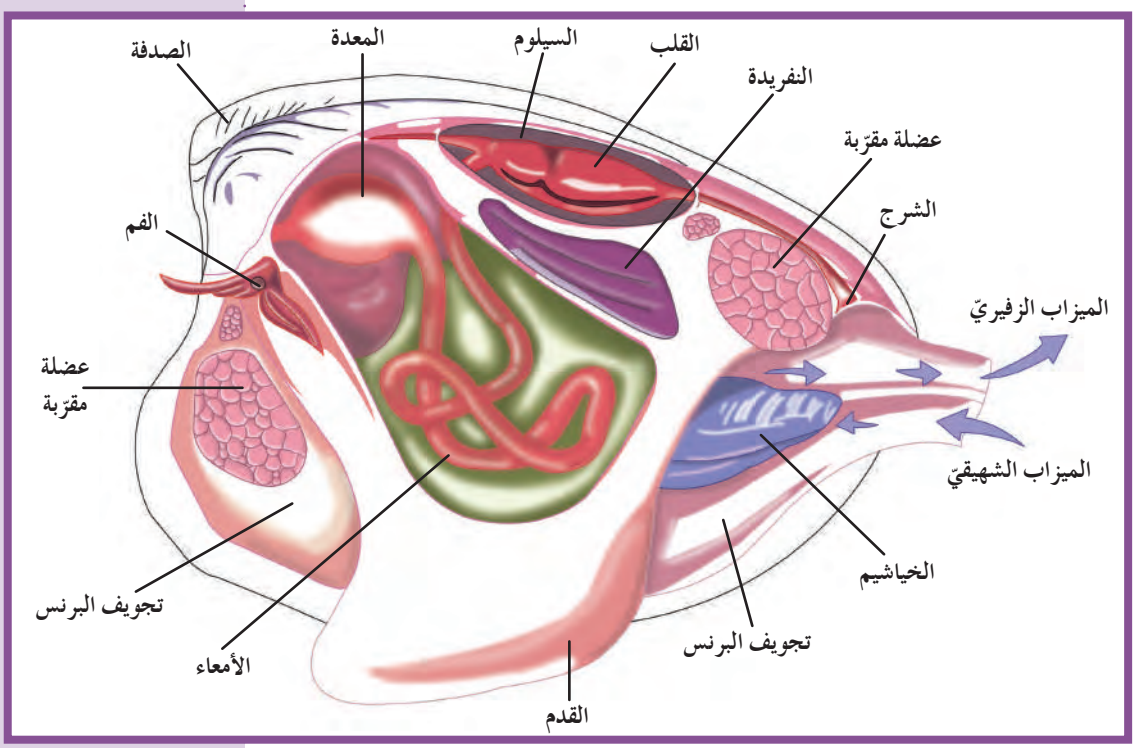
تعيش المحاريّات حياة أكثر سكونًا عن طريق التغذية بالترشيح مستخدِمةً خياشيم ريشيّة الشكل. يُحمَل الغذاء بواسطة الماء الذي يدخل خلال المِيزاب الشهيقيّ الموضّح في (الشكل 36).

ميزاب Siphon هو عبارة عن تركيب مكوّن من أنبوبين أحدهما يسمح بدخول الماء إلى الجسم والآخر لطرح الماء. يدخل الماء خلال المزراق الشهيقيّ وينساب فوق الخياشيم، وبعد ذلك يغادر الجسم عن طريق المزراق الزفيريّ.

وبمرور الماء فوق الخياشيم، يتمّ اقتناص الهائمات في مخاط لزج. وتُحرّك الأهداب الموجودة على الخياشيم هذا الخليط من المخاط والغذاء إلى الفم.



(شكل 35).
تستخدم القواقع السّفن (المفتات) للتغذية. فأسنان السفن تُكسبه مظهر ورق الصنفرة وملمسه. يوجد أسفل السفن قضيب غضروفيّ صلب ليدعمه.
كيف تُساعِد أشرطة الأسنان (السفنات أو المفتاتات) ذات التركيبات المختلفة القواقع في العيش في بيئات مختلفة؟



(شكل 36)
يوضّح هذا الشكل تشريح المحار، وهو حيوان رخويّ ذو مصراعين أو حيوان رخويّ ثنائيّ الصدفة. وقد تمّ إزالة البرنس وجزء من القدم لتوضيح الأعضاء الداخليّة. توقّع ما قد يحدث إذا أصبح الميزاب الشهيقيّ مسدودًا؟

2.2 التنفّس Respiration

تتنفّس الرخويّات المائيّة، مثل القواقع والمحاريّات والأخطبوطيّات، باستخدام الخياشيم الموجودة داخل تجويفها البرنسيّ حيث يتمّ تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بمرور الماء خلاله. ليس هناك خياشيم للقواقع الأرضيّة ولا للبزّاقات. عوضًا عن ذلك، فهي تتنفّس باستخدام تجويف البرنس الذي له مساحة سطحيّة كبيرة ومبطّن بالأوعية الدمويّة.

3.2 الدوران Circulation

يُحمَل كلّ من الأكسجين والموادّ الغذائيّة إلى جميع أجزاء جسم الحيوان الرخويّ بواسطة الجهاز الدوريّ. والجهاز الدوريّ في الرخويّات إمّا يكون من النوع المفتوح أو النوع المغلق.

يعمل **الجهاز الدوريّ المفتوح Opened Circulatory System** بصورة جيّدة لدى الحيوانات الرخويّة بطيئة الحركة، مثل القواقع والمحاريّات، عندما تكون الحاجة إلى الأكسجين منخفضة نسبيًّا. أمّا الحيوانات الرخويّة سريعة التحرّك، مثل الأخطبوطيّات والحبّارات (الخثاقات)، فلها جهاز دوريّ مغلق ينقل الدم عبر جسم الحيوان أسرع بكثير من الجهاز الدوريّ المفتوح.

4.2 الإخراج Excretion

تُطلِق خلايا الجسم الفضلات النيتروجينيّة إلى الدم في صورة مادّة الأمونيا وتقوم النفريدة الأنبوبيّة الشكل بإزالتها من الدم وطردها خارج الجسم.

5.2 الاستجابة Response

تعيش المحاريّات والرخويّات الأخرى ذات المصراعين حياة غير نشيطة، فتحفر في الطين أو الرمل. ولذا فإنها تتمتّع بجهاز عصبيّ بسيط التركيب مؤلّف من عُقَد عصبيّة صغيرة الحجم بالقرب من الفم، وحبال عصبيّة قليلة العدد، وأعضاء حسيّة بسيطة، مثل المستقبلات الكيميائيّة والبقع العينيّة. وعلى عكس ذلك، فإنّ الأخطبوطيّات، مثل الأخطبوط الموضّح في (الشكل 37)، هي من المفترسات النشطة والذكيّة، لها جهاز عصبيّ أكثر تطورًا من جهاز أيّ حيوان لافقاريّ. وبسبب أمخاخها عالية التطوّر أو التكوين، يمكن لهذه الحيوانات أن تذكر الأشياء لفترات زمنيّة طويلة، وقد تكون أذكى من بعض الفقاريّات إذا أنها قادرةٍ على القيام بسلوك معقّد.

(شكل 37)
تَبَخّ الأخطبوطيّات والحبّارات (الخثاقات) الحبر كالنافورة من داخل قناتها الهضميّة. يُروِّع الحبر المفترسات وقد يُسبِّب لها أيضًا تخديرًا مؤقتًا.

6.2 الحركة Movement

تتحرّك الرخويّات بطرق كثيرة متنوّعة. فالقواقع التي تفتقر إلى سرعة الحركة تفرز مخاطًا على طول السطح السفليّ للقدم، وتتحرّك بعد ذلك فوق الأسطح باستخدام حركة القدم المتموِّجة. يستخدم الأخطبوط سريع الحركة شكلًا من الدفع النفاث إذا يسحب الماء إلى التجويف البرنسيّ ،ويدفع الماء إلى الخارج من خلال ميزاب. من شأن الماء الذي يخرج من الجسم أن يدفع الأخطبوط في الاتّجاه المعاكِس.

7.2 التكاثر Reproduction

تتكاثر الرخويّات بطرق متنوّعة. فالعديد من القواقع والرخويّات ذات المصراعين تتكاثر جنسيًّا عن طريق الإخصاب الخارجيّ، حيث تطلق أعدادًا ضخمة من البيض والحيوانات المنويّة في الماء. يُخصَّب البيض في الماء، ثم يفقس ويعطي يرقات سابحة حرّة.

في الرخويّات ذات اللوامس وقواقع معيّنة، يحدث الإخصاب داخل جسم الأنثى. بعض الرخويّات خِناث تحتوي أجسامها على كلّ من أعضاء التكاثر الذكريّة والأنثويّة، وتُخصِّب أفراد هذه الأنواع البيض من أفراد أخرى.

3. بيئة الرخويات Environment of Mollusks

تلعب الرخويات أدوارًا عديدة مختلفة في الأنظمة الحيوية. فهي كائنات تتغذّى على النباتات، وتفترس الحيوانات، وتُنظّف ما يُحيط بها عن طريق ترشيح الطحالب من الماء أو التهام بقايا الكائنات الأخرى. بعض منها عوائل للطحالب المتعايشة أو الطفيليات، والبعض الآخر طفيليات. بالإضافة إلى ذلك، تُعَدّ الرخويات مصدرًا مهمًّا للغذاء للعديد من الكائنات، ومن ضمنها الإنسان (الشكل 38).

(شكل 38)
ستصل هذه المحاريّات إلى موائد غذاء أناس عديدين.
إلى جانب توفير الطعام للبشر والحيوانات الأخرى، ما بعض الأدوار الأخرى التي تلعبها الرخويات في الأنظمة البيئية؟

العلم والمجتمع والتكنولوجيا (الوعي البيئي)

انتشار بلح البحر

في العام 1988، أُدخِل عن غير قصد نوع من الحيوان الرخوي المعروف **ببلح البحر Mussel** صغير الحجم، والذي يعيش في الماء العذب، إلى بحيرة Eric في أوروبا. وبعد أقلّ من عشر سنوات انتشر هذا الحيوان الرخوي في جميع البحيرات الكبرى وروافدها. تنافست هذه الحيوانات الرخوية سريعة التكاثر مع الأنواع الأخرى من أجل الحصول على الغذاء. وقد تسبّبت أيضًا في انسداد أنابيب جرّ المياه العذبة، مسبّبة مشكلات كبرى في محطّات معالجة المياه ومحطّات توليد الكهرباء، وفي انسداد أميال من أنابيب الريّ الزراعي الداخلية (شكل 39).

بهدف منع انتشار بلح البحر إلى بحيرات وأنهار أخرى، قامت الهيئات المختصّة بتوزيع المنشورات على الناس الذين يستخدمون الماء المحتوي على بلح البحر في الصناعة أو الاستحمام. فقد تمّ تنبيه قائدي الزوارق والصيّادين بعدم نقل الماء من بحيرة إلى أخرى أو من نهر إلى آخر.

(شكل 39)
يتكاثر بلح البحر بسرعة كبيرة ويستقرّ على أيّ سطح صلب متاح. ليس من الضروري قتل بلح البحر لمعالجة وجوده داخل الأنابيب. ما هي بعض الطرق التي قد يُعالج بها المهندسون هذه المشكلة؟

مراجعة الدرس 2-2

1. قارن بين الجهازين الدورتين المفتوح والمغلق لدى الرخويات. لماذا نجد الجهاز الدوري المفتوح غالبًا في الحيوانات الصغيرة التي تتحرك ببطء؟
2. عدد وصف الأجزاء الأربعة لتركيب جسم الحيوان الرخوي.

الفصل الثالث

مفصليات الأرجل وشوكيات الجلد
Arthropods and Echinoderms

بعد غرق إحدى السفن الأمريكية، لا يوجد أيّ شكل من أشكال الحياة البحرية تقريبًا، في البيئة التي تحيط بحطام السفينة الغارقة، لكن أبحاث الغطس تحت الماء اكتشفت أن حطام السفينة نفسه يعجّ بالحياة.

فمثل أحد الشعاب الصناعية، يَقطن حطام السفينة مجتمع متنوع من الحيوانات. فهناك تنوع كبير من شوكيات الجلد يتضمن زَنابِق البحر، ونجوم البحر، والنجوم الريشية، والنجوم الهشة، قد تكون مثبَّتة بحطام السفينة أو زاحِفة عليها فيما بين أكوام العُملات والسبائك الذهبية.

كيف تبقى شوكيات الجلد والحيوانات الأخرى على قيد الحياة؟ يوفِّر حطام السفينة الغارقة نظامًا بيئيًّا لحيوانات الأعماق في البحار.

دروس الفصل

الدرس الأوّل

* مفصليات الأرجل

الدرس الثاني

* شوكيات الجلد

مفصليات الأرجل
Arthropods

الأهداف العامة

* يحدد الصفات المميزة لمفصليات الأرجل.
* يصف الاتجاهات المهمة في تطور مفصليات الأرجل.
* يشرح نمو وتطور مفصليات الأرجل.

(شكل 40)

ظهرت المفصليات على الأرض منذ زمن طويل. فبعض الأحافير المفصلية عمرها أكثر من 500 مليون سنة. المفصليات المسماة ثلاثيات الفصوص Trilobites الشكل (40)، كانت شائعة جدًّا في المحيطات لمئات الملايين من السنين. وقد انقرضت منذ حوالى 230 مليون سنة.

نشأت المفصليات أو تطورت على الأرجح من أسلاف شبيهة بالديدان الحلقية. مما سمح بتكون هيكل صلب، وأرجل المشي للمفصليات، فهي من بين الحيوانات الأولى التي عاشت بنجاح على الأرض.

1. بنية مفصليات الأرجل Structure of Arthropods

تتضمّن مفصليات الأرجل حيوانات مثل الحشرات، والسرطانات، ومئوية الأرجل، والعناكب. تتميّز مفصليات الأرجل بأجسام معقّلة، وهيكل خارجي قوي ومتين، وزوائد جسمية متمفصلة (الشكل 41). كما أنها تتمتّع بأجسام مقسّمة إلى عقل، شأنها شأن الديدان الحلقية. ويختلف عدد هذه العقل بين المجموعات المختلفة من مفصليات الأرجل.

تُحاط مفصليات الأرجل أيضًا بغطاء خارجي متين، أو الهيكل الخارجي Exoskeleton الذي يُشبه البدلة المدرّعة التي تحمي الجسم وتدعمه، وتتكوّن من مادة بروتينية وكربوهيدراتية تُسمّى الكيتين Chitin. تتنوّع الهياكل الخارجية بدرجة كبيرة في الحجم، والشكل، والمتانة. فالهياكل الخارجية

(شكل 41)
مفصليات الأرجل، مثل ألفيات الأقدام الكهفية، لها جسم يتكوّن عادة من عقل، وهيكل خارجي متين، وزوائد جسمية مفصلية. لاحظ أنّ أرجل هذا الحيوان متكيّفة للمشي.

ليرقات الفراشات قوية وجلدية، بينما تلك الخاصّة بالسرطانات والكركند (أم الربيان) (شكل 42) متينة جدًّا وصلبة إلى درجة أنّه من المحال سحقها باليد. تملك الهياكل الخارجية للعديد من الأنواع البرّية غطاء شمعيًا يُساعد في حفظ ماء الجسم وعدم فقدانه. لجميع مفصليات الأرجل **زوائد جسمية Appendages مفصلية وهي عبارة عن تركيبات كالأرجل وقرون الاستشعار تمتدّ من جدار الجسم**. وقد سُمّيت هذه الشعبة بمفصليات الأرجل نظرًا لوجود تلك الزوائد الجسمية المميّزة.

(شكل 42)
الكركند (أم الربيان)

2. الوظائف الحيوية عند مفصليّات الأرجل

Vital Functions of Arthropods

1.2 التغذية Feeding

تتضمّن مفصليّات الأرجل كائنات من آكِلات الأعشاب، واللحوم، ومختلِطة التغذية. هناك مفصليّات أرجل ماصّات للدم، ومُتغذّيات بالترشيح، وآكِلات قُمامة، وطفيليّات. وقد تطوّرت أجزاء فم مَفصِليّات الأرجل بطرق تُمكِّنها من أن تأكل تقريبًا أيّ طعام يُمكِنُك أن تتصوّره. فتتراوح أجزاء فمها من مَلاقِط إلى فُكوك مِنجليّة الشكل، يُمكِنها تمزيق أنسجة الفريسة التي تمّ اقتناصها (الشكل 43).

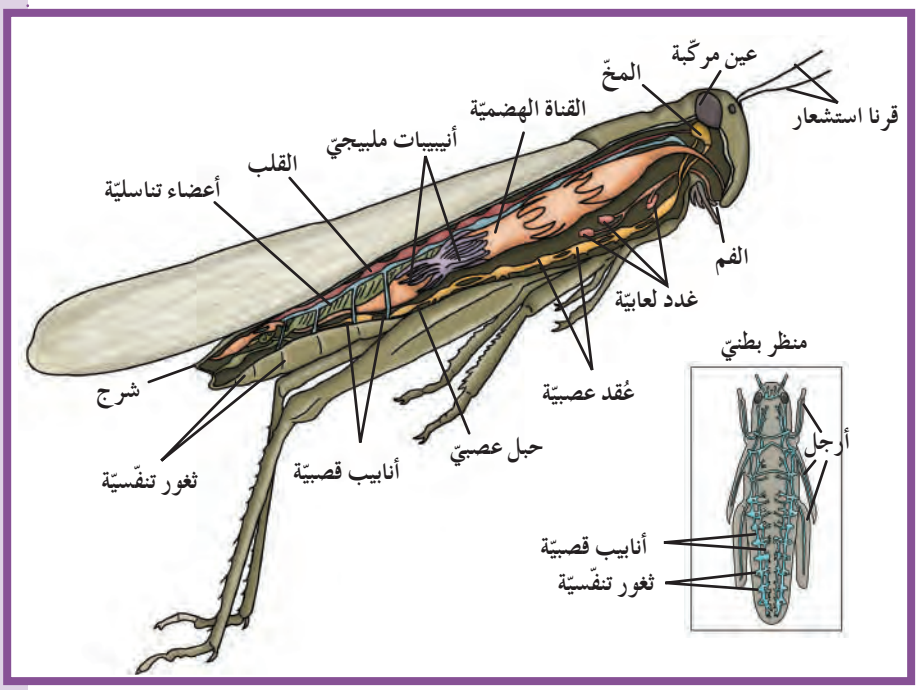
(شكل 43)
تستخدم سوسة اللوز أجزاء فمها لثقب اللوز وأكله.
في اعتقادك، هل سوسة اللوز قادرة على اقتناص مَفصِليّات الأرجل الأخرى وأكلها؟ فسّر إجابتك.

2.2 التنفّس Respiration

تحتاج الجَنادِب أو النطّاطات، مثل جميع الحيوانات الأرضيّة، إلى طريقة للحصول على الأكسجين من الهواء غير تلك المستخدَمة في الماء.
تتنفّس معظم مفصليّات الأرجل الأرضيّة خلال شبكة من **الأنابيب القصبيّة Tracheal Tubes** المتفرّعة، الموضّحة في (الشكل 44)، التي تمتدّ على مدى أجزاء الجسم كلّها.
يدخل الهواء إلى الأنابيب القصبيّة ويخرج منها عبر **ثُغور تنفسيّة Spiracles، وهي عبارة عن فتحات صغيرة تقع على طول جانبي الجسم**.
وتتنفّس مَفصِليّات أرجل أرضيّة أخرى مثل العناكب باستخدام **الرئات الكتابيّة Book Lungs وهي عبارة عن أعضاء لها طبقات من الأنسجة التنفسيّة متراصّة مثل صفحات الكتاب**. وتتنفّس معظم مَفصِليّات الأرجل المائيّة، مثل الكركند والسرطانات، عن طريق خياشيم ريشيّة الشكل.

3.2 الدوران Circulation

لدى مَفصِليّات الأرجل جهاز دوريّ مفتوح. يَضخّ القلب الدم بواسطة الشرايين التي تتفرّع وتدخل الأنسجة. يترك الدم الأوعية الدمويّة وينتقل عبر الجيوب الدمويّة، أو التجاويف الدمويّة، ثم يتجمّع في جيب كبير يحيط بالقلب. ومن هناك، يعود الدم ليدخل القلب حيث يُعاد ضخّه مرّة ثانية في الجسم.



(شكل 44)
للجنادب (النطّاطات) أجهزة نموذجيّة لمعظم مَفصِليّات الأرجل. تُؤدّي هذه الأجهزة وظائف مثل التنفّس، الدوران، والإخراج، والاستجابة، والحركة.
أين يقع الحبل العصبيّ لحشرة الجُنْدُب (النطّاط)؟

4.2 الإخراج Excretion

تتخلّص معظم مَفصِليّات الأرجل الأرضيّة، مثل الحشرات والعناكب، من الفضلات النيتروجينيّة باستخدام **أُنَيْبِيبات مَلْبيجي Malpighian Tubules** **وهي عبارة عن أعضاء كيسيّة الشكل تستخلص الفضلات من الدم، ثم تُضيفها إلى البراز، أو الفضلات الهضميّة، التي تتحرّك خلال المعي.** في مَفصِليّات الأرجل المائيّة، تنتقل الفضلات الخلويّة من جسم الحيوان مَفصِليّ الأرجل إلى الماء الذي يحيط به بواسطة الانتشار.

5.2 الاستجابة Response

لمعظم مَفصِليّات الأرجل جهاز عصبيّ متطوّر جيّد التكوين. ولجميعها مخّ يعمل كلوحة التحكّم مستقبلًا المعلومات الواردة، ليرسِل بعدها التعليمات الصادرة إلى العضلات. يُوصّل العَصَبان المحيطان بالمريء المخّ بحبل عصبيّ بطنيّ. وتوجد على امتداد هذا الحبل العصبيّ عُقَد عصبيّة عديدة، أو مجموعات من الخلايا العصبيّة. تُنسِّق هذه العقد العصبيّة حركات الأرجل المفردة والأجنحة. ولمعظم مَفصِليّات الأرجل أعضاء حسّ معقّدة التركيب، مثل العيون والمستقبِلات الذوقيّة، لجمع المعلومات من البيئة المحيطة.

6.2 الحركة Movement

تتحرّك مَفصِليّات الأرجل باستخدام مجموعات من العضلات جيّدة التكوين، والتي يتمّ التنسيق في ما بينها والتحكّم فيها بواسطة الجهاز العصبيّ. تُولِّد هذه العضلات القوّة بالانقباض، وبعد ذلك سحب الهيكل الخارجيّ من الداخل. عند كلّ مفصل، توجد عضلات تُساعِد على ثني أو تمديد المفصل (الشكل 45).

(شكل 45)
يُوضّح هذا التمثيل التخطيطيّ كيف تقوم العضلات المثبّتة بالهيكل الخارجيّ بثني المفاصل أو مدّها (العضلات الفعليّة أكبر بكثير من تلك الموضّحة هنا).
كيف تُضبَط وتُنسَّق العضلات؟

بسط العضلات باتّجاه الهيكل الخارجيّ يسمح لمَفصِليّات الأرجل أن تضرب بأجنحتها في الهواء لتطير، وتدفع أرجلها في اتّجاه الأرض لتمشي، أو تضرب بزوائد العوم في الماء لتسبح.

7.2 التكاثر Reproduction

الإخصاب عند مَفصِليّات الأرجل الأرضيّة (البريّة) داخليّ. لدى بعض الأنواع منها، للذكور عضو تناسليّ تضع من خلاله الحيوانات المنويّة داخل الإناث. لدى أنواع أخرى، تضع الذكور جيبًا منويًّا تلتقطه الإناث. وقد يكون الإخصاب لدى مَفصِليّات الأرجل المائية داخليًّا أو خارجيًّا. ويحدث الإخصاب الخارجيّ خارج جسم الأنثى عندما تُطلِق الإناث البيض إلى البيئة الخارجيّة، وتضع الذكور الحيوانات المنويّة حول البيض.

3. بيئة مفصليات الأرجل Environment of Arthropods

تُعدّ مفصليات الأرجل أكبر شعبة حيوانية على الإطلاق، وهي تُؤدّي أدوارًا مهمّة في الغلاف الحيوي. يعتمد العديد من الحيوانات الأخرى والنباتات، بما فيها نباتات المحاصيل الغذائية، على مفصليات الأرجل لتواجدها في هذا الغلاف.

تُشكّل مفصليات الأرجل البرّية والبحرية، مصدرًا غذائيًّا مهمًّا للحيوانات الأخرى. فالقشريات وحشرات عديدة، على سبيل المثال، تقع في موضع قريب من قاعدة السلاسل الغذائية في بيئاتها الخاصّة. تعيش أنواع من القشريات في المياه كهائمات، وتُوفّر الغذاء للكثير من أنظمة القطب الجنوبي البيئية. تُعتبر الأسماك، والطيور البحرية، وعجول البحر، وطيور البطريق، جميعها مستهلكات لكمّيات ضخمة من هذه القشريات. فالحوت الأزرق يأكل أربعة أطنان منها في اليوم الواحد. والحشرات هي المكوّن الغذائي الأساسي للكثير من الحيوانات، بما فيها الطيور، والزواحف، والبرمائيات، والعديد من الثدييات الصغيرة. تُعَدّ بعض مفصليات الأرجل أيضًا غذاء لمفصليات أرجل أخرى كما يظهر في (الشكلين 46 و47).

(شكل 46)
يعتمد نجاح إحدى الحدائق العضوية، جزئيًّا، على الحشرات. فعلى سبيل المثال، الخنفساء التي تتناول حشرات المنّ على الشجر.

(شكل 47)
تقتل حشرة فرس النبي المفترسة الدودة القرنية التي تُهاجم الطماطم.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

بدائل المبيدات الحشرية

لسنين عدّة، استخدم الإنسان المبيدات الحشرية الكيميائية لمكافحة الآفات الحشرية. ولقد ثبت بالدليل العلمي أنّ الاستخدام طويل الأمد لتلك المبيدات له تأثير ضارّ على البيئة وعلى البشر. بالإضافة إلى ذلك، غالبًا ما تكتسب الحشرات التي تتمّ مكافحتها بالمبيدات الحشريّة مقاومة لموادّ كيميائية معيّنة في هذه المبيدات، ما يجعلها عديمة النفع والفائدة. لهذه الأسباب، طوّر العلماء والمزارعون تدبيرًا متكاملًا للآفات يستخدم الطرق البيولوجية لمقاومة الآفات الحشرية، يُسمّى إدارة الآفات المتكاملة. على سبيل المثال، يُنتج بعض أنواع النباتات موادّ كيميائية سامّة لبعض الآفات. تُكسب الأنواع المقاومة للآفات نباتات المحاصيل بعض الحماية ضدّ الآفات عندما يُزرع هذان النوعان من النبات مع بعضهما.

في محاولات أخرى لمقاومة الحشرات، قام الباحثون بدراسة الدورات التكاثرية للحشرات، وحاولوا إنتاج أفراد ناضجة عقيمة لبعض الأنواع. يمكن لتلك الأفراد الناضجة أن تتزاوج ولكن لا يُمكنها أن تتكاثر (تُنتج نسلًا أو ذريّةً)، وبذلك يُمكن خفض أعدادها. ويُمكن استخدام تقنية أخرى تهدف إلى إصابة الحشرات المقصود مقاومتها بأحد أنواع الطفيليات، أو البكتيريا، أو الفيروسات. تتمثّل طريقة المكافحة الشائعة بتعريض الآفات إلى المفترسات الطبيعية على سبيل المثال. فغالبًا ما يُربّي المزارعون في الحدائق المنزلية الخنافس وحشرات فرس النبيّ للمساعدة في مكافحة الحشرات الأخرى.

مراجعة الدرس 3-1

1. ما هي الزوائد الجسمية لمفصليات الأرجل؟
2. ما هي الأعضاء التي تستخدمها مفصليات الأرجل في التنفس؟ أي هذه الأعضاء موجود في مفصيات الأرجل الأرضية؟ وأيها في مفصليات الأرجل المائية؟

شوكيات الجلد
Echinoderms

الأهداف العامة

* تحدد الصفات المميزة لشوكيات الجلد.
* يصف الوظائف الحيوية التي يقوم بها الجهاز الوعائي المائي لشوكيات الجلد.

(شكل 48)

في الماضي، عندما كان الصيادون يجمعون المحار كمصدر رزق، وكانوا يصطادون نجوم البحر، كانوا يقطعونها ويُلقون بها في البحر. لماذا؟ لأن نجوم البحر تأكل أعدادًا هائلة من المحار. ولم يكن أولئك الصيادون يعلمون أن قطَع نجوم البحر يمكنها أن تنمو إلى نجوم جديدة. لهذا، فبدلًا من التخلص منها، ازدادت أعداد نجوم البحر (الشكل 48).

1. بنية شوكيات الجلد Structure of Echinoderms

تعيش شوكيات الجلد في البحار والمحيطات فقط. البعض منها مخلوقات ذات أذرع ريشية وزاهية الألوان ورقيقة، والبعض الآخر مثل الخيارات ذات لون بني إلى طيني.

لا تُشبه بنية جسم شوكيات الجلد أيّ بنية أخرى في المملكة الحيوانية. فشوكيات الجلد اليافعة النموذجية ليس لها طرف أمامي أو خلفي، ويغيب عنها الترئيس. ومن ناحية أخرى، فأجسام معظم شوكيات الجلد ذات جانبين. الجانب الذي يقع فيه الفم يُسمّى السطح الفمي، والجانب المقابل يُسمى الجانب اللافمي.

تتميّز شوكيات الجلد بجلد شائك، وهيكل داخلي، وجهاز وعائي مائي، وتركيبات شبيهة بالممصّات تُسمّى الأقدام الأنبوبية. ويظهر في معظم شوكيات الجلد البالغة تماثل شعاعي خماسي الأجزاء.

علم الأحياء في حياتنا اليومية

قنفذ بحر يكتب؟

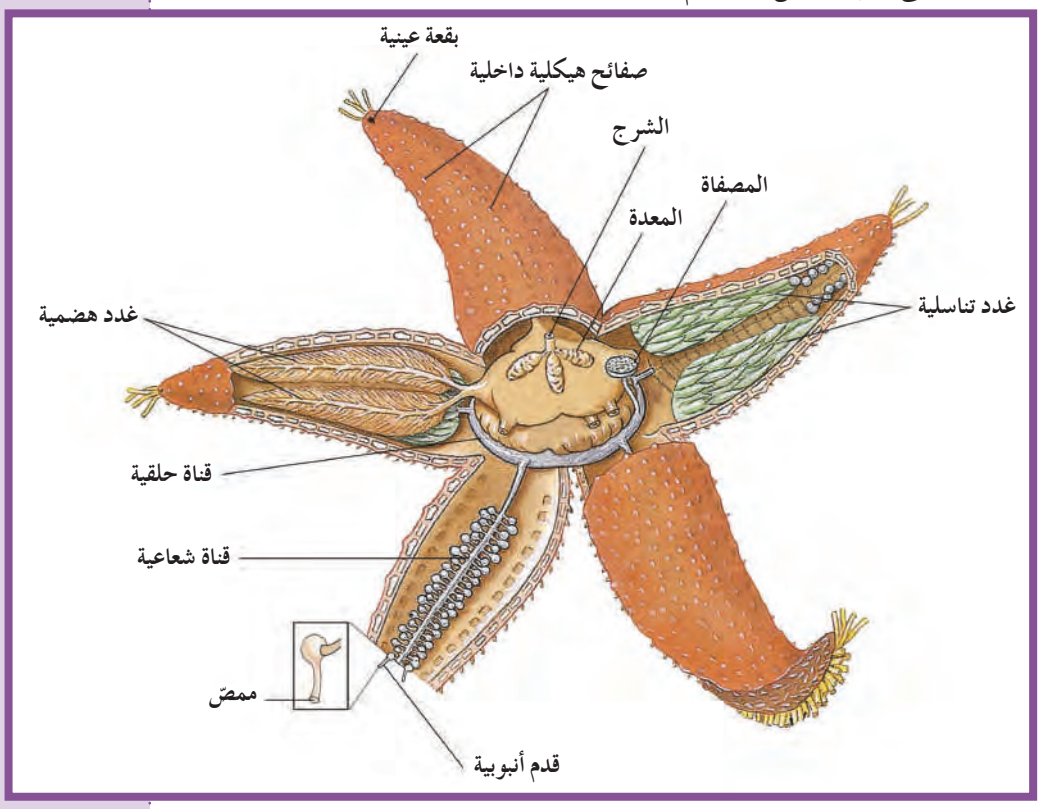
اكتسب أحد أنواع قنافذ البحر اسمه الشائع قنفذ قلم الأردواز، لأنّ أشواكه كانت تُستخدَم للكتابة على ألواح الأردواز. وغالبًا ما تُستخدَم أشواكه الآن كرنّانات أو أجراس الرياح.

قنفذ قلم الأردواز

تنتظم أجزاء الجسم التي تتواجد عادة في مضاعفات العدد خمسة حول القرص المركزي مثل أسلاك عجلة الدرّاجة (الشكل 49). وعلى الرغم من أنّ التماثل الشعاعي يُعتبر مميّزًا للحيوانات الأبسط تركيبًا مثل اللاسعات، إلّا أنّ شوكيات الجلد هي في الواقع أقرب للبشر والفقاريات الأخرى. ويرقات شوكيات الجلد ثنائية التماثل، ما يدلّ على أنّ تماثل الجسم قد تطوّر بصورة مختلفة في هذه المجموعة عنه في الحيوانات الأبسط تركيبًا. وشوكيات الجلد هي أيضًا من ثانويات الفم، وهي الحيوانات التي تطوّر فيها ثقب البلاستيولة Blastula إلى الشرج. يوجد هذا النوع من التطوّر في شوكيات الجلد والفقاريات، ما يدلّ على أنّ هاتين المجموعتين قريبتين من بعضهما.

يُعَدّ وجود جهاز من الأنابيب الداخلية، والذي يُسمّى **الجهاز الوعائي المائي Water Vascular System**، الموضّح في (الشكل 50)، ميزة فريدة لشوكيات الجلد. يُؤدّي الجهاز الوعائي المائي، الذي يمتلئ بسائل، العديد من وظائف الجسم الأساسية التي تشمل التنفّس والدوران والحركة، وهو يُفتَح للخارج من خلال تركيب غربالي الشكل يُسمّى **المصفاة Madreporite**. في نجوم البحر، تتّصل المصفاة بقناة حلقية تُكوّن دائرة حول فم الحيوان. وتمتدّ من القناة الحلقية خمس قنوات شعاعية على طول عقل الجسم.

(شكل 49)
شوكيات الجلد، مثل هذا النجم الهشّ، لها جلد شائك، وتماثل شعاعي خماسي، وهيكل داخلي، وجهاز وعائي مائي، وتراكيب تشبه الممصّات تُسمّى الأقدام الأنبوبية. لاحظ أنّ النجم الهشّ له خمسة أذرع. تنقسم أجسام معظم شوكيات الجلد إلى أجزاء مضاعفات العدد خمسة.



(شكل 50)
أكثر جهاز مميّز لشوكيات الجلد هو الجهاز الوعائي المائي الموضّح هنا في نجم البحر. يُؤدّي الجهاز الوعائي المائي، الذي يمتدّ إلى جميع أرجاء الجسم، وظائف التنفّس والدوران والحركة.

يتّصل بكلّ قناة شعاعية مئات الأقدام الأنبوبية. **والقدم الأنبوبية Tube Foot هي عبارة عن تركيب يعمل بصورة تشبه إلى حدّ كبير آلية عمل الممصّات، إذ لكلّ قدم أنبوبية ممصّ في نهايتها.**

تسحب العضلات مركز الممصّ إلى أعلى، مكوّنة شكل الكوب ما يُساعد على شفط السطح الذي تتثبّت به القدم. تعمل مئات الأقدام الأنبوبية مع بعضها مخلّفة قوّة هائلة تُساعد شوكيات الجلد على المشي، وفتح مصراعي صدفة المحار.

2. الوظائف الحيوية عند شوكيّات الجلد

Vital Functions of Echinoderms

1.2 التغذية Feeding

لشوكيّات الجلد طرق تغذية عديدة. فتستخدم قنافذ تركيبات خماسيّة الأجزاء وفكّية الشكل لكشط الطحالب الموجودة على الصخور. وتستخدم زنابق البحر الأقدام الأنبوبيّة على امتداد أذرعها لاقتناص الهائمات الطافِية. تتحرّك خيارات البحر مثل الجرّافات عبر أرضيّة البحار والمحيطات، مبتلِعة الرمال والقُمامات. عادةً ما تتغذّى نجوم البحر على الرخويّات مثل المحار وبلح البحر (الشكل 51). وبمجرّد أن تنفتح صدفة الفريسة، يدفع نجم البحر معدته فتخرج من فمه، ويصبّ الأنزيمات، ويهضم الحيوان الرخويّ داخل صدفته، ثمّ يسحب معدته والفريسة المهضومة جزئيًّا إلى داخل فمه.

(شكل 51)
تستخدم شوكيّات الجلد جميع أنواع طرق التغذية. يعدّ نجم البحر، الموضّح في الصورة أعلاه، من آكِلات لحوم التي تتغذّى على المحاريّات والحيوانات ذات المصراعين الأخرى.
كيف تتغذّى المجموعات الأخرى من شوكيّات الجلد؟

2.2 التنفّس والدوران Respiration and Circulation

بخلاف الجهاز الوعائيّ المائيّ، فإنّ لشوكيّات الجلد تحوّرات قليلة للتنفّس أو الدوران. لدى معظم الأنواع، يشكّل النسيج رقيق الجدر للأقدام الأنبوبيّة السطح الرئيسيّ للتنفّس. ولدى بعض الأنواع الأخرى، تقوم أجزاء نامية صغيرة تُسمّى الخياشيم الجلديّة بعمليّة تبادل الغازات. يحدث دوران الموادّ التي يحتاجها الجسم والفضلات خلال الجهاز الوعائيّ المائيّ، حيث يتمّ نقل الأكسجين، والغذاء، والفضلات.

3.2 الإخراج Excretion

لدى معظم شوكيّات الجلد، يتمّ التخلّص من الفضلات الصُلبة من خلال الشرج. ويتمّ إخراج الفضلات الخلويّة النيتروجينيّة أساسًا في صورة أمونيا. تمرّ هذه الموادّ الإخراجيّة إلى الماء المحيط بالحيوان من خلال الأنسجة رقيقة الجدر للأقدام الأنبوبيّة والخياشيم الجلديّة.

4.2 الاستجابة Response

كما أنه ليس لبعض الحيوانات رأس، فشوكيّات الجلد ليس لها جهاز عصبيّ متطوّر. فمعظمها له حلقة عصبيّة تحيط بالفم، وأعصاب شعاعيّة تُوصِل هذه الحلقة بأجزاء الجسم. وكما لها أيضًا خلايا حسّيّة مبعثَرة تكتشف الضوء، والجاذبية، والموادّ الكيميائيّة المفرَزة من الفرائس.

5.2 الحركة Movement

تتحرّك معظم شوكيّات الجلد باستخدام الأقدام الأنبوبيّة وطبقات رقيقة من الألياف العضلية المثبَّتة بهيكلها الداخليّ. وتُحدَّد سهولة حركة شوكيّات الجلد جزئيًّا عن طريق تركيب هيكلها الداخليّ. فدولارات الرمل وقنافذ البحر لها أشواك متحرِّكة مثبَّتة بالهيكل الداخليّ. لنجوم البحر والنجوم الهشّة مفاصل مرنة تُمكِّنها من استخدام أذرعها للحركة. في خيارات البحر، تكون صفائح الهيكل الداخليّ مُختزَلة وموجودة داخل جدار الجسم العضليّ الأملس (الشكل 52). لذا، فهذه الحيوانات تزحف إلى قاع البحر بواسطة العمل المشترك بين الأقدام الأنبوبيّة وعضلات جدار الجسم.

(شكل 52)
يُمكن لخيارات البحر الزحف إلى قاع البحر لوجود جدار الجسم العضلي بالإشتراك مع الأقدام الأنبوبية.

6.2 التكاثر Reproduction

تتكاثر شوكيّات الجلد بالإخصاب الخارجيّ، ومعظم أنواع نجوم البحر، منفصلة الجنس. يتمّ إنتاج الحيوانات المنويّة في الخُصَي، والبيض في المَبايِض. يسقط كلا النوعين من الأمشاج في ماء البحر، حيث يحدث الإخصاب. تسبح اليرقات ذات التماثل ثنائيّ الجانب في الماء بعضًا من الوقت، ثمّ تتّجه إلى قاع البحر، حيث تنمو إلى حيوانات بالغة ذات تماثل شعاعيّ.

3. بيئة شوكيات الجلد Environment of Echinoderms

يشيع وجود شوكيات الجلد في مختلف المواطن المائية البحرية. وفي العديد من المناطق، قد يُسبّب الارتفاع أو الانخفاض المفاجئ في أعداد شوكيات الجلد تغيّرات كبيرة في أعداد جماعات الكائنات البحرية الأخرى. فتُساعد قنافذ البحر في ضبط توزيع أو انتشار الطحالب والأشكال الأخرى من الأحياء البحرية. **نجوم البحر Sea Stars هي كائنات من آكلات اللحوم التي تُساعد في ضبط أعداد الكائنات الأخرى مثل المحار والمرجان.**

البيئة في المجتمع

البحث عن عيّنات شوكيات الجلد

تحرّ عن المصادر المحلية، مثل المرابي المائية في حدائق الأسماك أو معاهد العلوم المائية، حيث قد تتمكّن من فحص عيّنات حيّة أو هياكل لشوكيات الجلد. يمكنك أيضًا أن تُرتّب لزيارة قسم علم الحيوان في إحدى الكليات أو الجامعات القريبة لملاحظة العيّنات الهيكلية لشوكيات الجلد، وكما يمكنك مشاهدتها في المتاحف. ابحث عن صور لشوكيات الجلد، واجمع معلومات وحقائق عنها لإعداد مذكّرة توضيحية تُشارك فيها الفصل.

البيئة في المجتمع

محميّة صباح الأحمد في الكويت

تقع محميّة صباح الأحمد شمال شرق الكويت على طريق الصبيه. وقد أُنشِئت عام 2003 وهي تمتدّ على مساحة $320\ km^2$. صُنّفت تلك المحميّة ضمن محميّات الأراضي الرطبة، حيث تتميّز بالمسطّحات الطينية الغنية بالموادّ العضوية وبتضاريسها المتنوّعة من تلال وسهول ومنخفضات، وشواطئ بطول 16 km. لذلك تشكّل هذه المحميّة بيئة مناسبة لاحتضان أنواع مختلفة من الحيوانات من قشريات وأسماك وغيرها.

وقد أُنشِئت محميّة صباح الأحمد بهدف إعادة توطين الحيوانات والنباتات المهدّدة بالانقراض، والمحافظة على الصفات الطبيعية للبيئة في الكويت، وتشجيع الشباب للانضمام إلى العمل التطوّعي في خدمة البيئة والمحافظة عليها.

مراجعة الدرس 3-2

1. ما هو الحيوان شوكي الجلد؟
2. صف الخصائص المميزة لكل من قنافذ ودولارات و نجوم و خيارات وزنابق البحر.
3. ما هو الجهاز الوعائي المائي؟ وما أهميته لشوكيات الجلد؟

مراجعة الوحدة الثانية

المصطلحات

External Fertilization	الإخصاب الخارجي	Internal Fertilization	الإخصاب الداخلي
Tracheal Tubes	الأنابيب القصبية	Setae	الأشواك
Mantle	البرنس	Malpighian Tubules	أنيبيبات ملبيجي
Mussel	بلح البحر	Eyespot	بقعة عينية
Polyp	البوليب	Pharynse	البلعوم
Cephalization	الترئيس	Gastrovascular Cavity	التجويف الوعائي المعدي
Bilateral Symmetry	تماثل ثنائي جانبي	Radial Symmetry	التماثل الشعاعي
Closed Circulatory System	الجهاز الدوري المغلق	Spiracles	الثغور التنفسية
Water Vascular System	الجهاز الوعائي المائي	Opened Circulatory System	الجهاز الدوري المفتوح
Ciridocytes	الخلايا اللاسعة	Archaocytes	الخلايا البدائية
Choanocytes	الخلايا المطوقة	Flame Cells	الخلايا اللهبية
Parasitic Flatdworms	الديدان المفلطحة الطفيلية	Gill	الخيشوم
Flukes	ديدان التريماتودا	Ascaris Worms	ديدان الأسكارس
Parasitic Roundworms	الديدان الحلقية الطفيلية	Annelids	الديدان الحلقية
Roundworms	الديدان الخيطية	Hookworms	الديدان الخطافية
Filarial Worms	ديدان الفلاريا	Tapeworms	الديدان الشريطية
Appendages	الزوائد الجسمية	Book lungs	الرئات الكتابية
Radula	السفن	Clitellum	السرج
Nerve net	الشبكة العصبية	Pseudocoelom	السيلوم الكاذب
Spictule	الشوكية	Anus	الشرج
Ganglia	العقد العصبية	Shell	الصدفة
Tube Foot	القدم الأنبوبية	Vertebrate	الفقاريات
Visceral Mass	الكتلة الحشوية	Foot	القدم العضلية
Acoelomate	اللاسيلومي	Chitin	الكيتين
Madreporite	المصفارة	Invertebrate	اللافقاريات
Siphon	الميزاب	Meduse	الميدوزا
Nephridia	نفريدات	Sea Star	نجم البحر
Escoskeleton	الهيكل الخارجي	Medoglea	الهلام المتوسط (الميزوجليا)
Larva	اليرقة	Hydrostatic skeleton	الهيكل الهيدروستاتيكي

ملخص لمفاهيم الأجزاء التي جاءت في الوحدة

الفصل الأول: الإسفنجيات واللاسعات

(1–1) مقدمة في المملكة الحيوانية:

* الحيوان كائن متعدّد الخلايا، غير ذاتي التغذية، حقيقي النواة، لا تحتوي خلاياه على جدر خلوية.
* الحيوانات متخصّصة للقيام بالوظائف الحيوية الأساسية التالية: التغذية، والتنفّس، والدوران، والإخراج، والاستجابة، والحركة، والتكاثر، والنموّ.
* على وجه العموم، تتمتّع الحيوانات ذات التركيب المعقّد بمستويات عالية من التخصّص الخلوي والتنظيم (التعضّي) الداخلي، وتماثل ثنائي جانبي للجسم، والترئيس، وتجويف في الجسم.

(2–1) الإسفنجيات:

* الإسفنجيات من أبسط الحيوانات تركيبًا، ويحتوي جسمها على القليل من الخلايا المتخصصة.
* معظم الإسفنجيات خثاث تتكاثر جنسيًا بالأمشاج، ولا جنسيًا بالتبرعم والتقطيع.
* تعدّ بعض أنواع الإسفنجيات مأوى طبيعيًا للكثير من الحيوانات، مثل القواقع والربيان.
* تعتبر علاقات المنفعة بين الإسفنجيات والكائنات التي تقوم بعملية البناء الضوئي مهمة جدًا للبيئة.

(3–1) اللاسعات:

* اللاسعات هي أبسط الحيوانات التي تتميز بتماثل الجسم وبأنسجة متخصصة.
* يوجد في دورة حياة اللاسعات نوعان أساسيان من الأفراد: البوليبات (الأفراد المغتذية) والميدوزات (الأفراد الجنسية).
* يبحث العلماء البيئيون في العالم ظاهرة ابيضاض المراجين، ويعتقد بعضهم أن السبب يعود إلى ارتفاع درجات الحرارة على الأرض.

الفصل الثاني: الديدان والرخويات

(1–2) الديدان:

* الديدان المفلطحة لها أجسام مفلطحة ولينة تحتوي على أنسجة وأجهزة داخلية. وهي أبسط الحيوانات التي تتميز بثلاث طبقات وتماثل ثنائي جانبي وترئيس.
* الديدان الخيطية هي ديدان غير معقّلة، لها سيلوم كاذب وجهاز هضمي كامل الفم والشرج.
* الحلقيات هي ديدان ذات أجسام معقّلة، ولها سيلوم حقيقي مبطّن بالكامل بالميزوديرم.
* تبحث الديدان الطفيلية عن عائل لها لتتكاثر أو لتتغذى.
* تسبب الديدان الطفيلية أمراضًا مختلفة للإنسان، وقد تكون خطرة في بعض الأحيان ما يؤدي إلى موته، مثل ديدان الشستوزوما التي تسبب مرض البلهارسيا.
* تساعد ديدان الأرض الحلقية في تهوئة التربة وتزويدها بالموادّ المعدنية والعضوية.

(2–2) الرخويات:

* بنية الجسم في الرخويات تتكون من أربعة أجزاء: قدم، برنس، صدفة، كتلة حشوية.
* أغلب الرخويات وحيدة الجنس والقليل منها خناث.
* تستخدم الرخويات كمؤشرات حيوية لأنها متغذّية بالترشيح. فقد تدلّ دراسة مكونات خلايا جسمها على ملوّثات بيئية.

الفصل الثالث: مفصليات الأرجل وشوكيات الجلد

(3–1) مفصليات الأرجل:

* في مجموعات عديدة من مفصليات الأرجل، أدى التطور المستمر إلى اختزال عقل الجسم إلى عدد أقلّ، وزيادة تخصّص الزوائد الجسمية للتغذية والحركة ووظائف أخرى.
* تعتبر مفصليات الأرجل الأكثر انتشارًا في البيئات المتعددة، وتتعدد في أنواعها وفوائدها وأضرارها.

(3–2) شوكيات الجلد:

* تتميز شوكيات الجلد بجلد شائك، وتماثل شعاعي خماسي، وهيكل داخلي، وجهاز وعائي مائي، وتراكيب شبيهة بالممصات تسمى الأقدام الأنبوبية.
* تعتبر شوكيات الجلد وحيدة الجنس، وتتكاثر لا جنسيًا بالتجديد، وجنسيًا بالأمشاج.
* تهدد بعض أنواع شوكيات الجلد الشعاب المرجانية في حال تكاثرت بشكل كبير.

خارطة مفاهيم الوحدة

استخدم المفاهيم الموضّحة في الشكل التالي لرسم خريطة تنظّم الأفكار الرئيسية التي جاءت في الوحدة.

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربّع الواقع أمام العبارة الصحيحة، وعلامة (✗) في المربّع الواقع أمام العبارة غير الصحيحة في كلّ ممّا يلي:

1. الكائن عديد الخلايا، غير ذاتي التغذية، حقيقي النواة وتغيب عن خلاياه الجدر الخلوية هو:
☐ كائن طلائعي ☐ فيروس ☐ حيوان ☐ نبات

2. للعديد من الحيوانات جسم متماثل ذو طرفين أمامي وخلفي واضحين. يُسمّى هذا النوع من التماثل:
☐ شعاعيًّا ☐ ثنائي الجانب ☐ دائريًّا ☐ ظهريًّا

3. يُعرَف تركيز الأعضاء الحسّية والخلايا العصبية في النهاية الأمامية للجسم بـ:
☐ الإخصاب ☐ الترئيس ☐ التماثل ☐ التنظيم

4. يُسمّى تجويف جسم الديدان الخيطية:
☐ سيلومًا ☐ قانصة ☐ سيلومًا كاذبًا ☐ حوصلة

5. تتخلّص الرخويات من الفضلات النيتروجينية بواسطة أعضاء أنبوبية بسيطة تُسمّى:
☐ الخياشيم ☐ النفريدات ☐ السفنات (المفتاتات) ☐ النفرونات

6. يقوم الهيكل الخارجي لمفصليات الأرجل بجميع الوظائف ما عدا:
☐ إنتاج الجاميتات ☐ حماية الأعضاء الداخلية
☐ تدعيم جسم الحيوان ☐ منع فقدان ماء الجسم

7. معظم مفصليات الأرجل:
☐ ليس لها جهاز دوري ☐ لها جهاز دوري مفتوح
☐ لها جهاز دوري مغلق ☐ لها خياشيم جلدية

8. ينتقل الأكسجين إلى جميع أعضاء جسم نجم البحر بواسطة:
☐ ساقه ☐ الجهاز الوعائي المائي ☐ المصفاة ☐ الصفائح العظمية

9. الحيوان الذي يعتمد بصفة أساسية على الهضم داخل الخلايا هو:
☐ الإسفنج ☐ المحار ☐ حشرة الرعاش ☐ دودة الأرض

10. أبسط الأجهزة العصبية يُسمّى:
☐ العقد العصبية ☐ الخلايا العصبية الحركية
☐ الشبكة العصبية ☐ الخلايا العصبية الحسّية

11. الحيوانات التي تُنتِج كلًّا من الحيوانات المنوية والبيض تُسمّى:
☐ الأمشاج ☐ الخناث ☐ البراعم ☐ وحيدة الجنس

أجب عن الأسئلة التالية بإيجاز

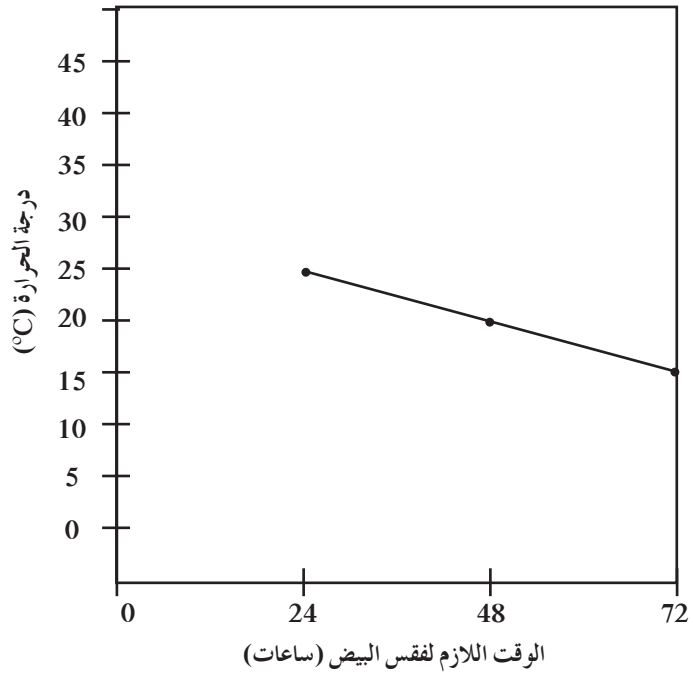
1. صف الخواصّ المميّزة التي تشترك فيها جميع الحيوانات.
2. اشرح المزايا التي يمنحها الترئيس للحيوان.
3. صف عمليتي الهضم داخل الخلايا والهضم خارج الخلايا.
4. لماذا يُعتَبر ظهور الجهاز الهضمي ذي المسار الواحد مهمًّا لتطوّر الحيوانات؟
5. صف نوعين من الأجهزة الدورية، واذكر مثالًا لحيوان له جهاز دوري من أحد النوعين.
6. ما الأشكال الثلاثة من الفضلات النيتروجينية التي تُخرجها الحيوانات اللافقارية؟
7. ما الاتّجاهات الثلاثة الرئيسية في تطوّر الجهاز العصبي التي تُظهرها اللافقاريات؟
8. صف الأنواع الثلاثة الأساسية من الأجهزة الهيكلية الموجودة في اللافقاريات، واذكر مثالًا لحيوان من كلّ نوع منها.
9. قارن وباين بين عمليتي التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي لدى اللافقاريات.
10. قارن وباين بين الإخصاب الداخلي والإخصاب الخارجي لدى اللافقاريات.

تحقق من مهاراتك

1. **تطبيق المفاهيم:** هل تعتقد أنّ دورة الحياة لدى معظم اللاسعات هي أكثر أو أقلّ تعقيدًا من دورة الحياة لدى الإسفنجيات؟ اذكر التفاصيل لتبرير إجابتك.
2. **تطبيق المفاهيم:** يُغطّي الشعر أرجل حشرات نحل العسل وأجسامها، وهو يجمع حبوب اللقاح والموادّ الأخرى. كيف يكون هذا التكيّف نافعًا للنباتات الزهرية ونحل العسل؟
3. **الاستنتاج:** على الرغم من أنّ العديد من ذوات المصراعين تدفن نفسها في الرمل أو الطين، فإنّ فتحتي مزراقيها تظلّان فوق السطح. لماذا يُعَدّ ذلك بالغ الأهمّية لذوات المصراعين؟
4. **المقارنة والمباينة:** تستخدم اللافقاريات نوعيات من التركيبات للتنفّس. كيف تتشابه هذه التركيبات؟ وكيف تختلف؟
5. **المقارنة والمباينة:** بأي طرق تتشابه العادات الغذائية لدودة الأرض والمحار؟ وبأي طرق تختلف عن بعضها؟
6. **التوقّع:** ماذا سيحدث للقوقع الأرضيّ إذا توقّفت القدم عن إنتاج المخاط؟
7. **صياغة الفروض:** تموت إناث الأخطبوطيات بعد قيامها بحضانة البيض (تخدم وتحمي البيض حتّى يفقس). ولكن، إذا أُزيلَت غدد معيّنة بالقرب من عين أنثى الأخطبوط الحاضنة جراحيًّا، فإنّها تتوقّف عن التحضين، وتستأنف التغذية، ويكون لها فترة عمر أطول من السنوات الثلاث أو الأربع العادية. ضع فرضية تُفسّر ما الذي قد يحدث إذا عُولِجت أنثى الأخطبوط المتغيّرة جراحيًّا بموادّ كيميائية تحوي هذه الغدد.

8. **تكوين ارتباطات:** بعض الحيوانات الرخوية، كالموضّح في الصورة المقابلة، خنثى. نادرًا ما تُخصّب الحيوانات الخناث البيض الذي تُنتجه ذاتيًّا (بنفسها). حاول تفسير لماذا يُعَدّ الإخصاب من قبل فرد آخر أكثر إفادة من الإخصاب الذاتي.

9. **تحليل البيانات:** جراد الماء المالح عبارة عن قشريات صغيرة تعيش في البحيرات والبرك المالحة. يُوضّح الشكل البياني التالي تأثير درجة حرارة الماء على الزمن الذي يستغرقه بيض جراد البحر كي يفقس. بناء على ما هو متوفّر في الشكل البياني من معلومات، ماذا يُمكن أن تستنتج عن العلاقة بين درجة حرارة الماء وزمن الفقس؟ كم عدد الساعات التي سيستغرقها البيض كي يفقس على درجتي حرارة 18°C و25°C؟ هل يُمكنك أن تتنبّأ بمقدار الوقت الذي سيستغرقه البيض كي يفقس على درجة حرارة 10°C؟



المشاريع

1. لنفترض إنّك محرّر في جريدة محلّية وتعمل في قسم أنشطة الأطفال، وقد قرّرت أن تكتب مقالات عن الحيوانات المختلفة كما لو كان كلّ واحد منها يكتب سيرته الذاتية. وقد جاء عنوان المقال الأوّل «يوم في حياة دودة الأرض». ضمّن في سيرتك الذاتية كيف تُؤدّي الدودة كلّ وظيفة حياتية، ومكان معيشتها الطبيعي، وأهمّيتها، ورسومات توضيحيّة، مع ضرورة أن يتناسب المضمون مع مستوى قارئ من الصفّ الرابع أو الخامس الابتدائي.
2. اختر حيوانًا من أحد أنواع اللافقاريات. ابحث عنه في محميّة الشيخ صباح الأحمد، وقم بإعداد ملصق عنه مظهرًا أهمّية إنشاء المحميّة لحماية هذا النوع من اللافقاريات.

تسبح أنواع عديدة من الأسماك معًا في مجموعات كبيرة تُسمّى القطيع المائي . يعيش هذا القطيع من أسماك الفراشة Butterfly Fish في المحيط الهادئ .

اكتشف بنفسك

هل السهيم من الأسماك؟

1. افحص سمكة عن قرب باستخدام عدسة يدوية . سجّل ملاحظاتك وضع قائمة بما تعتقد أنّه من الخصائص الرئيسية للأسماك .
2. افحص حيوان السهيم خارجيًّا وضع قائمة بخصائصه .

فكّر بنفسك

1. **المقارنة والمباينة:** فيمَ يتشابه السهيم والسمكة ، وفيمَ يختلفان عن بعضهما؟
2. **التصنيف:** ليس لجميع الأسماك فكوك وقشور . هل تساهم هذه المعلومة في اعتبار السهيم من الأسماك؟ فسّر إجابتك.

فصول الوحدة

الفصل الأوّل
* الحبليات ، والأسماك ، والبرّمائيات

الفصل الثاني
* الزواحف والطيور

الفصل الثالث
* الثدييات

أهداف الوحدة

* يدرك أنّ الفقاريات أقرب إلى الإنسان من اللافقاريات .
* يتعرّف الحيوانات الفقارية وتطوّرها خلال العصور وكيفية تفاعلها وتأثيرها في البيئة التي تعيش فيها .

معالم الوحدة

* علم الأحياء في حياتنا اليومية .
* العلم والمجتمع والتكنولوجيا .
* البيئة والمجتمع .

تُشكّل البحار والمحيطات والمياه العذبة 75% من مساحة الكرة الأرضية . لا تستغرب إذا وجدت في هذه البيئة المائية أعدادًا من الحيوانات تُساوي أضعاف تلك الموجودة على اليابسة . فالأسماك زاهية الألوان وذات الأشكال المختلفة تحتلّ المياه بدءً من السطح وصولًا إلى الأعماق المعتمة . ولا تقتصر الحياة في البحار والمحيطات والأنهر على وجود الأسماك فقط ، فقد نجد أنواعًا كثيرة غيرها مثل السلاحف والحيوانات البرمائية .

دروس الفصل

الدرس الأوّل
* الحبليات
الدرس الثاني
* الأسماك
الدرس الثالث
* البرمائيات

الحبليات
Chordates

الأهداف العامة

* يحدّد الصفات التي تشترك فيها جميع الحبليات.
* يشرح خصائص الفقاريات.
* يصف مجموعتي من الحبليات (اللافقارية والفقارية).

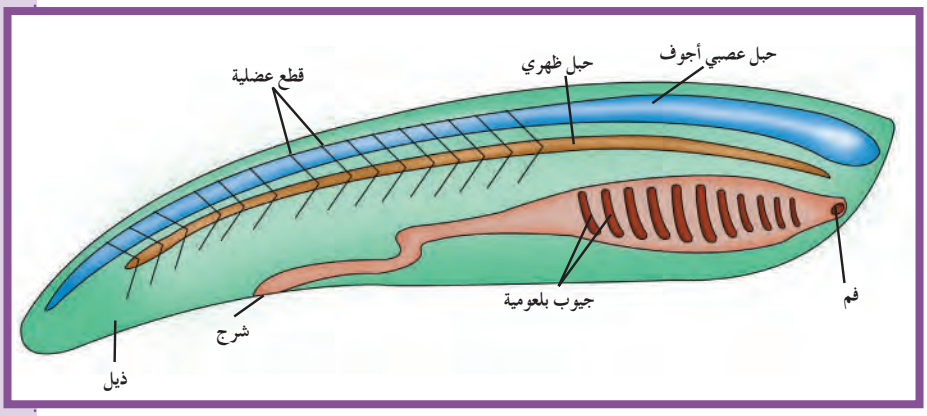
(شكل 53)

مثل جميع الفقاريات، يتضمّن هيكل النمس المرن Flexible Ferret، المبيّن في (الشكل 53)، عمودًا فقريًّا مرنًا، لكنّه ثابت وقوي. يستطيع هذا النمس ملاحقة فرائسه من القوارض الصغيرة في الأنفاق الضيّقة بفضل تكيّفات جسمه. فرأسه انسيابي الشكل، وأطرافه القصيرة، وعموده الفقري المرن، كلّها صفات تسمح له بالزحف داخل الأنفاق. عند النظرة الأولى، تبدو الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات مختلفة جدًّا عن بعضها بعضًا. فبعض هذه الحيوانات له ريش والبعض الآخر زعانف. البعض يطير والبعض الآخر يسبح أو يزحف. يستخدم علماء الأحياء هذه الاختلافات لتصنيف الحيوانات في مجموعات وطوائف مختلفة، إلّا أنّ جميعها تنتمي إلى شعبة واحدة، وهي الحبليات.

1. خصائص الحيوان الحبلي
Characteristics of a Chordate

لتصنيف أيّ حيوان على أنّه حبلي أو أنّه ينتمي إلى شعبة الحبليات، يجب أن يتمتع بأربع خصائص رئيسية، بشكل دائم أو خلال فترة معيّنة من حياته.

وتتلخّص هذه الخصائص بوجود حبل عصبي أجوف ظهري الموقع، وحبل ظهري، وجيوب بلعومية، وذيل ممتدّ خلف الشرج (الشكل 54).



(شكل 54)
تتشارك جميع الحبليات في أربع صفات: حبل عصبي أجوف ظهري الموقع، وحبل ظهري، وجيوب بلعومية، وذيل يمتدّ خلف الشرج.

الحبل العصبي الأجوف Hollow Nerve Cord: يمتدّ على طول الجانب الظهري للجسم، وتتفرّع منه بشكل منتظم الأعصاب التي تصل إلى الأعضاء الداخلية والعضلات وأعضاء الحسّ.

الحبل الظهري Notochord: هو عبارة عن قضيب دعامي يمتدّ على طول الجسم أسفل الحبل العصبي لدى أغلب الحبليات. يظهر هذا الحبل في المرحلة الجنينية فقط.

الجيوب البلعومية Pharyngeal Pouches: هي عبارة عن تركيبات مزدوجة في منطقة البلعوم. لدى بعض الحبليات، مثل الأسماك والبرمائيات، تظهر شقوق طولية تصل الجيوب البلعومية بخارج الجسم. وقد تتطوّر هذه الجيوب في ما بعد إلى خياشيم تُستخدَم لتبادل الغازات.

الذيل Tail: يتكوّن الذيل في مرحلة ما من حياة الحبليات، ويمتدّ خلف الشرج، وقد يحتوي على عظام وعضلات. يُستخدَم هذا الذيل في السباحة لدى الكثير من الحيوانات المائية.

2. الحبليات اللافقارية Nonvertebrate Chordates

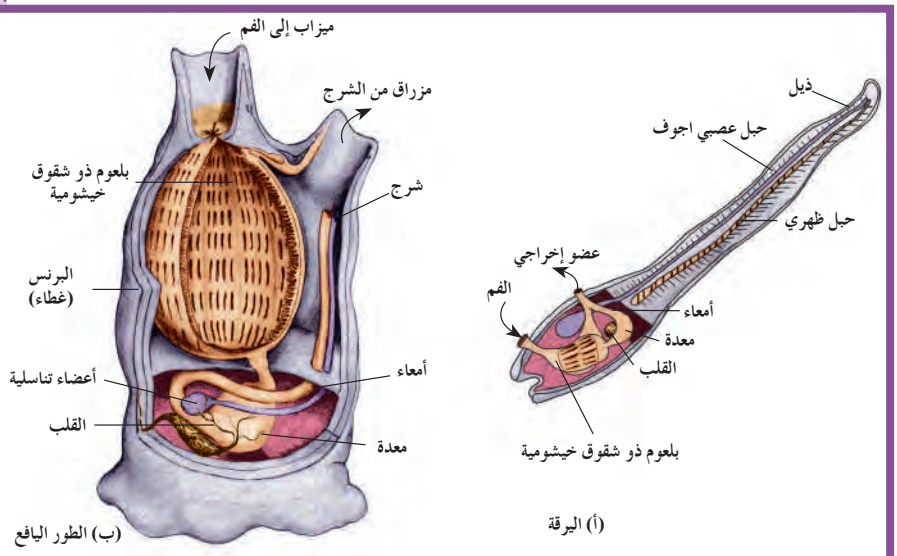
شعبتان فقط من الحبليات ليس لديهما عمود فقاري، وتُعرَفان بالحبليات اللافقارية، وهما الأسيديات Tunicates والسهيمات Lancelets. وتضمّ الشعبتان حيوانات بحرية ذات أجسام ليّنة. مثل جميع الحبليات، لهذه الحيوانات حبل عصبي أجوف، وحبل ظهري، وجيوب بلعومية، وذيل في مرحلة ما من مراحل حياتها.

1.2 الأسيديات ذوات الأغطية (الذيل حبليات) Tunicates

تُمثّل الأسيديات الموضّحة في (الشكل 55) إحدى مجموعتي الحبليات اللافقارية. ليرقة الأسيديات الشبيهة بأبي ذنيبة (أ) الخصائص الأربع للحبليات. عندما تنمو معظم يرقات الأسيديات إلى أطوار يافعة، فإنّها تفقد ذيولها وتتثبّت بأحد الأسطح الصلبة.

(شكل 55)
اشتقّت الأسيديات اسمها من غطاء جسم الطور اليافع، وهو غطاء غير حيّ. تُعرَف معظم الأسيديات باسم قرب البحر، بسبب تيّار الماء الذي تقذفه أحيانًا.
في أيّ نوع من النظم البيئية يُحتمَل أن تجد الأسيديات؟

لا تُشبه الأسيديات اليافعة (ب) اليرقة أو حتّى الأطوار اليافعة للحبليات الأخرى. يتغذّى كلّ من اليرقة والطور اليافع بالترشيح. تُبيّن الأسهم في (الشكل 56) اتّجاه دخول الماء وخروجه من جسم الحيوان الأسيدي.

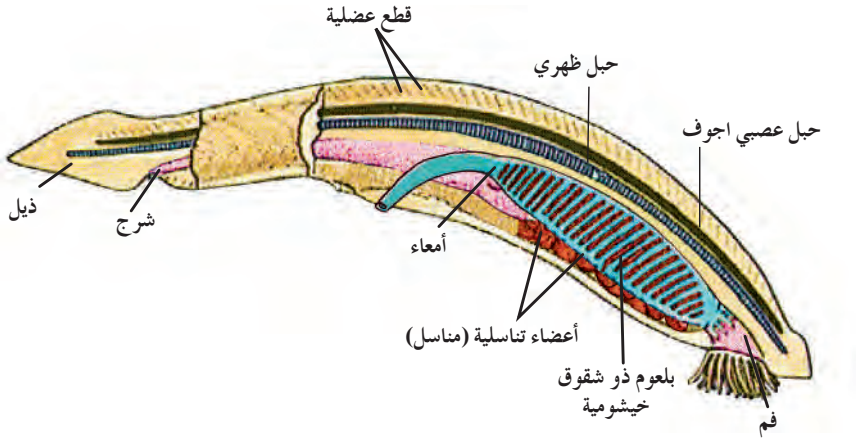


(شكل 56)
تركيب جسم يرقة حيوان أسيدي وطوره اليافع

2.2 السهيمات (الرأس حبليات) Lancelets

تنتمي المخلوقات الصغيرة التي تُشبه الأسماك، المعروفة بالسهيمات، إلى شعيبة الرأس حبليات، وهي تعيش على القاع الرملي للبحار (الشكل 57). لاحظ أنّه على عكس الأسيديات اليافعة، فإنّ حيوان السهيم اليافع له منطقة رأس محدّدة تحتوي على الفم حيث يوجد بلعوم طويل فيه مئة زوج من الشقوق الطولية الخيشومية. وعند مرور الماء خلال البلعوم، تلتصق جزيئات الطعام بمادّة مخاطية لزجة تبتلعها الحيوانات لتصل إلى القناة الهضمية. بعكس الأسيديات، تستخدم السهيمات البلعوم للتغذية فقط، وليس للتبادل الغازي، كما أنها تستطيع أن تتنفّس عبر الجلد الرقيق الذي يغطّي جسمها.

للسهيمات جهاز دوري مغلق، لكن ليس لها قلب حقيقي. ويُساعد انقباض جدر الأوعية الدموية الرئيسية على دفع الدم خلال الجسم. تتحرّك السهيمات في الماء، مثل الأسماك، بفضل انقباض العضلات المزدوجة، والمنتظمة على شكل حرف V، على جانبي جسمها.



(شكل 57)

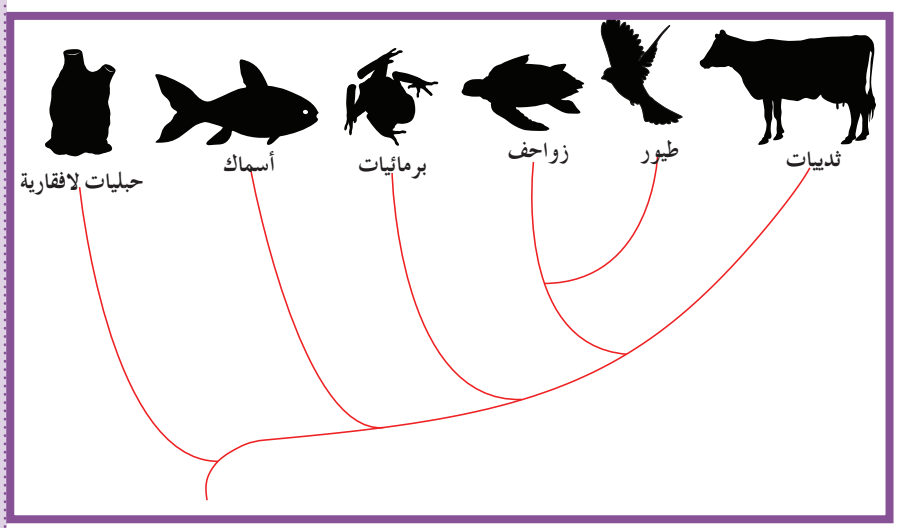
السهيمات عبارة عن حبليات لافقارية صغيرة تعيش ، غالبًا ، وأجسامها نصف مدفونة في الرمل . ولأنّ لا زعانف أو أرجل لها ، فهي تتحرّك فقط بانقباض العضلات المزدوجة في أجسامها .

ما خصائص الحبليات التي توجَد في السهيمات؟

3. الحبليات الفقارية Vertebrate Chordates

يُوضّح المخطّط الممثّل في (الشكل 58) العلاقة بين الحبليات . ينتمي أكثر من 99% من الحبليات إلى تحت شعبة الفقاريات ، وتُسمّى الحيوانات الفقارية . الفقاريات هي حبليات لها تركيب دعامي قوي يُسمّى العمود الفقري .

يُسمّى الحبل العصبي الأجوف لدى الفقاريات الحبل الشوكي . ومع نموّ جنين الحيوان الفقاري ، تنمو النهاية الأمامية للحبل الشوكي وتتطوّر لتُكوّن المخّ . يحلّ العمود الفقري محلّ الحبل الظهري في أغلب الفقاريات المتطوّرة ويُصبح مكوّنًا من قطع مفردة ، تُسمّى **فقرات Vertebrae** ، تتماسك في ما بينها بشكل مرن لتُشكّل العمود الفقري الذي يُحيط بالحبل الشوكي ويحميه .



(شكل 58)

مع أنّ الحبليات اللافقارية تفتقد وجود عمود فقري ، إلّا أنها حيوانات مشتركة في السلف العامّ للفقاريات .

إلى أيّ مجموعة فقارية تُعدّ الطيور أكثر قربًا؟

يُعتبَر العمود الفقري في الفقاريات جزءًا من الهيكل الداخلي. فإنّ الهيكل الداخلي للفقاريات، شأنه شأن الهيكل الخارجي للمفصليات، يدعم ويحمي جسم الحيوان، ويُوفّر مكانًا لتثبيت العضلات. وعلى عكس الهيكل الخارجي للمفصليات، ينمو الهيكل الداخلي للفقاريات بدون الحاجة إلى أن ينسلخ بشكل دوري. وفي حين أنّ هيكل المفصليات الخارجي مكوّن بأكمله من مادّة غير حية، يحتوي هيكل الفقاريات على خلايا حيّة إلى جانب مادّة غير حيّة تُنتجها خلايا هذا الهيكل.

مراجعة الدرس 1-1

1. صِف الخصائص الأربع للحبليات.
2. إلى أيّ مدى تختلف الأسيديات والسهيمات؟
3. ما الخاصّية التي تُميّز الفقاريات عن الحبليات الأخرى؟
4. أيّ خصائص للحبليات اللافقارية تشير إلى أن اللافقارية تطوّرت من المسلف نفسه للفقاريات؟
5. كيف يُعَدّ الطور اليرقي حرّ السباحة مفيدًا للأسيديات؟

الأسماك
Fishes

الأهداف العامة

- يُحدّد الخصائص الأساسية للأسماك .
- يُلخّص تطوّر الأسماك .
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية للأسماك .
- يُفسّر كيف تكيّفت الأسماك للعيش في الماء .

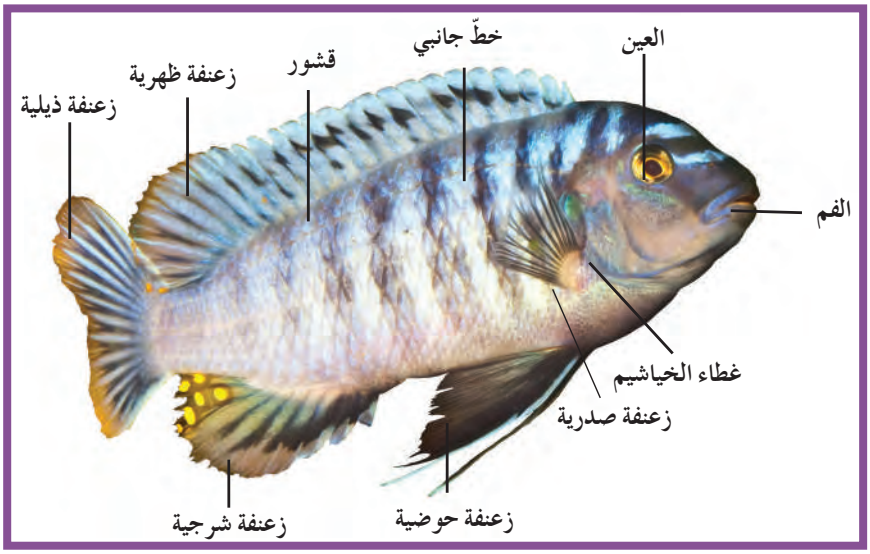
(شكل 59)

إذا أردت أن تُباري أسرع إنسان ، فيجب عليك أن تركض بسرعة عشرة أمتار في الثانية ، أو أن تسبح مسافة مترين في الثانية . أمّا سمك المارلين Marlin ، المبيّن في (الشكل 59) ، يُمكنه أن يسبح بسرعة تصل إلى أكثر من عشرين مترًا في الثانية . تلك القدرة على التحرّك بسرعة هي إحدى التكيّفات التي سمحت لهذه السمكة بالعيش في الماء والدفاع عن نفسها .

1. خصائص السمكة Characteristics of Fish

بالرغم من الاختلافات الكبيرة في الموطن من حيث النوع ، إلّا أنّ أغلب الأسماك هي فقاريات مائية تتميّز بوجود الزعانف المزدوجة والقشور والخياشيم (الشكل 60) .

بعض الأسماك مثل سمكة القط Catfish ليس لها قشور . وأحد أسباب التنوّع الهائل بين الأسماك الحيّة يعود إلى أنّ هذه الحبليات تنتمي إلى طوائف مختلفة جدًّا . فكثير من الأسماك ، مثل القرش Shark ، وثعبان السمك (اللامبري) Lamprey ، لا يُشبه إحداها الآخر .



(شكل 60)
الأسماك متنوّعة في الأشكال والأحجام. لمعظم الأسماك، مثل هذه السمكة العظمية الأفريقية، زعانف زوجية وقشور وخياشيم.

2. تطوّر الأسماك Evolution of Fishes

تُعتبَر الأسماك من أولى الفقاريات التي تطوّرت، ويُعتقد أنّها لم ترق مباشرة من الأسيديات والسهيمات، بل من المحتمل أن تكون، مثل الحبليات اللافقارية، قد تطوّرت من أسلاف لافقارية عديدة، وحدثت لها تغيّرات عديدة مهمّة خلال تطوّرها، مثل ظهور الفكوك والزعانف المزدوجة وتطوّرها.

3. الشكل والوظيفة لدى الأسماك Form and Function in Fishes

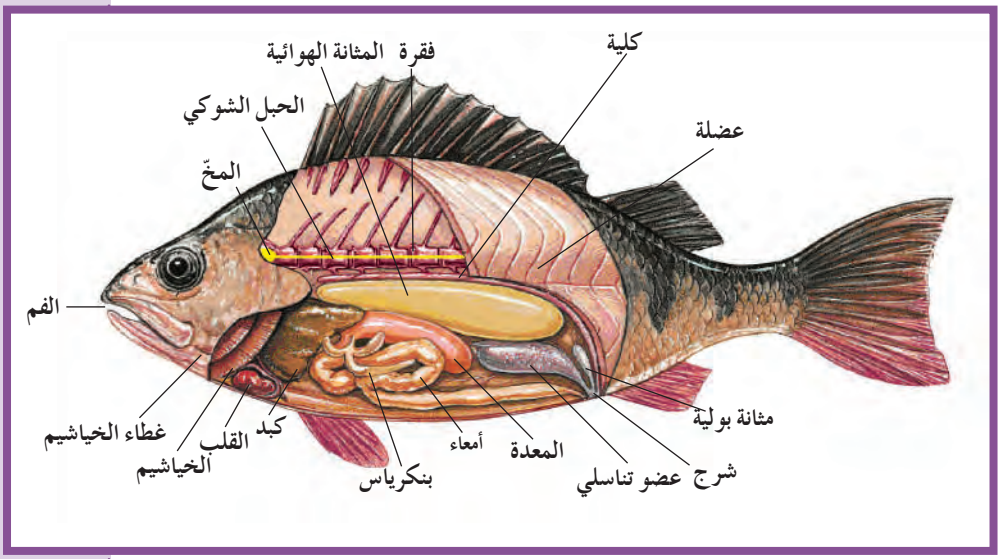
تكيّفت الأسماك لتعيش في بيئات مائية مختلفة. وقد اشتملت تلك التكيّفات أساليب مختلفة للتغذية، وتركيبات متخصّصة لتبادل الغازات، وزعانف مزدوجة للحركة.

1.3 التغذية Feeding

نجد لدى الأسماك كلّ أنماط التغذية. فهناك آكلات الأعشاب، وآكلات اللحوم، والطفيليات، والمتغذّيات بالترشيح، وآكلات البقايا العضوية. أسماك البركودة Barracuda مثلًا هي من آكلات اللحوم، وأنواع قليلة من الأسماك الأخرى مثل الجلكي Lampreys هي من آكلات الطفيليات. وقد يُظهر نوع واحد طرقًا مختلفة من التغذية. فعلى سبيل المثال، يأكل نوع معيّن من سمك الشبوط الطحالب، النباتات المائية، الديدان، الرخويات، المفصليات، الأسماك الميتة و الفضلات (الشكل 61).

(شكل 61)
تتضمّن التكيّفات مع الحياة المائية أشكالًا مختلفة من التغذية. فسمكة أبو الشص Angler fish التي تعيش في البحار العميقة تتميّز بوجود صنّارة على رأسها لاصطياد الفرائس.

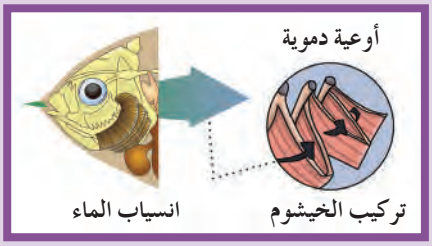
يمرّ الغذاء من فم السمكة عبر أنبوب قصير يُسمّى المريء إلى المعدة حيث يتفتّت (الشكل 62). لدى كثير من الأسماك، تجري عملية هضم إضافية للغذاء في جيوب إصبعية الشكل، تُسمّى الردوب الأعورية. ويفرز الردب الأعوري Pyloric Ceca أنزيمات خاصّة لهضم الغذاء، ويسمَح بامتصاص الموادّ الغذائية إلى الدم. تفرز أعضاء أخرى، مثل الكبد والبنكرياس، أنزيمات ومركّبات كيميائية هاضمة تضيفها إلى الغذاء خلال مروره في القناة الهضمية. تُكمل الأمعاء عملية الهضم وامتصاص الموادّ الغذائية الناتجة عن الهضم، وتُطرد أيّ مواد غير مهضومة خلال الشرج.



(شكل 62)
الأعضاء الداخلية لإحدى الأسماك العظمية النموذجية.
ما هي وظيفة الردب الأعوري؟

2.3 التنفّس Respiration

لدى معظم الأسماك، يتمّ تبادل الغازات عن طريق الخياشيم Gills الواقعة على جانبي البلعوم. تتكوّن الخياشيم من تركيبات خيطية ريشية تُسمّى الخيوط الخيشومية Gill Filaments. ويحوي كل خيط خيشومي شبكة من الشعيرات الدموية الدقيقة التي تسمح بتبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. و تقوم الأسماك التي تتبادل الغازات باستخدام الخياشيم بدفع الماء الغني بالأكسجين خلال فمها، وضخّه فوق خيوطها الخيشومية (الشكل 63)، ثمّ طرد الماء الفقير بالأكسجين إلى الخارج من خلال فتحتين تقعان على جانبي البلعوم. لدى بعض الأسماك، مثل ثعبان السمك (اللامبري) والقرش، أمّا معظم الأسماك الأخرى، فلديها



(شكل 63)
تُمكّن الخياشيم الأسماك من الحصول على الأكسجين وطرد ثاني أكسيد الكربون. ويحتاج ذلك إلى أوعية دموية رفيعة تسمح بمرور خلايا الدم الحمراء عبر الخيط الخيشومي الواحد.

العديد من الفتحات الخيشومية . فتحة واحدة على كلّ جانب من جانبي الجسم تسمح بمرور الماء إلى الخارج . وهذه الفتحة مختبئة تحت غطاء عظمي واقٍ يُسمّى الغطاء الخيشومي Operculum .

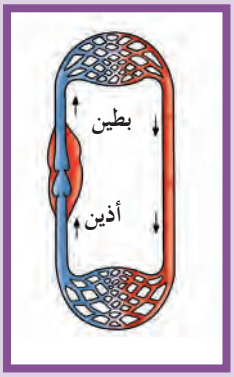
تكيّف عدد قليل من الأسماك ، مثل السمكة الرئوية Lung Fish (الشكل 64) ، للعيش في ماء قليل الأكسجين ، أو في مناطق ذات مياه ضحلة جدًّا . تتميّز هذه الأسماك بوجود أعضاء متخصّصة تعمل كالرئتين ، بحيث ينتقل الأكسجين من الهواء عبر الفم ليصل إلى هذه الأعضاء . وتعتمد بعض الأسماك الرئوية بدرجة كبيرة على الحصول على الأكسجين من الهواء.

(شكل 64)
للسمكة الرئوية الإفريقية تكيّف تنفّسي يسمح لها أن تعيش في المياه الضحلة المعرّضة للجفاف . فهي تدفن نفسها في الطمي ، وتُغطّي نفسها بالمخاط ، وتُصبح كامنة لعدّة شهور حتّى تسقط الأمطار . تتنفّس الأسماك الرئوية بواسطة الفم والرئتين .
كيف يكون من المفيد لهذه السمكة الرئوية أن تُغطّي نفسها بالمخاط؟

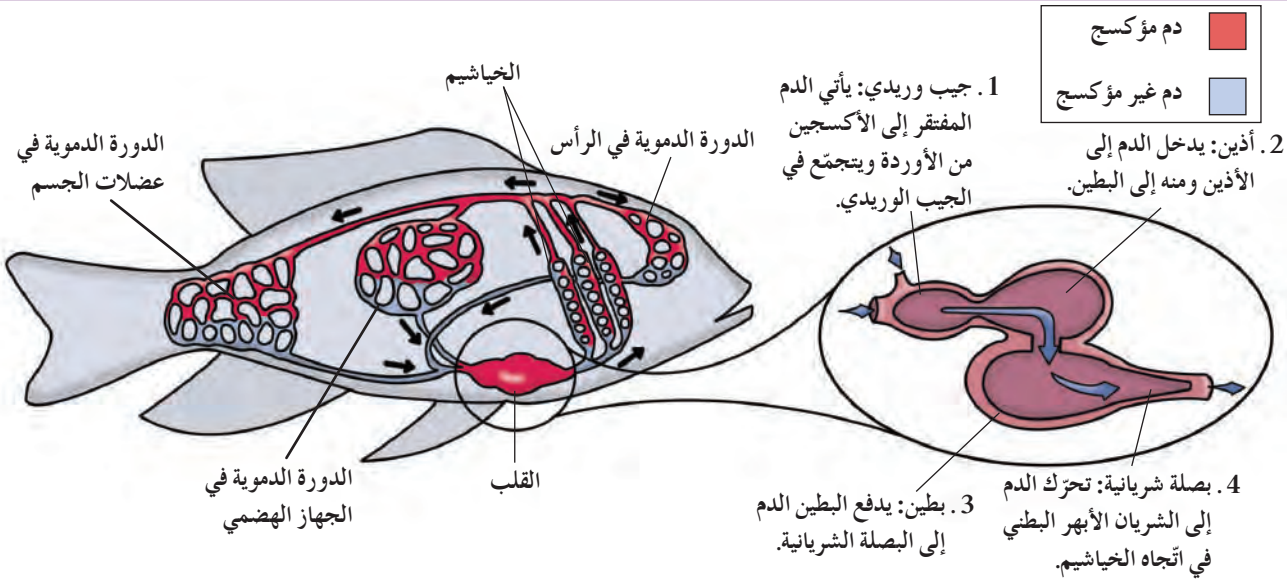
3.3 الدوران Circulation

للأسماك ذات الأجهزة الدموية المغلقة ، قلب يضخّ الدم إلى الخياشيم ، ومنها إلى باقي الجسم ، قبل أن يعود إلى القلب . يُوضّح (الشكل 65) مسار الدم في حلقة مفردة لدى السمكة وتركيب قلبها .

لدى معظم الأسماك ، يتكوّن القلب من أربعة أجزاء هي: الجيب الوريدي ، والأذين ، والبطين ، والبصلة الشريانية . الجيب الوريدي Sinus Venosus هو عبارة عن كيس رقيق الجدار يتجمّع فيه الدم من أوردة السمكة قبل أن ينساب إلى الأذين . **والأذين Atrium هو حجرة عضلية تدفع الدم باتّجاه واحد إلى البطين . أما البطين Ventricle فهو حجرة عضلية سميكة الجدار ، تشكّل الجزء الرئيسي الذي يضخّ الدم من القلب إلى أنبوبة عضلية كبيرة تُسمّى البصلة Bulbus Arteriosus** . وتتّصل البصلة الشريانية عند طرفها الأمامي بوعاء دموي كبير يُسمّى الشريان الأبهر Aorta ، يتحرّك الدم خلاله إلى خياشيم السمكة .



جهاز الدوران لدى السمكة



(شكل 65)
يدور الدم خلال جسم السمكة في حلقة مفردة من القلب إلى الخياشيم ، ثمّ إلى باقي الجسم ، ويعود مرّة أخرى إلى القلب .
هل ينساب الدم من القلب إلى الخياشيم وهو غني بالأكسجين أم وهو مفتقر إليه؟

4.3 الإخراج Excretion

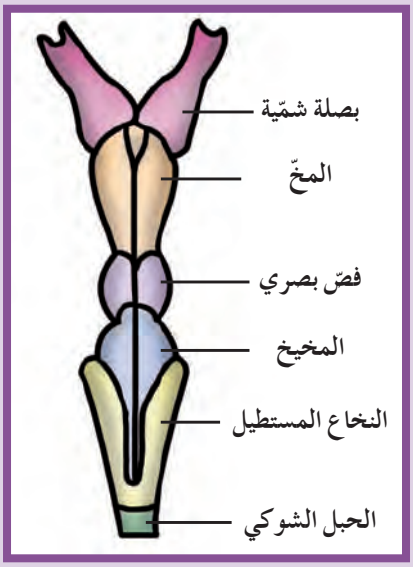
يتخلّص معظم الأسماك، كالعديد من الحيوانات المائية الأخرى، من الفضلات النيتروجينية كالأمونيا عبر الكليتين، وتنتشر بعض الفضلات الأخرى مثل ثاني أكسيد الكربون من خلال الخياشيم إلى المياه المحيطة بها.

تساعد الكليتان الأسماك أيضًا على ضبط كمّية الماء في أجسامها. فتميل الأسماك في المياه المالحة إلى فقدان الماء بواسطة الأسموزية عبر خلاياها. ولحلّ هذه المشكلة، تقوم الكليتان بإخراج الفضلات وإعادة أكبر قدر ممكن من الماء إلى الجسم. من جهة أخرى، تدخل كمّية كبيرة من الماء باستمرار أجسام أسماك المياه العذبة بواسطة الأسموزية، فتطرح الكليتان كمّيّة كبيرة من المياه مع البول المخفّف إلى الخارج. ويستطيع بعض الأسماك، مثل السلمون، الانتقال من المياه العذبة إلى المياه المالحة عن طريق ضبط وظيفة كليتيها.

5.3 الاستجابة Response

للأسماك جهاز عصبي متطوّر مكوّن من الدماغ والحبل الشوكي Spinal Cord والأعصاب. يتكوّن الدماغ من عدّة أجزاء، كما هو موضّح في (الشكل 66). الأجزاء الأمامية لدماغ السمكة هي عبارة عن بصلتين شمّيتين Olfactory Bulb تُستخدمان في حاسّة الشمّ، وهما متّصلتان بفصّي المخّ الأمامي. لدى معظم الفقاريات، المخّ Cerebrum مسؤول عن جميع الأنشطة الإرادية للجسم. أما لدى الأسماك، فالمخّ مسؤول عن حاسّة الشم بصورة أساسية. والفصّان البصريان Optic Lobes مسؤولان عن المعلومات الواردة من العينين. يُنسّق المخيخ Cerebellum حركات الجسم، ويضبط النخاع المستطيل Medulla Oblongata وظائف العديد من الأعضاء الداخلية.

لمعظم الأسماك أعضاء حسّية متطوّرة بدرجة عالية. فالأسماك التي تنشط في النهار لها عيون ترى الألوان، وللكثير منها تركيبات متخصّصة تُسمّى المستقبلات الكيميائية، وهي مسؤولة عن الإحساس بالتذوّق والشمّ. بالرغم من أنّه لمعظم الأسماك آذان داخل رؤوسها، إلّا أنّها لا تسمع الأصوات جيّدًا، لكنّها تستطيع إدراك التيّارات والاهتزازات في الماء عن طريق مُستقبِل حسّي يُسمّى **جهاز الخطّ الجانبي Lateral Line System**. وتستخدم الأسماك هذا الجهاز للإحساس بحركة الأسماك الأخرى أو الفرائس التي تسبح بالقرب منها. بالإضافة إلى ذلك، لبعض الأسماك، مثل القراميط والقروش، أعضاء حسّية متطوّرة يُمكنها إدراك المستويات المنخفضة للتيّار الكهربائي الذي يُولّده بعض أنواع الأسماك، مثل ثعبان السمك الكهربائي (الشكل 67).



(شكل 66)
يقع دماغ السمكة، مثل جميع أدمغة الفقاريات، في الطرف الأمامي للحبل الشوكي، وهو يتكوّن من أجزاء مختلفة.
كيف يتغيّر حجم الأجزاء المختلفة للدماغ لدى أسماك الكهوف العمياء التي تعتمد أساسًا على حاسّة الشمّ؟

(شكل 67)
يمكن أن يولّد ثعبان السمك الكهربائي مئات الفولتات الكهربائية في دفعات فجائية.
ما هي الوظيفة التي قد تُؤدّيها القوّة الكهربائية الفجائية؟

6.3 الحركة Movement

يتحرّك معظم الأسماك عن طريق الانقباض التبادلي للعضلات المزدوجة الموجودة على جانبي العمود الفقري. وينتج عن ذلك سلسلة من الموجات الحركية المنحنية على شكل حرف S التي تنتقل من الرأس باتّجاه الزعنفة الذيلية، مكوّنة قوّة دفع تعمل بالاشتراك مع أداء الزعانف لدفع السمكة إلى الأمام. تُستخدم زعانف الأسماك أيضًا بالطريقة نفسها تقريبًا التي تَستخدم فيها الطائرات أجهزة حفظ التوازن والأجنحة والدفّة لتحافظ على اتّجاه السير وضبط الاتّجاه.

كما توسّع الزعانف الذيلية أيضًا مساحة سطح الذيل، ما يزيد من سرعة السمكة بدرجة كبيرة. وتساعد الأشكال الانسيابية لأجسام معظم الأسماك في خفض الاحتكاك أثناء حركتها في الماء. ونظرًا لكون أنسجة أجسام الأسماك أكثر كثافة من الماء الذي تسبح فيه، يُعَدّ الغوص مسألة مهمّة لدى الأسماك كلّها. فالعديد من الأسماك العظمية لها عضو داخلي يمتلئ بالهواء، يُسمّى المثانة الهوائية Swim Bladder، يُساعد على ضبط عملية الطفو. وتقع المثانة الهوائية مباشرة أسفل العمود الفقري.

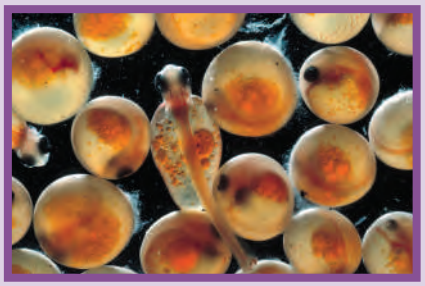
7.3 التكاثر Reproduction

يُخصَّب بيض الأسماك بطريقة خارجية أو داخلية، بحسب نوع الأسماك. فلدى أنواع كثيرة من الأسماك، تضع الأنثى البيض في الماء فيتمّ إخصابها من قبل الذكر، وتنمو الأجنّة داخل البيض وتحصل على غذائها من محّ البيضة (المادّة الجيلاتينية) إلى حين الفقس.

والأسماك التي يفقس بيضها خارج جسم الأم تُسمّى بيوضة Oviparous، مثل أسماك السلمون (الشكل 68).

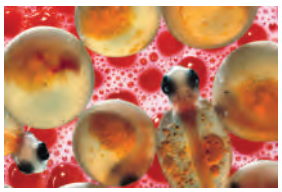
أمّا لدى أنواع **الأسماك البيوضة الولودة Ovoviviparous، مثل أسماك الجوبيّ Guppies، فيظلّ البيض في جسم الأم بعد إخصابه داخليًّا. وينمو كل جنين داخل البيضة مستخدمًا المُحّ للتغذية، ثمّ تتمّ ولادته مثلما يحدث لدى معظم الثدييات.**

عدد قليل من أنواع الأسماك، بما فيها القروش المختلفة، هي **أسماك ولودة Viviparous. لدى الحيوانات الولودة، ينمو الجنين في الرحم داخل جسم الأم حيث يحصل على احتياجاته الغذائية مباشرة منها، وليس من موادّ مخزّنة داخل البيضة. ثم تلد الأم صغارها مباشرة في الماء.**

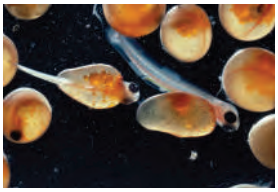


(شكل 68)
تتغذّى أسماك حديثة الفقس، مثل تلك المجموعات من السلمون، عن طريق أكياس المحّ الموجودة على بطونها. ما هي الكرات برتقالية اللون الموجودة في أسفل الصورة؟

تُعَدّ دورة حياة أسماك السلمون مثالًا للإخصاب الخارجي (الشكل 69).



1. وضع البيض Spawning
عندما تصل إلى أماكن وضع البيض تصنع الأنثى عشًّا من الحصى، وتضع البيض فيه. يأتي الذكور لتُخصيب البيض خارجيًا، ثمّ تُغطّي الإناث البيض بالكثير من الحصى.



2. الفقس Hatching
يفقس بيض أسماك السلمون بعد حوالى أربعة شهور من الإخصاب. ويبقى الصغار بين الحصى عدّة أسابيع، يتغذّون من كيس المُحّ الموجود في البيضة.

3. الصغار Juvenile
عندما يصل طول الصغار إلى 15 cm، تبدأ أسماك السلمون رحلتها إلى البحر حيث تعيش شهورًا أو سنوات.

4. الأفراد اليافعة Adults
تعود الأفراد اليافعة لتبيض في النهر الذي ولدت فيه. قد تستغرق رحلة العودة عدّة شهور تجتاز خلالها أسماك السلمون أكثر من 3200 كيلومتر.

(شكل 69)
دورة حياة أسماك السلمون

4. بيئة الأسماك Ecology of Fishes

تعيش بعض الأسماك، معظم فترات حياتها في المحيطات والبحار، ولكنّها تُهاجر إلى المياه العذبة لتتناسل.

على سبيل المثال، يبدأ السلمون حياته في الأنهار أو المجاري المائية، ولكنّه سرعان ما يُهاجر إلى البحر. وبعد انقضاء فترة تتراوح بين سنة وأربع سنوات في البحر، تعود الأفراد الناضجة إلى مكان ولادتها لتضع البيض (الشكل 70). وقد تستغرق هذه الرحلة عدة شهور تسبح خلالها الأسماك مسافة 3200 كيلومتر تقريبًا، وقد يتخلّلها تعب كبير وموت الكثير منها. وتتعرّف أسماك السلمون الناضجة على المجرى المائي لتصل إلى المكان الذي وُلِدت فيه عن طريق حاسّة الشمّ.

(شكل 70)
تعود أسماك السلمون اليافعة من البحر لتبيض في مجرى النهر حيث وُلِدَت. وغالبًا ما تكون رحلتها طويلة وشاقّة. يسبح السلمون نحو أعلى النهر ضد التيّار وقد يقفز مع مساقط المياه.
ما الحاسّة التي يستخدمها السلمون لكي يعود إلى المكان الذي وُلِد فيه؟

البيئة و المجتمع

أسواق السمك

تجوّل في سوق الغذاء المحلّي لتشاهد التنوّع المتاح من الأسماك. رتّب لقاءً مع أحد الأشخاص في إحدى أسواق السمك ليوضّح لك كيف تتغيّر الأنواع المتاحة من الأسماك خلال العام وكيف يُؤثّر ذلك في الأسعار.

اسأل عن مكان الصيد والمسافة التي تجتازها السفن لبلوغ مواقع التخزين. ابحث أيضًا عن الخطوات المتّبعة للتأكّد من الحالة الطازجة للأسماك، وعن مدى تطبيق الأنظمة الحكومية في هذا المجال.

مراجعة الدرس 1-2

1. حدّد الصفات الرئيسية للأسماك.
2. ما هي المميّزات التي تكتسبها الأسماك من وجود الفكوك والزعانف؟
3. اكتب قائمة بأربع طرق خاصّة تُبيّن فيها تكيّف الأسماك مع الحياة المائية.
4. اكتب أسماء المجموعات الثلاث الرئيسية للأسماك، ثم اذكر مثالًا لكلّ مجموعة.
5. لكي تعيش الأسماك في محيط مائي، يجب أن نحافظ على الماء نظيفًا ومحتويًا على الأكسجين. اشرح أهمّية نوعية الماء لحياة الأسماك.

البرمائيات
Amphibians

الأهداف العامة

- يُحدّد خصائص الحيوان البرمائي .
- يُلخّص أحداث تطوّر البرمائيات .
- يُفسّر كيف تكيّفت البرمائيات للحياة في الماء وعلى اليابسة .
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية للبرمائيات .

(شكل 71)

غالبًا ما تعيش الضفادع بمفردها ، ولكن عندما يحين وقت التزاوج ، فإنّ الذكور والإناث تجتمع في مجموعات كبيرة ، حيث يُصدر الذكر أصواتًا لجذب الإناث خلال فترة التزاوج (الشكل 71) .

يعود وجود البرمائيات إلى مئات ملايين السنين ، ونجدها الآن في كلّ الأماكن التي تتوفّر فيها المياه العذبة . تتضمّن طائفة البرمائيات حاليًا أكثر من أربعة آلاف نوع ، وهي الوحيدة التي تطوّرت إلى كافّة الفقاريات الأرضية الأخرى من المجموعات القديمة .

1. خصائص الحيوان البرمائي
Characteristics of an Amphibian

تعني كلمة البرمائيات «الحياة المزدوجة» ، أي أنّ هذه الحيوانات تستطيع أن تعيش في الماء وعلى اليابسة . الطور اليرقي لتلك الحيوانات ، والمشابه للأسماك ، هو حيوان مائي يتنفّس بالخياشيم . أمّا الطور اليافع لدى معظمها ، فهو حيوانات أرضية تتنفّس بواسطة الرئات أو عبر الجلد الرطب .

تُعتَبر البرمائيات من الفقاريات ، ويتميّز جلدها بوجود غدد مخاطية تُفرز مادّة لزجة تقوم بترطيبه وحمايته ، في حين أنها تفتقر للقشور والمخالب .

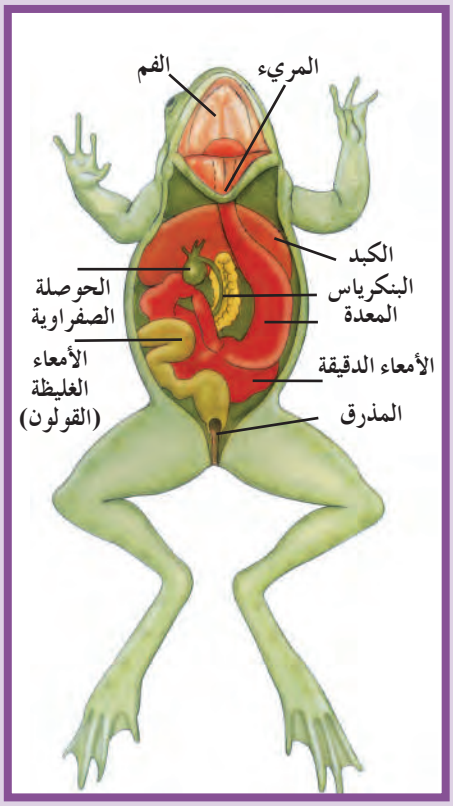
2. الشكل والوظيفة عند البرمائيات
Form and Function in Amphibians

مع أنّ طائفة البرمائيات تُعدّ صغيرة نسبيًّا، إلّا أنّها متنوّعة إلى درجة تجعل من الصعب التعرّف على نوع نموذجي منها. لذلك، فعندما تتعرّف على الوظائف الحيوية لدى البرمائيات، سوف تركّز على التركيبات الموجودة لدى الضفادع.

1.2 التغذية Feeding

تنعكس الحياة المزدوجة للبرمائيات على عادات التغذية لدى الضفادع. فصغيرها أبو ذنيبة أو الشرغوف Tadpoles يُعَدّ من المتغذّيات بالترشيح أو من آكلات الأعشاب لأنّه يعيش في وسط مائي غني بالطحالب. يُساعد التركيب الطويل والملتفّ لأمعاء الشرغوف في تفتيت ما يصعب هضمه من الموادّ النباتية. لكن عندما يتحوّل الشرغوف إلى الطور اليافع، تتحوّل أجهزة الاغتذاء والقناة الهضمية إلى تركيبات تُساعد الضفادع على تناول الحشرات غالبًا، مثل اللسان اللزج والطويل والأمعاء القصيرة. أمّا البرمائيات عديمة الأرجل، فلا تستطيع سوى أن تفتح فكّيها وتطبقهما فجأة لصيد الفريسة.

يمرّ الطعام من الفم إلى المريء ثم المعدة حيث يبدأ تفتيت الطعام وهضمه، ويُستكمَل في الأمعاء الدقيقة (الشكل 72). يفرز الكبد، والبنكرياس، والحوصلة الصفراوية الموادّ والإنزيمات التي تُساعد في إتمام عملية الهضم. يمرّ الطعام المهضوم من الأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة أو القولون. في نهاية الأمعاء الغليظة يوجد تجويف عضلي يُسمّى المجمّع أو المُذرق Cloaca الذي تخرج من خلاله فضلات الهضم، والبول، والبويضات أو الحيوانات المنوية إلى خارج الجسم.



(شكل 72)
يُوضّح هذا الشكل أعضاء الجهاز الهضمي للضفدعة. أيّ أعضاء الهضم موجودة في كلّ من الضفادع والأسماك؟

2.2 التنفّس Respiration

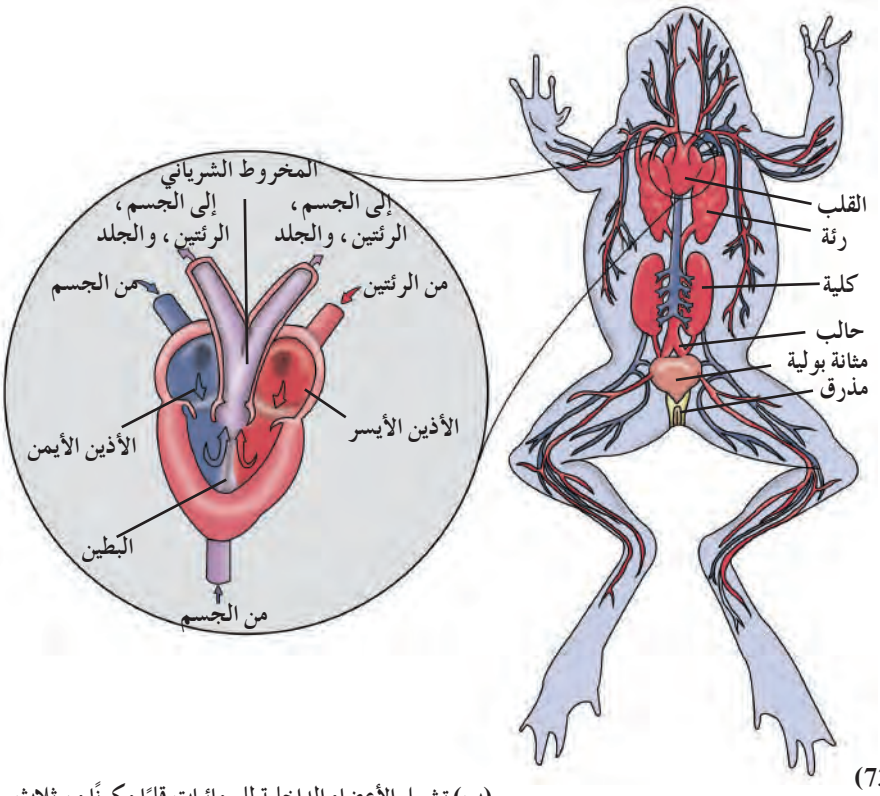
في أغلب الأطوار اليرقية للبرمائيات، يتمّ التبادل الغازي عبر الجلد، أو خلال الخياشيم. عندما يصبح الحيوان البرمائي يافعًا، تحلّ الرئتان محلّ الخياشيم، ويستمرّ حدوث بعض من التبادل الغازي عبر الجلد وبطانة تجويف الفم. لقد تطوّرت الرئات لدى الضفادع بصورة أفضل لدى عن السلمندرات، حتى أنّ الكثير منها ليس له رئتان على الإطلاق. لدى السلمندرات عديمة الرئات، يتمّ تبادل الغازات عبر البطانة الرقيقة لتجويف الفم، وعبر الجلد.

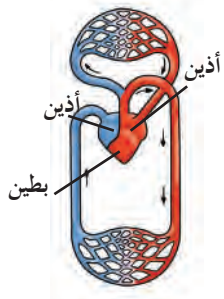
3.2 الدوران Circulation

لدى الضفادع والبرمائيات اليافعة الأخرى، تُشكّل أجهزة الدوران ما يُعرف بالدورة الدموية المزدوجة (الشكل 73–أ). تحمل الدورة الأولى الدم قليل الأكسجين من القلب إلى الرئتين والجلد،

والدم الغني بالأكسجين من الرئتين والجلد إلى القلب . وتنقل الدورة الثانية الدم الغني بالأكسجين من القلب إلى باقي أنحاء الجسم، والدم قليل الأكسجين من جميع أنحاء الجسم عائدًا إلى القلب .

يتكوّن قلب الحيوان البرمائي (الشكل 73–ب)، من ثلاث حجرات منفصلة هي الأذين الأيسر، والأذين الأيمن، والبطين .





(أ) جهاز الدوران عند البرمائيّات

(ب) تشمل الأعضاء الداخلية للبرمائيات قلبًا مكونًا من ثلاث حجرات ، أو من اذينين و بطين واحد.

(شكل 73)

مثل جميع الفقاريات ، للبرمائيات جهاز دوري وجهاز إخراجي . ومع أنّ بعض الفضلات تنتشر عبر الجلد ، إلّا أنّ الكليتين تزيلان معظم الفضلات من الدم.

ينتقل الدم قليل الأكسجين من الجسم إلى الأذين الأيمن، وفي الوقت عينه ينتقل الدم الغني بالأكسجين من الرئتين والجلد إلى الأذين الأيسر . وعندما ينقبض الأذينان، يتمّ إفراغ ما يحويان من دم في البطين، الذي ينقبض عندها دافعًا الدم إلى الخارج في وعاء دموي كبير مفرد ينقسم ويتفرّع إلى أوعية دموية أصغر . وبسبب ظاهرة تفرّع الأوعية الدموية، تذهب الكمية الأكبر من الدم قليل الأكسجين إلى الرئتين، أما الكمية الأكبر من الدم الغني بالأكسجين إلى باقي أنحاء الجسم . وعلى الرغم من ذلك، يبقى هناك اختلاط بسيط بين الدم قليل الأكسجين والدم الغني بالأكسجين.

4.2 الإخراج Excretion

للبرمائيات كليتان ترشّحان الفضلات من الدم . ينتقل الناتج الإخراجي للكليتين، أي البول، عبر أنبوبتين، تسمّيان بالحالبين، إلى المذرق، حيث يُمكن للبول أن يمرّ مباشرة إلى الخارج عبر المذرق أو يُخزَّن في مثانة بولية صغيرة تعلو المذرق .

5.2 التكاثر Reproduction

يتميّز بيض البرمائيات بأنّه خال من القشور الخارجية الصلبة، وهو يجب أن يبقى رطبًا خوفًا من جفافه. لهذا، تضع الأنثى لدى معظم أنواع البرمائيات، البيض في الماء، حيث يُخصّبه الذكر خارجيًّا. أما لدى أنواع قليلة منها، والتي هي في معظمها من السلمندرات، يتمّ إخصاب البيض داخليًّا.

تضع أنثى الضفادع حوالى 200 بيضة، يقوم الذكر بإخصابها خارجيًّا. تُغلَّف كتلة البيض بمادّة جيلاتينية لزجة وشفّافة لتثبيتها بالنباتات المائية، وحمايتها من الكائنات المفترسة. تُغذّي المادّة الجيلاتينية الأجنّة النامية حتّى يفقس البيض إلى شرغوف يمرّ في ما بعد بتحوّلات ليُصبح ضفدعًا يافعًا كما هو مبيّن في (الشكل 74).

تترك الضفادع كأغلب البرمائيات، البيض بعد وضعه. أنواع قليلة من البرمائيات ترعى كلًّا من البيض والصغار، إذ يحتضن البعض منها الصغار في مواضع غريبة جدًّا، مثل الاحتضان في الفم أو على الظهر، أو في المعدة.

(شكل 74)
يبدأ الحيوان البرمائي حياته في الماء، ثم ينتقل إلى اليابسة عندما يُصبح يافعًا. يُوضّح هذا المخطّط عملية التحوّل لدى الضفدعة. فيم يتشابه الشرغوف والسمكة؟ وفيم يختلفان؟

6.2 الحركة Movement

غالبًا ما تتحرّك يرقات البرمائيات مثل الأسماك، فهي تسبح في الماء وتستخدم الذيل المفلطح في الدفع. تستخدم معظم البرمائيات اليافعة، شأنها شأن باقي الفقاريات رباعية الأطراف، أطرافها الأمامية والخلفية في الحركة بطرق مختلفة. للسلمندر اليافع أطراف تتدافع على جانبي جسمه تُساعده على الدفع بعيدًا عن الأرض أثناء المشي أو الجريان.

علم الأحياء في حياتنا اليومية

سُمّ جلد الضفدع

تتميّز بعض البرمائيات بجلد يفرز مادّة سامّة لإبعاد الحيوانات المفترسة. وقد استخدم الإنسان تلك الموادّ السامّة في صنع رمح الصيد كما هو مبيّن في الصورة. كما ساعدت الأبحاث الحديثة على اكتشاف موادّ في جلد الضفدعة الأفريقية يجري تطويرها لتُستَخدم كمضادّ حيوي في علاج إصابات الجلد لدى الإنسان.

يمسك صيّاد من كولومبيا ضفدعة سامّة، ويفرك الرمح على جلدها. ويبقى السمّ على الرمح أكثر من سنة.

للبرمائيات الأخرى، بما فيها الضفادع، أطراف خلفية أكثر تطوّرًا، ما يُكسبها القدرة على القفز لمسافات طويلة. وتتميّز ضفادع الأشجار، بوجود أقراص في أصابع أطرافها تعمل كممصّات تُساعدها على التسلّق.

7.2 الاستجابة Response

لدماغ الحيوان البرمائي الأجزاء الرئيسية نفسها الموجودة في دماغ الأسماك. تتمتّع البرمائيات، تمامًا كالأسماك، بجهاز عصبي كامل. يشير (الشكل 75) إلى بعض الأعضاء الحسّية لدى الضفدعة. فتتميّز عيون البرمائيات بأنّها كبيرة ويُمكنها أن تتحرّك في حركة دائرية داخل محاجرها.

يحمي غشاء رامش Nictitating Membrane شفّاف سطح العين من الأذى أو الضرر عندما يكون الحيوان في الماء، كما يُحافظ على رطوبة سطح العين عندما يكون الحيوان على اليابسة. تتمتّع الضفادع بقدرة عالية على رصد الحشرات المتحرّكة والسريعة.

تشعر البرمائيات بالاهتزازات الصوتية بفضل غشاء الطبلة Tympanic Membrane الذي يقع على كلّ جانب من جانبي الرأس. عندما يهتزّ غشاء الطبلة، يرسل موجات صوتية بعمق إلى الأذن الوسطى ثمّ إلى الأذن الداخلية. تستخدم بعض يرقات البرمائيات وأطوارها اليافعة، مثل الأسماك، جهاز الخطّ الجانبي للإحساس بحركة الماء.

(شكل 75)
تشكّل عينا الضفدعة وأذناها أهمّ أعضاء الحسّ لديها. يحمي الغشاء الرامش الشفاف العينين تحت الماء، ويُحافظ على رطوبتهما في الهواء. يستقبل غشاء الطبلة الإهتزازات الصوتية من الهواء ومن الماء.
ما هي الوظائف التي يقوم بها السمع لدى الضفادع؟

(شكل 76)
هذا فأر متوسّط النموّ تأكله هذه الضفدعة الإفريقية الضخمة. لاحظ أرجل الضفدعة الدامية التي عضّها الفأر عندما أمسكت به.

3. بيئة البرمائيات Ecology of Amphibians

قد تعتقد أنّ البرمائيات ليست مهمّة جدًّا للإنسان، لكنّها تُشكّل مصدرًا غذائيًا في بعض المجتمعات. ومع أنّها قد تصبح ذات فائدة طبّية في المستقبل، إلّا أنّ استخدامها في النواحي التطبيقية لا يزال قليلًا حتّى اليوم.

تقضي البرمائيات جزءًا من حياتها في الماء، والجزء الآخر على اليابسة. تُشكّل البرمائيات حلقة من السلاسل الغذائية المختلفة. فهي حيوانات تتغذّى على الحشرات، فتُساعد بذلك على ضبط حجم النموّ العددي للحشرات التي يُمكن أن تُدمّر مصادر الغذاء وأن تنقل الأمراض. تتغذّى البرمائيات أيضًا على الديدان والحيوانات الأخرى الصغيرة (الشكل 76). ويختلف غذاء صغار البرمائيات تبعًا لأنواعها. ففي الماء، يتغذّى معظم الشراغيف على الطحالب والنباتات الصغيرة والموادّ الحيوانية المتحلّلة.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

إنذار برمائي

ترتبط الوظائف والعمليات الحيوية للبرمائيات ارتباطًا وثيقًا ببيئاتها. وكما تعلّمت، تعيش البرمائيات في الماء وعلى اليابسة، وتعتمد على نوعية المصادر الطبيعية لاستمرار حياتها. هي تتمتع بأجسام صغيرة ومتغيّرة الحرارة، وجلدها منفّذ وبيضها عديم القشرة. كل ذلك يجعل البرمائيات سريعة التأثّر بالمتغيّرات البيئية. لهذا السبب، يعتبر بعض العلماء أن البرمائيات مفيدة كمؤشّرات حيوية. والمؤشّر الحيوي Bioindicator هو كائن حيّ أو نوع تمثّل حالته الصحّية مؤشّرًا لصحّة البيئة أو النظام البيئي. لاحظ الباحثون في السنوات الأخيرة، انخفاضًا في جميع أنحاء العالم في كل من أعداد البرمائيات وتنوّعها. واعتبروا هذا الانخفاض بمثابة إنذار عن تغيّر بيئي ما، ولكنّهم لم يستطيعوا تحديد السبب الحقيقي لهذا الانخفاض حتى الآن.

ولأنّ المادّة الجيلاتينية لبيض البرمائيات لا تؤمّن الحماية الجيّدة لها، افترض بعض العلماء أن انخفاض أعدادها قد يعود إلى زيادة الإشعاع الشمسي نتيجة ثقب طبقة الأوزون، ويعتقد البعض الآخر أنّ تلوّث الهواء والماء هو التفسير المحتمل، وما زال آخرون يعتقدون أنّ سبب ذلك يعود إلى الاحتباس الحراري. ويتابع الباحثون البحث عن سبب المشكلة لكي يتمكّنوا من استدراك الوضع ومنع انخفاض أعداد البرمائيات.

مراجعة الدرس 1-3

1. اكتب قائمة بخصائص البرمائيات.
2. ما هي التكيّفات التي تُساعد البرمائيات على التطوّر إلى حيوانات أرضية؟
3. ما الصفات التي تجعل تكاثر البرمائيات مقتصرًا عادةً على البيئات المائية؟
4. **المقارنة والمباينة**

كما تعلّمت، للأسماك جهاز دوري ذو دورة دموية واحدة مفردة (صفحة 74)، ولأغلب البرمائيات جهاز دوري ذو دورتين دمويتين (صفحة 81).

(أ) ما الفرق الجوهري بين الجهازين الدوريين؟

(ب) ما التكيّف الجديد الذي طرأ على قلب البرمائيات؟

(جـ) كيف يُساعد هذا التكيّف الحيوان البرمائي في أداء وظائفه على اليابسة؟

تعيش سلاحف البحر طيلة حياتها في البحار والمحيطات، ولكنّ إناثها تعود كلّ عامين أو ثلاثة أعوام، في رحلة تُقدَّر بآلاف الكيلومترات، إلى الشاطئ الذي وُلِدت عليه، فتضع بيضها، وتدفنه في الرمل لتحفظه دافئًا ورطبًا، ثمّ تعود إلى الماء. بعد مرور 60 إلى 90 يومًا، يخرج الصغار بعد فقس القشرة. تقوم صغار السلاحف من تلقاء نفسها بالرحلة الخطرة عبر الرمال الواسعة لتصل إلى المياه.

دروس الفصل
الدرس الأوّل
* الزواحف
الدرس الثاني
* الطيور

الزواحف
Reptiles

الأهداف العامة

- يصف خصائص الزواحف.
- يُلخّص تطوّر الزواحف.
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية للزواحف.
- يستنتج أنّ الزواحف هي كائنات متغيّرة الحرارة.
- يُفسّر كيف تكيّفت الزواحف للحياة على الأرض وسلوكياتها.

(شكل 77)

على الرغم من أنّ حجمه لا يتجاوز عرض إصبع إبهامك، إلّا أنّ الثعبان الأفريقي، المبيّن في (الشكل 77)، لا يأكل سوى البيض ذات القشرة الصلبة، ولو كانت أعرض مرّتين من جسمه. فالفكوك مزدوجة التعلّق تسمح للثعبان بابتلاع البيضة، و تُساعد العظام الحادّة في حلقه على كسرها وفتحها، فتنزلق مكوّناتها إلى جهازه الهضمي.
بعد ذلك تُدفَع قشرة البيضة المضغوطة إلى أعلى الحلق، وتُطرَد إلى خارج فمه. ولطالما دُهِش الإنسان بالزواحف، وأحيانًا خَشيها بسبب عضّاتها السامّة أو الطريقة التي تزحف بها.

1. خصائص الحيوان الزاحف
Characteristics of a Reptile

تُطابق التركيبات الأساسية لجسم الحيوان الزاحف تلك الموجودة لدى الفقاريات الأرضية: جمجمة كاملة، وعمود فقري، وذيل، أو حزامان للأطرف، وأربعة أطراف (الشكل 78). يظهر اختلاف بسيط في بنية الجسم بين نوعين من الزواحف، فغالبًا ما تفتقر الثعابين إلى الأطراف، بينما السلاحف لديها دروع صلبة ومندمجة مع فقراتها الظهريّة.
ما الخصائص التي تُميّز الثعابين والسلاحف والزواحف الأخرى؟ الحيوان الزاحف هو حيوان فقاري، له جلد جافّ ذو حراشف، ويضع بيضًا

(شكل 78)
مثل جميع الزواحف، لهذه السحلية العملاقة الخضراء رئتان وجلد حرشفي جافّ. تُساعد هذه الصفات السحلية لكي تعيش على اليابسة.

أرضيًّا ذا أغشية عديدة. مكّنت هذه الخصائص الزواحف من العيش على اليابسة بعيدًا عن الماء، على عكس أسلافها من البرمائيات.
جلد الحيوان الزاحف جافّ، وغالبًا ما تُغطّيه حراشيف سميكة لحمايته، والتي قد تكون ملساء أو خشنة. يمنع غطاء جسم الحيوان الزاحف فقدان الماء منه في البيئات الجافّة. ولأنّ الطبقة الحرشفية الجافّة القوية لا تنمو مع نموّ باقي جسم الحيوان، لذلك يجب أن ينسلخ كلّ فترة عندما يزداد حجم الحيوان الزاحف.
تنتشر الزواحف حاليًّا بكثرة على الأرض، وتحوي المناطق المعتدلة والاستوائية أعدادًا كبيرة منها تتميّز باختلاف مظهرها ونمط حياتها. أمّا الأماكن الوحيدة التي لا يستطيع معظم الزواحف العيش فيها هي المناطق الباردة جدًّا.

2. الشكل والوظيفة لدى الزواحف

Form and Function in Reptiles

تكيّف معظم الزواحف للحياة البرّية بالكامل. فقد ساهم الجلد المتين الحرشفي والتكيّفات الأخرى إلى حدّ كبير في انتشار الزواحف على الأرض وبقائها. فالرئات المتطوّرة، والجهاز الدوري، والجهاز الإخراجي، والأطراف القوية، والإخصاب الداخلي، والبيض ذو القشرة، بالإضافة إلى قدرتها على ضبط درجة حرارة جسمها عن طريق تغيّر بيئاتها، كلّها تكيّفات سمحت للزواحف بالعيش على اليابسة طيلة فترة حياتها.

1.2 ضبط درجة حرارة الجسم

Body Temperature Control

تُعتبَر القدرة على ضبط درجة حرارة الجسم ميزة لدى الحيوانات النشطة. جميع الحيوانات التي درستها حتّى الآن هي كائنات متغيّرة الحرارة Ectotherms. تعتمد الحيوانات متغيّرة الحرارة على السلوك لتُساعد في تنظيم درجة حرارة الجسم. تُعتبر السلاحف والثعابين وجميع الزواحف الحالية الأخرى حيوانات ذات درجة حرارة متغيّرة، وهي تُحافظ على أجسامها دافئة في الشمس خلال النهار أو تحت الماء في الليل. ولتبريد أجسامها، فهي تتحرّك باتجاه الظلّ، أو تسبح، أو تأوي إلى جحور تحت الأرض.

2.2 التغذية Feeding

تتغذّى الزواحف على مجموعات متنوّعة من الأغذية. فسحلية الإجوانا الضخمة Iguanas آكلة أعشاب تُقطّع النباتات إلى قطع صغيرة، وتبتلع القطع الليفية شديدة الصلابة وتهضمها بفضل جهازها الهضمي الطويل. زواحف كثيرة أخرى هي آكلة لحوم، فالثعابين، على سبيل المثال،

تفترس الحيوانات الصغيرة وبيض الطيور وحتى الثعابين الأخرى، فتختطفها بفكوكها، ثمّ تبتلعها كاملة (الشكل 79).

التماسيح و القاطورات (التماسيح الأميركية) Alligators تأكل الأسماك وأيّ حيوان أرضي يُمكن أن تمسك بها. أمّا الحرباء Chameleon، فلها ألسنة لاصقة طويلة بطول أجسامها، تقلبها إلى الخارج لصيد الحشرات.

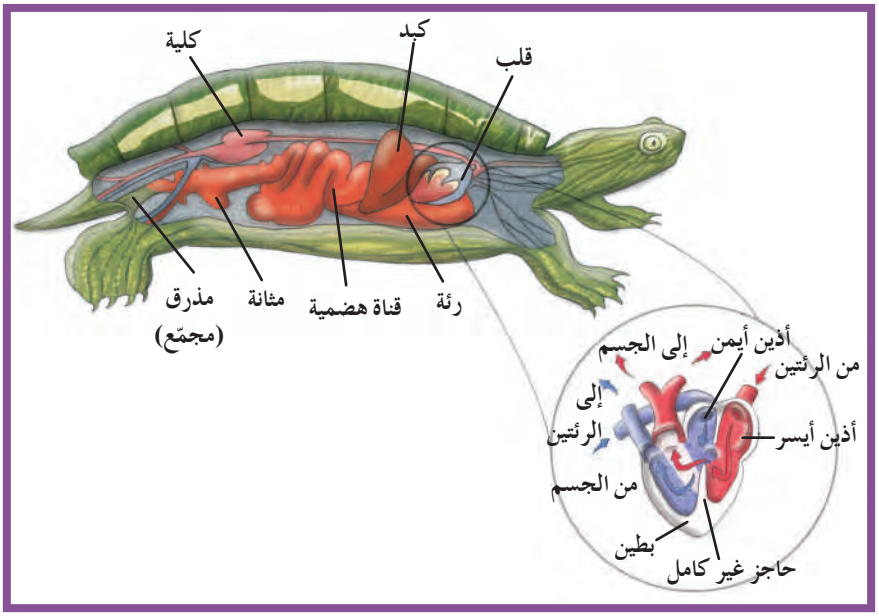
3.2 التنفّس Respiration

تُؤمّن رئات الزواحف الإسفنجية مساحة للتبادل الغازي أكبر من تلك لدى البرمائيات. لكنّها على عكس البرمائيات، لا تستطيع الزواحف أن تتبادل الغازات عبر جلدها. للعديد من الزواحف عضلات حول ضلوعها تُساعدها على توسيع التجويف الصدري خلال الشهيق، وتقليصه لتدفع الهواء إلى الخارج أثناء الزفير. لدى أنواع مختلفة من التماسيح حواجز جلدية يُمكن أن تفصل الفم عن الممرّات الأنفية، فتسمح لهذه التماسيح بالتنفّس خلال فتحات الأنف بينما يبقى الفم مفتوحًا. نجد عند أغلب الزواحف رئتان فعّالتان للتبادل الغازي مع البيئة الخارجية، ولدى أنواع قليلة من الثعابين رئة واحدة فقط.

(شكل 79)
ثعبان الجابون مثل جميع الثعابين آكل لحوم. إنه يأكل الفأر والحيوانات الصغيرة الأخرى إذ يفتح فمه واسعًا ويبتلع فريسته.
إلى جانب الاغتذاء، ما الوظيفة الأخرى التي تُؤدّيها الأنياب عند الثعابين؟

4.2 الدوران Circulation

يشمل الجهاز الدوري للزواحف دورتين. في الدورة الأولى، ينتقل الدم من وإلى الرئتين، أمّا في الدورة الثانية، فهو ينتقل من وإلى باقي أجزاء الجسم (الشكل 80).



(شكل 80)
تشمل الأعضاء الداخلية لأغلب الزواحف قلبًا مكونًا من ثلاث حجرات: من أذينين وبطين ذي حاجز غير كامل.
في ضوء المخطّط، كيف ينساب الدم خلال قلب السلحفاة؟

يتكوّن قلب معظم الزواحف من أذينين، وبطين واحد ذو حاجز، أو جدار غير كامل يساعد في فصل الدم الغني بالأكسجين عن الدم قليل الأكسجين خلال دورة ضخّ الدم. التماسيح والقاطورات لديها قلوب أكثر تطوّرًا من الزواحف الباقية، إذ يتكوّن قلبها من أذينين وبطينين، كما هو الحال لدى الطيور والثدييات.

5.2 الإخراج Excretion

لدى بعض الزواحف، يتكوّن البول في الكليتين. ثمّ ينساب خلال أنابيب مباشرة إلى المذرق (المجمّع) كما يحدث لدى البرمائيات. ولدى زواحف أخرى، تخزّن المثانة البولية البول قبل أن يُطرَد من المذرق. يحتوي بول الزواحف على الأمونيا وحمض البوليك. تُخرِج الزواحف التي تعيش بشكل أساسي في الماء، مثل التماسيح، أغلب الفضلات النيتروجينية على صورة أمونيا ومركّبات سامّة. تشرب التماسيح كمّيات كبيرة من الماء تعمل على تخفيف نسبة الأمونيا في البول وتُساعد على طردها إلى الخارج. وعلى عكس ذلك، فالعديد من الزواحف الأخرى، بخاصّة التي تعيش على اليابسة، لا تخرج الأمونيا مباشرة، إنما تُحوّله إلى حمض البوليك، وهو أقلّ سمّية من الأمونيا، لذا لا يحتاج إلى أن يُخفَّف بدرجة كبيرة. لدى هذه الزواحف، يُمتصّ الماء الزائد من المذرق، محوّلًا البول إلى بلّورات من حمض البوليك، والتي تشكّل مع الفضلات الأخرى كتلة بيضاء صلبة تحتوي على القليل من الماء، فيستطيع الحيوان الزاحف بالتالي أن يحافظ على ماء جسمه.

6.2 الاستجابة Response

يشبه التركيب الأساسي لدماغ الزواحف التركيب الموجود في دماغ البرمائيات، بالرغم من أنّ المخّ والمخيخ يُعتبَران أكبر مقارنة بباقي أجزاء الدماغ. للزواحف النشطة خلال النهار عيون مركّبة تستطيع أن ترى بها الألوان بوضوح، فيما العديد من الثعابين لها حاسّة شمّ قويّة. وبالإضافة إلى الفتحات الأنفية المزدوجة، لمعظم الزواحف زوج من الأعضاء الحسّية في سقف الفم تستكشف بها الروائح والموادّ الكيميائية. وللزواحف أيضًا آذان بسيطة تحوي طبلة أذن خارجية وعظمة مفردة توصل الصوت إلى الأذن الداخلية. كما أنّ بعض الثعابين تستطيع أن تلتقط الاهتزازات الأرضية من خلال عظام في الجمجمة. بعض الثعابين الأخرى، مثل الحية الموضّحة في (الشكل 81)، لها قدرة فائقة على التقاط درجة حرارة جسم الفريسة.

7.2 الحركة Movement

مقارنة بمعظم البرمائيات، تتميّز الزواحف ذات الأرجل بوجود أطراف قوية وكبيرة تُمكّنها من المشي أو الجري أو الزحف أو السباحة أو التسلّق (الشكل 82). وتتميّز أرجل بعض الزواحف بأنها أكثر انثناء تحت جسمها من أرجل البرمائيات، ما يمكّنها من حمل وزن الجسم. أمّا لدى السلاحف المائية، فقد تطوّرت الأرجل إلى زعانف. وكما لدى البرمائيات، يُساعد العمود الفقري الزواحف على القيام بحركات كثيرة ومتنوّعة.

(شكل 81)
تساعد حُفَر الحسّ الحراري الموجودة أعلى جفون الأفعى السامّة من تحديد موقع الفريسة حتّى في الظلام الدامس. تُسمّى الثعابين التي لديها تلك الندبات أفاعي الحُفَر.
كيف تميّز هذه الأعضاء الثعابين السامّة عن غيرها من الزواحف؟

(شكل 82)
لا تتحرّك السحلية ذات الأنف الجارو في إلى الأمام، بل ترفع أقدامها لتحدّ من التلامس مع رمل الصحراء الساخن. تدفع الأفعى الصغيرة ذات الجرس نفسها إلى الأمام من خلال غرس الحراشف البطنية في الكثبان الرملية، بينما تدفع جسمها في موجات طويلة منحنية.
كيف تختلف أرجل السحلية عن تلك التي لدى البرمائيات؟

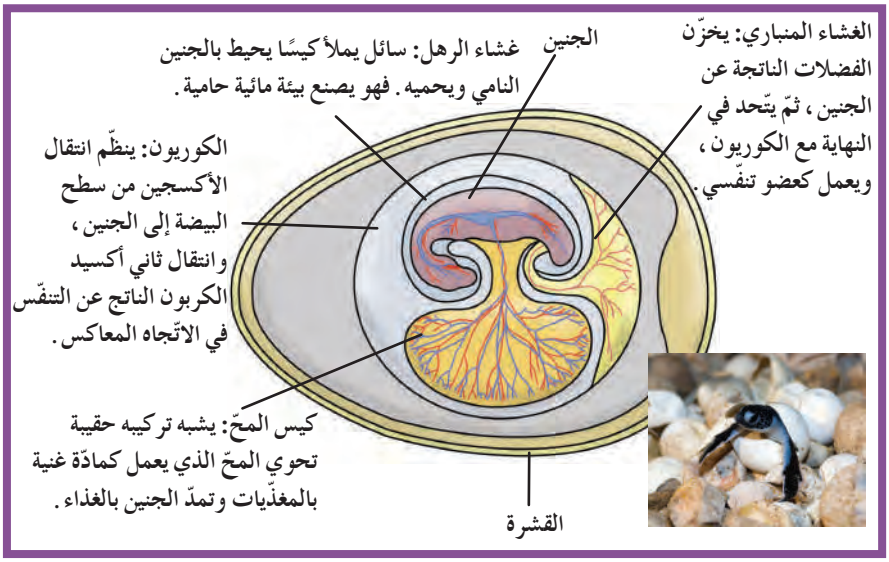
8.2 التكاثر Reproduction

تتكاثر جميع الزواحف عن طريق الإخصاب الداخلي، حيث يضع الذكر الحيوانات المنوية داخل مذرق الأنثى. لمعظم ذكور الزواحف عضو خاصّ يسمح لها بنقل الحيوانات المنوية إلى داخل مذرق الأنثى. وبعد أن يحدث الإخصاب، يُغطّي الجهاز التناسلي الأنثوي الجنين بأغشية مختلفة وبقشرة جلدية. معظم الزواحف بيوضة، أي أنّها تضع البيض الذي ينمو فيه الجنين خارج جسم الأمّ.

تضع السلحفاة ذات الدرع Box Turtle (الشكل 83) البيض في أعشاش يتمّ تجهيزها بعناية، ثمّ تهجره. وتضع القاطورات بيضها أيضًا في الأعشاش، ولكنّها تحرسه حتّى يفقس، وتولي الصغار بعض الرعاية بعد الفقس. بعض الزواحف الأخرى، مثل الثعابين والسحليات، هي حيوانات بيوضة ولودة، إذ تحمي الأنثى البيض وتحفظه دافئًا عن طريق حمله داخل جسمها.

(شكل 83)
بعد أن تحفر أنثى السلحفاة ذات الدرع حفرة في الأرض لتصنع عشّها، تقوم بإسقاط البيض واحدة واحدة وإنزاله في الحفرة بانسيابية، مستخدمة أرجلها الخلفية. بعدما تنتهي، سوف تُغطي العشّ، ثمّ تهجره.
لماذا يُعتبَر من الأفضل للسلاحف أن تضع عددًا كبيرًا من البيض؟

وعلى عكس بيض البرمائيات الذي يجب أن يبقى دائمًا في الماء، تُكوّن القشرة والأغشية في بيضة الزواحف بيئة واقية حيث يستطيع الجنين أن ينمو دون أن تجفّ الموادّ المكوّنة للبيض. يسمّى هذا النوع من البيض بالبيض الرهلي Amniotic Egg نسبة إلى غشاء الرهل Amnion، وهو أحد الأغشية الأربعة المحيطة بالجنين أثناء تطوّره. الأغشية الثلاثة الأخرى هي كيس المحّ yolk sac والكوريون chorion والألنتويز Allantois (الشكل 84). يُعدّ البيض الرهلي، والذي ستراه لدى الطيور أيضًا، أحد أهمّ التكيّفات للحياة على اليابسة.



(شكل 84)
تحتوي البيضة الرهلية على عدّة أغشية وقشرة خارجية. ورغم أنّ قشرة البيضة غير منفّذة للماء، إلّا أنّها تسمح بمرور الغازات من خلالها. عادة ما تكون قشرة بيضة الزواحف جلدية وملساء. تُوضّح الصورة فقس السلحفاة التي تترك القشرة المكسورة. البيضة الرهلية هي واحدة من التكيّفات الأكثر أهمّية للحياة على اليابسة.

3. بيئة الزواحف Ecology of Reptiles

تُشكّل الزواحف فرائس للعديد من الطيور، إلا أنّ معظمها هي حيوانات مفترسة. فالثعابين والسحليات هي من أبرز المفترسات في الأراضي العشبية والبراري والغابات الممطرة. ففي المزارع، تُؤدّي الثعابين دورًا رئيسيًّا في ضبط الزيادة العددية للفئران والقوارض التي تُؤذي المحاصيل. وفي العديد من المناطق الاستوائية والحارّة، تجد سحليات صغيرة تزحف على طول الرصيف أو تتسلّق الجدران داخل المنزل، وهي تتغذّى على عدد كبير من الحشرات الضارّة. تلعب الزواحف أدوارًا هامّة في جميع مستويات السلسلة الغذائية. فبعض السحليات، مثل سحلية الإجوانا الضخمة Large Iguanas التي تأكل الأوراق النباتية الخضراء المتنوّعة. ويتغذّى معظم الزواحف على الفرائس الحيوانية المتاحة، مثل الحشرات والديدان والقواقع والثدييات. وهي تُشكّل بدورها فرائس للعديد من الطيور، مثل الصقور، وللعديد من الثدييات، مثل الخنازير والقطط. وغالبًا ما يتمّ افتراس صغار الزواحف عقب خروجها من البيض، خاصّة تلك التي لا تنال أيّ شكل من أشكال الحماية والرعاية الأبوية.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

سموم أم وعود؟

تبثّ غدد السمّ الموجودة في أنياب الثعابين سمًّا مميتًا يدخل جسم الكائن الذي تعضّه، فينخفض ضغط دمه، وتنفجر رئتاه، ويموت في الحال.

يحتوي سمّ الثعبان على مادّة تُسبّب انخفاض ضغط الدم. وقد فكّر العلماء باستخدام المادّة نفسها في خفض ضغط الدم لدى الإنسان المصاب بارتفاع ضغط الدم، والذي يُسبّب موت الكثير من الناس. ولدراسة تأثير سمّ ثعبان جنوب البرازيل Bothrops، الموضّح في الصورة، جمع العالم البرازيلي فريرا Ferreira ثعابين من المناطق العشبية، واستخلص السمّ منها، واختبره عمليًا على حيوانات التجارب. وقد حقّق عمله بعض النتائج المهمّة، إذ تبيّن انخفاض ضغط الدم لدى حيوانات التجارب.

وقد حدّد الباحثون أكثر من 25 مادّة نشطة في سمّ الزواحف، معظمها عبارة عن بروتينات تعمل كأنزيمات. ويعمل سمّ ثعبان Bothrops على توسيع الأوعية الدموية مسبّبًا انخفاضًا مميتًا في ضغط الدم. وباستخدام معلومات العالم فريرا عن السمّ، بدأ الباحثون في تطوير موادّ صناعية. نتج عن ذلك ابتكار دواء لمرض ضغط الدم المرتفع يُسمّى كابتوبريل Captopril، الذي أنقذ حياة الكثيرين منذ السبعينيات وحتّى الآن.

مراجعة الدرس 2-1

1. اكتب قائمة بالصفات الأساسية للزواحف.
2. اكتب خمس طرق تكيّف تمكّن الزواحف من العيش على اليابسة.
3. كيف تتمّ عملية الإخراج لدى الزواحف التي تعيش على اليابسة؟
4. كيف تضبط الزواحف درجة حرارة جسمها؟
5. **التفكير الناقد:** توقّع ما قد يحدث للزواحف إذا أصبحت الظروف المناخية على الأرض دافئة وأكثر رطوبة بصورة دائمة؟

الطيور
Birds

الأهداف العامة

- يصف الخصائص المشتركة للطيور.
- يُلخّص تطوّر الطيور.
- يُفسّر كيف تكيّفت الطيور للطيران.
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية للطيور.
- يستنتج أنّ الطيور هي حيوانات ثابتة الحرارة.
- يُحدّد الطرق التي تتفاعل بها الطيور مع البيئة والإنسان.

(شكل 85)

يُعتبَر الصقر الجوّال من أسرع الطيور. فهو يُطارد الطيور الأخرى في الهواء، وينقضّ عليها بسرعة تصل إلى 280 كيلومترًا/ساعة، فيجرحها مستخدمًا مخالبه الحادّة، ويعترض طيرانها. ويتمتّع الصقر برشاقة عالية، فهو يدور إلى الخلف ويُمسك فريسته أثناء سقوطها.

سواء أكانت الطيور تُرحّب بالفجر بالغناء أم تُلوّن الجوّ بالريش البرّاق ذات الألوان الزاهية، فهي تُشكّل أكثر الحيوانات استحسانًا وألفة من قبل الإنسان. ومن طائر أبو الحناء Robins الشائع المبيّن في (الشكل 85)، إلى طائر الكتزال Quetzal النادر والمثير، هناك نحو 10000 نوع من الطيور الحديثة تعيش في كلّ مكان.

1. خصائص الطائر Characteristics of a Bird

في مجموعة متنوّعة بهذا القدر، من الصعب أن نجد عدّة صفات يشترك فيها كلّ أنواع الطيور، لكن يُمكن أن نُحدّد الملامح التي يشترك معظمها فيها. فالطيور هي حيوانات لها غطاء خارجي من الريش، وزوج من الأرجل تُغطّيها الحراشف، والتي تُستخدَم في المشي أو الجثوم. أمّا الأطراف الأمامية فهي على شكل أجنحة. معظم هذه الخصائص أعطت تلك الحيوانات القدرة على الطيران.

أمّا الخاصّة الأكثر أهمّية والتي تُميّز الطيور عن الزواحف، وعن جميع الحيوانات الأخرى، هي وجود الريش Feather. يتكوّن الريش من البروتين وينمو من جلد الطائر ويُساعده على الطيران ويُبقيه دافئًا.

يُوضّح (الشكل 86) النوعين الأساسيين من الريش: الريش المحيطي Contour Feather (القلم) والريش الزغبي Down Feather. يتميّز مالك الحزين Heron وبعض الطيور الأخرى التي تعيش على سطح الماء أو فيه، بنوع من الريش المتحوّر يُسمّى ريش الزغب الذي يقع أسفل الريش المحيطي وبمحاذاة جلد الطيور، ويقوم بعزل الجسم ضدّ فقدان الحرارة.

(شكل 86)
للطيور أنواع مختلفة من الريش تتنوّع في التركيب والوظيفة. والغطاء الخارجي المكون من الريش هو الصفة الأساسية التي تميز الطيور عن الحيوانات الأخرى.

2. الشكل والوظيفة لدى الطيور

Form and Function in Birds

اكتسبت الطيور عددًا من التكيّفات سمحت لها بالطيران على عكس جميع الحيوانات الأخرى. شملت هذه التكيّفات أجهزة الهضم والتنفّس والدوران، ونوع الريش وشكل الأجنحة، وعضلات الصدر القوية والملتصقة بهيكل عظمي مدعّم.

يتطلّب الطيران قدرًا هائلًا من الطاقة تحصل عليها الطيور من الغذاء الذي تأكله والأكسجين الذي يُوفّره جهاز تنفّس فريد من نوعه.

1.2 ضبط درجة حرارة الجسم

Body Temperature Control

خلافًا للزواحف التي تستمدّ الدفء من البيئة، تستطيع الطيور أن تُولّد طاقة حرارية داخلية. وتُسمّى الحيوانات التي تستطيع أن تُولّد طاقة داخل أجسامها كائنات ذوات الدم الحار Endotherms، مثل الطيور والثدييات وبعض الحيوانات الأخرى ذات المعدّل المرتفع للتمثيل الغذائي أو الأيض. تذكّر أنّ التمثيل الغذائي (الأيض) هو مجموع العمليات الكيميائية التي تجري داخل خلايا الجسم، والتي ينتج عنها حرارة جسمية تتراوح بين 40° و 41° لدى الطيور. بالإضافة إلى المعدّل المرتفع للأيض، فإنّ الريش الذي يُغطّي جسم الطيور يُساعد على بقائها دافئة، وذلك بعزل الجسم كلّيا عن محيطه الخارجي حتّى في أيّام الشتاء الباردة والممطرة.

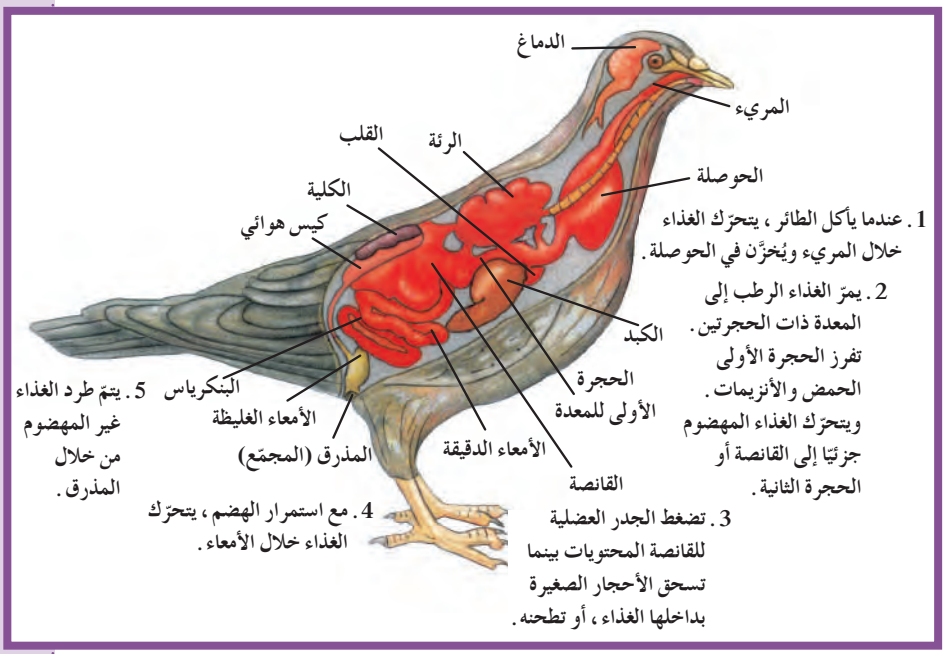
2.2 الاغتذاء Feeding

أيّ طاقة يفقدها الطائر من جسمه، يجب أن يستعيدها بتناول الغذاء. فكلّما تناول الطائر غذاء أكثر، كانت كمّية الطاقة الحرارية المتولّدة عن الأيض أكبر. ولأنّ الطيور الصغيرة تفقد الطاقة بشكل أسرع نسبيًّا من الطيور الكبيرة، فإنّها يجب أن تكون كميّة غذائها كبيرة نسبة إلى حجم أجسامها. من هنا، تُعدّ عبارة «يأكل مثل العصفور» مضلِّلة لأنّ أغلب الطيور آكلات شرهة. لقد تكيّفت مناقير الطيور مع نوع الغذاء الذي تتناوله (الشكل 87). فالطيور آكلات الحشرات لها مناقير قصيرة ودقيقة حتّى تتمكّن من التقاط النمل والحشرات الأخرى من أوراق النبات والفروع، أو الإمساك بالحشرات الطائرة.

أما الطيور آكلات الحبوب، فلها مناقير قصيرة وسميكة، والطيور آكلة اللحم، مثل النسور، فإنّها تُمزّق فرائسها بمناقير قوية ومقوّسة. تُستَخدم المناقير الطويلة المدبّبة في جمع الرحيق من الأزهار، أو جسّ الطمي الطري بحثًا عن الديدان والمحار. وتُساعد المناقير الكبيرة والطويلة الطيور في التقاط الثمار من أفرع النباتات، بينما تُستَخدم المناقير الطويلة والمفلطحة في التقاط الأسماك.

(شكل 87)
تتنوّع مناقير الطيور في الشكل والحجم. يُمكنك أن تتعرّف عادات التغذية لدى الطائر بناء على منقاره. استنادًا إلى حجم منقار الطائر وشكله، ما الذي يغتذي عليه الطائر ذو المنقار الوردي وملعقي الشكل؟

لا تملك الطيور أسنانًا، لذلك فهي لا تستطيع تفتيت الغذاء عن طريق المضغ (الشكل 88).



(شكل 88)
للطيور عدد من التكيّفات تُكسبها القدرة على الطيران، منها الجهاز الهضمي عالي الكفاءة.

إلّا أنّه يوجد لدى الأكثرية منها تركيبات خاصة تُساعدها في هضم الغذاء، مثل الحوصلة Crop التي تقع في أسفل نهاية المريء وتُساعد على تخزين الغذاء وتُرطيبه قبل أن ينتقل إلى القناة الهضمية.

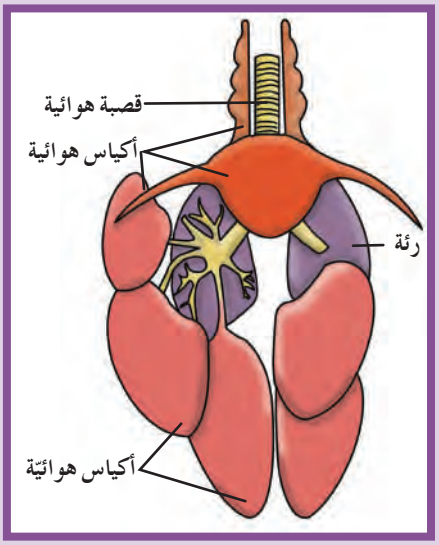
لدى بعض الطيور، مثل الحمام، تؤدي الحوصلة وظيفة إضافية. فأثناء موسم التعشيش، ينتج عن تفتيت الطعام فيها مادّة غنية بالبروتين والدهن. تقوم آباء الطيور بإعادة هذه المادّة إلى الفم، فتُغذّي بها صغارها حديثة الفقس لتنمو وتكبر.

يتحرّك الغذاء الرطب من الحوصلة إلى المعدة. ويتوقّف شكل معدة الطائر على عاداته الغذائية. فالطيور التي تأكل اللحم والأسماك لها معدة كبيرة حيث يتمّ تخزين كمّية كبيرة من الطعام فيها. أمّا الطيور التي تأكل الحشرات أو البذور فلها عضو عضلي يُسمّى القانصة Gizzard، وهو جزء من المعدة يُساعد في سحق الغذاء ميكانيكيًا. لدى أنواع كثيرة من الطيور، تحتوي القانصة على قطع صغيرة من الحجارة والحصى يبتلعها الطائر، فتُساعد إلى جانب الجدار العضلي السميك لها بسحق الغذاء وطحنه إلى جزئيات صغيرة لتسهيل هضمها. يتحرّك الطعام من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة حيث يتمّ استكمال هضمه، وامتصاص المغذّيات إلى الدم. أمّا فضلات الهضم فتُطرَد من الجسم خلال المذرق.

3.2 التنفّس Respiration

لدى الطيور أسلوب فريد ذو كفاءة عالية في امتصاص الأكسجين وطرد ثاني أكسيد الكربون. فعندما يقوم الطائر بعملية الشهيق، تدخل الكمية الأكبر من الهواء إلى أكياس هوائية Air Sacs خلفية كبيرة موجودة في تجويف الجسم أسفل العمود الفقري مباشرة (الشكل 89). وينساب جزء من هواء الشهيق إلى الرئتين، خلال سلسلة من الأنابيب الصغيرة المبطّنة بأنسجة متخصّصة حيث يتمّ التبادل الغازي.

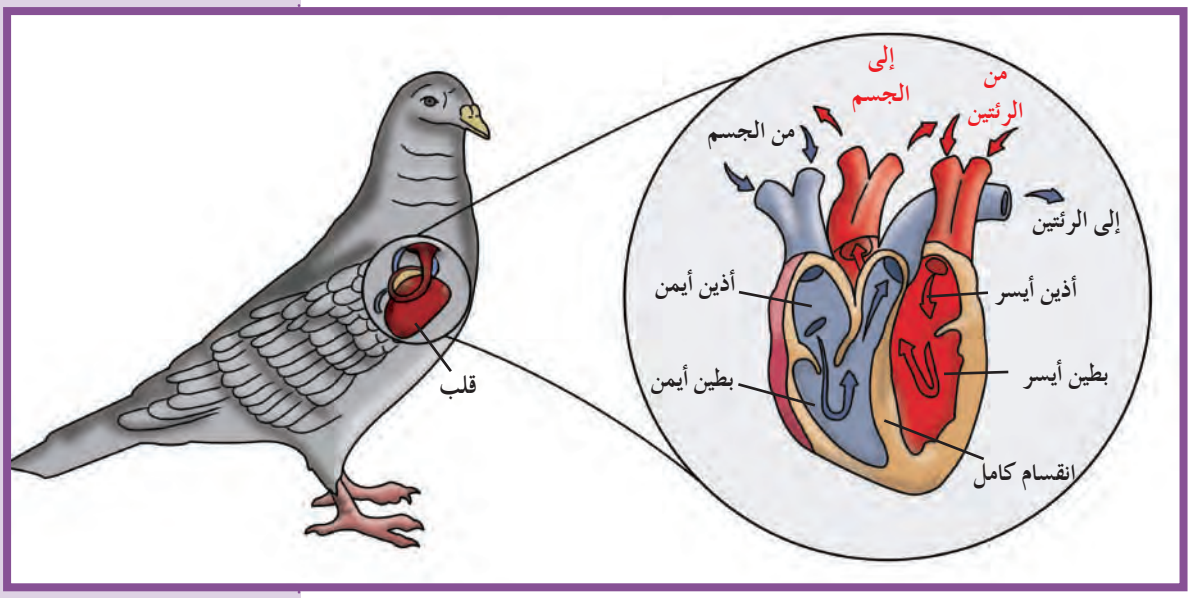
يضمن النظام المعقّد للأكياس الهوائية ولأنابيب التنفّس انسياب الهواء إلى الأكياس الهوائية ومنها إلى الخارج خلال الرئتين في اتّجاه واحد، ما يسمح لها بأن تتغذّى بصورة ثابتة بالهواء الغني بالأكسجين. ويتناقض ذلك مع النظام الموجود لدى أغلب الفقاريات الأرضية، حيث يُؤخَذ الهواء الغني بالأكسجين في الشهيق ويُطرَد الهواء قليل الأكسجين في الزفير. في هذا النظام ينتقل الهواء في اتّجاهين إلى الداخل وإلى الخارج، وتتعرّض الرئتان للهواء الغني بالأكسجين خلال الشهيق فقط.



(شكل 89)
للطيور جهاز تنفّسيّ فريد. توجّه الأكياس الهوائية الهواء خلال الرئتين في مسار كفء ووحيد المسلك.
كيف يختلف هذا الجهاز عن مثيله لدى أغلب الفقاريات الأرضية؟

4.2 الدوران Circulation

للطيور قلب رباعي الحجرات ودورتان دمويتان منفصلتان. لاحظ في (شكل 90) أنّ قلب الطائر، على عكس قلب البرمائيات وأغلب الزواحف، له بطينان منفصلان، البطين الأيمن والبطين الأيسر. نتيجة لذلك أصبح هناك انفصال تامّ بين الدم الغني بالأكسجين والدم قليل الأكسجين. فيتسلّم القسم الأول من القلب دمًا قليل الأكسجين من الجسم ويدفعه إلى الرئتين. ويعود الدم الغني بالأكسجين من الرئتين إلى النصف الثاني من القلب ليتمّ ضخّه إلى باقي أجزاء الجسم. يضمن هذا الجهاز، ذو الدورتين الدمويتين، وصول الأكسجين بكمّيات كبيرة إلى أنسجة الجسم كلّها بأقصى سرعة وكفاءة.



(شكل 90)
للحفاظ على تحرّك الدم بسرعة دائمًا، يخفق قلب الطائر بسرعة تتراوح من 150 إلى أكثر من 1000 دقّة في الدقيقة.

5.2 الإخراج Excretion

تُعتبر الأجهزة الإخراجيّة لدى الكثير من الطيور مشابهة لتلك التي لدى بعض الزواحف. تنتقل الفضلات النيتروجينيّة من الدم إلى الكليتين وتتحوّل إلى حمض البوليك الذي يترسّب في المذرق، حيث يُعاد امتصاص الماء. وتكوّن بلّورات حمض البوليك، بيضاء اللون، مع باقي الفضلات كتلة تخرج من المذرق.

6.2 الاستجابة Response

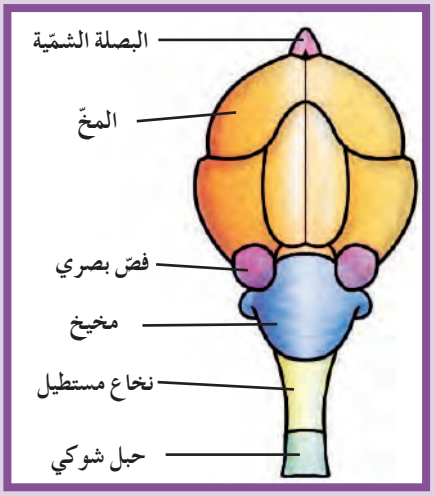
بهدف تنسيق الحركات اللازمة للطيران، نجد لدى الطيور أعضاء حسّية متطوّرة جدًّا، ودماغ يستجيب بسرعة إلى الكثير من الإشارات التي تصل إليه. يُعدّ دماغ الطائر كبير نسبيًا بالمقارنة مع حجم الجسم (الشكل 91). فالمخّ الذي يضبط جميع السلوكيات مثل الطيران، وبناء العشّ، والعناية بالصغار، والمغازلة، والتزاوج، يُعتبَر كبيرًا إلى حدّ ما. وكذلك فإن المخيخ، النامي بصورة جيّدة، فهو يُنسّق الحركات بدقّة، فيما النخاع المستطيل يُنسّق عمل بعض أجزاء الجسم الأساسية مثل دقّات القلب.

للطيور عيون ذات تكوين ملفت وفصوص بصرية كبيرة في الدماغ. فهي ترى الألوان جيّدًا، وأحيانًا بشكل أفضل من الإنسان. كما تتمتّع أغلب أنواع الطيور بحاسّة سمع جيّدة. أمّا حاسّتا التذوّق والشمّ، فليستا ناميتين نموًّا جيّدًا لدى أغلبها، والفصوص الشمّية في دماغها صغيرة جدًّا.

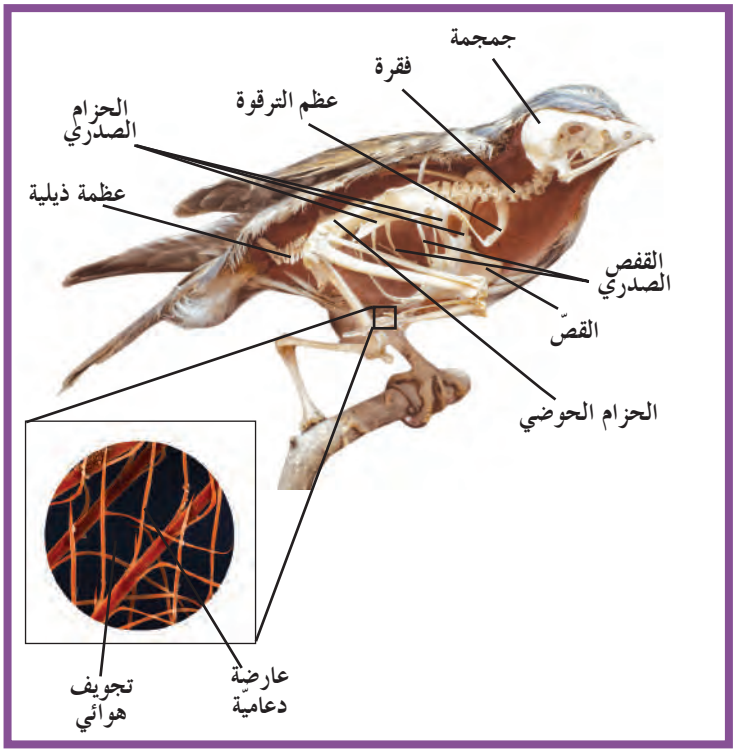
7.2 الحركة Movement

لا تستطيع بعض الطيور، مثل النعامة، الطيران، وبدلًا من ذلك، فهي تتنقل عن طريق المشي والجري، وبعضها الآخر يمكنه السباحة، مثل البطريق. لكن الغالبية العظمى منها تستطيع الطيران.

على الرغم من أنّ العظام الموجودة في أجنحة الطائر متماثلة مع العظام في الأطراف الأمامية للفقاريات الأخرى، إلّا أنّ لها أشكالًا وتركيبات مختلفة جدًّا (الشكل 92). وعلى الرغم من التجويفات الهوائية، يُعتبَر هيكل الطائر أشدّ صلابة من هيكل الزواحف، إذ تشكّل العظام إطارًا قويًا يُثبّت العضلات المستخدمة في الطيران. ولدى الطيور عضلات قوية تدعم ضربات الأجنحة إلى أعلى وأسفل أثناء الطيران.



(شكل 91)
مقارنة بالزواحف، لدى الطيور مخيخ كبيرُ ينسّق حركات الأجنحة والأرجل.
لماذا يجب أن يكون أيضًا المخّ لدى الطيور أكبر منه لدى الزواحف؟



(شكل 92)
يُوضّح التشريح أنّ هيكل الطائر متكيّف مع الطيران نظرًا لوجود العضلات. العظام الطويلة قوية وخفيفة كثيرًا بسبب الدعامات المتينة والتجاويف الهوائية. لدى الطيور الطائرة القوية مثل الحمامة، تُقدّر عضلات الصدر بحوالى 30% من كتلة الحيوان.
إذا كانت كتلة الحمامة توازي 200 mg وتشكّل عضلات الصدر 30% من الكتلة، فما هي كتلة عضلات الصدر؟

8.2 التكاثر Reproduction

تفتح القنوات التناسلية لدى الطيور الذكور والأنثى في المذرق. أما الأعضاء التناسلية، فهي داخلية لدى الجنسين، وغالبًا ما ينكمش حجمها إذا لم تضع الأنثى البيض. لدى الطيور اليافعة، تنمو المبايض والخصيّ، وتتضخّم حتّى تصل إلى الحجم الذي يمكّنها من تأدية وظائفها. ويتمّ إخصاب البيض داخليًا عندما ينتقل السائل المنوي من الذكر إلى الأنثى مباشرة لدى تلاصق المذرقين. لدى بعض ذكور الطيور عضو يُستَخدم في نقل السائل المنوي إلى مذرق الأنثى.

بيض الطيور هو **بيض رهلي Amniotic Eggs** (يحتوي على سائل يحيط بالجنين) يشبه بيض الزواحف، وله قشرة خارجية صلبة. يتغذّى الفرخ الصغير من محتويات البيض الذي تحضنه أغلب الطيور. وحين يُصبح مستعدًا للخروج من البيضة، يستخدم منقاره لإحداث فجوة في القشرة، فتنكسر وتنفتح البيضة. وبمجرّد أن يخرج الفرخ من البيضة، يخفق لبرهة حتى يجفّ ريشه وينشغل الوالدان بإمداد الطعام إلى نسلهم الجائع.

3. بيئة الطيور Ecology of Birds

نضرًا لكثرة أعداد الطيور وتنوعها، فإنّها تتفاعل مع النظام البيئي الطبيعي والمجتمع البشري بطرق مختلفة. فعلى سبيل المثال، يساعد طائر الطنّان Humming Bird، المبيّن في (الشكل 93)، على تلقيح الزهور في كلّ من المناطق الاستوائية والمعتدلة. وتبتلع الطيور آكلة الثمار البذور، ولا تهضمها فتخرجها، ما يُساعد في نشر البذور على مسافات واسعة. تصطاد الطيور آكلة الحشرات عددًا كبيرًا من الحشرات الضارّة ما يُساعد على ضبط أعدادها. يجتاز الكثير من الطيور مسافات طويلة، تفوق غالبًا مئات الكيلومترات فوق البحار واليابسة، بهدف الهجرة.

(شكل 93)
يستخدم طائر الطّنان منقاره الطويل والرفيع لامتصاص رحيق الأزهار. قد يلتقط حبوب لقاح على منقاره ويحملها إلى زهرة أخرى، ما يُساعد الأزهار على التلقيح.
ما نوع العلاقة البيئية بين طائر الطنّان والأزهار: تطفّل، تبادل منفعة، معايشة؟

مراجعة الدرس 2-2

1. صف خصائص الطائر؟
2. اذكر ثلاث طرق تتكيّف بها الطيور للطيران.
3. ما العلاقة التطوّرية بين الديناصورات والطيور؟
4. كيف يخرج الفرخ من قشرة البيضة؟
5. **التفكير الناقد:** اشرح لماذا تُعدّ الحوصلة والقانصة شائعتان ومتطوّرتان لدى الطيور آكلة البذور، ولكنّها أقلّ شيوعا لدى الطيور آكلة اللحوم.

كخطّ من البرق، يعبر هذا الحيوان، ذو الفرو، السافانا الإفريقية بسرعة تتخطّى مئة كيلومتر في الساعة، وتجرح أطرافه ذات المخالب فريسته بوحشية. لذلك، يُعتبر الفهد الصيّاد Cheetah أسرع حيوان أرضي في العالم.

على الرغم من أنّ للفهد الصيّاد عدد من التكيّفات الخاصّة به، إلّا أنّه يُشارك الثدييات خصائص عديدة مثل طول مدّة التنشئة والنموّ التي تُصاحب تطوّر الغدد الثديية وإفراز الحليب. فتعيش الفهد الأمّ مع صغارها، وتُساعد في تغذيتها لمدّة عامين تقريبًا، وتُعلّمها مهارات الصيد ولعق وجوهها لتنظيفها بعد الوجبات. تحمي الفهد الأمّ صغارها وتُنقّلها عدّة مرّات لتُحافظ على سلامتها.

دروس الفصل

الدرس الأوّل

* الثدييات

الثدييات
Mammals

الأهداف العامة

- يُعدّ قائمة بصفات الثدييات.
- يُفسّر تطور الثدييات.
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية لدى الثدييات.
- يستنتج أنّ الثدييات هي ثابتة الحرارة.

(شكل 94)

للعديد من الثدييات، مثل الثعلب (الشكل 94)، آذان خارجية متطوّرة جدًا، تُساعد في إيصال الصوت إلى الأذن الداخلية. لا بدّ أنّك شاهدت كلابًا ترفع آذانها وتُحرّكها باتّجاه الصوت عندما تسمع شيئًا ما. هذه القدرة على تحريك الأذن الخارجية تُساعد الثدييات على تحديد مصدر الصوت بدقّة عالية.

تعيش بعض أنواع الدببة في كهوف صخرية تحت ركام الثلج، وفي البرد القارس، لكنّ فراءها الكثيف وطبقة الدهن تحت الجلد Subcutaneous Fat السميكة يُبقيانها في دفء تامّ لشهور عديدة.

الثعالب والدببة هي حيوانات ثديية تنتمي إلى شعبة الثدييات، وتتميّز بوجود الشعر والغدد الثديية Mammary Gland التي تفرز الحليب لتغذية الصغار. بالإضافة إلى هذا، فإنّ جميع الثدييات هي ذات درجة حرارة ثابتة وتتنفّس الهواء، ولها قلب مكوّن من أربع حجرات.

1. خصائص الحيوان الثديي

Characteristics of a Mammal

الحيوان الثديي هو حيوان فقاري ذو درجة حرارة ثابتة، ومغطّى بشعر. لدى إناث الثدييات غدد خاصّة تُسمّى الغدد الثديية، التي استمدّت منها اسمها، تفرز الحليب لتغذية الصغار.

حدّد العلماء حوالى 4500 نوع من الثدييات الحالية. تعيش أغلبها حياة برّية والقليل منها يعيش بيننا كحيوانات أليفة مثل القطط والكلاب والخيول والبقر.

أصغر الثدييات هي الذبابة القزم التي تُشبه الفأر، والموضّحة في (الشكل 95). فطولها يبلغ حوالى 8cm، و هي أقلّ وزنًا من العملة المعدنية. أمّا الحوت الأزرق، فهو أكبر الثدييات، إذ يصل طوله إلى حوالى 30 مترًا ويزن 100 000 كيلوجرام، أي ما يُعادل وزن 32 فيلًا بالغًا.

تعيش الثدييات في بيئات الأرض كلّها تقريبًا، من المناطق القطبية الباردة إلى المناطق الحارّة والصحراوية والجافّة. ويرتبط الكثير من تكيّفات الثدييات بالقدرة على المحافظة على درجة حرارة الجسم. فعلى سبيل المثال، يُؤثّر الشعر وحجم الجسم، في فقدان الحرارة. فغالبًا ما تكون الثدييات التي تعيش في المناخ الدافئ أصغر حجمًا من التي تعيش في المناخ البارد، وذلك لأنّ الحجم الصغير يُكسبها القدرة على فقدان الحرارة بسرعة. وتتمتّع الثدييات التي تعيش في المناخ الدافئ أيضًا بغطاء من الشعر وطبقات من الدهن أقلّ سماكة من تلك الموجودة لدى الثدييات التي تعيش في المناخ البارد.

(شكل 95)
تتناول الذبابة القزم الطعام بدون توقّف طوال النهار لتلبية حاجاتها العالية للطاقة. من دون طعام قد تموت الذبابة القزم جوعًا بغضون ثلاث ساعات.

2. الشكل والوظيفة في الثدييات

Form and Function in Mammals

تكيّفت أجسام الثدييات بطرق مختلفة ومتنوّعة مع البيئات المتعدّدة التي تعيش فيها. وكفرد من طائفة الحبليات، لا بدّ أنّك تعرف بعضًا من هذه التكيّفات الظاهرة في جسمك.

1.2 ضبط حرارة الجسم Body Temperature Control

الثدييات، تمامًا كالطيور، هي حيوانات ثابتة الحرارة لأنّ أجسامها تُولّد الطاقة الحرارية داخليًا، ولا تعتمد على الشمس لتُبقيها دافئة، وذلك بسبب المعدّل المرتفع للأيض أو للتمثيل الغذائي عندها. كما يساعد الشعر الخارجي على جلدها والطبقة الدهنية تحته في حفظ درجة حرارة أجسامها. ولمعظم الثدييات أيضًا غدد عرقية Sweat Glands تُساعد في تبريد الجسم، وخفض درجة حرارته، وذلك عندما يتبخّر العرق الذي تفرزه هذه الغدد.

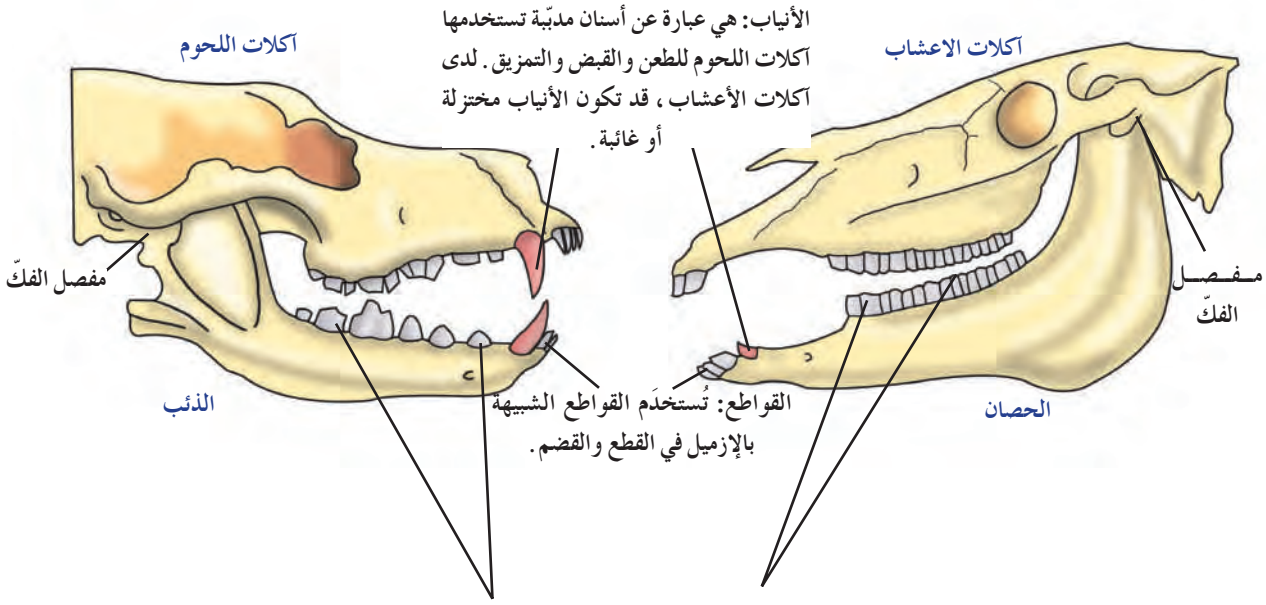
أمّا الثدييات التي تفتقر إلى الغدد العرقية، مثل الذئب، فغالبًا ما تلهث لتتخلّص من الحرارة الزائدة. تُعتبَر قدرة الثدييات على تنظيم درجة حرارة الجسم داخليًّا مثالًا على الثبات الداخلي. وتسمح لها هذه القدرة بالتجوّل في الطقس البارد، في الوقت الذي تبحث فيه معظم الحيوانات الأخرى عن مأوى.

2.2 التغذية Feeding

نظرًا لمعدّل الأيض المرتفع في خلاياها، تستطيع الثدييات أن تأكل عشرة أضعاف ما يأكله الحيوان الزاحف من الحجم نفسه. بعض الثدييات، مثل الأرانب والزرافات، هي آكلات أعشاب تتغذّى على النباتات فقط، في حين أنّ ثدييات أخرى، مثل القطط، هي آكلات لحوم. أمّا الدببة والإنسان فمتنوّعي التغذية، ومستهلكين لجميع أنواع الغذاء. بعض أنواع الثدييات، هي حيوانات مغتذّيات بالترشيح حيث تتغذّى على العوالق والحيوانات الصغيرة التي تُرشّحها من البحر (الشكل 96).

كانت الثدييات الأولى آكلات حشرات فقط. ومع تطوّر أشكال فكوكها وأسنانها، أصبحت متكيّفة لتناول الأغذية المختلفة. لقد أصبح المفصل بين الجمجمة والفكّ السفلي أقوى من مثيله لدى الزواحف، ما سمح بتطوّر عضلات فكّ أكبر وأكثر قوّة. وتطوّرت أشكال الأسنان وتغيّرت أعدادها فأصبح للثدييات الحديثة أسنان متخصّصة (الشكل 97).

(شكل 96)
لقد استُبدلت أسنان حيتان معيّنة مثل هذا الحوت الأحدب بصفائح صلبة كبيرة تُسمّى البالين. يعمل البالين المهدّب كمرشّح لتصفية الحيوانات الصغيرة من الماء الذي يدخل فم الحوت.
ما نوع الحيوانات التي يأكلها هذا الحوت؟



الضروس والضروس الأمامية: تُستخدَم الضروس لسحق الطعام وطحنه. الشكل المتعرّج (أو ذو الحواف) للضروس والضروس الأمامية للذئب يسمح لها بالتداخل أثناء المضغ مثل شفرتي المقصّ. الضروس والضروس الأمامية والخلفية العريضة والمفلطحة للحصان متكيّفة لطحن النباتات الصلبة.

(شكل 97)
فكوك وأسنان الثدييات: تكيّفت الفكوك والأسنان الخاصّة بالثدييات وفقًا لأنماط التغذية المختلفة. تستخدم آكلات اللحوم أنيابًا حادّة وقواطع لتُمسك بالفريسة وتقطع لحمها. وتستخدم آكلات الأعشاب قواطع مسطّحة الحواف لتُمسك النباتات وتُمزّقها، وضروس مفلطحة لتطحن الطعام.

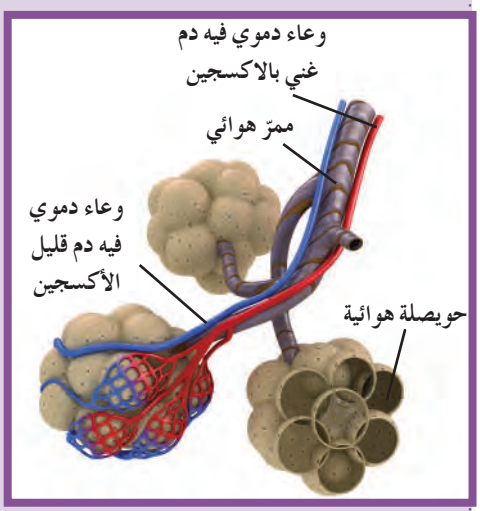
يختلف تركيب أسنان آكلات اللحوم عن تركيب أسنان آكلات الأعشاب. فتُهيّئ أسنان الثدييات الغذاء لعملية الهضم، وكلّما كانت كفاءة الحيوان في الحصول على الغذاء وهضمه أعلى، كانت الطاقة التي يحصل عليها أكبر.

تكيّفت القناة الهضمية لدى الثدييات لهضم نوع الغذاء الذي تأكله ولامتصاصه. فآكلات اللحوم لديها أمعاء قصيرة نسبيًا لأنّه يمكن لأنزيمات الهضم أن تهضم اللحوم بسرعة. أمّا معظم آكلات الأعشاب فلديها أمعاء أطول بكثير لأنّ الأنسجة النباتية القاسية والخشنة تستغرق وقتًا أطول ليتمّ هضمها. للكثير من آكلات الأعشاب أيضًا أعضاء هضمية متخصّصة لهضم الموادّ النباتية. فعند الأبقار مثلًا نجد حجرة معدية تُسمّى الكرش Rumen، حيث يُخزَّن ويُجهَّز ما تمّ ابتلاعه من أغذية نباتية. يحتوي الكرش على نوع من البكتيريا التكافلية التي تهضم سيلّيلوز معظم الأنسجة النباتية. وبعد بقائه في الكرش لفترة من الوقت، تُعيد البقرة الغذاء إلى الفم ثانية، حيث يُعاد مضغ الغذاء المهضوم جزئيّا مرّة ثانية، ويتمّ خلطه باللعاب. ثمّ يُبتلع الغذاء للمرّة الثانية، ويتحرّك إلى باقي أجزاء المعدة، ثمّ إلى الأمعاء. ولذلك تُسمّى تلك الحيوانات المجترّة Ruminant لأنّها تجترّ الغذاء أي تُعيده إلى الفم لمضغه.

3.2 التنفّس Respiration

تستخدم جميع الثدييات البرّية والمائية الرئتين في التنفّس. وتتحكّم بهاتين الرئتين مجموعتان من العضلات. تقوم الثدييات بالشهيق عندما ترفع عضلات الصدر القفص الصدري لأعلى وللخارج، وفي الوقت نفسه، تسحب عضلة قويّة تُسمّى **الحجاب الحاجز Diaphragm** قاعدة التجويف الصدري لأسفل، ما يزيد من حجمه. نتيجة لذلك، يندفع الهواء إلى داخل الرئتين. وعندما تنبسط عضلات الصدر والحجاب الحاجز، يتناقص حجم التجويف الصدري ما يدفع الهواء إلى خارج الرئتين خلال الزفير.

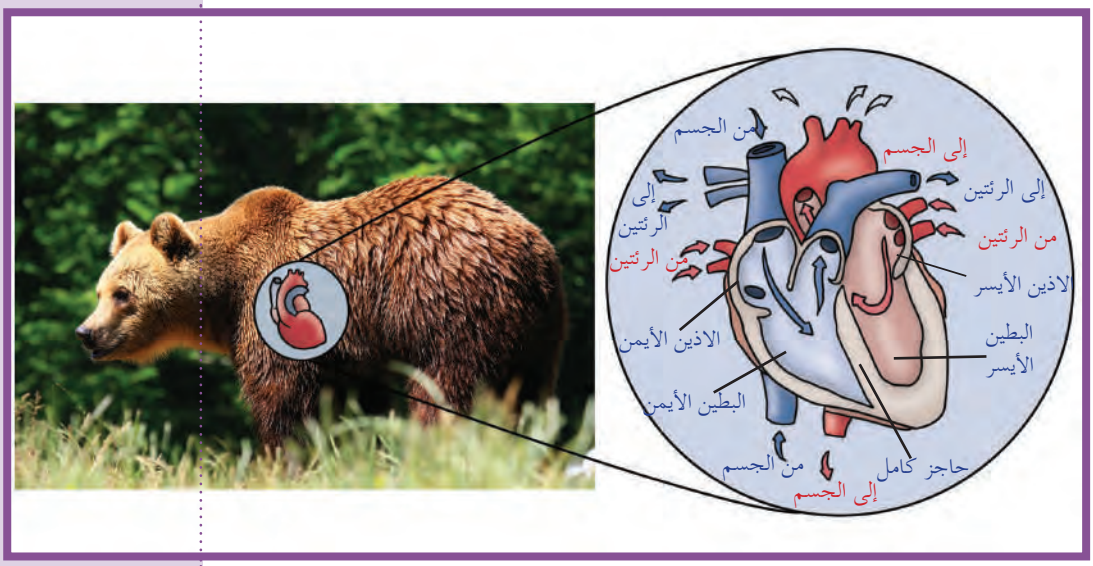
ينتشر الأكسجين إلى الدم خلال الأوعية الدموية الموجودة في الحويصلات الهوائية الموضّحة في (الشكل 98). تقع هذه الحويصلات الهوائية الدقيقة في نهاية الممرّات التنفّسية في رئات الثدييات. نظرًا لأعدادها الكبيرة وغناها بالشعيرات الدموية، تزيد هذه الحويصلات من مساحة سطح التبادل الغازي بين الرئتين والدم.



(شكل 98)
كيف تُساعد الحويصلات الهوائية الحيوانات على تبادل الأكسجين بكفاءة؟

4.2 الدوران Circulation

ينقسم الجهاز الدوري لدى الثدييات إلى دورتين دمويتين منفصلتين مع قلب يتألّف من أربع حجرات (الشكل 99). يتلقّى الجانب الأيمن من القلب دمًا قليل الأكسجين من جميع أنحاء الجسم، ويدفعه إلى الرئتين حيث يتزوّد بالأكسجين ثمّ يعود إلى الجانب الأيسر من القلب. يُضَخّ الدم الغني بالأكسجين خلال الأوعية الدموية إلى باقي أعضاء الجسم.



(شكل 99)
لجميع الثدييات، بما فيها هذا الدبّ البنّي، قلب ذو أربع حجرات يدفع الدم في دورتين منفصلتين إلى جميع أنحاء الجسم.
تبعًا للشكل، أيّ حجرة تستقبل الدم قليل الأكسجين؟

5.2 الإخراج Excretion

لدى الثدييات كليتان متطوّرتان تُساعدان في استخلاص الفضلات النيتروجينية من الدم على شكل بولينا. تتجمّع البولينا والفضلات الأخرى والماء معًا لتكوين البول. ينساب البول من الكليتين إلى المثانة البولية، حيث يُخزَّن حتّى يُطرَد خارج الجسم. تُساعد كليتا الحيوان الثديي على حفظ الثبات الداخلي عن طريق ترشيح البولينا من الدم أوّلًا، وإخراج الماء الزائد أو احتجازه إذا كان الجسم يحتاجه. وتستعيد الكليتان أيضًا الأملاح والسكّريات والمركّبات الأخرى التي لا يجب أن يفقدها الجسم. وقد سمحت الكفاءة العالية للكليتين في ضبط كمّية الماء وتثبيتها في الجسم، للثدييات بالعيش في العديد من البيئات المختلفة، حتّى في الصحارى حيث درجات الحرارة مرتفعةً نهارًا ومتدنيّة ليلًا.

6.2 الاستجابة Response

تُعتبر الثدييات من أكثر الحيوانات تطوّرًا، إذ يتكوّن دماغها من ثلاثة أجزاء رئيسية: المخّ والمخيخ والنخاع المستطيل (الشكل 100). يقوم المخّ بالعمليات المعقّدة، مثل التفكير والتعلّم، ويضبط المخيخ التنسيق العضلي، وينظّم النخاع المستطيل وظائف الجسم اللاإرادية، مثل التنفّس ونبضات القلب.

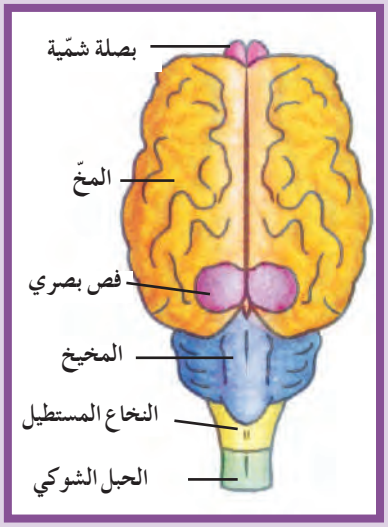
يحتوي مخّ الثدييات على طبقة خارجية نامية تسمّى القشرة المخّية Cerebral Cortex، التي تمثل مركز التفكير والسلوكيات المعقّدة الأخرى، مثل التعلّم والقراءة عند الإنسان، وتخزين الغذاء لاستخدامه في وقت لاحق لدى الفئران مثلاً.

تعتمد الثدييات على الحواسّ المتطورة جدًا لتتزوّد بمعلومات عن بيئتها الخارجية. و للعديد منها حواسّ كاملة للشمّ والسمع. فعلى سبيل المثال، يمكن للكلاب أن تتعرّف على الناس بسهولة من خلال روائحهم الخاصة. ومع أن الثدييات لديها آذان مكوّنة من الأجزاء الأساسية نفسها، إلّا أنها تختلف في قدرتها على اكتشاف الأصوات. وكما تستطيع الكلاب، والخفافيش، والدلافين أن تسمع الأصوات ذات تردّدات أعلى بكثير ممّا يستطيع الإنسان سماعه. وفي الواقع يمكن للخفاش والدولفين أن يكتشفا الأشياء في بيئتهما باستخدام صدى أصواتها عالية التردّد. و يمكن لثدييات أخرى، مثل الأفيال، أن تسمع الأصوات ذات التردّدات المنخفضة جدّا.

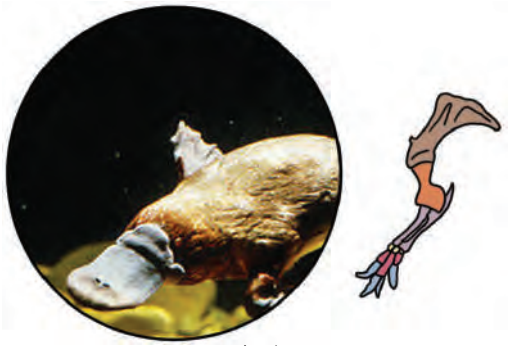
لدى العديد من الحيوانات الثديية بعض التركيبات الحسّاسة للألوان في عيونها، ومع ذلك تختلف القدرة على تمييز الألوان بين الأنواع المختلفة. وتُعدّ رؤية الألوان مفيدة جدّا، خاصّة للحيوانات التي تنشط خلال النهار. بالرغم من قدرة ثدييات، كالقطط على اكتشاف الألوان، إلّا أنها لا تصل إلى المدى الكلّي، مثل الإنسان وبعض الرئيسيات الأخرى، مثل القردة.

7.2 الحركة Movement

للثدييات تكيّفات متنوّعة تُساعدها على الحركة، وهي تشمل العمود الفقري الذي ينثني أفقيًّا، ومن جانب إلى آخر. تسمح هذه المرونة للثدييات بالتحرّك بخطى واسعة وبالقفز عاليًا. سمحت الأحزمة الكتفية والحوضية التي أصبحت أكثر انسيابية ومرونة، لكلّ من الأطراف الأمامية والخلفية بالتحرّك بطرق متنوّعة (الشكل 101). يسمح التنوّع في عظام وأطراف عضلات الثدييات بالركض والمشي والتسلّق والزحف والقفز والطيران والسباحة. تبعًا لنمط حياتها، تستطيع الثدييات أن تستخدم أكثر من طريقة للتحرّك.



(شكل 100)
لدى الثدييات دماغ كبير يتناسب مع حجم أجسامها. يشكّل المخّ الجزء الأكبر من الدماغ وهو يحتوي على قشرة مخّية كاملة.
لماذا يُعتبَر المخّ الكبير لدى الحيوان الثديي من أحد مميّزاته؟



خلد الماء

الحفّارون Diggers: الثدييات الحفّارة لديها مخالب قويّة، وسميكة بخاصّة في أطرافها الأمامية. أطرافها قصيرة وقوية وممتلئة، وفيها نتوءات كبيرة ترتبط بعضلات قوية.

القرد

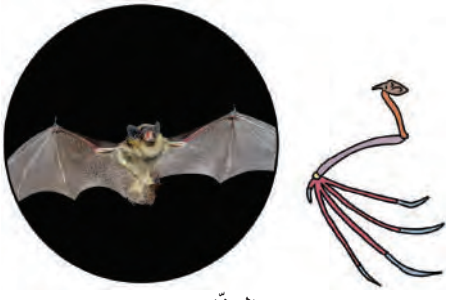
المتسلّقون Climbers: للثدييات المتسلّقة أصابع يد وأقدام طويلة ومرنة، ومفاصل مرنة تُساعدها على الامساك بفروع الأشجار.

الحصان

العدّاؤون Runners: تحتاج الثدييات سريعة العدو أطرافًا طويلة تتحمّل الاصطدام بالأرض. تحوّرت الأصابع الجانبية في أطرافها الأمامية والخلفية لتسمّى تركيبات المستدقّة بالحوافر.

عجل البحر

السبّاحون Swimmers: تُركّز الثدييات السابحة أغلب حركتها بين الذراع والحزام الكتفي. تطوّرت أطرافها إلى مجاذيف مسطّحة وعريضة، وتمدّدت عظام الأيدي والأقدام لتُكوّن الزعانف.



الخفّاش

الطائرون Flyers: تطوّرت عظام الأذرع والأيدي لدى الخفّاش لتدعم قطع الجلد التي تُكوّن الأجنحة.

(شكل 101)

لدى الكثير من الثدييات تكيّفت الأطراف والأصابع مع نمط حياتها. لاحظ التنوّع في طول وشكل عظام الطرف التي تستخدمها الثدييات المختلفة في الحركة (العظام المتماثلة لها اللون نفسه في كلّ الرسوم). أيّ تركيب يتّضح في هذا الشكل يُشبه عن قرب أطراف الحوت؟

8.2 التكاثر ودورة الحياة

Reproduction and Life Cycle

تتميّز جميع الثدييات بإخصاب داخلي، وللإناث منها غدد ثديية تفرز الحليب لتُغذّي صغارها. هاتان الصفتان هما التشابهان التكاثريان الوحيدان اللذان تشترك فيهما ثلاث مجموعات من الثدييات هي:

* البيوضة Monotremes
* الجرابيات Marsupials
* المشيميات Placental Mammals

(أ) الثدييات البيوضة

الثدييات التي تتكاثر من خلال وضع البيض تسمّى الثدييات البيوضة، مثل حيوان خلد الماء Platypus. بعد فترة قصيرة من الإخصاب، تضع الأنثى بيضتين أو ثلاث، وتحضنها بحرارة جسمها. تتغذّى أجنّة وحيدات المسلك النامية مثل الطيور والزواحف، على الموادّ الغذائية الموجودة داخل البيضة. بعد أن يفقس البيض، يتغذّى الصغار على الحليب الذي ينساب من مسامّات موجودة على بطن الأمّ. تنمو الصغار حديثة الفقس في ظلّ رعاية أبوية قبل أن تعتمد على نفسها.

(ب) الجرابيات أو الثدييات الكيسية

الثدييات التي تلد صغارًا غير مكتملة النموّ، تبقى في جيب خارجي للأمّ تُسمّى الجرابيات أو الثدييات الكيسية. بعد الإخصاب، ينمو جنين الحيوان الجرابي داخل جسم الأمّ ويتغذّى عن طريق كيس للمحّ يُشبه ذلك الموجود في البيض الرهلي. غير أنّ كيس المحّ ليس كبيرًا بدرجة كافية لتغذية الجنين خلال كامل فترة نموّه. بعد مرور 30 يومًا على الإخصاب، تلد أنثى الكانجرو حيوانًا صغيرًا غير نامٍ، أعمى، وعديم الشعر يزن حوالى 28 جرامًا ويبلغ طوله حوالى 2.5 cm فقط.

يزحف هذا الحيوان الصغير إلى كيس بطن الأمّ مثل معظم الجرابيات، ويبقى فيه حتّى يُصبح كبيرًا وقويًّا بما يكفي ليعتمد على نفسه (الشكل 102).

يختلف تكاثر الجرابيات عن تكاثر الثدييات أحادية المسلك. فتبقى المواليد الحديثة للجرابيات محمية ودافئة في كيس البطن عند الأمّ. وتستطيع الأمّ أن تبحث عن الغذاء أو تهرب من الحيوانات المفترسة مع صغارها سريعًا، في حين تظلّ أمّهات أحادية المسلك في مكان واحد لتحضن بيضها أو لتُغذّي صغارها.

علم الأحياء في حياتنا اليومية

كامل أو خالٍ من الدسم

عندما يولد صغير حيوان الكانجرو (وهو يُسمّى جوي)، فهو يشرب حليبًا قليل الدسم وغني بالبروتين. وبعد أن يترك كيس البطن، يشرب حليبًا غنيًّا بالدسم وقليل البروتين من حلمة مختلفة من الغدد الثديية. لا تخلط بين هذا الحليب وبين الحليب الكامل أو الخالي من الدسم الذي تشربه. فإلانتاج الحليب الذي نجده في المتاجر، يُنزَع الدهن منه في معامل مختصّة.

(شكل 102)
تضع أنثى خلد الماء (إلى اليمين) البيض في العشّ داخل الحفرة. يتثبّت صغير الكانجرو (إلى اليسار) داخل كيس البطن بحلمة إحدى الغدد الثديية ويبقى مكانه ليشرب من حليب أمّه حتّى يستكمل نموّه. أيّ حيوان منهما هو وحيد المسلك؟ وأيّهما من الجرابيات؟

(ج) الثدييات المشيمية

الثدييات التي تنمو صغارها داخل جسم الأمّ وتتغذّى من جسم الأمّ حتّى الولادة تُسمّى الثدييات المشيمية. مقارنة بصغير الجرابيات، ينمو جنين الثدييات المشيمية بالكامل قبل ولادته (الشكل 103). حوالى 95% من الثدييات هي ثدييات مشيمية. سُمِّيت الثدييات المشيمية بذلك نسبة إلى المشيمة التي يتمّ من خلالها تبادل الغازات والأغذية والفضلات بين الأمّ والجنين. والمشيمة هي نسيج إسفنجي يُحيط تمامًا بالجنين، تتداخل فيه الأوعية الدموية للأمّ وللجنين ويسمح بتبادل الموادّ بينهما. تُسمّى الفترة التي يستقرّ فيها الجنين داخل جسم الأمّ فترة الحمل. وتختلف هذه الفترة تمامًا بين الثدييات المشيمية. بشكل عامّ، تزداد فترة الحمل مع حجم الحيوان البالغ، ومع درجة نموّ المولود. فتبلغ مدّة فترة الحمل لدى الفأر، على سبيل المثال، 21 يومًا بينما تبلغ فترة الحمل لدى الأفيال 22 شهرًا. أمّا فترة الحمل لدى الإنسان، فهي تمتدّ طوال تسعة أشهر.

ومع أنّ بعض الحيوانات، مثل الطيور والتماسيح، تعتني بصغارها وتحميها، إلّا أنّ الثدييات تُقدّم عناية وحماية لصغارها أكثر من معظم الحيوانات الأخرى. فالرضاعة مثلًا تُبقي الأمّ والطفل معًا لمدّة طويلة. من شأن طول المدّة التي تقضيها الحيوانات البالغة مع صغارها، بالإضافة إلى وجود دماغ متطوّر أن يسمحا للصغار بتعلّم الكثير عن الأمور الحياتية. ويعتقد بعض العلماء أنّ طول فترة الرعاية الأبوية ساهمت في النجاح التطوّري للثدييات.

(شكل 103)
يولد عجل الثدييات المشيمية وينمو. ويُصبح هذا العجل قادرًا على المشي بعد ساعات من ولادته.

مراجعة الدرس 3-1

1. اذكر الصفات العامّة لجميع الثدييات.
2. متى تطوّرت أسلاف الثدييات من الزواحف؟
3. اكتب طريقتين تُحافظ بهما الثدييات على الثبات الداخلي.
4. كيف تكيّفت أسنان الثدييات للأنواع المختلفة من الأغذية.
5. **التفكير الناقد:** يتخلّص كثير من الناس من ضروس العقل لأنّ فكوكهم أصغر من أن تتّسع لها. إلام يُشير هذا الأمر في ما يتعلّق بتطوّر فكّ الإنسان؟

البيئة و المجتمع

فهرس الثدييات

تعرف مجتمعاتنا المحلّية تجمّعات حيوانية عديدة. تتضمّن هذه التجمّعات حدائق الحيوانات، ومتاحف العلوم أو التاريخ الطبيعي التي تجمع عيّنات لحيوانات ميتة. قم بزيارة أحد التجمّعات الحيوانية في منطقتك، وسجّل أسماء الثدييات التي تجدها هناك. قم بإعداد قائمة ورتّب فيها الثدييات الموجودة.

مراجعة الوحدة الثالثة

المفاهيم

الأذين	Atrium	البطين	Ventricle
البيضة الرهلية	Amniotic Egg	ثدييات بيوضة	Monotreme Mammals
الثدييات الكيسية أو الجرابية	Marsupial Mammals	الثدييات المشيمية	Placental Mammals
جهاز الخطّ الجانبي	Lateral Line System	الجيب البلعومي	Pharyngeal Pouch
الحبل الظهري	Notochord	الحبل العصبي الأجوف	Hollow Nerve Cord
الحجاب الحاجز	Diaphragm	الحوصلة	Crop
الحيوان الحبلي	Chordate	الحيوان المجتر	Ruminant
الحيوانات البيوضة	Oviparous	الحيوانات البيوضة الولودة	Ovoviviparous
الحيوانات الولودة	Viviparous		

ملخص لمفاهيم الأجزاء التي جاءت في الوحدة

الفصل الأول: الحبليات والأسماك و البرمائيات

(1–1) الحبليات

* الحيوان الحبلي لديه في بعض مراحل حياته على الأقلّ حبل عصبي أجوف ظهري الموقع، وحبل ظهري، وجيوب بلعومية، وذيل يمتدّ خلف فتحة الشرج.
* مجموعتان الحبليات اللافقارية هما الزقّيات والسهيمات.

(2–1) الأسماك

* الأسماك هي فقاريات مائية تميّزت بالزعانف المزدوجة والقشور والخياشيم.
* من أهمّ التطوّرات التي حدثت، خلال ارتقاء الأسماك، هي تطوّر الفكوك وتطوّر الزعانف المزدوجة.
* يشمل تكيّف الأسماك مع الحياة المائية طرقًا متنوّعة للتغذية، وتركيبات متخصّصة للتبادل الغازي، والزعانف المزدوجة للحركة.

(3–1) البرمائيات

* ينتمي الحيوان البرمائي إلى مجموعة الفقاريات، مع وجود بعض الاستثناءات. فهو يضع البيض في الماء، يعيش في الماء كطور يرقي وعلى اليابسة كطور يافع، يتنفّس من خلال الخياشيم في الطور اليرقي ومن خلال الرئات في الطور اليافع. كما يتمتّع بجلد رطب يحتوي على غدد مخاطية، وهو عديم القشور والمخالب.
* حدثت تطوّرات مختلفة للبرمائيات الأولى لتُساعدها على العيش جزءًا من حياتها خارج الماء. أصبحت عظام الأطراف وأحزمتها لدى البرمائيات قوية وتدعم الحركة الكافية. كما أن وجود الرئات والأنابيب التنفّسية تُكسبها القدرة على تنفّس الهواء. يكوّن عظم القصّ مع القفص الصدري درعًا عظميًّا يدعم الأعضاء الداخلية ويحميها، بخاصّة الرئتين.

الفصل الثاني: الزواحف و الطيور

(2–1) الزواحف

* الزواحف هي فقاريات ذات جلد جاف وحرشفي، ورئتين، وبيض بأغشية مختلفة.
* تتميّز الزواحف برئتين متطوّرتين جيّدًا، وجهاز دوري ذو دورتين، وجهاز إخراجي ذو كفاءة، وأطراف قوية، وإخصاب داخلي، وبيض ذو قشرة، والقدرة على ضبط درجة حرارة جسمها. هذه جميعها تكيّفات مهمّة لحياة الزواحف على الأرض.

(2 – 2) الطيور

* الطيور هي حيوانات تشبه الزواحف، وتحتفظ بدرجة حرارة جسمها الداخلية ثابتة. لدى الطيور غطاء خارجي من الريش، وزوج من الأرجل المغطّاة بحراشف وتُستَخدم في المشي أو الهبوط، وأطراف أمامية متحوّرة إلى أجنحة.
* للطيور العديد من التكيّفات التي تُكسبها القدرة على الطيران. تشمل هذه التكيّفات الكفاءة العالية لأجهزة الهضم والتنفّس والدوران، وحركة الريش والأجنحة في الهواء، والعضلات القوية للصدر.

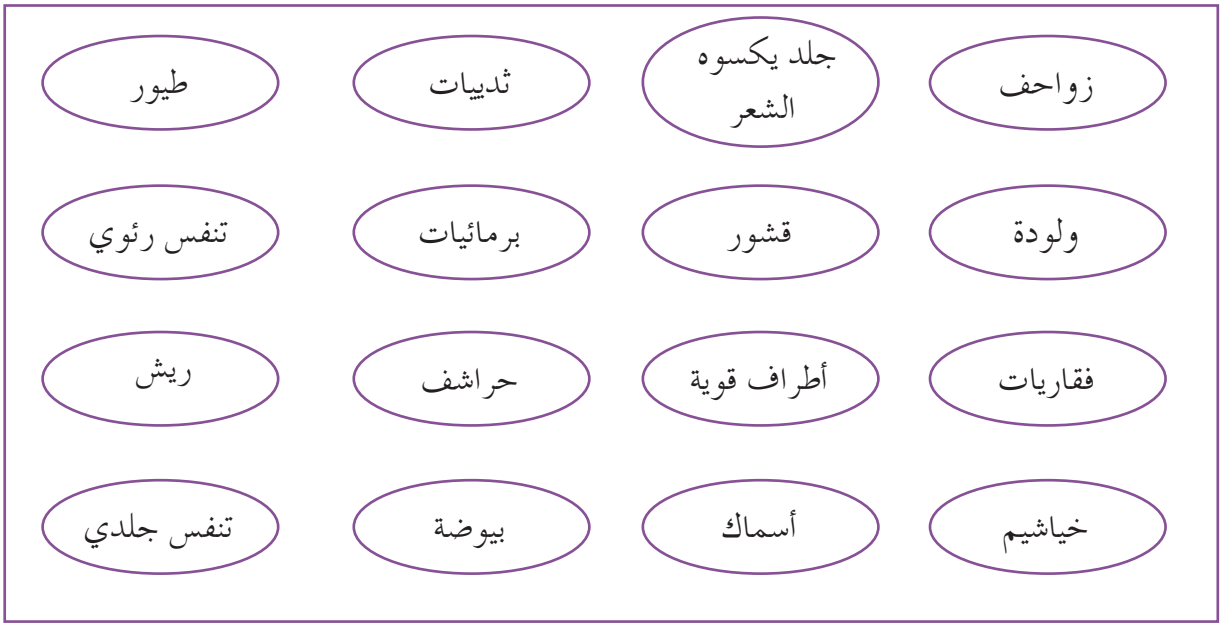
الفصل الثالث: الثدييات

(3–1) الثدييات

* تتميّز الثدييات بوجود الشعر وغدد ثديية لتغذية الصغار بالحليب. وهي تتنفّس جميعها الهواء وتُعدّ حيوانات ثابتة الحرارة إذ تولّد طاقة حرارية داخل جسمها.
* ظهرت أولى الثدييات الحقيقية أثناء أواخر العصر الترياسي، أي منذ 220 مليون سنة تقريبًا.
* تُعتَبر قدرة الثدييات على تنظيم درجة حرارة أجسامها من داخلها مثالًا للثبات الداخلي.
* عندما تطوّرت الثدييات لتأكل أطعمة أخرى غير الحشرات، تكيّف شكل ووظيفة فكوكها وأسنانها مع غذائها.
* تحافظ كليتا الثدييات على الثبات الداخلي بإخراج الماء أو استعادته.

خارطة مفاهيم الوحدة

استخدم المفاهيم الموضّحة في الشكل التالي لرسم خريطة تنظّم الأفكار الرئيسية التي جاءت في الوحدة.



تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام العبارة الصحيحة، وعلامة (✗) في المربع الواقع أمام العبارة غير الصحيحة في كلّ ممّا يلي:

1. أيّ ممّا يأتي ليس من خصائص جميع الحبليات:
☐ حبل عصبي أجوف ☐ جيوب بلعومية ☐ زعانف ☐ حبل ظهري
2. تتبادل أغلب الأسماك الغازات بدفع الماء من الفم:
☐ على الخيوط الخيشومية ☐ خلال الردب الأعوري ☐ على الأذين ☐ خلال المريء
3. الحيوانات التي تضع البيض الذي يتطوّر خارج جسم الأمّ عبارة عن كائنات:
☐ بيوضة ☐ ولودة ☐ بيوضة ولودة ☐ غير ولودة
4. كلّ ممّا يلي يعمل كعضو تبادل غازي لدى الضفادع، والعديد من السلمندرات ما عدا:
☐ الجلد ☐ تجويف الفم ☐ الرئتان ☐ الغشاء الرامش
5. أيّ التكيّفات لا يُعتَبر من صفات الزواحف؟:
☐ جلد حرشفي ☐ بيض رهلي ☐ خياشيم ☐ رئات
6. الحيوان الذي يعتمد على التفاعل مع البيئة لضبط درجة حرارة الجسم يُعرَف باسم:
☐ ثابت الحرارة ☐ متغيّر الحرارة ☐ طائر عديم الطيران ☐ خارجي الحرارة
7. أهمّ الخصائص التي تنفرد بها الطيور عن باقي الحيوانات هي وجود:
☐ عظام مجوّفة ☐ الريش ☐ زوج من الأرجل ☐ أجنحة
8. أيّ التركيبات التالية للطائر تدعم الطيران بصفة خاصّة؟:
☐ المذرق ☐ الأرجل ☐ المنقار ☐ عضلات الصدر
9. غالبًا ما تُخرج الطيور الفضلات النيتروجينية في شكل:
☐ بول ☐ أمونيا ☐ حمض بوليك ☐ بولينا
10. يُنظَّم تركيب سوائل الجسم ومستوياتها عند الثدييات بوساطة:
☐ الرئتين ☐ الكليتين ☐ الأمعاء ☐ القلب
11. يفرغ الجهاز التناسلي لدى أحاديات المسلك منتجاته في:
☐ المشيمة ☐ الخصيّ ☐ المذرق ☐ المثانة البولية

أجب عن الأسئلة التالية بإيجاز

1. صف ما حدث للحبل الظهري لدى أغلب الفقاريات المتطوّرة.
2. في أيّ صورة تخرج الفضلات النيتروجينية من أجسام أغلب الأسماك؟
3. لماذا يُعتبَر مصطلح البرمائيات مناسبًا لمجموعة الحيوانات التي تشمل الضفادع والسلمندرات؟
4. كيف تكيّفت الشراغيف والضفادع اليافعة للسلوك الغذائي الخاصّ بكلّ منهما؟
5. عندما ينمو الحيوان الزاحف، ماذا يحدث لجلده؟

6. بأيّ طريقة يُؤثّر التفاعل مع البيئة في درجة حرارة جسم الزواحف؟
7. لماذا يُعتبَر البيض الرهلي أحد أهمّ التكيّفات للحياة على الأرض؟
8. كيف تُساعد حوصلة طائر الحمام في تمكينه من رعاية صغاره؟
9. صف ثلاثة تكيّفات لدى الثدييات لتحفظ درجة حرارة الجسم.
10. صف كيف تكيّفت الأسنان عند الثدييات للأنواع المختلفة من الغذاء.
11. ما الوظائف التي تقوم بها الكليتان عند الثدييات؟
12. صف كيف تحصل صغار أحاديات المسلك والجرابيات والمشيميات على التغذية.

تحقق من مهاراتك

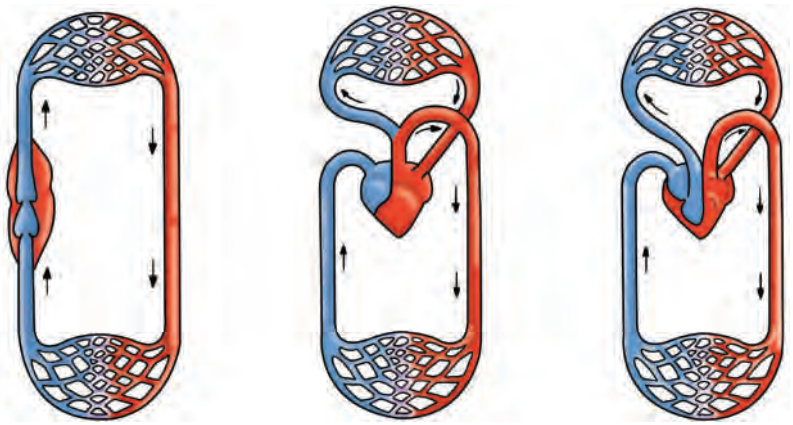
تطبيق المفاهيم:

1. الحيوانات ذات درجة الحرارة الثابتة لها أيضًا قلب مكوّن من أربع حجرات. اشرح لماذا ترتبط هاتان الخاصّيتان ببعضهما.
2. غالبًا ما تحتوي العضلات التي يستخدمها الطائر على كمّية كبيرة جدًّا من بروتين يُسمّى ميوجلوبين Myoglobin. تحتوي عضلات الصدر عند البطّ على بروتين ميوجلوبين أكثر بكثير ممّا تحوي عضلات الصدر عند الدجاج. ما الذي تستنتجه عن طيران هذين الطائرين؟
3. تمّت متابعة درجة حرارة جسم الثعبان كلّ نصف ساعة لمدّة ساعتين، فكانت قراءات درجة الحرارة تباعًا 30°C، 32°C، 38°C، 39°C، 39°C. اقترح الظروف الممكنة التي تُفسّر هذه التغيّرات.
4. **التوقّع:** تخيّل أنّك تُخطّط لزيارة جزيرة استوائية دافئة، تتبعها زيارة لجزيرة شديدة البرودة. في أيّ من هذين المكانين تتوقّع أن تجد زواحف أكثر؟ فسّر توقعك.
5. **التصنيف:** اقرأ الأوصاف التالية وحدّد مجموعة الحيوانات التي ينطبق عليها كلّ وصف.
   - قلب ذو حجرتين، جهاز دوري ذو دورة دموية مفردة، يخرج الأمونيا، له عمود فقري
   - قلب ثلاثي الحجرات، الأقدام ليست أسفل الجسم مباشرة لدى الوقوف، درجة الحرارة متغيّرة

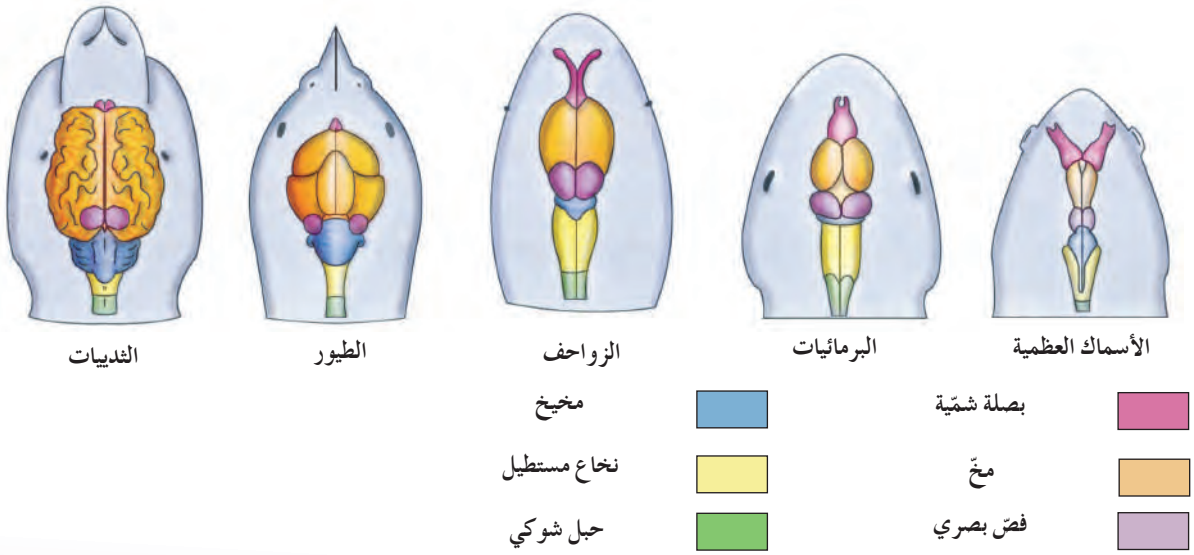
المقارنة والمباينة:

6. لا توجَد علاقة قربى وثيقة بين الأسماك والحيتان، ولكنّها تشترك في عدد من التشابهات، مثل الشكل العامّ للجسم وغياب الأرجل. كيف يُمكن تفسير هذه التشابهات؟
7. كيف يختلف موضع أرجل الثدييات عن موضع أرجل البرمائيات ومعظم الزواحف؟ بأيّ طريقة تُعتبَر هذه الخاصّية ميزة تكيّفية؟
8. يعتني بعض أنواع الثدييات بصغارها لعدّة سنوات. كيف قد يُعَدّ هذا التكيّف مفيدًا مقارنة بالأنماط التي تتّضح عند الفقاريات الأخرى؟ وكيف قد يُعَدّ غير مفيد؟

9. تُوضّح الأشكال التخطيطية التالية ثلاثة أنواع من الأجهزة الدورية.
   - أيّ شكل يُوضّح قلبًا فيه دم يحتوي على ثاني أكسيد الكربون والقليل من الأكسجين؟
   - أيّ شكل يُوضّح جهازًا دوريًّا ذا قلب رباعي الحجرات؟
   - أيّ شكل يُوضّح قلبًا يحتوي على دم عالي الأكسجين ومنخفض الأكسجين في البطين نفسه؟
   - أعط مثالًا على حيوان لديه إحدى الأجهزة الدورية (أ)، (ب) و (جـ).



10. قارن تركيب الدماغ عند الفقاريات التالية: أيّ التراكيب أكثر بروزًا في دماغ كلّ حيوان؟ اشرح كيف ترتبط هذه الاختلافات بطريقة حياة الحيوانات وتطوّرها؟



11. **استخدام الجداول و المخطّطات:** لاحظ المعلومات في الجدول التالي. باستخدام طول كلّ ثعبان، ارسم أشكالًا تخطيطية بمقياس رسم على ورقة رسم بياني. استخدم مقياس رسم مناسب لأشكالك التخطيطية. ضمّن مفتاحًا لمقياس الرسم الذي استخدمته في أشكالك التخطيطية. لوّن كلّ ثعبان بحسب الألوان المذكورة في الجدول.

وصف الثعبان		
الثعبان	الطول	العلامات
المرجاني الغربي **Western coral**	45	حلقات سوداء وصفراء وحمراء متعاقبة من الرأس إلى الذيل
مبرقع الأنف **Patch – nosed**	92	شريط أصفر وبنّي على امتداد الظهر

المشاريع

1. **إعداد النماذج:** باستخدام موادّ مثل معجون التشكيل (الصلصال)، والأسلاك، والشفّاطات البلاستيكية، قم بإعداد نماذج للأجهزة الدورية لإحدى الأسماك، لحيوان برمائي، وحيوان ثديي. صف ما إذا كان كلّ حيوان فقاري منها له دورة دموية مفردة أم مزدوجة، وما إذا كان الدم المتدفّق خلال القلب غنيًّا بالأكسجين أم لا.
2. ادرس الطيور التي تعيش في منطقتك. استخدم مرشدًا حقليًّا ليُحدّدها لك. اكتب وصفًا بما لاحظته من صفات (الأنواع المختلفة من الريش، والمناقير، والأقدام). بناء على ملاحظاتك، ماذا تأكل الطيور؟ وما أنواع البيئات التي تُفضّلها؟
3. يرغب منتجو حلقات علمية تُعرَض على التلفزيون في إنتاج حلقة تتناول الرضاعة لدى أنثى الإنسان. اكتب سيناريو تُظهر فيه نسبة إرضاع الأمّهات لصغارهنّ، وأهمّية الرضاعة الطبيعية مقارنة بالرضاعة الاصطناعية.

ملاحظات

ملاحظات

ملاحظات