وزارة التربية

الأحياء

10

الصف العاشر

الجزء الثاني

كتاب المعلّم

المرحلة الثانوية

الطبعة الثانية

وزارة التربية

الأحياء

كتاب المعلّم

الصفّ العاشر 10

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

1435 - 1436 هـ

2014 - 2015 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 2013

© جَميع الحقوق مَحفوظة: لا يَجوز نشْر أيّ جُزء من هذا الكِتاب أو تَصويره أو تَخزينه أو تَسجيله بأيّ وَسيلَة دُون مُوَافقَة خطّيَّة مِنَ النّاشِر.

الطبعة الأولى 2013/2012 م
الطبعة الثانية 2015/2014 م

صاحب السمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت

سمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي عهد دولة الكويت

مقدمـــــة

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 الأول

الوحدة الأولى: الخلية – التركيب والوظيفة

الجزء الثاني

الوحدة الثانية: اللافقاريات والبيئة

الوحدة الثالثة: الفقاريات والبيئة

محتويات الجزء الثاني

الوحدة الثانية: اللافقاريات والبيئة	**17**
الفصل الأول: الإسفنجيات واللاسعات	**19**
الدرس 1–1: مقدمة في المملكة الحيوانية	**20**
الدرس 1–2: الإسفنجيات	**25**
الدرس 1–3: اللاسعات	**29**
الفصل الثاني: الديدان والرخويات	**33**
الدرس 2–1: الديدان	**34**
الدرس 2–2: الرخويات	**40**
الفصل الثالث: مفصليات الأرجل وشوكيات الجلد	**44**
الدرس 3–1: مفصليات الأرجل	**45**
الدرس 3–2: شوكيات الجلد	**50**
مراجعة الوحدة الثانية	**54**

الوحدة الثالثة: الفقاريات والبيئة 6

الفصل الأول: الحبليات ، الأسماك والبرمائيات 63

الدرس 1–1: الحبليات 64

الدرس 1–2: الأسماك 67

الدرس 1–3: البرمائيات 72

الفصل الثاني: الزواحف والطيور 76

الدرس 2–1: الزواحف 77

الدرس 2–2: الطيور 82

الفصل الثالث: الثدييات 87

الدرس 3–1: الثدييات 88

مراجعة الوحدة الثالثة 94

الهدف الشامل للتربية في دولة الكويت

تهيئة الفرص المناسبة لمساعدة الأفراد على النمو الشامل المتكامل روحيًا وخلقيًا وفكريًا واجتماعيًا وجسمانيًا إلى أقصى ما تسمح به استعداداتهم وإمكاناتهم في ضوء طبيعة المجتمع الكويتي وفلسفته وآماله وفي ضوء المبادئ الإسلامية والتراث العربي والثقافة المعاصرة بما يكفل التوازن بين تحقيق الأفراد لذواتهم وإعدادهم للمشاركة البناءة في تقدم المجتمع الكويتي والمجتمع العربي والعالم عامه .

الأهداف العامة لتعليم العلوم

تؤكد أهداف تعليم العلوم في مراحل التعليم العام على تنمية الخبرات المختلفة: الجانب المعرفي والجانب المهاري والجانب الوجداني .
هذا وقد صيغت الأهداف التالية لكي تحقق الجوانب الثلاثة بحيث تساعد المتعلم على:

1. تعميق الإيمان بالله سبحانه وتعالى من خلال تعرفه على بديع صنع الله وتنوع خلقه في الكون والإنسان .
2. استيعاب الحقائق والمفاهيم العلمية ، واستخدامها في مواجهة المواقف اليومية ، وحل المشكلات ، وصنع القرارات .
3. اكتساب بعض مفاهيم ومهارات التقانة بما ينمي لديه الوعي المهني ، وحب وتقدير العمل اليدوي ، والرغبة في التصميم والابتكار .
4. اكتساب قدر مناسب من المعرفة والوعي البيئي بما يمكنه من التكيف مع بيئته ، وصيانتها ، والمحافظة عليها ، وعلى الثروات الطبيعية .
5. اكتساب قدر مناسب من المعرفة الصحية والوعي الوقائي بما يمكنه من ممارسة السلوك الصحي السليم والمحافظة على صحته وصحة بيئته ومجتمعه .
6. اكتساب مهارات التفكير العلمي وعمليات التعلم وتنميتها وتشجيعه على ممارسة أساليب التفكير العلمي وحل المشكلات في حياته اليومية .
7. تنمية مهارات الاتصال ، والتعلم الذاتي المستمر ، وتوظيف تقنيات المعلومات ومصادر المعرفة المختلفة .
8. فهم طبيعة العلم وتاريخه وتقدير العلم وجهود العلماء عامه والمسلمين والعرب خاصة والتعرف على دورهم في تقدم العلوم وخدمة البشرية .
9. اكتساب الميول والاتجاهات والعادات والقيم وتنميتها بما يحقق للمتعلم التفاعل الإيجابي مع بيئته ومجتمعه ومع قضايا العلم والتقانة والمجتمع .

الأهداف العامة لتدريس مادة الأحياء

يهدف تدريس الأحياء في المرحلة الثانوية إلى تحقيق الأهداف التالية:

أولا - الأهداف المعرفية

1. تعرف المصطلحات والمفاهيم والمبادئ والحقائق البيولوجية الرئيسة المتعلقة بجميع أنشطة حياة الكائنات الحية.
2. إكساب الطالب المعرفة العلمية المناسبة لاحتياجاته لكي يستفيد من دراسته للعلوم البيولوجية في تحسين حياته وفي التعامل مع العالم البيوتكنولوجي المتطور والمتناهي.
3. حث الطالب على المتابعة العلمية لما يدور ويستحدث في مجال العلوم البيولوجية وتطبيقاتها الحياتية.
4. إكساب الطالب ثقافة بيولوجية مناسبة تمكنه من إدراك التكامل بين تركيب أجهزة جسمه ووظائفها وعلاقة بعضها ببعض، وتوجيهه إلى مراعاة الشروط التي تلزم لحسن سير هذه الوظائف.
5. تزويد الطالب بثقافة شاملة مبنية على رؤية واضحة متماسكة ومتفتحة على الحياة بمختلف مستوياتها التنظيمية داخل الإطار البيئي الذي يعيش فيه.
6. تنمية المعارف والمهارات التي تمكن الطالب من التصرف بشكل يؤدي إلى تحسين معيشته على المستوى الشخصي والمستوى الاجتماعي في البيئة التي يعيش فيها.
7. التركيز على الأبعاد المختلفة للعلوم البيولوجية، سواء التاريخية أو الفلسفية أو الاجتماعية في الإطار المحلي والعالمي.
8. إلمام الطالب بالمشكلات والقضايا البيئية العالمية ذات الصلة بالعلوم البيولوجية، وتأثيرها على بلده والبيئة المحلية التي يعيش فيها.
9. وعي الطالب للمشكلات والقضايا الاجتماعية المحلية والعالمية ذات الصلة بالعلوم البيولوجية، وإتاحة الفرص أمامه لممارسة مهام المواطنة عبر إبداء المقترحات لحل تلك القضايا.
10. تعريف الطالب إلى القضايا المرتبطة بحياته ومجتمعه، والتي توضح معنى الأفكار العلمية الكبرى مثل الحفاظ على الطاقة، والتلوث، وطبيعة النظريات العلمية ومدلولاتها الاجتماعية، وغيرها.
11. توضيح دور التقدم التكنولوجي في مجال العلوم البيولوجية في تنمية المجتمعات العالمية والمحلية سياسيًا واقتصاديًا وثقافيًا واجتماعيًا.
12. تقديم رؤى شاملة ومتكاملة للعلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع، توضح مدى التأثير على البيئة المحلية التي يعيش فيها الطالب.
13. إمداد الطالب بالمواقف المناسبة للمقارنة بين تأثير كل من العلم والتكنولوجيا، وتقدير مساهمتهما في إنتاج المعرفة والقوة الجديدة المؤثرة في المستقبل في مجال العلوم البيولوجية، وغيرها من العلوم العلمية.
14. تعريف الطالب إلى التطبيقات العلمية العملية الإيجابية للموضوعات البيوتكنولوجية وأبعادها الأخلاقية، وإلى المشكلات الأخلاقية التي تثيرها، ومدى تأثيرها على البيئة الاجتماعية التي يعيش فيها.
15. تزويد الطالب بأمثلة تاريخية عن المتغيرات العميقة التي أحدثتها التكنولوجيا والعلم في المجتمع، ومدى تأثيراتها على النمو الاقتصادي واتخاذ القرارات السياسية.

ثانيا - الأهداف المهارية

1. اكتساب الطالب منهجية التفكير العلمي والمقدرة على حل المشكلات.
2. تنمية قدرة الطالب على التعامل مع المستحدثات البيولوجية، وما تثيره من قضايا أخلاقية من خلال اكتسابه لمهارات الملاحظة الدقيقة والتحليل والاستنتاج والتعليل والتفكير الناقد والاستناد إلى الدليل وتفنيد الأدلة والمرونة الذهنية.
3. ممارسة الطالب للمواطنة أثناء حل المشكلات من خلال تدريبه على مهارات استخدام أساليب التعلم الذاتي، والعمل التعاوني الجماعي والمناقشة والإقناع، وتقبل آراء الآخرين وعدم التعصب والتريث في إصدار الأحكام.
4. تنمية المهارات اليدوية ومهارات البحث العلمي لدى الطالب على المستوى الفردي والجماعي، وتدريبه على استخدامها في حل المشكلات الحياتية مع منح الطالب الاستقلالية في عملية التعلم.
5. تدريب الطالب على مهارات اتخاذ القرارات وإصدار الأحكام والاشتراك الإيجابي في البحث عن المعلومات، وتوظيفها في صناعة القرارات خلال حياته اليومية.
6. تصرف الطالب بشكل واع وفعال حيال استخدام المخرجات التكنولوجية، وتوظيفها التوظيف الأمثل في حياته اليومية.
7. اتباع الطالب السبل والتوجيهات الخاصة في الحفاظ على صحته وبيئته، والعمل على حماية الثروات الطبيعية الموجودة فيها.
8. العناية بالاهتمامات المهنية في مجال الأحياء، وبخاصة المهن المرتبطة بالعلم والتكنولوجيا، وإكساب الطالب المقدرة على اختيار توجهه المهني المستقبلي بما يتناسب مع ميوله وطموحاته.
9. مساعدة الطالب على استخدام وتداول الأدوات الأساسية لتعلم الأحياء، مع تهيئة الفرص لاكتسابه معظم المهارات المتطلبة في هذا المجال.

ثالثا - الأهداف الوجدانية

1. تنمية مواقف إيجابية تعكس ما يوضح تقدير الخالق (سبحانه وتعالى) وقدرته اللامتناهية في عظيم خلقه، وفي تسْيير الحياة وتطورها.
2. اكتساب الطالب لميول واتجاهات إيجابية نحو تقدير دور العلم والعلماء (العرب وغير العرب) في خدمة المجتمع وتقدم البشرية.
3. خلْق الفرص لإكساب الطالب اتجاهات إيجابية نحو جهود الدولة في رعاية المواطن صحيًا واجتماعيًا وثقافيًا، وفي حماية البيئة.
4. استثارة روح حب الاستطلاع والاهتمام لدى الطالب عبر متابعة كل ما هو جديد ومستحدث في مجال العلوم البيولوجية وتطبيقاتها الحياتية، واكتشاف جوانبها الأخلاقية.
5. تنمية اتجاهات الطالب تجاه القضايا البيولوجية والأخلاقية، مع توجيهه إلى ضرورة تقبل هذه القضايا والموضوعات وتقدير إيجابياتها وإدراك سلبياتها.
6. إكساب الطالب اتجاهًا إيجابيًا نحو الثقة في آراء المتخصصين، من رجال العلم والدين تجاه القضايا البيولوجية والأخلاقية المستحدثة.
7. تنمية الإحساس بالمسؤولية الاجتماعية والبيئية لدى الطالب مع تبنيه للأسلوب العلمي في حل مشكلاته الحياتية.
8. تنمية الوعي والقيم والاتجاهات الإيجابية البيئية لدى الطالب حيال حسن استخدام الموارد البيئية، وكيفية المحافظة على التوازن البيئي محليًا وعالميًا.

مخطط تدريس الوحدة الثانية: اللافقاريات والبيئة

الفصل الأول: الإسفنجيات واللاسعات

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
1-1 مقدمة في المملكة الحيوانية	• ذكر الخصائص التي تشترك فيها جميع الحيوانات . • وصف الوظائف الأساسية التي تقوم بها الحيوانات . • تحديد التكيّفات المهمة في تطور الحيوانات .		1	–	1	• شفافيات ملونة أو لوحات وصور توضح: 1. بعض الحيوانات البحرية والبرّية . 2. العلاقات التطورية بين المجموعات الرئيسية من الحيوانات . 3. التطور المبكر للأجنة الحيوانية ، والفرق بين أوليات وثانويات الفم . 4. بعض الحيوانات التي تمثّل مختلف الشعب الحيوانية اللافقارية . 5. أنواع التماثل المختلفة في الكائنات الحيوانية . 6. الأجهزة الداخلية للحيوانات اللافقارية . • شرائط فيديو • أقراص مدمجة CD– ROMs • جهاز عرض رأسي Overhead projector
2-1 الإسفنجيات	• توضيح بنية الجسم في الإسفنجيات . • وصف كيف تقوم الإسفنجيات بأداء الوظائف الحيوية الأساسية . • معرفة بيئة الإسفنجيات .	**علم الأحياء في حياتنا اليومية:** • إنّه مجرد هيكل **البيئة في المجتمع:** • تجارة الإسفنج	2	1	1	
3-1 اللاسعات	• وصف خطتي تركيب الجسم الموجودتين في دورة حياة الحيوانات اللاسعة . • وصف كيف تقوم اللاسعات بتأدية الوظائف الحيوية الأساسية . • وصف بيئة الحيوانات اللاسعة .	**العلم والمجتمع والتكنولوجيا:** • الإستفادة من الإسفنجيات وقناديل البحر .	1	–	1	

الفصل الثاني: الديدان والرخويات

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
1-2 الديدان	* تحديد الصفات التصنيفية للديدان المفلطحة والاسطوانية والحلقية . * وصف الشكل والوظائف في كلٍّ من الديدان المفلطحة والاسطوانية والحلقية . * معرفة بيئة كل من الديدان المفلطحة والاسطوانية والحلقية .		3	1	2	* شفافيات ملونة أو لوحات وصور توضح: 1. بعض اللافقاريات في بيئاتهم المختلفة . 2. بعض أنواع الديدان في بيئاتهم المختلفة . * شرائط فيديو * أقراص مدمجة CD– ROMs * جهاز عرض رأسي Overhead projector
2-2 الرخويات	* وصف المعالم المحددة للرخويات . * وصف الشكل والوظائف في الرخويات . * وصف بيئة الرخويات .	**العلم والمجتمع والتكنولوجيا (الوعي البيئي):** * انتشار بلح البحر	2	–	2	

الفصل الثالث: مفصليات الأرجل وشوكيات الجلد

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
1-3 مفصليات الأرجل	* تحديد الصفات المميزة لمفصليات الأرجل . * وصف الإتجاهات المهمة في تطور مفصليات الأرجل . * شرح نمو وتطور مفصليات الأرجل .	**العلم والمجتمع والتكنولوجيا:** * بدائل المبيدات الحشرية	2	1	1	* شفافيات ملونة أو لوحات وصور توضح: 3. بعض اللافقاريات في بيئاتهم المختلفة . 4. بعض أنواع الديدان في بيئاتهم المختلفة . * شرائط فيديو * أقراص مدمجة CD– ROMs * جهاز عرض رأسي Overhead projector
2-2 شوكيات الجلد	* تحديد الصفات المميزة لشوكيات الجلد . * وصف الوظائف الحيوية التي يقوم بها الجهاز الوعائي المائي لشوكيات الجلد .	**علم الأحياء في حياتنا اليومية:** * قنفد بحر يكتب؟ **البيئة والمجتمع:** * البحث عن عينات شوكيات الجلد * محمية صباح الأحمد في الكويت	2	–	2	
حل مراجعة الوحدة الثانية						
إجمالي عدد الحصص			13	3	10	

الوحدة الثانية

اللافقاريات والبيئة

مكونات الوحدة

الفصل الأول: الإسفنجيات واللاسعات

1–1: مقدمة في المملكة الحيوانية

1–2: الإسفنجيات

1–3: اللاسعات

الفصل الثاني: الديدان والرخويات

2–1: الديدان

2–2: الرخويات

الفصل الثالث: مفصليات الأرجل وشوكيات الجلد

3–1: مفصليات الأرجل

3–2: شوكيات الجلد

مقدمة

ناقش الطلاب في محتوى صورة مقدمة الوحدة التي تمثل أحد الحيوانات اللافقارية. فسر أن السر في قوة الخنفساء يكمن في تراكيبها المتخصصة. اسأل: ما مقدار الكيلوجرامات التي يمكنك أن تحملها إذا ما كنت تتمتع بنفس قوة الخنفساء المقرنة العملاقة؟ **(قد تختلف الاجابات وفقًا لوزن كل منهم.)** ناقش معهم الأنواع المختلفة من الحيوانات التي قد يراها الطلاب في النظام البيئي المحيط بهم. استعرض مع الطلاب عناوين فصول الوحدة وحفزهم على طرح الأسئلة المتعلقة بالمفاهيم العلمية للوحدة.

معالم الوحدة

استعرض مع الطلاب الأنشطة الصفّية التي سيقومون بها خلال دراستهم لهذه الوحدة. ناقش معهم مدى ارتباط المحتوى العلمي للوحدة بالحياة اليومية، لا سيّما في ما يتعلّق بتقدّم التجارب العلمية والاختراعات والتكنولوجيا التي سمحت للإنسان باكتشاف ما كان مخفيًّا من أسرار الحياة.

اكتشف بنفسك

اكتشف بعض الوظائف الحيوية لدى الديدان المفلطحة

قبل أن يبدأ الطلّاب بدراسة هذه الوحدة، دعهم يجرون النشاط في مجموعات صغيرة. ثمّ دعهم يتبادلون ملاحظتهم عن تركيب الديدان وحركتها.

وضِّح للطلّاب أنّ البلاناريا هي ديدان مفلطحة مائية تعيش في البرك وفي المياه العذبة.

يجب أن يلاحظ الطلّاب وظيفتين حيويتين هما الحركة والاستجابة للضوء وذلك بالهروب منه، وأنّ هذه ديدان هي ذات تماثل ثنائي الجانب، وهي كائنات تحبّ العيش في الأماكن المظلمة.

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. لاحظ 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 وراقب حركة البلاناريا مجدّدًا.

- **تكوين المفاهيم:** حدّد 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 الثالث
- 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.

الأهداف المرجو اكتسابها بعد دراسة الوحدة الثالثة

1– يحدّد المصطلحات التالية:

الاخصاب الخارجي، الاخصاب الداخلي، الأشواك، الأنابيب القصبية، أنيبيبات ملبيجي، البرنس، بقعة عينية، بلح البحر، البلعوم، البوليب، التجويف الوعائي المعدي، الترئيس، التماثل الشعاعي، تماثل ثنائي الجانب، الثغور التنفّسية، الجهاز الدوري المغلق، الجهاز الدوري المفتوح، الجهاز الوعائي المائي، الخلايا البدائية، الخلايا اللاسعة، الخلايا اللهبية، الخلايا الوطوّقة، الخيشوم، ديدان الأسكارس، ديدان التريماتودا، الديدان الحلقية، الديدان الحلقية الطفيلية، الديدان الخطافية، الديدان الخيطية، الديدان الشريطية، ديدان الفلاريا، الديدان المفلطحة الطفيلية، الرئات الكتابية، الزوائد الجسمية، السرج، السفن، السيلوم الكاذب، الشبكة العصبية، الشرج، الشوكية، الصدفة، العقد العصبية، الفقاريات، القدم الأنبوبية، القدم العضلية، الكتلة الحشوية، الكيتين، اللاسيلومي، اللافقاريات، المزراق، المصفارة، الميدوزا، نجم البحر، نفريدات، الهلام المتوسط (الميزوجليا)، الهيكل الخارجي، الهيكل الهيدروستاتيكي، اليرقة

2– يتعرف المفاهيم العلمية التالية:

الأهداف المعرفية

- الخصائص التي تميّز اللافقاريات
- تنوّع اللافقاريات وخصائص كلّ شعبة منها
- تطوّر الحيوانات اللافقارية من حيث الشكل
- الوظائف الحيوية الأساسية في الحيوانات اللافقارية
- بيئة الحيوانات اللافقارية
- دور الحيوانات اللافقارية في البيئة
- دور الحيوانات اللافقارية في استخدامات الإنسان

الأهداف المهارية

- مهارة تفسير تطوّر اللافقاريات من حيث الشكل
- مهارة الملاحظة الدقيقة وتسجيل البيانات وتنظيمها
- مهارة استنتاج العلاقات من البيانات
- مهارة مقارنة الوظائف الحيوية في اللافقاريات

الأهداف الوجدانية

- ترسيخ الإيمان بوجدانية الله من خلال تعرّف الأنواع المختلفة للحيوانات
- تقدير جهود العلماء في تصنيف الأحياء والتعرّف عليها
- اكتساب ميل إيجابي نحو تبني الأسلوب العلمي في حلّ المشكلات
- الإيمان بأن الحقائق العلمية ذات طبيعة ديناميكية تتميّز بالقابلية للتغيّر والتبدّل والتعديل
- تقدير أهمّية النظافة الشخصية والعامّة في الوقاية من الأمراض
- الإيمان بعدم التشبث بالرأي ونبذ التعصب والتطرف

الفصل الأول

الإسفنجيات واللاسعات

دروس الفصل

1–1: مقدمة في المملكة الحيوانية

1–2: الإسفنجيات

1–3: اللاسعات

مقدمة الفصل

مهّد لدراسة الفصل عبر توجيه الطلاب للتعرّف إلى صورة افتتاحية الفصل واسألهم عن الشعاب المرجانية. دعهم يصفونها كما يرونها من خلال الصورة. قد يتساءل الطلاب في بعض الأحيان أن تلك الشعاب ليست من الحيوانات وأنها تشبه الصخور الموجودة في قعر البحر. ناقش الطلاب بمدى معرفتهم للشعاب المرجانية وكيفية تكوينها وأماكن انتشارها.

دروس الفصل
الدرس الأوّل
• مقدمة في المملكة الحيوانية
الدرس الثاني
• الإسفنجيات
الدرس الثالث
• اللاسعات

ما الذي يقتل الشعاب المرجانية؟ يسبّب 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 المحدق 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.

الأهداف:

- يذكر الخصائص التي تشترك فيها جميع الحيوانات .
- يصف الوظائف الأساسية التي تقوم بها الحيوانات .
- يحدد التكيفات المهمة في تطور الحيوانات .

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور لبعض الحيوانات البحرية والبرّية ، وأخرى توضح التطوّر المبكر للأجنّة الحيوانية والفرق بين أوليات وثانويات الفم

صفحات التلميذ: من ص 14 إلى ص 20

صفحات الأنشطة: ص 15

عدد الحصص: 1

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 1) واقرأ التعليق المصاحب لها .

وضح للطلاب أهمية البيئة الطبيعية أو الإصطناعية التي تسمح للحيوانات البرّية والبحرية في العيش والتكاثر بدءًا من أعلى قمم الجبال إلى أكثر الأماكن عمقًا في البحار والمحيطات . إسأل الطلاب: أي النظم البيئية تعد أكثر ثراءً بالحيوانات؟

(قد تختلف الإجابات: كثير من النظم البيئية التي تتوفر فيها شروط اللعيش والتكاثر مثل الحيود البحرية أو الحواجز الطبيعية أو الإصطناعية .)

2.1 إختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

ذكر الطلاب أن نظام التصنيف الذي سبق لهم دراسته يتضمن خمس ممالك . اطلب من أحد الطلاب أن يذكر هذه الممالك . **(البدائيات ، الطلائعيات ، الفطريات ، النباتات ، الحيوانات)** اسأل الطلاب:

- ما الخصائص التي تميز الحيوانات عن كائنات الممالك الأخرى؟ **(الحيوانات كائنات عديدة الخلايا ، حقيقية النواة ، يغيب عن خلاياها الجدار الخلوي ، غير ذاتية التغذية ولديها المقدرة على الحركة .)**
- هل يوجد أي حيوانات لاتتحرك أثناء حياتها؟ **(قد يعرف بعض الطلاب أن الإسفنجيات على سبيل المثال ، عبارة عن حيوانات ثابتة لا تتحرك .)**

دع الطلاب يفكّرون في الوظائف الحيوية التي يجب أن تقوم بها الحيوانات للبقاء على قيد الحياة .

الدرس 1-1
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 ذاتيّة التغذية Heterotrophs ، أي أنّها تحصل على الموادّ الغذائية والطاقة عن طريق التغذية على المركّبات العضوية للكائنات الأخرى .

14

2. علّم وطبّق

1.2 خصائص الحيوان

نشاط توضيحي

اعرض صورًا أو لوحات لطلائعيات، نباتات وحيوانات مختلفة. اطلب من الطلاب تحديد كل كائن على أنه طلائعي، نبات أو حيوان. ناقش الخصائص التي صُنِّفت على أساسها الكائنات.

أشر إلى أن الحيوانات تتنوع بصورة كبيرة، فهي كائنات تتواجد في جميع المواطن تقريبًا، بالرغم من أن معظم الشعب الحيوانية تقطن بحار الأرض. يوجد حوالى 35 شعبة حيوانية، تشمل أكثر من 1,5 مليون نوعًا معروفًا. على الرغم من أن النباتات تفوق الحيوانات بعددها لكنّها لا تفوقها بعدد الأنواع. ويعود سبب ذلك إلى كيفية عيش النباتات والحيوانات. فالنباتات على وجه العموم ليست متحركة، وهي تحصل على الطاقة التي تلزمها للقيام بأداء الوظائف الخلوية من خلال عملية البناء الضوئي. أما الحيوانات فتحصل على الطاقة عن طريق التهام الكائنات الأخرى، وهي عمومًا تتجول وتستهلك الطاقة للحصول على الطعام الذي تحتاجه، كي تعيش.

2.2 الوظائف الحيوية عند الحيوانات.

نشاط توضيحي

دع الطلاب يعملون في مجموعات لإعداد لوحة تحدد التكيفات التي تستخدمها الحيوانات المختلفة في أداء كل من الوظائف الحيوية السبع. شجع أعضاء المجموعات لتزويد لوحاتهم بأمثلة توضيحية والتشاور مع زملائهم بالفصل.

فسر للطلاب أهمية كل من الوظائف السبع التي يقوم بها الحيوان والتي تساعده على البقاء حيًا في بيئته. فالتغذية مهما تعددت طرقها فالهدف الرئيسي منها هو الحصول على المغذيات الضرورية لبقاء خلايا الجسم حية لتقوم ببناء المواد وتجديد الجزيئات فيها واكساب الجسم الطاقة اللازمة للقيام بالوظائف الأخرى. كما أن التنفّس في الماء أم على اليابسة يساعد الحيوان في الحصول على الأكسجين الضروري للعمليات الخلوية والتخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن تلك العمليات. أما الدوران فمهمته إيصال المغذيات والأكسجين للخلايا ومساعدتها على التخلص من الفضلات بواسطة الأجهزة الإخراجية مختلفة الأنواع والأحجام تبعًا لتركيب جسم الحيوانات.

فسر أن الاستجابة هي الوظيفة التي تسمح للحيوان باستكشاف محيطه والتأقلم فيه، وأن الحركة على الرغم من عدم وجودها عند بعض الحيوانات، فهي تساعد الحيوان في البحث عن غذائه وشريكه للتزاوج. أما التكاثر فهو ضروري لبقاء كائنات النوع الواحد من جيل إلى جيل حيث يتم توارث الصفات من الأهل إلى النسل.

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 فقريًا**. 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 فقريًا**.

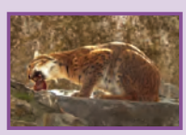
(شكل 2)
تتضمّن المملكة الحيوانية تنوّعًا لا يُصدّق من حيث الأشكال وطرق المعيشة. فعلى الرغم من اختلاف السحلية والنطّاط في المظهر، إلّا أن كليهما غير ذاتي التغذية، وحقيقي النواة وتغيب عن خلاياهما الجدر الخلوية.

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

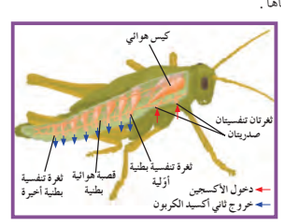
طوّرت الحيوانات طرقًا عديدة ومتنوّعة للتغذية. فآكلات الأعشاب Herbivores هي الحيوانات التي تأكل النباتات، بما فيها الجذور، والسيقان، والأوراق، والأزهار، والثمار. أمّا آكلات اللحوم Carnivores فتتغذّى على الحيوانات الأخرى. والمتغذّيات بالترشيح Filter Feeders عبارة عن حيوانات مائيّة تُصفّي النباتات والحيوانات 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 وتُخرج 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.



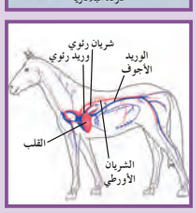
التنفّس
للجنادب جهاز تنفسي يسمح لها بتبادل الغازات (CO_2 و O_2) وذلك من خلال ثغرات تنفسية، إثنان صدرية لإدخال الأكسجين وثمانية بطنية لإخراج ثاني أكسيد الكربون.

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 إخراجيًا 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 دوريًا بل تحصل على الموادّ الغذائية والأكسجين من عملية الانتشار، على عكس الحصان الذي يملك جهازًا دوريًا أكثر تعقيدًا وتمايزًا.

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

3.2 اتجاهات في تطور الحيوانات

فسر للطلاب أن شجرة التاريخ التطوّري توضح العلاقات التطورية لمجموعات الكائنات . تتفرع هذه الشجرة بالموضع الذي يمكن أن تفرق عنده الصفة الوراثية أو الخاصية بين الشعب المختلفة .

اسأل الطلاب:

* أي مجموعة من الحيوانات أكثر قرابة للديدان الحلقية: الديدان المفلطحة أم مفصليات الأرجل؟ **(مفصليات الأرجل)**

أ– التخصّص الخلوي ومستويات التعضي

أشر إلى أن الشكل الخارجي قد يختلف من حيوان لأخر بدءًا من الحيوانات الأبسط تركيبًا وصولًا إلى الأكثر تعقيدًا ، لكن جميعها تحوي خلايا متخصصة للقيام بالوظاف الحيوية الأساسية .

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "تعرف أمثلة من التماثل" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 15 . هذا النشاط سيساعد الطلاب في استنتاج تأثير التماثل في جسم الحيوان على حركته .

ب – تماثل الجسم

فسر للطلاب أن معظم الحيوانات ذات التماثل الشعاعي لها جسم مثل الاسطوانة ، ذو محور أساسي تترتب حوله أجزاء الجسم . هذا المحور الأساسي يمتد من الطرف الفمي– حيث يوجد الفم– إلى الطرف اللافمي أي الطرف المقابل للفم . وأن أي مستوى يمر خلال هذا المحور يشطر الحيوان إلى نصفين متماثلين . يُعَدّ هذا الترتيب تكيفًا للحيوان الثابت مثل المرجان أو المنجرف مثل قناديل البحر ، لأنّه يمكّن الحيوان من أن يواجه البيئة من جميع الإتجاهات بالتساوي . لدى الحيوانات المتماثلة شعاعيًا أشكال مختلفة من التماثل .

فشقائق النعمان ، على سبيل المثال لها تماثل شعاعي ثنائي ، لأن أجزاء الجسم متخصصة ومستوى واحد فقط خلال المحور المركزي سينتج نصفين متماثلين . العديد من قناديل البحر لها تماثل شعاعي رباعي ، والعديد من نجوم البحر لها تماثل شعاعي خماسي .

إجابة سؤال الشكل 5 صفحة 19 من كتاب الطالب

لدى جراد البحر مستوى تماثل واحد يقسم جسمه إلى نصفين متساويين .

اطلب الى الطلاب تنفيذ نشاط "تعرف امثلة من التماثل" والاجابة عن الاسئلة الموجودة في كتاب الانشطة صفحة 15. هذا النشاط سيساعد الطلاب في استنتاج تأثير التماثل في جسم الحيوان على حركته.

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 الخاصة 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

يتحرك طائر البلشون مستخدمًا جهازًا عضليًا مثبتًا 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

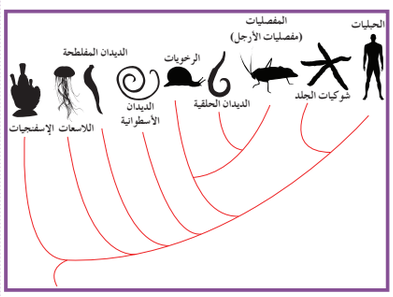
تتكاثر الحيوانات إمّا جنسيًّا أو لاجنسيًّا ، فتتكاثر الأسود جنسيًّا وتُنتج عدة أشبال قليل خلال فترة الحمل الواحدة .

(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 والحليات ، 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 .

جـ– الترئيس

أشر إلى أن الترئيس هو ظهور أغلب الأعضاء الحسية والخلايا العصبية في الرأس أو في مقدمة جسم الحيوان . وأن الترئيس يظهر عند الحيوانات الأكثر تطورًا من اللافقاريات والفقاريات . تكمن أهمية الترئيس في استكشاف الحيوان للمحيط الذي يعيش فيه بسرعة وكفاءة عالية .

إجابة سؤال الشكل 6 صفحة 19 من كتاب الطالب

تركيز الخلايا العصبية وأعضاء الحسّ في الطرف الأمامي يُمكّن من الكشف السريع للمؤثّرات ومعالجة الاستجابة . يظهر الترئيس في الحيوانات التي لها أطراف أو زعانف تتحرّك بسرعة وكفاءة .

د – تكوّن تجويف الجسم

أشِر إلى أنّ معظم الحيوانات لها تجويف داخل أجسامها يؤمّن للأعضاء الداخلية الدعامة والحماية والمكان الذي يجب أن تتواجد فيه .

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطالب يجري إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- صنع نموذج مجسم للتطور الجنيني لأوليات ولثانويات الفم .
- وضع لوحة للتطور الجنيني لأوليات ولثانويات الفم .
- وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على احد وجهيها صورة لحيوان، وعلى الوجه الآخر نوع التماثل لجسم هذا الحيوان .

اكتساب المهارات

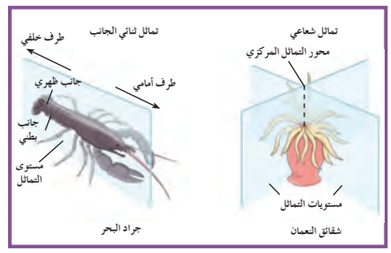
احرص على استخدام الطلاب للمهارات التالية:

- **مهارة المقارنة والمباينة** من خلال إعداد جداول توضح كيف تقوم الحيوانات المختلفة باداء الوظائف الحيوية السبعة .
- **مهارة التعبير الكتابي** من خلال البحث عن عدد من الحيوانات على شبكة الأنترنت أو من خلال مقابلة مسؤولين في حديقة الحيوانات، وكتابة تقارير عن الطرائق التي تستطيع فيها الحيوانات القيام بالوظائف الحيوية .
- **مهارة اعداد النماذج** ويتم ذلك بتنفيذ مجسمات تمثل التطور الجنيني باستخدام معجون التشكيل بعدة ألوان .

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 **شعاعيًا 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 أماميًا وخلفيًا 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 .

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–1

1. الوظائف السبع الأساسية التي تقوم بها الحيوانات هي: التغذية الضرورية التي يحصل الحيوان من خلالها على كل ما يلزمه من مغذّيات؛ التنفس حيث يتم تبادل غاز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون؛ الدوران الضروري لايصال المغذيات والأكسجين إلى الخلايا؛ الإخراج الذي يتم من خلاله طرد الفضلات إلى خارج الجسم؛ الاستجابة وهي وظيفة تسمح للحيوان بالاستجابة للمؤثرات الخارجية الموجودة في بيئته؛ الحركة وهي وظيفة مهمة تسمح للحيوان بالتنقل والبحث عن الأغذية؛ التكاثر وهي وظيفة تسمح باستمرارية الحياة وديمومتها.
2. يظهر الترئيس عادة في الحيوانات ذات التماثل ثنائي الجانب. وعادة ما يوجد طرف أمامي– الطرف الموجه للحركة– تتركز فيه معظم أعضاء الحس والنسيج العصبي.
3. في التماثل الشعاعي، أي عدد من الخطوط التخيلية يمكن أن يُرسم خلال المركز، يقسم كلّ خطّ منها الجسم إلى نصفين متساويين. في التماثل ثنائي الجانب، خطّ تخيلي واحد فقط يمكن أن يُرسم ليقسم الجسم إلى نصفين متساويين.
4. يؤدّي كل نوع من الخلايا المتخصصة مهامًا مختلفة عند الحيوان. كما يمكن للحيوانات عديدة الخلايا ذات الخلايا المتخصصة القيام بوظائف مختلفة مستخدمة لكل مهمة تلك الخلايا المتخصصة.

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 الممّ وأعضاء حسّية أخرى في مقدّمة جسم الحيوان الذي تظهر فيه صفة الترئيس، مثل هذا الرعاش. ويكون هذا الطرف من الجسم متصلًا بالبيئة، ما يسمح للحيوان بأن يستجيب بفاعلية 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؟

الأهداف:
- يوضح بنية الجسم في الإسفنجيات.
- يصف كيف تقوم الإسفنجيات بأداء الوظائف الأساسية.
- يتعرف بيئة الإسفنجيات.

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور لإسفنجيات غير متماثلة تظهر بنية أجسامها. لوحات أو شفافيات وصور تظهر الوظائف الحيوية للإسفنجيات.

صفحات التلميذ: من ص 21 إلى ص 24

عدد الحصص: 1

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام الصورة الافتتاحية للدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 7) واقرأ التعليق المصاحب لها.

اشرح أن الإسفنجيات، مثل جميع الحيوانات، عبارة عن مستعمرة عديدة الخلايا. ومن ناحية ثانية، فالإسفنجيات تختلف عن جميع الحيوانات الأخرى في أنها لا تحوي أي أنسجة متخصصة. أشر إلى أنه بالرغم من أن الأسفنج تغيب عنه الأنسجة المتخصصة، إلا أن خلاياه متخصصة للقيام بالعديد من وظائف الحياة. اسأل الطلاب ما الوظيفة الحيوية المشار إليها؟ **(التكاثر)**. أشر إلى أن مقدرة الإسفنجيات لتكوين إسفنجيات جديدة من أجزاء صغيرة عبارة عن طريقة تتكاثر بها الإسفنجيات لاجنسيًّا.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن الإسفنجيات، اسأل:

- كيف تحصل الاسفنجيات على الغذاء؟ **(عن طريق التغذية بالترشيح).**
- كيف تتكاثر الاسفنجيات؟ **(لاجنسيًّا بالتبرعم والتجدد، وجنسيًّا عن طريق تكوين الامشاج).**

2. علّم وطبّق

1.2 بنية الإسفنجيات

نشاط توضيحي

زود مجموعات من الطلاب بقطع من الإسفنجيات الطبيعية والصناعية. دعهم يقارنون القطعتين، ثم ناقش معهم الخصائص المميزة للإسفنجيات. أشر إلى أن الاسفجيات الصناعية عادة ما تصنع من مادة السليلوز أو المطاط، أما الإسفنجيات الطبيعية فهي عبارة عن بقايا لكائنات حية. اسأل:

- لماذا تسمى الإسفنجيات بالمساميات؟ **(لوجود الثقوب المتعددة في هيكلها)**

نشاط توضيحي

دع الطلاب يرسمون دائرة على ورقة بيضاء ويحددون كم يبلغ عدد الطرق التي يمكنهم طي الورقة في مركز الدائرة ليكونوا نصفين متماثلين: **(مرات عديدة)** . بعد ذلك، دع الطلاب يقصون شكلًا عشوائيًّا مثل شكل الاميبا . اسأل الطلاب كم مرة يمكنهم طي هذا الشكل خلال المركز لتكوين نصفين متماثلين . **(من المحتمل أن الطلاب لم يجدوا أي انصاف متماثلة)** ذكر أن الإسفنجيات والاميبا ليس لها مستوى يمكن أن يقسم جسمها إلى أنصاف متماثلة . اسأل الطلاب:

* هل يظهر الإسفنج أي تماثل؟ **(لا يظهر الإسفنج أي تماثل ، فجميع الإسفنجيات تقريبًا ليس لها تماثل .)**

علم الأحياء في حياتنا اليومية: إنّ مجرّد هيكل

أشر إلى أن الإسفنجيات الطبيعية لها هياكل مصنوعة من مادة الإسفنجين المكونة من شبكة من الألياف البروتينية . وأنه يتم إزالة الخلايا الحية التي تفرز تلك المادة وينظف الهيكل قبل بيعه .

استعن بالشكل 8 صفحة 22 . فسر انه لا يوجد عند الإسفنجيات ، على خلاف الحيوانات الأخرى، أنسجة أو أعضاء حقيقية . وأن هيكل الإسفنج مكون من خلايا بدائية تحيط بها خلايا البشرة من الجهة الخارجية ، والخلايا المطوقة من الجهة الداخلية .

صوب المفاهيم الخاطئة: قد يعتقد الطلاب أن خطة الجسم البسيطة أو البدائية أدنى أو أقل شأنًا من المثلى . أشر إلى أن الإسفنجيات وما يطلق عليه حيوانات بدائية قد ظهرت منذ مئات ملايين السنين وقد استمر بقاؤها حتى اليوم على الرغم من التغيرات البيئية وماصاحبها من كوارث طبيعية كالطوفانات والزلازل . اسأل الطلاب:

* ماذا يخبر طول عمر الإسفنج عن خطته الجسمية فيما يخص التكيف في بيئته؟ **(طول عمر الإسفنج دليل على أنه متكيف بدرجة كبيرة مع بيئته)**

تاريخ العلم: نبات أم حيوان؟

صنف علماء الاغريق الإسفنج الحي كنوع من النبات نظرًا لوجوده ثابتًا في قاع البحار وعدم وجود تماثل لجسمه . وظل هذا التصنيف قائما حتى وصف علماء الطبيعيات في أواخر القرن الثامن عشر تدفق الماء خلال الإسفنجيات وصنفوه على أنه من الحيوانات . خلال القرن التاسع عشر ، اعتقد معظم علماء الطبيعيات أن الإسفنجيات تنتمي إلى المراجين والحيوانات الأخرى من اللاسعات .

أصبحت الإسفجيات شعبة قائمة بحد ذاتها في القرن العشرين ودعيت بشعبة المسميات وتتضمن حوالى 5000 نوع معروف مقسمة في ثلاث طوائف .

وتضم القليل من الخلايا المتخصصة .

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 جدًا . 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 جدار 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 نوع صلب (ب) وآخر لين (جـ) . فهي تنمو في أشكال غير منتظمة ، وتعيش مثبتة 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 .

2.2 وظائف الإسفنجيات

أ— التغذية

أكّد على أن الإسفنجيات تعتمد على حركة الماء خلال أجسامها من أجل أداء وظائفها الأساسية من تغذية من خلال ترشيح الماء، وتنفّس، ودوران وإخراج. ساعد الطلاب في فهم تلك الوظائف التي تتم خلال التركيب البسيط للإسفنجيات، وذلك بتذكيرهم بعملية الانتشار. إسأل:

* ما الانتشار؟ **(إنه العملية التي تنتشر بواسطتها الجزيئات من منطقة ذات تركيز عالٍ إلى منطقة ذات تركيز منخفض عبر حاجز غشائي، حتّى تتساوى تركيزاتها على جانبي الغشاء.)**

أشِر إلى أنّ الانتشار يحدث عبر أغشية الخلايا.

ب— التنفّس والدوران والإخراج

فسِّر أنّ تبادل الغازات التنفّسية يتم كالإخراج عن طريق الانتشار البسيط. فتبادل الغازات يتم مباشرة بين المحيط الذي تعيش فيه الإسفنجيات (الماء) والخلايا، ثمّ اسأل:

* كيف تساعد عملية الانتشار في تنفّس الإسفنج؟ **(ينتشر الأكسجين إلى الخلية عبر الغشاء الخلوي من الماء الذي يدور خلال الإسفنج، لأنّ تركيز الأكسجين في الماء أكبر منه داخل الخلية.)**

فسِّر أنّ العكس يحدث مع الفضلات في عملية الإخراج، أي أنّ الفضلات تطرد مباشرة من الخلايا إلى الماء. أشر إلى أنّ لا جهاز دوران حقيقي للإسفنجيات.

جـ — الاستجابة

أشر إلى أنّ الإسفنجيات ليس لديها أعضاء حسّية ولا خلايا عصبية تسمح لها بالاستجابة للمؤثّرات الخارجية.

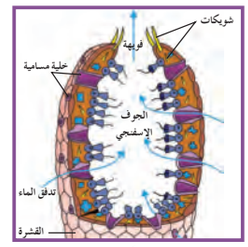
د— التكاثر

ذكّر الطلاب بطرق التكاثر اللاجنسي مثل الانشطار والتبرعم والتقطيع أو التجزيء، والتكاثر الجنسي الذي يتم عن طريق اتحاد مشيجين وحيدي المجموعة الصبغية (n) والذي يساعد في تطوير وحفظ التنوّع الوراثي في الجماعات. بينما التكاثر اللاجنسي ينتج نسلًا مشابهًا تمامًا ومتماثلًا وراثيًّا للحيوان الأصيل.

بعد أن ينتهي الطلاب من دراسة الشكل التوضيحي للتكاثر الجنسي في الإسفنج (شكل 11)، اسأل:

* هل الإسفنج الناضج أحادي المجموعة الصبغية أم ثنائي المجموعة الصبغية؟ **(ثنائي المجموعة الصبغية)**
* ما العملية الخلوية التي تنتج الخلايا المنوية والخلايا البيضية؟ **(الانقسام الميوزي)**
* كيف تصل الحيوانات المنوية إلى البيض؟ وأين يحدث الاخصاب؟ **(تُطلَق الحيوانات المنوية في الماء وتحملها التيارات المائية إلى ثقوب الإسفنجيات الأخرى. يحدث الاخصاب في جدار الإسفنج.)**
* ماذا يُسمّى الطور غير الناضج للإسفنج؟ **(يرقة)**

فسّر أنه لمّا تنتقل الحيوانات المنوية من إسفنج إلى آخر، فهي تمرّ في نفس المسار أحادي الاتجاه للماء دخولًا إلى الإسفنج وخروجًا منه.



(شكل 9)
تدفّق المياه خلال الخلايا السمسارة 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، يُنتج بعضها **الدريرات Gemmules، وهي عبارة عن مجموعات من الخلايا الأمبية 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 يُنتجها في أوقات مختلفة. في الإسفنجيّات، يُخصَّب البيض داخل جسم الإسفنج في عمليّة تُسمّى **الإخصاب الداخلي Internal Fertilization**. وتنساب الحيوانات المنويّة من حيوان الإسفنج، فتحملها التيّارات المائيّة لتدخل عبر ثقوب إسفنج آخر.

تحمل الخلايا الأمبية 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.

(شكل 10)
لاحظ البراعم العديدة التي تتكوّن على المستعمرة الأبوية. فتكون الأفراد في مثل هذه المستعمرة متماثلة وراثيًا لأنها تكوّنت عن طريق التكاثر اللاجنسي.

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. آجر 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.

3.2 بيئة الإسفنجيات

أشر إلى أنّ الإسفنجيات هي حيوانات ثابتة، وأنّ معظمها يثبّت نفسه بالصخور التي تمتدّ بدءًا من الشواطئ ذات المياه الضحلة إلى الأعماق الكبيرة في قاع البحار والمحيطات. أنواع أخرى من الإسفنجيات تعيش وسط الرمال. في كثير من الأحيان، قد تنمو الإسفنجيات بين الصخور على الشعاب المرجانية حيث تفرز مادّة كيميائية تمكّنها من التوغّل داخل أجسام الشعاب المرجانية. ما يشكّل خطرًا على تلك الشعاب فتصبح عرضة للتحطّم والتكسير.

معلومات إثرائية

في الواقع، يتلوّن الكثير من الإسفنجيات باللون الأخضر بسبب وجود هذه الكائنات التي تعيش في أنسجتها، والتي تقوم بالبناء الضوئي Photosynthesis. تُوفّر هذه الكائنات الطعام والأكسجين للإسفنج، بينما هو يُوفّر لها مكانًا آمنًا للنموّ والتكاثر. وبسبب هذه العلاقة، تُؤدّي الإسفنجيات التي تحتوي على كائنات تقوم بعملية البناء الضوئي دورًا مهمًّا في البيئة وفي الإنتاجية الأوّلية للشعاب المرجانية.

عادة ما تعيش الإسفنجيات مثبّتة في قعر البحر، حيث تكون في معظم الأحيان على بُعْد عدّة أمتار من سطح الماء، ولا تستقبل سوى مستويات منخفضة من ضوء الشمس المرشّح. وقد توصّل العلماء مؤخّرًا إلى أدلّة تُوضّح لغز كيفية حصول الكائنات الموجودة داخل الإسفنج على ضوء كافٍ للقيام بعملية البناء الضوئي.

فالشويكات الموجودة في بعض الإسفنجيات تُشبه قرون الاستشعار المتقاطعة. وهي، تمامًا كالعدسة أو العدسة المكبّرة، تُركّز ضوء الشمس الساقط عليها وتوجّهه إلى الخلايا الموجودة أسفل سطح الإسفنج، حيث تقوم الكائنات المتعايشة بعملية البناء الضوئي. وقد سمح هذا التكيّف للإسفنج أن يظلّ على قيد الحياة في بيئات متعدّدة ومختلفة.

إجابة سؤال الشكل 12 صفحة 24 من كتاب الطالب

يحمي الإسفنج الربيان إذ يوفّر له مكانًا للاختباء من الكائنات المفترسة.

البيئة والمجتمع

تجارة الإسفنج

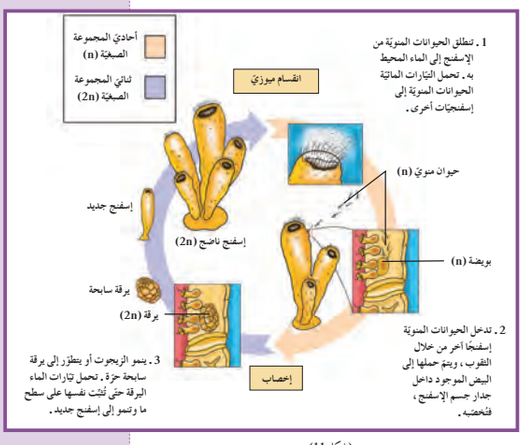
شجّع الطلاب على القيام بالبحث عن أنواع الإسفنج الطبيعي إذا كان متواجدًا في محلّات البيع، وعبر شبكات الإنترنت في حال عدم توافره.

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- وضع لوحة تظهر التكاثر عند الإسفنجيات.
- كتابة فقرة عن الوظائف الحيوية عند الإسفنجيات.



(شكل 11)
تتكاثر معظم الإسفنجيّات جنسيًا، يحدث عدد الكثير منها إخصاب داخلي.
تفسير الأشكال: هل الإسفنج الناضج أحاديّ أم ثنائي المجموعة الصبغية؟

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 توفّر الإسفنجيات المأوى للكائنات الأخرى. لاحظ كيف يُوفّر الإسفنج مأوًى لهذا الربيان الصغير الذي يتحرك 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 تعدُّ علاقات المعايشة مهمة للإسفنجيات؟

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **مهارة التواصل** من خلال الطلب إلى الطلاب كتابة فقرة تظهر بنية جسم الإسفنجيات ووظائفها والربط بينها.
- **مهارة الاستنتاج** من خلال الطلب إلى الطلاب تفسير كيفية انتقال الغذاء والأكسجين من الماء إلى خلايا الإسفنج واستنتاج طريقة التنفس عندها.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–2

1. يتكون الهيكل في العديد في الإسفنجيات من شويكات. الإسفنجيات اللينة لها هيكل يتكون من الياف الاسفنجين المرنة.
2. حركة الماء خلال الإسفنج تنقل الموادّ المطلوبة، مثل الغذاء والأكسجين وتنقل العضلات بعيدًا. الماء ينقل أيضًا الحيوانات المنوية إلى البيض.
3. تساعد الطحالب والطلائعيات النباتية والبكتيريا التي تعيش بين الإسفنجيات على توفير الغذاء والأكسجين لها، بينما يوفر الإسفنج مكانًا آمنًا لتلك الحيوانات.

الأهداف:
- يصف خطتي تركيب الجسم الموجودتين في دورة حياة الحيوانات اللاسعة .
- يصف كيف تقوم اللاسعات بتأدية الوظائف الأساسية .
- يتعرف بيئة الحيوانات اللاسعة .

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور للاسعات تظهر بنية أجسامها .
لوحات أو شفافيات وصور تظهر الوظائف الحيوية للاسعات .

صفحات التلميذ: من ص 25 إلى ص 29

صفحات الأنشطة: من ص 16 إلى 19

عدد الحصص: 1

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 13) واقرأ التعليق المصاحب لها .

- أشر إلى أن لوامس قنديل البحر بها خلايا يمكنها أن تسبب لسعًا مؤلمًا وأحيانًا ما يكون سامًا . اسأل: لماذا يستخدم مصطلح «ميدوزا» لوصف الطور الناضج لقنديل البحر؟ **(لأن لوامسه تشبه شعر الميدوزا المكون من الأفاعي).**

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن اللاسعات ، اسأل:

- ما الخصائص الثلاث المميزة للاسعات؟ **(التماثل الشعاعي ، الخلايا اللاسعة ، التجويف المركزي الأجوف).**
- كيف تتشابه اللاسعات مع الاسفنجيات؟ **(كلاهما حيوانات بحرية).**

2. علّم وطبّق

1.2 بنية اللاسعات

نشاط توضيحي

دع الطلاب يبحثون عن أشياء بأرجاء المدرسة لتكون أمثلة عن التماثل الشعاعي ، واطلب منهم وضع لائحة بتلك الأشياء مثل أصيص الزهور ، طبق بتري ، عجلة دراجة ، علبة قمامة ، وأمثلة أخرى عن عدم التماثل مثل كومة من الملابس ...

عند دراسة الطلاب لخطة تركيب جسم الحيوان اللاسع ، أشر إلى أن هذا الحيوان له طبقتان نسيجيتان فقط ، هما البشرة والأدمة المعدية .

اسأل الطلاب:

- ما الذي يقع بين هاتين الطبقتين النسيجيتين؟ **(الهلام المتوسط الذي يتنوع من طبقة غير خلوية رقيقة إلى مادة هلامية كثيفة .)**

الدرس 1-3
اللاسعات
Cnidarians

الأهداف العامة
- يصف بنيتي تركيب الجسم الموجودتين في دورة حياة الحيوانات اللاسعة .
- يصف كيف تقوم اللاسعات بتأدية الوظائف الحيوية الأساسية .
- 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 ، ولبّية 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 شعاعيًا يرتكز على وجود الفم في وسط جسمها محاطًا بزوائد وإمتدادات له تُسمّى اللوامس .

25

* في أي طور يكون الهلام المتوسط أكثر وضوحًا؟ **(الميدوزا)**

أكد على أن الهلام المتوسط ليس طبقة نسيجية تتكون من خلايا.

اسأل:

* ما التراكيب المشتركة بين هذين الطورين من الحيوانات اللاسعة؟ **(الفم، اللوامس، الطبقة الهلامية، البشرة، التجويف الوعائي المعدي، والأدمة المعدية)**

دع الطلاب يقارنون ويباينون خطة جسم الإسفنجيات واللاسعات وتراكيب كل منهما.

تاريخ العلم: لاسعات أو معائيات الجوف؟

كانت اللاسعات تصنف من قبل تحت اسم معائيات الجوف. وهو اسم يعني الأجسام الجوفاء، وذلك نظرًا لوجود تجويف الجسم الكيسي الشكل. ولأن هذا الكيس هو ميزة أيضًا للإسفنجيات، فقد تغير اسم الشعبة إلى اللاسعات، والذي يعكس وجود الخلايا اللاسعة في الكائنات التابعة لهذه المجموعة.

2.2 وظائف اللاسعات

أ– التغذية

وضّح للطلاب أنّ في الهضم داخل الخلايا تقوم الخلايا بامتصاص الفتات الصغيرة من الغذاء إلى داخلها، ثمّ تفرز عليه الأنزيمات والعصارات اللازمة لهضمه داخلها. أمّا في الهضم خارج الخلايا للجسم، فإنّ فتات الطعام تبقى خارج الخلايا في التجويف الهضمي للجسم، ثمّ تقوم خلايا معيّنة بفرز الأنزيمات والعصارات اللازمة لهضم ذلك الطعام داخل التجويف الهضمي حيث يتم هضم الطعام.

اسأل:

* كيف يبتلع الحيوان اللاسع الطعام ويطرد الفضلات؟ **(خلال فتحة واحدة)**

ب– التنفّس والدوران والإخراج

أشر إلى أنّ التنفّس والدوران والإخراج في اللاسعات تتشابه إلى حدّ كبير مع الوظائف نفسها في الإسفنجيات.

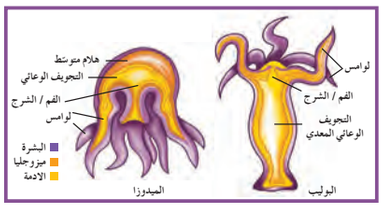
جـ – الاستجابة

أشر إلى أنّ الجهاز العصبي في اللاسعات لا يتعدّى كونه مجموعة من الخلايا الحسية المنتشرة في الجسم والتي تتصل بعضها ببعض بشبكة عصبية.

إجابة سؤال الشكل15 صفحة 27 من كتاب الطالب

الشبكة العصبية أكثر اتّساعًا في اللاسعات المتحرّكة، والخلايا العصبية متواجدة بصورة أكبر في محيط حافّة الجرس.

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 الوعائي المعديّ Gastrovascular Cavity، وهو عبارة عن حجرة هضميّة ذات فتحة واحدة. يدخل الطعام وتُطرد 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 جزئيًا 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 اللاسعات 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 موزّعةً بانتظام خلال جميع أنحاء الجسم، على الرغم من أنّها في بعض الأنواع تكون مركّزةً حول الفم أو في حلقات حول الجسم. وتضمّ الحيوانات اللاسعة 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 اللاسعة المختلفة بطرق متنوّعة. فبعض اللاسعات، مثل شقائق النعمان، لها **هيكل هيدروستاتيكي Hydrostatic Skeleton.** يتكوّن هذا الهيكل من طبقة من العضلات الدائريّة وأخرى من العضلات الطوليّة، تعملان مع الماء الموجود في التجويف الوعائيّ المعديّ لتمكين الحيوان اللاسع من الحركة. فعلى سبيل المثال، تنقلّص 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 اللاسعات جنسيًا ولا جنسيًا. فيُمكن أن تتكاثر البوليبات لا جنسيًا عن طريق التبرعم، ويكون الحيوان الجديد متماثلًا وراثيًا مع الحيوان الأب. ويبدأ أحد أنواع التبرعم بظهور انتفاخ على جانب البوليب، ثمّ ينمو هذا الانتفاخ إلى البوليب الجديد. وفي نوع آخر من التبرعم، تُنتج البوليبات ميدوزات دقيقة تنفصل عن البوليب الأب لتكوّن أفرادًا جديدةً.

قبل الاستجابة

بعد الاستجابة

(شكل 15)
يستجيب الكثير من الحيوانات اللاسعة عند اللمس بسحب لوامسها إلى داخل أجسامها. هذه الاستجابة، كما يتضح في الصورة أعلاه في المرجان الكأسي، تنتج عن طريق الخلايا العصبيّة الموجودة في اللوامس.
كيف تختلف الشبكة العصبيّة في اللاسعات 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، فتحرّكا قنديل البحر في الاتّجاه المعاكس.
هل خطّة تركيب الجسم لهذا القنديل البحريّ ميدوزا أم بوليب؟

د– الحركة

أشر إلى أنّ بعض اللاسعات يعتمد على طبقتين مكوّنتين من العضلات الدائرية والطولية في الحركة، يساعدها في ذلك وجود الماء في التجويف الوعائي.

إجابة سؤال الشكل 16 صفحة 27 من كتاب الطالب

الميدوزا

هـ – التكاثر

بعد أن ينتهي الطلاب من دراسة الشكل التوضيحي للتكاثر الجنسي في قنديل البحر (شكل 17)، اسأل:

* هل بوليب قنديل البحر أحادي المجموعة الصبغية أم ثنائي المجموعة الصبغية؟ **(ثنائي المجموعة الصبغية)**
* كيف يتم انتاج البوليبات؟ **(تطلق الميدوزات المذكّرة الحيوانات المنوية في الماء، وتطلق الميدوزات المؤنّثة البيض في الماء حيث يحدث الاخصاب. ينمو الزيجوت الناتج إلى يرقة مهدبة تتحوّل إلى بوليب في وقت لاحق.)**
* ما شكل قنديل البحر الذي ينتج الأمشاج؟ **(الميدوزا)**
* كيف يختلف الطور اليرقي لقنديل البحر عن البوليب؟ **(اليرقة عبارة عن كائن حرّ السباحة، أصغر من البوليب الذي يكون ثابتًا.)**
* ما طور دورة حياة قنديل البحر الذي يقوم بالتكاثر اللاجنسي؟ **(يتبرعم البوليب ليكوّن الميدوزات حرّة السباحة.)**

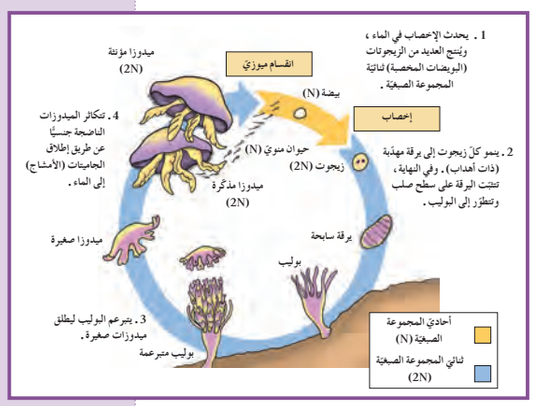
اطلب إلى الطلاب مقارنة دورة حياة قنديل البحر ومباينتها مع دورة حياة الإسفنج.

إجابة سؤال الشكل 17 صفحة 28 من كتاب الطالب

الأمشاج: الحيوانات المنوية لدى الميدوزا المذكّرة والبويضات لدى الميدوزا المؤنّثة

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "ملاحظة الهيدرا" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 16 و17. يسمح هذا النشاط للطلاب بدراسة التركيب الخارجي للهيدرا ودراسة سلوكها الغذائي.

لدى معظم اللاسِعات، يحدث التكاثر من خلال الإخصاب الخارجيّ في الماء. ويحدثُ **الإخصاب الخارجي 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 جنسيًا من خلال إنتاج البيض والحيوانات المنوية. وطبقًا للنوع، قد يكون التكاثر داخليًا أو خارجيًا. في الأوريليا الموضّحة في الشكل، يحدث الإخصاب خارجيًا بعد انطلاق البيض والحيوانات المنوية إلى الماء. ما هي الخلايا المتكوّنة خلال عملية الانقسام الميوزي؟

3. بيئة اللاسعات Environment of Cnidarians

يرتبط التوزيع العالمي **للمرجان 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 لأنها 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).

3.2 بيئة اللاسعات

أشر إلى أن المرجان هو حيوان لاسع، وأن الشعاب المرجانية هي «الغابات الممطرة» للمحيطات، حيث التنوع والوفرة لكل صور الحياة. تعتبر الشعاب المرجانية مأوى للعديد من الكائنات مثل الأسماك ونجوم البحر وشقائق البحر، وإذا ما تلاشت أو خربت تلك الشعاب، فستغير الكثير من المعالم البيئية. إن الاستغلال أو التوظيف الجائر للموارد البحرية يشتمل على جميع الأفعال من الصيد الجائر إلى الممارسات أو الأفعال المدمرة بصورة كبيرة للبيئة البحرية ولكل ما تحويه من كائنات. ولا تقتصر أسباب الضرر على ذلك بل تتعداه إلى التلوث البيئي للكرة الأرضية كلها. فممّ لا شكّ فيه أن الاحتباس الحراري يؤثر في تلاشي المراجين، إذ أن الحرارة العالية تسبب ابيضاض المراجين، فكلما ارتفعت درجة حرارة ماء البحر، فإن الطحالب المتعايشة مع المرجان تنتج أكسجينًا أكثر. فتبدأ المراجين في المعاناة من التسمم الأكسجيني، ولذا تطرد الطحالب. وبفقدان الطحالب، فإن المراجين تفقد مصدرها الأساسي من الطاقة.

إجابة سؤال الشكل 18 صفحة 29 في كتاب الطالب

يتضح في الحليمات المرجانية المفردة التماثل الشعاعي.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "أفعال تنذر بانقراض المرجان" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 18 و19. يساعد هذا النشاط الطلاب على استنتاج بعض الأسباب البيئية التي من الممكن أن تؤدّي إلى انقراض وتلاشي الشعاب المرجانية.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

الاستفادة من الإسفنجيات وقناديل البحر

حفّز الطلاب على تقدير دور العلماء في دراسة الحيوانات، لما له من أهمّية في الاكتشافات الحديثة، لا سيّما في اكتشاف المركّبات الكيميائية المستخرجة من تلك الحيوانات، واستخدامها في تصنيع الأدوية والمضادات الحيوية وتطويرها.

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- وضع لوحة تظهر التكاثر عند قنديل البحر.
- كتابة فقرة تظهر أهمية الشعاب المرجانية في البيئة.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **مهارة المقارنة والمباينة** من خلال الطلب إلى الطلاب كتابة فقرة يقارنون ويباينون الإسفنجيات وقناديل البحر من حيث الشكل وكيفية أدائها الوظائف الحيوية الأساسية.
- **مهارة اعداد النماذج** من خلال أعداد نموذج عن قنديل البحر باستخدام أكياس النايلون وشرائط تمثل اللوامس.

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.

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؟

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

29

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–3

1. الطبقة الخارجية أو البشرة والطبقة الداخلية أو الادمة.
2. يحدث الهضم خارج الخلايا في التجويف الوعائي المعدي. تمتص خلايا طبقة الأدمة المعدية المواد المهضومة جزئيًا، ويكتمل الهضم داخل الخلايا.
3. جميع اللاسعات لينة الاجسام، لاحمة ولها لوامس لاسعة مرتبة في حلقات حول الفم.
4. البوليب جالس، لذا فإنه لا يتحرك ولا يتجول. الميدوزا متحركة، لذا يلزمها جهاز عصبي اكثر تعقيدًا، لكشف المؤثرات في البيئات المختلفة.

الفصل الثاني

الديدان والرخويات

دروس الفصل

2–1: الديدان

2–2: الرخويات

مقدمة الفصل

مهّد لدراسة الفصل عبر توجيه الطلاب للتعرّف إلى صورة افتتاحية الفصل واسألهم عن الكائنات التي تكيفت للعيش في أماكن مثل تلك التي تظهر في الصورة. أشر إلى تنوع الديدان التي يمكنها العيش في المياه المالحة والعذبة وعلى اليابسة.

دروس الفصل
الدرس الأوّل
• الديدان
الدرس الثاني
• الرخويات

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.

الأهداف:

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

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور لبعض أنواع الديدان في بيئاتها المختلفة.

صفحات التلميذ: من ص 31 إلى ص 41

صفحات الأنشطة: من ص 20 إلى 21

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 19) واقرأ التعليق المصاحب لها. اسأل:

- ما نوع الديدان الموضحة في الشكل؟ **(ديدان خيطية أو اسطوانية مثل ديدان الشعرية المسببة لداء الترخينة أو الشعرينات (بأعلى) والديدان الخطافية المكبرة (بأسفل).)**
- لماذا دعيت الطفيليات؟ **(لأن بعض أنواع الديدان الخيطية تعيش داخل عوائلها حيث تعتمد كليًّا عليها للحصول على غذائها.)**
- هل جميع أنواع الديدان الخيطية طفيليات؟ **(كلّا، فالعديد من الديدان الخيطية حرة المعيشة، وهي آكلات لحوم تستخدم أجزاء فم قابضة وأشواك لاصطياد الحيوانات الصغيرة وأكلها.)**

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم المعلومات السابقة للطلاب، اسأل:

- ما الأنواع الثلاثة للديدان؟ **(المفلطحة، الخيطية، الحلقية)**
- أين تعيش هذه الأنواع المختلفة من الديدان؟ **(في أماكن مختلفة؛ البعض منها حر المعيشة، والبعض الآخر متطفل ويحتاج إلى عائل ليتغذى ويتكاثر.)**
- هل يؤثر تطفل أحد الأنواع على الإنسان؟ **(قد يؤدي تطفل بعض الديدان إلى الكثير من الأمراض وحتى الموت أحيانًا.)**

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.

2. علّم وطبّق

1.2 بنية الديدان

نشاط توضيحي

اطلب من الطلاب اعداد قائمة بأمثلة للتماثل ثنائي الجانب التي توجد في حجرة الدراسة. فسر لهم أن الطبقات النسيجية أو الجرثومية الثلاث التي تتطور في جنين الحيوان هي: الأندودرم وهي الطبقة الداخلية، الميزودرم الوسطى، والاكتودرم الخارجية. بعد ذلك، وجه انتباه الطلاب إلى المقطع العرضي بجسم الدودة المفلطحة (شكل 20)، والدودة الخيطية (شكل 23)، والدودة الحلقية (شكل 26). اسأل الطلاب:

* في أي نوع من أنواع الديدان الثلاثة لا يوجد فراغ بين الطبقات الثلاث؟ **(لا يوجد فراغ بين الطبقات في جسم الديدان المفلطحة.)**
* ما السيلوم؟ **(السيلوم عبارة عن تجويف الجسم المملؤ بسائل والمبطن بالميزودرم.)**

أكد أن الديدان المفلطحة ليس لها تجويف جسمي مملؤ بسائل ومبطن بالميزودرم. اسأل:

* ماذا يسمى الحيوان الذي يغيب عن جسمه السيلوم؟ **(لاسيلومي)**
* أي أنواع الديدان تظهر وجود سيلومًا؟ **(الديدان الحلقية)**
* ما الذي يظهره مقطع الدودة الخيطية؟ **(وجود سيلوم مبطن جزئيًا بنسيج الميزودرم)**

أكد على الطلاب أن هذا النوع من السيلوم يسمى السيلوم الزائف أو الكاذب. اسأل:

* ما الفرق بين الديدان الخيطية واللاسعات؟ **(بدأ يظهر الترئيس عند الديدان الخيطية، كما أن لها أنسجة وأجهزة داخلية، وثلاث طبقات جرثومية لانجدها عند اللاسعات الجنينية، بالإضافة إلى تماثل ثنائي جانبي بينما التماثل في اللاسعات شعاعي.)**

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "ملاحظة ديدان الأرض" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 20 و21. يساعد هذا النشاط الطلاب على ملاحظة التراكيب الخارجية لديدان الأرض واستجابتها للضوء.

2.2 وظائف الديدان

أ— التغذية

أشر إلى أنّ القنوات الهضمية تتنوّع في الديدان تبعًا لأنواعها. فبعض الديدان الشريطية الطفيلية ليس له قناة هضمية، فهي تحصل على غذائها عن طريق تناول الموادّ الغذائية الذائبة في أمعاء العائل. تتغذّى دودة الأرض على الموادّ العضوية المتحلّلة وأوراق النباتات المتساقطة، وهي تملك جهازًا هضميًّا كاملًا. والديدان الخيطية حرّة المعيشة هي آكلات لحوم أو آكلات الطحالب والفطريات. اسأل:

* أيّ نوع من الديدان يبتلع الطعام ويطرد الفضلات خلال فتحة واحدة؟ **(الدودة المفلطحة)**

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 تتألف 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 آكلات لحوم، فتتغذّى على الحيوانات المائيّة الدقيقة، أو قد تكون من المترمّمات فتتغذّى على الحيوانات الميتة حديثًا. يُوضّح (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.

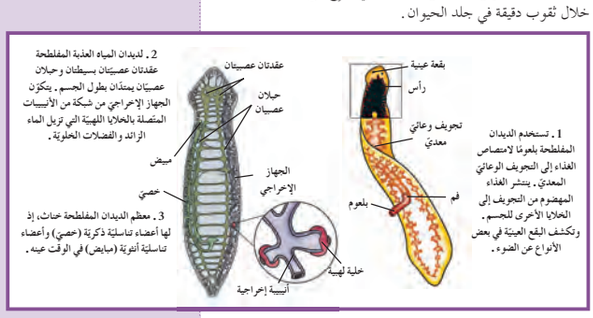
ويوجد بالقرب من الفم أنبوب عضليّ يُسمّى **البلعوم Pharynx**. يمتدّ البلعوم في الديدان المفلطحة إلى خارج الجسم من خلال الفم، فيضخّ بعد ذلك الطعام إلى التجويف الوعائيّ المعديّ. وما إن يدخل الطعام حتّى تهضمه خلايا المعي، أو التجويف الهضميّ، حيث يتمّ هضم الموادّ الغذائيّة وامتصاصها. وينتشر الغذاء المهضوم 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 لَهَبيّة تقوم بعمليّة الإخراج. **والخلايا اللهبيّة Flame Cells عبارة عن خلايا متخصّصة ترشح 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.



(شكل 21)
جميع الديدان المفلطحة، بما فيها هذه البلاناريا، لها أجهزة عضوية تؤدي وظائف الحياة الأساسية.

(جـ) الاستجابة والحركة والتكاثر

Response, Movement and Reproduction

الاستجابة Response: معظم الديدان المفلطحة لها تركيبات معقّدة أكثر من تركيبات اللاسعات أو الإسفنجيّات. ففي الديدان المفلطحة حرّة المعيشة، يتضمّن الرأس الكثير من **العقد العصبيّة Ganglia، أو مجموعات من الخلايا العصبيّة، التي تتحكّم بالجهاز العصبي.** 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.

* ما المناطق المتخصّصة التي يُمكن أن نراها في القنوات الهضمية للأنواع الثلاثة للديدان؟ **(القناة الهضمية للدودة المفلطحة لها بلعوم فقط ؛ القناة الهضمية وحيدة المسلك أو المسار عند الدودة الحلقية التي يظهر لها: فم ، بلعوم ، حوصلة ، قانصة ، أمعاء ، مستقيم ، شرج)**

إجابة سؤال الشكل 27 صفحة 38 من كتاب الطالب

الخطافات ذات الأطراف المدبّبة متكيّفة للإمساك بالفرائس .

ب– التنفّس والدوران والإخراج

أشر إلى أنّ طرق التنفّس والدوران والإخراج قد تختلف من نوع دودة إلى آخر . فمعظم الديدان المفلطحة والديدان الخيطية يعتمد على الانتشار لنقل الأكسجين والموادّ الغذائية وإزالة الفضلات . أمّا الديدان الحلقية الأرضية فلها جهاز دوري مغلق ينقل المغذّيات والأكسجين إلى الخلايا وغاز ثاني أكسيد الكربون إلى الخارج عبر الجلد الرطب . بعض الديدان الحلقية المائية يتنفّس عبر الخياشيم .

إجابة سؤال الشكل 28 صفحة 39 من كتاب الطالب

تتبادل الديدان الحلقية التي تعيش على اليابسة الغازات عبر جلدها الرطب .

جـ – الاستجابة والحركة والتكاثر

أشر إلى أنّ جميع اللافقاريات لديها نوع ما من أعضاء الحسّ التي تستجيب إلى الضوء، على الرغم من أنّ القدرة على الإحساس بالضوء تختلف بدرجة كبيرة بين تلك الحيوانات . البقع العينية في الديدان المفلطحة وبعض اللافقاريات الأخرى تتكوّن من خلايا حسّاسة للضوء تعطي الكائن الكثير من المعلومات عن كلّ من شدّة الضوء واتّجاهه . وتتراوح الأعضاء الحسّية من عدد من الخلايا العصبية إلى جهاز عصبي أكثر تطوّرًا وفقًا لنوع من الديدان والبيئة التي تعيش فيها .

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 تُساعدها 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 . الخنثى 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 .

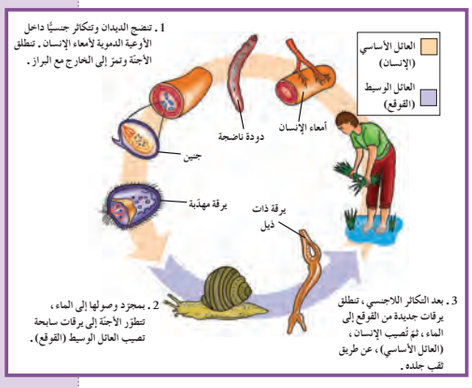
3.1 بيئة الديدان المفلطحة الطفيلية
Environment of Parasitic Flatworms

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 .



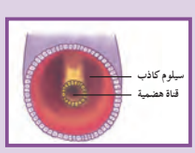
(شكل 22)
تُصيب ديدان التريماتودا عادة الأعضاء الداخلية لعوائلها . تتمّ دورة حياة دودة الدم البلهارسية المنسونية في عائلين: الإنسان والقواقع .

تُسبّب ديدان الشيستوسوما مرض البلهارسيا للإنسان ، وهو مرض خطير تنسدّ فيه الأوعية الدموية ما يُسبّب انتفاخها وتحلّل 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 .

3.2 بيئة الديدان

أ. الديدان المفلطحة الطفيلية

أشر إلى أن الديدان المفلطحة تضم أنواعًا كثيرة تختلف بأشكالها وتركيب أجسامها. قسمت الديدان المفلطحة إلى ثلاث مجموعات: التربيلاريا أو الدواميات ومعظمها حرة المعيشة، التريماتودا أو الديدان الورقية، والديدان الشريطية وهي طفيليات تعيش داخل أجسام عوائلها من الحيوانات المختلفة أو الإنسان.

دع الطلاب يتابعون دورة حياة التريماتودا الطفيلية في شكل 22. اسأل:

- ما المرض الذي تسببه ديدان الدم المفلطحة أو الشيستوزوما مانسوني؟ **(مرض البلهارسيا)**
- كيف تشير دورة حياة تلك الديدان إلى الحاجة إلى المعالجة الفعالة للصرف الصحي؟ **(لأن البيض يخرج مع براز الإنسان المصاب، ومعالجة الصرف الصحي كما ينبغي يدمر البيض قبل أن يفقس إلى يرقات سابحة تصيب العائل الثانوي.)**
- ما الفرق بين العائل المتوسط والعائل الأساسي؟ **(العائل الأساسي هو الكائن الذي يتكاثر فيه الطفيل جنسيًّا، أما العائل الثانوي فهو الكائن الذي يتكاثر فيه الطفيل لاجنسيًّا.)**

فسر للطلاب أن 6000 نوع من الديدان المفلطحة تكوّن طائفة التريماتودا، وأن ثلاثة أنواع من ديدان الدم المفلطحة التابعة لجنس شيستوزوما تصيب أكثر من 200 مليون شخص في أفريقيا، أمريكا الجنوبية، وآسيا. اسأل:

- ما الاحتياطات التي يمكن أن يتّخذها الإنسان لتجنب الاصابة بديدان الدم المفلطحة؟ **(تحسين معالجة الصرف الصحي، وعدم السير عاري القدمين في الأماكن التي توجد فيها اليرقات، مثل مياه الترع والمصافي الصحية.)**

أشر إلى أن هناك نوع آخر من الديدان المفلطحة الطفيلية وهو الديدان الشريطية التي تعيش داخل أمعاء عوائلها. وجه للطلاب الأسئلة التالية:

- ما القطع اللسانية؟ **(قطع أو عقل يتكون منها جسم الدودة الشريطية)**
- متى تنفصل القطعة اللسانية عن الدودة الشريطية، وما نتيجة ذلك؟ **(عندما ينضج البيض فيها، فيتحرر البيض المخصب ويمر إلى خارج جسم العائل مع البراز.)**
- حدد العائل الأساسي والعائل الثانوي في دورة حياة الدودة الشريطية. **(العائل الأساسي هو الإنسان، أما العائل الثانوي فهو حيوان مثل البقرة أو الخروف أو السمكة أو غيرها، يكون قد تناول طعامًا أو ماء ملوّثًا بالبيض المخصب.)**
- كيف يصاب الإنسان بالدودة الشريطية؟ **(يتناول لحمًا غير مطهو جيدًا ويحتوي على حويصلات الدودة الشريطية.)**

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، وبعضهم 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 تراكيبات 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.

(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).

(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.

(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 وتحملها الدم إلى الرئتين.
6. يتمّ ابتلاع اليرقات التي تصل إلى الحلق بسعال العائل، ثمّ تنقل 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.

ب. الديدان الخيطية

أشر إلى أن الكثير من الديدان الخيطية هي حرة المعيشة، وأن قسمًا أخر منها هي ديدان طفيلية مثل الديدان المسببة لداء الترخينة أو الشعرينات وديدان الفلاريا المسببة لداء الفيل والديدان الخطافية مثل الأنكلستوما التي تمتص دم العائل وتسبب له ضعفًا عامًّا وتأخرًا في النمو.

دع الطلاب يدرسون دورة حياة دودة الأسكارس، ثم اسأل:

* لماذا تم تصنيف هذه الدودة كطفيل؟ **(لأنها تأخذ المواد الغذائية من عائلها مثل الإنسان وتعيش على نفقته، ولا يستفيد العائل من هذه العلاقة بل قد يتضرر.)**

* أي جزء من جسم العائل يلحق به الطفيل ضررًا أكبر؟ **(الأمعاء الدقيقة)**

أشر إلى أن دودة الأسكارس هي من أكبر أنواع الديدان الخيطية أو الاسطوانية التي تعيش متطفلة في الأمعاء، ويمكن أن تنمو حتى يصل طولها إلى 25 cm. وتنتشر دودة الأسكارس من اليد إلى الفم بعد أن تكون اليد قد لامست تربة أو منتجات من خضراوات أو فاكهة نبتت في تربة ملوثة وتحتوي على براز بشري تختبىء فيه بويضات الأسكارس، بخاصة في المناطق التي تستعمل فيها مياه الصرف الصحي في ري الخضراوات والمزروعات.

جـ. الديدان الحلقية الطفيلية

أشر إلى أن دودة العلق تعيش في البحيرات العذبة أو المستنقعات، ويتكون جسمها من 34 حلقة متداخلة ويحمل في مقدمته تركيبًا صغيرًا يشبه الرأس يسمى الرؤيس. يحمل الرؤيس ممصًّا أماميًّا بطنيًّا وتوجد في داخله فتحة الفم. تتميز فتحة الفم بوجود ثلاثة فكوك مسننة تعمل على خدش جسم الإنسان أو أي حيوان فقري متواجد في الماء، وتحدث له جرحًا ذا ثلاث شعب. بعد أن تثبت هذه الدودة الممص الأمامي على جسم عائلها تبدأ بامتصاص دمه.

استخدمت ديدان العلق منذ قرون في الفصد أو الإدماء، وهو طريقة علاجية يعتقد أنها تشفي من الكثير من الأمراض. فعندما توضع على المريض (العائل)، تثبت نفسها وتمتص الدم في الوقت نفسه الذي تفرز فيه غددها اللعابية مادة الهيرودين التي تستخدم كمادة مضادة للتجلط لبعض مرضى القلب وفي بعض العمليات الجراحية.

د. الديدان الحلقية حرة المعيشة

أشر إلى أن أكثر الديدان الحلقية انتشارًا هي ديدان الأرض، فهي تعيش بين طبقات التربة حيث الرطوبة. تلك الديدان مفيدة للتربة حتى أنها سُمّيت «فلاح الأرض». اسأل:

* لماذا سُمّيت ديدان الأرض «فلاح الأرض»؟ **(لأنها تؤدّي العمل نفسه الذي يؤدّيه الفلاح في أرضه. فهي تحفر التربة، وتساعد على قلبها وتهويتها وخلطها.)**

إجابة سؤال الشكل 31 صفحة 41 في كتاب الطالب

الديدان الحلقية عبارة عن جزء من السلاسل الغذائية البحرية.

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 تتصل تلك العقل، لدى البعض منها، **بأهداب سميكة وخشنة تُسمّى أشواك Setae.**

2.3 الوظائف الحيوية عند الديدان الحلقية

Vital Functions of Annelids

(أ) التغذية Feeding

تتراوح الديدان الحلقيّة بين متغذيّات بالترشيح ومفترسات قد تكون مرعية، 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 لزجٌ. 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.

(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 خيطي متخصص لتبادل الغازات تحت سطح الماء.** تستنشق الديدان الحلقيّة قاطنة اليابسة، مثل ديدان الأرض، الأكسجين وتتخلّص من ثاني أكسيد الكربون عبر جلدها الرطب.

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

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

(شكل 26)

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

(شكل 28)
تتبادل هذه الديدان الريشية الغازات تحت سطح الماء باستخدام الخياشيم الريشية.
كيف تتبادل الديدان الحلقية 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 ترشح 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، خناث، أي تُنتج 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.

3. قيِّم وتوسَّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

* صنع نموذج مجسم لأنواع الديدان الثلاث تظهر التجاويف الداخلية.
* وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على إحدى وجهيها صورة لإحدى الديدان، وعلى الوجه الآخر اسم الدودة ونوعها.

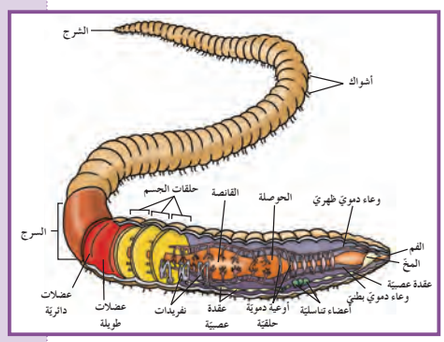
اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

* **التواصل** من خلال كتابة نصّ يظهر بعض الأمراض التي تنقلها الديدان وتأثيرها على صحة الإنسان أو من خلال كتابة فقرة تبين أهمية ديدان الأرض.
* **مهارة المقارنة والمباينة** من خلال الطلب إلى الطلاب مقارنة الأجهزة الدورية لأنواع الديدان المختلفة.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–1

1. تستخدم ديدان الأرض بلعومها لابتلاع التربة والموادّ العضوية المتحلّلة إلى المريء. تمتصّ ديدان العلق الدم وسوائل جسم عوائلها.
2. السيلوم عبارة عن تجويف في جسم بعض اللافقاريات مملؤ بسائل ومبطن بالميزودرم. اللاسيلومات هي الحيوانات التي يغيب عن جسمها السيلوم.
3. تستخدم ديدان الأرض بلعومها لابتلاع التربة والمواد العضوية المتحللة إلى المريء، وتخرج الفضلات إلى التربة ما يساعد على اخصابها. وبجرفها للتربة، تقوم بتهويتها وخلطها وقلبها.
4. يمكن تقليل الإصابة بداء الفيل عن طريق تقليل عدد مرات التعرض للدغات الحشرات، وتشجيع الناس على ارتداء ملابس واقية، واستخدام مبيدات الحشرات في الأماكن التي تتواجد فيها حشرات البعوض الناقلة لتلك الديدان.
5. تدمر درجات الحرارة العالية حويصلات الديدان الموجودة في اللحوم والأسماك، والتي من الممكن أن تصيب الإنسان.



(شكل 29)
ديدان الأرض من الديدان الحلقيّة التي تعيش في التربة. وهي تقوم بأداء جميع وظائف الحياة الأساسيّة، باستخدام الجهاز الهضمي، والدوري، والإخراجي، والعصبي، والتناسلي. يتكرر وجود العديد من الأعضاء، مثل النفريدات والأوعية الدموية، 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. ويُعتبر 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 لتثبّت 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 استخدمت ديدان العلق الطبي، كتلك الموضحة أعلاه، بصورة روتينية في محاولة علاج الحالات الطبية كالصداع والاحتلال العقلي والسمنة. اعتقد الأطباء أن الأمراض ناتجة عن الكميات الزائدة من الدم، لذا وضعوا ديدان العلق على جلد المريض لتمتص 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 بعضها بعضها 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 بعضها 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.

الأهداف:
* يحدد المعالم المحددة للرخويات.
* يصف الشكل والوظيفة في الرخويات.
* يتعرف بيئة الرخويات.

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور تظهر بنية أجسامها.
لوحات أو شفافيات وصور تظهر الوظائف الحيوية للرخويات.

صفحات التلميذ: من ص 42 إلى ص 46

صفحات الأنشطة: من ص 22 إلى 23

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 32) واقرأ التعليق المصاحب لها. اسأل:

* صف حيوان الحلزون الموجود في الصورة الفوتوغرافية. **(إنه طويل، بدين، لزج، وأصفر اللون).**
* ما نوع السطح الذي يساعد التوقع على التحرك بسرعة؟ **(المبلل).**

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن الرخويات، اسأل:

* صف طريقة الحركة المستخدمة بواسطة القواقع. **(تتحرك القواقع ببطء على سطح لزج مبلل).**
* أين قد تجد الرخويات الأخرى التي تتحرك مثل الحلازين والقواقع؟ **(في المناطق الأرضية الرطبة، دائمة الابتلال، البحيرات، الجداول، البحار، والمحيطات).**

2. علّم وطبّق

1.2 ابنية الرخويات

أشر إلى أن الرخويات حرة المعيشة قد انحدرت جميعها من حيوان رخوي مبكر. فسر أن كل من القوقع، المحار والخثاق أو الحبار يمثل واحدة من الطوائف الرئيسية الثلاث للرخويات. اسأل:

* كيف تختلف الصدفة في الحبار عن صدفة الحيوانين الأخرين؟ **(الصدفة في الحبار أقلّ بروزًا من الصدفة في القوقع والمحار، وهي داخلية.)**

فسر أن الخثاق أو الحبار عبارة عن حيوان رأسقدمي من الرخويات، وأن معظم الرأسقدميات لها أصداف داخلية صغيرة فقط.

دع الطلاب يعددون تراكيب الجسم للعديد من الرخويات. **(القدم العضلي، البرنس، الكتلة الحشوية، والصدفة)**

2.2 الوظائف الحيوية عند الرخويات

أ— التغذية

أعرض على الطلاب مبردًا خشنًا، وهو الأداة التي يستخدمها النجّار. استخدم المبرد الخشن لحكّ قطعة من الخشب المكشوط، لترك علامة فيه وإنتاج بعض النشارة. اسأل:

* كيف يشبه سفن القوقع هذا المبرد الخشن؟ **(كسطح المبرد الخشن، للسفن مئات الأسنان الدقيقة التي يُمكن أن تحكّ سطحًا ما وتمزّقه)**
* في اعتقادك، لماذا لا يوجد للمحاريات والرخويات الشبيهة لها سفن؟ **(لأنّها مغتذيات بالترشيح تحصل على غذائها بتصفية جزيئات الطعام من الماء)**

إجابة سؤال الشكل 35 صفحة 44 من كتاب الطالب

اعتمادًا على تركيبه، إذ يمكن أن يُستخدم السفن في أغراض مختلفة بما فيها كشط الطحالب عن الصخور، أكل الأنسجة الليّنة للنباتات، ثقب أصداف الحيوانات الأخرى، وتمزيق الأنسجة الليّنة للفرائس. هذه التكيّفات الغذائية تمكّن القواقع من العيش في بيئات متنوّعة مثل البرك واليابسة وغيرها.

ب— التنفّس

فسّر أنّ القواقع المائية تتنفّس بواسطة الخياشيم الموجودة في التجويف البرنسي، أمّا القواقع الأرضية فلها تجويف برنسي متكيّف للعمل كرئة. تنشط القواقع في البيئة الرطبة، أمّا في البيئة الجافة، فترتدّ إلى داخل أصدافها، مفرزة مادّة مخاطية تسدّ فوّهة الصدفة وتحفظ الحيوان من الجفاف.

إجابة سؤال الشكل 36 صفحة 44 من كتاب الطالب

لأنّ الماء يحمل الغذاء والأكسجين للمحار، فإنّ المحار لن يحصل على الغذاء والأكسجين إذا حدث انسداد لميزابه الشهيقي.

جـ— الدوران

أشر إلى أن لبعض الرخويات جهازًا دوريًّا مفتوحًا، حيث يتمّ ضخّ الدم إلى تجويف أو جيب، ويكون في تماسّ مباشر مع الأنسجة والأعضاء، وأنّ لبعضها الآخر جهازًا دوريًّا مغلقًا، حيث يبقى الدم داخل الأوعية الدموية.

د— الإخراج

أشر إلى أنّ الفضلات النيتروجينية تخرج على شكل أمونيا تزيلها النفريدات الأنبوبية وتطردها إلى الخارج.

هـ — الاستجابة

فسّر أنّ الجهاز العصبي للرخويات يتراوح بين التركيب البسيط والأكثر تعقيدًا وفقًا لنمط العيش والبيئة التي تعيش فيها تلك الحيوانات. وبعض الرخويات لها أعين مركّبة، تتكوّن من وحدات عديدة، لكلّ منها مسار عصبي يؤدّي إلى عصب بصري كبير. مجالات الرؤية لكلّ وحدة تتداخل بعض الشيء مع الوحدات المجاورة، وهذا ما يُكسب الكائن مقدرة على اكتشاف الحركات، مثل بعض رأسيات الأرجل، بما فيها الحبّار والأخطبوطيات.

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.

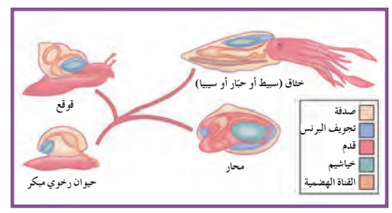
على الرغم من اختلاف أشكالها وتنوّعها، فإنّ للرخويات بنية تركيب جسم متشابهة (الشكل 34). فيتكوّن جسم معظم الرخويات من أربعة أجزاء: قدم، وبرنس، وصدفة، وكتلة حشوية.

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.

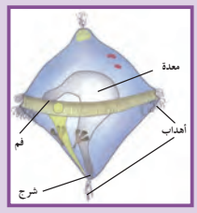
الصدفة Shell: تُكوّنها غدد في البرنس تفرز كربونات الكالسيوم. تختفي الصدفة عند البزّاق والأخطبوط وتظهر في بعض المجموعات الأخرى مثل الحبّار.

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، تكيّفت أجزاء جسمها لأداء وظائف متنوعة.

(أ) سبيط او حبار



(ب) اليرقة المطوّقة

(شكل 33)
الرخويات هي مجموعة متنوّعة بشكل لا يُمكن تصوّره، تتضمّن المحاريات، والأخطوطيات، 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. تمتلئ جميع الرخويات بجسم رخو، ويمتلك معظمها صدفة داخلية أو خارجية.

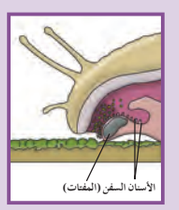
2. الوظائف الحيوية عند الرخويات
Vital Functions of Mollusks

1.2 التغذية Feeding

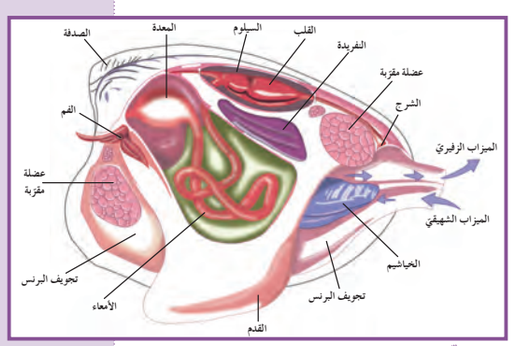
قد تكون الرخويّات من آكلات الأعشاب، أو اللحوم، أو متغذيّات بالترشيح، أو قمّامة (آكِلات قُمامة)، أو طفيليّات. تتغذّى القواقع والبزّاقات باستخدام تركيب مَرن يشبه اللسان يعرف **بالسفن Radula** (أو المِفْتات)، مثبّت فيه المئات من الأسنان الدقيقة (الشكل 35).

تعيش المحاريّات حياة أكثر سكونًا عن طريق التغذية بالترشيح مستخدمةً خياشيم ريشيّة الشكل. يُحمَل الغذاء بواسطة الماء الذي يدخل خلال الميزاب 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 غضروفي صلب ليدعمه.
كيف تُساعد أشرطة الأسنان (السفات أو المفتاتات) ذات التركيبات المختلفة القواقع في العيش في بيئات مختلفة؟



(شكل 36)
يوضّح هذا الشكل تشريح المحار، وهو حيوان رخوي ذو مصراعين أو حيوان رخوي ثنائي الصدفة. وقد تمّ إزالة البرنس وجزء من القدم لتوضيح الأعضاء الداخلية. توقّع ما قد يحدث إذا أصبح الميزاب الشهيقي 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.

و– الحركة

أشر إلى أنّ الرخويات تتحرّك بطرق متعدّدة. معظمها بطيء الحركة ويعتمد على المادّة المخاطية التي يفرزها الحيوان لتثبيت السطح السفلي للقدم. والقليل منها، مثل الأخطبوط، سريع الحركة بسبب وجود تراكيب خاصّة تساعده على ذلك.

ز– التكاثر

أشر إلى أنّ طرق التكاثر تتنوّع في الرخويات، فالبعض منها يتكاثر جنسيًّا، وقد يكون الإخصاب خارجيًّا أو داخليًّا. بعض الأنواع هي خناث تحتوي أجسامها على أعضاء التكاثر الذكرية والأنثوية، لكنّها تحتاج إلى أفراد أخرى ليتمّ تخصيب البيض.

3.2 بيئة الرخويات

تتنوع الرخويات كثيرًا فمنها من يعيش في المياه المالحة أو العذبة أو على اليابسة. لقد وصف البيولوجيون حوالى 50 000 نوعًا من الرخويات الحية، و60 000 نوعًا آخر تمت معرفتها عن طريق الحفريات والاحافير. بعض الرخويات صغيرة الحجم إلى حد كبير: فأصداف بعض ذات المصراعين التي تعيش بالمياه العذبة لا تزيد عن 2 mm. ومع ذلك توجد بعض الرخويات الضخمة.

فعلى سبيل المثال، أكبر حيوان ذات مصراعين هو المحار الاستوائي العملاق (Tridacna)، حيث يبلغ مقدار طول صدفته أكثر من 1,2 متر. أكبر الأخطبوطيات حجمًا هو الأخطبوط المسالم الشائع (Octopus Hong Kongenesis) الذي يبلغ طوله 9,7 متر من طرف أحد اللوامس إلى طرف اللامسة المقابلة. وأكبر الحبارات الحبار العملاق (Architeuthis)، الذي قد يصل طول جسمه إلى 4 أمتار مع لوامس طولها أكثر من 9 أمتار.

معلومات إثرائية

ازداد فهم العلماء البيولوجيين لتنوّع الرخويات وبيئتها في الآونة الأخيرة. فقد كشفت الأبحاث الحديثة للفوّهات البركانية في أعماق البحر، والتي تُسمّى المداخن السوداء، مجتمعًا ساحرًا يتضمّن رخويات عديدة ذات مصراعين. كما كشفت أيضًا عن وجود البكتيريا المتعايشة في أجسام تلك الرخويات المتجمّعة حول تلك الفوّهات البركانية.

تستخلص هذه البكتيريا الطاقة الكيميائية من المركّبات البسيطة المنطلقة في الماء شديد السخونة، وتُنتِج منها جزيئات الطعام التي تقتات بها ذوات المصراعين. ومن دون مثل هذه العلاقة، فإنّ ذوات المصراعين لا تستطيع أن تعيش في هذه البيئة القاسية.

وقد توصّل العلماء أيضًا إلى استخدام الرخويات كإنذار بيئي. فبسبب قدرة ذوات المصراعين المغتذّية بالترشيح على تركيز الملوّثات الخطيرة والكائنات الدقيقة في أنسجتها، أصبح من الممكن أن تُستخدَم لاختبار أنواع المياه. لذا، تُستخدَم الفحوصات الدقيقة لذوات المصراعين كمؤشرات حيوية Bioindicators.

تصلح الرخويات أيضًا في الأبحاث البيولوجية. وتتمحور بعض الأبحاث الجارية حول ملاحظة أنّ القواقع والرخويات الأخرى لا يُصيبها أيّ شكل من أشكال السرطان. فإذا استطاع العلماء تحديد ما الذي يحمي خلايا هذه الحيوانات من السرطان، فقد يصلون إلى علاج آلاف البشر من الأمراض السرطانية.

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 الرخوية 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

تُطلق 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 قادرة على القيام بسلوك معقّد.

(شكل 37)
تتيح الأخطبوطيّات والحبّارات (الخثاقات) الحر كالفورة من داخل قنانها الهضميّة. يُرَوِّع الحبر المفترسات وقد يُسبّب لها أيضًا تحديرًا 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 المتموّجة. 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 المعاكس.

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.

إجابة سؤال الشكل 38 صفحة 46 في كتاب الطالب

تتغذى الرخويات على الكائنات الأخرى وتوفر الغذاء لبعض الكائنات ، وهي ترشح الماء ، كما أنها عوائل لبعض الطفيليات وطفيليات لبعض العوائل ، وتستخدم كمحذّرات بيئية وتصلح في الأبحاث البيولوجية .

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "استكشاف القواقع الأرضية" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 22 و23 . يساعد هذا النشاط الطلاب على ملاحظة التراكيب الخارجية لحيوان رخوي ودراسة حركته .

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

انتشار بلح البحر

فسّر للطلاب أنّ أحد أسباب اختلال التوازن البيئي هو ادخال كائنات حية على نظام بيئي معين . فإدخال بلح البحر إلى منطقة جديدة وتنافسه مع كائنات أخرى على الغذاء وتغلّبه عليها أدّى إلى انتشاره خلال عشر سنوات بشكل مؤذ للبيئة .

إجابة سؤال الشكل 39 صفحة 46 في كتاب الطالب

يتّخذ المهندسين التخطيط لإدخال كائن آخر يتغذّى على بلح البحر .

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- وضع لوحة تظهر أنواع الرخويات .
- كتابة نص يشرح فيه طريقة التنفس والتكاثر عند حيوانين رخويين يعيش أحدهما على اليابسة والآخر في الماء .

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب للمهارات التالية:

1. **مهارة التصنيف** ويتم ذلك بعرض مجموعة متنوعة من أصداف الرخويات مثل أصداف المحار والقواقع... وتزويدهم بعدة كتيبات للأصداف أو مصادر أخرى يمكنهم استخدامها لتعرف تلك الأصداف .
2. **مهارة المقارنة والمباينة** من خلال الطلب إلى الطلاب مقارنة بنية حيوان رخوي وحيوان لاسع .

في الرخويّات ذات اللوامس وقواقع معيّنة ، يحدث الإخصاب داخل جسم الأنثى . بعض الرخويّات خِناث تحتوي أجسامها على كلّ من أعضاء التكاثر الذكريّة والأنثويّة ، وتُخصّب 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 ورواقدها . 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.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–2

1. في الجهاز الدوري المفتوح ، يتمّ ضخّ الدم عبر الأوعية الدموية بواسطة قلب بسيط التركيب ، وينساب الدم في طريقه خلال جيوب دموية مختلفة . في الجهاز الدوري المغلق ، يدور الدم خلال شبكة من الأوعية الدموية ، وهو يُلبّي حاجات الجسم الكبيرة من الأكسجين لأنّ الدم يتحرّك بسرعة أكبر خلال الجسم . للحيوانات الصغيرة وبطيئة التنقّل جهاز دوري مفتوح بسبب حاجتها المنخفضة من الأكسجين .
2. القدم العضلية ، البرنس ، الصدفة والكتلة الحشوية . القدم العضلي قد يكون له عدة أشكال ، مثلًا فأسي الشكل . البرنس عبارة عن طبقة نسيجية رقيقة تغطي معظم جسم الحيوان الرخو . الصدفة في حال وجودها فهي مكونة من كربونات الكالسيوم . الكتلة الحشوية عبارة عن الأعضاء الداخلية لجسم الحيوان الرخو .

الفصل الثالث

مفصليات الأرجل وشوكيات الجلد

دروس الفصل

الدرس 3–1: مفصليات الأرجل

الدرس 3–2: شوكيات الجلد

مقدمة الفصل

دع الطلاب يقرأون القصة وتناقشوا حول كيفية ارتباط هذه القصة بمحتوى هذا الفصل. أشر إلى أن جميع شوكيات الجلد تعيش في البيئات البحرية. اطلب من الطلاب أن يستنتجوا ما الصفات الوراثية التي مكنت شوكيات الجلد من البقاء على قيد الحياة في موطنها بقاع البحر.

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 زَنابق البحر، ونجوم البحر، والنجوم الريشية، والنجوم الهشة، قد تكون مثبَّتة بحطام السفينة أو زاحفة عليها فيما بين أكوام الغُملات والسبائك الذهبية. كيف تبقى شوكيات الجلد والحيوانات الأخرى على قيد الحياة؟ يوفّر حطام السفينة الغارقة نظامًا بيئيًّا لحيوانات الأعماق في البحار.

دروس الفصل

الدرس الأوّل
- مفصليات الأرجل

الدرس الثاني
- شوكيات الجلد

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

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور تظهر بنية أجسامها.
لوحات أو شفافيات وصور تظهر الوظائف الحيوية لمفصليات الأرجل.

صفحات التلميذ: من ص 48 إلى ص 52

عدد الحصص: 1

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 40) واقرأ التعليق المصاحب لها.
اسأل الطلاب: هل تشبه ثلاثيات الفصوص النطاط (الجندب)؟ **(ليس هناك من شبه كبير)**. هل تنتمي ثلاثيات الفصوص والنطاط إلى مجموعة واحدة؟ **(ثلاثيات الفصوص والنطاط هي من شعبة مفصليات الأرجل)**.

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن مفصليات الأرجل، اسأل:
* ما الذي يساعدك على ثني أصابعك أو ساعدك. **(المفاصل)**
* لماذا سميت أنواع متعددة من الحيوانات بمفصليات الأرجل؟ **(بسبب وجود مفاصل في أرجلها)**. كيف تساعد مفاصل الأرجل الحيوان؟ **(في الحركة)**.

2. علّم وطبّق

1.2 بنية مفصليات الأرجل

نشاط توضيحي

اعرض على الطلاب صورًا أو عينات محفوظة أو نماذج لمفصليات الأرجل. أشر إلى خصائصه التركيبية واكتب قائمة بصفاتها على السبورة. اسأل:
* ما المميز في مفصليات الأرجل؟ **(الأرجل المتمفصلة، الهيكل الخارجي)**
* كيف تختلف مفصليات الأرجل عن الديدان والرخويات؟ **(ليس للديدان والرخويات أرجلًا متمفصلة، ولا هيكلًا خارجيًا)**.

الدرس 3-1
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 أقيات الأقدام الكهفية، لها جسم يتكوّن عادة من عقل، وهيكل خارجي متين، وزوائد جسمية مفصلية. لاحظ أن أرجل هذا الحيوان متكيّفة للمشي.

48

فسر للطلاب أن الزائدة الجسمية عبارة عن أداة ملحقة بقطعة جسمية من الحيوان مفصلي الأرجل. أشر إلى أن كل زوج من أرجل ألفيات الأرجل عبارة عن زوج من الزوائد الجسمية المثبتة أو الملحقة بالقطعة الجسمية. وأن كل قطعة من البطن لها زوجان من الأرجل.

فسر أن في معظم مفصليات الأرجل، تحوّرت الزوائد الجسمية للقيام بوظائف عديدة غير الحركة. ففي الربيان مثلًا، الزائدتان الجسميتان الأولتان هما عبارة عن قرني استشعار. زوج آخر من الزوائد الجسمية، وهو الزوج الأول من الأرجل، يحمل مخالب كبيرة تستخدم للدفاع، والإمساك، والالتقاط، والطحن، وتقطيع الطعام. أشر إلى أن مادة الكيتين التي تكون الهياكل الخارجية لمفصليات الأرجل أكثر مرونة من كربونات الكالسيوم التي تتكون منها أصداف الرخويات. وأن الكيتين يمكن أن يتخذ العديد من الأشكال وأنه أخف حملًا للحيوان أثناء تجواله.

يكسب الهيكل الخارجي الكيتيني مفصليات الأرجل الدعامة مثلما تدعم لصدفة الرخويات، لكنه لا يقيد حركتها. لكن من ناحية أخرى ، فإن مفصليات الأرجل قد ضحت بمقدار كبير من الأمان. فبينما الرخويات قادرة خلال نموّها على أن تضيف إلى أصدافها الموجودة، فإن مفصليات الأرجل يمكن أن تحتفظ بمرونتها فقط عن طريق الانسلاخ وتكوين هيكل خارجي جديد. ولا بد لها من أن تفعل ذلك مرات عدّة أثناء نموها، مما يجعلها عرضة للخطر في كل مرة يتصلب فيها الهيكل الخارجي. اسأل الطلاب:

* كيف يحمي الهيكل الخارجي الحيوانات مفصليات الأرجل؟ **(يساعد الهيكل الخارجي في حماية هذه الحيوانات من فقدان الماء أو الجفاف، والمفترسات، والطفيليات الخارجية، والتعرض للجروح.)**
* ما الذي سيحدث للحيوان مفصلي الأرجل إذا لم يستطع الانسلاخ؟ **(لن ينمو لأن الهيكل الخارجي لا ينمو ولا يتمدد كما ينمو الجلد ويتمدد.)**

أشر إلى كيفية انقسام جسم مفصليات الرجل إلى مناطق. فسر أن مفصليات الأرجل والديدان الحلقية متشابهان لأن كليهما له أجسام مقسمة إلى قطع. اسأل الطلاب:

* كيف يختلف التعقيل في جسم الحيوان مفصلي الأرجل عن التعقيل في جسم إحدى الديدان الحلقية؟ **(ليس لمفصليات الأرجل العديد من القطع المتكررة، والقطع في مفصليات الأرجل قد اتحدت لتكون مناطق جسمية كبيرة.)**

2.2 وظائف مفصليات الأرجل

أ— التغذية

أشر إلى أنّ مفصليات الأرجل متنوّعة التغذية، فمنها آكلات أعشاب، ومنها آكلات لحوم، وآكلات أعشاب ولحوم. وتختلف أجزاء فم مفصليات الأرجل وتراكيبه باختلاف نوع الغذاء الذي تتناوله.

إجابة سؤال الشكل 43 صفحة 49 من كتاب الطالب

كلّا، لأنّ تركيب أجزاء فم سوسة اللوز متكيّف للثقب، ليس للقبض والسحق.

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 آكلات الأعشاب، واللحوم، ومختلطة التغذية. هناك مفصليّات أرجل ماصّات للدم، ومُتغذّيات بالترشيح، وآكلات قُمامة، وطفيليّات. وقد تطوّرت أجزاء فم مَفصِليّات الأرجل بطرق تُمكّنها من أن تأكل تقريبًا أيّ طعام يُمكِنُك أن تتصوّره. فتتراوح أجزاء فمها من مَلاقِط إلى فُكوك مِنجليّة الشكل، يُمكنها 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 مفصليّات 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 القصيّة Tracheal Tubes** المتفرّعة، الموضّحة في (الشكل 44)، التي تمتدّ على مدى أجزاء الجسم كلّها.

يدخل الهواء إلى الأنابيب القصيّة 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.

ب– التنفّس

أشر إلى أنّ طرق التنفّس وتراكيب الجهاز التنفّسي تختلف في مفصليات الأرجل وفقًا للمحيط البيئي الذي تعيش فيه. فالجنادب تتنفّس من خلال ثغور جانبية يدخل منها الهواء إلى أنابيب قصبية متفرّعة داخل جسم الحيوان، حيث يتمّ تبادل الغازات مباشرة مع الخلايا. تتنفّس العناكب باستخدام الرئات الكتابية، وهي عبارة عن أنسجة تنفّسية تساعد على تبادل الغازات في الهواء. أمّا مفصليات الأرجل المائية، فتتنفّس من خلال الخياشيم الريشية الشكل.

إجابة سؤال الشكل 44 صفحة 50 من كتاب الطالب

يقع الحبل العصبي في الناحية البطنية من حشرة الجندب (النطّاط)

جـ – الدوران

في الحيوانات مفصليات الأرجل ذات الجهاز الدوري المفتوح، يتمّ تفريغ الدم من الأوعية الدموية إلى تجويف الجسم مباشرة، حيث يغمر الأعضاء. قد يبدو هذا النوع من الأجهزة بدائيًا وغير كفؤ، ومع ذلك فإنّ الجهاز الدوري المفتوح غالبًا ما يكون له فوائد للكائن غير الدوران. مثلًا، الدم في تجاويف الجسم في العديد من المحاريات والقواقع، يعمل كهيكل هيدروستاتيكي، مساعدًا الحيوان في الحركة والحفر. يعمل الدم أيضًا كهيكل هيدروستاتيكي في مفصليات الأرجل المائية عندما تنسلخ. يعمل الجهاز الدوري المفتوح كمنظّم حراري للجسم، يحفظ درجة حرارة الجسم خلال المدى الحراري الذي تستطيع خلاله خلايا الجسم من القيام بوظائفها.

د– الإخراج

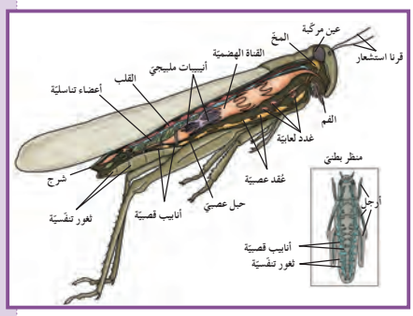
فسّر أنّ الإخراج في مفصليات الأرجل الأرضية يتمّ بواسطة أنابيب ملبيجي التي تتخلّص من الفضلات النيتروجينية. أمّا مفصليات الأرجل المائية فتتخلّص من الفضلات الخلوية مباشرة إلى الماء المحيط بها بواسطة الانتشار.

هـ – الاستجابة

للعديد من الحيوانات مفصلية الأرجل أعين مركّبة تتكوّن من وحدات عديدة، كلّ منها له مسار عصبي يؤدّي إلى عصب بصري كبير. مجالات الرؤية لكلّ وحدة تتداخل بعض الشيء مع الوحدات المجاورة، وهذا ما يُكسب الكائن مقدرة على اكتشاف الحركات.

اسأل:

- ما الذي يضبط ويُنسّق الجهاز العصبي في الحيوانات مفصليات الأرجل والرخويات؟ **(المخّ)**
- أيّ من الحيوانات اللافقارية يظهر الترئيس؟ **(الدودة المفلطحة، الحيوان مفصلي الأرجل، بعض الحيوانات الرخوية)**



(شكل 44)
للجنادب (النطّاطات) أجهزة نموذجية لمعظم مفصليّات الأرجل. تُؤدّي هذه الأجهزة وظائف مثل التنفّس، الدوران، والإخراج، والاستجابة، والحركة.
أين يقع الحبل العصبي لحشرة الجُنْدَب (النطّاط)؟

(شكل 45)
يُوضّح هذا التمثيل التخطيطي كيف تقوم العضلات المثبتة بالهيكل الخارجي بثني المفاصل أو مدّها (العضلات الفعالة أكبر بكثير من تلك الموضّحة هنا).
كيف تُضبط وتُنسّق العضلات؟

4.2 الإخراج Excretion

تتخلّص معظم مفصليّات الأرجل الأرضيّة، مثل الحشرات والعناكب، من الفضلات النيتروجينيّة باستخدام **أنابيب 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 مفصليّات الأرجل المائيّة، تنتقل الفضلات الخلويّة من جسم الحيوان مفصليّ الأرجل إلى الماء الذي يحيط به بواسطة الانتشار.

5.2 الاستجابة Response

لمعظم مفصليّات الأرجل جهاز عصبيّ متطوّر جيّد التكوين. ولجميعها مخّ يعمل كلوحة التحكّم مستقبلًا المعلومات الواردة، ليرسل 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. تُنسّق هذه العُقد العصبيّة حركات الأرجل المفردة والأجنحة. ولمعظم مفصليّات الأرجل أعضاء حسّ معقّدة التركيب، مثل العيون والمستقبلات الذوقيّة، لجمع المعلومات من البيئة المحيطة.

6.2 الحركة Movement

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

و– الحركة

أشر إلى أنّ مفصليات الأرجل متنوّعة الحركة، فبعضها يقفز أو يمشي، وبعضها يطير أو يسبح. ووضّح أيضًا أنّ كلّ نوع من الحركة يحتاج إلى تراكيب خاصّة، يساعدها في ذلك وجود العضلات.

إجابة سؤال الشكل 43 صفحة 50 من كتاب الطالب

يضبط الجهاز العصبي أفعال العضلات وينسّق بينها.

ز– التكاثر

أشر إلى أنّ التكاثر في مفصليات الأرجل هو تكاثر جنسي، لكنّ الإخصاب قد يكون داخليًّا أو خارجيًّا وفقًا لنوع الحيوان المفصلي.

3.2 بيئة مفصليات الأرجل

أشر إلى أن على الرغم من أن كل شخص تقريبًا قد لدغ بواسطة البعوض، إلا أن معظم الناس ليسوا على دراية بأن أنثى البعوض فقط هي التي تلدغ. ذكر البعوض لا يسبب أي متاعب على الإطلاق، فهو يطير من هنا وهناك ليجمع حبوب اللقاح من الأزهار. البعوض نوع من الحيوانات مفصلية الأرجل. أنواع كثيرة غيرها تملأ اليابسة والمياه على الكرة الأرضية.

فالحشرات تتواجد في أي بيئة بالأرض، حتى في الصحراء القاحلة والقطبين المتجمدين باستثناء المحيطات. يعيش بعضها في منازلنا، على الملابس والخشب والغراء و الصابون. ينظر إلى الحشرات في بعض مناطق العالم على أنها مصدر للغذاء بينما يعتبر أكلها محرّما في بلدان أخرى، وهناك مقترحات حاليّة لتطوير استخدام الحشرات لهذا الغرض لتأمين مصدر أساسي للبروتين في غذاء الإنسان بما أنه من المستحيل إلغاء استهلاك الحشرات الطفيليّة من قبل الإنسان التي تعيش وتتواجد في الكثير من أصناف الطعام وخصوصًا المحاصيل الزراعيّة.

معلومات إثرائية

تستطيع إحدى العناكب غازلة الشبكات، على سبيل المثال، اقتناص حوالى 100 حشرة في اليوم. وتلدغ بعض الزنابير يرقات الفراشات أو العناكب، وتحملها مشلولة إلى أعشاشها. بعد ذلك، تضع الزنابير بيضها على اليرقات لتُؤمّن لصغارها إمدادًا جاهزًا من الطعام الطازج. كذلك تأكل الحشرات نباتات عديدة، ولكنّها تُساعِد على زيادة أعداد نباتات أخرى عبر قيامها بنقل حبوب اللقاح. وفي الواقع، هناك نباتات عديدة قد تطوّرت مشتركة مع الحشرات التي تُلقّحها.

التطوّر المشترك عبارة عن العملية التي تتكيّف فيها الأنواع مع بعضها بعضًا بعد تفاعلها الوثيق لملايين السنين. وفي العديد من الحالات، يُمكن لنوع واحد فقط من الحشرات أن يُلقّح نوعًا معيّنًا من النبات. وقد يُسبّب انقراض أحد أنواع الحشرات في القضاء على نوع معيّن من النباتات.

قد تُسبّب بعض الحشرات تلفًا كبيرًا للمحاصيل. فعلى سبيل المثال، تُدمّر سوسة اللوز نباتات القطن، وتُحطّم الديدان المقرّنة الطماطم، وتُخرّب الحشرات الثاقبة محاصيل القمح. وقد يكون النمل الأبيض أيضًا مدمّرًا، فهو قد يُسبّب دمارًا شديدًا للتركيبات الخشبيّة عن طريق حفر الأخشاب.

تُعتبَر بعض مفصليات الأرجل عائلًا للعديد من الطفيليّات الخطيرة. فهي قد تنقل عددًا من الأمراض الخطيرة، أو المميتة. فعلى سبيل المثال، قد يحمل البعوض الطفيليّات التي تُسبّب الإصابة بالملاريا، والحمّى الصفراء، والالتهاب الدماغي. تنقل مفصليات الأرجل الماصّة للدم الأمراض للعديد من الحيوانات الأخرى أيضًا، فالبرغوت مثلًا يُعدّ عائلًا للدودة الشريطية الكلبية.

بسط العضلات باتّجاه الهيكل الخارجيّ يسمح لمفصليّات 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 مَفصليّات 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 مَفصليّات 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. تُعدّ بعض مفصليات الأرجل أيضًا غذاء لمفصليات أرجل أخرى كما يظهر في (الشكلين 46 و47).

(شكل 46)
يعتمد نجاح إحدى الحدائق العضوية، جزئيًا، 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

أشر إلى أن استخدام المبيدات الكيميائية بنسبة كبيرة أصبح يشكل تهديدًا كبيرًا على صحة الإنسان لما تتركه من آثار ضارة على المحاصيل. يتّجه العلماء حاليًّا لاستخدام الكائنات الحية في ما يسمّى بالمقاومة البيولوجية لمكافحة الآفات التي تصيب النبات بدلًا من المبيدات، وذلك بهدف خفض نسبة الأضرار التي تسبّبها تلك المبيدات للإنسان والحيوان والمحاصيل. ومن الطرق التي تساهم في المقاومة البيولوجية: استعمال الحشرات المفترسة والطيور وغيرها من الكائنات المتطفّلة كالبكتيريا والفيروسات والفطريات، واستخدام الموادّ الجاذبة أو الطاردة، وتعقيم الحشرات الضارّة.

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- صنع نماذج لبعض أنواع من مفصليات الأرجل.
- وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على احد وجهيها صورة لحيوان مفصلي الأرجل، وعلى الوجه الآخر الزوائد الجسمية لديه.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **مهارة الملاحظة** من خلال فحص عينات من مفصليات الأرجل الحية والهياكل الخارجية المنسلخة.
- **التواصل** من خلال كتابة فقرة عن أهمية بعض أنواع الحشرات في البيئة.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–1

1. الأرجل وقرون الاستشعار.
2. معظم مفصليات الأرجل الأرضية تتنفّس خلال الأنابيب القصبية، وأخرى تتنفّس باستخدام الرئات الكتابية. أمّا معظم مفصليات الأرجل المائية فتتنفّس بواسطة خياشيم ريشية الشكل.

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 ذريّة)، 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 مفصليات الأرجل الأرضية؟ وأيها في مفصليات الأرجل المائية؟

52

الأهداف:
* يحدد الصفات المميزة لشوكيات الجلد.
* يصف الوظائف الحيوية عند شوكيات الجلد.
* يتعرف بيئة شوكيات الجلد.

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور تظهر بنية أجسامها.
لوحات أو شفافيات وصور تظهر الوظائف الحيوية لشوكيات الجلد.

صفحات التلميذ: من ص 53 إلى ص 57

صفحات الأنشطة: من ص 24 إلى 25

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 48) واقرأ التعليق المصاحب لها.

* ما الحيوانات الأخرى التي لها المقدرة على تجديد أجزاء الجسم؟ **(ديدان البلاناريا)**

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن شوكيات الجلد، اسأل:

* هل لشوكيات الجلد كلها تماثل شعاعي مثل نجم البحر؟ **(البعض من شوكيات الجلد ليس لها تماثل شعاعي مثل خيار البحر)**
* وضح للطلاب التماثل الشعاعي عن طريق رسم مخطط لنجم البحر على السبورة. ضع علامة في المركز، ثم ارسم خطًّا من المركز إلى كل ذراع. بعد ذلك، ارسم العديد من الخطوط التي تمر بالمركز، ارسم دائرة بحيث يتلامس محيطها مع أطراف الخطوط وأطراف أذرع نجم البحر، لتوضيح وجود التماثل الشعاعي، دع الطلاب يقترحوا أشياء شائعة أخرى ذات تماثل شعاعي. **(إطار السيارة والدراجة، المروحة، الأوعية المستديرة).**

2. علّم وطبّق

1.2 بنية شوكيات الجلد

بعد أن يدرس الطلاب الشكل 50، اسأل:

* ما أجهزة الجسم الموجودة في نجم البحر؟ **(جهاز هضمي، جهاز تناسلي، جهاز وعائي مائي، جهاز هيكلي داخلي، وجهاز عصبي)**
* ما التراكيب التي تُكوّن الجهاز الوعائي المائي في نجم البحر؟ **(المصفاة، قناة حلقية، قنوات شعاعية، وأقدام أنبوبية)**

الدرس 3-2
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 قطع 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

53

* ما الوظائف الجسمية الأساسية التي يقوم بها الجهاز الوعائي المائي في شوكيات الجلد؟ **(التنفّس ، الدوران ، الحركة)**
* ما الدور الذي تقوم به الأقدام الأنبوبية؟ **(الحركة والتقاط الطعام)**
* ما هي أجهزة الجسم الموجودة داخل أذرع شوكيات الجلد؟ **(الجهاز الهضمي ، التناسلي ، العصبي ، الوعائي المائي)**
* كيف يمكن أن تُقرّر أنّ نجم البحر يتكاثر جنسيًّا؟ **(وجود مناسل)**

نشاط توضيحي

اعرض على الطلاب عينة محفوظة لنجم البحر . اسأل:

* ما بعض الصفات أو الخصائص الحيوانية التي لا تتواجد لدى نجم البحر؟ **(ستتباين الاجابات . قد يلاحظ الطلاب غياب الرأس وأعضاء الحس).**
* هل يبدو الجسم معقلًا؟ **(كلا)** أشر إلى أن غياب التعقيل يعد إحدى الدلائل على أن شوكيات الجلد غير وثيقة القربى بالديدان الحلقية ومفصليات الأرجل.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "تنوّع شوكيات الجلد" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 24 و25. يساعد هذا النشاط الطلاب على تعرّف الخصائص المشتركة لتلك الحيوانات.

علم الأحياء في حياتنا اليومية

قنفذ بحر يكتب؟

استخدمت أشواك قنفذ البحر في الماضي للكتابة على السبورات المصنوعة من الإردواز ، وكرنانات أو أجراس لتنذر بهبوب الرياح.

2.2 وظائف شوكيات الجلد

أ— التغذية

أشر إلى أنّ شوكيات الجلد متنوّعة التغذية ، فبعضها يتغذّى على الطحالب ، وبعضها يتغذّى على الفضلات ، وأنواع أخرى تتغذّى على لحوم الرخويات.

ب— التنفّس والدوران

فسّر أنّ التبادل الغازي يتمّ عبر النسيج الرقيق للأقدام الأنبوبية في بعض الأنواع من شوكيات الجلد ، وعبر الخياشيم الجلدية في بعض الأنواع الأخرى.

جـ— الإخراج

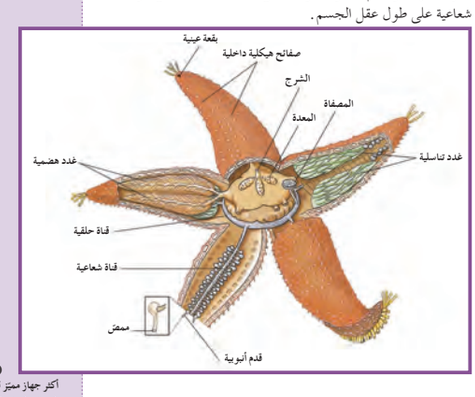
أشر إلى أنّ التخلّص من الفضلات النيتروجينية يتمّ في صورة أمونيا مباشرة إلى الماء المحيط عبر الأنسجة الرقيقة للأقدام الأنبوبية ، ويتمّ التخلّص من الفضلات الصلبة عبر الشرج.

د— الاستجابة

بالرغم من عدم وجود ترئيس في شوكيات الجلد ، إلّا أنّها تتميّز بوجود جهاز عصبي متطوّر ، مكوّن من العديد من الخلايا العصبية المبعثرة والتي تستطيع التقاط الكثير من المؤثّرات الخارجية.

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. وبرقات 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 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.

(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.

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 ممص في نهايتها.**

تسحب العضلات مركز الممصّ إلى أعلى ، مكوّنة شكل الكوب ما يُساعد على شفط السطح الذي تثبّت 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 الطافية. تتحرّك خيارات البحر مثل الجرّافات عبر أرضيّة البحار والمحيطات ، مبتلعة 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.

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 الصّلبة 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 مبعثرة تكتشف الضوء ، والجاذبية ، والموادّ الكيميائيّة المفرزة من الفرائس.

(شكل 51)
تستخدم شوكيات الجلد جميع أنواع طرق التغذية. يعدّ نجم البحر ، الموضّح في الصورة أعلاه ، من آكلات لحوم التي تتغذى على المحاريات والحيوانات ذات المصراعين الأخرى.
كيف تتغذى المجموعات الأخرى من شوكيات الجلد؟

هـ – الحركة

أشر إلى أنّ معظم شوكيات الجلد تعتمد على العضلات المتّصلة بهيكلها الداخلي في الحركة، وتساعدها أيضًا الأقدام الأنبوبية.

و – التكاثر

أشر إلى أنّ التكاثر في معظم شوكيات الجلد هو تكاثر جنسي حيث يتمّ الإخصاب خارجيًّا.

3.2 بيئة شوكيات الجلد

أشر إلى أن البيئة الرئيسية لشوكيات الجلد هي مختلف المناطق المائية. وككل كائن حي، تتأثر شوكيات الجلد بالعوامل البيئية المحيطة بها، وتؤثر بدورها على البيئة. فهي تساعد في ضبط أعداد الحيوانات التي تفترسها، لكنها قد تكون مؤذية لغيرها من الحيوانات، بخاصة الشعاب المرجانية المهدّدة من قبل أعداد كبيرة من نجم البحر الذي يتغذّى عليها.

معلومات إثرتية

يشكّل نجم البحر الذي يُسمّى نجم إكليل الشوك (أو النجم الشوكي)، خطرًا داهمًا يُهدّد الشعاب المرجانية. وقد سُمّي هذا النجم بهذا الاسم لوجود صفوف من الأشواك السامّة على امتداد أذرعه، وتقتصر تغذيته تقريبًا على المراجين. ففي الحاجز المرجاني العظيم في أستراليا، وهو أحد الأنظمة المرجانية العظيمة الأكبر في العالم، حطّم هذا الكائن مساحات شاسعة من المراجين.

ويُعتبَر بيض خيارات البحر وقنافذ البحر طعامًا شهيًّا. كما يستخدم الباحثون أيضًا بيض قنافذ البحر في الأبحاث البيولوجية. و كأعضاء جميع شعب اللافقاريات البحرية الأخرى، تُعَد شوكيات الجلدّ مصدرًا واعدًا للمستحضرات الطبية الجديدة.

من ناحية أخرى، عندما تزداد أعداد جماعات قنافذ البحر بصورة كبيرة،

فإنّها تمنع أعشاب البحر البنية الغنية بعنصر اليود والأعشاب البحرية الأخرى من أن تُثبّت نفسها في قاع البحر. فقد يُؤثّر هذا الازدياد الكبير لقنافذ البحر في النظام البيئي بأكمله.

البيئة والمجتمع

البحث عن عينات شوكيات الجلد

حفّز الطلاب لزيارة متحف علمي إذا أمكن، واطلب منهم تدوين أسماء أنواع الحيوانات اللافقارية المعروضة والتركيز على العينات المحفوظة لأنواع شوكيات الجلد في حال وجوده.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

وجّه الطلاب إلى تعرف الصورة ثم وجّه إليهم الأسئلة التالية:

* ماذا تعرف عن أنواع الحيوانات الموجودة في المحمية؟ **(تُعتبر المحمية ملاذًا آمنًا للكثير من الثدييات الكبيرة مثل القطّ الرملي والثعلب الأحمر والطيور الربيعية والخريفية كالهدهد والصرد الرمادي الكبير والبوم.)**
* ما الهدف من المحميات في دولة الكويت؟ **(إعادة توطين الحيوانات والنباتات المهدّدة بالانقراض والزوال، والمحافظة عليها.)**
* هل تحبّ أن تساعد في أنشطة بيئية لمساعدة القيّمين على المحميات؟ **(حاول أن تحفّز الطلاب وتشجّعهم على العمل التطوعي في خدمة المنشآت والمحميات البيئية لما لهذا العمل من فوائد، فهذا النوع من العمل يساعد الطالب على تنمية المهارات العملية لديه، وبثّ روح العمل الجماعي فيه للمحافظة على البيئة الكويتية.)**

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

5.2 الحركة Movement

تتحرّك معظم شوكيّات الجلد باستخدام الأقدام الأنبوبيّة وطبقات رقيقة من الألياف العضلية المثبّتة بهيكلها الداخليّ. وتُحدّد سهولة حركة شوكيّات الجلد جزئيًّا عن طريق تركيب هيكلها الداخليّ. فدولارات الرمل وقنافذ البحر لها أشواك متحرّكة مثبّتة بالهيكل الداخليّ. لنجوم البحر والنجوم الهشّة مفاصل مرنة تُمكّنها 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.

6.2 التكاثر Reproduction

تتكاثر شوكيّات الجلد بالإخصاب الخارجيّ، ومعظم أنواع نجوم البحر، منفصلة الجنس. يتمّ إنتاج الحيوانات المنويّة في الخُصَي، والبيض في المَبايض. 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.

56

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملفّ تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- صنع نموذج لحيوان شوكي الجلد مثل نجم البحر.
- وضع مجموعة بطاقات تحمل كلّ منها على احد وجهيها صورة لحيوان شوكي الجلد، وعلى الوجه الآخر اسم الحيوان وخصائص بنيته.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **مهارة الملاحظة** من خلال فحص عينات من قنافذ البحر.
- **مهارة المقارنة والمباينة** من خلال مقارنة الوظائف الحيوية عند مفصليات الأرجل وشوكيات الجلد.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–2

1. الحيوان شوكي الجلد عبارة عن حيوان له جلد شوكي، هيكل داخلي، وجهاز وعائي مائي ذي أقدام أنبوبية، ومعظم الحيوانات شوكية الجلد لها تماثل شعاعي خماسي.
2. قنافذ البحر ودولارات البحر لها صفاع تكون صندوقاً حول الأعضاء الداخلية، النجوم الهشة لها أذرع طويلة مرنة ويمكنها أن تتحرك بسرعة، خيارات البحر تشبه ثمار الخيار، نجوم البحر تتحرك بالزحف ببطء ويمكنها أن تُجدد أجزائها المقطوعة. زنابق البحر لها ساق تثبت بها نفسها بقاع البحر.
3. الجهاز الوعائي المائي عبارة عن جهاز من الأنابيب الداخلية. يقوم هذا الجهاز بالتنفّس، والدوران، والحركة.

البيئة في المجتمع

محميّة صباح الأحمد في الكويت

تقع محميّة صباح الأحمد شمال شرق الكويت على طريق الصبيه. وقد أُنشئت 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 أُنشئت 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

* قبل أن تبدأ بمراجعة الوحدة الثانية، ناقش مع الطلّاب الأفكار الرئيسة التي تعرّفوا إليها في دروس هذه الوحدة.

* تأكّد من تقدير الطلّاب أهمّية دراسة هذه الوحدة، إذ أنّها تتناول قسمًا كبيرًا من أنواع اللافقاريات والتي تشكّل 95% من الحيوانات التي تعيش على اليابسة وفي البحار والمحيطات وفي المياه العذبة. أشر إلى أنّ الأنواع التي تمّت دراستها في هذه الوحدة ليست سوى نماذج لبعض اللافقاريات، وأنّ هناك آلاف الأنواع الأخرى التي يستطيع الطالب البحث عنها في المراجع والكتب العلمية وعلى مواقع الإنترنت.

* أشر إلى أنّه من خلال دراسة هذه الوحدة، تعرّف الطلاب الخصائص التي جمعت الكائنات الحية في مجموعة واحدة تُسمَّى المملكة الحيوانية. وتعرّفوا أيضًا شعب اللافقاريات الرئيسة، وكيفية تطوّرها من حيث الشكل بدءًا من الأبسط إلى الأكثر تعقيدًا. بعد ذلك، تمكّن الطلّاب من دراسة تطوّر الأعضاء أو الأجهزة التي تقوم بالوظائف الحيوية الأساسية في أنواع اللافقاريات المختلفة. ومهما كانت تلك الأعضاء والأجهزة بسيطة أو متطوّرة التركيب، فهي تؤمّن للافقاريات التنفّس، والتغذية، والدوران، والحركة، والتكاثر، والإخراج، والاستجابة للمحيط الذي تعيش فيه تلك الحيوانات.

* تأكّد من اكتساب الطلّاب مهارات المقارنة والملاحظة والتحليل والاستنتاج، من خلال مقارنة التركيبات الخاصّة للأعضاء والأجهزة وكيفية تطوّرها، وكيفية القيام بوظائفها الحيوية.

* تأكّد من تعرُّف الطلّاب البيئات المختلفة التي تعيش فيها اللافقاريات ومدى تأثّرها وتأثيرها في تلك البيئات.

* تأكّد من تقدير الطلّاب دور العلماء في دراسة تلك الحيوانات على الرغم من الظروف الصعبة التي قد تواجههم أحياناً. فالمثابرة والثبات هما صفاتان يتمتّع بهما العلماء والباحثون لتحقيق أهدافهم مهما صادفهم من عقبات.

* تأكّد من تقدير الطلّاب وتمجيدهم للخالق الله سبحانه وتعالى في خلق الكائنات المتنوّعة ووضعها في بيئات متعدّدة لتتساعد في ما بينها أو ليستفيد أحدها من الآخر.

مراجعة الوحدة الثانية

المصطلحات

External Fertilization	الإخصاب الخارجي	Internal Fertilization	الإخصاب الداخلي
Tracheal Tubes	الأنابيب القصبية	Setae	الأشواك
Mantle	البرنس	Malpighian Tubules	أنبيبات مليجي
Mussel	بلح البحر	Eyespot	بقعة عينية
Polyp	البوليب	Pharynse	البلعوم
Cephalization	التريئس	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 خنثاث 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:

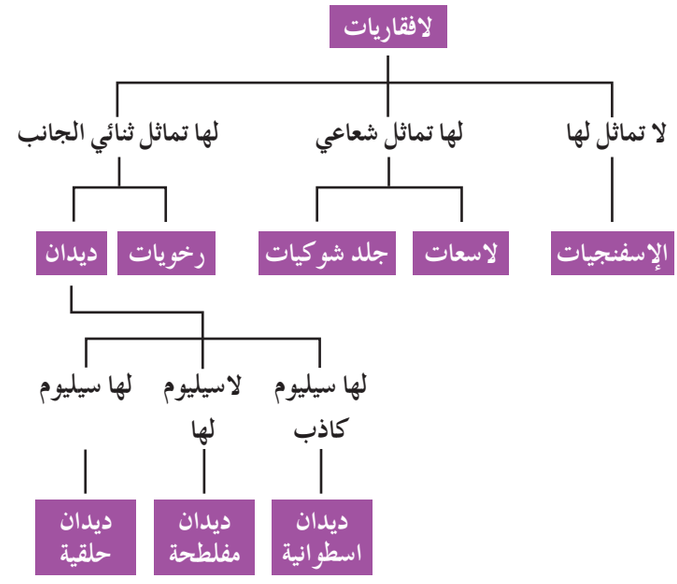
- اللاسعات هي أبسط الحيوانات التي تتميز بتماثل الجسم وبأنسجة متخصصة.
- يوجد في دورة حياة اللاسعات نوعان أساسيان من الأفراد: البوليبات (الأفراد المغتذية) والميدوزات (الأفراد الجنسية).
- يبحث العلماء البيئيون في العالم ظاهرة ابيضاض المراجين، ويعتقد بعضهم أن السبب يعود إلى ارتفاع درجات الحرارة على الأرض.

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.

خريطة مفاهيم الوحدة الثانية



(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، وتكاثر 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.

إجابات اسئلة الوحدة الثانية

تحقق من فهمك

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

1. حيوان
2. ثنائي الجانب
3. الترئيس
4. سيلوم كاذب
5. النفريدات
6. إنتاج الجاميتات
7. لها جهاز دوري مفتوح
8. الجهاز الوعائي المائي
9. الأسفنج
10. الشبكة العصبية
11. الخناث

أجب عن الأسئلة التالية بإيجاز

1. جميع الحيوانات عديدة الخلايا حقيقية النواة، غير ذاتية التغذية، وتغيب عن خلاياها الجدر الخلوية. كما تتخصص الحيوانات للقيام بجميع الوظائف الحيوية من تغذية، تنفّس، دوران، إخراج، إستجابة، حركة، تكاثر، نموّ.
2. لأن الترئيس يتضمن تواجد أعضاء الحسّ والخلايا العصبية التي تعالج المعلومات في الطرف الأمامي، فإن الحيوان يمكن أن يستجيب للبيئة بسرعة أكبر، وبطرق أكثر ملاءمة من الحيوانات الأبسط تركيبًا.
3. الهضم داخل الخلايا هو عملية هضم الطعام الذي ينتشر من الوسط الذي يعيش فيه الحيوان إلى داخل الخلايا. في الهضم خارج الخلايا يتم هضم الطعام خارج الخلايا في تراكيب متخصصة.
4. الجهاز الهضمي ذو المسار الواحد غالبًا ما يكون له مناطق متخصصة تسمح بالتخزين المؤقت للطعام، وتتم معالجته في دفعات، مثل خط التجميع في أحد المصانع.
5. الجهاز الدوري المفتوح: هو موجود في مفصليات الأرجل ومعظم الرخويات، ولا يتم الاحتفاظ فيه بالدم داخل الأوعية الدموية. يكون الدم في هذا الجهاز في تلامس مباشر مع الأنسجة، ويتجمع في جيوب أو تجاويف الجسم، ويعود مرة ثانية إلى القلب. الجهاز الدوري المغلق: هو موجود في الديدان الحلقية والحبليات حيث يحتفظ فيه بالدم داخل الأوعية الدموية تمامًا. تنتشر في هذا الجهاز المواد من الدم إلى الأجهزة، وبالعكس عبر جدار الأوعية الدموية، ويبقى ضغط الدم مرتفعًا.

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. يُعرّف 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 تُنتج كلًّا من الحيوانات المنوية والبيض تُسمّى:
☐ الأمشاج ☐ الخناث ☐ البراعم ☐ وحيدة الجنس

6. الأمونيا (النشادر)، اليوريا (البولينا)، وحمض البوليك
7. التمركز، الترئيس، والتخصص
8. الهيكل الهيدروستاتيكي: تحيط العضلات بتجويف الجسم المملوء بسائل، والذي يدعم العضلات. وهذا الهيكل موجود لدى اللاسعات. الهيكل الخارجي: جهاز من التراكيب المدعمة غير الحية والصلبة يحوي الأنسجة الحية للكائن. وهذا الهيكل موجود لدى مفصليات الأرجل. الهيكل الداخلي: جهاز من التراكيب المدعمة المطمورة داخل الأنسجة الحية للكائن. وهذا الهيكل موجود لدى شوكيات الجلد.
9. التكاثر اللاجنسي: يحتاج كائنًا واحدًا ويكون النسل أو الأبناء متماثلين وراثيًّا.
التكاثر الجنسي: يحتاج كائنان مختلفا الجنس، ويكون الإخصاب إمّا داخليًّا أو خارجيًّا، والأبناء متنوعون وراثيًّا.
10. في الإخصاب الداخلي، يتخصب البيض داخل جسم الأنثى؛ يضع الذكور الحيوانات المنوية داخل الجهاز التناسلي للأنثى. في الاخصاب الخارجي، يخصب البيض خارج جسم الأنثى بعد انطلاق الحيوانات المنوية والبيض إلى الماء.

تحقق من مهاراتك

1. دورة الحياة في اللاسعات أكثر تعقيدًا منها في الإسفنجيات. في معظم أنواع الحيوانات اللاسعة، تتطور اليرقات التي تتكون نتيجة الإخصاب إلى بوليبات. بعد ذلك تتكاثر البوليبات لاجنسيًّا، مكوّنة الميدوزات التي تتكاثر جنسيًّا لتكمل دورة الحياة. أما في الإسفنج، فلا توجد مرحلة لاجنسية في دورة الحياة الكاملة، بالرغم من أن قطعًا من الإسفنج قد تتكاثر لاجنسيًّا.
2. يمكّن التكيّف نحل العسل من حمل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى، لذلك يتم تلقيح الأزهار بهذه العملية. كما يمكّن التكيف نحل العسل من جمع الغذاء وحمله إلى الخلية.
3. لابد أن يبقى المزراق فوق قاع البحر للتنفّس والتغذية.
4. معظم التراكيب التنفّسية الموجودة في اللافقاريات رقيقة، رطبة، وذات مساحة سطح كبيرة. تتعرض التراكيب التنفّسية في اللافقاريات عادة للماء، أما الأسطح التنفّسية للحيوانات الأرضية (البرية) فتميل إلى أن تكون داخل الجسم، حيث يتم حمايتها من تعرضها للجفاف.

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 يُعتبَر 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

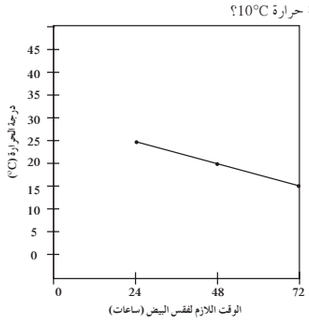
1. **تطبيق المفاهيم:** هل تعتقد أنّ دورة الحياة لدى معظم اللاسعات هي أكثر أو أقلّ تعقيدًا من دورة الحياة لدى الإسفنجيات؟ اذكر التفاصيل لتبرير إجابتك.
2. **تطبيق المفاهيم:** يُغطّي الشعر أرجل حشرات نحل العسل وأجسامها، وهو يجمع حبوب اللقاح والموادّ الأخرى. كيف يكون هذا التكيّف نافعًا للنباتات الزهرية ونحل 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.

5. التشابه: كلاهما يتناول المادّة – التربة في حالة دودة الأرض، والماء في حالة المحار – التي تحتوي الموادّ الغذائية والموادّ غير الغذائية. الاختلاف: المحار عبارة عن كائن مغتذي بالترشيح، أما دودة الأرض فليست كذلك. يدخل الغذاء جسم دودة الأرض مع التربة من خلال الفم، بينما يدخل الغذاء جسم المحار من خلال المزراق الشهيقي.
6. سيكون القوقع غير قادر على الحركة.
7. تفرز الغدد مادّة تحفّز سلوك التحضين. إذا عولجت الأخطبوطيات المتغيرة جراحيًّا بموادّ كيميائية من هذه الغدد، فستستأنف هذه الأخطبوطيات التحضين، ثم تموت بعد أن ينتهي التحضين.
8. هناك احتمال كبير أن الاخصاب بفرد آخر ينتج ترابطات جديدة بين الجينات، التي من الممكن أن تكون مفيدة للأنواع.
9. كلما انخفضت درجة الحرارة ازداد الزمن اللازم لفقس البيض.
سيستغرق البيض حوالى 62 ساعة كي يفقس عند درجة حرارة 18 °C؛ وسيستغرق 40 ساعة كي يفقس عند 25 °C. على أساس الاتجاه الموضح بالشكل البياني قد يستغرق البيض 88 ساعة كي يفقس عند 10 °C.

المشاريع

1. قد تتنوع الإجابات. يجب أن يتضمن المقال وصفًا للشكل الخارجي للدودة، وطريقة تحركها، والعمل الذي تقوم به في حفر التربة وقلبها وخلطها. يجب الانتباه لصياغة المقال بحيث يكون مناسبًا للمستوى التحصيلي لطلاب الصف الرابع أو الخامس الابتدائي.
2. قد تتنوع الإجابات: يمكن للطلاب الاطّلاع على ما تحويه محمية الشيخ صباح الأحمد من كائنات عبر شبكة الانترنت أو عبر المجلات والصحف التي تتناول المواضيع المتعلقة بالبيئة والتي تظهر أهمية انشاء المحميات.

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.

مخطط تدريس الوحدة الثالثة: الفقاريات والبيئة

الفصل الأول: الحبليات ، الأسماك والبرمائيات

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
1 - 1 الحبليات	* تحديد الصفات التي تشترك فيها جميع الحبليات. * شرح خصائص الفقاريات. * وصف مجموعتي الحبليات (اللافقارية والفقارية).		1	–	1	* شفافيات ملونة أو لوحات وصور توضح: 1. الأشكال الخارجية للحبليات، الأسماك والبرمائيات، 2. الأجهزة الداخلية للحبليات، الأسماك والبرمائيات. * شرائط فيديو * أقراص مدمجة CD – ROMs * جهاز عرض رأسي Overhead projector
1 - 2 الأسماك	* تحديد الخصائص الأساسية للأسماك. * تلخيص تطوّر الأسماك. * وصف الوظائف الحيوية الأساسية للأسماك. * تفسير كيف تكيفت للعيش في الماء.	* البيئة والمجتمع: أسواق السمك	3	1	2	
1 - 3 البرمائيات	* تحديد خصائص الحيوان البرمائي. * تلخيص أحداث تطوّر البرمائيات. * تفسير كيف تكيفت البرمائيات للحياة في الماء وعلى الأرض. * وصف الوظائف الحيوية الأساسية للبرمائيات.	* العلم والمجتمع والتكنولوجيا: إنذار برمائي	3	1	2	

الفصل الثاني: الزواحف والطيور

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
2 - 1 الزواحف	* وصف خصائص الزواحف. * تلخيص تطوّر الزواحف. * وصف الوظائف الحيوية الاساسية للزواحف. * استنتاج أنّ الزواحف هي كائنات متغيرة الحرارة. * تفسير تكيّفات الزواحف للحياة على الأرض وسلوكياتها.	* العلوم والمجتمع والتكنولوجيا: سموم أم وعود؟	3	1	2	* شفافيات ملونة أو لوحات وصورتوضح: 1. الأشكال الخارجية للزواحف والطيور. 2. الأجهزة الداخلية للزواحف والطيور. * شرائط فيديو * أقراص مدمجة CD – ROMs * جهاز عرض رأسي Overhead projector
2 - 2 الطيور	* وصف الخصائص المشتركة للطيور * تلخيص تطور الطيور. * تفسير كيف تكيّفت الطيور للطيران. * وصف الوظائف الحيوية الاساسية للطيور. * استنتاج أنّ الطيور هي حيوانات ثابتة الحرارة. * تحديد الطرق التي تتفاعل بها الطيور مع البيئة والإنسان.		2	–	2	

الفصل الثالث: الثدييات

الدرس	الأهداف	معالم الدرس	عدد الحصص			الوسائل المعينة في عملية التدريس
			إجمالي	عملي	نظري	
3 - 1 الثدييات	* إعداد قائمة بصفات الثدييات * تفسير تطور الثدييات. * وصف الوظائف الحيوية الاساسية عند الثدييات. * استنتاج أنّ الثدييات هي ثابتة الحرارة.	* علم الأحياء في حياتنا اليومية: كامل أو خالٍ من الدسم * البيئة والمجتمع: فهرسة الثدييات	2	–	2	* شفافيات ملونة أو لوحات وصور توضح: 1. الأشكال الخارجية لبعض الثدييات. 2. الأجهزة الداخلية لبعض الثدييات. * شرائط فيديو * أقراص مدمجة CD – ROMs * جهاز عرض رأسي Overhead projector
حلّ مراجعة الوحدة الثانية						
إجمالي عدد الحصص			14	4	10	

الوحدة الثالثة

الفقاريات والبيئة

مكوّنات الوحدة

الفصل الأول: الحبليات ، الأسماك والبرمائيات

1–1: الحبليات

1–2: الأسماك

1–3: البرمائيات

الفصل الثاني: الزواحف والطيور

2–1: الزواحف

2–2: الطيور

الفصل الثالث: الثدييات

3–1: الثدييات

3–2: الثدييات في الغلاف الحيوي

مقدّمة

ناقش الطلاب في محتوى صورة مقدمة الوحدة التي تمثل أحد الحيوانات الفقارية. فسر أن الكثير من الحيوانات الفقارية تعيش في مجموعات مثل أسماك الفراشة التي تعيش في المحيط الهادي. أشر إلى أن الإنسان استطاع على مدى العصور من تدجين العديد من الحيوانات الفقارية، فقام بتربيتها كحيوانات أليفة بقصد التسلية أو للاستفادة من حليبها ولحمها وجلدها.

استعرض مع الطلاب عناوين فصول الوحدة وحفزهم على طرح الأسئلة المتعلقة بالمفاهيم العلمية للوحدة.

معالم الوحدة

استعرض مع الطلاب الأنشطة الصفّية التي سيقومون بها خلال دراستهم لهذه الوحدة. ناقش معهم مدى ارتباط المحتوى العلمي للوحدة بالحياة اليومية، لا سيّما في ما يتعلّق بتقدّم التجارب العلمية والاختراعات والتكنولوجيا التي ساعدت الإنسان على اكتشاف المزيد من الأدوية والمضادات الحيوية خلال دراستهم للأنواع المختلفة للحيوانات.

اكتشف بنفسك

هل السهيم من الأسماك؟

شجّع الطلاب على المقارنة بين خصائص السهيم والأسماك، وعلى استنتاج أهمّية استخدام الحيوان لفكّيه خلال عملية اقتناص فريسته وقتلها ومضغها.

الأهداف المرجو اكتسابها بعد دراسة الوحدة الرابعة

1– يحدد المصطلحات التالية:

الأذين، البطين، البيضة الرهلية، الثديات البيوضة، الثديات الكيسية أو الجرابية، الثديات المشيمية، جهاز الخطّ الجانبي، الجيب البلعومي، الحبل الظهري، الحبل العصبي الأجوف، الحجاب الحاجز، الحوصلة، الحيوان المجتر، الحيوان الحبلي، الحيوانات البيوضة، الحيوانات البيوضة الولودة، الحيوانات الولودة

2– يتعرف المفاهيم العلمية التالية:

الأهداف المعرفية

* الخصائص التي تميز الفقاريات
* الفقاريات وخصائص كل طائفة منها
* الوظائف الحيوية الأساسية في الحيوانات الفقارية
* بيئة الحيوانات الفقارية
* تنوّع الثدييات

الأهداف المهارية

* مهارة تفسير تطوّر الفقاريات
* مهارة الملاحظة الدقيقة وتسجيل البيانات وتنظيمها
* مهارة استنتاج العلاقات من البيانات
* مهارة مقارنة الوظائف الحيوية في الفقاريات
* مهارة العمل اليدوي في تشريح الحيوانات

الأهداف الوجدانية

* ترسيخ الإيمان بوجدانية الله من خلال تعرّف الأنواع المختلفة للحيوانات
* تقدير جهود العلماء في تصنيف الأحياء والتعرّف عليها
* اكتساب ميل إيجابي نحو تبنّي الأسلوب العلمي في حلّ المشكلات
* الإيمان بأنّ الحقائق العلمية ذات طبيعة ديناميكية تتميّز بالقابلية للتغيّر والتبدّل والتعديل
* تقدير أهمّية النظافة الشخصية والعامّة في الوقاية من الأمراض
* الإيمان بعدم التشبث بالرأي ونبذ التعصّب والتطرّف

الفصل الأول

الحبليات ، الأسماك والبرمائيات

دروس الفصل

1–1: الحبليات

1–2: الأسماك

1–3: البرمائيات

مقدّمة الفصل

مهّد لدراسة الفصل عبر توجيه الطلاب إلى تعرّف صورة افتتاحية الفصل واسألهم عن الحيوان المبين في الصورة. اسأل الطلاب عن الصفة التي تشترك فيها جميع الحيوانات الفقارية وعن سبب تصنيفها ضمن مجموعة واحدة. ناقش معهم مدى معرفتهم لبعض الحيوانات الفقارية التي يعرفونها والخصائص التي يتمتعون بها. استعرض مع الطلاب عناوين الدروس الواردة في هذا الفصل.

دروس الفصل
الدرس الأوّل
• الحبليات
الدرس الثاني
• الأسماك
الدرس الثالث
• البرمائيات

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.

الأهداف:
- يحدد الصفات التي تشترك فيها جميع الحبليات.
- يشرح خصائص الفقاريات.
- يصف مجموعتي الحبليات (اللافقارية والفقارية).

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور لبعض الحيوانات الفقارية البحرية والبرية، ولأجنتها خلال المرحلة الأولى من تكوينها.

صفحات الطالب: من ص 66 إلى ص 70

صفحات الأنشطة: ص 27

عدد الحصص: 1

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 53) واقرأ التعليق المصاحب لها. فسر لهم أن النمس حيوان فقاري يتغذى على القوارض الصغيرة. اسأل:

- ما الصفة التي يجب أن تكون لدى الحيوان ليصنف كحيوان فقاري؟ **(العمود الفقري)**
- لماذا يعتبر العمود الفقري لحيوان النمس تكيفًا مهمًا؟ **(يتميز العمود الفقري للنمس بالمرونة، التي تسمح لهذا الحيوان الطويل بالمناورة خلال الانفاق الملتوية تحت الأرض، التي تحفرها القوارض.)**

2.1 إختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معرفة الطلاب عن الحبليات اسأل:

- إلى أي شعبة تنتمي الفقاريات؟ **(الحبليات)**

حفز الطلاب على مقارنة الاسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات. حدد حيوانات معينة ليركز الطلاب على ما يقومون بمقارنته. **(تقبّل جميع الإجابات المنطقية ولكن ركز على أن يتوصل الطلاب إلى أن لجميع تلك الحيوانات عمود فقري.)**

2. علّم وطبّق

1.2 خصائص الحيوان الحبلي

استخدم شفافية على جهاز العرض العلوي، وارسم عمودين وعنونهما: العمود الأوّل باسم الحبليات والثاني باسم الفقاريات. سجل أثناء الحصة صفات الحبليات.

اعرض على الطلاب صور أجنة لمختلف الحيوانات، مثل الانسان والطيور والضفادع والثعابين والأسماك. ادع الطلاب لتحديد تراكيب الحيوان الحبلي في صور الأجنة. أكد أنه ليس هناك حاجة لوجود هذه الخصائص طوال فترة حياة الحيوان، بل أن أغلب

الدرس 1-1 — 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).

66

الحبليات تتمتع بهذه الخصائص في فترة قصيرة فقط وبالتحديد خلال المراحل الجنينية.

أشر إلى أن جميع الحبليات يكون لديها في تطورها حبل عصبي أجوف ظهري الموقع، حبل ظهري، جيوب بلعومية وذيل ممتدّ خلف الشرج.

2.2 الحبليات اللافقارية

أشِر إلى أنّ السهيمات والأسيديات عبارة عن تحت شعبتين لافقاريتين لشعبة الحبليات. بعد دراسة الطلاب للشكلين 54 و55، اسأل:

* لماذا تصنف الأسيديات والسهيمات كحبليات؟ **(كل من الحيوانين لديه حبل ظهري وحبل عصبي أجوف ظهري الموقع وجيوب بلعومية وذيل خلف شرجي في بعض مراحل دورة حياته.)**
* ما التركيب الحبلي الذي يوجد في الفرد الناضج للحيوان الأسيدي؟ **(البلعوم ذو الشقوق الخيشومية)**
* بماذا تختلف الأسيديات عن الفقاريات؟ **(تفقد الأسيديات اليافعة الحبل الظهري، أمّا الفقاريات فتستبدل الحبل الظهري بعمود فقري.)**
* كيف يختلف الحيوان الأسيدي الناضج عن الطور اليرقي للحيوان الأسيدي؟ **(يرقة الأسيديات لديها الخصائص الأربع للحبليات. تفقد الأفراد الناضجة هذه الخصائص باستثناء الشقوق الخيشومية فقط.)**

إجابة أسئلة الأشكال صفحة 67 و68 من كتاب الطالب

(الشكل 55): تتواجد الأسيديات في المحيطات

(الشكل 57): تتواجد الخصائص الأربع للحبليات في السهيمات

3.2 الحبليات الفقارية

عند دراسة الطلاب للشجرة التطورية في شكل 58، ذكرهم أن الحبليات التي تقع على نفس الفرع هي أكثر ارتباطًا ببعضها البعض من الحبليات الأخرى. وضح للطلاب أن بداية التفرع تبين الأسلاف المشتركة. اسأل:

* أي مجموعتين من هذه المجموعات أكثر قربًا لبعضهما ؟ **(الطيور والزواحف)**

اشرح أن العلماء يحددون القرابة بين الكائنات اعتمادًا على أوجه التشابه في التركيب، النمو الجيني وتتابع النيكليوتيدات في الحمض النووي DNA. اسأل:

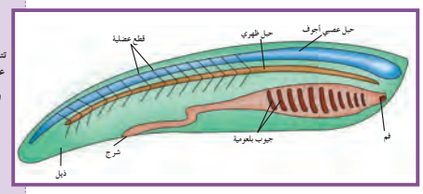
* ما التركيب المشترك بين الحبليات الفقارية؟ **(العمود الفقري)**

استخدم نموذج أو لوحة حائطية للهيكل العظمي للإنسان لتوضيح العمود الفقري. ذكر الطلاب أن في جميع الفقاريات، يتطور العمود الفقري من الحبل الظهري.

اعرض صور الهيكل العظمي لفقاريات مختلفة واطلب من الطلاب أن يلاحظوا هيكل كل حيوان، ويحددوا موقع العمود الفقري في كل حيوان. دع الطلاب يصفوا أوجه التشابه والاختلاف.

إجابة سؤال الشكل 58 صفحة 69 من كتاب الطالب

الطيور أكثر قربًا للزواحف



(شكل 54)
تشارك 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

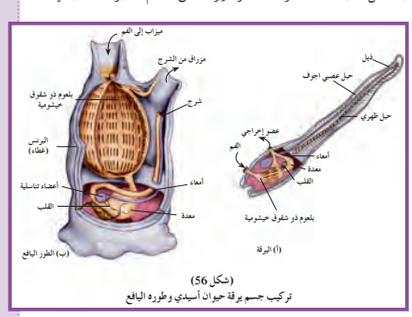
شعبتان فقط من الحبليات ليس لديهما عمود فقاري، وتُعرَفان بالحبليات اللافقارية، وهما الأسيديات Tunicates والسهيمات Lancelets. وتضمّ الشعبتان حيوانات بحرية ذات أجسام ليّنة. مثل جميع الحبليات، لهذه الحيوانات حبل عصبي أجوف، وحبل ظهري، وجيوب بلعومية، وذيل في مرحلة ما من مراحل حياتها.

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

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 وتثبّت بأحد الأسطح الصلبة.

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 شعبة 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.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "شوكيات الجلد والحبليات" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 27. ينمّي هذا النشاط مهارة المقارنة عند الطلاب من خلال دراستهم لشوكيات الجلد والحبليات.

3. قيّم وتوسّع

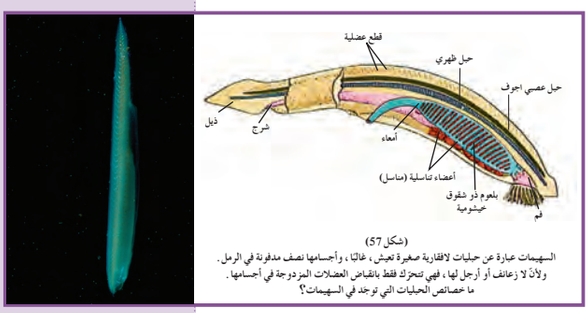
1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- صنع نموذج مجسم للتطور الجنيني لأوليات وثانويات الفم.
- وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على أحد وجهيها صورة لحيوان، وعلى الوجه الآخر نوع التماثل لجسم هذا الحيوان.
- إجراء بحث لتحديد مرحلة نمو الإنسان التي عندها تفقد إحدى خصائص الحبليات.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–1

1. – الحبل العصبي الأجوف: يمتدّ على طول الجانب الظهري، وتتفرع الأعصاب منه إلى باقي الجسم.
   – الحبل الظهري: تركيب دعامي يقع تحت الحبل العصبي تمامًا.
   – الجيوب البلعومية: تراكيب مزدوجة في منطقة الحلق.
   – الذيل: يمتد خلف الشرج.
2. على خلاف الأسيديات الناضجة، للسهيمات الناضجة منطقة رأس محددة تحتوي على الفم وتستخدم البلعوم للاغتذاء فقط.
3. العمود الفقري
4. التشابهات في التطور والتراكيب الجنينية، مثل التراكيب الحبلية النموذجية للحبل الظهري، والحبل العصبي الأجوف، والجيوب البلعومية والذيل
5. قرب البحر الناضجة غير متحركة. اليرقات حرة السباحة تنشر الصغار خلال مساحة واسعة. وذلك يقلل التنافس على الغذاء والمكان.

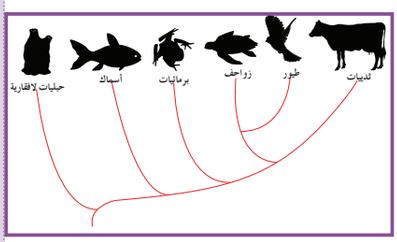


(شكل 57)
السهيمات عبارة عن حبليات لافقارية صغيرة تعيش، غالبًا، وأجسامها نصف مدفونة في الرمل. ولأنّ لا زعانف أو أرجل لها، فهي تتحرك فقط بانقباض العضلات المزدوجة في أجسامها.
ما خصائص الحبليات التي توجد في السهيمات؟

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 يُعدّ الطور اليرقي حرّ السباحة مفيدًا للأسيديات؟

الأهداف:
- يحدد الخصائص الأساسية للأسماك.
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية للأسماك.
- يفسّر كيف تكيفت الأسماك للعيش في الماء.

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور توضح أشكالًا مختلفة للأسماك والأجهزة الداخلية لها.

صفحات التلميذ: من ص 71 إلى ص 78

صفحات الأنشطة: من ص 28 إلى 29

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 59) واقرأ التعليق المصاحب لها. فسر أن الأسماك الضخمة تستطيع أن تسبح بسرعة كبيرة، ما يساعدها على مطاردة الفرائس السريعة جدًا. اسأل:

- ما ملامح تكيّف الأسماك الضخمة للسباحة؟ **(الخياشيم، الجسم الانسيابي، والذيل القوي)**
- كيف تُمكّن المساحة الكبيرة للخياشيم الأسماك الضخمة من السباحة بسرعة؟ **(تُمكّن المساحة الكبيرة للخياشيم من إجراء عملية التبادل الغازي بسرعة، ما يسمح بامتصاص الأكسجين من الماء بكميات كبيرة تساعد على عمل العضلات.)**

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن الأسماك وتصنيفها، اسأل:

- ما الذي يميز الأسماك عن الحبليات الأولية؟ **(العمود الفقري)**
- لماذا تصنف الأسماك كحيوانات متغيرة الحرارة؟ **(لأنّ درجة حرارة أجسامها تتغير مع تغير درجة حرارة البيئة التي تعيش فيها.)**

2. علّم وطبّق

1.2 خصائص الأسماك

نشاط توضيحي

أعرض أمام الطلاب مربًى مائيًّا (أكواريوم) فيه أسماك، أو اعرض عليهم صورًا لأسماك مختلفة الأنواع. دع الطلاب يلاحظوا الأسماك ويسجلوا قائمة بأوجه التشابه والإختلاف. ناقش القائمة التي أعدها الطلاب وأكد على الملامح التي يعتقد أنها تكيفات للحياة في الماء.

الدرس 1-2
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 جدًا. فكثير من الأسماك، مثل القرش Shark، وثعبان السمك (اللامبري) Lamprey، لا يُشبه إحداها الآخر.
71

الفت نظر الطلاب إلى شكل 60 وراجع وظائف كل تركيب. اسأل:

* ما الغطاء الخيشومي؟ **(شريحة عظمية من الأنسجة التي تغطّي وتحمي الخياشيم).**
* كيف تحرك الأسماك زعانفها؟ **(بالعضلات)**
* يمكنك تحديد عمر السمكة؟ **(بفحص القشور حيث يمثل كل خط فيها سنة واحدة)**

2.2 الشكل والوظيفة عند الأسماك

أ— التغذية

دع الطلاب يتتبعون مسار الغذاء خلال الجهاز الهضمي للسمكة في الشكل 62. اسأل:

* أين تحدث عملية الهضم؟ **(في المعدة، الردب الإعوري، الأمعاء)**

فسر أن حجم المعدة والأمعاء يختلف بين الأسماك وفقًا لنمط التغذية عندها. اسأل:

* هل تتوقع وجود قناة هضمية أكثر طولًا في آكلات الأعشاب أو آكلات اللحوم؟ **(آكلات الأعشاب، لأن المادة النباتية أكثر صعوبة في الهضم لوجود مادة السليلوز في جدر الخلايا النباتية.)**

فسر أن تنوع تكيفات الفم والأسنان في الأسماك هو نوع من التكيف بحسب النمط الغذائي لديهم، فأغلب آكلات اللحوم لديها أسنان مخروطية الشكل في الفكوك وسقف الفم والبلعوم، تسمّى أسنان الحلق. في العديد من آكلات اللحوم، تساعد الأسنان في الإمساك بالفريسة التي يتم بلعها إلى مريء مرن يلائم حجم الغذاء. بعض آكلات اللحوم لديها أسنان قواطع لقضم قطع غليظة من الفريسة. أسماك كثيرة ليس لديها إلّا أسنان الحلق التي تستخدم لسحق الغذاء. أنواع أخرى ليس لديها أسنان على الإطلاق، مثل الأسماك التي تتغذى على العوالق. فلهذه الأسماك العديد من القضبان الطويلة الصلبة التي تسمى حواجز خيشومية مسننة، وهي متصلة بالخيوط الخيشومية. ترشح هذه الحواجز الماء عند مروره فوق الخياشيم.

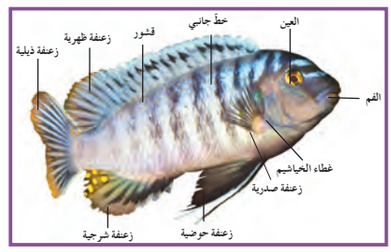
إجابة سؤال الشكل 62 صفحة 73 من كتاب الطالب

تجري عملية هضم إضافية للغذاء في الزائدة الدورية، كما أنّه يفرز أنزيمات هاضمة ويمتصّ الموادّ الغذائية.

ب— التنفّس

فسر أنّه ليس للأسماك كلّها غطاء خيشومي، وأنّه في الأسماك التي لديها هذا الغطاء، يحدث التبادل الغازي عندما يدفع الغطاء الخيشومي الماء خلال الفم وفوق الخياشيم، وتزيد ثنيات من الأنسجة تسمى الحواجز الخيشومية والخيوط الخيشومية من مساحة سطح الخياشيم. اسأل:

* ما أهمية المساحة السطحية للخياشيم؟ **(مساحة السطح الكبيرة تزيد من كمّية الأكسجين التي يتم امتصاصها من الماء.)**



(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 الحليات 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

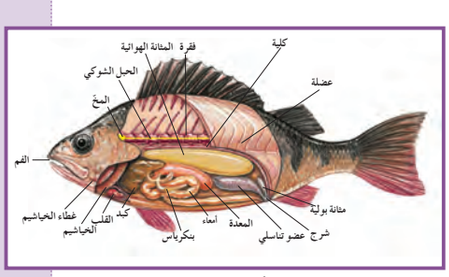
تكيّفت الأسماك لتعيش في بيئات مائية مختلفة. وقد اشتملت تلك التكيّفات أساليب مختلفة للتغذية، وتركيبات متخصّصة لتبادل الغازات، وزعانف مزدوجة للحركة.

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 تمتلك 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.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف تستخدم الأسماك الخياشيم؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 28. بعد إجراء النشاط في كتاب الأنشطة يصبح الطلاب قادرين على استنتاج دور الخياشيم في الأسماك.

إجابة سؤال الشكل 64 صفحة 74 من كتاب الطالب

يمنع المخاط الأسماك من الجفاف عند تبخر الماء.

جـ. الدوران

دع الطلاب يدرسون الشكل 65. اسأل:

* ما الذي جعل الجهاز الدوري في السمكة جهازًا مغلقًا؟ **(الدم موجود داخل الأوعية الدموية ولا يخرج منها.)**

أشر إلى أن الدم يتحرك في دورة واحدة وذلك لأن قلب السمكة له أذين واحد وبطين واحد. اسأل:

هل يدفع القلب الدم المؤكسج أي الذي يحمل الأكسجين؟ **(كلّا)** ولما لا؟ **(يدفع القلب دمًا غير مؤكسج يحمل ثاني أكسيد الكربون من الجسم مباشرة إلى الخياشيم حيث يتأكسج، ومنها يتحرك الدم المؤكسج مباشرة إلى أنسجة الجسم.)**

إجابة سؤال الشكل 65 صفحة 74 من كتاب الطالب

ينساب الدم من القلب إلى الخياشيم وهو مفتقر إلى الأكسجين.

د. الإخراج

راجع مع الطلاب خاصية الأسموزية بعرض مثال شرائح الخيار في محلول من الماء المالح، وشرائح أخرى في ماء مقطر خال من الملح، وذلك لمدة 30 دقيقة. اسأل:

* ما لذي يحصل لشرائح الخيار في كل من المحلولين؟ **(تذبل شرائح الخيار في الماء المالح لأن الماء يخرج منها، وتنتفخ في الماء المقطر لأن الماء يدخل إليها.)**
* ما الذي كان ليحدث لأسماك الماء المالح لو لم تكن لديها كليتان؟ **(تموت لأن تركيز الماء في الخارج أقل من تركيزها داخل أجسامها.)**

هـ. الاستجابة

حفز الطلاب على تقدير أهمية حواس الأسماك في البيئة التي تعيش فيها. اسأل:

* ما الذي يساعد الأسماك على الاستشعار بالبيئة المحيطة بها وعلى الاستجابة لها؟ **(جهازها العصبي)**

استعن بالشكل 66 واسأل:

* ما هي أجزاء الجهاز العصبي للسمكة؟ **(المخ، البصلتان الشميتان، الفص البصري، المخيخ، النخاع المستطيل، الحبل الشوكي والأعصاب)**

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.

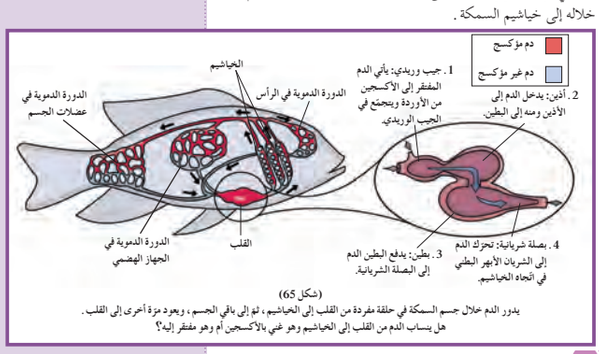
(شكل 64)
للسمكة الرئوية الإفريقية تكيّف تنفسي يسمح لها أن تعيش في المياه الضحلة المعرّضة للجفاف. فهي تدفن نفسها في الطمي، وتُغطّي نفسها بالمخاط، وتُصبح كامنة لعدّة شهور حتى تسقط الأمطار. تتنفس الأسماك الرئوية بواسطة الفم والرئتين.
كيف يكون من المفيد لهذه السمكة الرئوية أن تُغطّي نفسها بالمخاط؟

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 باتجاه 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، ثم 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

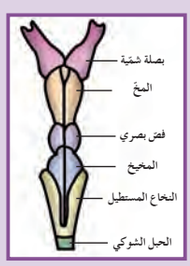
يتخلّص معظم الأسماك، كالعديد من الحيوانات المائية الأخرى، من الفضلات النيتروجينية كالأمونيا عبر الكليتين، وتنتشر بعض الفضلات الأخرى مثل ثاني أكسيد الكربون من خلال الخياشيم إلى المياه المحيطة بها.

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 مُستقبل 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 تؤدّيها القوّة الكهربائية الفجائية؟

إجابة سؤال الشكل 66 صفحة 75 من كتاب الطالب

لأسماك الكهوف فصّ بصري صغير جدًّا ومخّ أمامي ضخم وبصلتان شميتان كبيرتان لأنّ هذه الأسماك تعتمد على حاسّتها الشمّية.

و. الحركة

فسّر للطلاب أن العضلات هي الركن الأساسي لحركة الأسماك وأن الانقباض التبادلي للعضلات المزدوجة الموجودة على جانبي العمود الفقري هي التي تساعد السمكة للاندفاع للأمام بشكل منحنٍ. تساعدها في ذلك الزعانف التي تلعب دورًا مهمًّا في التوازن، والذيل في تحديد الاتّجاه.

اشرح أن عمل المثانة شبيه بعمل الخزّانات الداخلية للغوّاصة؛ عندما تكون مليئة بالماء تجعل الغواصة تغوص في الأعماق، وعندما يتم إفراغها من الماء تجعل الغواصة تطفو.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "كيف تعمل المثانة الهوائية في الأسماك؟" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 29. يساعد هذا النشاط الطلاب على فهم عمل المثانة الهوائية في الأسماك.

إجابة سؤال الشكل 67 صفحة 75 من كتاب الطالب

تؤدّي القوّة الكهربائية الفجائية إلى صعق الفريسة وإعاقة حركتها.

إجابة سؤال الشكل 68 صفحة 76 من كتاب الطالب

بيض أسماك السلمون الجاهزة للفقس

ز. التكاثر

دع الطلاب يدرسون دورة حياة أسماك السلمون في الشكل 69.

اشرح لهم أن الأسماك تشارك أسماك السلمون في بعض مراحل دورة حياتها، إلا أن معظم الأسماك لا تهاجر ذهابًا وإيابًا من المياه العذبة إلى البيئة البحرية في المراحل المختلفة من دورة حياتها.

فسّر أن معظم الأسماك بيوضة ولا تولي أية رعاية لصغارها، وهي تنتج مئات أو حتى ملايين البويضات المخصبة وتدع الطبيعة تتكفّل بها. معظم البويضات لا تتحول إلى أسماك صغيرة، بل غالبًا ما تؤكل أو تتحطم.

أشر إلى أنّ بعض الأسماك البيوضة تعتني بصغارها، وبعضها يبني أعشاشًا لحماية البيض المخصّب. مثلًا، تبني أسماك السيامي المحاربة أعشاشًا من الفقاعات، وتستخدم سمكة أبو شوكة الأغصان، وتخفي بعض أنواع البلطي البيض والصغار في فمها. تخفي أحصنة البحر البيض المخصّب في جيب حتى يصبح جاهزًا للفقس. اشرح أن الأسماك التي تعتني بصغارها لا تنتج العديد من البويضات مثل الأسماك التي تضع الآلاف منها وترحل.

4.2 بيئة الأسماك

اشرح للطلاب كيف يؤثر انشاء السدود عبر مجاري الأنهار على أعداد الأسماك. اسأل:

* لماذا تسبب السدود نقصًا أو اختزالًا في الزيادة العددية للسلمون؟ **(تمنع السدود أسماك السلمون من السباحة أعلى النهر إلى مكان وضع البيض.)**

فسر أن بعض السدود في بعض البلدان لديها مطالع سمكية تساعد السلمون في السباحة لأعلى مجرى السدود.

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 تُستخدم 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 الجوبي Guppies، فيظلّ البيض في جسم الأم بعد إخصابه داخليًا. وينمو كل جنين داخل البيضة مستخدمًا المحّ للتغذية، ثمّ تتم 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 حديدة الفقس، مثل تلك المتجمعات 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).

(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 وُلدت فيه عن طريق حاسّة الشمّ.

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

البيئة والمجتمع

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.

معلومات إثرائية

على عكس الأسماك المصعّدة التي تنتقل من البحار إلى الأنهار، تقضي بعض أنواع الأسماك حياتها في الماء العذب، وتُهاجر إلى المحيط لتضع البيض. يُسمّى هذا النوع بالأسماك الهابطة من الأنهار إلى البحار Catadromous، مثل أسماك الثعابين الأوروبية Eels التي تعيش وتتغذّى في أنهار شمال أميركا وأوروبا، ثمّ تُسافر مسافة 4800 كيلومتر لتضع بيضها في بحر شمال المحيط الأطلسي. تحمل تيّارات الماء البيض إلى الشواطئ الضحلة، وبعد أن يفقس، تنمو الأسماك وتجد طريقها إلى المياه العذبة وتُهاجر نحو أعلى النهر.

إجابة سؤال الشكل 70 صفحة 77 من كتاب الطالب

يستخدم حاسّة الشمّ.

البيئة والمجتمع

حفّز الطلاب على إجراء مسح للعمال في أسواق السمك المختلفة، بمن فيهم العمال عند أرصفة أو جسور الصيد. ذكّر الطلاب أن الأسماك تتنوع في الفصول. الأنواع المتاحة ومسافات الإبحار بالسفن تؤثر في تنوع كمّيات الأسماك وأسعارها. الخطوات التي تتخذ للمحافظة على الأسماك طازجة تشمل تجميد الأسماك بعد صيدها. قد يؤثر النقل والتخزين وتكرار التبريد على تاريخ انتهاء صلاحية التجميد.

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على أحد وجهيها صورة لأحد الأجهزة في السمك وعلى وجهها الآخر وظيفة هذا الجهاز.
- وضع خارطة مفاهيم يوضح فيها الطلاب على الأقل أربع طرق مختلفة تبين تكيف الأسماك للحياة في الماء.
- ابتكار نموذج لسمكة على أساس الخصائص المحددة لأغلب الأسماك (فقاريات مائية ذات زعانف، قشور، وخياشيم).

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–2

1. الأسماك هي فقاريات مائية لديها زعانف وقشور وخياشيم.
2. تسمح الفكوك بالدفاع والمعالجة الميكانيكية للمواد، ما يسمح بأكل أنواع متنوعة من الطعام.
   تسمح الزعانف بضبط الحركة وسرعتها.
3. طرق متنوعة للاغتذاء، الخياشيم، الزعانف الزوجية، الكليتان لضبط توازن الماء، جهاز الخط الجانبي، والمثانة الهوائية
4. الأسماك عديمة الفكوك: اللامبري أو الجريث؛
   الأسماك الغضروفية: القرش والراي؛
   الأسماك العظمية: أسماك القاع والسلمون والجريث والأسماك الرئوية
5. تحصل الأسماك على الأكسجين من الماء. في الماء غير النظيف، تكون نسبة الأكسجين منخفضة، ما يؤدي إلى اختناق الأسماك وموتها.

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.

78

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **مهارة المقارنة والمباينة** من خلال كتابة فقرة يقارنون ويباينون فيها الأجهزة الدورية للدودة الحلقية والسمكة.
- **مهارة الملاحظة** من خلال فحص عينات من الأسماك المختلفة.

الأهداف:
- يحدد خصائص الحيوان البرمائي.
- يفسر كيف تكيفت البرمائيات للحياة في الماء وعلى الأرض.
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية للبرمائيات.

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور لمختلف الأجهزة الداخلية للبرمائيات

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية للدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 71) واقرأ التعليق المصاحب لها. اسأل:

- كيف تتكاثر الضفادع؟ **(جنسيًّا بوضع البيض في الماء من قبل الأنثى وتخصيبه من قبل الذكر)**
- كيف تحدد الضفادع التي لا تصدر نقيق التزاوج مكان الرفيق المناسب؟ **(بالنظر، بالشم وباستخدام طرق المغازلة)**

2.1 إختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن البرمائيات، اسأل:

- ما أهم ميزتين تشترك فيهما الأسماك والبرمائيات؟ **(الأسماك والبرمائيات لديها عمود فقري، وهي كائنات متغيرة الحرارة.)**

2. علّم وطبّق

1.2 خصائص الحيوان البرمائي

فسر للطلاب أن كلمة برمائي تصف الحيوان الذي يستطيع العيش في الماء وعلى اليابسة. وتستلزم كل طريقة في الحياة تأقلمًا وتغيرًا في بعض الوظائف الحيوية مثل التنفس والحركة والتكاثر. يمكنك استخدام نموذج ثلاثي الأبعاد للضفدعة أو صور للأجهزة الداخلية لها. اسأل:

- ما التراكيب التي تستخدمها الضفدعة للتنفس؟ **(الرئتين والجلد)**
- ما التراكيب التي تستخدمها الضفدعة للقفز؟ **(الأرجل الخلفية)**
- ما التراكيب التي تشير إلى أن الضفدعة من الفقاريات؟ **(العمود الفقري)**

صفحات التلميذ: من ص 79 إلى ص 84

صفحات الأنشطة: من ص 30 إلى 32

عدد الحصص: 2

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.

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

2.2 الشكل والوظيفة عند البرمائيات

أ. الاغتذاء

لدى فحص الطلاب الجهاز الهضمي للضفدعة، فسر لهم أن لسانها لزج جدًّا ويشبه الورق المصمغ كثيرًا. أشر إلى أن لزوجة اللسان تعزز القدرة على الإمساك بالحشرات الطائرة.

دع الطلاب يتبعون مسار الطعام عند انتقاله خلال الجهاز الهضمي، بدءًا من التقاط الضفدعة للحشرة بواسطة لسانها، وانتهاء بالمذرق. تحقق من فهمهم لرحلة الطعام في كل جزء من الجهاز الهضمي وما الذي يحدث له في كل جزء. بعد استكمال مسار الطعام، اسأل:

* كيف يختلف الجهاز الهضمي في الشرغوف (أبو ذنيبة) عن الضفدع اليافع؟ **(للشرغوف أمعاء طولية وملتفة تساعده على هضم الأغذية النباتية.)**

إجابة سؤال الشكل 72 صفحة 80 من كتاب الطالب

الفم، المريء، الكبد، الحوصلة الصفراوية، البنكرياس، المعدة والأمعاء

ب. التنفس

أشر إلى أن الضفادع ليست لديها القدرة على الشهيق والزفير كما يفعل البشر لأنها لا تملك العضلات الخاصة بذلك. بدلًا من ذلك، هي تملأ تجويف الفم بالهواء، ثم تغلق الفم، وتدفع الهواء للخلف خلال فتحة المزمار إلى الرئتين، وتغلق فتحة المزمار ليبقى الهواء داخل الرئتين. عندما تمتلئ الرئتان بالهواء، تحافظ الضفدعة على انبساط باطن الفم وانقباضه. هذه العملية تجعل الهواء يدخل إلى الفم ويخرج منه خلال فتحتي الأنف. في الوقت ذاته، يحدث بعض التبادل الغازي خلال أنسجة الفم. استمرارية حركة الهواء إلى الداخل والخارج ينقّي ما تبقّى من هواء من التنفس الأخير. عند فتحة المزمار والفم، يتم إفراغ الرئتين من الهواء بسرعة، ثم تبدأ العملية من جديد.

جـ. الدوران

دع الطلاب يتتبعون مسار الدم خلال قلب الضفدعة. اسأل:

* كم دورة يوجد في الجهاز الدوري للضفدعة؟ **(اثنتان: واحدة من القلب إلى الرئتين وبالعكس، والثانية من القلب إلى أنحاء الجسم وبالعكس)**

أشر إلى أن الشراغيف لديها قلب وجهاز دوري يشبه جهاز الأسماك، ولكنها تتحول إلى جهاز دوري ذي دورتين خلال مراحل التحول، وأن نظام الدورتين مرتبط بتطوّر رئتي الحيوانات الأرضية.

د. الإخراج

أشر إلى أن الإخراج يتمّ في البرمائيات على شكل بول بفضل عمل الكليتين اللتين ترشحان الفضلات النيتروجينية من الدم.

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 يُعدّ 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 المواد 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

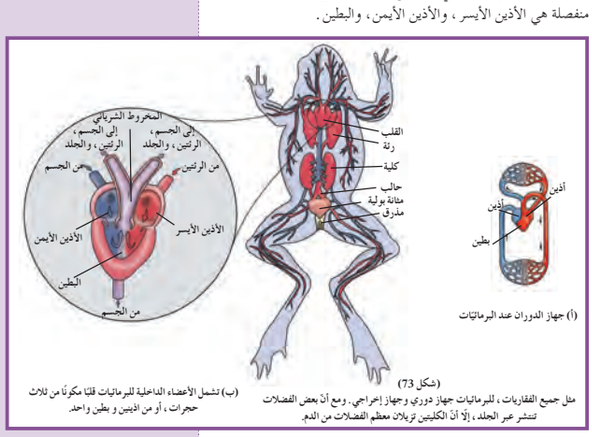
في أغلب الأطوار اليرقية للبرمائيات، يتمّ التبادل الغازي عبر الجلد، أو خلال الخياشيم. عندما يصبح الحيوان البرمائي يافعًا، تحلّ الرئتان محلّ الخياشيم، ويستمرّ حدوث بعض من التبادل الغازي عبر الجلد وبطانة تجويف الفم. لقد تطوّرت الرئات لدى الضفادع بصورة أفضل لدى عن السلمندرات، حتى أنّ الكثير منها ليس له رئتان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



(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 يُخزّن في مثانة بولية صغيرة تعلو المذرق.

هـ. التكاثر

دع الطلاب يتتبعون خطوات تحول الشرغوف إلى ضفدع، اسأل:

* ما أوجه تشابه الشراغيف والأسماك؟ **(الشراغيف والأسماك لديها خياشيم وذيول وجهاز خط جانبي وتعيش في الماء.)**
* بأي طرق تحولت الشراغيف للعيش على الأرض؟ **(بتطور الأرجل والرئتين وجهاز هضمي يسمح بهضم اللحوم.)**

في المناطق الإستوائية، تتكاثر أنواع عديدة من ضفادع الأشجار على الأشجار عن طريق وضع البيض في الماء المحصور في الزاوية بين جذع الشجرة والفرع الكبير. يخصب البيض ويحدث التحول في هذه الجيوب في الماء.

أشر إلى أنه بمشاهدة الضفدعة من الخارج، من الصعب أن تعرف إن كانت ذكرًا أم أنثى، فالاختلافات الجنسية في الضفادع غالبًا ما تكون داخلية تمامًا. أنثى الضفدع لديها زوج من المبايض الضخمة تنتج وتفرز البويضات التي تمر إلى منطقة للتخزين بالقرب من المذرق. تحيط جدر قناة المبيض البيض بمادة جيلاتينية قبل إفراز البيض إلى الخارج. لذكور الضفادع خصيتان تفرزان الحيوانات المنوية التي تمر من الخصي عبر سلسلة من القنوات داخل المذرق. بعض الضفادع لديها حوصلة منوية لتخزين الحيوانات المنوية.

إجابة سؤال الشكل 74 صفحة 82 من كتاب الطالب

لكليهما ذيول وخياشيم وجهاز خط جانبي، ولكن الشرغوف ليس له زعانف حقيقية. وتنمو للشرغوف أطراف ورئتان ليصبح فردًا يافعًا.)

و. الحركة

أشر إلى أن حركة البرمائيات تعتمد على وجود الأطراف الأمامية والخلفية التي تساعدها على المشي أو القفز عندما تكون على اليابسة. دع الطلاب يميّزون حركة البرمائيات اليافعة في الماء وعلى اليابسة.

ز. الاستجابة

حفز الطلاب على التفكير في كيفية مساعدة حواس الضفدعة في حمايتها من الحيوانات المفترسة. اسأل:

* كيف تشعر الضفدع بالحيوان المفترس؟ **(بالنظر أو الصوت)**
* كيف تحمي الضفدعة نفسها من المفترسات؟ **(بالقفز أو السباحة بعيدًا، أو بالتمويه أو تصبح سامة)**

إجابة سؤال الشكل 75 صفحة 83 من كتاب الطالب

لتجد الرفيق، وتحدد الفريسة، وتهرب من المفترسات.

علم الأحياء في حياتنا اليومية

سمّ جلد الضفدع

أشر إلى أن بعض الأشخاص يمارسون في الغابات الممطرة في أمريكا الجنوبية عادات مارسها أسلافهم منذ قرون بعيدة. فمثلًا، كان وما زال أولئك الأشخاص يستخدمون السمّ الذي تفرزه غدد ضفادع معينة في أغراض مختلفة في صناعة أطراف سامّة للأسهم المستخدمة في قتل الحيوانات أو صيدها لهدف الغذاء والكساء.

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 خارجيًا. أما لدى أنواع قليلة منها، والتي هي في معظمها من السلمندرات، يتمّ إخصاب البيض داخليًا.

تضع أنثى الضفادع حوالى 200 بيضة، يقوم الذكر بإخصابها خارجيًا. تُغلّف 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

سمّ 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 لتُستخدم 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.

(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.

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.

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.

3.2 بيئة البرمائيات

فسر أن الحيوانات البرمائية تشكل مؤشرات جيدة للتغيرات في البيئة. حفز الطلاب ليحدّدوا صفات البرمائيات التي تجعلها سريعة التأثر بالتغيرات البيئية. **(جلد رطب، جسم صغير، بيض بدون قشرة، تعتمد على كل من اليابسة والماء)**

اعقد مناقشة داخل الفصل عن بعض المشاكل المرتبطة باستخدام المبيدات الكيميائية. اسأل:

* كيف تؤثر المبيدات التي تستهدف الحشرات على البرمائيات؟ **(قد تتضرر البرمائيات أو تقتل إذا أكلت الحشرات المتسمّمة.)**
* لماذا تعتبر المفترسات الطبيعية أفضل من المبيدات الكيميائية في السيطرة على الحشرات الضارة؟ **(لأنّها تختزل عدد الحشرات الضارة بدون أن تسبب ضررًا للحيوانات الأخرى.)**

معلومات إثرائية

السلمندرات حديثة الفقس، فهي من آكلات اللحوم، فتتغذّى على أغذية تشبه ما يتناوله آباؤها من ديدان وحشرات. وبدورها تُؤكَل البرمائيات من قِبَل الحيوانات الأخرى، فهي فريسة لبعض الأسماك والثعابين والسلاحف والطيور وبعض الثدييات.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "الثبات الداخلي في الأسماك والبرمائيات" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 30، 31 و32.

يساعد هذا النشاط الطلاب على استكشاف الثبات الداخلي في الأسماك والبرمائيات والمقارنة بينهما.

العلم والمجتمع والتكنولوجيا

إنذار برمائي

فسّر أنّ الكثير من الحيوانات تعتبر مؤشّرات حيوية، أي أنّها تدلّ على تغيّرات بيئية معيّنة. ويطرح انخفاض عدد البرمائيات تساؤلات عديدة عن سبب ذلك الانخفاض، ويرجع معظم العلماء السبب إلى الكثير من المشاكل البيئية التي تواجه الكرة الأرضية.

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

* وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على أحد وجهيها صورة لأحد الأجهزة في الضفدع وعلى وجهها الآخر وظيفة هذا الجهاز.
* وضع خارطة مفاهيم يوضح فيها الطلاب على الأقل أربع طرق مختلفة تبيّن تكيّف البرمائيات للحياة في الماء وعلى اليابسة.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 1–3

1. فقاريات تعيش في الماء في الطور اليرقي، تتنفّس بواسطة الخياشيم، تعيش على الأرض في الطور اليافع، تتنفس بالرئتين، ولديها جلد رطب وغدد مخاطية، ولا يوجد لها قشور أو مخالب.
2. وجود عظام قوية، عظمة قص تدعم الأعضاء الداخلية وتحميها، ورئتين
3. بيض بدون قشرة ويرقات مائية

(أ) يتكوّن الجهاز الدوري للضفدع من دورتين، أما الجهاز الدوري للسمكة فيتكوّن من دورة مفردة.

(ب) يتكوّن قلب البرمائيات من أذينين وبطين واحد.

(جـ) يساعد الجهاز الدوري الضفدع عبر إمداد الأنسجة بالدم الغني بالأكسجين بشكل كبير وكافٍ، لأنه يصل إليها بضغط مرتفع من القلب مباشرة وليس من الخياشيم كما يحدث عند السمكة.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

* **مهارة المقارنة والمباينة** من خلال كتابة فقرة يقارنون ويباينون فيها الأجهزة الداخلية للأسماك والبرمائيات.
* **مهارة الملاحظة** من خلال فحص الأجهزة الداخلية المختلفة للبرمائيات خلال التشريح.

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 منفذ وبيضها عديم القشرة. كل ذلك يجعل البرمائيات سريعة التأثر 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؟

84

الزواحف والطيور

دروس الفصل

الدرس 1–2: الزواحف

الدرس 2–2: الطيور

مقدمة الفصل

مهّد لدراسة الفصل عبر توجيه الطلاب للتعرّف إلى صورة افتتاحية الفصل واسألهم عن الحيوان المبين في الصورة. **(السلحفاة البحرية)** اسأل الطلاب عن الصفة التي يشترك فيها هذا الحيوان مع الأسماك والبرمائيات **(جميعها حيوانات فقارية)** ناقش الطلاب معرفتهم لمراحل حياة السلحفاة البحرية. اسأل:

* لماذا تقطع تلك السلحفاة آلاف الكيلومترات لتصل إلى الشطّ؟ **(لتضع بيضها وتخفيه في الرمال)**
* هل تعتبر السلحفاة البحرية من البرمائيات؟ **(كلّا، فهي لا تتمتع بأي من الصفات أو الخصائص التي تميز معظم البرمائيات.)**

استعرض مع الطلاب عنواني الدرسين الواردين في هذا الفصل.

دروس الفصل
الدرس الأوّل
• الزواحف
الدرس الثاني
• الطيور

تعيش سلاحف البحر طيلة حياتها في البحار والمحيطات، ولكنّ إناثها تعود كلّ عامين أو ثلاثة أعوام، في رحلة تُقدَّر بآلاف الكيلومترات، إلى الشاطئ الذي وُلدت 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.

الأهداف:
- يصف خصائص الزواحف.
- يفسر كيف تكيفت الزواحف للحياة على الأرض.
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية للزواحف.

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور لبعض الزواحف ولمختلف أجهزتها الداخلية

صفحات التلميذ: من ص 86 إلى ص 92

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 77) واقرأ التعليق المصاحب لها. فسر أن معظم الثعابين لا تمضغ طعامها، ولكنها تبتلعه كاملًا. اسأل:

- كيف يأكل الثعبان الصغير بيضة كبيرة الحجم؟ **(يستطيع ذلك لأنّ فكّيه غير متصلين ببعضهما البعض.)**

2.1 إختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن الزواحف، اسأل:

- ما الحيوانات التي تحدّدها كزواحف؟ **(التماسيح، السحالي، الثعابين)**
- هل الزواحف متغيّرة الحرارة أم ثابتة الحرارة؟ **(متغيرة الحرارة)**

2. علّم وطبّق

1.2 خصائص الحيوان الزاحف

- هل لدى البرمائيات والزواحف أي صفات مشتركة؟ **(الرئات والعمود الفقري والأطراف)**
- ما المميّزات التي تساعد الزواحف على الحياة على اليابسة؟ **(الجلد الحرشفي الجافّ الذي يحميها من الجفاف، والبيض الرهلي ذو الأغشية العديدة الذي يفقس على اليابسة ولا يحتاج الماء.)**

شجع الطلاب على الاستمرار في المقارنة بين البرمائيات والزواحف خلال الدرس.

2.2 الشكل والوظيفة عند الزواحف

أ. ضبط درجة حرارة الجسم

وضّح كيف أن الحيوانات متغيرة الحرارة تضبط درجة حرارة أجسامها، وذلك من خلال وضع صخرة تحت مصباح ساخن، وأخرى في ماء بارد وثالثة في بقعة ظليلة. دع الطلاب يتوقّعون درجات الحرارة عند قمّة الصخرة في كلّ موقع، استخدم الترمومتر

لقياس درجة الحرارة في المواقع الثلاثة. **(سوف تكون الصخرة التي تحت المصباح الساخن أكثر دفئًا.)**

ناقش الطرق المختلفة التي يحافظ بها الطلاب على أنفسهم من الحرارة العالية أو المتدنّية، ثم قارن بين سلوكهم وسلوك الحيوانات متغيّرة الحرارة.

ناقش سلوك الحيوانات متغيّرة الحرارة مثل السحلية التي تبقى في الشمس حتّى تدفأ، وحين تصل درجة حرارة جسمها إلى درجة معينة، تبدأ بالحركة لإنجاز أعمالها. وإذا أصبحت السحلية دافئة جدًّا، تبحث عن مكان ظليل تفقد فيه الحرارة. أشر إلى أن جميع الحيوانات لديها درجة حرارة داخلية نوعية تستجيب لها العضلات بصورة جيدة. وفي حال ارتفاع درجة حرارة الجسم بدرجة عالية جدًّا، تجهد العضلات بسهولة وتتوتّر أجهزة الجسم الأخرى.

تخفض الحيوانات متغيّرة الحرارة معدّل الأيض أو التمثيل الغذائي عندها وقت الراحة. لذلك لا تنتج حرارة داخلية عالية، ويفقد معظم هذه الحرارة في حال عدم وجود مادة عازلة مثل الشعر أو الريش.

ب. الاغتذاء

أشر إلى أن بعض الزواحف هي آكلات أعشاب وبعضها الآخر آكلات لحوم. دع الطلاب يبحثون عن عدد من الزواحف ويحدّدون الأطعمة التي تتغذّى عليها.

نشاط توضيحي

وزّع شفّاطات أو قطّارات بلاستيك وصلصالًا ناعمًا على الطلاب. حفّزهم على إيجاد طريقة لتحريك الصلصال داخل القطّارة. **(يمكن أن يتحرّك الصلصال داخل القطّارة عبر الضغط المتتالي على جوانبها المطاطية.)** فسّر للطلاب أن الثعابين تستخدم الأسلوب نفسه أي الضغط بانقباض العضلات لابتلاع الطعام وإدخاله إلى الفم، ثمّ إلى المريء.

إجابة سؤال الشكل 79 صفحة 88 من كتاب الطالب

الأنياب تحمي الثعابين من المفترسات.

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، فتخطفها بفكوكها، ثمّ تبتلعها كاملة (الشكل 79).

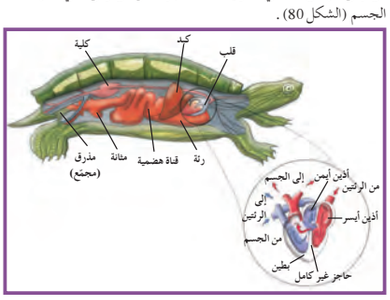
التماسيح و القاطورات (التماسيح الأميركية) Alligators تأكل الأسماك وأيّ حيوان أرضي يُمكن أن تمسك بها. أمّا الحرباء Chameleon، فلها ألسنة لاصقة طويلة بطول أجسامها، تقلبها إلى الخارج لصيد الحشرات.

3.2 التنفّس Respiration

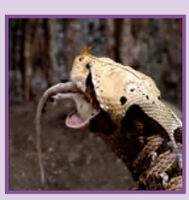
تُوسّع رئات الزواحف الإسفنجية مساحة للتبادل الغازي أكبر من تلك لدى البرمائيات. لكنّها على عكس البرمائيات، لا تستطيع الزواحف أن تتبادل الغازات عبر جلدها. للعديد من الزواحف عضلات حول ضلوعها تُساعدها على توسيع التجويف الصدري خلال الشهيق، وتقليصه لتدفع الهواء إلى الخارج أثناء الزفير. لدى أنواع مختلفة من 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.

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).



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.



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

(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؟

جـ. التنفّس

أشر إلى أن الرئات في الزواحف هي إسفنجية وتغطّي مساحة واسعة للتبادل الغازي. وعلى عكس البرمائيات، لا تستطيع الزواحف التنفس عبر جلدها.

د. الدوران

دع الطلاب يتتبعون مسار الدم خلال القلب. تأكد من فهمهم أن الدورة الدموية عبارة عن دورتين، تمامًا مثل الدورة الدموية عند البرمائيات. أشر إلى أن الدم المؤكسج الغني بالأكسجين المنساب من الرئتين، والدم غير المؤكسج أو قليل الأكسجين المنساب من الجسم يتّجهان خلال البطين المفرد في الوقت نفسه. اسأل:

* ما التركيب الموجود داخل القلب والذي يفصل الدم المؤكسج عن غير المؤكسج؟ **(حاجز داخلي غير كامل في البطين)**
* أي الزواحف لديها بطينان بدلًا من بطين واحد؟ **(التماسيح والقاطورات)**

إجابة سؤال الشكل 80 صفحة 88 من كتاب الطالب

ينساب الدم من الجسم إلى الأذين الأيمن إلى البطين إلى الرئتين إلى الأذين الأيسر إلى البطين إلى الجسم.

هـ. الإخراج

فسر أن الأحماض الأمينية الزائدة لا تخزّن ولا يتم إخراجها، بل يتمّ تكسيرها وتستخدم كوقود للجسم. ينتج عن تكسير الأحماض الأمينية الأمونيا، ولا يمكن للخلايا أن تحيا في وسط ذي تركيز عالٍ للأمونيا. ويحتاج الجرام الواحد من الأمونيا إلى ما بين 300 و500 ملّلتر من الماء ليذوب ويتمّ نقله بدون إلحاق أيّ أذًى بالخلايا. وفي العديد من الحيوانات الصغيرة، تنتشر الأمونيا بسهولة من أنسجة أجسامها مباشرة إلى الماء. أمّا الحيوانات الأرضية، فهي بحاجة إلى المحافظة على الماء في جسمها. لذلك تحول معظم الزواحف الأمونيا إلى أحماض البوليك الأقلّ سمّية من الأمونيا والأقلّ ذوبانًا، فالجرام الواحد من حمض البوليك يحتاج 10 ملّلتر من الماء حتّى يتمّ نقله. وفي الجهاز الإخراجي يعود معظم الماء إلى الجسم، والبلورات الصلبة لحمض البوليك تزال إلى الخارج على شكل عجينة سميكة.

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. تُخرج 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 الثديات أفاعي الحُفَر.
كيف تميّز هذه الأعضاء الثعابين السامّة عن غيرها من الزواحف؟

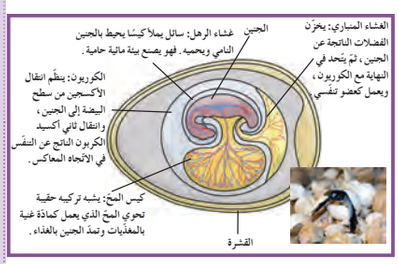
(شكل 82)
لا تتحرّك السحلية ذات الأنف الجارو في إلى الأمام، بل ترفع أقدامها لتحدّ من التلامس مع رمل الصحراء الساخن. تدفع الأفعى الصغيرة ذات الجرس نفسها إلى الأمام من خلال غرس الحراشف البطنية في الكثبان الرملية، بينما تدفع جسمها في موجات طويلة منحنية.
كيف تختلف أرجل السحلية عن تلك التي لدى البرمائيات؟

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.

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 سترداه لدى الطيور أيضًا، أحد أهمّ التكيّفات للحياة على اليابسة.

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



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

و. الاستجابة

أشر إلى أنّ الزواحف تتميّز بوجود جهاز عصبي متطوّر، وأنّ لها أعضاء حسّية تستطيع اكتشاف المؤثّرات الخارجية والاستجابة لها، مثل التقاط الذبذبات أو الاهتزازات الأرضية، أو كشف الموادّ الكيميائية.

إجابة سؤال الشكل 81 صفحة 89 من كتاب الطالب

يمكنهم إضافة حواس كيميائية مع القدرة على الإحساس بحرارة الفريسة، وهكذا يحددون موقع الفريسة.

ز. الحركة

فسّر أنّ الأطراف القوية والكبيرة للزواحف تمكّنها من القيام بأنواع كثيرة من الحركة، مثل المشي والجري والزحف والسباحة والتسلّق، وأنّ تلك الأطراف تستطيع حمل كتلة الحيوان الكبيرة.

إجابة سؤال الشكل 82 صفحة 89 من كتاب الطالب

أرجل السحلية أقوى وأكبر من أرجل البرمائيات ،وتتحرّك بعيدًا عن جسم الحيوان.

حـ. التكاثر

حفّز الطلاب على الاستدلال عن معدّلات البقاء على قيد الحياة لأجنّة الزواحف البيوضة والبيوضة الولودة. اسأل:

* أيّ الأجنّة من المحتمل أن تفقس، بيض السلاحف المهجور في الأعشاش أم بيض السحالي داخل جسم الأم؟ **(بيض السحالي لأنّ له حماية أفضل من المفترسات.)**
* ما التكيّفات التي تميّز الزواحف البيوضة الولودة عن الزواحف البيوضة؟ **(تضع الزواحف البيوضة الولودة أعدادًا أقلّ من أعداد البيض التي تضعها الزواحف البيوضة المعرّضة للكثير من المخاطر.)**

أشر إلى أن النتيجة النهائية هي نفسها تقريبًا في كلّ من الأنواع البيوضة الولودة والبيوضة، فالنوعين يضعان البيض بشكل يكفل بقاء النوع واستمراريته. وتستهلك الحيوانات البيوضة الطاقة في إنتاج البيض، بينما تستهلك الحيوانات البيوضة الولودة الطاقة في حماية صغارها.

دع الطلاب يدرسون شكل 84 لمراجعة التكيف والوظيفة لأجزاء البيض الرهلي، ثم دعهم يقارنون بيض البرمائيات بالبيض الرهلي. اسأل:

* كيف مكّنت أجزاء البيض الرهلي الزواحف من البقاء على قيد الحياة على اليابسة؟ **(القشرة: تحمي من الجفاف ؛ الغشاء المنباري والكوريون: التبادل الغازي ؛ كيس المح: يؤمّن غذاء الجنين ؛ غشاء الرهل: بيئة مائية تعمل كوسادة للجنين للوقاية من الصدمات)**
* لماذا لا تعتمد الزواحف على الماء للتكاثر؟ **(لأنّ الإخصاب داخلي والبيض رهلي)**

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.

إجابة سؤال الشكل 83 صفحة 90 من كتاب الطالب

لزيادة الفرصة بنجاة بعض البيض من الافتراس، وذلك لأن السلاحف لا تحمي صغارها من الحيوانات المفترسة.

نشاط توضيحي

وزّع بيضة دجاجة مسلوقة لكلّ مجموعة من الطلاب. ادع كلّ مجموعة إلى أخذ مقطع نصفي طولي في البيضة وتحديد التراكيب الخاصّة بها. دع الطلاب يقارنون بيضة الدجاجة ببيضة الزواحف في شكل 86. اطلب منهم أن يقارنوا ملاحظاتهم بملاحظة زملائهم. فسّر للطلاب أنّ بيض الدجاج غني بالبروتين والمغذّيات الأخرى، ودعهم يبحثون عن الأملاح المعدنية والفيتامينات في البيضة.

4.2 بيئة الزواحف

اعرض أشياء أو صورًا لأشياء مصنوعة من جلود الثعابين والتماسيح وأصداف السلاحف، وفسّر للطلاب مدى أهمّية الزواحف للغلاف الحيوي وكيف أنّ الناس يهدّدون بقاءها على قيد الحياة أحيانًا. أشر إلى أنّ السلاحف استوطنت محيطات الأرض منذ ملايين السنين ولكنّ أعدادها حاليًّا في تناقص كبير في العالم أجمع، ويعود ذلك إمّا إلى صيدها لتؤكل لحومها وبيضها وتستخدم جلودها وأصدافها، وإمّا لموتها بسبب التلوث المائي وإطعامها النفايات.

معلومات إثرائية

تُمضي معظم الزواحف وقتها بحثًا عن الغذاء بهدوء، متجنّبة الخطر. وعندما تشعر بأنّها مهدّدة، تبدأ بالجري أو الاختباء. وتُظهر زواحف أخرى سلوكيات متنوّعة بهدف إبعاد الحيوانات المفترسة عنها.

تُظهر بعض الزواحف سلوكيات أخرى بهدف التزاوج إذ يعرض الكثير من ذكور السحليات أهدابًا أو نتوءات جلدية ملوّنة لجذب الإناث. وينفخ ذكر سحلية الأنول Anole كيسًا في الحلق مروحي الشكل ذا لون برّاق لجذب الإناث. كما تستخدم الذكور هذا الكيس أيضًا لتُدافع عن المناطق التي تعيش فيها ولتُطارد الذكور الأخرى.

بعد التزاوج، يضع العديد من الزواحف البيض في الرمل أو التربة أو بين جذوع الأشجار المتعفّنة، وتدفن بعض الزواحف الأخرى البيض في أعشاش محفورة بعمق في التربة، أو في حفر صغيرة في الأرض حيث يبقى دافئًا لتكتمل عملية نموّ الجنين. وتترك معظم الزواحف البيض بعد أن تضعه من دون رعاية حتّى تخرج الصغار منها بعد الفقس.

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- وضع لوحة تظهر التكاثر لعدد من الزواحف.
- وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على أحد وجهيها صورة لحيوان من الزواحف، وعلى الوجه الآخر وصف أحد الوظائف الحيوية عند هذا الحيوان.

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؟

92

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2-1

1. فقاريات، جلد قشري، رئتان، بيض رهلي
2. الرئتان، جهاز دوري ذو دورتين، أطراف قوية، جهاز إخراجي فعّال، البيض ذو قشرة، إخصاب داخلي
3. إنها تحوّل الأمونيا إلى حمض البوليك الذي يخرج من الجسم مع باقي الفضلات على شكل كتلة بيضاء صلبة.
4. من خلال سلوكها، فتحافظ على أجسامها دافئة في الشمس أو تسكن تحت الماء.
5. بعض الزواحف يجب أن تستعمر مناطق باردة جدًّا بالنسبة لها، وقد يموت البعض إذا لم ينجح في منافسة مع الكائنات المحبة للرطوبة، مثل البرمائيات.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

- **المقارنة والمباينة** من خلال دراسة الوظائف الحيوية للبرمائيات والزواحف.
- **الاستنتاج** من خلال ربط الشكل الخارجي للزواحف بوظائفها الحيوية.

الأهداف:
- يصف الخصائص المشتركة للطيور.
- يفسر كيف تكيفت الطيور للطيران.
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية للطيور.
- يستنتج أنّ الطيور هي حيوانات ثابتة الحرارة.
- يحدد الطرق التي تتفاعل بها الطيور مع البيئة والإنسان.

الأدوات المستعملة: لوحات أو شفافيات وصور توضح أشكالًا مختلفة للطيور، ولأنواع المناقير والأرجل والأجهزة الداخلية لديها.

صفحات التلميذ: من ص 93 إلى ص 100

صفحات الأنشطة: من ص 33 إلى 35

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 85) واقرأ التعليق المصاحب لها. أشر إلى أن الصقر الجوال يصنف على أنه طائر مفترس. اسأل:

- كيف تكيفت المخالب والمنقار للصقر الجوال للحصول على الغذاء؟ **(المخالب طويلة وحادة لتقبض على الفريسة وتمزّقها، والمنقار قوي ذو قمة مدبّبة مقوسة لتمزيق الفريسة إلى أجزاء.)**

2.1 إختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن الطيور، اسأل:

- ما المعلم التطوري المشترك لكل من الزواحف والطيور؟ **(الأمنيون أو غشاء الرهل)**
- ما المعلم التطوري الذي يفصل الطيور عن الزواحف؟ **(الريش)**

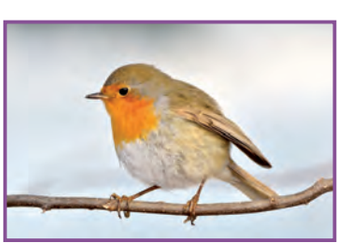
2. علّم وطبّق

1.2 خصائص الطيور

فسر أنّ الريش يميز الطيور عن الحيوانات الفقارية الأخرى، وأنّه أكسب الطيور القدرة على أن تكون حيوانات ثابتة الحرارة. ارِ الطلاب عددًا من أنواع مختلفة من ريش الطيور: حمام، عصافير، دجاج... دع الطلاب يقارنون ويباينون بين التركيب والوظيفة لكل من الريش المحيطي والريش الزغبي. اسأل:

- أي نوع من الريش يعزل جسم الطائر؟ **(الزغبي)**
- أي نوع من الريش يساعد الطائر على الطيران؟ **(الريش المحيطي)**

الأهداف العامة
- يصف الخصائص المشتركة للطيور.
- يُلخّص تطوّر الطيور.
- يفسّر 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.

* هل تتوقّع أنّ طائرًا بريش زغبي فقط يمكنه الطيران؟ **(لا ، الريش الزغبي لا يكسب الطائر القدرة التي يحتاجها للطيران .)**

أخبرهم أنه عبر التاريخ استخدم الناس ريش الطيور . اسأل:

* لماذا استخدم الناس ريش الطيور؟ **(للزينة ، كمادة عازلة ، في صناعة الوسائد ، كأقلام ...)**

2.2 الشكل والوظيفة عند الطيور

أ. ضبط درجة حرارة الجسم

دع الطلاب يختبرون كيف أن العزل يساعد على حفظ الحرارة . اسمح لمجموعات الطلاب بإعداد قائمة بالمواد التي تعتبر عوازل جيدة للحرارة . اطلب إليهم اختبار هذه المواد وكيفية محافظتها على الأشياء دافئة . قد يستنبط الطلاب خطة بسيطة مثل تغطية وعاء من الماء الساخن بقطعة من الصوف ، ثم قياس درجة حرارة الماء بعد مرور وقت معين لتحديد كمية الحرارة التي فقدت . فكلما كان العزل أفضل كانت كمية الحرارة المفقودة أقل .

إجابة سؤال الشكل 87 صفحة 95 من كتاب الطالب

الأسماك

ب. الاغتذاء

دع الطلاب يتتبّعون مسار الطعام خلال الجهاز الهضمي للطيور في شكل 88 . اسأل:

* ما الذي يحدث للطعام في الحوصلة؟ **(إنه يخزَّن ويصبح رطبًا .)**
* ما هي وظيفة القانصة؟ **(إنها تسحق الطعام وتطحنه .)**

ذكر أنّه ليس للطيور كلّها قانصة . اسأل:

* أي نوع من الطيور تتوقع أن لا تجد عنده قانصة: الطيور آكلة الحشرات أم آكلة الأسماك؟ **(آكلة الأسماك)**
* لماذا تحتاج الطيور إلى القانصة والحوصلة؟ **(لأنه ليس لديها أسنان ، فهذه الأعضاء تساعد على تجهيز الغذاء للهضم .)**
* لماذا تغيب الأسنان من الطيور؟ **(عدم وجودها يجعل الجمجمة خفيفة جدًا ، ما يسهّل الطيران .)**

أشر إلى أن الطيور مثل الحيوانات الفقارية الأخرى لديها أجهزة هضم قد تختلف قليلًا في ما بينها وفقًا لنوع الطعام الذي تتغذى عليه . فالطيور ليس لها أسنان وبالتالي لا تستطيع تقطيع الطعام إلى قطع صغيرة ، والطيور التي تأكل الحيوانات الصغيرة تمزقها لقطع صغيرة بمنقارها أو تبتلعها مباشرة . لا يظهر عند ذلك النوع من الطيور حوصلة في نهاية المريء ، لأن الغذاء ليس بحاجة إلى أن يصبح طريًّا . وتتكون معدة تلك الطيور من جزء واحد مستقل لعدم وجود قانصة لديها . أما الطيور التي تتغذى على البذور فلديها عادة حوصلة لتليين البذور الصلبة وتهيئتها لعملية الهضم .

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 كلّيًا 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 كمّية غذائها كبيرة نسبة إلى حجم أجسامها . من هنا ، تُعدّ عبارة «يأكل مثل العصفور» مضلّلة 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)
تتنوع مناقير الطيور في الشكل والحجم . يُمكنك أن تتعرف عادات التغذية لدى الطائر بناء على منقاره . استنادًا إلى حجم منقار الطائر وشكله ، ما الذي يغتذي عليه الطائر ذو المنقار الوردي وملعقي الشكل؟

جـ. التنفّس

دع الطلاب يدرسون شكل 89، وراجع معهم التراكيب المكونة للجهاز التنفسي ووظائف كل منها. اسأل:

* ما الاستثناء في الجهاز التنفسي للطيور؟ **(انسياب الهواء بصورة مستمرّة، حتى خلال حدوث الزفير)**

لتساعد الطلاب على فهم انسياب الهواء خلال رئتي الطائر، دعهم يمثّلون دور جزيئات الهواء التي تتحرك خلال الجهاز التنفسي. استخدم شريطًا لاصقًا لتخطيط الأكياس الهوائية الأمامية والرئتين والأكياس الخلفية والقصبة الهوائية. الطلاب الذين يحملون الدوائر الورقية الحمراء التي تمثل جزيئات الأكسجين يدخلون القصبة الهوائية أثناء الشهيق الأوّل ويتحرّكون إلى الأكياس الهوائية الخلفية. أثناء الزفير الأوّل، يتحرّك الطلاب إلى داخل الرئتين ويبدّلون الدوائر الحمراء بدوائر زرقاء تمثّل ثاني أكسيد الكربون. أثناء الشهيق الثاني، يدخل طلاب آخرون يحملون دوائر حمراء إلى الأكياس الهوائية الخلفية، ويتحرك الطلاب الذين يحملون الدوائر الزرقاء إلى الأكياس الهوائية الأمامية. أثناء الزفير الثاني، يتحرك الطلاب الذين يحملون الدوائر الزرقاء نحو الخارج إلى الهواء بينما يتحرك الطلاب الذين يحملون الدوائر الحمراء إلى داخل الرئتين حيث يتم التبادل الغازي من جديد. كرّر هذه العملية حتى يتحرك جميع الطلاب خلال الجهاز التنفسي.

وضّح لهم أنّ الأكياس الهوائية في الطيور هي إحدى تكيفات الطيران لديها، وأن الطيور عديمة الطيران لا تحتوي على أكياس هوائية مثل النعام والكيوي. وتتميز تلك الأنواع بأرجل عضلية تتناسب مع الحركة على الأرض.

إجابة سؤال الشكل 89 صفحة 97 من كتاب الطالب

يتحرك الهواء في اتجاه واحد فقط.

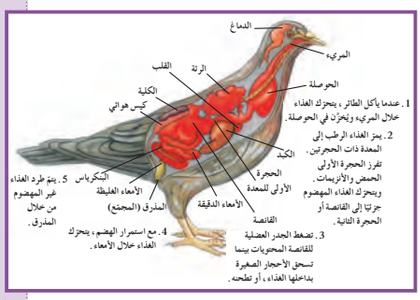
اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "مقارنة الريش المحيطي بالريش الزغبي" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 33. يكتسب الطالب خلال هذا النشاط مهارة الملاحظة ومقارنة الريش المحيطي والريش الزغبي، ومهارة ربط تركيب كل نوع من الريش مع وظيفته.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "تنفّس الطيور" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 34 و35. يتعلم الطلاب في هذا النشاط تنظيم البيانات في جداول، ويكتسبون مهارة تحليل البيانات المتعلّقة في طريقة التنفّس عند الطيور، واستنتاج أنّ الطيران بحاجة لكمّيات كبيرة من الأكسجين تؤمّنه طريقة التنفس عند الطيور.

د. الدوران

فسّر أنّ الطيور تتميّز بوجود قلب مكوّن من أربع حجرات وأنّ لديها دورتين دمويّتين كاملتين: الدورة الدموية الرئوية أو الصغرى حيث يأخذ الدم الأكسجين من الرئتين، ويعود إلى القلب الذي يضخّه من جديد إلى خلايا الجسم جميعها حيث يتمّ تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

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



(شكل 88)
للطيور عدد من التكيفات لكسبها 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.

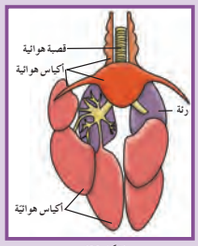
لدى بعض الطيور، مثل الحمام، تؤدي الحوصلة وظيفة إضافية. فأثناء موسم التعشيش، ينتج عن تفتيت الطعام فيها مادّة غنية بالبروتين والدهن. تقوم آباء الطيور بإعادة هذه المادّة إلى الفم، فتُغذّي بها صغارها حديثة الفقس لتنمو وتكبر.

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، فتساعد 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.

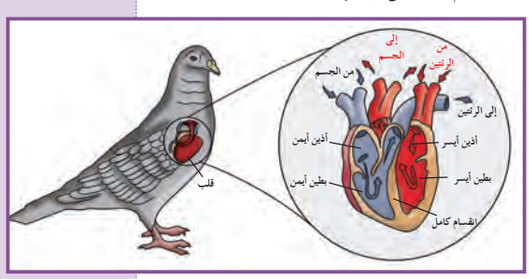
يضمن النظام المعقّد للأكياس الهوائية ولأنابيب التنفّس انسياب الهواء إلى الأكياس الهوائية ومنها إلى الخارج خلال الرئتين في اتّجاه واحد، ما يسمح لها بأن تتغذّى بصورة ثابتة بالهواء الغني بالأكسجين. ويتناقض ذلك مع النظام الموجود لدى أغلب الفقاريات الأرضية، حيث يُوخَذ الهواء الغني بالأكسجين في الشهيق ويُطرَد 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 تنفّسي 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.

هـ. الإخراج

فسر أنّ عملية الإخرج لدى الطيور مشابهة لتلك التي تحصل عند بعض الزواحف التي تنقل الفضلات النيتروجينية من الدم إلى الكليتين، حيث تتحول إلى حمض البوليك الذي يترسّب في المذرق. هناك يتمّ امتصاص الماء ليبقى في الجسم، بينما يخرج حمض البوليك على شكل بلّورات في عجينة بيضاء تحوي أيضًا فضلات الجهاز الهضمي. أشر إلى أنّ الطيور تتميّز بعدم وجود المثانة، ما يساعد على تخفيف وزنها وتسهيل الطيران.

و. الاستجابة

دع الطلاب يدرسون شكل 91، ،راجع معهم التراكيب المكونة لدماغ الطيور ووظائف كل منها. اسأل:

* ما وظيفة المخ؟ **(يضبط جميع السلوكيات مثل الطيران، بناء الأعشاش، العناية بالصغار، المغازلة، والتزاوج.)**
* ما وظيفة المخيخ؟ **(تنسيق الحركات.)**

إجابة سؤال الشكل 91 صفحة 98 من كتاب الطالب

المخّ أكثر تطوّرًا في الطيور منه في الزواحف، لأنّه يساعد في ضبط مجموعة من السلوكيات لديها لا نجدها في الزواحف، مثل عملية الطيران، بناء الأعشاش والعناية بالصغار.

ز. الحركة

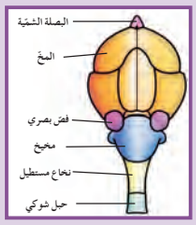
أشر إلى أن للطيور فقرات عظمية مميزة عن باقي الحيوانات ووزنها خفيف، وأنّ عظامها جوفاء ممتلئة بالهواء وترتبط بعظام الصدر الصلبة، التي ترتبط بها عضلات الصدر القوية التي تساعد على تحريك جناحي الطائر. قد يعتقد بعض الطلاب أنّ تحليق الطيور في الهواء يعود إلى تحريك الأجنحة إلى الأعلى وإلى الأسفل كما تفعل أجنحة الحشرات. أشر إلى أنّ الجناحين يتحرّكان على شكل لولبي أو دائري مثل حركة المجاذيف في الماء.

إجابة سؤال الشكل 92 صفحة 99 من كتاب الطالب

كتلة عضلات الصدر 60 mg

حـ. التكاثر

أشر إلى أنّ إناث الطيور تتميّز عن الذكور، إذ تختلف من حيث اللون أو الحجم أو السلوك أو الثلاثة معًا. تبدأ عملية التكاثر بالتزاوج بين الذكور والإناث، ويترافق ذلك مع حركات واستعراضات يقوم بها الذكر للفت انتباه الأنثى، أو الغناء وإصدار أصوات معينة، وأحيانًا يؤدّي الشريكان معًا رقصات غزلية جميلة. وبعد التزاوج، يتم بناء العشّ الذي يختلف شكله وحجمه من نوع لآخر. تتكاثر بعض الطيور في مستعمرات كبيرة، ما يساعدها على الحماية والدفاع المشترك ضدّ الأعداء. كما يختلف حجم البيض الذي تضعه الإناث ولونه من نوع لآخر، وكذلك عدده. فهو يتراوح بين بيضة واحدة وما يزيد على العشرين بيضة. تختلف مدة حضانة البيض باختلاف الأنواع، لكنها تتناسب مع حجم الطائر، حيث تطول المدة كلّما كبر حجمه. وتتولّى الأنثى عادة حضن البيض، وفي بعض الأنواع يتناوب الذكر والأنثى على ذلك كما هي الحال لدى نقار الخشب والحمام والنورس، وفي حالات قليلة يقوم الذكر وحده بذلك. تخرج الصغار عندما تفقس البيوض ضعيفة عاجزة،



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

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.

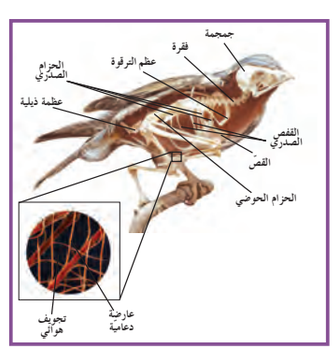
6.2 الاستجابة Response

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 يمكّنه 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 92)
يوضح التشريح أنّ هيكل الطائر متكيف مع الطيران نظرًا لوجود العضلات. العظام الطويلة قوية وخفيفة كثيرًا بسبب الدعامات المتينة والتجاويف الهوائية. لدى الطيور الطائرة القوية مثل الحمامة، تُقدّر عضلات الصدر بحوالي 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، فتتكسر وتنفتح البيضة. وبمجرّد أن يخرج الفرخ من البيضة، يخفق لبرهة حتى يجفّ ريشه وينشغل الوالدان بإمداد الطعام إلى نسلهم الجائع.

وتكون إما عارية وعمياء أو مبصرة يغطي جسمها زغب قليل. يقوم الأبوان بإطعامها وحمايتها وتدفئتها إلى أن تصبح قادرة على الاعتناء بنفسها. وهناك أنواع قليلة تستطيع صغارها الاعتماد على نفسها بعد الفقس مباشرة.

3.2 بيئة الطيور

أشر إلى أن الطيور تعيش في بيئات متعددة ومتنوعة، فهي تسكن الأشجار حيث تبني أعشاشها وتتنقل بينها وبين الأرض حيث تبحث عن طعامها. ومنها من لا يطير ويبقى على الأرض، ومنها من يسكن في المناطق الصخرية القاحلة، ومنها من يعيش قرب الماء ويتميز بطول السيقان والرقبة والأصابع هناك أنواع تتميّز بالقدرة على السباحة، ومنها من تجيد الغطس كالبطريق والغطاس، وتلتقط غذاءها من سطح الماء أثناء السباحة أو بالغطس ومطاردة فرائسها في عمق المياه.

أشر إلى أنّ أنواعًا متعدّدة من الطيور تهاجر من مناطق إلى مناطق أخرى في رحلة قد تستغرق وقتًا طويلًا، تقطع خلالها مسافات قد تصل إلى آلاف الكيلومترات لتقضي الشتاء في مناطق أكثر دفئًا، ثم تعود ثانية في فصل الربيع. تهاجر الطيور عادة من الشمال إلى الجنوب، ويعبر عددًا كبيرًا منها خطّ الاستواء لقضاء الشتاء في أفريقيا أو أمريكا الجنوبية أو جنوبي آسيا. كما تهاجر الطيور منفردة أو في مجموعات صغيرة أو كبيرة.

إجابة سؤال الشكل 93 صفحة 99 من كتاب الطالب

تبادل منفعة

معلومات إثرائية

الهجرة موسمية: في خلال فصل الشتاء، تُهاجر بعض الطيور إلى المناطق الاستوائية حيث تُشاهَد وهي تطير حول أشجار الموز مع الببّغاء وطائر الطوقان ضخم المنقار. تتعرّف الطيور المهاجرة إلى مسلكها باستخدام النجوم والأجسام السماوية الأخرى كمرشد لها، أو باستخدام المعالم الأرضية وإشارات المجال المغناطيسي للأرض. نظرًا لأنّ الطيور تُشاهَد بوضوح ولأنّها تُعَدّ جزءًا هامًّا من الغلاف الحيوي، فقد استخدمها العلماء كمؤشّرات بيئية. وقد اختاروا الطيور المغرّدة لتبيان أضرار استخدام المبيد الحشري DDT والمبيدات الحشرية الأخرى، وقد توصّلوا إلى أنّ تلك المبيدات تتفاعل في البيئة وتدخل في السلاسل الغذائية، تلحق الضرر بالحيوانات والكائنات الأخرى. وبفضل جهود العلماء، استطاعت أنواع كثيرة من الطيور، وخاصّة المفترسة منها مثل النسور والصقور، أن تتفادى الانقراض.

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى أو الخطوات التالية جميعها:

- وضع لوحة تظهر طرق التزاوج والتكاثر لعدد من الطيور.
- وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على أحد وجهيها صورة لرجل طائر أو منقاره، وعلى الوجه الآخر وصف وظيفة كل منهما.

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.

100

إجابات أسئلة مراجعة الدرس 2–2

1. الحيوان شبيه الزواحف، ذو درجة حرارة ثابتة، عظام مجوفة، ريش، زوج من الأرجل تغطّيها الحراشف، أجنحة
2. أجهزة التنفّس والهضم والدوران عالية الكفاءة، عضلات صدر قوية، هيكل قوي وخفيف
3. انحدرت الطيور إمّا مباشرة من الديناصورات أو من أسلاف مشتركة لكلّ من الطيور الحديثة والديناصورات.
4. يستخدم الفرخ سنّ صغيرة في منقاره ليثقب فجوة في القشرة.
5. هضم البذور أصعب من هضم اللحم لأنّ غطاءها الخارجي قاسٍ. ليست الحويصلات والقوانص مهمّة للطيور التي تأكل اللحوم، لأنّ النسيج الحيواني لا يتطلّب المزيد من الليونة والطحن لكي يهضم.

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

مهارة الملاحظة والتوقع من خلال عمل الطلاب في 15 صورة لطيور من أنواع مختلفة، لتوقع أي من الطيور قادرة على الطيران بناء على خصائص يحدّدونها.

مهارة الملاحظة والاستنتاج من خلال فحص العظام المختلفة للطيور.

الثدييات

دروس الفصل

3–1: الثدييات

مقدّمة الفصل

مهّد لدراسة الفصل عبر توجيه الطلاب للتعرّف إلى صورة افتتاحية الفصل واسألهم عن الحيوان المبين في الصورة. **(الفهد)** اسأل:

* ما الصفة التي يشترك فيها هذا الحيوان مع الأسماك والبرمائيات والطيور والزواحف؟ **(كلّها حيوانات فقارية)**

تناقش مع الطلاب حول معرفتهم عن الفهد. اسأل:

* ما خصائص الفهد ولماذا يسمّى الحيوان الصيّاد؟ **(يتميّز الفهد بسرعة فائقة لا ينازعه فيها أحد من أبناء فصيلته ولا أيّ نوع آخر من الحيوانات، لذلك يعتبر أسرع حيوان على وجه الأرض. إلّا أنّ تلك السرعة الفائقة يقابلها ضعف بنيوي كبير عند المقارنة بأنواع أخرى من هذه الفصيلة، إذ أنّ تأقلم أجساد هذه الحيوانات للعدو جعلها نحيلة، لا تقوى على مقاتلة الضواري الأكبر.)**

استعرض مع الطلاب عنواني الدرسين الواردين في هذا الفصل.

دروس الفصل
الدرس الأوّل
• الثدييات

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.

الأهداف:
- يعدّ قائمة بصفات الثدييات.
- يصف الوظائف الحيوية الأساسية عند الثدييات.
- يستنتج أنّ الثدييات ثابتة الحرارة.

الأدوات المستعملة:
لوحات أو شفافيات وصور لبعض الفقاريات والثدييات، ولمختلف أجهزتها الداخلية

صفحات التلميذ: من ص 102 إلى ص 110

صفحات الأنشطة: من ص 36 إلى 40

عدد الحصص: 2

1. قدّم وحفّز

1.1 استخدام صورة افتتاحية الدرس

أولِ اهتمامًا للصورة الفوتوغرافية الموجودة في افتتاحية الدرس (شكل 94) واقرأ التعليق المصاحب لها. اشرح أنّ الإنسان يختلف عن معظم الثدييات لأنّه لا يحرّك أذنيه الخارجيتين في اتّجاه الصوت. اسأل:

- باعتقادك، هل للإنسان حاسة سمع أكثر حدة أم للكلب؟ **(الكلب، لأنّ لديه القدرة لتوجيه الصوت إلى الأذن الداخلية.)**
- كيف تتأثّر قدرتك على السمع عندما تضع يدك كالبوق حول أذنك؟ **(يتحسّن السمع، إذ تصبح الأصوات أكثر ارتفاعًا.)**

2.1 اختبار المعلومات السابقة لدى الطلاب

لتقييم معارف الطلاب عن الثدييات، دع الطلاب يذكرون ما أمكنهم من أسماء الثدييات. إذا لم يذكروا الإنسان، اسأل:

- هل الإنسان من الثدييات؟ **(نعم)**

دع الطلاب يذكرون صفات الثدييات بقدر استطاعتهم، واكتب قائمة بهذه الصفات على السبورة.

2. علّم وطبّق

1.2 خصائص الحيوان الثديي

اعرض صورًا للحيوانات الفقارية، مثل الزواحف والطيور والثدييات. دع الطلاب يدرسون الصور ويحدّدون الحيوانات التي يعتقدون أنّها ثدييات. اسأل:

- ما هي المميزات الموجودة عامّة لدى الحيوانات التي حدّدتها كثدييات؟ **(وجود الشعر والغدد الثديية)**

إشرح أنّه إضافة إلى لشعر الذي يغطّي الجسم، فإنّ الثدييات تلد وترضع الصغار من الأثدية، وتتنفس الهواء الجوي بالرغم من أن بعضها يعيش في الماء كالحيتان والدلافين. وقلوب الثدييات رباعية الحجرات، وأجسامها ثابتة الحرارة.

2.2 الشكل والوظيفة في الثدييات

أ— ضبط حرارة الجسم

أشر إلى أنّ الثدييات هي حيوانات ثابتة الحرارة، أي أنّ درجة حرارة جسمها تبقى ثابتة ولا تتغيّر مع تغيّر درجة حرارة البيئة الخارجية. تلك الحرارة شكل من أشكال الطاقة الداخلية الناتجة عن عمليات الأيض الخلوية.

ب— التغذية

دع الطلاب يدرسون شكل 97 ليقارنوا ويباينوا بين أسنان آكلات الأعشاب وأسنان آكلات اللحوم. اسأل:

* لماذا تتميّز آكلات الأعشاب بضروس مفلطحة؟ **(لأنّها متكيّفة لطحن النباتات وتفتيت الألياف النباتية القاسية.)**
* هل يستطيع الكلب أن يعيش على غذاء نباتي؟ **(لا)**
* لماذا؟ **(للكلب أسنان آكلات اللحوم، وعلى الرغم من كونها حادّة إلّا أنّها لا تستطيع أن تطحن بكفاءة الموادّ النباتية القاسية. كما أنّ الجهاز الهضمي في الكلب ليس مؤهّلًا تركيبيًّا لامتصاص كلّ المغذّيات من النسيج النباتي وهضمها.)**

أشر إلى أنّ طريقة استخدام آكلات اللحوم للفكوك تختلف عن طريقة استخدام آكلات الأعشاب لها. فغالبًا ما تستخدم آكلات اللحوم الحركة لأعلى وأسفل لمضغ الطعام، أمّا آكلات الأعشاب فتستخدم الحركة من جانب إلى آخر لطحن الموادّ النباتية. ناقش الطلاب فقدانهم لأسنانهم في مرحلة الطفولة. اشرح لهم أنّ لمعظم الثدييات مرحلتين من الأسنان خلال حياتها. المرحلة الأولى هي مرحلة للأسنان اللبنية التي تسقط دائمًا وتحلّ محلّها الأسنان الدائمة. ويبدأ تساقط الأسنان اللبنية عند الإنسان بعمر الخامسة تقريبًا، أمّا عند الكلاب، فيبدأ بعمر الخمسة أشهر تقريبًا. اسأل:

* ما بعض أسباب وجود مرحلتين للأسنان؟ **(تغير حجم الفكوك، الأسنان الدائمة تنغرس عميقًا وتصبح أكبر حجمًا.)**

إجابة سؤال الشكل 96 صفحة 104 من كتاب الطالب

يأكل العوالق والأسماك الصغيرة جدًّا.

أشر إلى أنّ الحيوانات المجترّة تمضغ العشب بسرعة حتّى يصبح صغيرًا كفاية ليسهل البلع. يتحرّك الغذاء إلى الحجرة الأولى من المعدة أي الكرش حيث تخزّن كميات كبيرة من الغذاء. خلال فترة الراحة، يسترجع الحيوان المجترّ الطعام من الكرش إلى الفم حيث يعيد مضغه. بعد أن يعاد ابتلاع الطعام، ينتقل إلى المعدة الثانية التي تحجز جزيئات الطعام الكبيرة وتسمح للجزيئات الصغيرة بالانتقال إلى المعدة الثالثة (أمّ التلافيف)، حيث ينتقل الماء الزائد إلى الجسم. ينتقل الطعام بعدها إلى المِنفَحة حيث تحلّل الأحماض وإنزيمات الهضم البروتينات مثل معدة آكلات اللحوم. من هنا يدخل الطعام إلى الأمعاء حيث يستمرّ الهضم وامتصاص الماء والمغذّيات، وتطرد الفضلات إلى الخارج.

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 بعضون 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 الحيليات، 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.

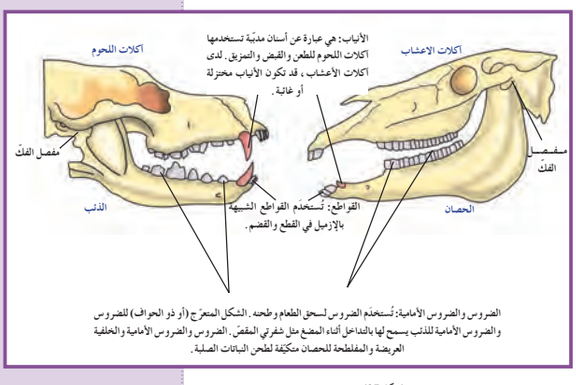
أمّا الثدييات التي تفتقر إلى الغدد العرقية، مثل الذئب، فغالبًا ما تلهث لتتخلّص من الحرارة الزائدة. تُعتبَر قدرة الثدييات على تنظيم درجة حرارة الجسم داخليًا مثالًا على الثبات الداخلي. وتسمح لها هذه القدرة بالتجوّل في الطقس البارد، في الوقت الذي تبحث فيه معظم الحيوانات الأخرى عن مأوى.

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 مغتذيات 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 المهذّب كمرشّح لتصفية الحيوانات الصغيرة من الماء الذي يدخل فم الحوت.
ما نوع الحيوانات التي يأكلها هذا الحوت؟



الضروس والضروس الأمامية: تُستخدم 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 لِتمسك بالفريسة وتقطع لحمها. وتستخدم آكلات الأعشاب قواطع مسطّحة الحواف لِتمسك النباتات وتُمزّقها، وضروس مفلطحة لتطحن الطعام.

جـ — التنفّس

دع الطلاب يتتبعوا مسار الهواء خلال الشهيق باستخدام لوحة الجهاز التنفسي للانسان. أشر لأهمية الحويصلات الهوائية التي تزيد من مساحة التبادل الغازي بين الرئات والدم. وذلك لعددها الكبير من جهة ولغناها بالشرايين الدقيقة التي تحمل الدم.

إجابة سؤال الشكل 98 صفحة 105 من كتاب الطالب

تزيد الحويصلات الهوائية مساحة السطح المتاحة للتبادل الغازي بين الهواء والدم.

د— الدوران

دع الطلاب يتتبعون مسار الدم خلال القلب، واطلب إليهم مقارنة قلب الثدييات بقلب الزواحف. اسأل:

* بم يختلف قلب الثدييات عن قلب الزواحف؟ **(قلب الثدييات لديه بطينان منفصلان وأغلب الزواحف لديها بطين واحد.)**
* لماذا يعتبر وجود بطينين من المميّزات؟ **(حتى لا يختلط الدم غير المؤكسج مع الدم المؤكسج، فينساب الدم إلى الجسم حاملًا أعلى مستوى ممكن من الأكسجين.)**

إجابة سؤال الشكل 99 صفحة 106 من كتاب الطالب

الأذين الأيمن

هـ — الإخراج

فسّر أنّ عملية الإخراج لدى الثدييات تتمّ عبر الكليات التي ترشح الفضلات النيتروجينية في صورة بولينا التي تتجمّع مع الماء وفضلات أخرى لتكوّن البول. للكليات دور هامّ في ضبط الثبات الداخلي وحفظه عبر إخراج الماء الزائد أو إعادته إلى الجسم في حال انخفاض نسبته في الجسم.

و— الاستجابة

أشر إلى أنّ العلماء يعتقدون أنّ دماغ الثدييات تطوّر نتيجة لاحتياجات الحيوان لليليّ النشاط. العديد من الزواحف والطيور تنشط خلال النهار وتعتمد بصورة أساسية على الرؤية بالعين لتجد غذاءها. أمّا الحيوان الليليّ فيعتمد على حاسّتي الشمّ والسمع، ما يتطلّب مخًّا أكبر وأكثر تعقيدًا.

إجابة سؤال الشكل 100 صفحة 107 من كتاب الطالب

لكي تتكيّف الثدييات في بيئاتها، تزيد من قدرتها على التفكير المعقّد، ما يجعلها تتميّز بمخّ كبير.

ز— الحركة

دع الطلاب يقارنون أطراف الثدييات في شكل 99. اسأل:

* ما الخصائص المشتركة لأطراف الثدييات التي تجري؟ **(طويلة، قليلة المرونة، بدون أصابع جانبية)**
* بم تختلف أطراف الثدييات الحفّارة عن الثدييات المتسلّقة؟ **(للثدييات المتسلّقة أطراف وأصابع طويلة ومرنة ورفيعة جدًّا. أمّا أطراف الثدييات الحفّارة فقصيرة وقويّة وممتلئة، ولديها مخالب قويّة وسميكة.)**
* بم تتشابه أطراف الثدييات السابحة مع الثدييات الطائرة؟ **(للنوعين أطراف وأصابع متكيّفة لتدعيم الزعانف أو المصراع الممتدّة من الجلد والمكوّنة للأجنحة.)**

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 جزئيًا 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

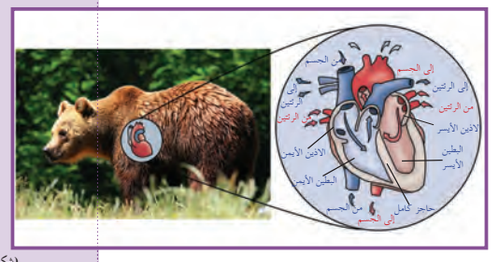
تستخدم جميع الثدييات البرّية والمائية الرئتين في التنفّس. وتتحكّم بهاتين الرئتين مجموعتان من العضلات. تقوم الثدييات بالشهيق عندما ترفع عضلات الصدر القفص الصدري لأعلى وللخارج، وفي الوقت نفسه، تسحب عضلة قويّة تُسمّى **الحجاب الحاجز Diaphragm** قاعدة التجويف الصدري لأسفل، ما يزيد من حجمه. نتيجة لذلك، يندفع 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 مرتفعة نهارًا ومتدنيّة ليلًا.

إجابة سؤال الشكل 101 صفحة 108 من كتاب الطالب

للحوت أطراف تشبه أطراف عجل البحر إذ أنّهما من الثدييات السابحة.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "الهياكل العظمية في الفقاريات" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 36 و37. يسمح هذا النشاط للطلاب بمقارنة الهياكل العظمية لبعض الثدييات واستنتاج أهمّية الجمجمة في تصنيف الثدييات.

حـ – التكاثر ودورة الحياة

الثدييات البيوضة

خلافًا للأنواع الأخرى من الثدييات، لا تلد الحيوانات وحيدة المسلك صغارًا حيّة، بل تضع بيضًا جلدي القشرة يفقس بعد انقضاء فترة الحضانة. أشر للأهمّية التكيّفية لرعاية الأمّ لدى الثدييات. اسأل الطلاب مقارنة عدد النسل الناتج من الثدييات مع عدد النسل الناتج من فقاريات أخرى.

الجرابيات أو الثدييات الكيسية

مجموعة من الثدييات تلد نسلًا صغيرًا جدًّا غير كامل النمو. وبعد الولادة مباشرة، تبقى الصغار بجوار حلمة ثدي الأمّ حيث تبقى إلى أن يكتمل نموّها. ولدى معظم الجرابيات، تكون حلمات الثدي داخل كيس بطني يسمّى جرابًا يقع فوق المعدة.

الثدييات المشيمية

أشر إلى أنّ معظم الثدييات حيوانات مشيمية أو ذات مشيمة، تعطي صغارًا كاملة النموّ. بعد الإخصاب، تبدأ هذه الصّغار بالتكوّن داخل الرحم، وهو عضو أجوف موجود داخل بطن الأمّ. ويقوم عضو آخرهو المشيمة بضم الحيوان الثديي المتكون إلى جدار الرحم حيث يحصل على غذائه من الأم عبر المشيمة.

وتسمى الفترة التي ينمو فيها الجنين داخل الرحم بفترة الحمل. وتختلف هذه الفترة بين الثدييات إذ تتراوح ما بين 16 يومًا في الهمستر الذهبي و650 يومًا في الفيلة. وتلد معظم الأنواع قصيرة الحمل صغارًا عاجزة، وقد تكون عمياء أو عديمة الشّعر. أما الأنواع طويلة الحمل فمعظمها يحمل صغارًا تنشط سريعًا بعد الولادة، وتكون أيضًا كاملة الشعر، ويستطيع بعضها السير أو حتى العدو بعد ولادتها بفترة قصيرة.

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.

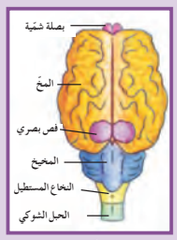
يحتوي مخّ الثدييات على طبقة خارجية نامية تسمّى القشرة المخّية Cerebral Cortex، التي تمثل مركز التفكير والسلوكيات المعقّدة الأخرى، مثل التعلّم والقراءة عند الإنسان، وتخزين الغذاء لاستخدامه في وقت لاحق لدى الفئران مثلاً.

تعتمد الثدييات على الحواسّ المتطورة جدًا لتزوّد 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 جدًا.

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 جدًا، 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. يشكل المخّ الجزء الأكبر من الدماغ وهو يحتوي على قشرة مخّية كاملة.
لماذا يُعتبر المخّ الكبير لدى الحيوان الثديي من أحد مميّزاته؟

(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 يتضح في هذا الشكل يُشبه عن قرب أطراف الحوت؟

إجابة سؤال الشكل 102 صفحة 109 من كتاب الطالب

خلد الماء هو حيوان وحيد المسلك والكانجرو من الجرابيات

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "فترات الحمل في الثدييات المختلفة" والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 38. يحدد الطلاب خلال هذا النشاط فترات الحمل في بعض الثدييات، ويربطون بين العوامل المؤثرة على الفترات الزمنية للحمل.

اطلب إلى الطلاب تنفيذ نشاط "الفقاريات متغيرة الحرارة وثابتة الحرارة والإجابة عن الأسئلة الموجودة في كتاب الأنشطة صفحة 39 و40. يساعد هذا النشاط الطلاب على الربط بين الأنشطة التي يستطيع القيام بها كل الفقاريات متغيرة الحرارة والفقاريات ثابتة الحرارة.

علم الأحياء في حياتنا اليومية

كامل الدسم أو خالٍ من الدسم

اطلب من الطلاب إحضار بعض علب الحليب، ودعهم يقرؤون لائحة المحتويات. ليتذوّقوا الحليب كامل الدسم والحليب الخالي من الدسم، ويصفوا طعمهما. اشِر إلى أنّه يتمّ سحب الموادّ الدهنية من الحليب بواسطة تقنيات حديثة ليصبح خالٍ من الدسم.

3. قيّم وتوسّع

1.3 ملف تقييم الأداء

لتقييم الأداء، دع الطلاب يجرون إحدى الخطوات التالية أو جميعها:

- وضع لوحة تظهر طرق التكاثر لعدد من الثدييات.
- وضع مجموعة بطاقات تحمل كل منها على أحد وجهيها صورة لحيوان من الثدييات، وعلى الوجه الآخر وصف أحد الوظائف الحيوية عند هذا الحيوان.

8.2 التكاثر ودورة الحياة

Reproduction and Life Cycle

تتميّز جميع الثدييات بإخصاب داخلي، وللإناث منها غدد ثديية تفرز الحليب لتغذّي 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 ناضج، 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. فلإنتاج 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؟

اكتساب المهارات

احرص على استخدام الطلاب المهارات التالية:

مهارة الملاحظة من خلال عمل الطلاب على 10 صور لثدييات مختلفة الأنواع لملاحظة الصفات المشتركة التي جمعتها في مجموعة واحدة وتسجيلها.

مهارة الملاحظة والاستنتاج من خلال فحص فكوك بعض الثدييات واستنتاج نوع الغذاء لكلّ منها.

اجابات أسئلة مراجعة الدرس 3–1

1. حيوانات فقارية، مغطّاة بالشعر، تتنفّس الهواء، قلبها رباعي الحجرات ذو دورتين دمويّتين، ثابتة الحرارة، وللإناث غدد ثديية تفرز الحليب
2. خلال العصر البرمي منذ حوالى 250 إلى 290 مليون سنة
3. تحافظ الثدييات على الثبات الداخلي من خلال تنظيم درجة حرارة الجسم عبر استخراج أو استرجاع السائل من الكليتين وتناول أطعمة متنوعة.
4. لآكلات اللحوم قواطع وأنياب حادّة وضروس متعرّجة. لآكلات الأعشاب نهايات مفلطحة للضروس والقواطع، وقد تكون الأنياب غائبة أو ممختزلة.
5. خلال مرحلة التطوّر، أصبح فكّ الإنسان صغيرًا، ولكنّ عدد أسنانه لم يتناقص.

(جـ) 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. سُمّيت 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. بشكلٍ 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 والمجتمع

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

* قبل أن تبدأ بمراجعة الوحدة الثالثة، ناقش مع الطلّاب الأفكار الرئيسة التي تعرّفوا إليها في دروس هذه الوحدة.

* تأكّد من تقدير الطلّاب أهمّية دراسة هذه الوحدة، إذ أنّها تتناول قسمًا كبيرًا من أنواع الفقاريات على الرغم من أنّها لا تشكّل سوى 5% من الحيوانات. أشر إلى أنّ الأنواع التي تمّت دراستها في هذه الوحدة ليست سوى نماذج لبعض أنواع الفقاريات من كلّ طائفة في شعبة الحبليات، وأنّ هناك آلاف الأنواع الأخرى التي يستطيع الطالب البحث عنها في المراجع والكتب العلمية وعلى مواقع الإنترنت.

* أشر إلى أنّه من خلال دراسة هذه الوحدة، تعرّف الطلّاب طوائف الرئيسة الفقاريات، والخصائص الخارجية التي تميّز كلّ مجموعة منها. وتعرّفوا أيضًا الأعضاء أو الأجهزة التي تقوم بالوظائف الحيوية الأساسية في الأنواع المختلفة من الفقاريات. ومهما كانت تلك الأعضاء والأجهزة بسيطة أو متطوّرة التركيب، فهي تؤمّن للفقاريات التنفّس، والتغذية، والدوران، والحركة، والتكاثر، والإخراج، والاستجابة للمحيط الذي تعيش فيه تلك الحيوانات.

* تأكّد من اكتساب الطلّاب مهارات المقارنة والملاحظة والتحليل والاستنتاج، من خلال مقارنة التركيبات الخارجية الخاصّة لكلّ مجموعة (الأسماك، والبرمائيات، والزواحف، والطيور، والثدييات)، ومن خلال دراستهم للأعضاء والأجهزة الداخلية وكيفية القيام بوظائفها الحيوية.

* تأكّد من تعرُّف الطلّاب البيئات المختلفة التي تعيش فيها الفقاريات ومدى تأثّرها وتأثيرها في تلك البيئات، وبشكل خاصّ بيئة الثدييات لأنّها تتضمّن الإنسان. فالإنسان هو أحد تلك الكائنات التي قد أثّرت أنشطته سلبيًّا على البيئة أكثر ممّا يتأثّر هو فيها.

* تأكّد من تقدير الطلّاب دور العلماء في دراسة تلك الحيوانات على الرغم من الظروف الصعبة التي قد تواجههم أحياناً. فالمثابرة والثبات هما صفاتان يتمتّع بهما العلماء والباحثون لتحقيق أهدافهم مهما صادفهم من عقبات.

* تأكّد من تقدير الطلّاب وتمجيدهم للخالق الله سبحانه وتعالى في خلق الكائنات المتنوّعة كلّ في بيئته.

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 الرقّيات والسهيمات.

(1–2) 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.

(1–3) 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

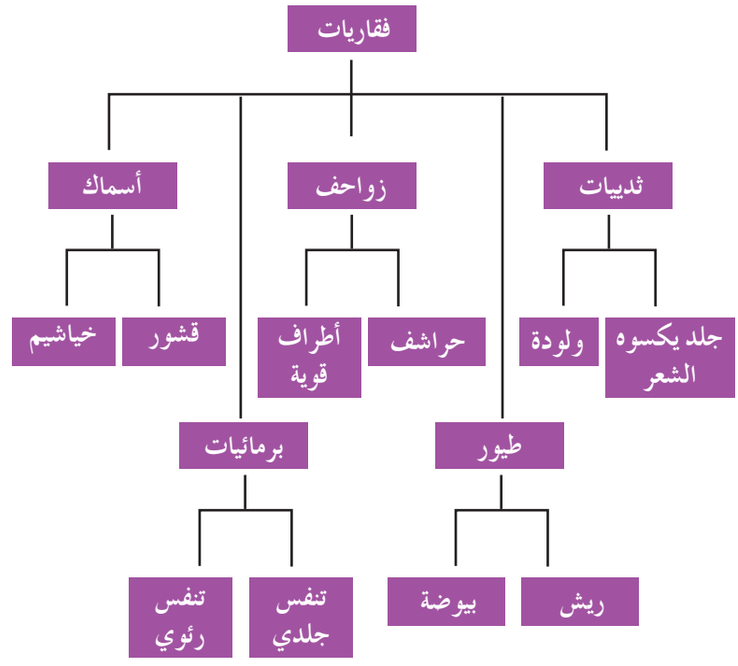
- الطيور هي حيوانات تشبه الزواحف، وتحتفظ بدرجة حرارة جسمها الداخلية ثابتة. لدى الطيور غطاء خارجي من الريش، وزوج من الأرجل المغطّاة بحراشف وتُستخدم في المشي أو الهبوط، وأطراف أمامية متحوّرة إلى أجنحة.
- للطيور العديد من التكيّفات التي تُكسبها القدرة على الطيران. تشمل هذه التكيّفات الكفاءة العالية لأجهزة 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.
- تُعتبر 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.

خريطة مفاهيم الوحدة الثالثة



خارطة مفاهيم الوحدة

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

زواحف	جلد يكسوه الشعر	ثدييات	طيور
ولودة	قشور	برمائيات	تنفس رئوي
فقاريات	أطراف قوية	حراشف	ريش
خياشيم	أسماك	بيوضة	تنفس جلدي

إجابات أسئلة الوحدة الثالثة

تحقق من فهمك

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

1. زعانف
2. على الخيوط الخيشومية
3. بيوضة
4. الغشاء الرامش
5. خياشيم
6. متغيّرة الحرارة
7. الريش
8. عضلات الصدر
9. حمض بوليك
10. الكليتين
11. المذرق

أجب عن الأسئلة التالية بإيجاز

1. يحلّ العمود الفقري محلّ الحبل الظهري في أغلب الفقاريات المتطورة.
2. في صورة الأمونيا
3. البرمائيات تعني «حياة مزدوجة»، فأغلب البرمائيات تعيش الجزء الأوّل من حياتها في الماء حيث تتبادل الغازات خلال الخياشيم. أمّا في الجزء الثاني، فتنتقل إلى اليابسة وتتنفّس خلال الرئتين. وهذا مطابق لدورة حياة الضفادع والسلمندرات.
4. الشراغيف من المغتذيات بالترشيح أو آكلات أعشاب، تتغذّى على الطحالب. أمعاؤها الطويلة الملتفّة تساعدها على تكسير المادّة النباتية. أمّا معظم البرمائيات اليافعة، فهي آكلات لحوم ولديها جهاز هضمي متكيّف لهذا النوع من الغذاء ويتميّز بقصر الأمعاء.
5. ينسلخ جلد الحيوان الزاحف دوريًّا كلّما ازداد حجمه.
6. يساعد التفاعل مع البيئة الحيوان الزاحف على أن يضبط درجة حرارة جسمه. فعندما تشعر الزواحف بالبرد، تتحرّك باتّجاه الدفء مثل ضوء الشمس. وعندما تسخن أجسامها تتحرّك الزواحف إلى بيئة باردة مثل مناطق الظلّ.
7. تمنح قشرة البيض الرهلي وأغشيتها حماية بيئية، ما يسمح للجنين بالنمو بدون أن يحدث له جفاف.
8. خلال فصل بناء الأعشاش، تنتج الحوصلة مادة غنية بالبروتين والدهن حيث يفرزها الآباء لتتغذى عليها صغارها.
9. تحفظ الثدييات درجة حرارة أجسامها من خلال الشعر الذي يكسو جلدها، والدهن تحت الجلد. كما أنّ معدل الأيض المرتفع في التمثيل الغذائي يولّد حرارة داخلية.

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 يُعتبَر 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. يُنظِّم 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 بعضهما.
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:

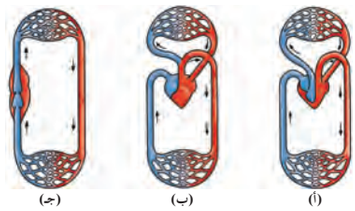
6. لا توجد علاقة قريبة وثيقة بين الأسماك والحيتان، ولكنّها تشترك في عدد من التشابهات، مثل الشكل العامّ للجسم وغياب الأرجل. كيف يُمكن تفسير هذه التشابهات؟
7. كيف يختلف موضع أرجل الثدييات عن موضع أرجل البرمائيات ومعظم الزواحف؟ بأيّ طريقة تُعتبَر هذه الخاصّية ميزة تكيّفية؟
8. يعتني بعض أنواع الثدييات بصغارها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

10. لدى آكلات اللحوم أسنان حادّة مثل القواطع والأنياب تُستخدم في قضم وتمزيق لحم الفريسة، وضروس حادّة متعرّجة تُستخدم لقطع اللحم إلى قطع صغيرة أثناء المضغ. أمّا آكلات الأعشاب، فلديها قواطع مسطّحة الحوافّ لتمسك النباتات وتمزّقها، وضروس مفلطحة لسحق الطعام وطحنه.
11. تطرد الكليتان الفضلات النيتروجينية، وتساهم في المحافظة على الثبات الداخلي بإخراج السائل الزائد أو استعادة ما يحتاجه الجسم من سائل. وتقوم أيضًا باستعادة الأملاح والسكّريات والجزئيات الهامّة التي يحتاجها الجسم.
12. صغار المجموعات الثلاث تتغذّى على الحليب: صغار وحيدات المسلك تلعق الحليب الذي ينساب من مسامات على بطن الأمّ، أمّا صغار الجرابيات فتلتصق بالأثدية في الكيس الجرابي، وتحصل صغار المشيميات على الحليب بالرضاعة.

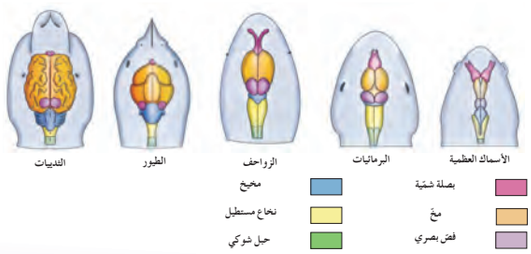
تحقق من مهاراتك

1. يتطلب الثبات الحراري للحيوان معدّلًا مرتفعًا للتمثيل الغذائي، بمعنى أنّ الأكسجين المنقول للخلايا يجب أن يكون كافيًا. الجهاز الدوري الدموي ذو القلب رباعي الحجرات يقوم بنقل الدم الغني بالأكسجين إلى الخلايا بسرعة وكفاءة ويمنع اختلاط الدم المؤكسج بالدم غير المؤكسج.
2. يشير وجود كمية كبيرة من الميوغلوبين (بروتين يحتوي على الحديد) في عضلات صدر البطّ إلى استخدام العضلات للطيران مسافات طويلة. أمّا نقص الميوجلوبين في عضلات صدر الدجاج، فيشير إلى أنّ هذه العضلات لا تُستخدم بقدر ما تُستخدم العضلات عند البطّ.
3. يتحرّك الثعبان من المكان البارد إلى المكان الدافئ أو أنّ درجة حرارة الهواء تزداد خلال اليوم في الموقع الواحد.
4. يجب أن تتوقّع أن تجد زواحف كثيرة في الجزيرة الاستوائية، لأنّ الحيوانات متغيّرة الحرارة أكثر شيوعًا في المناخ الدافئ.
5. الأسماك العظمية
البرمائيات
6. تحصل التشابهات بين الأسماك والحيتان نتيجة للتطوّر المتقارب. كما أنّ الضغوط المتشابهة الناتجة عن الوسط المائي الذي تعيش فيه كلّ من الأسماك والحيتان ينتج عنها تشابه في الأشكال.
7. لا تشبه أرجل الثدييات تلك الموجودة في البرمائيات أو معظم الزواحف، فهي متموضعة مباشرة تحت الجسم، ما يجعلها قادرة على حمل وزن جسم الحيوان الثديي بكفاءة.

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 دوريًا 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.

8. الميزة: يحمي الآباء نموّ الصغار ويعلّمها طرق الحياة.
الضرر: إذا مات الآباء قبل نضوج الصغار، قد يموت الصغار أيضًا قبل التزاوج وإنتاج النسل.
9. الشكل **(جـ)**
الشكل **(أ)**
الشكل **(ب)**
للبرمائيات جهاز دوري كما في الشكل **(ب)**
للأسماك جهاز دوري كما في الشكل **(جـ)**
للثدييات والطيور والتماسيح والقاطورات جهاز دوري كما في الشكل **(أ)**
10. تبرز البصلة الشمّية لدى الأسماك العظمية، أمّا لدى البرمائيات والزواحف والطيور والثدييات، فيبرز المخّ ويزداد حجم الدماغ انطلاقًا من الأسماك العظمية وانتهاء بالثدييات. ويزداد معه تعقد المخّ والمخيخ لأن تطوّر التراكيب الجسمية للحيوانات يطال أيضًا تطوّر الدماغ والمخّ والمخيخ نظرًا للأعمال المعقّدة التي تقوم بها الحيوانات الأكثر تطوّرًا.
11. استخدام الجداول والمخطّطات: قد تختلف الرسومات بين الطلاب. تأكّد من اختيار الطلاب لمقياس الرسم.

المشاريع

1. إعداد النماذج: دع الطلاب يتفنّنون في تصميم النماذج وتنفيذها. وجّههم خلال عملهم. يجب أن توضح النماذج الأجهزة الدورية الصحيحة والقلوب مع العدد الصحيح للحجرات.
2. قد تختلف الإجابات؛ تأكد من أن يكتب الطلاب عن أنواع الطيور، وطرق تغذيتها، ووصف البيئات التي يعيشون فيها.
3. قد تختلف إجابات الطلاب.

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

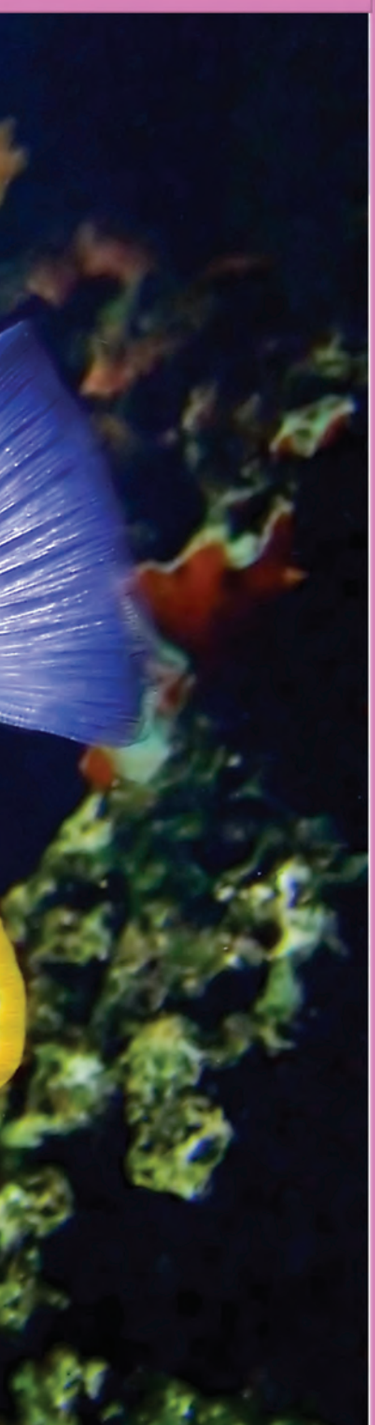
تطرح سلسلة العلوم مضمونًا تربويًا منوَّعًا يتناسب مع جميع مستويات التعلُّم لدى الطلاّب.

يوفّر كتاب العلوم الكثير من فرص التعليم والتعلُّم العلمي والتجارب المعمليّة والأنشطة التي تعزز محتوى الكتاب.

يتضمّن هذا الكتاب أيضًا نماذج الإختبارات لتقييم استيعاب الطلاّب والتأكد من تحقيقهم للأهداف واعدادهم للاختبارات الدولية.

تتكوّن السلسلة من:

- كتاب الطالب
- كتاب المعلّم
- كرّاسة التطبيقات
- كرّاسة التطبيقات مع الإجابات



الصف العاشر 10

كتاب المعلّم

الجزء الثاني

ISBN 978-614-406-321-7
9 786144 063217

PEARSON
Scott Foresman

مركز البحوث التربوية

الأحياء