

الأسماك والبرمائيات

Fishes and Amphibians

2

سورة

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

2-1 الأسماك

الفكرة الرئيسية الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتكاثر في الماء.

2-2 البرمائيات

الفكرة الرئيسية لمُعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءاً من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.

حقائق في علم الأحياء

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

قشور مشطية الشكل قريبة من الزعنفة الظهرية

القشور المشطية

القشور المشطية

صورة مُحسَّنة اللون بالمجهر المركب، التكبير 10×

نشاطات تمهيدية

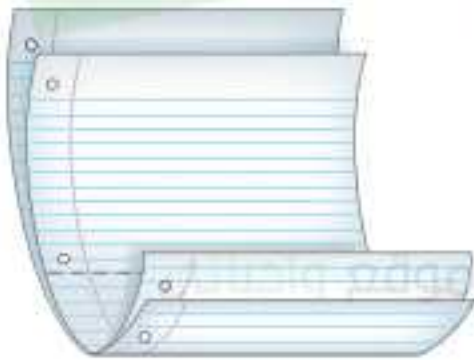
الأسماك والبرمائيات اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تحديد خصائص الأسماك والبرمائيات.

المطويات منظمات الأفكار

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



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



الخطوة 3: ثبّت الأوراق معاً على طول الطرف المشني، وعنون كل لسان كما في الشكل الآتي:

الخصائص	○
الرياحيات الأطراف الأولية	○
البرمائيات	○
الأسماك	○

المطويات استخدم هذه المطوية في القسم 1-2 و 2-2. سجّل - وأنت تقرأ الدرس - معلوماتك عن خصائص كل مجموعة، ثم ارسمها.

تجربة استهلاكية

ما خصائص المجموعات المختلفة من الأسماك؟

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. افحص صوراً تمثل كلاً من مجموعات الأسماك الثلاث. انظر إلى بعض الخصائص ومنها الجلد/ القشور، وموقع الزعنفة، وشكل كل من الزعنفة والعينين والفم والأسنان والجسم والذيل.
3. صمّم جدولاً، وسجّل فيه المعلومات التي تتعلق بالميزات الخارجية للمجموعات المختلفة للأسماك.

التحليل

1. لخص ما الاختلافات الرئيسة للخصائص الخارجية لهذه المجموعات من الأسماك؟

نعومة وخشونة الجلد - عدد الزعانف - مكان وجود الفم - شكل الجسم (مغزلي أو أسطواني) - شكل الذيل - عمياء أم له أعين
ملاحظة (يمكن إضافة نوع التغذية: متطفل أو مفترس أو قارت)

2. استنتج ما أهمية فحص التراكيب الخارجية وخصائص المخلوقات الحية والمقارنة بينها عند تصنيفها؟

يمكن للتراكيب الخارجية أن تحدد بعض الخصائص الضرورية لتصنيف المخلوق الحي وقد تساعد العلماء على ملاحظة الفروق التي لا ترى بالعين المجردة.

- تحدّد خصائص الفقاريات التي تميزها عن اللافقاريات.
- تصف أهم الخصائص المشتركة بين طوائف الأسماك.
- تلخّص تكيّف خصائص الأسماك مع الحياة المائية.
- تقارن بين الخصائص المختلفة لطوائف الأسماك.

الأسماك Fishes

رابط الدرس الرقمي



www.icn.edu.sa

الفكرة الرئيسية الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتكاثر في الماء. **الرّبط مع الحياة** لعلك رأيت حوض ماء مليئاً بأسماك ملونة تشبه تلك التي في الصورة في بداية الفصل. ما التكيّفات التي تُمكن الأسماك من العيش في الماء؟ للأسماك خصائص فريدة تسمح لها بالعيش والتكاثر في الماء.

خصائص الفقاريات

Characteristics of Vertebrates

درست حتى الآن الإسفنجيات واللاسعات والرخويات والديدان بأنواعها والمفصليات وشوكيات الجلد، وكلها لافقاريات. تذكر أنّ أهم أربع خصائص للحبليات هي أن لها حبلاً عصبياً ظهرياً، وحبلاً ظهرياً، وجيوباً بلعومية، وذيلاً خلف شرجي وتندرج الحيوانات الفقارية ضمن تحت شعبة الفقاريات. ولهذه الفقاريات عمود فقري وخلايا مُتخصّصة تنمو من الحبل العصبي. ويعد العمود الفقري سمة أساسية للفقاريات. تضم طوائف الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات.

العمود الفقري Vertebral column في معظم الفقاريات يحل العمود الفقري - الذي يحيط بالحبل العصبي ويحميه - محل الحبل الظهري. ويحدث استبدال الحبل الظهري خلال النمو الجنيني. فالغضروف أو العظم هما المادتان المكونتان للهيكل الداخلي لمعظم الفقاريات. ويُعرّف **الغضروف** cartilage بأنه مادة قاسية مرنة تُكوّن هياكل أو أجزاء من هياكل الفقاريات.

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

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

الغضروف
العرف العصبي
الزعنفة
القشور
غطاء الخياشيم
الأذنين
البطين

الوحدة الأنبوبية الكلوية (النفرون)

جهاز الخط الجانبي

وضع البيض (التبويض)

مثانة العوم

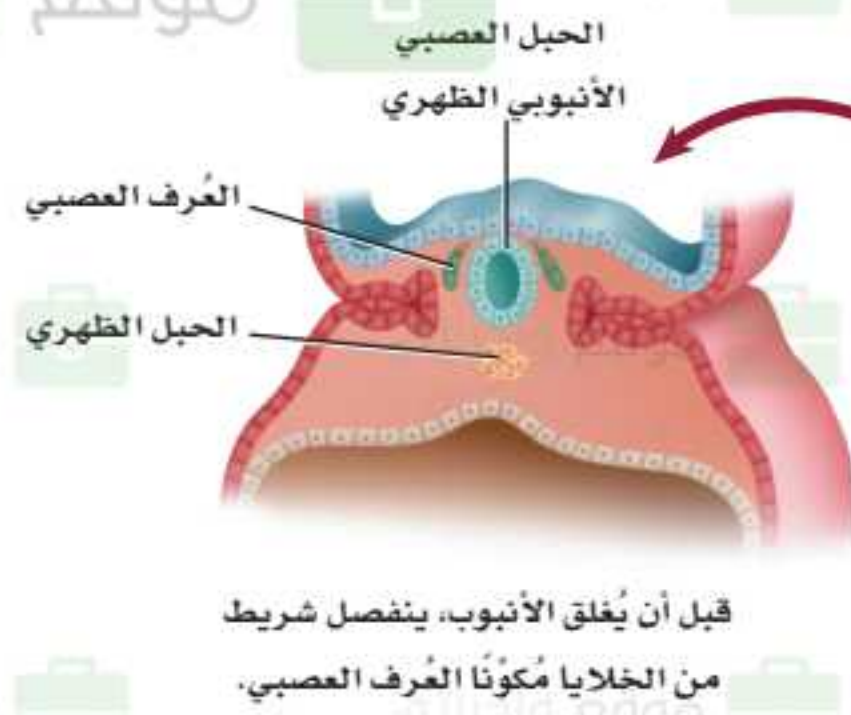
■ الشكل 2-1 يوجد العمود الفقري في معظم الفقاريات، ومنها الأسماك والزواحف المبينة في الشكل أدناه.



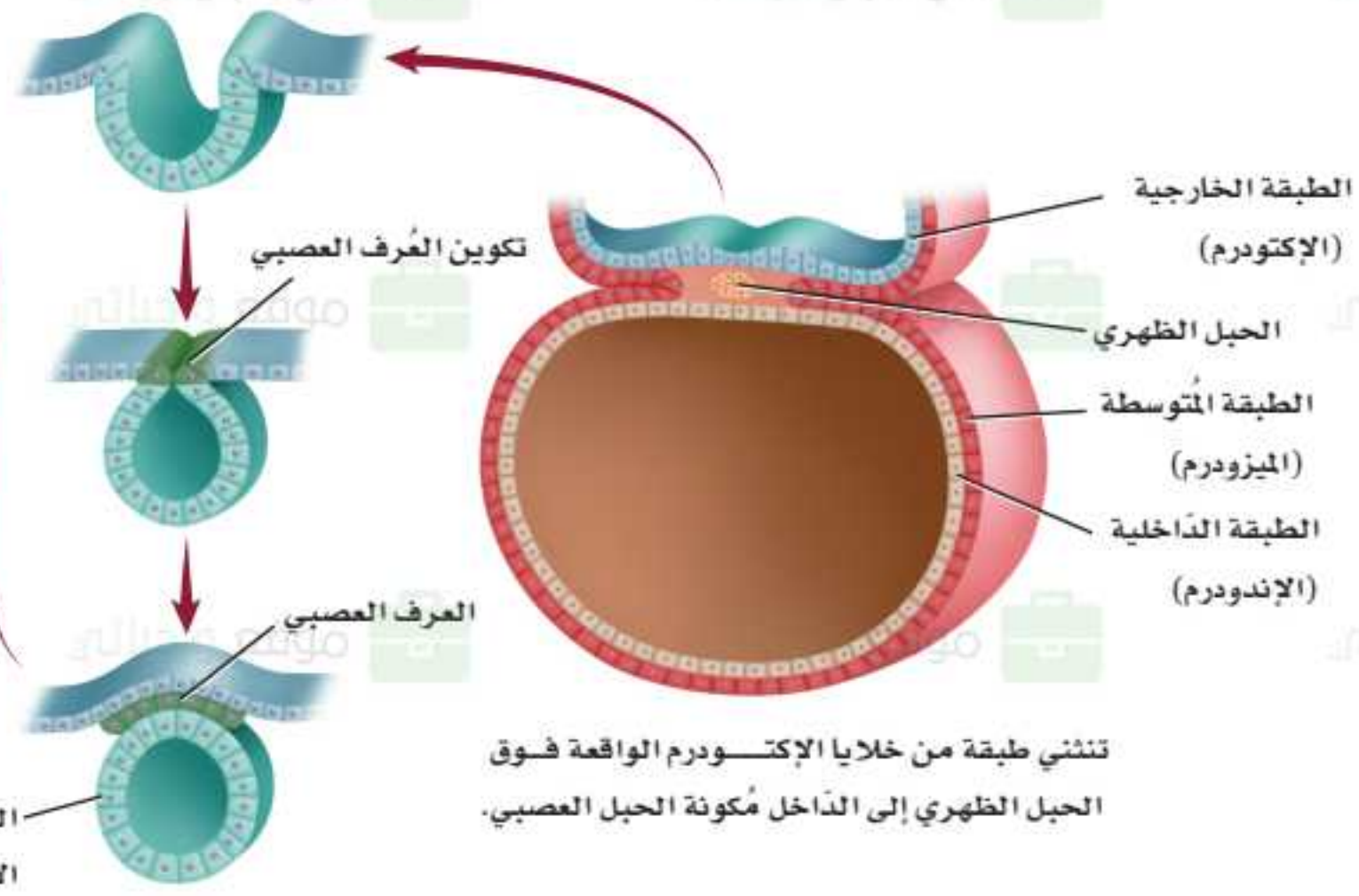
سمكة



الأفعى المجلجلة ذات القرون



الشكل 2-2 يتّج العُرف العصبي في الفقاريات من التحام الطبقة الخارجية من حافتي الانثنائين العصبيين في المرحلة الجنينية.



العُرف العصبي Neural crest تحدث عملية أخرى مهمّة في أثناء تكوّن الحبل العصبي خلال النمو الجنيني في الفقاريات، وهي تكوّن العُرف العصبي neural crest، وهو مجموعة من الخلايا، تتكون من الحبل العصبي في الفقاريات. ويوضح الشكل 2-2 عملية تكوّن العُرف العصبي. وعلى الرّغم من أنّ هذه المجموعة من الخلايا صغيرة إلا أنها مهمّة لنمو الفقاريات؛ لأنّ العديد من أجزاء أجسام الفقاريات المهمّة تنتج عن العُرف العصبي. ومن هذه الأجزاء أجزاء من الدماغ والجُمجمة وبعض أعضاء الإحساس، وأجزاء من الجيوب البلعومية، وعزل (تغليف) الألياف العصبية، وخلايا غُدّد مُحدّدة. ومن الخصائص الأخرى المميزة للفقاريات وجود الأعضاء الداخليّة، ومنها الكلى والكبد والقلب، وجهاز دوري مغلق.

✓ **ماذا قرأت؟** فسّر لماذا يُعد العُرف العصبي صفة مهمّة للفقاريات؟

يُعد العُرف العصبي مهمّاً؛ لأنه ينمو ليكون تراكيب مهمّة، منها الدماغ والجُمجمة.

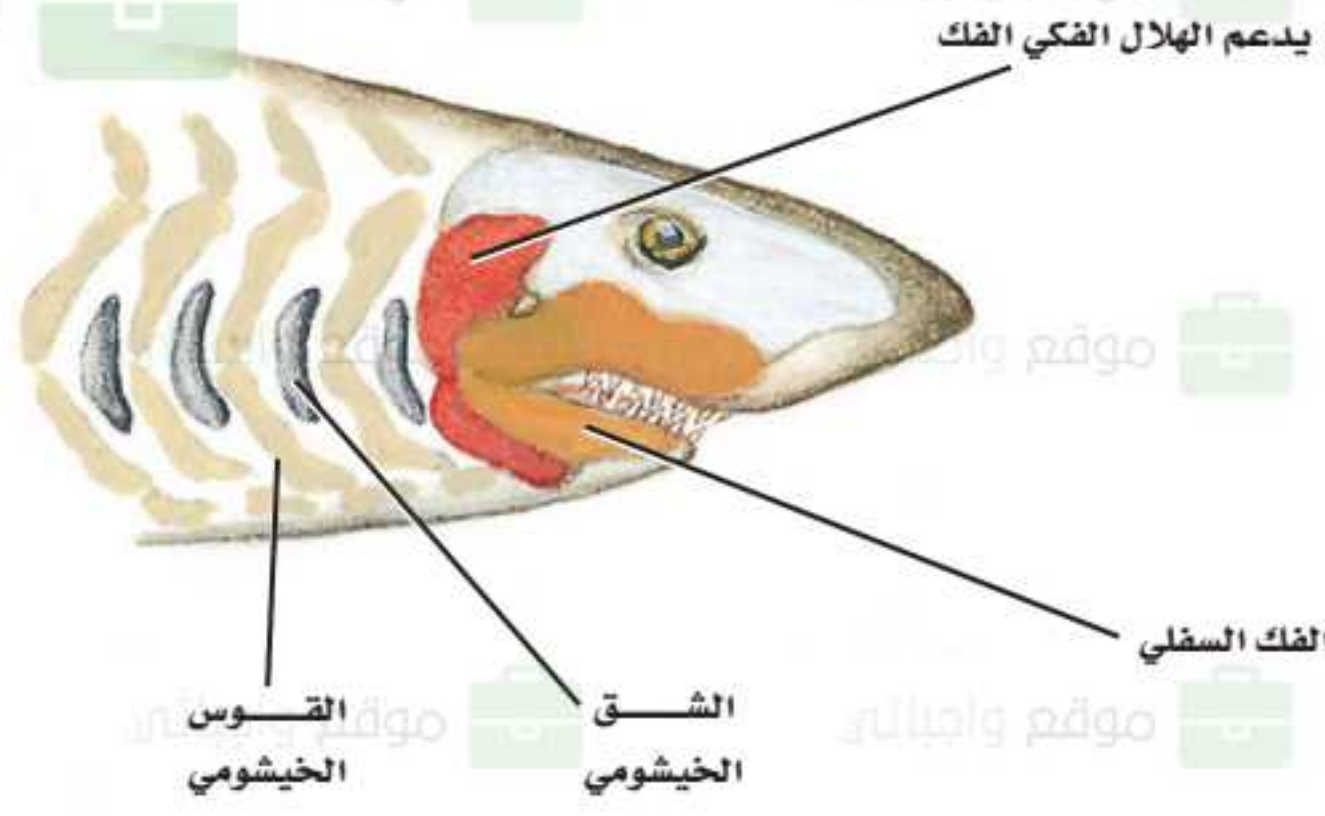
خصائص الأسماك Characteristics of Fishes

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

وقد خلق الله للأسماك عدداً من الخصائص التركيبية ساعدتها على العيش في معظم البيئات المائية، من هذه الخصائص المهمة وجود الفكوك في بعض الأسماك، والرّئات في بعضها الآخر. ويوضح مخطط العلاقات التركيبية في الشكل 2-3 أنّ هناك ثلاث طوائف من الأسماك، كلّها فقاريات. وعلى الرّغم من أنّ أجسام الأسماك تختلف في الشّكل والتركيب كثيراً، إلا أنّ لها العديد من الصّفات المشتركة. ولمعظم الأسماك عمود فقري وفكوك وزعانف مزدوجة وقشور وخياشيم ودورة دموية واحدة، ولا تستطيع بناء بعض الأحماض الأمينية.

الشكل 2-3 تم تمييز الطوائف المختلفة من الأسماك بالألوان في هذا المخطط.





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

الفكوك Jaws لمعظم الأسماك فكوك. ويوضح الشكل 2-4 الأقواس الخيشومية التي تكوّن الفكوك في الأسماك؛ إذ تسمح هذه الفكوك للأسماك الكبيرة بافتراس العديد من المخلوقات الحية، وقد تكون قادرة على افتراس أسماك أكبر حجمًا وأكثر نشاطًا، فتُمسك الأسماك الفريسة بأسنانها القوية، وتحطّمها بعضلات فكّيها القوية. كما تساعد الفكوك الأسماك على الدفاع عن نفسها ضد بعض المفترسات.

✓ **ماذا قرأت؟** صف ما أهمية الفكوك في الأسماك؟

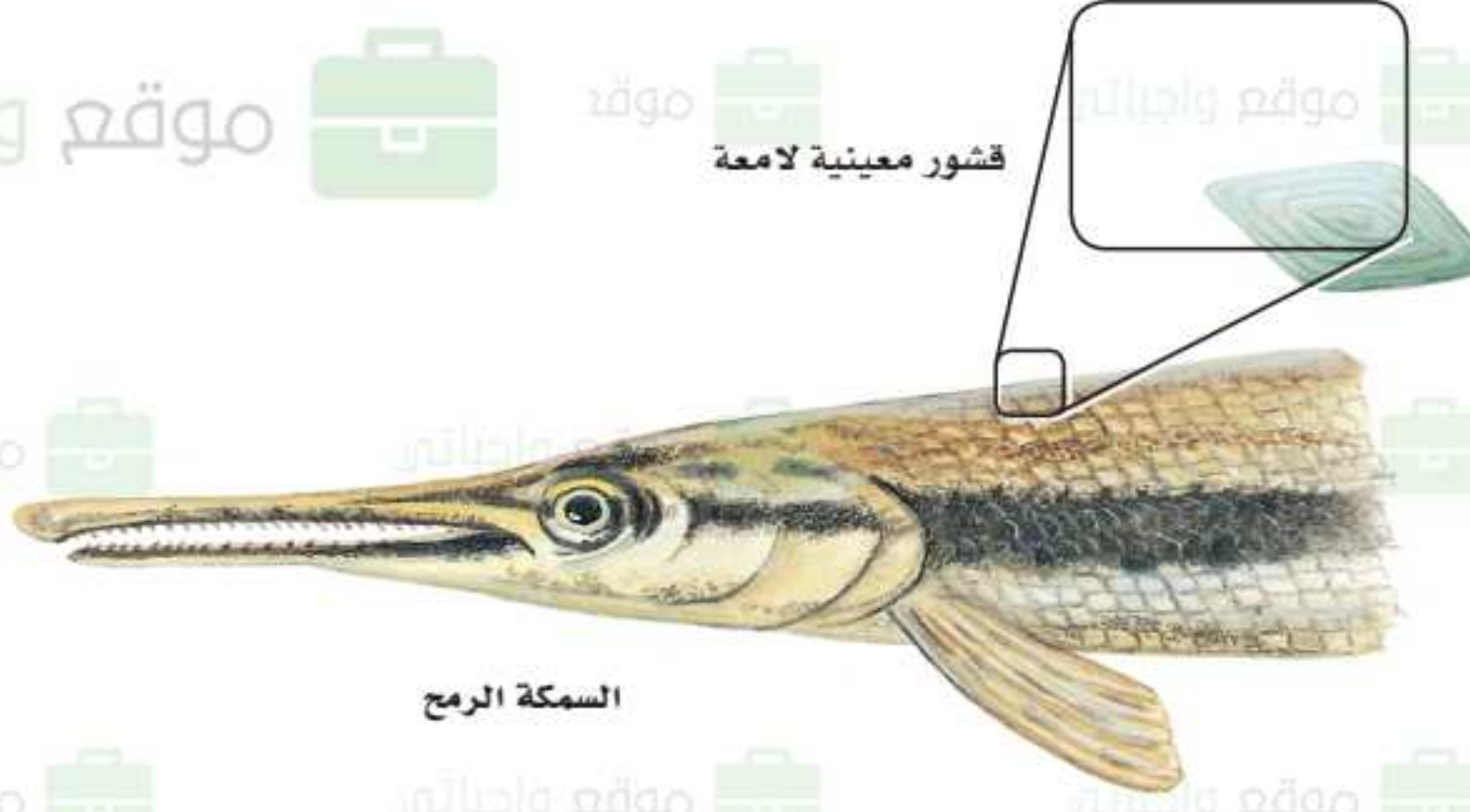
تساعد الفكوك الأسماك على افتراس الأسماك الأخرى وتحطيمها بعضلات فكّيها القوية كما تساعد الأسماك على الدفاع عن نفسها ضد بعض المفترسات.

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

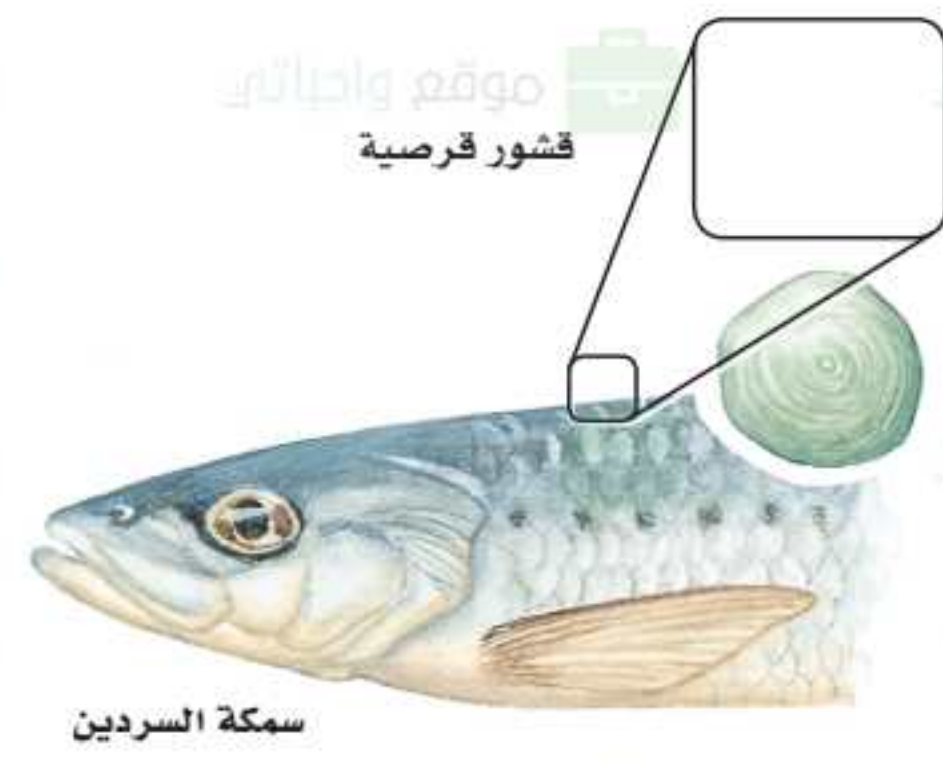
سأهم وجود كل من الفكوك والزعانف المزدوجة لدى الأسماك في قدرتها على افتراس بعض الأسماك الأخرى، كما مكنتها هذه التراكيب من العيش في بيئات جديدة، وإنتاج أجيال أكثر.

■ الشكل 2-5 الزعانف المزدوجة للأسماك (ومنها الزعانف الحوضية والصدرية) تسمح لها بالحفاظ على توازنها في أثناء السباحة، وتغيير اتجاه حركتها في الماء.





السكة الرمح



سمكة السردين

■ الشكل 2-6 يبين نوعين من قشور الأسماك، هما القشور المعينية، والقشور القرصية. صف الفروق الظاهرية بين القشور القرصية والقشور المعينية.

تكون القشور المعينية سمكة غير متداخلة ولامعة وعلى هيئة معين.

أما القشور القرصية فتكون رقيقة وعظمية ودائرية الشكل أو يكون لها مظهر متداخل.

القشور Scales للأسماك نوع واحد على الأقل من أربعة أنواع مختلفة من القشور. والقشور scales تراكيب صغيرة مُسطحة تشبه الصفيحة، توجد بالقرب من سطح الجلد في معظم الأسماك. ومنها: القشور المشطية في صورة أحد أنواع الأسماك العظمية الموضحة في بداية هذا الفصل، وكذلك القشور القرصية التي تتكون من عظم وجلد، وهي رقيقة مرنة، تغطي جسم سمكة السردين، كما في الشكل 2-6. أما قشور القرش فتسمى القشور الصفائحية، وهي مكونة من مواد قاسية وثقيلة، وتشبه الأسنان، كما في الشكل 2-14 الذي ستدرسه لاحقاً. وأما النوع الرابع من القشور فهو القشور المعينية اللامعة التي تغطي جسم السمكة الرمح، المبينة في الشكل 2-6، وهي معينية الشكل ومكونة من مينا (المادة نفسها التي تغطي أسنان الإنسان) وعظم.

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

تختلف قشور الاسماك نظراً لبيئة السمكة نفسها ؛ فتختلف السمكة وقشورها على حسب البيئة المائية التي تعيش فيها؛ فهناك أسماك تعيش في المحيطات وهناك أسماك تعيش في البحار وأخرى في الانهار.

تجربة 1-2

ملاحظة سمكة

الحل في الصفحة التالية

التحليل

1. استنتج جسم السمكة مُقسَّم إلى ثلاث مناطق: رأس، وجذع، وذيل. حدد هذه المناطق على الشكل الذي رسمته.
2. طبق افتراض أن سمكة فقدت إحدى زعانفها الصدرية عندما أفلتت من مُفترس. كيف يُمكن أن يُؤثر هذا في قدرتها على التحرك في الماء؟



ما خصائص الأسماك التي تستنتجها من خلال الملاحظة؟ ستلاحظ في هذه التجربة سمكة في بيئتها المائية.

خطوات العمل

1. املاء بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. لاحظ سمكة (أسماكاً) في حوض مائي.
3. ارسم شكلاً توضيحياً لسمكة، ثم أشر إلى التراكيب الآتية: الزعنفة الظهرية، الزعنفة الذيلية، الزعنفة الشرجية، الزعانف الصدرية، الزعانف الحوضية، القشور، الفم، العين، غطاء الخياشيم.
4. لاحظ كيف تتحرك السمكة في الماء. ووضح كيف تحرك السمكة جسمها وزعانفها عندما تتحرك إلى الأمام في الماء.

تجربة 1-2

التحليل

1. استنتج جسم السمكة مُقسَّم إلى ثلاث مناطق: رأس، وجذع، وذيل. حدد هذه المناطق على الشكل الذي رسمته.

يضم رأس السمكة المنطقة بين مقدمة الفم وخلف غطاء الخياشيم مباشرة،
في حين يضم الجذع المنطقة بين غطاء الخياشيم والشرح.
أما الذيل فيشمل المنطقة التي بعد الشرح.

2. طبق افترض أن سمكة فقدت إحدى زعانفها الصدرية عندما
أفلتت من مفترس. كيف يُمكن أن يُؤثر هذا في قدرتها على
التَّحرُّك في الماء؟



فقدان السمكة للزعنفة الصدرية خلال مقاومتها لمفترس آخر يجعلها تفقد
اتزانها ومقدرتها على التحكم في حركتها داخل الماء.



تدفق الماء

الخياوط الخيشومية

شبكة شعيرات دموية في الخيط

وريد
شريان

صفحة خيشومية

يتدفق الماء
عبر الخياشيم

■ الشكل 2-7 تحتوي الصفحة الرقيقة لخياشيم السمكة على العديد من الأوعية الدموية.
استنتج لماذا تتكون خياشيم الأسماك من نسيج رقيق جداً؟

تتكون الخياشيم من نسيج رقيق يسمح بانتشار الأكسجين بسهولة كبيرة نحو الدم من خلال الصفائح، ويسمح هذا النسيج بعبور ثاني أكسيد الكربون بسهولة من الخياشيم إلى الماء.

المفردات

أصل الكلمة

الأذين Atrium

من الكلمة اللاتينية atrium، وتعني ممراً رئيساً، وفي اللغة العربية هو أحد التجويفين في القسم الأعلى من القلب.

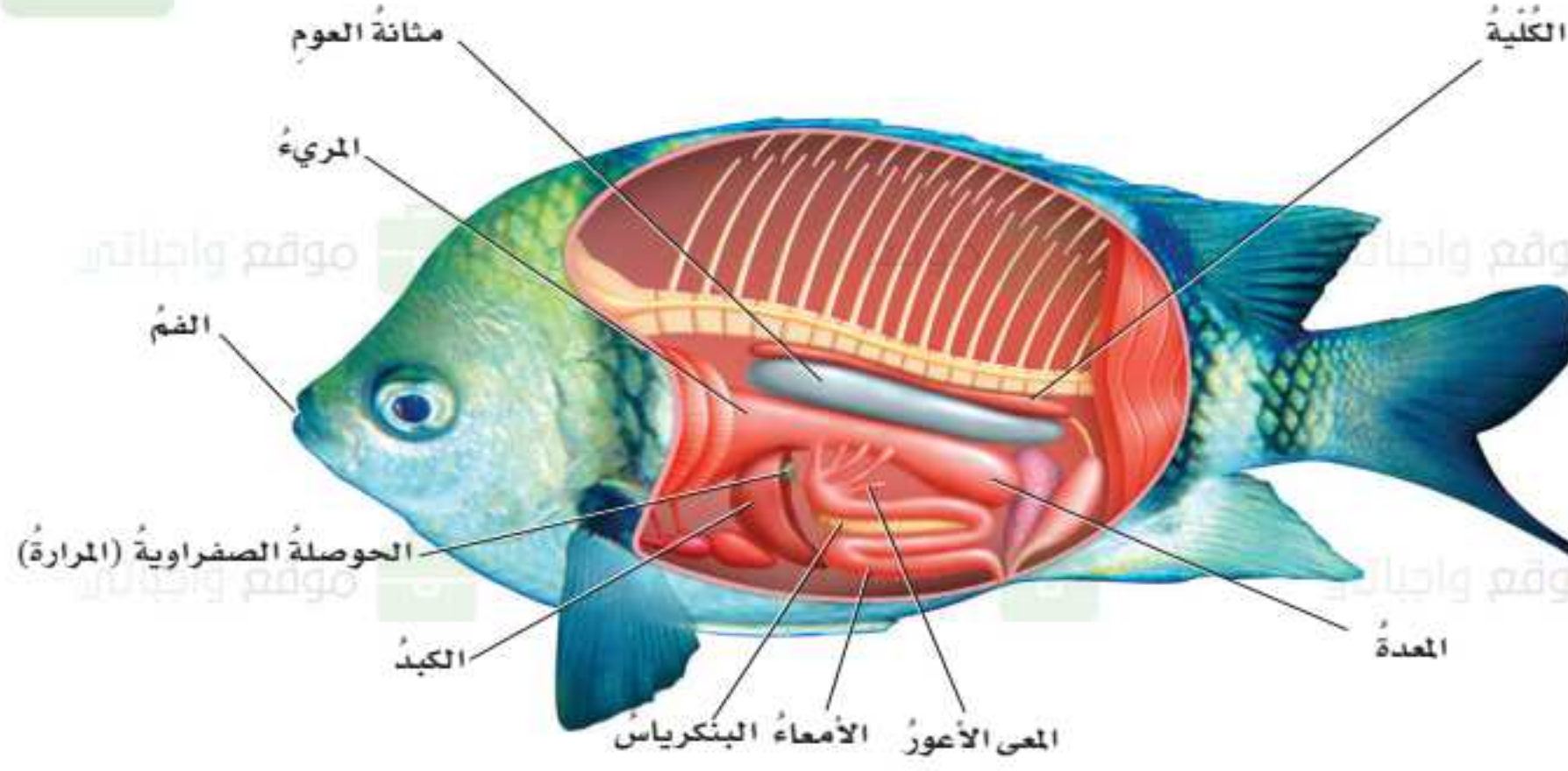
■ الشكل 2-8 يضخ قلب السمكة الدم عبر جهاز دوري مغلق.



الخياشيم Gills يسمح تكيف آخر للأسماك بالعيش في البيئات المائية، وهو قدرتها على الحصول على الأكسجين من الماء؛ إذ تحصل الأسماك على الأكسجين عندما يدخل الماء فمها، ثم يعبر خياشيمها، فينتشر الأكسجين من الماء إلى الدم. وتتكون الخياشيم من خيوط رقيقة مغطاة بصفحة شديدة الانثناء. ويوضح الشكل 2-7 تركيب الخياشيم في معظم الأسماك. وتحتوي الصفحة على العديد من الأوعية الدموية التي يمكنها أن تأخذ الأكسجين، وتطلق ثاني أكسيد الكربون. ويتدفق الدم في الخياشيم في عكس اتجاه جريان الماء على سطح الخياشيم. وجريان التيار المعاكس يمثل آلية فعالة يمكن بها استخلاص الأكسجين من الماء. ويُستخلص 85% من الأكسجين المذاب في الماء تقريباً عندما يجري الماء فوق الخياشيم في اتجاهه، ويجري الدم في اتجاه آخر. ولبعض الأسماك غطاء خيشومي operculum؛ وهو غطاء متحرك يغطي الخياشيم ويحميها، ويساعد هذا الغطاء أيضاً في ضخ الماء القادم من الفم عبر الخياشيم. وبعض الأسماك - ومنها سمكة الرئة Lung fish - يمكنها أن تعيش خارج الماء لأوقات قصيرة باستخدام تراكيب تشبه الرئات. ويمكن لأسماك الأنقليس eel (ثعبان الماء) أن تتنفس من خلال الجلد الرطب عندما تكون خارج الماء.

جهاز الدوران Circulation للفقاريات دورة دموية مغلقة، يتم فيها ضخ الدم عبر الأوعية الدموية. ويوضح الشكل 2-8 الجهاز الدوري للأسماك، حيث يجري الدم - في أغلب الأسماك - في دورة دموية واحدة، ويتدفق من القلب إلى الخياشيم، ثم عبر الجسم، فيصل إلى الأنسجة ليزودها بالأكسجين، ثم يعود إلى القلب. ويضخ مرة أخرى من القلب إلى الخياشيم، ثم إلى جميع أجزاء الجسم مرة أخرى. ولأن هذا النظام يشكل دورة واحدة كاملة ومُتصلة، فإنه يُسمى الجهاز الدوري ذا الدورة الواحدة المغلقة.

يتكون القلب - في أغلب الأسماك - من حُجرتين رئيسيتين تشبهان الأذين والبطين في قلبك. **والأذين atrium** هو حُجرة القلب التي يصلها الدم من جميع أجزاء الجسم، ثم ينتقل منه إلى **البطين ventricle**؛ وهو الحجرة التي تضخ الدم من القلب إلى الخياشيم. وعندما يمر الدم في الخياشيم ينتقل إلى سائر أجزاء الجسم.



الشكل 9-2 أعضاء الجهاز الهضمي
للسمكة تُشبه مثلثها في الفقاريات الأخرى.
اعمل قائمة بالتراكيب التي يمرُّ عبرها
الطعام في أثناء هضمه.

فم، مريء، معدة، أكياس المعى الأعور، الأمعاء.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالم الأسماك (البهار)
Ichthyologist يبحث عن
معلومات حول سلوك الأسماك،
وبيئتها، وتاريخها، ووظيفتها،
سواء أكان ذلك في الميدان أم في
المختبر. كما يهتم عالم الأسماك
أيضاً بالأحواض المائية، وينظم
مجموعات المتاحف، ويدرس في
الجامعات، ويحاول المحافظة على
جماعات الأسماك.

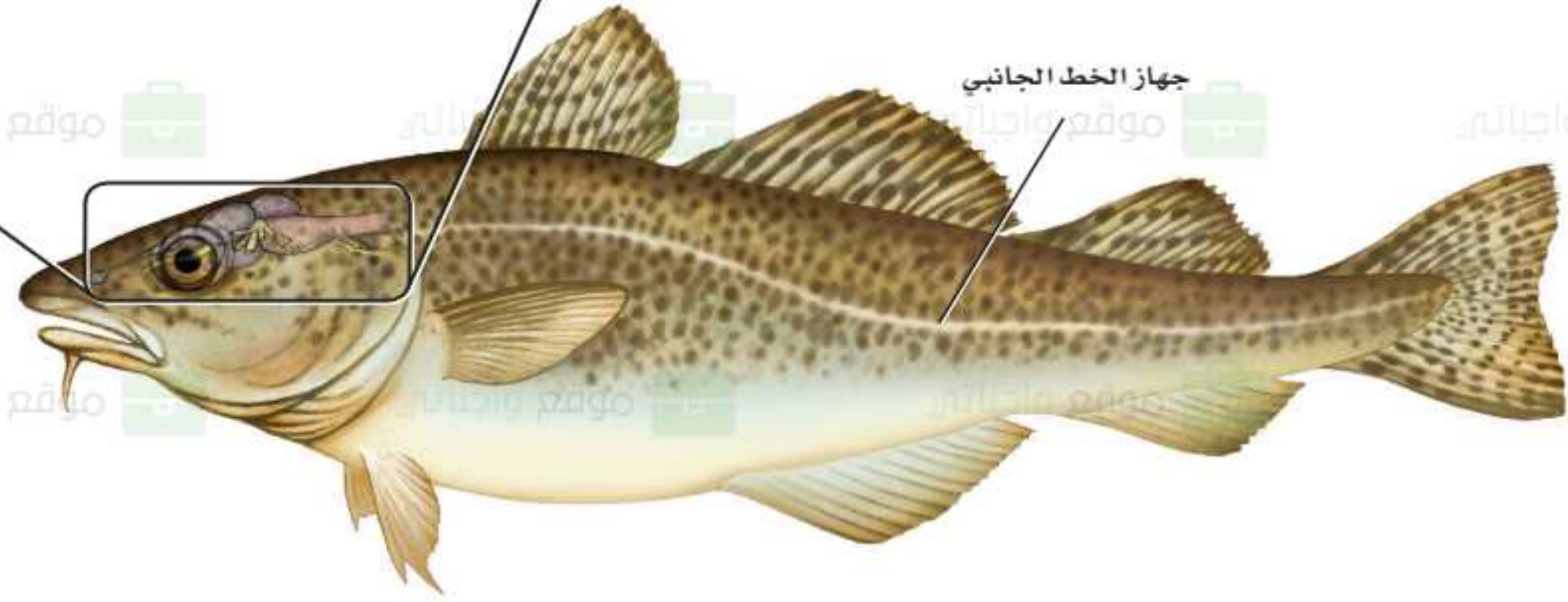
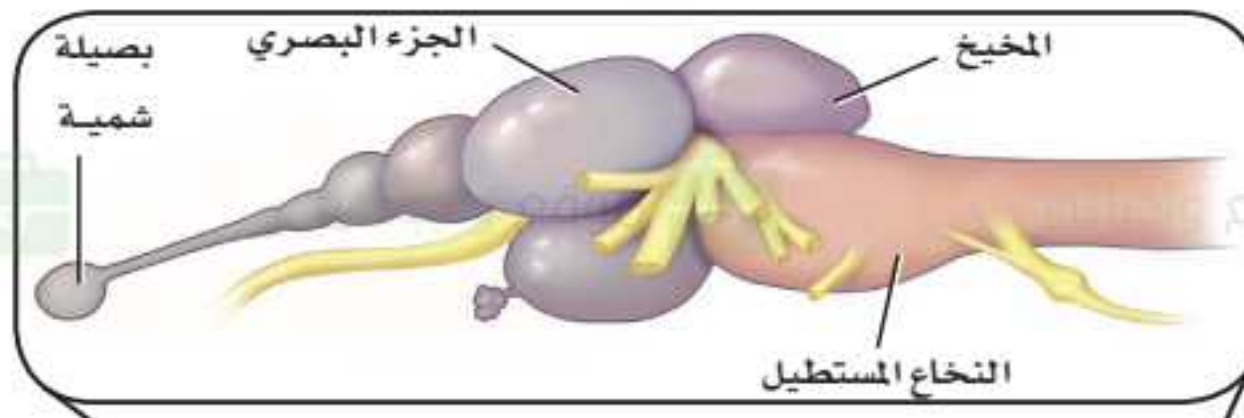
التغذية والهضم Feeding and digestion تحصل بعض الأسماك على
الغذاء بتصفيته من الماء، أو بالترمم بامتصاصه من بقايا عضوية في قعر المحيط.
أمّا الأسماك الفكّية فهي مُفترسات فعّالة تتنوع مصادر غذائها. ويتكوّن الجهاز
الهضمي للأسماك، المبين في الشكل 9-2، من أعضاء تشبه مثلثها في الفقاريات
الأخرى.

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

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

الإخراج Excretion تُنقى الفضلات الخلوية من دم الأسماك عن طريق أعضاء
تُسمى الكلى، وتسمى الوحدة الوظيفية الأساسية للكلى **الوحدة الأنبوبية الكلوية**
(**النفرون nephron**)؛ وهي وحدة تنقية داخل الكلية تساعد على المحافظة على
اتزان الماء والأملاح في الجسم، وتُزيل الفضلات الخلوية من الدّم. وبعض هذه
الفضلات يُطرح عن طريق الخياشيم.

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



الدماغ والحواس Brain and Senses يتكون الجهاز العصبي للأسماك - كما في الفقاريات الأخرى - من حبل شوكي ودماغ كما في الشكل 10-2. ويقوم المخيخ بتنسيق الحركة والتحكم في الاتزان. وللأسماك مستقبلات شمعية للإحساس بالروائح، تُمكنها من اكتشاف المواد الكيميائية الذائبة في الماء. وتستجيب بصيلات الشم للمنبه الكيميائي، وللأسماك أيضًا القدرة على الرؤية الملونة، حيث إن الأجزاء البصرية في الدماغ مسؤولة عن المعلومات البصرية. كما ينسق المخ المعلومات التي تستقبلها أجزاء الدماغ الأخرى، في حين يسيطر النخاع المستطيل على الأعضاء الداخلية.

وتستطيع الأسماك أن تكتشف أقل حركة في الماء؛ لأن لها مستقبلات أخرى تُسمى جهاز الخط الجانبي. **جهاز الخط الجانبي lateral line system** يُمكن السمكة من اكتشاف الحركة في الماء، ويساعد أيضًا على إبقائها معتدلة ومتزنة. ويوضح الشكل 10-2 جهاز الخط الجانبي في السمكة.

التكاثر Reproduction تتكاثر معظم الأسماك بالإخصاب الخارجي. وتُطلق الأسماك ذكورًا وإناثًا أمشاجها (خلاياها التناسلية) بعضها قريبًا من بعض، خلال عملية تُسمى **وضع البيض (التبويض) spawning**. فتحصل الأجنة النامية على الغذاء من الطعام المخزون في مُح البيض. وتتكاثر بعض الأسماك - ومنها سمكة القرش - بالإخصاب الداخلي. وعلى الرغم من حدوث الإخصاب الداخلي فإن نمو الجنين في بعض أنواع الأسماك يكون خارج جسم الأنثى بعد أن تضع البيضة المُخصبة. ولبعض أنواع الأسماك إخصاب داخلي ينمو فيه الجنين داخل جسم الأنثى، وفي هذه الحالة يأخذ الجنين النامي غذاءه من جسم الأم.

■ الشكل 10-2 للأسماك دماغ يُمكنها من القيام بوظائفها الحيوية. **استنتاج** كيف يختلف دماغ سمكة تعيش على البقايا العضوية في قاع بركة ماء عن دماغ سمكة مفترسة تسبح بخفة خلف فريسة؟

دماغ الأولى التي تعيش على البقايا العضوية سيكون المخيخ بها أصغر من مثيلتها المفترسة وكذلك المستقبلات الخاصة بالروائح والشم ستكون أكثر في الأولى عن الثانية.



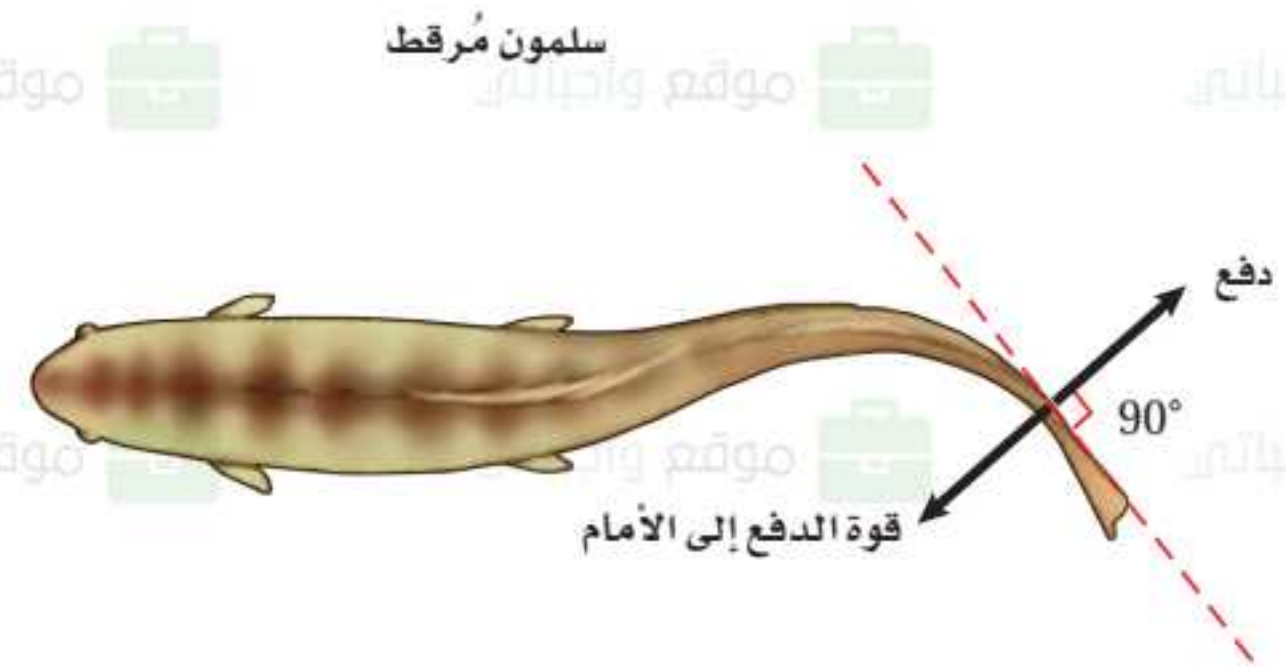
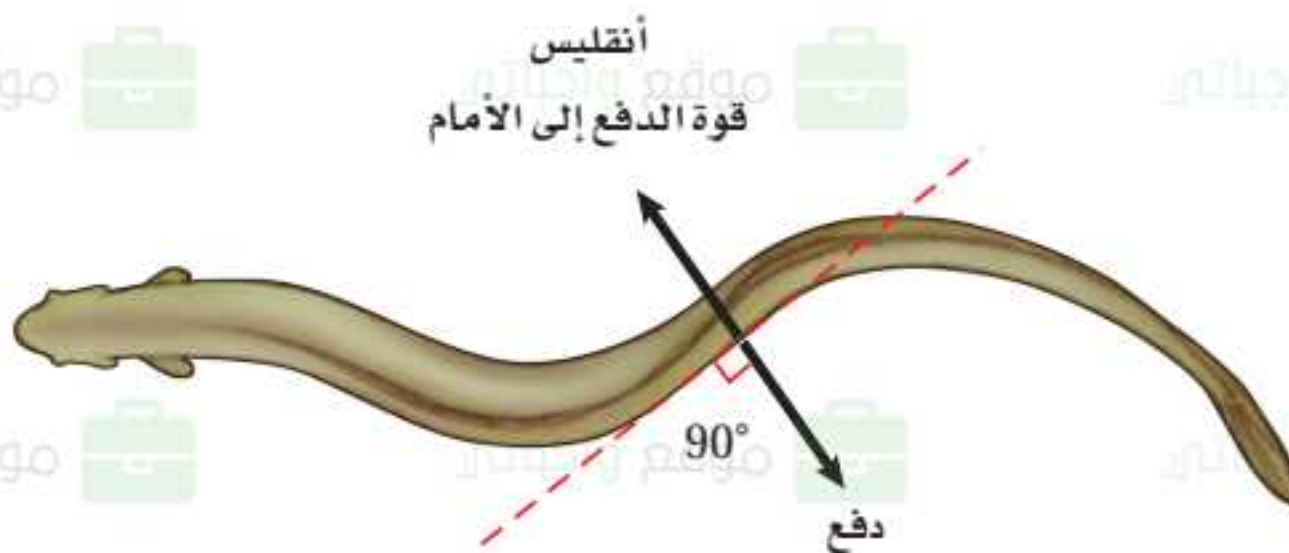
وتستطيع الأسماك التي تتكاثر بالإخصاب الخارجي أن تنتج ملايين البيض في الفصل الواحد. ومعظم هذه الأسماك لا تحمي بيضها ولا تعتني به ولا بصغارها. لذا يكون مصير العديد من هذه البيض والصغار أن تفترسها حيوانات أخرى. وتنتج الأسماك كمية كبيرة من البيض ليتمكن بعض الصغار من النمو والنَّجاة حتى يصلوا إلى سن التكاثر.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

الحركة Movement تكيَّفت الأسماك بشكل جيد للسباحة في الماء؛ فمعظم الأسماك انسيابية الشكل، ولمعظمها مُخاط يُزيِّت سطح جسدها، ويُقلِّل من احتكاك السمكة بالماء. وتُمكن الزعانف الأسماك من تغيير الاتجاهات والمناورة بعدة طرائق مُختلفة، وتُقلِّل قوة طفو الماء من تأثير الجاذبية في الأسماك. وبالإضافة إلى هذا فإن **مِثانة العوم** swim bladder - وهي كيس مملوء بغاز مثل البالون يوجد في الأسماك العظمية - تسمح للسمكة بالتحكم في عمق غوصها، انظر الشكل 9-2. وعندما تنتشر الغازات خارج مِثانة العوم يمكن للسمكة أن تغطس إلى أسفل. أما عندما تنتشر الغازات من الدم إلى داخل مِثانة العوم فإن السمكة ترتفع إلى أعلى خلال الماء.

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

■ الشكل 11-2 معظم الأسماك لا تعتني بصغارها؛ ومع ذلك فإن ذكر أسماك الحارس الكبير من الأسماك التي تعتني ببيضها.

■ الشكل 12-2 يُحرِّك الأنقليس جسمه كاملاً على نمط الحرف S. أما الأسماك الأخرى الأسرع في الحركة - ومنها السلمون المرقط - فتحرك ذيلها فقط عندما تندفع خلال الماء.





الجلكي



الجريث

طوائف الأسماك Classes of fishes

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

الأسماك اللافكية Jawless fishes ومنها أسماك الجلكي والجريث، كما في الشكل 2-13، والجريث كالجلكي أسماك لافكية، ليس لها قشور أو زعانف مزدوجة أو هيكل عظمي، ولها حبل ظهري يبقى طوال حياتها. وسمكة الجريث من الحيوانات الكانسة تتغذى على اللاقاريات الطرية والأسماك الميتة. وعلى الرغم من كونها عمياء تقريباً فإن إحساسها الكيميائي الحاد يُمكنها من تحديد موقع الطعام. ولأسماك الجلكي خياشيم ولها عدد من الخصائص الأخرى للأسماك. والجلكي البالغ، المبين في الشكل 2-13، مُتطفل يتغذى بتثبيت نفسه على أسماك أخرى. فيستعمل فمه (القمعي المستدير) الشبيه بالممصات ولسانه المُزود بتراكيب تشبه الأسنان ليتغذى على دم عائله وسوائل جسمه.

✓ ماذا قرأت؟ اكتب قائمة بخصائص الأسماك اللافكية.

دون فكوك، تشبه الإنقليس، دون حراشف، دون زعانف مزدوجة، لها حبل ظهري وخياشيم.

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

ليس لها قشور أو زعانف مزدوجة ولا يوجد لها هيكل عظمي وتقوم بالالتفاف حول نفسها لتشبه الصخور في قاع البحر، كما أن إحساسها الكيميائي الحاد يُمكنها من تحديد موقع الطعام.



سمكة قرش

قشور صفائحية

■ الشكل 14-2 لأسماك القرش أجسام انسيابية مغطاة بقشور صفائحية صلبة. استنتج ماذا تتوقع أن يكون ملمس جلد سمكة القرش إذا لمسته؟

ستختلف الإجابات؛ أمثلة :

سيكون ملمس جلد القرش خشناً مثل ورق الصنفرة، وقاسياً، إلخ.

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

وقد ساعد الجسم الانسيابي لأسماك القرش، إضافة إلى عضلات السباحة القوية وأسنانها الحادة، على أن تكون من المفترسات المُميّزة في الماء. ويستطيع سمك القرش الإحساس بالمواد الكيميائية في الماء، مما يسمح له بكشف الفريسة عن بُعد كيلومتر واحد. وكلما اقترب القرش من فريسته، فإن الخط الجانبي على جسمه يستطيع أن يكتشف الاهتزازات في الماء. وفي المرحلة الأخيرة من مطاردة الفريسة، يُمكنه أن يستخدم بصره والمستقبلات الأخرى لاكتشاف المجالات الكهربائية والكهروحيوية التي تصدر عن الحيوانات كلها. من التكيّفات الأخرى للحياة الافتراضية الجلد القاسي المُغطى بحراشف صفائحية، كما في الشكل 14-2.

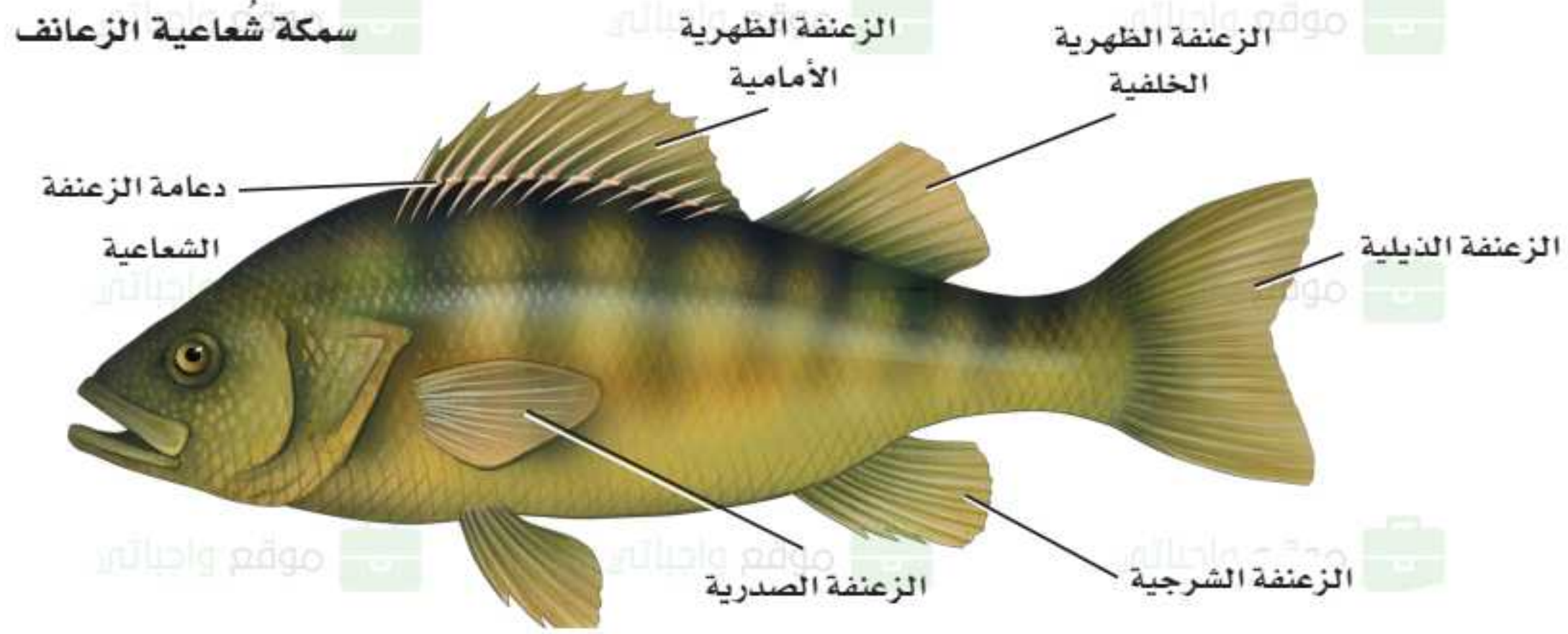
بعض أسماك القرش لا تمتلك صفوفًا من الأسنان. فأسماك قرش الحوت؛ وهي أكبر أسماك القرش الحية، مخلوقات ترشيحية التَغذّي من خلال استخدام تراكيب خاصة في أفواهها. ولبعض أسماك القرش الأخرى أفواه ذات تراكيب تساعد على التَغذّي على الرّخويات الصّدفية.

الأسماك العظمية Bony fishes تحوي طائفة الأسماك العظمية مجموعتين من الأسماك، هما: الأسماك العظمية الشعاعية الزعانف، والأسماك العظمية المجزأة الزعانف. وللأسماك ذات الزعانف الشعاعية هيكل عظمي، وقشور مشطية أو دائرية، وغطاء يغطّي الخياشيم، ومثانة للعوام. وأكثر ما يميز أسماك الزعانف الشعاعية مذكور في اسمها. والأغشية الرقيقة لزعانف هذه الأسماك مدعومة بتراكيب رقيقة تشبه الأشواك، كما في الشكل 15-2. ومُعظم الأسماك - ومنها السلمون والتونا - أسماك شعاعية الزعانف.

Bony Fishes

الأسماك العظمية

الشكل 15-2 تنقسم طائفة الأسماك العظمية إلى تحت طائفتين، هما: أسماك شعاعية الزعانف، وأسماك مجزأة الزعانف.

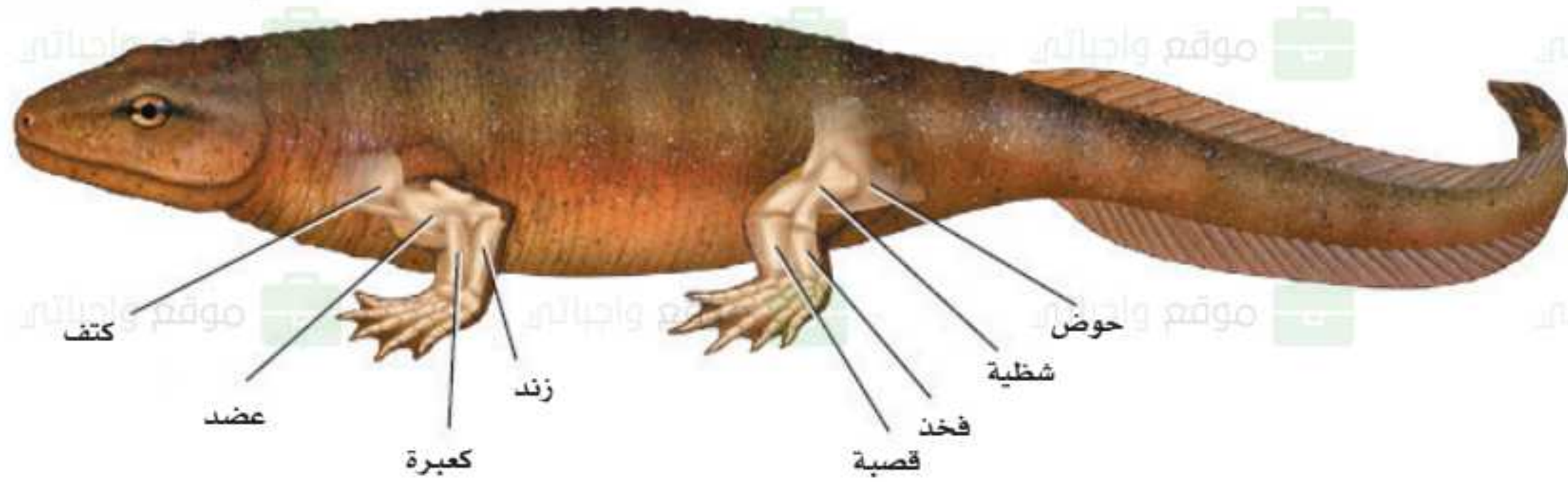


للأسماك الشعاعية الزعانف تراكيب رقيقة تشبه الأشواك، تدعم أغشية زعانفها.



للأسماك المجزأة الزعانف أجزاء عضلية ومفاصل تُشبه مثلثاتها في الرباعيات الأطراف الأولية.

رباعيات الأطراف الأولية



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

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

وتعدّ أسماك الزعانف الشعاعية الذيلية الجوفاء Coelacanth مجموعة أخرى صغيرة من الأسماك الشعاعية الزعانف التي اعتقد الكثير من الناس أنها انقرضت قبل 70 مليون عام تقريباً. ولكن في عام 1938م، اصطاد بعض الصيادين على سواحل أفريقيا الجنوبية سمكة من هذه المجموعة. ومنذ ذلك الوقت، تمّ اصطيد العديد من هذه الأسماك. وهناك مجموعة ثالثة انقرضت من الأسماك المجزأة الزعانف، لها خصائص مشتركة مع رباعيات الأطراف. والحيوان الرباعي الأطراف Tetrapod، كما في الشكل 15-2، حيوان له أربعة أطراف (أرجل)، تحتوي كل منها على أجزاء عضلية وقدم وأصابع لها مفاصل.

بيئة الأسماك Ecology of Fishes

الأسماك مصدر مهم للغذاء في كل الأنظمة المائية. ومع ذلك فقد غيرت نشاطات الإنسان موطنها في المياه العذبة والمياه المالحة، ومن ذلك بناء السدود على الأنهار، أو التلوث. وتعد الأسماك مؤشرات حيوية لصحة النظام البيئي المائي؛ فعندما تتناقص مجموعات الأسماك غير التجارية يكون السبب الرئيس تغير الموطن. وعندما تتناقص أعداد الأسماك لا يكون التأثير سلبياً اقتصادياً على البشر فقط، بل قد تعاني الأنظمة البيئية أيضاً من عدم الاتزان.

تغير الموطن Habitat alteration السلمون نوع من الأسماك المهاجرة، يقضي حياته كبالغ في المحيط ولكنه يعود إلى المياه العذبة لوضع البيض في الجدول حيث يفقس فيه الصغار. وفي شمال غرب المحيط الهادئ، تغيرت الموطن البيئية في الأنهار والجداول بسبب بناء السدود التي تمنع الهجرة صعوداً وهبوطاً للسلمون، وكانت النتيجة النهائية في شمال غرب المحيط الهادئ، على سبيل المثال، أن أعداد السلمون التي تسبح صاعدة عكس التيار، كما في الشكل 16-2، أصبحت حوالي ثلاثة في المئة فقط من بين 10-16 مليون سمكة سلمون - تقريباً - سبحت إلى الأنهار قبل 150 سنة مضت.

التلوث pollution يُمكن أن تتغير الموطن البيئية للأسماك من خلال التلوث الذي يقلل من نوعية المياه العذبة وجودتها في البحيرات، والأنهار، والجداول. ويُمكن أن يقلل هذا من عدد الأسماك وتنوعها في منطقة ما. وفي بعض الحالات، عندما يزول السبب المسؤول عن تغير الموطن البيئي وتعود الظروف إلى طبيعتها، تعود الأسماك أيضاً. فمثلاً انخفضت نسبة الأسماك التي تعيش بالقرب من شواطئ البحر الأحمر نتيجة التلوث بالمخلفات والفضلات. أما بالنسبة لمياه الخليج العربي فقد انخفضت نسبة العديد من أنواع الأسماك نتيجة تلوث موطنها بالنفط المتسرب إلى مياه الخليج في الفترات السابقة، وبعد تعافي الموطن تدريجياً بدأت أعداد هذا الأسماك بالزيادة التدريجية.

■ الشكل 16-2 لا تستطيع بعض أنواع السلمون القفز عن السدود المستخدمة في توليد الكهرباء من الطاقة المائية. ولكي يضع بيضه، يجب أن يعود السلمون إلى الجداول التي فقس فيها.



التقويم 1-2

فهم الأفكار الرئيسية

1. الفكرة الرئيسية: تُخص خصائص الفقاريات التي تجعلها تختلف عن اللافقاريات.

- العمود الفقري الذي يحل غالباً محل الحبل الظهري.
- خلايا متخصصة تنمو من الحبل العصبي تسمى بالعرف العصبي.
- تمتلك جيوب بلعومية.
- ومن الخصائص الأخرى المميزة للفقاريات وجود الأعضاء الداخلية، ومنها الكلى والكبد والقلب، وجهاز دوري مغلق.

2. صف خصائص الأسماك التي تسمح لها بالعيش والتكاثر في الماء.

- العيش: لها شكل انسيابي ولها مخاط يزيث سطح جسدها ويقلل من احتكاك السمكة بالماء ولها زعانف لتغير اتجاهاتها ولها مثانة العوم لتتحكم في عمق غوصها ولها خياشيم تتنفس بها.
- التكاثر: معظمها يتكاثر بالإخصاب الخارجي وفيه تنتج السمكة أعداد كبيرة لينجو أكبر عدد من المفترسين وفي هذه الحالة تتغذى الأجنة على الطعام المخزون مح البيضة، أما التي تتكاثر بالإخصاب الداخلي فتتغذى من جسم الأم.

3. قوّم أهمية الفكوك في الأسماك.

1. تسمح الفكوك للأسماك الكبيرة بافتراس العديد من المخلوقات الحية.
2. تساعد الفكوك الأسماك على الدفاع عن نفسها ضد بعض المفترسات.

4. حدّد الخصائص التي تشترك فيها معظم الأسماك.

العمود الفقري، الفكوك، الزعانف المزدوجة، القشور، الجلد الرطب للحصول على الأكسجين، دورة دموية مغلقة مفردة.

التقويم 1-2

5. فسّر لماذا يجب على أسماك المياه العذبة وأسماك المياه المالحة تنظيم اتزان الماء والأملاح داخل أجسامها؟

يحتوي الماء العذب على جزيئات ماء أكثر من أنسجة الأسماك، في حين يحتوي الماء المالح على كمية أقل.

لذا، تحتاج أجسام أسماك الماء العذب إلى ماء أقل من أجسام أسماك الماء المالح.

6. قارن بين التراكيب الداخلية والخارجية في الأسماك اللافكية والأسماك الغضروفية والأسماك العظمية.

الأسماك اللافكية	الأسماك الغضروفية	الأسماك العظمية
الهيكل	حبل ظهري وليس لها هيكل عظمي	مكون من عظام
الزعانف	ليس لها زعانف مزدوجة	لها زعانف مزدوجة
القشور	ليس لها قشور	صفائحية
مثناة العوم	ليس لها مثناة عوم	مشطية أو دائرية
الغطاء الخيشومي	ليس لها غطاء خيشومي	لها غطاء خيشومي
التغذية	كانسة أو متطفلة	مفترسات مميزة

التفكير الناقد

7. كَوْنُ فرضية ينبي ذَكَرَ أسماك أبي شوكة Spined stickleback الأعشاش من مواد لامعة بَرّاقة قليلة الوجود تختارها الإناث غالباً. كَوْنُ فرضية حول أهمية ذلك في اختيار الأنثى ذَكَراً له صفات قوية ضمن أفراد نوعه.

تختار الأنثى ذَكَراً بمواصفات عالية قادراً على الحصول على مصادر العيش المحدودة.

8. استنتج كيف تُؤثّر إصابة جهاز الخط الجانبي في قُدرة السمكة على الهروب من المُفترسات؟

لن تستطيع السمكة ذات الجهاز الخطي الجانبي التالف تحديد الحركة في الماء.

2-2

الأهداف

تحلل أنواع التكيفات التي كانت مهمة عندما انتقلت بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة.

تلخص خصائص البرمائيات.

تفرق بين رتب البرمائيات.

مراجعة المفردات

التحول Metamorphosis: تغيرات نمو متتالية في شكل المخلوق الحي أو تركيبه.

المفردات الجديدة

المجمع (المذرق)

الغشاء الرامش

غشاء الطبلية

متغيرة درجة الحرارة

البرمائيات Amphibians

الفكرة الرئيسية لمعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءاً من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.

الرابط مع الحياة إذا فكرت في السباحة فستجد أن التحرك في الماء يختلف عن التحرك على اليابسة. وكما أن للأسماك تكيفات تمكنها من العيش في الماء فإن للبرمائيات البالغة أيضاً تكيفات للعيش على اليابسة.

الانتقال إلى اليابسة The move to land واجهت بعض المخلوقات الحية تحديات فيزيائية كثيرة في الانتقال من الماء إلى اليابسة. ويبيّن الجدول 1-2 بعض اختلافات ظروف الحياة في الماء عنها على اليابسة. وتشمل هذه الاختلافات الطفو، وتركيز الأكسجين، ودرجة الحرارة. ويوضح الجدول أيضاً أمثلة على تكيفات الفقاريات البرية للحياة على اليابسة، كما يوضح الشكل 17-2 كيف البرمائيات للحياة البرية.

الجدول 1-2		التكيفات للعيش على اليابسة
الظروف في الماء	الظروف على اليابسة	تكيفات الفقاريات للعيش على اليابسة
للماء قوة طفو تعاكس قوة الجاذبية.	- قوة طفو الهواء أقل من قوة طفو الماء 1000 مرة تقريباً. - يجب أن تتحرك الحيوانات عكس قوة الجاذبية.	تكون الأطراف والأجهزة العضلية والهيكلية للمخلوقات الحية البرية أقوى.
الأكسجين يذوب في الماء، ويجب أن يُستخلص عن طريق الخياشيم من خلال دورة دموية تتحرك عكس اتجاه التيار المائي.	يتوافر الأكسجين على اليابسة أكثر من توافره في الماء 20 مرة على الأقل.	يُمكن لحيوانات اليابسة أن تحصل على الأكسجين من الهواء بشكل فعال أكثر من الماء؛ بسبب رئاتها.
يحتفظ الماء بالحرارة، لذا لا تتغير درجة حرارة الماء بسرعة.	- تتغير درجة حرارة الهواء أسرع من درجة حرارة الماء. - قد تتغير درجة الحرارة اليومية بمقدار 10°C بين النهار والليل.	أظهرت حيوانات اليابسة تكيفات سلوكية وفيزيائية؛ لكي تحمي نفسها من درجات الحرارة العالية.

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



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

بيئات اليابسة Terrestrial habitats على الرغم من التحديات المُرتبطة مع الحياة البرية إلا أن هناك العديد من البيئات المناسبة للمخلوقات الحية على اليابسة؛ حيث تتضمن المناطق البيئية المختلفة على اليابسة الغابات المطرية الاستوائية، والغابات المعتدلة، والأراضي العشبية، والصحارى، والتايجا Taiga، والتندرا Tundra، وكلها توفر بيئات مناسبة للمخلوقات الحية ذات التكيفات المناسبة.

خصائص البرمائيات

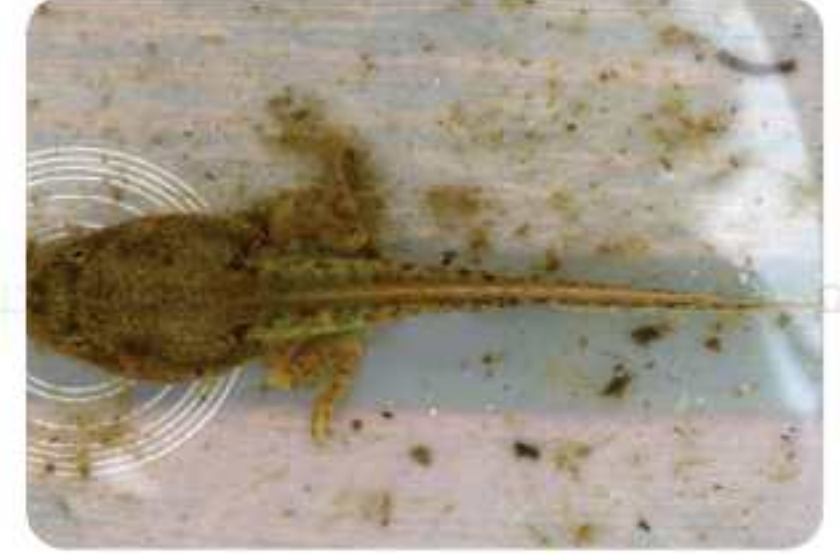
Characteristics of Amphibians

هل سبق أن شاهدت أبا ذئبية في بركة ماء؟ ادرس أبا ذئبية المبين في الشكل 18-2، ثم صفه. أبو ذئبية (الشرغوف) يرقة ضفدع من دون أطراف، يتنفس بالخياشيم، وهو يُشبه السمكة. ويدخل أبو ذئبية يوماً بعد يوم في عملية التحول، فتتكون الأطراف الخلفية وتطول، ويقصر الذيل، وتحل الرئات محل الخياشيم، وتنمو الأطراف الأمامية. وبعد عدة أسابيع فقط أو أشهر، اعتماداً على نوعه يصبح ضفدعاً بالغاً. ومعظم البرمائيات تبدأ حياتها كمخلوقات مائية، وبعد التحول تصبح قادرة على العيش على اليابسة.

وتضم البرمائيات الضفادع، والعلاجوم Toad، والسلمندر Salamander، وسمندل الماء العذب Newts، والديدان العديمة الأطراف. وتتميز معظم البرمائيات بأن لها أربع أرجل، وجلداً رطباً من دون قشور، ويتم تبادل الغازات عبر الجلد، والرئات أو بطانة الفم كل على حدة أو مجتمعين، ولها دورة دموية مزدوجة، ويرقات مائية.

التغذية والهضم Feeding and digestion معظم يرقات الضفادع آكلات أعشاب، في حين أن يرقات السلمندر آكلات لحوم. وعلى كُُلِّ حال، يتشابه الغذاء في المجموعتين عند البلوغ، حيث تصبح جميعها مُفترسات تتغذى على العديد من اللافقاريات والفقاريات الصغيرة. ويستعمل بعض السلمندرات والبرمائيات التي ليس لها سيقان الفكوك فقط للإمساك بالفريسة. وبعضها الآخر - ومنها الضفدع والعلاجوم - يمكنها أن تطلق ألسنتها الطويلة اللزجة بسرعة كبيرة ودقة للإمساك بالفرائس الطائرة.

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



الشكل 18-2

الأعلى: أبو ذئبية من دون أطراف.
الأوسط: يدخل الضفدع في عملية التحول ليصبح ضفدعاً بالغاً. لاحظ نمو الأطراف.
الأسفل: ضفدع الأشجار دقيق الأرجل، وهو بالغ له أطراف متخصصة، وليس له ذيل.

الإخراج Excretion تُرشح البرمائيات الفضلات من الدّم من خلال الكلى، وتُخرج الأمونيا أو اليوريا (بولينا) بوصفها فضلات ناتجة عن عمليات الأيض الخلوي. أمّا الناتج النهائي لعملية أيض البروتينات وهو الأمونيا فيتمّ طرحها من البرمائيات التي تعيش في الماء. وتنتج البرمائيات التي تعيش على اليابسة فضلات اليوريا التي تكوّنت من الأمونيا في الكبد. وعلى عكس الأمونيا تُخزّن اليوريا في المثانة البولية حتى يتخلص منها الجسم من خلال المجمع.

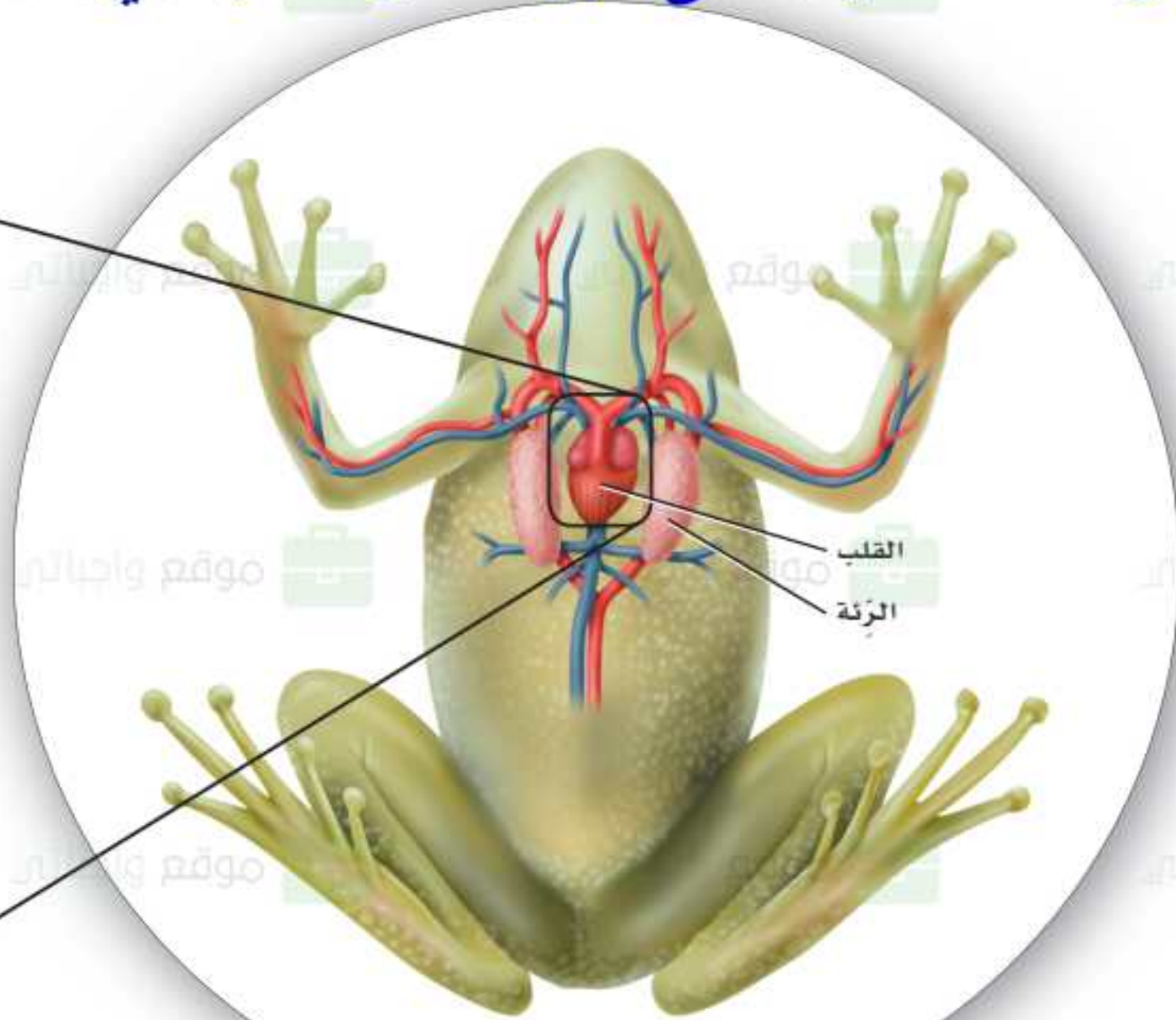
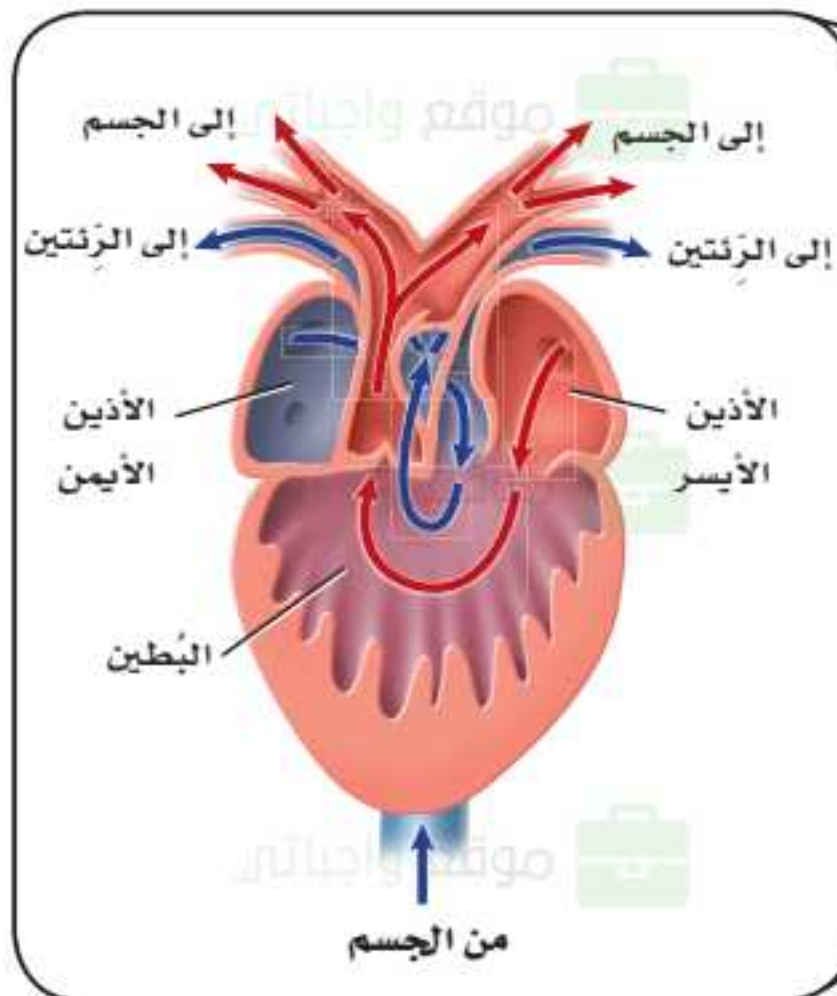
التنفس والدورة الدموية Respiration and circulation تتبادل معظم البرمائيات الغازات عندما تكون يرقة من خلال جلدها وخياشيمها، وعندما تصبح بالغة يتنفس معظمها عن طريق الرئتين وجلدها الرقيق الرطب وبطانة تجاويف الفم. ويمكن للضفادع أن تتنفس من خلال جلدها، سواء أكانت خارج الماء أم داخله. وهذه الخاصية تمكّن الضفادع من قضاء الشتاء محمية من البرد داخل الطين في قاع بركة الماء.

يتكوّن جهاز الدوران في البرمائيات - كما في الشكل 19 - 2 - من دورة دموية مزدوجة، بدلاً من الدورة الدموية المفردة التي درستها في الأسماك. في الدورة الأولى يتحرك الدّم غير المؤكسج من القلب ليتحمّل بالأوكسجين في الرئتين والجلد، ثمّ يتحرك الدّم المؤكسج عائداً إلى القلب. وفي الدورة الثانية يتحرك الدّم المؤكسج من القلب عبر الأوعية الدموية إلى الجسم، حيث يتنشر الأوكسجين نحو الخلايا. وللبرمائيات قلب مكون من ثلاث حجرات. وينقسم الأذين كلياً بنسيج إلى أذنين. ويستقبل الأذين الأيمن دمًا غير مؤكسج من الجسم، في حين يستقبل الأذين الأيسر الدّم المؤكسج من الرئتين. ويبقى البطين في البرمائيات غير مقسّم.

✓ **ماذا قرأت؟** صف كيف يتكيف جهاز الدوران في البرمائيات للحياة على اليابسة؟

على الرغم من أن نسبة الأكسجين في الهواء أعلى منه في الماء، إلا أن الدم يتحرك في اتجاه معاكس للجاذبية الأرضية. تضمن الدورة الدموية المزدوجة أن يتحرك الدم المعرض للضغط المناسب خلال الجسم كله. أما القلب الثلاثي الحجرات (أذنان وبطين واحد) فأكثر كفاءة للحياة على اليابسة من القلب ذي الحجرتين

الشكل 19-2 يتكوّن جهاز الدوران في البرمائيات من دورة دموية مزدوجة تُحرّك الدّم خلال الجسم.



الدماغ والحواس The brain and senses الأجهزة العصبية للبرمائيات متخصصة، كما هو الحال في الأسماك. وقد انعكست الفروق في ظروف الحياة في الماء وعلى اليابسة على الفروق بين أدمغة الأسماك وأدمغة البرمائيات. فعلى سبيل المثال، يحتوي الدماغ الأمامي للضفادع على منطقة ذات علاقة برصد الروائح المنتشرة في الهواء. فالمُخَيخ - على الرغم من أهميته في المحافظة على الاتزان في الأسماك - ليس معقدًا في البرمائيات البرية التي تبقى قريبة من سطح الأرض. والبصر حاسة مهمة في أغلب البرمائيات؛ حيث تستعمله لتحديد الفريسة التي تطير على سرعات عالية، والإمساك بها، والهروب من المفترسات. ويغطي عيون الضفادع أغشية تسمى أغشية رامشة. والغشاء الرامش nictitating membrane جفن شفاف يستطيع التحرك فوق العين؛ لحمايتها تحت الماء، وحمايتها من الجفاف على اليابسة.



■ الشكل 20-2 غشاء الطبلة في الضفدع
تكيّف للعيش على اليابسة.

تُظهر أذن البرمائيات تكيّفًا للحياة على اليابسة؛ **فغشاء الطبلة** tympanic membrane في الضفادع غشاء رقيق خارجي على جانب الرأس، كما في الشكل 20-2، تستعمله لسماع الأصوات العالية التردد، ولتضخيم الأصوات من الحبال الصوتية. وتشمل الحواس الأخرى في البرمائيات: اللمس، والمستقبلات الكيميائية في الجلد، وبراعم التذوق على اللسان، وحاسة الشم في التجويف الأنفي.

مختبر تحليل البيانات 1-2

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير الرسم البياني

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

البيانات والملاحظات

يُظهر الرسم البياني معدل ذبذبات النقيق لنوعين من الضفادع مقابل درجة الحرارة.

التفكير الناقد الحل في الصفحة التالية

1. فسّر البيانات ما العلاقة بين ذبذبات النقيق ودرجة الحرارة؟

2. قارن كيف أثرت درجة الحرارة في معدل الذبذبات في النوع A والنوع B؟

3. استنتج ما أهمية ألا يكون لنوعي الضفادع معدل ذبذبات النقيق نفسه عند درجة الحرارة نفسها؟



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

مختبر تحليل البيانات 1-2

التفكير الناقد

1. فسّر البيانات ما العلاقة بين ذبذبات النقيق ودرجة الحرارة؟

تزداد معدلات النداءات (النقيق) بارتفاع درجات الحرارة.

2. قارن كيف أثرت درجة الحرارة في معدل الذبذبات في النوع A والنوع B؟

تزداد معدلات النداء بنسبة ٢.٥ : ١ تقريباً للنوع A ، وبنسبة ١ : ١ تقريباً

لنوع B.

فعلى سبيل المثال النوع B يطلق ٢٢ ذبذبة كل ثانية عند درجة حرارة ٢٠ °C ؛ والنوع A يطلق ٧ ذبذبة كل ثانية تقريباً عند درجة حرارة ٢٠ °C

3. استنتج ما أهمية ألا يكون لنوعي الضفادع معدل ذبذبات النقيق نفسه عند درجة الحرارة نفسها؟

يجب أن يكون نقيق الضفادع خاصاً بأفراد النوع الواحد؛ حتى تستطيع أن تميز بعضها من بعض.



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

تُغطى البيوض بمادة لزجة تشبه الهلام تساعد على الالتصاق بالنباتات في الماء.

■ الشكل 22-2 للضفدع جلد رطب وناعم، مقارنةً بالعلجوم الذي له جلد جاف وغير ناعم.



من المُهم أن تحس البرمائيات بدرجة حرارة محيطها؛ لأنها من الحيوانات المتغيرة درجة الحرارة. **والمتغيرة درجة الحرارة** ectotherms مخلوقات تحصل على حرارة أجسامها من البيئة الخارجية، ولا تستطيع أن تُنظّم درجات حرارة أجسامها من خلال عمليات الأيض، لذا يجب أن تكون قادرة على الإحساس بالمكان المناسب لتدفئة أجسامها أو تبريدها. فعلى سبيل المثال، إذا كان الطقس باردًا يمكن للعلجوم أن يجد صخرة دافئة ورطبة ليعرض جسمه للشمس ويدفئ نفسه.

التكاثر والنمو Reproduction and development الإخصاب خارجي في البرمائيات حيث تطلق ذكور الضفادع الحيوانات المنوية عند التزاوج على البيوض أثناء خروجها من جسم الانثى في الماء. وليس للبيوض قشور أو أغشية واقية تحميها من الجفاف. والبيوض - كما في الشكل 21-2 - مغطاة بمادة لزجة تشبه الهلام، تساعد على الالتصاق بالنباتات في الماء. وبعد التلقيح يستعمل الجنين النامي المُح في البيضة للتغذية حتى يفقس منها أبو ذنبية الذي يتحوّل، كما في الشكل 18-2، من مخلوق يتنفس بالخياشيم ومخلوق عديم الأرجل، أكل أعشاب، وله زعانف وقلب مكوّن من حجرتين - إلى مخلوق يتنفس بالرئات، رباعي الأرجل أكل لحوم، وله قلب ثلاثي الحجرات. وتتحكم مواد كيميائية تُطلق داخل جسم أبي ذنبية في مراحل التحوّل.

تنوع البرمائيات Amphibian Diversity

يصنّف علماء الأحياء البرمائيات إلى ثلاث رتب: رتبة عديمة الذيل Anura، وتحتوي 4200 نوع من الضفادع والعلاجيم؛ ورتبة الذيليات Caudata، وتحتوي 400 نوع من السلمندرات؛ ورتبة عديمة الأرجل Gymnophiona، التي تضم مئة وخمسين نوعًا من عديمة الأطراف التي تشبه الديدان. وتعيش الضفادع والعلاجيم والسلمندرات في مناطق رطبة في بيئات مختلفة، أما السمندل فهو مائي، وأما عديمة الأطراف فهي حيوانات استوائية تدفن نفسها.

الضفادع والعلاجيم Frog and toads تفتقر الضفادع والعلاجيم البالغة - كما في الشكل 22-2 - إلى الذيل، ولها أقدام طويلة تُمكنها من القفز. وللضفادع أرجل أطول من العلاجيم، تُمكنها من القفز بفاعلية أكبر مقارنة بقفزات العلاجيم الصغيرة.



سلمندر أحمر



السمندل المائي ذو الثآليل

وللضفادع أيضًا جلد رطب وناعم، في حين أن جلد العلجوم جاف وذو نتوءات وانخفاضات. وعلى الرغم من حاجة كل منهما للعيش قرب الماء من أجل التكاثر إلا أن العلاجيم عمومًا تعيش أبعد عن الماء من الضفادع. وثمة فرق آخر بين الضفادع والعلاجيم، وهو أن للعلاجيم غدًا تشبه الكلية خلف رؤوسها تفرز سمًا سيئ الطعم، لا يشجع المفترسات على أكلها.

✓ ماذا قرأت؟ قارن بين خصائص الضفادع والعلاجيم.

العلاجيم	الضفادع	
أرجلها أقصر	أرجلها أطول	الأرجل
تقفز بفاعلية أقل	تقفز بفاعلية أكبر	القدرة على القفز
جاف وذو نتوءات وانخفاضات	جلد رطب وناعم	الجلد
غدد خلف رؤوسها تفرز سمًا سيئ الطعم	لا يوجد	الغدد السمية

■ الشكل 23-2 يعيش السلمندر الأحمر شرقي الولايات المتحدة فقط. ويتكاثر السمندل المائي ذو الثآليل في أعماق البرك التي تحتوي على نباتات مائية.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

مربو الحيوانات Animal Curator

يعمل مربو الحيوانات في حدائق الحيوان، ويعتنون ببعض حيوانات الحديقة، ومنها البرمائيات. ويعملون معًا لتحديد الطريقة المثلى للمحافظة على البيئة المناسبة للحيوان داخل الحديقة.

السلمندرات وسمندلات الماء Salamanders and newts على العكس من الضفادع والعلاجيم فإن للسلمندرات وسمندلات الماء أجسامًا طويلة ونحيلة، ولها رقبة وذيل، كما في الشكل 23-2. ولمعظم السلمندرات أربع أرجل وجلد رقيق رطب، ولا تستطيع العيش بعيدًا عن الماء. وتضع معظم السلمندرات بيوضها في الماء، مثل الضفادع. وتشبه يرقات الضفادع السلمندرات الصغيرة، إلا أن لها خياشيم. أما السمندلات المائية - كما في الشكل 23-2، فهي مائية عمومًا طوال حياتها، في حين تعيش معظم السلمندرات المكتملة النمو في بيئات رطبة بين الأوراق المتساقطة أو تحت الجذوع. ويتراوح طول السلمندرات بين 15 cm تقريبًا، وقد يصل طول بعضها - ومنها السلمندر العملاق - إلى 1.5 m. ويتغذى السلمندر المكتمل النمو على الديدان وبيوض الضفادع والحشرات واللافقاريات الأخرى.



عديمة الأطراف

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



كيف تكيّفت الضفادع للعيش في المواطن البيئية البرية والمائية؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الإشرافية

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

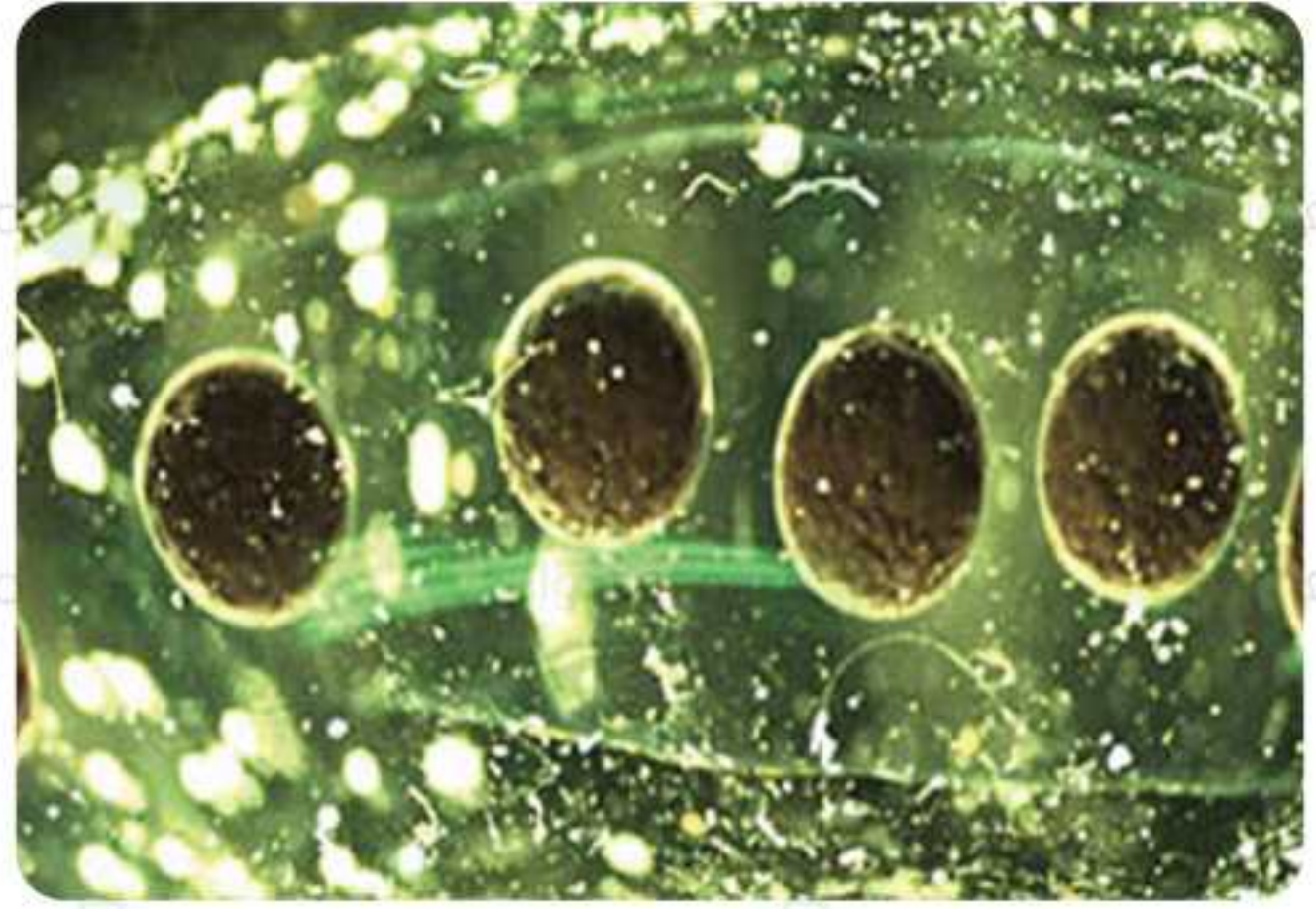
بيئة البرمائيات Ecology of Amphibian

تناقشت جماعات البرمائيات في العقود القليلة على مستوى العالم. وقد جمع العلماء بيانات لتحديد الأسباب المحتملة لهذا التناقص، فاختلقت النتائج. ويُمكن في بعض الحالات حصر السبب في عامل محلي، وفي حالات أخرى قد يكون السبب ناتجًا عن عدة عوامل تحدث على مستوى أكبر.

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



بيوض عالجوم سليمة



بيوض عالجوم مصابة بعدوى فطرية

العوامل العالمية Global factors ربما سببت عوامل عالمية متعددة تناقصًا في أعداد البرمائيات بالإضافة إلى العوامل المحلية. فالتغيرات المناخية - ومنها ارتفاع درجة الحرارة، وتناقص رطوبة التربة، وازدياد فترة الفصل الجاف. والتغيرات في كميات المطر المتساقطة - يمكن أن تُسبب موت البرمائيات أو إجهاد أجسامها، مما يجعلها أكثر تعرُّضًا للأمراض. ويقارن الشكل 2-25 بين بيوض علاجيم سليمة وأخرى مصابة بفطر. ويعتقد بعض العلماء أن تغيرات المناخ العالمية التي أدت إلى تناقص كميات الأمطار تركت بيوض البرمائيات تنمو في برك ضحلة المياه. ولأن الماء ضحل فقد تعرَّضت البيوض أكثر إلى الأشعة فوق البنفسجية. وقد أظهرت التجارب أن ازدياد التعرُّض للأشعة فوق البنفسجية يؤدي إلى زيادة مخاطر الإصابة بالعدوى الفطرية في بيوض البرمائيات.

■ الشكل 2-25 توضع البيوض السليمة للعالجوم على هيئة كتلة واحدة في الماء. أما بيوض العالجوم المصابة بالعدوى فتُغطى بالفطريات؛ وربما تكون العدوى بالفطريات مسؤولة عن تناقص أعداد جماعات العالجوم.

الحل في الصفحة التالية

التقويم 2-2

الخلاصة

- يتطلب انتقال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيفات متنوعة.
- لأجسام البرمائيات تكيفات فريدة مكنتها من العيش على اليابسة.
- تُصنف البرمائيات إلى ثلاث رُتب؛ اعتمادًا على تراكيب متشابهة.
- تناقص أعداد جماعات البرمائيات على مستوى العالم لأسباب مختلفة.

فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** لخص تكيفات البرمائيات التي ساعدتها على العيش على اليابسة.
2. **قارن** بين ظروف البرمائيات التي تعيش على اليابسة وتلك التي تعيش في الماء.
3. **حلل** أنواع التكيفات التي ساعدت على انتقال بعض المخلوقات إلى اليابسة.
4. **لخص** خصائص كل رتبة من رتب البرمائيات.

التفكير الناقد

5. **فسر الرسوم العلمية** قم بدراسة الشكل 19-2، وفسر سبب وجود دورة دموية مزدوجة في البرمائيات.
6. **الكتابة في علم الأحياء** لعلك عثرت في أثناء تجوالك في منطقة سبخية بالقرب من بيتك على ضفدع ميت بأطراف مشوهة. كوّن فرضية تبين أسباب حدوث هذه التشوهات.

التقويم 2-2

فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** تخص تكيّفات البرمائيات التي ساعدتها على العيش على اليابسة.
تراكيب تشبه الفتحات الأنفية، رئات ، غشاء طبلية، عظام أرجل أثقل، مفاصل وكاحل ومعصم، خمسة أصابع، عديمة الأرجل أو بأربع أرجل، دون ذيل.
2. قارن بين ظروف البرمائيات التي تعيش على اليابسة وتلك التي تعيش في الماء.
الماء أكثر طفوًا من اليابسة؛ الأكسجين يذوب في الماء وهو أقل ٢٠ مرة من اليابسة ؛ يحافظ الماء على الحرارة.
3. حلل أنواع التكيّفات التي ساعدت على انتقال بعض المخلوقات إلى اليابسة.
أرجل بأقدام وأصابع؛ كواحل ومعاصم؛ اتصال عظام المؤخرة بالعمود الفقري؛ عظام أرجل أثقل ؛ أطراف، وجهاز عضلي / هيكل قوي، وجود الرئتين.
4. تخص خصائص كل رتبة من رتب البرمائيات.

- رتبة عديمة الذيل: تفتقر إلى الذيول والرقاب لها أرجل طويلة للقفز.
- رتبة الذيليات: لها أرجل وأجسام نحيلة ذات رقاب وذيول.
- رتبة عديمة الاطراف: ليس لها رجل وتشبه الدودة.

التفكير الناقد

5. فسّر الرسوم العلمية قم بدراسة الشكل 19-2، وفسّر سبب وجود دورة دموية مزدوجة في البرمائيات.
• **في الدورة الأولى** يتحرك الدم غير المؤكسج من القلب ليتحمل بالأكسجين في الرئتين والجلد، ثم يعود إلى القلب.
• **وفي الدورة الثانية** يتحرك الدم المؤكسج من القلب عبر الأوعية الدموية إلى الجسم حيث ينتشر الأكسجين نحو الخلايا.
6. **الكتابة في علم الأحياء** لعلك عثرت في أثناء تجوالك في منطقة سبخية بالقرب من بيتك على ضفدع ميت بأطراف مشوّهة. كوّن فرضية تبين أسباب حدوث هذه التشوهات.

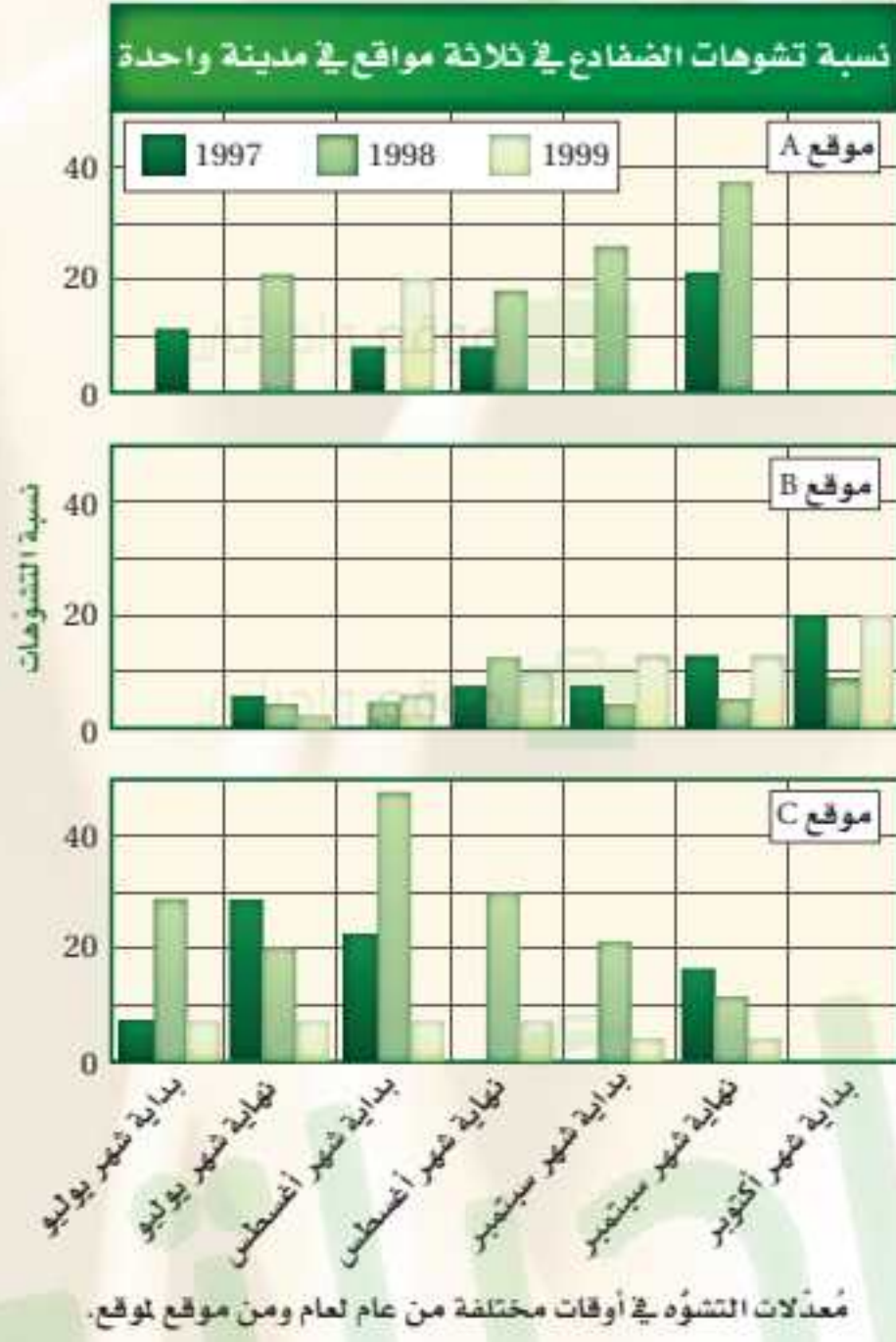
لحدوث هذه التشوهات عدة أسباب أستطيع من خلالها تكوين فرضية أو أكثر فمثلاً:

- قد يكون هذا الضفدع تعرض الحيوان مفترس أدى إلى وفاته أو تشوه أطرافه.
- قد يكون سبب التشوه هو وقوع هذا الضفدع من مكان مرتفع.
- تعتبر زيادة درجة الحرارة وتناقص رطوبة التربة أحد أسباب الأمراض والتشوهات له.
- رداءة نوعية الماء الذي يعيش فيه هذا الضفدع، أو التعرض بكثرة للأشعة فوق البنفسجية من أسباب التشوهات وأحيانا الوفاة...

اكتشافات في علم الأحياء



تشوهات خلقية في الضفادع



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

الانتقال إلى التجريب في المختبر أجريت عدّة دراسات لتحديد سبب التشوهات. وقد أشارت نتائج إحدى هذه الدراسات إلى أن سوء نوعية الماء قد يكون السبب. فعند نمو الضفادع في المختبر في عينات مختلفة من الماء تشوه أكثر من 75% من الضفادع التي تم تنميتها في مياه من مواقع مختلفة في مدينة واحدة، مقارنة بـ 0% عند تنمية الضفادع في ماء نقي. ولكن المشكلة ما زالت قائمة؛ إذ لم يتم اكتشاف أي ملوثات حتى الآن. ويختبر العلماء فرضيات أخرى، كأن يكون أبو ذنبية قد تعرّض لعدوى ديدان طفيلية أو فطرية سببت هذه التشوهات. وهناك فرضية أخرى يتم فحصها، وهي أن زيادة تعرّض بيوض الضفادع للأشعة فوق البنفسجية قد سببت هذه التشوهات. وقد قدمت جميع الدراسات بيانات داعمة للفرضية التي يتم فحصها، ولكن لأن نوع التشوهات ونسبتها ليست هي نفسها في كل المواقع، كما يظهر في الرسوم أعلاه، فربما كان السبب العالمي للتشوهات خليطاً من العوامل.

زيادة الفوسفور والنيتروجين في الماء مثلاً - بسبب الاستعمال الكيميائي - ربما سبب نمواً شديداً للطحالب. وهذا النمو للطحالب زاد من جماعات الحلزونات التي تحمل طفيليات قد تسبب تشوهات. أو أن خليطاً كيميائياً تكون مكوناته غير ضارة إذا كانت منفردة، فإذا خلطت معاً أصبحت سامة، أو قد تتغير عند تعرّضها لأشعة الشمس.

الرياضيات في علم الأحياء

حلّ البيانات توضح الرسوم البيانية أعلاه الاختلافات في نسبة التشوهات في الضفادع في ثلاثة مواقع مختلفة في المدينة نفسها خلال ثلاث سنوات. أوجد معدل نسبة التشوهات في كل منطقة خلال السنوات الثلاث. أي المناطق فيها أعلى نسبة تشوهات؟

المعدلات: الموقع A = ٨.٢ % تقريباً؛ الموقع B = ٧.٧ % تقريباً؛ الموقع C = ١٣.١ % تقريباً؛ وللموقع C أعلى نسبة من التشوهات.

مختبر الأحياء

كيف تُنظّم بعض الحيوانات المتغيرة درجة الحرارة درجة حرارة أجسامها؟



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

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

المواد والأدوات

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

احتياطات السلامة

تحذير: المصابيح قد تُصبح ساخنة عند إضاءتها.

خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

2. احصل على مقياسي حرارة، على أن يكونا نموذجين لحيوان متغير درجة الحرارة. وسجّل درجة حرارة كلّ منهما، ثم ضع أحدهما في وعاء بلاستيكي، وضع المقياس الثاني في الوعاء الآخر واملاه بالماء على أن يكون المقياس مُغطى إلى ارتفاع 5 cm.

3. ضع كل وعاء تحت مصدر إضاءة، وراقب درجة حرارة المقياسين. يجب المحافظة على درجة الحرارة بين $36-39^{\circ}\text{C}$ مدة 15 دقيقة. ثم قرر كم مرة ستقيس درجة حرارة المقياسين، وسجّل البيانات في جدول، وكذلك سجّل الأعمال التي قمت بها لتحافظ على درجة حرارة مقياسي الحرارة ضمن المدى المُعطى.

4. تخلّص من الماء الذي في الوعاء وجفّف الوعاء جيداً. واترك مقياسي الحرارة لتصل درجة حرارتهما إلى درجة حرارة الغرفة.

5. ضع مقياس حرارة في وعاء، واملاً الوعاء بالتربة على أن يكون مقياس الحرارة مغموراً بنحو 5 cm في التربة. ثم ضع مقياس الحرارة الثاني في وعاء وغطّه بـ 5 cm من الرمل.

6. كرّر الخطوة 3.

حلّ ثم استنتج الحل في الصفحة التالية

1. لخص هل نجحت في المحافظة على درجة الحرارة ضمن مدى مُعطى لكل خطوات التجربة؟ وكيف فعلت هذا؟

2. حلّ هل كان هناك اختلافات تتعلق بكيفية المحافظة على درجة حرارة مقياسي الحرارة في الماء، والتربة، والرمل؟ وأي مادة كانت المحافظة فيها على درجة الحرارة أسهل؟ ولماذا؟

3. استنتج ما المشكلات المرتبطة بكون المخلوق الحي متغير درجة الحرارة؟ فسّر إجابتك.

4. التفكير الناقد كيف تحافظ المخلوقات الحية المتغيرة درجة الحرارة، -ومنها البرمائيات والزواحف- على درجات حرارتها ضمن المعدل المناسب؟

طبق مهاراتك

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

مختبر الأحياء

حلّ ثم استنتج

1. نخص هل نجحت في المحافظة على درجة الحرارة ضمن مدى مُعطى لكل خطوات التجربة؟ وكيف فعلت هذا؟

استطعت المحافظة على درجة الحرارة ضمن المدى خلال الوقت المحدد عن طريق التحكم في قوة الاضاءة ودرجة حرارة الاناء.

2. حلّ هل كان هناك اختلافات تتعلق بكيفية المحافظة على درجة حرارة مقياسي الحرارة في الماء، والتربة، والرمل؟ وأي مادة كانت المحافظة فيها على درجة الحرارة أسهل؟ ولماذا؟

نعم، كان هناك اختلافات في المحافظة على درجة الحرارة. حيث لاحظنا أن الماء يحافظ على الحرارة أفضل من الرمل التي تفقد حرارتها بسرعة، بينما التربة درجة محافظتها على الحرارة كانت أفضل من الرمل وأقل من الماء...

3. استنتج ما المشكلات المرتبطة بكون المخلوق الحي متغير درجة الحرارة؟ فسّر إجابتك.

يجب على الحيوانات المتغيرة الحرارة المحافظة على ثبات درجة حرارة اجسامها من خلال العيش في البيئة المناسبة له والتي تحتفظ بالحرارة.

4. التفكير الناقد كيف تحافظ المخلوقات الحية المتغيرة درجة الحرارة، -ومنها البرمائيات والزواحف- على درجات حرارتها ضمن المعدل المناسب؟

تستفيد الحيوانات المتغيرة درجة الحرارة من أشعة الشمس والبيئة من حولها للمحافظة على درجة حرارة اجسامها.

دليل مراجعة الفصل

2

البرمائيات

المطويات تحليل السبب والنتيجة فسر - خلف مطويتك - علاقة السبب والنتيجة بين طريقة الحركة لمخلوق ما وجهازه الدوري. فعلى سبيل المثال، كيف يؤثر المشي في نسبة الأكسجين التي تحتاج إليها البرمائيات؟

المفردات	المفاهيم الرئيسية
1-2 الأسماك الغضروف العرف العصبي الزعنفة القشور غطاء الخياشيم الأذنين البطين الوحدة الأنبوبية الكلوية (النفرون) جهاز الخط الجانبي وضع البيض (التبويض) مثانة العوم	الفكرة الرئيسية الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتكاثر في الماء. - تضم الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات. - للفقاريات كلها جمل ظهري. ويحل العمود الفقري في أغلب الفقاريات محل الجمل الظهري خلال النمو الجنيني. - للأسماك خصائص معينة مشتركة، لذا تُصنّف معًا. - لأجسام الأسماك تكيّفات فريدة تُمكنها من العيش بشكل كامل في الماء. - يمكن تصنيف الأسماك في ثلاث طوائف أساسية، هي: أسماك لافكية، وأسماك غضروفية، وأسماك عظمية. - الجريث والجلكي مثالان على الأسماك اللافكية. وأسماك القرش والورنك مثالان على الأسماك الغضروفية، والسلمون والهامور مثالان على الأسماك العظمية. - تغيّر الموطن والتلوث قد يؤثّران سلبيًا في جماعات الأسماك.
2-2 البرمائيات المجمع (المذرق) الغشاء الرامش غشاء الطبلية متغيرة درجة الحرارة	الفكرة الرئيسية لمعظم البرمائيات تكيّفات تؤهلها للعيش جزءًا من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة. - يتطلّب انتقال بعض المخلوقات الحية إلى اليابسة تكيّفات متنوعة. - لأجسام البرمائيات تكيّفات فريدة مكّنتها من العيش على اليابسة. - تُصنّف البرمائيات إلى ثلاث رُتب اعتمادًا على تراكيب متشابهة. - تتناقص أعداد جماعات البرمائيات على مستوى العالم لأسباب مختلفة.

2 التقويم

2-1

مراجعة المفردات

أكمل العبارات الآتية مستعملًا مفردات من دليل مراجعة الفصل:

1. العملية التي يُطلق فيها ذكر الأسماك والأنثى أمشاجهما (الخلايا التناسلية) أحدهما قريبًا إلى الآخر في الماء هي:

وضع البيض (التبويض).

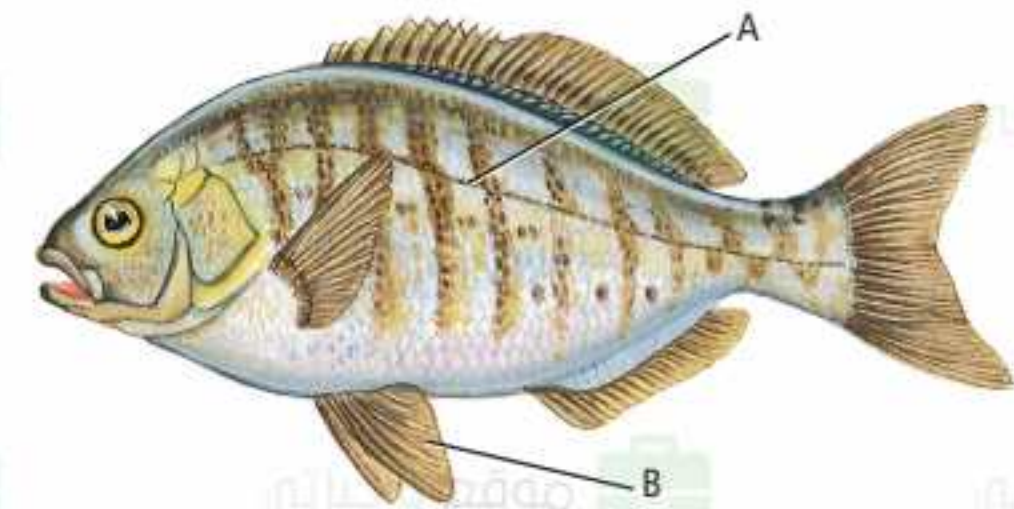
2. ... **الأنين** ... هو حجرة القلب التي تستقبل الدّم من الجسم.

3. **العرف العصبي** .. مجموعة من الخلايا في الفقاريات تنمو من الحبل العصبي.

4. تسمى التراكيب الصغيرة والمسطحة التي تغطي أجسام الأسماك .. **القشور** ..

تثبيت المفاهيم الرئيسية

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 5 و 6.



5. ما الجزء المشار إليه بالحرف A؟

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

6. ما الجزء المشار إليه بالحرف B؟

- a. الخياشيم. b. مثانة العوم. c. البطين. d. الزعانف الحوضية.

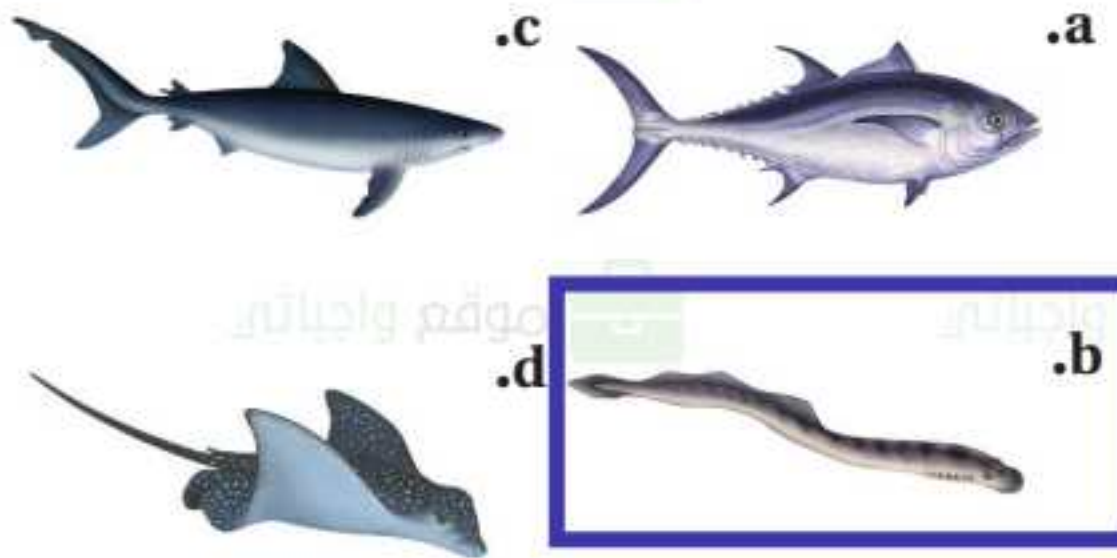
7. أي تركيب يسمح للأسماك بالتحكم في عمق غوصها

- في البيئة المائية؟
a. غطاء الخياشيم. b. مثانة العوم. c. الخط الجانبي. d. الفكوك.

8. أي تكيف يجعل من الأسماك مخلوقات مفترسة؟

- a. الزعانف المزدوجة. b. القشور. c. الفكوك. d. الخياشيم.

9. أي شكل يوضح طفيليًا خارجيًا؟



10. أي مما يأتي من صفات أسماك القرش؟

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

أسئلة بنائية

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

بما أن ٧٥% من الأرض مغطاة بالماء، فهذا يفسر لماذا توجد فقاريات أكثر في الماء مقارنة باليابسة. والمحيط بيئة أكثر استقراراً من اليابسة بالرغم من تغيرات فصول السنة والمناخ. لا تتعرض المخلوقات الحية التي تعيش في البحر للكثير من الظروف الصعبة.

12. نهاية مفتوحة. ارسم الشكل الخارجي لأجسام كل نوع من الأنواع الرئيسة للأسماك، متضمناً شرحاً لتكيفاتها الخارجية مع بيئاتها.



الأسماك الغضروفية



الأسماك العظمية



الأسماك اللافكية

- الفم على شكل قمع للتغذية
- ليس له قشور أو زعانف مزدوجة
- الحبل الظهري يبقى طوال حياته
- ليس لها هيكل عظمي
- متطفل المعيشة
- الهيكل عظمي
- لها غطاء للخياشيم
- وجود مثانة العوم
- لها قشور مشطية أو دائرية
- لها زعانف مزدوجة
- الهيكل غضروفي
- الفم من الجهة البطنية
- لها زعانف مزدوجة
- لها قشور صفائحية
- مفترسة لها أسنان حادة

13. **مهن مرتبطة مع علم الأحياء** بعد أن اكتشف علماء الأسماك نوعاً جديداً هو أسماك التنين dragon fish

المُفترسة التي تعيش في أعماق البحار، كانوا مُهتمين بوظيفة جزء بارز طويل ونحيل ومُضيء يسمى الشويكة تلتصق أسفل الفك السفلي، وتمتد تحت جسمها. صمّم تجربة يُمكن أن تُحدّد وظيفة شويكة سمك التنين.

تستخدم شويكة سمك التنين في :

- جذب شريك التزاوج.
- جذب الفرائس لتغذي عليها.

التفكير الناقد

14. **استنتاج.** ذكور الأسماك ذات الخياشيم الزرقاء تصنع عُشاً وتحمي البيوض وصغارها. وتستطيع بعض الذكور المُتسللة أحياناً أن تُلقح بعض البيوض. ويمكن لأسماك الخياشيم الزرقاء أن تتعرّف أبناءها وتعتني بهم فقط، ولا تعتني بالآخرين الذين قد يكونون فقسوا في العش نفسه. ما أهمية تعرّف ذكور أسماك الخياشيم الزرقاء أبناءها والاعتناء بهم فقط؟

قد يكون لذكور الأسماك ذات الخياشيم الزرقاء طاقة وقدرات كافية للعناية بعدد محدود من الصغار. وقد يعتني الذكر بأبنائه فقط لكي يضمن أن جيناته تنتقل إلى الجيل القادم.

2-2

مراجعة المفردات

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

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

المجمع (المذرق).

16. **الغشاء الرّامش** يُمكنّ البرمائيات من سماع الأصوات.

غشاء الطبلة.

تقويم الفصل

2

17. للبرمائيات غشاء طبلية لحماية أعينها من الجفاف.

الغشاء الرامش.

تثبيت المفاهيم الرئيسية

18. أي مما يأتي عديم الأطراف؟

b. السيسيليا السوداء.

a. السلمندر.

d. السحلية.

c. الضفدع.

19. أي التراكيب الآتية تستعمله البرمائيات للمحافظة على

اتزانها المائي؟

b. أغشية الطبلية.

a. الأغشية الرامشة.

d. مثنات العوم.

c. الكلى.

20. أي مما يأتي ليس مرتبطاً مع أبي ذنبية؟

b. الذيل.

a. الرئات.

d. التغذية النباتية.

c. الخياشيم.

أسئلة بنائية

21. نهاية مفتوحة. وضح أثر زيادة فترة التعرض للأشعة

فوق البنفسجية في البرمائيات.

تؤدي إلى إصابة بيوض البرمائيات بالعدوى الفطرية.

22. نهاية مفتوحة. صف كيف أن تركيب البرمائيات

وعملياتها الحيوية المتكيفة حالياً مع البيئات

الاستوائية والمعتدلة قد يتعدلان لتمكن من العيش

في بيئات باردة.

البرمائيات متغيرة درجة الحرارة وعندما تنتقل للعيش في بيئات باردة ومع تغير

العوامل البيئية سوف يحدث لها تكيفات تزيد من فرص بقائها في هذه البيئات.

23. نهاية مفتوحة. صف كيف تكيّفت الحواس في

البرمائيات للحياة على اليابسة.

تكيفت البرمائيات باستخدام حواسها وهي :

• **البصر :** حيث يحمي الغشاء الرامش العيون تحت الماء ويمنعها من الجفاف على اليابسة .

• **الصوت :** إذ يمكن غشاء الطبلة البرمائيات من سماع الأصوات العالية التي تنتقل خلال الهواء.

• **اللمس :** توجد مستقبلات كيميائية في الجلد.

• **التذوق :** هناك براعم تذوق على اللسان.

• **الشم :** توجد مستقبلات شمّية في التجويف الأنفي.

والبرمائيات أيضاً متغيرة درجة الحرارة فهي قادرة على الإحساس بدرجة حرارة بيئتها المحيطة بها .

التفكير الناقد

24. صمّم تجربة تتجمّع يرقات أبي ذنبية من نوع معيّن معاً على شكل مجموعات بعضها قريب إلى بعض،

لدرجة أنّ المجموعة تبدو كأنّها كرة قدم متحرّكة في الماء. صمّم تجربة تختبر فرضية تبين لماذا يسلك أبو ذنبية هذا السلوك.

ستتنوع الإجابات؛ وربما يفترض الطلاب أن صغار أبي ذنبية تسبح معا طلبا للحماية، وقد يخططون "التطير" نماذج لطيور مفترسة فوق مجموعة من أبي ذنبية في حوض مائي ، ثم يسجلون الوقت الذي تستغرقه لكي تتجمع.

25. ابتكر. اقرأ الاعلان عن البيوت في وسائل التواصل

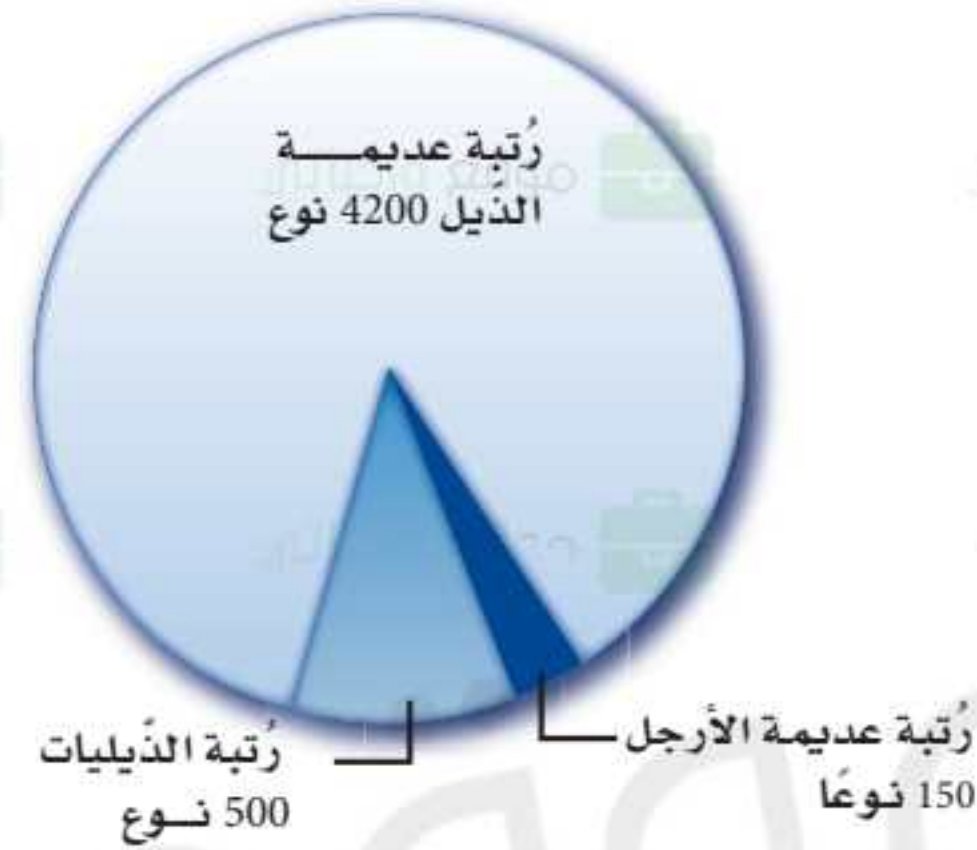
الاجتماعية لترى كيف تُكتب. واكتب إعلاناً عن

بيت حيوان برمائي؛ اعتمداً على ما تعرفه عن البيئة

والتغذّي وحاجات الضفادع الأخرى.

بيت لحيوان برمائي رطب قريب من الماء من أجل التكاثر، دافئ به العديد من اللافقاريات الصغيرة للغذاء.

استعن بالرّسم البياني أدناه للإجابة عن السؤال 26.



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

هناك ما مجموعه ٤٨٥٠ نوعًا ، منها رتبة عديمة الذيل ونسبتها $٤٨٥٠ \div ٤٢٠٠$ أو ٨٦.٦ ؛ ورتبة الذيليات $٤٨٥٠ \div ٥٠٠$ أو ٩٧.٠ ؛ ثم رتبة عديمة الأرجل $٤٨٥٠ \div ١٥٠$ أو ٣٢.٠ .

تقويم إضافي

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

تؤدي التغيرات المناخية إلى تغير طبيعة المواطن الطبيعية للعديد من الأنواع، على نحو يهدد بقاءها على قيد الحياة.

لإنقاذ هذه الكائنات من الانقراض، يتطلع علماء الحفاظ على الأنواع بشكل متزايد إلى نقلها إلى مواطن أخرى لم تسكنها من قبل.

وتحمل إعادة التوطين في طبيعتها مخاطر لكل من الأنواع التي يعاد توطينها والمواطن الطبيعية التي تنقل إليها، لكنه ربما يقدم أفضل أمل لمنع الانقراض.

وبعض العلماء يرون أنه من الممكن إنقاذ البرمائيات وذلك بتخصيص موارد وجهود فورية لإنشاء مناطق حماية جديدة وتنفيذ برامج تكاثر محددة للمحافظة على الأنواع المهددة بالانقراض.

ومن ضمن هذه الجهود حماية المناطق الطبيعية مع زيادة عدد البحوث المرتبطة بأمراض البرمائيات للتقليل من حدة انقراضها، وحمايتها من التعرض للأشعة فوق البنفسجية التي تسبب تشوهها، وأيضاً الاعتناء بالغابات والمياه العذبة التي تعتمد عليها البرمائيات في عيشها.

أسئلة المستندات

يُحاول العلماء أن يُحدّدوا أسباب تناقص جماعات البرمائيات خلال العقود القليلة الماضية. ويوضح الرّسم البياني الآتي نتائج إحدى الدّراسات التي قيس فيها معدّل بقاء أجنة البرمائيات على قيد الحياة، مقارنة بعمق الماء الذي تنمو فيه.

(استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 28 و 29)



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

يزداد معدل بقاء الأجنة ونموها بزيادة عمق الماء أثناء النمو الجنيني (علاقة طردية)

29. كوّن فرضية حول تناقص جماعات البرمائيات بالنسبة للتغيّر في المناخ.

إن زيادة درجة الحرارة وتناقص رطوبة التربة والتغيرات في كميات المطر قد يسبب في موت البرمائيات وجعلها أكثر عرضه للأمراض. كما أن تناقص كميات الأمطار الساقطة تؤدي لنمو بيوض البرمائيات في برك ضحلة وتجعلها أكثر عرضة للأشعة فوق بنفسجية.

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 1:

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

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

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

2. أي العبارات الآتية لا تنطبق على البرمائيات؟

- a. العديد منها ينقصها الأطراف الخلفية خلال جزء من دورة حياتها.
b. العديد منها يمضي وقتاً من دورة حياته في الماء وجزءاً آخر على اليابسة.
c. معظمها يعتمد على مصدر ماء خارجي للمحافظة على رطوبة أجسامها.
d. معظمها لها جهاز خط جانبي معقد.

3. ما وظيفة جهاز الخط الجانبي في الأسماك؟

- a. تحديد المواد الكيميائية في الماء.
b. تحديد التغيرات في ضغط الماء.
c. يساعدها على الرؤية الملونة.
d. إرسال الإشارات بين أسماك النوع الواحد.

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

- a. الخياشيم وجهاز الدوران المغلق
b. الخياشيم وجهاز الدوران المفتوح
c. الرئتان وجهاز الدوران المغلق
d. الرئتان وجهاز الدوران المفتوح

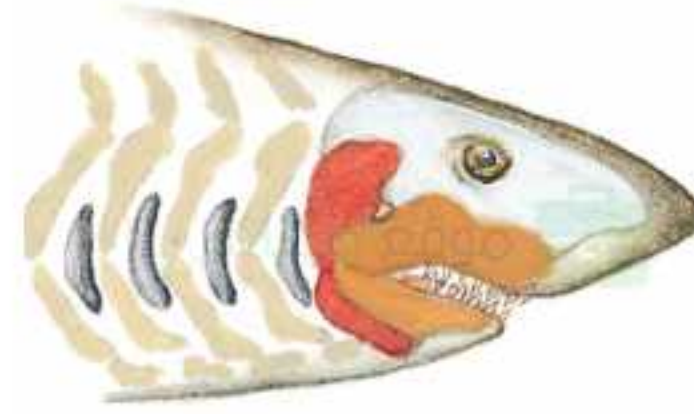
5. ما التكيف الذي يساعد السمك على عدم الانقلاب الجانبي من جانب إلى آخر في الماء؟

- a. القشور المشطية.
b. الزعانف المزدوجة.
c. القشور الصفائحية.
d. مثانة العوم.

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات القصيرة

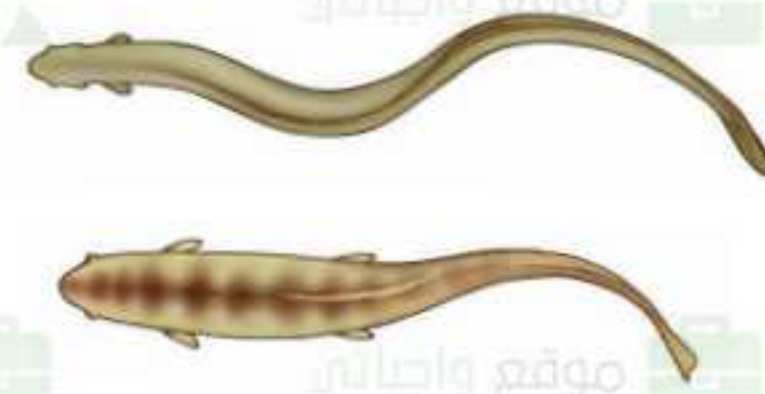
استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤال 6.



6. صف كيف تتكون الفكوك، موضحة أهميتها للأسماك.

تنمو الفكوك في الأسماك الفكية من الأقواس الخيشومية، وكلما تغير شكل الفك وقوته تنوع غذاء الأسماك.
تسمح الفكوك للأسماك بإمساك الفرائس وتمزيقها وطحنها، وكذلك تساعد على تناول فرائس كبيرة الحجم.

استخدم الشكل الآتي في الإجابة عن السؤالين 7، 8.



7. صف الفروق بين كل من: الأسماك التي تحرك

جسمها على نمط الحرف S، والتي تحرك ذيلها فقط.

الأسماك التي تتحرك بنمط S تحرك جسمها كاملاً على صورة حرف S.
أما الأسماك التي تحرك ذيلها فقط، فهي تحركها بحركات قصيرة جداً وبسرعات عالية وبقوة، بحيث تدفع السمكة للأمام.

8. حدّد أين يمكن أن توجد الأسماك التي تحرك جسمها

كاملاً على نمط الحرف S؟

تكثر الأسماك التي تتحرك بنمط S حول الصخور وتسبح بينها أيضاً، وكذلك تتواجد في المناطق التي تكثر فيها أعشاب البحر، وذلك لأنها تستطيع السباحة بين الحواجر والعوائق بسهولة.

اختبار مقنن

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

تمكن مرونة الحبل الظهري من ثني الجسم من دون قصره على خلال انقباض قطع العضلات ، وتستطيع الحيوانات التي لها حبل ظهري من القيام بحركات جانبية للجسم والذيل مما يمكنها من السباحة.

10. قارن بين ثلاث خصائص للأسماك وثلاث خصائص لمجموعة مخلوقات حية أخرى تعرّفتها سابقًا.

أوجه المقارنة	الأسماك	المفصليات
الهيكل	داخلي	خارجي
غلاف الجسم	مغطى بالقشور	مغطى بالكايتين
جهاز الدوران	مغلق	مفتوح

أسئلة الإجابات المفتوحة

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

تسمح للسمكة بالتحكم في عمق غوصها

- عند انتشار الغازات خارج مثانة العوم تغطس السمكة إلى أسفل.
- عند انتشار الغازات من الدم إلى داخل مثانة العوم ترتفع السمكة إلى أعلى.

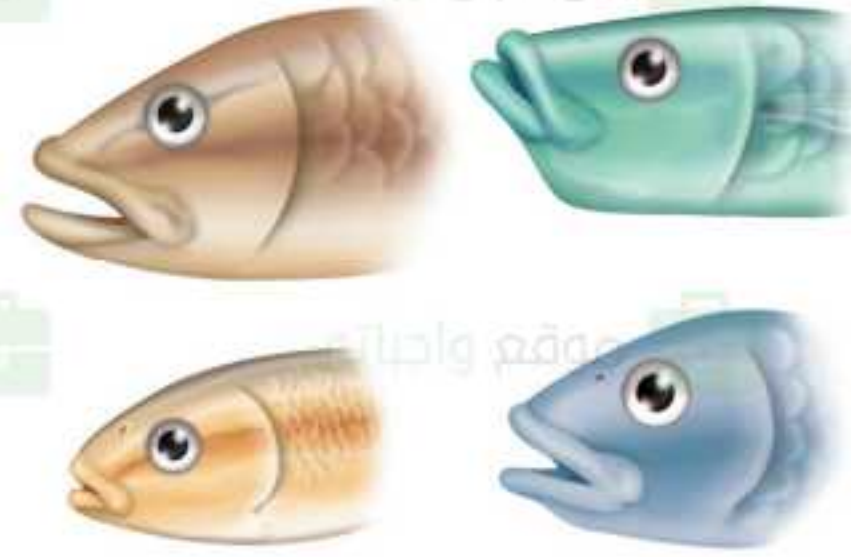
12. قارن بين جهازَي الدوران لدى الضفدع والسمكة، وبيّن أهمية هذه الاختلافات.

أوجه المقارنة	الضفدع	السمكة
عدد حجرات القلب	ثلاث حجرات	حجرتين
الدورة الدموية	مزدوجة	مفردة

القلب المكون من ثلاث حجرات أكثر كفاءة للحياة على اليابسة وهذا ما حدث للبرمائيات التي انتقلت للعيش على اليابسة.

اختبار مقنن

أسئلة مقالية



يُعد الفكّ تكيّفًا مُهمًا في تركيب السّمكة؛ حيث أصبحت الأسماك أكثر تخصصًا في سلوكيات التّغذي. ولقد أعطى شكل الفكّ معلومات مهمّة عن طريقة تغذي الأسماك، وعن نوع غذائها في بعض الحالات.

ويُمكن للعلماء - من دراسة الأشكال المُختلفة للفكوك - أن يفهموا كيف تتكيّف الأنواع المُختلفة مع بيئاتها المحدودة. استعن بالمعلومات المحدودة في الفقرة السابقة، وأجب عن السؤال الآتي في صورة مقال:

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

• **الفم المتجه للأعلى يساعد الأسماك التي تتغذى من السطح لأنها قادرة على الإمساك بالغذاء أثناء السباحة**

• **والفم الكبير يساهم في التغذي على قطع الغذاء الكبيرة أما الفم الأمامي يساعد السمكة في الإمساك بالغذاء أثناء السباحة**

• **أما الفم الصغير فهو ملائم لقضم النباتات وتحويلها إلى قطع صغيرة.**

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

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