

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 cm، كما  
في الشكل الآتي:



ج 1: أقبل جميع الإجابات المعقولة التي تعتمد  
على الاختلافات الشكلية والمظهرية في الصورة  
و/ أو العيّنات

ج 2: يمكن للتراكيب الداخلية أن تحدد بعض  
الخصائص الضرورية لتصنيف المخلوق الحي  
وقد تساعد العلماء ملاحظة الفروق التي لا  
ترى بالعين المجردة

## 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 تتعلّق  
بالمميّزات الخارجية للمجموعات المختلفة للأسماك.

### التحليل

1. لخص ما الاختلافات الرئيسة للخصائص الخارجية  
المجموعات من الأسماك؟
2. استنتج ما أهمية فحص التراكيب الخارجية وخص  
المخلوقات الحية والمقارنة بينها عند تصنيفها؟

الأسماك

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

## Fishes الأسماك

**الفترة الرئيسية** الأسماك فقاريات لها خصائص تسمح لها بالعيش والتكاثر في الماء. **الترابط 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 والحشرات وشوكيات الجلد، وكلها لافقاريات. تذكر أنّ أهم أربع خصائص للمجليات هي أن لها جبلاً عصبياً ظهرياً، وجبلاً ظهرياً، وجيوباً بلعومية، وذيلًا خلف شرجي. فالحيوانات التي تندرج تحت شعبة الفقاريات تُسمّى فقاريات. ولهذه الفقاريات عمود فقري وخلايا مُتخصصة تنمو من الجبل العصبي. ويعد العمود الفقري - الذي يُسمّى أيضًا الجبل الشوكي - سمة أساسية للفقاريات. تضم طوائف الفقاريات الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات.

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

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

تحدّد خصائص الفقاريات التي تميزها عن اللافقاريات.

تصف أهم الخصائص المشتركة بين طوائف الأسماك.

تتخصّن تكيّفات خصائص الأسماك مع الحياة المائية.

تقارن بين الخصائص المختلفة لطوائف الأسماك.

#### مراجعة المفردات

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

#### المفردات الجديدة

الغضروف

العرف العصبي

الزعنفة

القشور

غطاء الخياشيم

الأذنين

البطين

الوحدة الأنبوبية الكلوية (النفرون)

جهاز الحظ الجانبي

وضع البيض (التبويض)

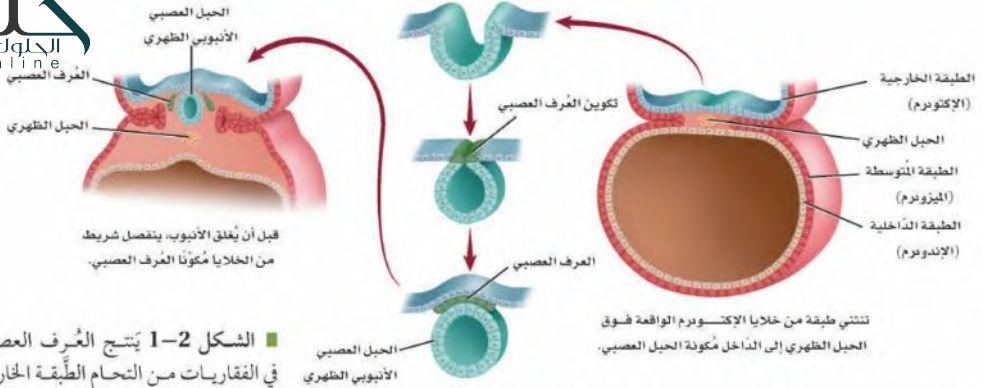
مئانة العوم

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



الأفعى المجلجلة ذات القفرون





■ الشكل 2-1 يَتَج العُرف العصبي في الفقاريات من التحام الطبقة الخارجية من حافتي الانثنائين العصبيين في المرحلة الجنينية.

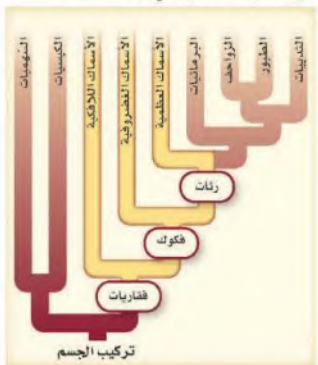
**العُرف العصبي Neural crest** تحدث عملية أخرى مهمة في أثناء تكوُّن الحبل العصبي خلال النمو الجنيني في الفقاريات، وهي تكوُّن العُرف العصبي neural crest، وهو مجموعة من الخلايا، تتكوَّن من الحبل العصبي في الفقاريات. ويوضح الشكل 2-1 عملية تكوُّن العُرف العصبي. وعلى الرَّغم من أنَّ هذه المجموعة من الخلايا صغيرة إلا أنها مهمَّة لنمو الفقاريات؛ لأنَّ العديد من أجزاء أجسام الفقاريات المهمَّة تنتج عن العُرف العصبي. ومن هذه الأجزاء أجزاء من الدماغ والجُذع وبعض أعضاء الإحساس، وأجزاء من الجيوب البلعومية، وعزل (تغليف) الألياف العصبية، وخلايا عُدَّة مُحدَّدة.

ومن الخصائص الأخرى المميزة للقراريات وجود الأعضاء الداخلية، ومنها الكلى والكبد والقلب، وجهاز دوري مغلق.

✓ ماذا قرأت؟ فسّر لماذا يُعد العُرف العصبي صفة مهمة للفقاريات؟

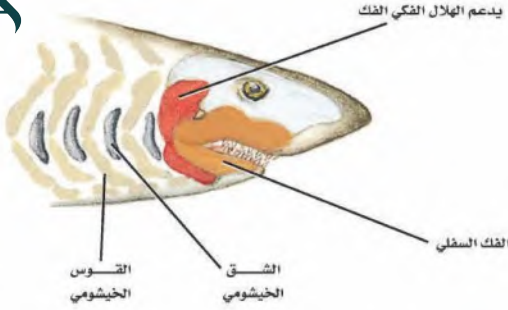
يعد العرف العصبي مهماً؛ لأنه ينمو ليكون  
تراكيب مهمة، منها الدماغ والجمجمة

■ الشكل 3-1 تم تمييز الطوائف المختلفة من الأسماك بالألوان في هذا المخطط.



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 للأسماء عدداً من الخصائص التركيبية ساعدتها على العيش في معظم البيئات المائية، من هذه الخصائص المهمة وجود الفكوك في بعض الأسماك، والزوائد في بعضها الآخر. ويوضح مخطط العلاقات التركيبية في الشكل 3-1 أن هناك ثلاث طوائف من الأسماك، كلها فقاريات. وعلى الرغم من أن أجسام الأسماك تختلف في الشكل والتركيب كثيراً، إلا أن لها العديد من الصفات المشتركة. ولمعظم الأسماك عمود فقري وفكوك وزعانف مزدوجة وقشور وخياشيم ودورة دموية واحدة، ولا تستطيع بناء بعض الأحماض الأمينية.



■ الشكل 1-4 تتكون الفكوك من الأقواس الخيشومية الأمامية في الأسماك الفكية.

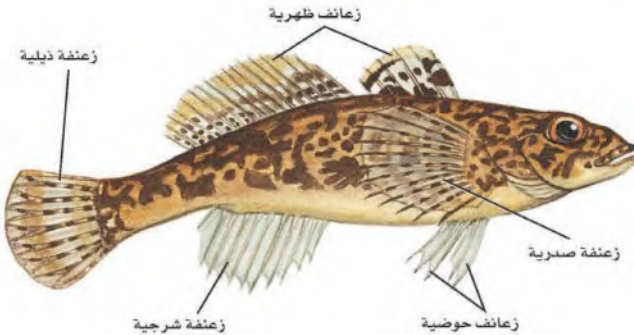
**الفكوك Jaws** لمعظم الأسماك فكوك. ويوضح الشكل 1-4 الأقواس الخيشومية التي تكوّن الفكوك في الأسماك؛ إذ تسمح هذه الفكوك للأسماك الكبيرة بافتراس العديد من المخلوقات الحية، وقد تكون قادرة على افتراس أسماك أكبر حجماً وأكثر نشاطاً، فتُمسك الأسماك الغريسة بأسنانها القوية، وتحطّمها بعضلات فكّيها القوية. كما تساعد الفكوك الأسماك على الدفاع عن نفسها ضد بعض المُفترسات.

✓ ماذا قرأت؟ صف ما أهمية الفكوك في الأسماك؟

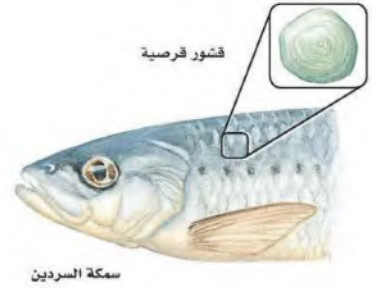
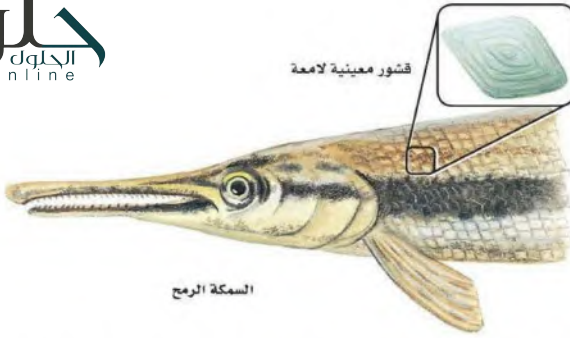
تمكّن الفكوك الأسماك من الإمساك بالفريسة وتحطيمها بصورة أكثر كفاءة، ويمكن للأسماك أن طعاماً أكثر وتنمو أكثر، كما يمكنها استعمال الأسنان أيضاً لحماية نفسها

فرصة الانقلاب الجانبي (عدم التوازن) للأسماك، وتسمح بتوجيه أفضل لها خلال السباحة.

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



■ الشكل 1-5 الزعانف المزدوجة للأسماك (ومنها الزعانف الحوضية والصدرية) تسمح لها بالحفاظ على توازنها في أثناء السباحة، وتغيير اتجاه حركتها في الماء.



الشكل 6-1 يبين نوعين من قشور الأسماك، هما القشور المعينية، والقشور القرصية.  
صف الفروق الظاهرية بين القشور القرصية والقشور المعينية.

**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 6-1. أما قشور القرش فتسمى القشور الصفائحية، وهي مكونة من مواد قاسية وتشبه الأسنان، كما في الشكل 14-1 الذي ستدرسه لاحقاً. وأما النوع القشور فهو القشور المعينية اللامعة التي تغطي جسم السمكة الرمح، الشكل 6-1، وهي معينية الشكل ومكونة من مينا (المادة نفسها التي تغلف الإنسان) وعظم.

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

## تجربة 1-1

عظمة سمكة التحليل

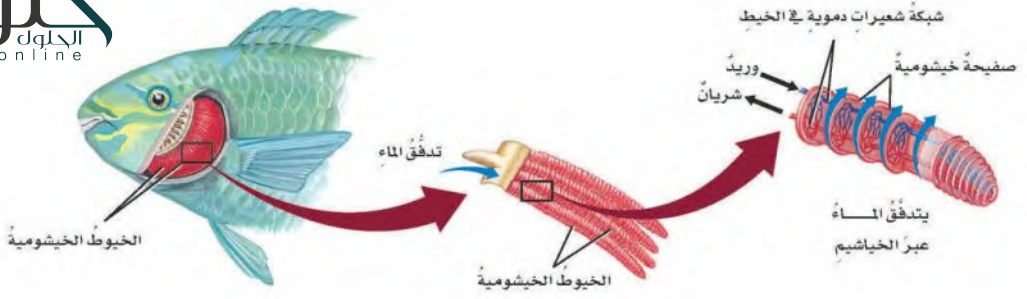
1. استنتج جسم السمكة مُقسَّم إلى ثلاث مناطق: رأس، وجذع، وذيل. حدد هذه المناطق على الشكل الذي رسمته.
2. طبق افتراض أن سمكة فقدت إحدى زعانفها الصدرية عندما أفلتت من مُفترس. كيف يُمكن أن يُؤثّر هذا في قدرتها على التّحرّك في الماء؟



ج ١: 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 الشرح

ج ٢: فقدان السمكة للزعنفة الصدرية خلال مقاومتها لمفترس آخر يجعلها تفقد اتزانها ومقدرتها على التحكم في حركتها داخل الماء





**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. وتتكوّن الخياشيم من خيوط رقيقة مغطاة بصفائح شديدة الانثناء. الصفائح تحتوي على

الشكل 7-1 تحتوي الصفائح الرقيقة لخياشيم السمكة على العديد من الأوعية الدموية. **استنتج** لماذا تتكوّن خياشيم الأسماك من نسيج رقيق جدًا؟

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

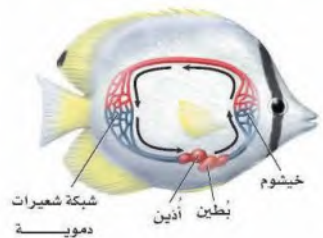
الأسماك غطاء خيشومي operculum؛ وهو غطاء متحرك يغطي الخياشيم ويحميها، ويساعد هذا الغطاء أيضًا في ضخ الماء القادم من الفم عبر الخياشيم. وبعض الأسماك - ومنها سمكة الرئة Lung fish - يمكنها أن تعيش خارج الماء لأوقات قصيرة باستخدام تراكيب تشبه الرئات. ويمكن للأسماك الأنقليس eel (ثعبان الماء) أن تتنفس من خلال الجلد الرطب عندما تكون خارج الماء.

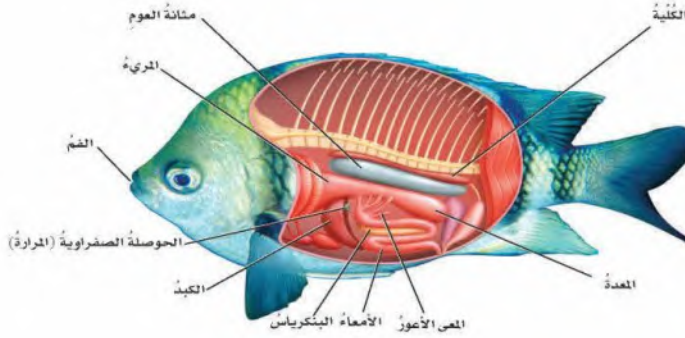
**جهاز الدوران Circulation** للفقاريات دورة دموية مغلقة، يتم فيها ضخ الدم عبر الأوعية الدموية. ويوضح الشكل 8-1 الجهاز الدوري للأسماك، حيث يجري الدم - في أغلب الأسماك - في دورة دموية واحدة، ويتدفق من القلب إلى الخياشيم، ثم عبر الجسم، فيصل إلى الأنسجة ليزودها بالأكسجين، ثم يعود إلى القلب. ويضخ مرة أخرى من القلب إلى الخياشيم، ثم إلى جميع أجزاء الجسم مرة أخرى. ولأن هذا النظام يشكل دورة واحدة كاملة ومُتصلة، فإنه يُسمّى الجهاز الدوري ذا الدورة الواحدة المغلقة.

يتكوّن القلب - في أغلب الأسماك - من حجرتين رئيسيتين تشبهان الأذنين والبطين في قلبك. **الأذنين atrium** هو حجرة 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.

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

الشكل 8-1 يضخ قلب السمكة الدم عبر جهاز دوري مغلق.





■ الشكل 9-1 أعضاء الجهاز الهضمي  
للسمكة تشبه مثيلاتها في الفقاريات الأخرى.  
اصطل قائمة بالتركيبات التي يمرُّ عبرها  
الطعام في أثناء هضمه.

**التغذية والهضم Feeding and digestion** تحصل بعض الأسماك على الغذاء بتصفيته من الماء، أو بالترمم بامتصاصه من بقايا عضوية في قعر المحيط. أمَّا الأسماك الفكية فهي مُفترسات فعالة تتنوع مصادر غذائها. ويتكوّن الجهاز الهضمي للأسماك، المبين في الشكل 9-1، من أعضاء تشبه مثيلتها 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 بَوَاقِيَة (معي 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.

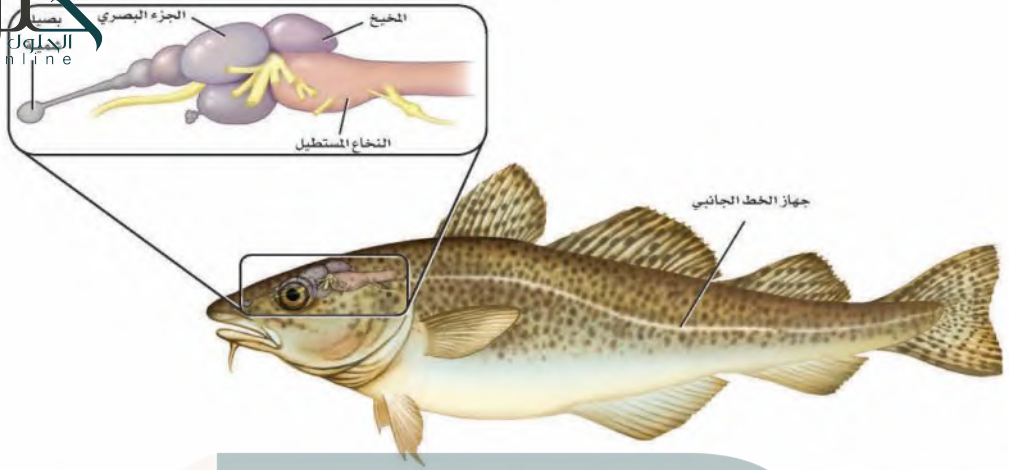
**الإخراج Excretion** تُنقى الفضلات الخلوية من دم الأسماك عن طريق أعضاء تُسمى الكلى، وتسمى الوحدة الوظيفية الأساسية للكلى **الوحدة الأنبوبية الكلوية (النفرون) nephron**؛ وهي وحدة تنقية داخل الكلية تساعد على المحافظة على اتزان الماء والأملاح في الجسم، وتُزيل الفضلات الخلوية من الدّم. وبعض هذه الفضلات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

**الرابط الكيميائي** 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 الأليات الداخلية بتنظيم اتزان الماء والأملاح في أجسام أسماك المياه العذبة والمالحة.

من مرتبطة مع علم الأحياء

عالم الأسماك (البحار)

Ichthyologist يبحث عن معلومات حول سلوك الأسماك، وبيئتها، وتوزيعها، 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.



■ الشكل 10-1 للأسماك دماغ يُمكنها من القيام بوظائفها الحيوية. استنتج كيف يختلف دماغ سمكة تعيش على البقايا العضوية في قاع بركة ماء عن دماغ سمكة مُفترسة تسبح بخفة خلف فريسة؟

**الدماغ والحواس Brain and Senses** يتكون الجهاز العصبي للأسماك - كما في الفقاريات الأخرى - من حبل شوكي ودماغ كما في الشكل 10-1. ويقوم المخيخ بتنسيق الحركة والتحكم في الاتزان. وللأسماك مُستقبلات شمّية للإحساس بالروائح، تُمكنها من اكتشاف المواد الكيميائية الذائبة في الماء. وتستجيب بصيلات الشمّ للمنبه الكيميائي، وللأسماك أيضًا القدرة على الرؤية الملونة، حيث إن الأجزاء البصرية في الدماغ مسؤولة عن المعلومات البصرية. كما ينسّق 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 مُستقبلات أخرى تُسمى جهاز الخط الجانبي. وجهاز الخط الجانبي lateral line system يُمكن السمكة من اكتشاف الحركة في الماء، ويساعد أيضًا على إبقائها معتدلة ومتزنة. ويوضح الشكل 10-1 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 غذاءه من جسم الأم.





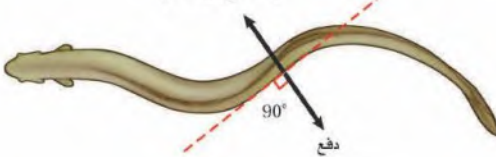
وتستطيع الأسماك التي تتكاثر بالإخصاب الخارجي أن تنتج ملايين البيوض في الفصل الواحد. ومعظم هذه الأسماك لا تحمي بيضها ولا تعتني به ولا بصغارها. لذا يكون مصير العديد من هذه البيوض والصغار أن تفترسها حيوانات أخرى. وتنتج الأسماك كمية كبيرة من البيوض ليتمكن بعض الصغار من النمو والنجاة حتى يصلوا إلى سن التكاثر. أما ذكور أسماك الحارس الكبير Sergeant major fish، الشكل 11-1، فتحرس البيوض المُخصَّبة من المُفترسات حتى تفقس الصغار.

**الحركة Movement** تكيّفت الأسماك بشكل جيد للسباحة في الماء؛ فمعظم الأسماك انسيابية الشكل، ولمعظمها مُخاط يُزيّن سطح جسدها، ويُقلّل من احتكاك السمكة بالماء. وتُمكن الزعانف الأسماك من تغيير الاتجاهات والمناورة بعدة طرائق مختلفة، وتُقلّل قوة طفو الماء من تأثير الجاذبية في الأسماك. وبالإضافة إلى هذا فإنّ مثانة العوم swim bladder - وهي كيس مملوء بغاز مثل البالون يوجد في الأسماك العظمية - تسمح للسمكة بالتحكم في عمق غوصها، انظر الشكل 9-1. وعندما تنتشر الغازات خارج مثانة العوم يمكن للسمكة أن تغطس إلى أسفل. أما عندما تنتشر الغازات من الدم إلى داخل مثانة العوم فإنّ السمكة ترتفع إلى أعلى خلال الماء.

**الربط الفيزياء** يبين الشكل 12-1 حركة الأسماك عبر الماء، من خلال انقباض مجموعات عضلية على جانبي أجسامها، بحيث يسمح ترتيب العضلة بانقباضها، ومن ثمّ انثناء جزء كبير من جسمها. وكلما انثنى هذا الجزء من الجسم دفع الماء بقوة، مولداً قوة معاكسة تسمح بحركة السمكة إلى الأمام. وتتولد قوة الدفع في اتجاه الانثناء في جسم السمكة. كما أنّ 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 12-1 يُجرك الانقباض جسمه كاملاً على نمط الحرف S. أما الأسماك الأخرى إلا أن في الحركة - ومنها السلمون المرقط - فتحرّك ذيولها فقط عندما تندفع خلال الماء.

أنقباض  
قوة الدفع إلى الأمام



سلمون مرقط





الجلكي



الجريت

### طوائف الأسماك Classes of fishes

تقسم الأسماك إلى ثلاث طوائف بناءً على تركيب أجسامها؛ فأسماك الجريت (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 والجريت، كما في الشكل 1-13، والجريت كالجلكي أسماك لافكية، ليس لها قشور أو زعانف مزدوجة أو هيكل عظمي، ولها حبل ظهري يبقى طوال حياتها. وسمكة الجريت من الحيوانات الكانسة تتغذى على اللافقاريات الطرية والأسماك الميتة. وعلى الرغم من كونها عمياء تقريباً فإن إحساسها الكيميائي الحاد يُمكنها من تحديد موقع الطعام. والأسماك الحلك خائشم

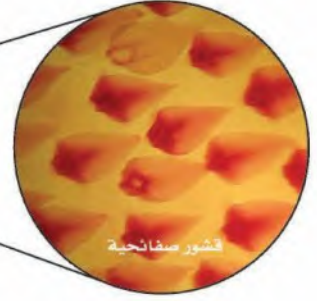
دون فكوك، تشبه الإنقليس، دون حراشف، دون زعانف مزدوجة، لها حبل ظهري وخياشيم

■ الشكل 1-13 لأسماك الجريت والجلكي تراكيب تُشبه الأسنان على ألسنتها. وسمك الجلكي مُتطفل على الأسماك الحية الأخرى. صف التكتيفات التي تراها في صورة سمكة الجريت التي تُمكنها من العيش في قاع البحر.

✓ ماذا قرأت؟ اكتب قائمة بخصائص الأسماك اللافكية.



سمكة قرش



قشور صفائحية

■ الشكل 1-14 لأسماك القرش أجسام انسيابية مغطاة بقشور صفائحية صلبة. استنتج ماذا تتوقع أن يكون ملمس جلد سمكة القرش إذا لمسته؟

## يتترك للطالب

**الأسماك الغضروفية Cartilaginous fishes** يتميز القرش والورنك واللخمة إلى طائفة الأسماك الغضروفية Chondrithyes. وأهم ما يميز سمكة القرش وكل الأسماك الغضروفية أن الغم 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 1-14.

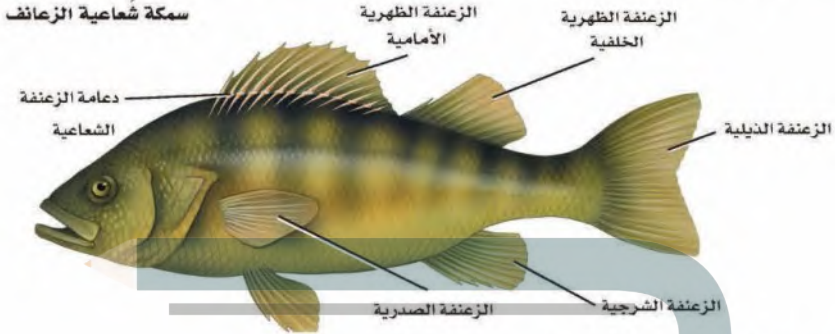
وقد ساعد الجسم الانسيابي لأسماك القرش، إضافة إلى عضلات السباحة القوية وأسنانها الحادة، على أن تكون من المُفترسات المُميّزة في الماء. ويستطيع سمك القرش الإحساس بالمواد الكيميائية في الماء، مما يسمح له بكشف الفريسة عن بُعد كيلومتر واحد. وكلما اقترب القرش من فريسته، فإن الخط الجانبي على جسمه يستطيع أن يكتشف الاهتزازات في الماء. وفي المرحلة الأخيرة من مطاردة الفريسة، يُمكنه أن يستخدم بصره والمستقبلات الأخرى لاكتشاف المجالات الكهربائية الحيوية التي تصدر عن الحيوانات كلها. من التكيّفات الأخرى للحياة الافتراضية الجلد القاسي المُغطى بحراشف صفائحية، كما في الشكل 1-14.

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. وبعض أسماك القرش الأخرى أفواه ذات تراكيب تساعد على التَغذّي على الرّخويات الصّدفية.

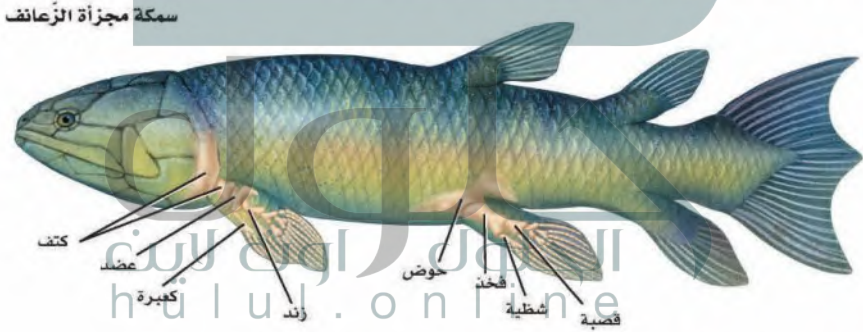
**الأسماك العظمية Bony fishes** تحوي طائفة الأسماك العظمية مجموعتين من الأسماك، هما: الأسماك العظمية الشعاعية الرّعانف، والأسماك العظمية المجزأة الرّعانف. وللأسماك ذات الرّعانف الشعاعية هيكل عظمي، وقشور مشطية أو دائرية، وغطاء يغطّي الخياشيم، ومثانة للعوام. وأكثر ما يميز أسماك الرّعانف الشعاعية مذكور في اسمها. والأغشية الرّقيقة لزعانف هذه الأسماك مدعومة بتراكيب رقيقة تشبه الأشواك، كما في الشكل 1-15. ومُعظم الأسماك - ومنها السّلمون والتونا - أسماك شعاعية الرّعانف.



■ الشكل 1-15 تنقسم طائفة الأسماك العظمية إلى تحت طائفتين، هما: أسماك شُعاعية الزعانف، وأسماك مجزأة الزعانف.

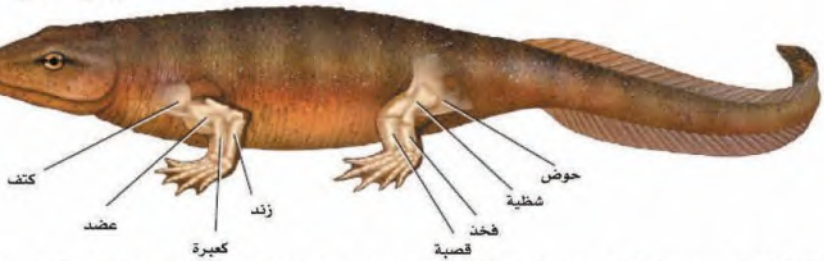


للأسماك الشعاعية الزعانف تركيب رقيقة تشبه الأشواك، تدعم أغشية زعانفها.



للأسماك المجزأة الزعانف أجزاء عضلية ومفاصل تُشبّه مثلتها 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 الزئبكية، رئات لتبادل الغازات. وعندما يحدث الجفاف، يُمكن للسمكة الزئبكية 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 15-1، حيوان له أربعة أطراف (أرجل)، تحتوي كل منها على أجزاء عضلية وقدم وأصابع لها مفاصل.

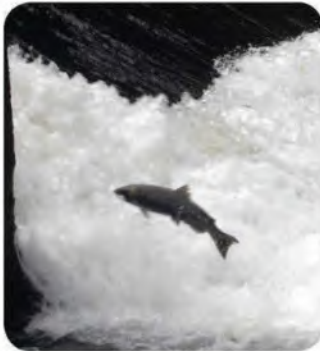
## بيئة الأسماك Ecology of Fishes

الأسماك مصدر مهم للغذاء في كل الأنظمة المائية. ومع ذلك فقد غيرت نشاطات الإنسان مواطنها في المياه العذبة والمياه المالحة، ومن ذلك بناء السدود على الأنهار، أو التلوث. وتعدّ 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** السَّلْمون 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، تغيّرت المواطن البيئية في الأنهار والجدول بسبب بناء السدود التي تمنع الهجرة صعوداً وهبوطاً للسَّلْمون، وكانت النتيجة النهائية في شمال غرب المحيط الهادئ، على سبيل المثال، أن أعداد السَّلْمون التي تسبح صاعدة عكس التيار، كما في الشكل 16-1، 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 تتغيّر المواطن البيئية للأسماك من خلال التلوث الذي يُقلّل من نوعية المياه العذبة وجودتها في البحيرات، والأنهار، والجدول. ويُمكن أن يُقلّل 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 16-1 لا تستطيع بعض أنواع السَّلْمون القفز عن السدود المستخدمة في توليد الكهرباء من الطاقة المائية. ولكي يضع بيضه، يجب أن يعود السَّلْمون إلى الجدول التي فقس فيها.



### التفكير الناقد

7. كَوْنُ فرضية بيني  
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.

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

### فهم الأفكار الرئيسية

1. الفكرة الرئيسية: لخص خصائص  
الفقاريات التي تجعلها تختلف  
عن اللافقاريات.  
2. صف خصائص الأسماك التي  
تسمح لها بالعيش والتكاثر في  
الماء.  
3. قوّم أهمية الفكوك في  
الأسماك.

4. حدّد الخصائص التي تشترك  
فيها مُعظم الأسماك.

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

6. هاترين التراكيب الداخلية والخارجية  
في الأسماك اللافكية والأسماك  
الغضروفية والأسماك العظمية.

ج ١: الفكوك، الزوائد المزدوجة  
الخياشيم؛ دورة دموية مغلقة  
واحدة، قشور، مثانة عوم

ج ٢: للفقاريات عمود فقري مكون  
من الغضروف أو العظم، العرف  
العصبي ينمو وينتج العديد من  
خصائص الفقاريات؛ للفقاريات  
جميعها جهاز دوري مغلق، بينما  
معظم اللافقاريات هما جهاز دوري  
مفتوح

ج ٣: أصبحت تتغذى على أنواع  
مختلفة أكثر من الطعام. ولهذا  
انتشرت في أطر بيئية جديدة  
ج ٤: العمود الفقري، الفكوك،  
الزعانف المزدوجة، القشور، الجلد  
الرطب للحصول على الأكسجين،  
دورة دموية مغلقة مفردة

ج ٥: يحتوي الماء العذب على جزيئات ماء أكثر من أنسجة الأسماك، في حين يحوي الماء المالح  
على كمية أقل، لذا تحتاج أجسام أسماك الماء العذب إلى ماء أقل من أجسام أسماك الماء المالح  
ج ٦: الأسماك اللافكية تشبه الأنقليس دون قشور أو زعانف مزدوجة أو هيكل عظمي وللأسماك  
الغضروفية هيكل مكونة من الغضروف و كربونات الكالسيوم، أما الأسماك العظمية فلها زعانف  
وهيكل عظمي

ج ٧: تختار الأنثى ذكراً بمواصفات عالية قادراً على الحصول على مصادر العيش المحدودة

ج ٨: لن تستطيع السمكة ذات الجهاز الخطي الجانبي التالف تحديد الحركة في الماء