

## البرمائيات Amphibians

### الأهداف

تحلّل أنواع التكيّفات التي كانت مهمة عندما انتقلت بعض السخولقات الحية إلى اليابسة.

تلخّص خصائص البرمائيات.

تفرّق بين رُتب البرمائيات.

### مراجعة المفردات

التَّحوّل Metamorphosis: تغيّرات نمو مُتتابعة في شكل السخولق الحي أو تركيبه.

### المفردات الجديدة

المجمع (المذرق)

الغشاء الرامش

غشاء الطَبْلَة

متغيرة درجة الحرارة

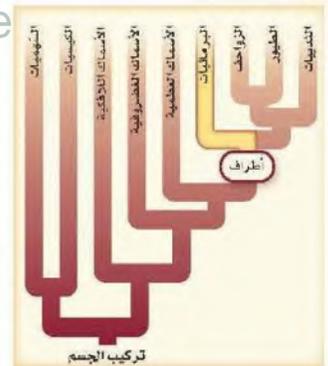
**المفردة الرئيسية** لمعظم البرمائيات تكيفات تؤهلها للعيش جزءاً من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.

الرّبط مع الحياة إذا فكّرت في السّباحة فستجد أنّ التّحرّك في الماء يختلف عن التّحرّك على اليابسة. وكما أن للأسماك تكيفات تمكّنها 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 1-1 بعض اختلافات ظروف الحياة في الماء عنها على اليابسة. وتشمل هذه الاختلافات الطّفن، وتركيز الأكسجين، ودرجة الحرارة. ويوضح الجدول أيضاً أمثلة على تكيفات الفقاريات البرية للحياة على اليابسة، كما يوضح الشكل 1-17 تكيف البرمائيات للحياة البرية.

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

الشكل 1-17 يبيّن أهم التكيّفات التي ساعدت البرمائيات على العيش على اليابسة.





## البرمائيات Amphibian

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

-الضفدع حيوان برمائي.

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

هبطت البرمائية بهدوء على مياه البحيرة.

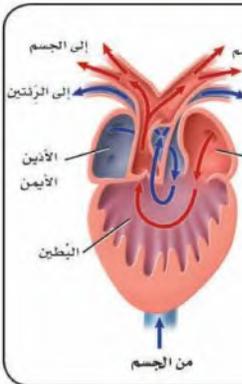
**الإخراج Excretion** تُرْسَح البرمائيات الفضلات من الدَّم من خلال الكلى، وتُخرج الأمونيا أو اليوريا (بولينا) بوصفها فضلات ناتجة عن عمليات الأيض الخلوي. أما النَّاتج النهائي لعملية أيض البروتينات وهو الأمونيا فيتمُّ طرحها من البرمائيات التي تعيش في الماء. وتُنتج البرمائيات التي تعيش على اليابسة فضلات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

**التنفس والدورة 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 تنفَس من خلال جلدها، سواء أكانت خارج الماء أم داخله. وهذه الخاصية تمكن الضفادع من قضاء الشَّتاء محمية من البرد داخل الطين في قاع بركة الماء.

يتكوَّن جهاز الدوران في البرمائيات - كما في الشكل 19-1 - من دورة دموية مزدوجة، بدلاً من الدورة الدموية المفردة التي درستها في الأسماك. في الدورة الأولى يتحرَّك الدَّم غير المؤكسج من القلب ليتحمَّل بالأكسجين في الرئتين والجلد، ثمَّ يتحرَّك الدَّم المؤكسج عائداً إلى القلب. وفي الدَّورة الثانية يتحرَّك الدَّم المؤكسج من القلب عبر الأوعية الدموية إلى الجسم، حيث يتنشر الأكسجين 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 الدَّم المؤكسج من الرئتين. ويبقى البطين في البرمائيات غير مُقسَّم.

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

الشكل 19-1 يتكوَّن جهاز الدوران في البرمائيات من دورة دموية مزدوجة تُحرَّك الدَّم خلال الجسم.



على الرغم من أن نسبة الأكسجين في الشواء 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 1-21 ليس لبيوض البرمائيات قشور تحميها من الجفاف. استنتج ما التكتيفات التي تضمن عدم جفاف بيوض البرمائيات؟

من المهم 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 تُنظِّم 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 بارداً يمكن للعدجوم أن يجد صخرة دافئة ورطبة ليعرّض جسمه للشمس ويُدْفِع نفسه.

**التكاثر والنمو Reproduction and development** تضع إناث الضفادع بيوضها مثل العديد من البرمائيات؛ ليتم إخصابها من قبل الذكور في الماء. وليس للبيوض قشور أو أغشية واقية تحميها من الجفاف. والبيوض - كما في الشكل 1-21 - مغطاة بمادة لزجة تشبه الهلام، تساعدها على الالتصاق بالنباتات في الماء. وبعد التلقيح يستعمل الجنين التأمي المُح في البيضة للتغذي حتى يفقس منها أبو ذئبية الذي يتحوّل، كما في الشكل 1-18، من مخلوق يتنفس بالخياشيم ومخلوق عديم الأرجل، أكل أعشاب، وله زعانف وقلب مكوّن من حجرتين - إلى مخلوق يتنفس بالرئتين، رباعي الأرجل أكل لحوم، وله قلب ثلاثي الحجرات. وتتحكم مواد كيميائية تُطلق داخل جسم أبي ذئبية في مراحل التحوّل.

## تنوع البرمائيات Amphibian Diversity

تغطي البيوض بمادة لزجة تشبه الهلام تساعدها على الالتصاق بالنباتات الماء

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

**الضفادع والعلاجيم Frog and toads** تفتقر الضفادع والعلاجيم البالغة - كما في الشكل 1-22 - إلى الذئيل، ولها أقدام طويلة تُمكنها من القفز. وللضفادع أرجل أطول من العلاجيم، تُمكنها من القفز بفاعلية أكبر مقارنة بقفزات العلاجيم الصغيرة.

■ الشكل 1-22 للضفادع جلد رطب وناعم، مقارنةً بالعدجوم الذي له جلد جاف وغير ناعم.





سلمندر أحمر



السمندل المائي ذو الثايليل

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 سمي الطعم، لا يشجع المفترسات على أكلها.

✓ ماذا قرأت؟ قارن بين خصائص الضفادع والعلاجيم.

■ الشكل 23-1 يعيش السلمندر الأحمر شرقي الولايات المتحدة فقط. ويتكاثر السمندل المائي ذو الثايليل في أعماق البرك التي تحتوي على نباتات مائية.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

مربيو الحيوانات Animal Curator

يعمل مربيو الحيوانات في حدائق الحيوان، ويعتنون ببعض حيوانات الحديقة، ومنها البرمائيات ويعملون معًا لتحديد الطيور المثلثى للمحافظة على البيئات المناسبة للحيوان داخل الحديقة.

تختلف الضفادع عن العلاجيم في أن ما أقداماً طويلة وقوية وجلدها رطب وتعيش بالقرب من مصادر المياه، وليس لها غد

الجلول اون لاين  
سسمية

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 24-1 ليس لعديمة الأطراف فتحات أذن. ولا يُعرف إن كانت تستطيع سماع الأصوات، أو كيف تسمعها.

**عديمة الأطراف Caecilians** تختلف عن البرمائيات الأخرى؛ فليس لها أطراف وهي تُشبه الديدان، كما في الشكل 24-1. وهي تدفن نفسها في التربة، وتتغذى على الديدان وبعض اللافقاريات الأخرى. ويغطي الجلدُ العيون في العديد من عديمة الأطراف، لذا قد تكون عمياء تقريبًا. ولعديمة الأطراف كلها إخصاب داخلي؛ إذ تضع بيوضها في تربة رطبة تقع قرب السماء، ومنها أمثلتها: السيسيليا السوداء، السيسيليا الهندية، السيسيليا الاستوائية. وتعيش عديمة الأطراف في الغابات الاستوائية في أمريكا الشمالية وأفريقيا وآسيا.

نخبة  
علمية  
كيف تكيفت الضفادع للعيش في  
العواطن البيئية البرية والمائية؟  
ارجع أدليل التجارب العملية على منصة عين

## بيئة البرمائيات Ecology of Amphibian

تناقصت جماعات البرمائيات في العقود القليلة على مستوى العالم. وقد جمع العلماء بيانات لتحديد الأسباب المحتملة لهذا التناقص، فاختلقت النتائج. ويمكن 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 جفَّت الأراضي الرطبة وبنيت المباني بدلاً 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، وناقصت الأنواع الخارجية الدخيلة البرمائيات على الغذاء وعلى مساحة البيئة، أو كانت مُفترسات للبرمائيات.

- ج ١: تراكيب تشبه الفتحات الأنفية، رئات غشاء عظام أرجل أثقل، وكاحل خمسة أصابع، عديمة الأرجل أو بأربع أرجل، دون ذيل
- ج ٢: الماء أكثر طفراً من اليابسة؛ الأكسجين يذوب في الماء وهو أقل مرة من اليابسة؛ محافظ الماء على الحرارة
- ج ٣: أرجل بأقدام وأصابع؛ كواحل ومعاصم؛ اتصال عظام المؤخرة بالعمود الفقري؛ عظام أرجل أثقل؛ أطراف، وجهاز عضلي / هيكل أقوى، وجود الرئات
- ج ٤: رتبة عديمة الذيل (الضفادع والعلاجيم): تفتقر إلى الذيول والرقاب، لها أرجل عضلية للقفز، رتبة الذيليات (السلمندر والسمندل): لها أرجل وأجسام نحيلة ذات رقاب وذيول؛ رتبة عديمة الأطراف: دون أرجل وتشبه الدودة
- ج ٥: 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
- ج ٦: ستختلف الإجابات اعتماداً على نوع التشوهات ونوع الضفادع وطبيعة البيشة التي تعيش فيها، كذلك مصادر تلوث هذه البيئات إن وجد

#### التفكير الناقد

5. فسّر الرسوم العلمية قم بدراسة الشكل 1-19، وفسّر 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.

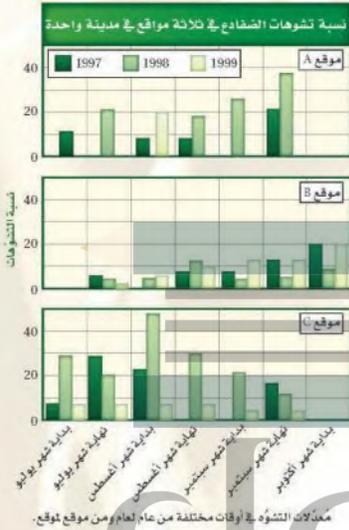
#### فهم الأفكار الرئيسية

1. **العبارة الرئيسية** لخصّ 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.

#### الخلاصة

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

## تشوهات خلقية في الضفادع



من غرفة الصف إلى غرفة الأخبار ما بدا كأنه رحلة ميدانية لأحد الصفوف انتهى بتنبه 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 أحد أهم دُنْبِيَّة 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.

زيادة الفوسفور والنيتروجين في الماء مثلاً - بسبب الاستعمال الكيميائي فريفاً لسبب نموّاً 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

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

المعدلات: الموقع أ = ٨,٢ تقريباً،  
الموقع ب = ٧,٧ تقريباً، الموقع سي = ١٣,١ تقريباً، وللموقع سي أعلى المعدلات من التشوه

## كيف تنظم بعض الحيوانات المتغيرة درجة الحرارة درجة حرارة أجسامها؟



**الخلفية النظرية:** تدرك أن البرمائيات متغيرة درجة الحرارة. والعديد منها يعيش في مواطن تتغير فيها درجة الحرارة من  $15^{\circ}\text{C}$  -  $10^{\circ}\text{C}$  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).
  - مناقش ورقية.
  - أوعية بلاستيكية (2).
  - رمل.
  - مسطرة مترية.
  - تربة.
  - ماء عند درجة حرارة
  - مصباح ضوئي كهربائي
  - بقوة كهربائية عالية.
  - الغرفة.
5. ضع مقياس حرارة في وعاء، واملأ الوعاء بالتربة على أن يكون مقياس الحرارة مغموراً بنحو 5 cm في التربة. ثم ضع مقياس الحرارة الثاني في وعاء وغطه بـ 5 cm من الرمل.
6. كرر الخطوة 3.

### حل ثم استنتج

1. لخص هل نجحت في المحافظة على درجة الحرارة ضمن مدى مُعطي لكل خطوات التجربة؟ وكيف فعلت هذا؟
2. حلل 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 مهارتك

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

- ج ١: اقبل كل الإجابات المعقولة
- ج ٢: اقبل كل الإجابات المعقولة
- ج ٣: أقبل كل الإجابات المعقولة. مثال: يجب على الحيوانات المتغيرة درجة الحرارة المحافظة على ثبات درجة حرارة أجسامها من خلال تحديد وقت صيد فرائسها
- ج ٤: تستفيد الحيوانات المتغيرة درجة الحرارة من الشمس والبيئة من حولها؛ للمحافظة على درجة حرارة أجسامها